UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

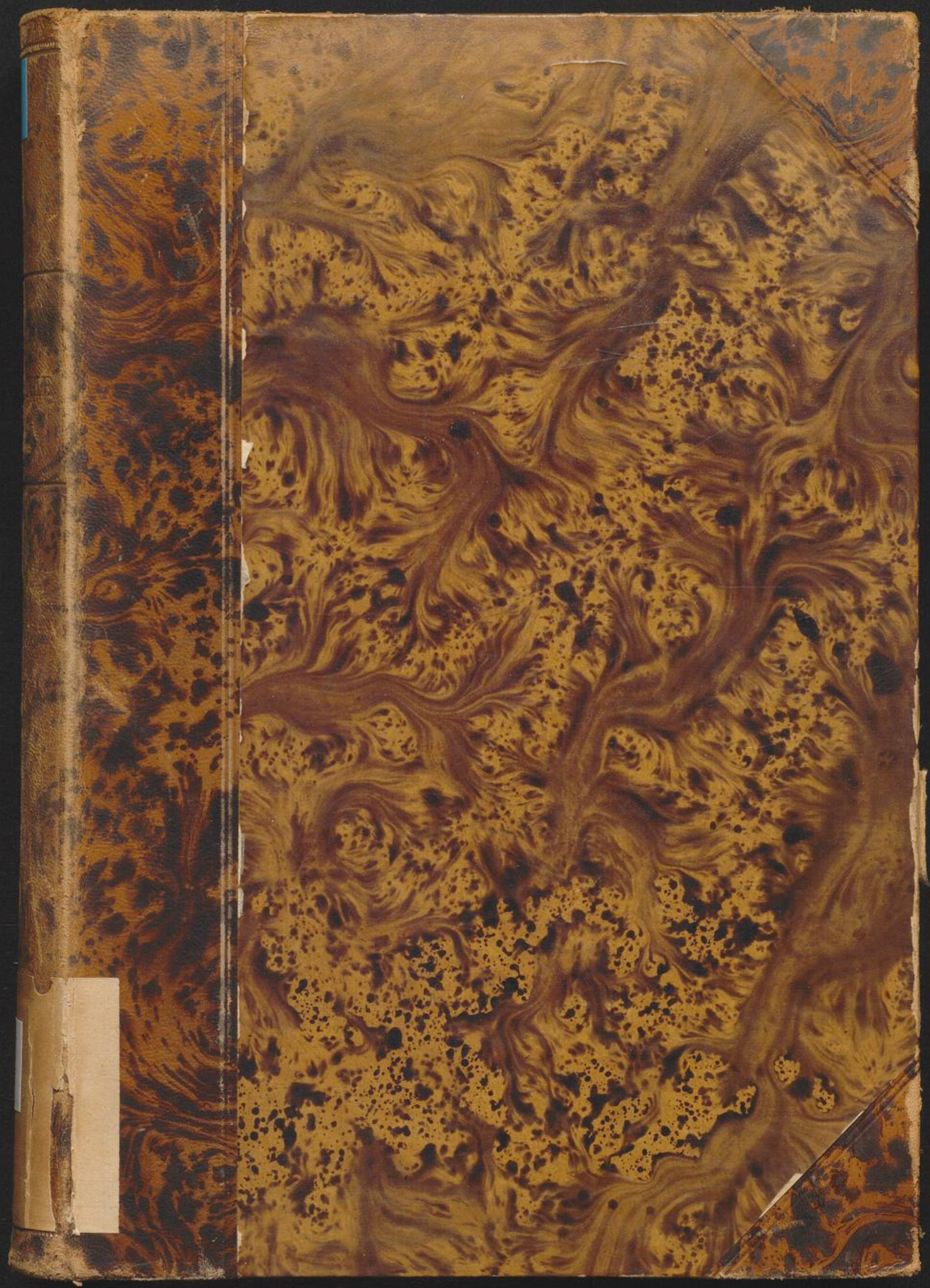
# Elemente der Mineralogie

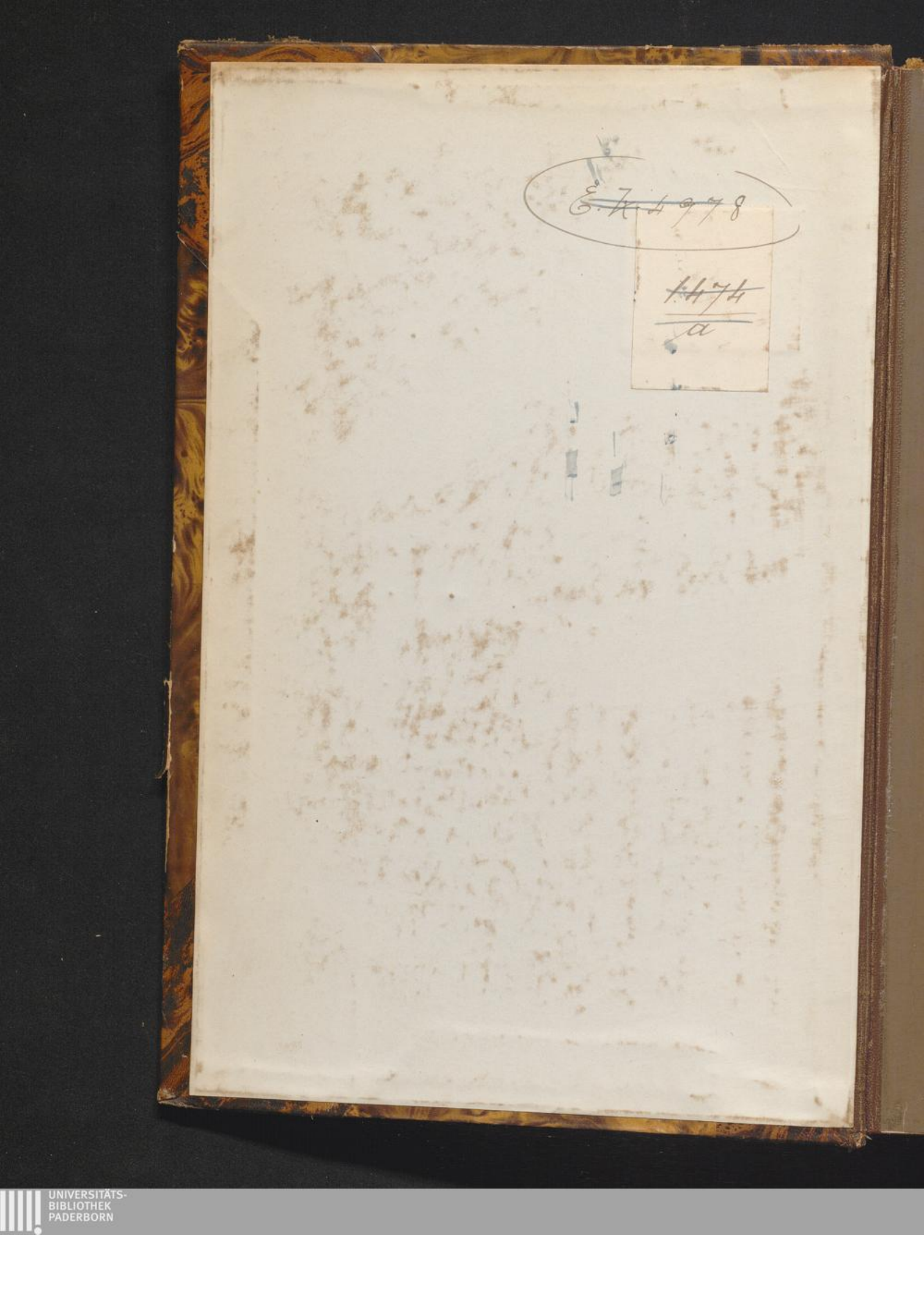
**Naumann, Carl Friedrich**

**Leipzig, 1901**

urn:nbn:de:hbz:466:1-84232

Visual Library


UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN


UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

E. H. 4978

4474
a

# ELEMENTE

DER

# MINERALOGIE

BEGRÜNDET VON

CARL FRIEDRICH NAUMANN
(1873 †)

VIERZEHNTE NEU BEARBEITETE UND ERGÄNZTE AUFLAGE

VON

DR. FERDINAND ZIRKEL
ORD. PROFESSOR DER MINERALOGIE UND GEOGNOSIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,
K. S. GEHEIMEN RATH

MIT 1085 FIGUREN IM TEXT

Königliche Bauschule Höxter a. d. Weser
Bücherei

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1901.

EK 275
K A/VI

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Alle Rechte, insbesondere der Uebersetzung, sind vorbehalten.

03
M
36148




UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

# VORREDE ZUR ZEHNTEN AUFLAGE.

Fast gleichzeitig mit dem Erscheinen der neunten Auflage seiner Elemente der Mineralogie schloss Carl Friedrich Naumann am 26. November 1873 für immer die Augen.

Von dem langjährigen Verleger der Werke des Dahingeschiedenen wurde mir der ehrenvolle Auftrag zu Theil, eine fernere Ausgabe jenes Buches vorzubereiten, welches wie kein anderes die Grundlage mineralogischen Studiums auf deutschen Hochschulen und an anderen wissenschaftlichen Anstalten, sowie in den Händen zahlreicher Freunde der Mineralogie bildet.

Wenn es dabei galt, diejenigen Veränderungen und Bereicherungen anzubringen, welche durch die neuesten Fortschritte der Wissenschaft auch in einem Elementarbuche über Mineralogie geboten zu sein schienen, so mussten dieselben innerhalb der ersten Hälfte insbesondere den Abschnitten über die allgemeinen physikalischen und chemischen Eigenschaften der Mineralien in reichlichem Maasse zu Theil werden. Vor allem war es der über die chemische Constitution der Mineralien, bei welchem eine den heutzutage durchweg gültigen Grundsätzen entsprechende Neubearbeitung nicht umgangen werden durfte. In dem allgemeinen krystallographischen Hauptstück finden sich nur verhältnissmässig wenig Zusätze und weitere Ausführungen, die in keinem anderen Sinne als dem des gerade auf diesem Gebiete unübertrefflichen Lehrers und Meisters ausfallen konnten.

Eine grössere, freilich nur äusserliche Veränderung hat in dem zweiten speciellen Theil Platz gegriffen. Immer mehr und mehr bricht sich in Vorträgen und Abhandlungen und tabellarischen Zusammenstellungen die Ueberzeugung Bahn, dass die naturgemässe Gruppirung der Mineralkörper in erster Linie von ihrem chemischen Wesen ausgehen muss, wodurch allein es auch möglich wird, die formbeherrschenden Verhältnisse des wirklichen Isomorphismus gebührend zu berücksichtigen. Und so ist denn hier der Versuch gewagt worden, die bisherige Classification zu verlassen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und die auf die chemische Constitution begründete als die mit Recht begünstigtere an ihre Stelle zu setzen, wobei alsdann die Hauptordnungen von selbst vorgezeichnet waren. Scheint auch dadurch bei einer Vergleichung mit der neunten Auflage in der zweiten Hälfte fast das Unterste zu oberst gekehrt, so werden doch Lehrer und Schüler, welche das Buch liebgewonnen haben, die specielle Beschreibung der einzelnen Mineralien in nahezu derselben — nur durch die nothwendig gewordenen neuen Zusätze und Veränderungen abweichenden — Gestalt wiederfinden. Beruht ja einer der Hauptvorzüge des Werkes in der unvergleichlichen Klarheit, welche bei aller Kürze und Knappheit in diesen durch Jahrzehnte hindurch sorgfältigst ausgearbeiteten Darstellungen herrscht. Ueberall habe ich darnach getrachtet, die in den allgemeinen Lehren vorkommenden Original-Aussprüche und -Ansichten des Verfassers in ihrer Selbständigkeit hervortreten zu lassen.

Möge es mir gelungen sein, dieser zehnten Auflage diejenige Fassung im Ganzen wie im Einzelnen zu geben, welcher Carl Friedrich Naumann, wenn er noch bei uns weilte, unter Berücksichtigung des inzwischen erfolgten Vorschreitens der Wissenschaft zustimmen würde.

Wenn schon er in den Vorreden zu den früheren Auflagen durch die Dankbarkeit, womit er ihm zu Theil gewordener Bemerkungen und Rathschläge gedachte, auf den hohen Werth derselben hinwies, so möchte ich um so weniger versäumen, geradezu die Bitte auszusprechen, mich auf etwaige, der Correctur bedürftige Angaben aufmerksam zu machen, um das Buch trotz der ausserordentlichen Fülle des bearbeiteten Detailmaterials immer fehlerfreier zu gestalten.

Leipzig, Anfang September 1877.

**F. Zirkel.**

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

# VORREDE ZUR DREIZEHNTEN AUFLAGE.

Die 1885 erschienene zwölfte Auflage war im Jahre 1891 vergriffen. Zu jener Zeit mit der Herstellung des dreibändigen Lehrbuchs der Petrographie beschäftigt, sah ich mich ausser Stande, eine Neubearbeitung dieser Elemente der Mineralogie vorzunehmen, und so gelangte denn im Jahre 1892 ein einfacher Wiederabdruck der bisherigen Auflage mit der früheren Jahreszahl und ohne weitere merkbare Veränderung zur Ausgabe.

Nachdem auch dieser fast gänzlich seinen Absatz gefunden, handelte es sich in erster Linie um eine sehr eingehende Reform des vorhandenen, in Anbetracht der erwähnten Umstände stellenweise etwas veralteten Textes. In den krystallographischen Abschnitten des allgemeinen Theiles musste auf die Symmetrie-Verhältnisse grösseres Gewicht gelegt werden und es ist hier versucht worden, die inzwischen zur Geltung gekommenen 32 Krystallisations-Abtheilungen, auf Grund der bisherigen, consequent ausgebauten Lehren von der Hemiëdrie und Tetartoëdrie unter Einrechnung der Hemimorphie, als coordinirte Gruppen mit charakteristischen Symmetrie-Eigenschaften hervortreten zu lassen. Was sonst von neuen Forschungen in den Rahmen dieses allgemeinen Theiles passte, gelangte bei gleichzeitig etwas veränderter Aufeinanderfolge gewisser Partieen zur Einreihung, und um ein wichtiges, aber, wie es scheint, nicht genug gewürdigtes Gebiet der geologischen Mineralogie zu pflegen, wurde ein neuer, längerer Abschnitt über die Lagerstätten und das Vorkommen der Mineralien in der Natur aufgenommen.

Wenn dadurch die erste Hälfte beträchtlich an Ausdehnung gewachsen war, so lag, um den Gesammtumfang der früheren Auflagen nicht erheblich zu überschreiten, für den speciellen Theil die doppelte und nicht eben leichte Aufgabe vor, einerseits alle hauptsächlichen neueren Ergebnisse anzuführen, anderseits eine ganz wesentliche Kürzung des vorhandenen Textes vorzunehmen. Wie jetzt das Buch sich darbietet, scheint letzteres möglich gewesen zu sein, ohne den allgemeinen Charakter besonders erkennbar zu verändern. Eine fernere Neuerung besteht in dem Versuch, bei den wichtigeren Mineralien die Vorkommnisse nicht mehr blos in der Form nackter geographischer Namen aufzuzählen, sondern sie nach dem Gesichtspunkt der geologisch verschiedenen Natur der Lagerstätten zu gruppiren. Viele etwas defect gewordene Abbildungen sind durch neue ersetzt, die Zahl der vorhandenen hat sich um 52 vermehrt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Möge, wer das Buch benutzt, nicht übersehen, dass es den alten Titel »Elemente der Mineralogie« führt. Auch dieser gänzlich neuen, aber im Sinne der bisherigen Tradition durchgeführten Umarbeitung sei eine ähnlich freundliche Aufnahme wie den früheren Ausgaben beschieden.

Leipzig, Anfang August 1898.

**F. Zirkel.**

## VORREDE ZUR VIERZEHNTEN AUFLAGE.

Eine aufmerksame Vergleichung mit der dreizehnten Auflage, die in dem verhältnissmässig kurzen Zeitraum von drei Jahren vergriffen wurde, wird erkennen lassen, dass auch die vorliegende, soweit der Zweck des Buches es erforderte, neben geringfügigen Kürzungen an geeigneten Stellen, wiederum manchfache Verbesserungen und Ergänzungen in Text und Figuren erfahren hat, ohne doch den gegebenen Umfang merkbar zu überschreiten.

Den verehrten Freunden und Fachgenossen, die mich durch mündliche oder briefliche Rathschläge, durch Mittheilung von Berichtigungen unterstützt haben, bin ich zu grossem Dank verpflichtet.

Leipzig, Anfang August 1901.

**F. Zirkel.**

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

# INHALT.

## Einleitung.


Seite

§. 1. Begriff von Mineral . . . . . 1
- 2. Individuen und Krystalle des Mineralreichs . . . . . 2
- 3. Aggregation und unbestimmte Maassgrösse der Individuen . . . . . 4
- 4. Unterschied des krystallinischen und amorphen Zustandes . . . . . 5
- 5. Begriff und Eintheilung der Mineralogie . . . . . 6
- 6. Literatur . . . . . 7


## Allgemeiner Theil.

### Erster Abschnitt.

### Von den morphologischen Eigenschaften der Mineralien.


§. 7. Eintheilung . . . . . 11


#### I. Abtheilung.

*Krystallographie.*


§. 8. Begrenzungselemente der Krystalle . . . . . 11
- 9. Krystallsysteme. Symmetrie . . . . . 13
- 10. Lage und Bezeichnung der Flächen . . . . . 17
- 11. Projection . . . . . 22
- 12. Zonenverband . . . . . 25
- 13. Vollflächigkeit uud Theilflächigkeit . . . . . 28
- 14. Hemimorphie . . . . . 31


1. Reguläres Krystallsystem.


§. 15. Geometrischer Grundcharakter . . . . . 32
- 16. Holoëdrische Formen des regulären Systems . . . . . 32
- 17. Verband der holoëdrisch-regulären Formen . . . . . 42
- 18. Combinationen der holoëdrisch-regulären Formen . . . . . 43
- 19. Die Hemiëdrieen des regulären Systems . . . . . 46
- 20. Die tetraëdrische Hemiëdrie . . . . . 47
- 21. Die dodekaëdrische Hemiëdrie . . . . . 52
- 22. Die plagiëdrische Hemiëdrie . . . . . 56
- 23. Die Tetartoëdrie im regulären System . . . . . 57


2. Tetragonales Krystallsystem.


§. 24. Grundcharakter . . . . . 59
- 25. Beschreibung und Ableitung der holoëdrisch-tetragonalen Formen . . . . . 60
- 26. Holoëdrische Combinationen des Tetragonalsystems . . . . . 66
- 27. Die Hemiëdrieen des tetragonalen Systems . . . . . 68
- 28. Die Hemimorphieen des tetragonalen Systems . . . . . 72


3. Hexagonales Krystallsystem.


§. 29. Grundcharakter . . . . . 73
- 30. Beschreibung und Ableitung der holoëdrisch-hexagonalen Formen . . . . . 73
- 31. Einige holoëdrische Combinationen des Hexagonalsystems . . . . . 80
- 32. Die Hemiëdrieen des hexagonalen Systems . . . . . 81



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seite
§. 33. Die Tetartoëdrieen des hexagonalen Systems . . . . . 90
- 34. Die Hemimorphieen im hexagonalen System . . . . . 93

4. Rhombisches Krystallsystem.

§. 35. Grundcharakter . . . . . 96
- 36. Beschreibung und Ableitung der holoëdrisch-rhombischen Formen . . . . . 96
- 37. Einige holoëdrisch-rhombische Combinationen . . . . . 102
- 38. Hemiëdrie und Hemimorphie im rhombischen System . . . . . 104

5. Monoklines Krystallsystem.

§. 39. Grundcharakter . . . . . 105
- 40. Beschreibung und Ableitung der holoëdrisch-monoklinen Formen . . . . . 105
- 41. Einige holoëdrisch-monokline Combinationen . . . . . 111
- 42. Hemiëdrie und Hemimorphie im monoklinen System . . . . . 112

6. Triklines Krystallsystem.

§. 43. Grundcharakter . . . . . 113
- 44. Beschreibung und Ableitung der Formen der centrosymmetrischen Abtheilung . . . . 114
- 45. Combinationen dieser Abtheilung . . . . . 117
- 46. Asymmetrische Abtheilung des triklinen Systems . . . . . 118
- 47. Uebersicht . . . . . 119
- 48. Pseudosymmetrie . . . . . 122

7. Messung der Krystalle.

§. 49. Beständigkeit der Kantenwinkel . . . . . 123
- 50. Goniometer . . . . . 124

8. Gesetzmässige Verwachsung der Krystalle.

a. Parallelverwachsung gleichartiger Krystalle.

§. 51. Erscheinungsweise . . . . . 126

b. Zwillingsbildung.

§. 52. Begriff und Eintheilung . . . . . 127
- 53. Verwachsungsart der Individuen und Verkürzung derselben; Zwillingskanten . . . . 131
- 54. Wiederholung der Zwillingsbildung; Zwillingsstreifung . . . . . 132
- 55. Einige Zwillinge des regulären Systems . . . . . 133
- 56. Einige Zwillinge des Tetragonalsystems . . . . . 133
- 57. Einige Zwillinge des Hexagonalsystems . . . . . 134
- 58. Einige Zwillinge des rhombischen Systems . . . . . 134
- 59. Einige Zwillinge des monoklinen Systems . . . . . 136
- 60. Einige Zwillinge des triklinen Systems . . . . . 138
- 61. Erhöhung der Symmetrie durch Zwillingsbildung . . . . . 139
- 62. Zwillingsbildung durch Druck und Erwärmung . . . . . 141

c. Gesetzmässige Verwachsung ungleichartiger Substanzen.

§. 63. Beispiele derselben . . . . . 142

9. Von der Ausbildungsweise der Krystalle und den Unregelmässigkeiten ihres Wachsthums.

a. Aeussere Ausbildungsweise.

§. 64. Unvollkommenheit der Krystallflächen . . . . . 144
- 65. Unregelmässigkeiten der Krystallformen . . . . . 144
- 66. Unvollständige Ausbildung und andere abnorme Gestaltung der Krystalle . . . . . 146
- 67. Geringe Ausdehnung und mikroskopische Kleinheit der Krystalle . . . . . 150

b. Innere Beschaffenheit der Krystalle.

§. 68. Umrindung und Schalenbau . . . . . 152
- 69. Fremde Einschlüsse in den Mineralien . . . . . 155

**II. Abtheilung.**

*Morphologie der krystallinischen Aggregate.*

1. Allgemeine Verhältnisse der Aggregation.

§. 70. Verschiedene Beschaffenheit der Aggregate . . . . . 166
- 71. Zusammenfügungsflächen und dadurch bedingte Formen . . . . . 167
- 72. Verschiedene Grade der Aggregation . . . . . 168
- 73. Textur und Structur der Aggregate . . . . . 168

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Formen der krystallisirten Aggregate.

Seite
§. 74. Krystallgruppe . . . . . 169
- 75. Krystalldruse . . . . . 170

3. Freie Formen der mikrokrystallinischen Aggregate.

§. 76. Einfache Aggegrationsformen . . . . . 171
- 77. Mehrfache Aggregationsformen . . . . . 172

4. Formen der im beschränkten Raum gebildeten Aggregate.

§. 78. Allgemeine Verhältnisse derselben . . . . . 173
- 79. Wichtigste Arten derselben . . . . . 173

5. Formen der amorphen Mineralien.

§. 80. Wichtigste Arten derselben . . . . . 174

6. Von den Pseudomorphosen.

§. 81. Allgemeine Verhältnisse derselben . . . . . 175
- 82. Umhüllungs- und Ausfüllungspseudomorphosen . . . . . 176
- 83. Umwandlungspseudomorphosen . . . . . 177

7. Von den organischen Formen.

§. 84. Verschiedene Arten und Verhältnisse derselben . . . . . 182

8. Von den secundären Formen der Mineralien.

§. 85. Verschiedene Arten derselben . . . . . 183

## Zweiter Abschnitt.

### Von den physikalischen Eigenschaften der Mineralien.

§. 86. Uebersicht . . . . . 184

1. Spaltbarkeit der Individuen und andere Erscheinungen der Cohärenz.

§. 87. Spaltbarkeit der Individuen . . . . . 185
- 88. Spaltungsformen . . . . . 186
- 89. Bezeichnung und Benennung der Spaltungsrichtungen . . . . . 187
- 90. Verschiedene Vollkommenheit der Spaltbarkeit . . . . . 188
- 91. Gleitflächen und Schlagfiguren . . . . . 189
- 92. Aetzfiguren . . . . . 192
- 93. Bruch der Mineralien . . . . . 197

2. Härte der Mineralien.

§. 94. Schwierigkeit ihrer Bestimmung . . . . . 198
- 95. Methode der Härtebestimmung nach Mohs . . . . . 199
- 96. Allgemeine Ergebnisse der Härtebestimmungen . . . . . 201

3. Tenacität und Elasticität der Mineralien.

§. 97. Tenacität . . . . . 202
- 98. Elasticität . . . . . 203

4. Specifisches Gewicht oder relative Dichte.

§. 99. Wichtigkeit und Bestimmung desselben . . . . . 204
- 100. Unterschied des krystallinischen und amorphen Zustandes . . . . . 207

5. Von den optischen Eigenschaften der Mineralien.

§. 101. Einfache und doppelte Strahlenbrechung . . . . . 208
- 102. Optische Axen . . . . . 210
- 103. Optisch-einaxige Krystalle . . . . . 211
- 104. Optisch-zweiaxige Krystalle . . . . . 212
- 105. Polarisation des Lichtes . . . . . 212
- 106. Untersuchungen im parallelen polarisirten Licht . . . . . 216
- 107. Untersuchungen im convergenten polarisirten Licht . . . . . 219
- 108. Winkel der optischen Axen . . . . . 226
- 109. Optische Charakteristik der regulären Krystalle und amorphen Mineralien . . . . . 232
- 110. Optische Charakteristik tetragonaler und hexagonaler Krystalle . . . . . 235
- 111. Optische Charakteristik rhombischer Krystalle . . . . . 236
- 112. Optische Charakteristik monokliner Krystalle . . . . . 237

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seite
§. 113. Optische Charakteristik trikliner Krystalle . . . . . 241
- 114. Polarisationserscheinungen bei Zwillingen und Aggregationsformen . . . . . 242
- 115. Wirkung der Temperaturerhöhung auf die optischen Eigenschaften . . . . . 243
- 116. Optische Anomalieen . . . . . 245
- 117. Circularpolarisation . . . . . 252
- 118. Pleochroismus . . . . . 254
- 119. Farbenwandlung, Asterismus, Lichtfiguren und Irisiren . . . . . 257

6. Glanz, Farbe und Pellucidität der Mineralien überhaupt.

§. 120. Allgemeine Bemerkungen über diese Eigenschaften . . . . . 260
- 121. Metallischer und nicht-metallischer Habitus . . . . . 260
- 122. Grade des Glanzes . . . . . 261
- 123. Arten des Glanzes . . . . . 262
- 124. Unterschied der farbigen und der gefärbten Mineralien . . . . . 263
- 125. Arten der metallischen und nicht-metallischen Farben. . . . . 264
- 126. Mehrfache Färbung und Farbenzeichnung . . . . . 265
- 127. Farbe und Glanz des Striches . . . . . 265
- 128. Veränderung der Farbe . . . . . 266
- 129. Verschiedene Grade der Pellucidität . . . . . 267
- 130. Phosphorescenz der Mineralien . . . . . 268

7. Thermische Eigenschaften der Krystalle.

§. 131. Wärmestrahlung . . . . . 269
- 132. Ausdehnung der Krystalle durch Erwärmung . . . . . 269
- 133. Wärmeleitung der Krystalle . . . . . 271

8. Elektricität der Mineralien.

§. 134. Elektricität durch Reibung und Druck. . . . . 272
- 135. Elektricität durch Erwärmung . . . . . 273
- 136. Leitungsfähigkeit der Elektricität . . . . . 276

9. Magnetismus.

§. 137. Verschiedene Arten desselben. . . . . 277
- 138. Schlussbemerkung für §. 86 bis §. 137 . . . . . 279

10. Physiologische Merkmale der Mineralien.

§. 139. Geschmack, Geruch und Gefühl, welche manche Mineralien verursachen . . . . . 279

## Dritter Abschnitt.

### Von den chemischen Eigenschaften der Mineralien.

§. 140. Wichtigkeit derselben . . . . . 280

### I. Abtheilung.

*Von der chemischen Constitution der Mineralien.*

1. Elemente, ihre Zeichen und Atomgewichte.

§. 141. Uebersicht der Elemente . . . . . 281
- 142. Atomgewichte und Zeichen der Elemente . . . . . 282
- 143. Valenz der Elemente . . . . . 284

2. Chemische Constitution der Mineralien.

§. 144. Unorganische Verbindungen . . . . . 286
- 145. Säuren, Basen, Salze . . . . . 286
- 146. Bedeutung des Wassers in den Mineralien . . . . . 291
- 147. Ableitung der Formel . . . . . 294
- 148. Heteromorphie . . . . . 298
- 149. Isomorphie. . . . . 303
- 150. Isomorphe Mischungen . . . . . 314

### II. Abtheilung.

*Von den chemischen Reactionen der Mineralien.*

§. 151. Wichtigkeit derselben . . . . . 316

3. Prüfung der Mineralien auf dem trockenen Wege.

§. 152. Prüfung auf Schmelzbarkeit und flüchtige Bestandtheile . . . . . 317
- 153. Reagentien. . . . . 320

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

4. Prüfung der Mineralien auf nassem Wege. Seite

§. 154. Eintheilung der Mineralien nach ihrer Auflöslichkeit . . . . . 321

5. Prüfung der Mineralien auf ihre wichtigsten Elemente.

§. 155. Prüfung auf nicht-metallische Elemente und deren Sauerstoff-Verbindungen . . . . 324
- 156. Prüfung auf Alkalien und Erden . . . . . 326
- 157. Prüfung auf Arsen, Antimon, Tellur, Wismut und Quecksilber . . . . . 329
- 158. Prüfung auf Zink, Blei, Zinn und Cadmium . . . . . 330
- 159. Prüfung auf Mangan, Kobalt, Nickel und Kupfer . . . . . 331
- 160. Prüfung auf Silber, Gold, Platin und dessen Begleiter . . . . . 332
- 161. Prüfung auf Cerium, Eisen, Chrom, Vanadium und Uran . . . . . 332
- 162. Prüfung auf Molybdän, Wolfram, Tantal und Titan . . . . . 333

6. Mikrochemische Prüfung.

§. 163. Verfahren bei derselben . . . . . 335

## Vierter Abschnitt.

### Von den Lagerstätten und dem Vorkommen der Mineralien.

§. 164. Allgemeines . . . . . 339
- 165. Ursprüngliche und secundäre Lagerstätten . . . . . 340
- 166. Paragenesis. Succession . . . . . 340
- 167. Eintheilung der Lagerstätten . . . . . 343
- 168. Gesteine als Lagerstätten der Mineralien . . . . . 343
- 169. Massige eruptive Erstarrungsgesteine . . . . . 346
- 170. Krystallinische Schiefer . . . . . 351
- 171. Krystallinische Sedimentgesteine . . . . . 352
- 172. Klastische Gesteine . . . . . 353
- 173. Besondere Lagerstätten der Mineralien . . . . . 353

## Fünfter Abschnitt.

### Von der Bildungsweise der Mineralien.

§. 174. Künstliche Nachbildung der Mineralien . . . . . 364
- 175. Natürliche Bildungsprocesse der Mineralien . . . . . 371
- 176. Natürliche Umbildungsprocesse der Mineralien . . . . . 373

## Sechster Abschnitt.

### Von der gegenseitigen Abgrenzung und systematischen Gruppirung der Mineralien.

§. 177. Principien der Abgrenzung . . . . . 380
- 178. Allgemeines Princip der Classification . . . . . 385
- 179. Besonderes Princip der mineralogischen Classification . . . . . 385
- 180. Bedeutungslosigkeit der morphologischen Eigenschaften . . . . . 386
- 181. Wichtigkeit der chemischen Constitution . . . . . 387
- 182. Uebersicht der Classen . . . . . 387

## Specieller Theil.

### Physiographie der Mineralien.

§. 183. Aufgabe der Physiographie . . . . . 389
- 184. Darstellung der einzelnen Mineralien . . . . . 390
- 185. Mineralnamen . . . . . 391
- 186. Speciellere Gliederung des Mineralreichs . . . . . 393

Den weiteren Inhalt ergibt die Gliederung in §. 186, oder von S. 393 bis S. 404, sowie das Register zur Physiographie.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

# EINLEITUNG.

§ 1. **Begriff von Mineral.** Mit dem Worte Mineral bezeichnet man jeden homogenen, festen oder tropfbar flüssigen, unorganisirten Körper, welcher so, wie er erscheint, ein unmittelbares, ohne Mitwirkung organischer Processe sowie ohne Zuthun menschlicher Willkür entstandenes Naturproduct ist und eine bestimmte, durch eine Formel ausdrückbare chemische Zusammensetzung besitzt. Die Mineralien bilden wesentlich die äussere Kruste unseres Planeten, wie solche zwischen der Atmosphäre und dem unbekannten Inneren desselben enthalten ist. Indessen werden herkömmlicher Weise einige, aus der Zersetzung und Umbildung urweltlicher organischer Körper hervorgegangene, und im Schoosse der Erde begrabene Massen, wie z. B. Steinkohle, Braunkohle, Bernstein, Polirschiefer, mit in das Gebiet des Mineralreiches gezogen, obwohl sie eigentlich keine Mineralien, sondern nur Fossilien sind, welches Wort man sonst, und namentlich in Deutschland, als gleichbedeutend mit Mineral zu gebrauchen pflegte.

Vom Mineralreiche ausgeschlossen sind daher alle luft- und dampfförmigen Körper, welche der Atmosphäre angehören; alle von thierischen und pflanzlichen Organismen gebildeten anorganischen Secretionen und Concretionen (Korallen, Muschelschalen, Knochen, Harnsteine u. dergl.); und alle anorganischen Körper, die auf Anlass menschlicher Willkür und unter Mitwirkung menschlicher Kunst gebildet werden. Das Gebiet der Anorganographie ist daher weit grösser, als das der Mineralogie, und letztere nur ein Theil der ersteren. Beispiele von tropfbar flüssigen Mineralien liefern das Wasser und das gediegene Quecksilber.

Ueber das Prädicat homogen ist noch Folgendes zu bemerken. Man versteht unter einem homogenen Körper einen jeden, welcher in seiner ganzen Ausdehnung wesentlich dieselben physikalischen und chemischen Eigenschaften besitzt. Jedes einzelne, vollkommen reine Mineral ist nun ein homogener Körper. Allerdings wird die Homogenität eines Minerals sehr oft stellenweise dadurch unterbrochen oder aufgehoben, dass dasselbe eingeschlossene fremde Körper, z. B. kleine meist mikroskopische Mineralien abweichender Art, mit Gas erfüllte Poren, Theilchen einer Flüssigkeit, Partikelchen von glasiger Substanz in seiner Masse enthält. Indem man aber von diesen Einschlüssen abstrahirt und das sie enthaltende Mineral an und für sich in seiner Reinheit betrachtet, wird für selbiges der Begriff Homogenität wenigstens theoretisch erhalten. — Die Gesteine oder Felsarten bilden als solche keinen Gegenstand der Mineralogie, sondern gehören der Petrographie an; es sind, wie Granit, Gneiss, Basalt, Thonschiefer, Kalkstein, Sandstein jene constanten Aggregate von Mineralien, welche als geologisch selbständige Massen grösseren Umfangs die

äussere Erdkruste aufbauen. Den aus Individuen verschiedener Mineralarten gemengten Gesteinen geht auch das Kennzeichen der Homogenität und der bestimmten chemischen Zusammensetzung ab.

Die als Stücke anderer planetarischer Himmelskörper auf die Erdoberfläche niedergefallenen sog. Meteoriten bestehen aus Substanzen, welche zum Theil mit irdischen Mineralien in jeder Hinsicht identisch sind, zum Theil aber völlig von solchen abweichen, wenn sie auch mit ihnen in jeder wesentlichen Beziehung eine Analogie aufweisen. — Das Wort Fossil wird gegenwärtig nur auf die in den Gebirgsschichten begrabenen und mehr oder weniger umgewandelten organischen Ueberreste angewandt. Die oben genannten Fossilien sind theils phytogene, theils zoogene anorganische Körper.

§ 2. **Individuen und Krystalle des Mineralreichs.** Jeder Mineralkörper, dessen verschiedene Eigenschaften einen inneren gesetzlichen Zusammenhang, eine gegenseitige Abhängigkeit bekunden, wird mit allem Recht als ein Individuum, als ein in sich abgeschlossenes Wesen, als ein selbständiges, von der übrigen Welt abgesondertes Einzelding zu betrachten sein. Die Individualität eines Mineralkörpers wird aber am leichtesten und sichersten an dem Zusammenhang erkannt, welcher zwischen seinen morphologischen und physischen Eigenschaften (zwischen seiner Form und seinen Qualitäten) stattfindet. Wenn nun eine gesetzmässige räumliche und selbständige Individualisirung die erste Bedingung zur Anerkennung des Individuums überhaupt ist, so finden sich sehr viele Mineralkörper, welche in Folge eines gleichartig fortlaufenden und ungestörten Bildungsvorgangs nicht nur eine ringsum abgeschlossene, sondern auch eine in gesetzlicher Weise mehr oder weniger regelmässige polyëdrische Form besitzen, begrenzt von ebenen Flächen, welche bestimmte Winkel mit einander bilden. Man hat diese regelmässig-polyëdrisch gestalteten Mineralindividuen Krystalle genannt. Eine genauere Untersuchung lehrt aber, dass die Form dieser Krystalle mit den meisten ihrer physischen Eigenschaften, und namentlich mit ihren u. a. in der Spaltbarkeit sich aussprechenden Cohärenzverhältnissen, mit ihren optischen Eigenschaften, mit ihrer Elasticität, mit ihrem Ausdehnungsvermögen durch die Wärme u. s. w. in dem genauesten, mathematisch nachweisbaren Zusammenhang steht. Die Krystalle sind also in der That als die vollkommen ausgebildeten anorganischen Individuen zu betrachten. — Da nun jede Eigenschaft eines Dinges, welche mit der Gesammtheit seiner übrigen Eigenschaften gesetzlich verknüpft ist, zu dem Wesen des Dinges gehört und als eine wesentliche Eigenschaft desselben bezeichnet werden kann, und da die Form eines jeden Individuums doch eine ursprüngliche, von der Natur selbst ausgeprägte sein muss, so gelangt man zu folgendem Begriff von Krystall: Krystall ist jeder feste unorganisirte Körper, welcher eine wesentliche und ursprüngliche, mehr oder weniger regelmässige polyëdrische Form besitzt, die mit seinen physikalischen Eigenschaften zusammenhängt [1]). Die Flächen

[1]) Unvollkommen sind solche Begriffsbestimmungen, in welchen, wie in der alten *Linné*schen Definition, die regelmässige polyëdrische Form als alleiniges Merkmal erscheint; wonach denn die Pseudomorphosen und die regelmässigen Spaltungsstücke, oder Aggregate und Fragmente, gleichfalls Krystalle sein würden. *Groth* erblickt anderseits das Wesen des Krystalls blos in dessen molecularer Structur und stellt, indem er die äussere Gestalt als etwas secundäres auffasst, die »theoretisch richtige« Definition hin: »Ein Krystall ist ein homogener fester Körper, in welchem die Eigenschaften seiner Elasticität, Cohäsion u. s. w. in gesetzmässiger Weise von der Richtung abhängen« (Physik. Krystallogr. 3. Aufl. 1895. S. 245). Darnach ist, entgegen dem

des Krystalls sind gewissermassen ein äusserer, unmittelbar augenfälliger Reflex der letzteren. — Charakteristisch für den Krystall ist im Gegensatz zu dem organisirten pflanzlichen oder thierischen Individuum, dass das Wachsthum desselben blos in einer gleichförmigen und zwar oft schichtenweisen Anlagerung des Stoffs besteht, der aus dem beweglichen Zustand fest wird. Dieser bewegliche Zustand ist einerseits der gas- oder dampfförmige, anderseits der flüssige und zwar entweder der wässerig gelöste oder der geschmolzene.

Bei den künstlichen Bildungsexperimenten sieht man, dass schon die allererste mikroskopische Anlage des Krystalls, gewissermassen sein anfänglichster Keim von grösster Kleinheit, ebenso scharfe Kanten und Ecken besitzt, wie der hinterher entstandene grosse Krystall. Jener gegebene Keim hat die Eigenschaft, andere Theilchen anzuziehen und aus der beweglichen umgebenden Substanz neue feste Schichten von Krystallmolecülen auf sich selbst in bestimmter Orientirung zur regelmässigen Ablagerung zu bringen, wobei die vorhandene Gestalt in der Regel wiederholt wird und alle Partikelchen zu einander paralleler Anordnung gelangen. So hat auch jedes von einem grossen Krystall irgendwoher abgesprengte, wenngleich ganz unregelmässig gestaltete kleine Fragment die Fähigkeit, seinerseits aus der geeigneten Lösung andere Theilchen anzuziehen, in regelmässiger Weise anzulagern und so die ursprüngliche Gestalt in ihren Grundzügen wieder herzustellen. Dennoch erfolgen auch oft beim Wachsthum Veränderungen der ursprünglichen Krystallform, sei es dass die Ablagerung von Schichten auf der einen Fläche rascher vorwärtsschreitet als auf einer anderen, wodurch die einander entsprechenden Flächen abweichende Grösse und Gestalt gewinnen, sei es dass Flächen sich ausbilden, welche früher in solcher Lage nicht vorhanden waren, oder dass umgekehrt anfangs vorhandene Flächen nach und nach verschwinden. Immer aber weisen die neu hinzugetretenen und die zum Verschwinden gelangten Flächen einen gesetzmässigen gegenseitigen Zusammenhang auf.

Der höhere oder niedere Grad von morphologischem Regelmaass kommt den Krystallformen wenigstens ihrer Idee nach zu, indem die Natur bei der Ausbildung eines jeden Krystalls zunächst auf die Darstellung eines ebenflächigen und regelmässigen Polyëders hinarbeitete. Da aber die Krystallisationskraft gar häufig in ihrer Wirksamkeit durch andere Kräfte gestört worden ist, und da die Krystalle theils in dem Fundament, von welchem aus ihre Bildung erfolgte, theils in ihrem gegenseitigen Contact ein Hinderniss der Entwickelung gefunden haben können, so lassen sich auch in der Wirklichkeit mancherlei Anomalieen der Ausbildung erwarten, durch welche jedoch die allgemeine Gesetzmässigkeit der Krystallformen ebenso wenig aufgehoben wird, wie das allgemeine Gesetz der elliptischen Planeten-

---

üblichen Sprachgebrauch, welcher sich dafür des Adjectivs krystallinisch bedient, nicht nur jedes Spaltungsstück von Kalkspath, sondern auch jeder beliebig angeschliffene Quarz, ja jedes splitterförmige Quarzfragment ein »krystallisirtes« Mineral. Uebrigens würde man nach jener Definition auch die rasch gekühlten Gläser oder einen auf zwei gegenüberliegenden Seiten zusammengepressten Glaswürfel mit zu den Krystallen rechnen müssen. — Die von *Retgers* (N. Jahrb. f. Miner. 1895. II. 192) gegebene Definition: »Ein Krystall ist ein von natürlichen ebenen Flächen umgrenztes, mehr oder weniger frei ausgebildetes festes Individuum« ist nur scheinbar kürzer, weil sie den Begriff des Individuums unerörtert lässt, auch sonst nicht allerwegen stichhaltig.

bahnen durch die mancherlei Störungen, denen die Planeten in ihren Bewegungen unterworfen sind.

Diese Gesetzmässigkeit der Krystallformen lässt sich aber freilich nur dann in ihrer ungetrübten Klarheit erkennen und darstellen, wenn dabei vorläufig von den Störungen abgesehen wird, denen sie in der Wirklichkeit unterliegen. Indem wir also einstweilen eine ideale Vollkommenheit der Krystallbildung voraussetzen, fordern wir für jeden Krystall eine mehr oder weniger regelmässige polyëdrische Form.

Diese polyëdrische Form muss aber auch eine ursprüngliche, d. h. sie muss eine solche sein, mit welcher der Krystall unmittelbar aus den Händen der Natur hervorgegangen ist. Dieses Merkmal ist wichtig, weil die regelmässigen Spaltungsstücke, welche sich aus den meisten Krystallen durch zweckmässige Theilung herausschlagen lassen, in allen übrigen Eigenschaften und in der Wesentlichkeit ihrer Form mit den Krystallen übereinstimmen. Allein die Rhomboëder, welche aus jedem Kalkspathkrystall, die Hexaëder, welche aus jedem Bleiglanzkrystall durch das Zerschlagen desselben dargestellt werden können, sind ja nur Stücke oder Fragmente. Die bildende Natur bringt aber keine Fragmente oder Stückwerke hervor, und die Formen wirklicher Krystalle können nimmer secundäre, durch gewaltsame Eingriffe zum Vorschein gekommene Gestalten sein, sondern müssen den Charakter der Ursprünglichkeit an sich tragen. Die regelmässigen Spaltungsstücke sind daher krystallähnliche Körper, welche durch den Mangel der Ursprünglichkeit ihrer Formen aus dem Gebiet der wirklichen Krystalle ausgeschlossen werden.

Es gibt aber noch eine andere Art von krystallähnlichen Körpern, welche gleichfalls eine solche Ausschliessung erfordern. Dies sind die Pseudomorphosen oder Afterkrystalle: Mineralkörper, welche in Krystallformen auftreten, ohne doch selbst Krystalle zu sein, Gebilde, welche ihre äussere Form entweder von einem präexistirenden Krystall blos entlehnt, oder auch nach einem solchen Krystall noch rückständig erhalten haben, indem sie selbst durch eine, unbeschadet der Form erfolgte substantielle Umwandlung desselben entstanden sind. Alle diese Pseudomorphosen haben zwar ursprüngliche und mehr oder weniger regelmässige polyëdrische Formen; es geht ihnen aber dasjenige Merkmal ab, welches einem wirklichen und ächten Krystall niemals fehlen darf: das Merkmal nämlich, welches als Wesentlichkeit der Form bezeichnet wurde.

Besonders muss noch hervorgehoben werden, dass Krystalle nicht nur im Bereich der Mineralien vorkommen, sondern auch von anderen nicht organisirten Substanzen dargeboten werden, wofür die Krystalle des Zuckers, des Weinsteins, Alauns, sowie alle jene zahlreichen im Laboratorium erzeugten Krystalle Beispiele liefern, die ebenfalls eine gesetzlich begrenzte Gestalt, eine regelmässige Molecularstructur und eine bestimmte chemische Zusammensetzung besitzen.

§ 3. **Aggregation und unbestimmte Maassgrösse der Individuen.** Jeder Krystall ist also ein Individuum, allein umgekehrt kann nicht jedes Mineralindividuum ein Krystall genannt werden. Es unterscheiden sich nämlich die Individuen des Mineralreichs von denen der organischen Natur, wie durch viele andere Eigenschaften, so besonders dadurch, dass eine freie und vollständige Formausbildung bei ihnen zu den selteneren Fällen gehört, indem sie dem vorherrschenden Gesetz der Aggregation unterworfen und daher gewöhnlich in grosser

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anzahl neben, über und durch einander ausgebildet sind. Dies hat zur Folge, dass in allen solchen Fällen, wo sehr viele Individuen auf einem gegebenen Raum zusammen in dichtem Gedränge entstanden sind, für jedes einzelne derselben entweder nur eine theilweise, oder auch gar keine freie Formausbildung möglich war. Die einzelnen Individuen erscheinen dann nur in mehr oder weniger verdrückten oder verkrüppelten Gestalten, deren Contouren durch ganz zufällige und regellose Contactflächen bestimmt werden, welche meist in gar keiner Beziehung zu derjenigen Krystallform stehen, auf deren Ausbildung die Natur doch eigentlich in jedem Individuum hinarbeitete. Wenn man also unter einem Krystall nur das vollständig oder doch wenigstens theilweise zu freier Formausbildung gelangte Individuum zu denken hat, so folgt hieraus, dass sehr viele Individuen der anorganischen Natur, vermöge ihrer durch die Aggregation bedingten gegenseitigen Hemmungen und Störungen, nicht mehr als Krystalle ausgebildet sein werden, obwohl sie ihre Individualität in dem inneren Zusammenhang ihrer physischen Eigenschaften noch hinreichend bekunden.

Ein weiterer Gegensatz zu den Individuen der organischen Welt besteht für die vollkommen ausgebildeten Individuen eines und desselben Minerals darin, dass ihre absolute Grösse an kein bestimmtes mittleres Normalmaass gebunden ist, sondern zwischen sehr weiten Grenzen schwankt, und besonders häufig durch immer kleinere Dimensionen bis zu mikroskopischer Kleinheit herabsinkt. — Vereinigt sich nun mit der Aggregation auch eine sehr geringe Maassgrösse der Individuen, und sind die mikroskopisch kleinen Individuen auf das Innigste mit einander verwachsen und verwoben, so wird man sogar Schwierigkeiten haben, das Aggregat als solches zu erkennen.

Beispiele vollständiger Formausbildung der Individuen: Granatkrystalle in Glimmerschiefer, Boracitkrystalle in Gyps, Magneteisenerzkrystalle in Chloritschiefer; Beispiele theilweiser Formausbildung: jede Druse von Kalkspath, Quarz u. a. Mineralien; Beispiele gänzlich gehemmter Formausbildung: die Individuen im körnigen Kalkstein, Gyps, Quarz u. s. w.; Beispiele sehr feiner Aggregate: dichter Kalkstein, dichter Gyps, Speckstein, Hornstein.

§ 4. **Unterschied des krystallinischen und amorphen Zustandes.** Denjenigen, auf eine bestimmte und regelmässige Anordnung der Molecüle begründeten physikalischen Zustand, welcher sowohl den normal ausgebildeten Krystallen, als nicht minder auch den in ihrer äusseren Formentwickelung gehemmten Individuen eigen ist, bezeichnet man als den krystallinischen. Vor Allem spricht er sich darin aus, dass solche Gebilde nach verschiedenen Richtungen eine verschiedene Elasticität besitzen oder auch abweichende Cohärenzverhältnisse aufweisen, und da diese physikalische Eigenschaft durch die Zerkleinerung der Masse nicht aufgehoben wird, so befindet sich jeder abgesprengte Splitter, jede geschliffene Platte eines Krystalls in demselben krystallinischen Zustande, wie das normal gewachsene Individuum, von dem sie herstammen.

Im Gegensatz zu diesen krystallinischen Mineralien stehen nun die ganz ausserordentlich viel selteneren amorphen, d. h. diejenigen, welchen mit der räumlichen Individualisirung auch das krystallinische Gefüge überhaupt abgeht, indem die gegenseitige Aggregation der Molecüle eine unregelmässige ist, und bei

welchen (wie z. B. unter den Kunstproducten bei dem Glase) die Elasticität und Cohärenz nach allen Richtungen hin gleichmässig wirkt. Zu ihnen gehören nicht nur die flüssigen, sondern auch einige feste Mineralien, deren äussere Formen, wenn sie gleich stabile und ursprüngliche sind, doch keinerlei Wesentlichkeit und Gesetzmässigkeit besitzen und blos durch die von aussen wirkenden Einflüsse erzeugt werden. Die meisten dieser festen amorphen Mineralien sind allmählich aus einem gallertähnlichen Zustande zur Festwerdung gelangt (porodine), wenige andere ziemlich rasch aus dem Zustande feuriger Flüssigkeit erstarrt (hyaline). Manche amorphe Mineralien sind jedoch blose Producte oder Rückstände der Zersetzung anderer präexistirender Mineralien und könnten bei feinerdiger thonähnlicher Beschaffenheit als pelitische bezeichnet werden.

Die amorphen Körper vermögen nicht, wie es eine Eigenschaft der Krystalle ist, als solche aus einer geeigneten Lösung Substanz auszuscheiden und durch orientirte Anlagerung derselben zu wachsen; vergrössert sich ihre Masse, so handelt es sich blos um einen ganz zufälligen Weiterabsatz von Stoff an derjenigen Stelle, wo von demselben bereits etwas vorhanden war.

Manche namentlich thonähnliche Mineralien sind jedoch nur scheinbar amorph, indem sie aus einer sehr innigen Zusammenhäufung zartester mikroskopischer Partikelchen von krystallinischer Natur bestehen. Nicht selten läuft man überhaupt Gefahr, da ein amorphes Mineral vorauszusetzen, wo man es nur mit einem äusserst feinkörnig zusammengesetzten krystallinischen Aggregat zu thun hat.

Durch Schmelzung und nachheriges rasches Erstarrenlassen kann man manche krystallisirte Mineralkörper künstlich in den amorphen Zustand überführen; diese amorphe, in der Regel glasig ausgefallene Modification unterscheidet sich von der krystallinischen Substanz im Allgemeinen durch ein geringeres specifisches Gewicht, durch leichtere Zersetzbarkeit oder Löslichkeit in Säuren, durch leichtere Schmelzbarkeit, vielfach auch durch geringere Härte.

§ 5. **Begriff und Eintheilung der Mineralogie.** Mineralogie im weiteren Sinne des Wortes ist die Wissenschaft von den Mineralien nach allen ihren Eigenschaften und Relationen, nach ihrem Sein und Werden, nach ihrer Bildung und Umbildung, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Art und Weise ihres Vorkommens. Mineralogie im engeren Sinne aber ist die Physiographie der Mineralien, oder die wissenschaftliche Kenntniss (und resp. Darstellung) der Mineralien nach ihren Eigenschaften und nach ihrem gegenwärtigen Sein. Sie würde eigentlich richtiger Minerognosie zu nennen sein und setzt die Physiologie der Mineralien, d. h. die Lehre von der Gesetzmässigkeit ihrer natürlichen Eigenschaften voraus. Da nun diese Eigenschaften theils morphologische, theils physikalische, theils chemische sind, so beruht auch die Mineralogie wesentlich auf Geometrie, Physik und Chemie.

Die Mineralogie in der weitesten Bedeutung des Wortes zerfällt in mehre verschiedene Doctrinen, von welchen die Minerognosie unstreitig die wichtigste und erste (d. h. den übrigen nothwendig vorauszuschickende) Doctrin bildet. Minerogenie könnte man die Bildungs- und Entwickelungsgeschichte der Mineralien nennen, womit dann die Frage nach dem ferneren Schicksal eines gegebenen Minerals zusammenhängt, welches es erleidet, wenn es allerhand Umwandlungsprocessen unterworfen wird. Paragenesis der Mineralien nennt *Breithaupt* die Lehre von der Gesetzmässigkeit ihrer räumlichen Association, ihres Zusammen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vorkommens; Lithurgik oder ökonomische Mineralogie ist die Lehre von dem Gebrauch, welchen die Mineralien zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse gewähren. Eine andere besondere Abtheilung der Mineralogie im ausgedehntesten Sinne des Wortes befasst sich mit den Forschungen, welche man über die künstliche Nachbildung der natürlich vorkommenden Mineralkörper angestellt hat. Alle diese Doctrinen setzen aber die Kenntniss der Mineralien als fertig vorliegender Naturproducte voraus, woraus sich denn die vorwaltende Wichtigkeit der Minerognosie und die Rechtfertigung des Gebrauches ergibt, solche schlechthin als Mineralogie zu bezeichnen.

Da nun die Mineralogie eine wissenschaftliche Darstellung der einzelnen Mineralien nach ihren Eigenschaften sein soll, so wird sie in einem ersten Theil diese Eigenschaften *in abstracto*, nach den drei Kategorieen der Form, der Qualitäten und des Stoffs, zu betrachten und alle physiographisch wichtigen Modalitäten derselben durch bestimmte Worte oder Zeichen auszudrücken haben. Daran reiht sich eine Darstellung der Lehre von den Lagerstätten der Mineralien, von ihrem Auftreten und Nebeneinandervorkommen, sowie der Lehre von ihrer Entstehung und Auseinanderentwickelung. Ferner handelt es sich um die Principien der gegenseitigen Abgrenzung der einzelnen Mineralien, sowie um die Reihenfolge, in welcher dieselben betrachtet werden sollen. Dieser so gegliederte Theil bildet den allgemeinen oder präparativen Theil unserer Wissenschaft, an welchen sich dann die eigentliche Physiographie der Mineralarten als zweiter specieller oder applicativer Theil anschliesst.

§ 6. **Literatur.** Aeltere Werke auf dem Gebiete der Allgemeinen Mineralogie stammen von *Breithaupt*, *Mohs*, *K. C. von Leonhard*, *Hausmann*, *Glocker*, *Haidinger*, *Haüy*, *Beudant*, *Dufrénoy*, *Nicol*, *Phillips*, *Brooke* und *Miller*, *Axel Erdmann*, *v. Kokscharow*. Aus den letzten fünfzig Jahren sind zu nennen:

*Des Cloizeaux*, Manuel de Minéralogie, Tome I. Paris, 1862. Tome II, 1. 1874.
*Blum*, Lehrbuch der Mineralogie (Oryktognosie). 4. Aufl. Stuttgart, 1874.
*Pisani*, Traité élémentaire de Minéralogie. Paris, 1875.
*A. Knop*, System der Anorganographie. Leipzig, 1876.
*Quenstedt*, Handbuch der Mineralogie. 3. Aufl. Tübingen, 1877.
*Kenngott*, Lehrbuch der Mineralogie. 5. Aufl. Darmstadt, 1880.
*F. J. Wiik*, Mineral Karakteristik, en Handledning vid bestämmandet af Mineralier och Bergarter. Helsingfors, 1881.
*H. Bauerman*, Textbook of descriptive Mineralogy. London, 1884.
*Baumhauer*, Kurzes Lehrbuch der Mineralogie. Freiburg i. Br., 1884.
*M. Bauer*, Lehrbuch der Mineralogie. Berlin und Leipzig, 1886.
*James Dwight Dana*, The system of Mineralogy. Descriptive Mineralogy; 6. Edition by *Edward Salisbury Dana*. New York, 1892. First Appendix 1899.
*M. Bauer*, Edelsteinkunde (mit 20 Tafeln). Leipzig, 1896.
*G. Tschermak*, Lehrbuch der Mineralogie. 5. Aufl. Wien, 1897.
*K. Hintze*, Handbuch der Mineralogie. II. Band. Leipzig, 1897; I. Band unvollendet.
*Hornstein*, Kleines Lehrbuch der Mineralogie. 5. Aufl. Cassel, 1898.
*Edw. Salisbury Dana*, A textbook of Mineralogy (with an extended treatise on crystallography and physical mineralogy). 2. Aufl. New York, 1898.
*A. de Lapparent*, Cours de Minéralogie. 3. Aufl. Paris, 1899.
*F. v. Kobell*, Lehrbuch der Mineralogie in leichtfasslicher Darstellung. 6. Aufl. von *Oebbeke* u. *Weinschenk*. Leipzig, 1899.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

*F. Klockmann*, Lehrbuch der Mineralogie. 2. Aufl. Stuttgart, 1900.
*A. F. Renard* et *F. Stöber*, Notions de Minéralogie. Gand, 1900.

Zur Bestimmung der Mineralien dienen:

*G. J. Brush*, Manual of determinative Mineralogy with an introduction of blow-pipe analysis. Revised and enlarged by *Sam. Penfield*. New York, 1896.
*G. Laube*, Hülfstafeln zur Bestimmung der Mineralien. 2. Aufl. 1879.
*v. Kobell*, Tafeln zur Bestimmung der Mineralien. 13. Aufl. von *Oebbeke*. München, 1894.
*Hussak*, Anleitung z. Bestimmen der gesteinbildenden Mineralien. Leipzig, 1885.
*Toula*, Mineralogische und petrographische Tabellen. Prag und Leipzig, 1886.
*Haushofer*, Leitfaden für die Mineralbestimmung. Braunschweig, 1892.
*Fuchs*, Anleitung zum Bestimmen der Mineralien. 4. Aufl., herausgeg. von *R. Brauns*. Giessen, 1898.
*Weisbach*, Tabellen zur Bestimmung der Mineralien nach äusseren Kennzeichen. 5. Aufl. Leipzig, 1900.

Eine sehr zweckmässige Zusammenstellung gewährt:

*P. Groth*, Tabellarische Uebersicht der einfachen Mineralien nach ihren krystallographisch-chemischen Beziehungen geordnet. 4. Aufl. Braunschweig, 1898.

Für Krystallographie und Krystallophysik sind bemerkenswerth:

*C. F. Naumann*, Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie. 2 Bde. Leipzig, 1829—30.
*Kupffer*, Handbuch der rechnenden Krystallonomie. St. Petersburg, 1831.
*Miller*, Treatise on Crystallography. Cambridge, 1839. Uebersetzt und bearbeitet von *Grailich*. Wien, 1856.
*Naumann*, Elemente der theoretischen Krystallographie. Leipzig, 1856.
*H. Karsten*, Lehrbuch der Krystallographie. Leipzig, 1861.
*Kopp*, Einleitung in die Krystallographie. 2. Aufl. Braunschweig, 1862.
*Bravais*, Études cristallographiques. Paris, 1866.
*v. Lang*, Lehrbuch der Krystallographie. Wien, 1866.
*Schrauf*, Atlas der Krystallformen des Mineralreichs. Wien. Seit 1865 bis 1878 der I. Bd. mit 5 Lieferungen erschienen.
*Schrauf*, Lehrbuch der physikalischen Mineralogie. Wien. I. Bd. Krystallographie, 1866. II. Bd. Krystallophysik, 1868.
*G. Rose*, Elemente der Krystallographie. 3. Aufl.; Berlin, 1873, II. Bd. (Angewandte Krystallographie) von *Sadebeck*. 1876; III. Bd. (Anwendung der Linearprojection zum Berechnen der Krystalle) von *Websky*. 1877.
*Quenstedt*, Grundriss d. bestimmenden u. rechnenden Krystallographie. Tübingen, 1873.
*C. Klein*, Einleitung in die Krystallberechnung. Stuttgart, 1876.
*Sadebeck*, Angewandte Krystallographie. Berlin, 1876 (II. Bd. von *Rose-Sadebeck*'s Elementen der Krystallographie); s. oben.
*Mallard*, Traité de Cristallographie géométrique et physique. Tome I. Paris, 1879. Tome II. 1884.
*Sohncke*, Entwickelung einer Theorie der Krystallstructur. Leipzig, 1879.
*Liebisch*, Geometrische Krystallographie. Leipzig, 1881.
*Březina*, Methodik der Krystallbestimmung. Wien, 1884.
*F. Henrich*, Lehrbuch der Krystallberechnung. Stuttgart, 1886.
*Fock*, Einleitung in die chemische Krystallographie. Leipzig, 1888.
*G. H. Williams*, Elements of Crystallography. New York, 1890.
*V. Goldschmidt*, Index der Krystallformen der Mineralien; 3 Bde. Berlin, 1886—1891.
*Schönflies*, Krystallsysteme und Krystallstructur. Leipzig, 1891.
*Liebisch*, Physikalische Krystallographie. Leipzig, 1891.
*Groth*, Uebersichtstabelle der 32 Abtheilungen der Krystallformen. Leipzig, 1892.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

*Wülfing*, Tabellarische Uebersicht der einfachen Formen der 32 krystallographischen Symmetriegruppen. Stuttgart, 1895.
*N. Story Maskelyne*, Crystallography, a treatise on the morphology of crystals. Oxford, 1895.
*Groth*, Physikalische Krystallographie. 3. Aufl. Leipzig, 1895.
*A. Nies*, Allgemeine Krystallbeschreibung, auf Grund einer vereinfachten Methode der Krystallzeichnung. Stuttgart, 1895.
*G. Linck*, Grundriss der Krystallographie. Jena, 1896.
*Liebisch*, Grundriss der physikalischen Krystallographie. Leipzig, 1896.
*Goldschmidt*, Krystallographische Winkeltabellen. Berlin, 1897.
*E. v. Fedorow*, Cursus der Krystallographie. St. Petersburg, 1897.
*W. Voigt*, Die fundamentalen physikalischen Eigenschaften der Krystalle in elementarer Darstellung. Leipzig, 1898.
*W. J. Lewis*, A Treatise on Crystallography. Cambridge, 1899.
*C. Leiss*, Die optischen Instrumente der Firma R. Fuess, deren Beschreibung, Justirung und Anwendung. Leipzig, 1899.

Für das Studium der chemischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung der Mineralien sind zu nennen:

*Fresenius*, Anleitung zur qualitativen Analyse. 16. Aufl. Braunschweig, 1895.
*Fresenius*, Anleitung zur quantitativen Analyse. 6. Aufl. Braunschweig, I. 1875; II. 1896.
*H. Rose*, Handbuch der analytischen Chemie. Herausgeg. v. *Finkener*. 2 Bde. 1871.
*Wöhler*, Die Mineralanalyse. Göttingen, 1862.
*Plattner*, Die Probirkunst mit dem Löthrohre. 6. Aufl. von *F. Kolbeck*. Leipzig, 1897.
*Rammelsberg*, Handbuch der Mineralchemie. 2. Aufl. Leipzig, 1875. Ergänzungshefte dazu 1886 und 1895.
*Hirschwald*, Löthrohrtabellen. Leipzig u. Heidelberg, 1875.
*J. Landauer*, Die Löthrohranalyse. 2. Aufl. Berlin, 1881.
*Doelter*, Allgemeine chemische Mineralogie. Leipzig, 1890.
*Arzruni*, Physikalische Chemie der Krystalle. Braunschweig, 1893.
*De Koninck*, Traité de chimie analytique minérale qualitative et quantitative. Paris, 1894. Deutsch von *C. Meineke*. 2 Bde. Berlin, 1899. 1900.
*C. Friedheim*, Einführ. in d. Studium d. qualitativen chemischen Analyse (8. Aufl. v. *Rammelsberg*, Leitfaden d. qualit. chem. Analyse). Berlin, 1894.
*R. Brauns*, Chemische Mineralogie. Leipzig, 1896.

Mit der mikroskopischen Structur von Mineralien beschäftigen sich:

*H. Rosenbusch*, Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigsten Mineralien. 3. Aufl. Stuttgart, 1892—96.
*F. Zirkel*, Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien u. Gesteine. Leipzig, 1873.
*Fouqué* u. *Michel Lévy*, Minéralogie micrographique; mit 55 Tafeln. Paris, 1879.
*E. Cohen*, Sammlung von Mikrophotographien zur Veranschaulichung der mikroskopischen Structur d. Mineralien und Gesteine. 10 Lieferungen. Stuttgart, 1881—1883.
*Michel Lévy* u. *Lacroix*, Les Minéraux des roches. Paris, 1888.
*H. Rosenbusch*, Hülfstabellen zur mikroskopischen Mineralbestimmung in Gesteinen. Stuttgart, 1888.
*Michel Lévy* u. *Lacroix*, Tableau des minéraux des roches. Paris, 1889.
*F. Zirkel*, Lehrbuch der Petrographie. 2. Aufl. I. Bd. Leipzig, 1893.

Ueber die Bildung und Umbildung der Mineralien vergleiche man:

*G. Bischof*, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. 2. Aufl. Bonn, 1863—66.
*Volger*, Studien zur Entwickelungsgeschichte der Mineralien. Zürich, 1854.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

*Blum*, Die Pseudomorphosen des Mineralreichs. Stuttgart, 1843; nebst vier Nachträgen 1847, 1852, 1863, 1879.
*J. Roth*, Allgemeine und chemische Geologie. I. Bd. Berlin, 1879.

Die Paragenesis von Mineralien beschreibt das treffliche ältere Werk:

*Breithaupt*, Die Paragenesis der Mineralien. Freiberg, 1849.

Als wichtige fortlaufende Quellen des mineralogischen Studiums oder Zeitschriften mit Abhandlungen mineralogischen Inhalts sind besonders zu nennen:

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, vormals von *K. C. von Leonhard* und *H. G. Bronn*, dann von *G. Leonhard* und *H. B. Geinitz*, dann von *Benecke*, *Klein* und *Rosenbusch*, weiterhin von *Bauer*, *Dames* und *Liebisch*, zuletzt von *Bauer*, *Koken* und *Liebisch*. Stuttgart, seit 1833. — Seit 1881 mit Beilagebänden, seit 1900 mit einem »Centralblatt« verbunden.
Mineralogische Mittheilungen, gesammelt von *G. Tschermak*. Wien, 1872—1878. Fortgesetzt u. d. T. Mineralogische und petrographische Mittheilungen, seit 1878. Jetzt redigirt von *Fr. Becke*.
Zeitschrift für Krystallographie u. Mineralogie. Von *P. Groth*. Leipzig, seit 1877.
Zeitschrift für physikalische Chemie. Von *W. Ostwald*. Leipzig, seit 1887.
Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin, seit 1849.
Sitzungsberichte d. math.-naturw. Klasse der k. k. Akademie d. Wissensch. zu Wien.
The mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society of Great Britain and Ireland. London, seit 1876.
Bulletin de la société française de minéralogie. Paris, seit 1878.
Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. Stockholm, seit 1872.
Rivista di mineralogia e cristallografia italiana. Padova.
The American Journal of science and arts. Newhaven, Conn.; herausgeg. anfangs von *B. Silliman*, später *J. D.* und *E. S. Dana*, dann von Letzterem allein.
Verhandlungen der kais. russischen mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg.

Ueber Geschichte der Mineralogie handeln:

*Marx*, Geschichte der Krystallkunde. Carlsruhe u. Baden, 1825.
*Lenz*, Mineralogie der alten Griechen und Römer. Gotha, 1861.
*v. Kobell*, Geschichte der Mineralogie von 1650—1860. München, 1864.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

# Allgemeiner Theil.

## Erster Abschnitt.

## Von den morphologischen Eigenschaften der Mineralien.

§ 7. **Eintheilung.** Die krystallinischen Mineralien zeigen in ihren frei ausgebildeten Varietäten die streng gesetzlichen Gestalten der Krystalle, deren genaue Auffassung von grösster Wichtigkeit ist. In den aggregirten oder zusammengesetzten Varietäten dagegen treten eigenthümliche, durch die Aggregation selbst bedingte Formen auf, welche zum Theil mit denen der amorphen Mineralien übereinstimmen. Demgemäss zerfällt dieser Abschnitt in Krystallographie oder Morphologie der Krystalle, und in Morphologie der krystallinischen Aggregate und der nichtkrystallinischen Mineralien, an welche sich eine kurze Betrachtung der secundären Formen anschliesst, in welchen gewisse Mineralien recht häufig vorkommen.

### I. Abtheilung. Krystallographie.

§ 8. **Begrenzungselemente der Krystalle.** Die Krystalle sind die ebenflächigen, mehr oder weniger regelmässig gebildeten Gestalten der vollkommenen unorganisirten Individuen. Flächen sind diejenigen Ebenen, welche den Krystall äusserlich begrenzen, Kanten diejenigen Linien, welche durch das Zusammentreffen zweier Flächen gebildet werden, Ecken diejenigen Punkte, in denen drei oder mehr Kanten oder Flächen zusammenstossen.

Betreffs der Anzahl der Flächen (F), Ecken (E) und Kanten (K) gilt der Satz: $F + E = K + 2$, woraus $K = E + F - 2$, oder $F = K - E + 2$.

An fast allen vollflächig ausgebildeten Krystallen wird beobachtet, dass für jede Fläche auf der entgegengesetzten Seite des Krystalls eine mit ihr parallele Fläche zugegen ist, so dass es hier lauter Flächenpaare sind, welche den Krystall begrenzen. Ist dann von einer Fläche die Rede, so wird im Allgemeinen die ihr parallele Gegenfläche mit einbegriffen.

Eine Krystallfläche erleidet keine Veränderung ihres krystallographischen Charakters, wenn dieselbe parallel mit sich selbst verschoben gedacht wird; es kommt also nicht auf die absolute, sondern nur auf die relative Lage derselben an.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Unter einer Zone versteht man den Inbegriff von mindestens drei Flächen, welche unter einander lauter parallele Kanten an dem Krystall bilden, oder welche einer und derselben Linie im Raum parallel sind; diese in einer Zone liegenden Flächen heissen tautozonal, und die gerade Linie, mit Bezug auf welche solcher Parallelismus stattfindet, wird Zonenlinie oder Zonenaxe genannt. Die Lage einer Zone ist bestimmt durch Angabe zweier Flächen derselben, welche einander nicht parallel sind. Durch Erhöhung oder Verminderung der Temperatur erleidet der Zonenverband keine Störung oder Beeinträchtigung; die Krystallflächen, welche bei irgend einer Temperatur eine Zone bilden, fahren auch bei jeder anderen Temperatur fort, einander in parallelen Kanten zu schneiden.

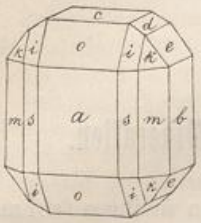


Fig. 1.

An dem Krystall von Olivin in Fig. 1 bilden einerseits die Flächen $asmb$, anderseits die Flächen $aoc$, ferner $cdeb$ je eine Zone. Die Zonenaxe für die erstere steht vertical (parallel der Kante zwischen $a$ und $s$), die für die zweite geht horizontal von links nach rechts (parallel der Kante zwischen $a$ und $o$), die für die dritte horizontal von vorne nach hinten (parallel der Kante zwischen $c$ und $b$).

Gleiche Ecken eines Krystalls werden durch gleich viele einander beziehungsweise gleiche Flächen und Kanten gebildet, die in der gleichen Ordnung auf einander folgen. Gleiche Kanten heissen diejenigen, in denen sich beziehungsweise gleiche Flächen unter gleichen Winkeln schneiden.

Gleichwerthige Flächen eines Krystalls sind solche, von denen bei einer vollkommenen Ausbildung desselben (auf Grund seiner Symmetrie) niemals die eine ohne die anderen auftreten kann. Sind alle gleichwerthigen Flächen von dem Mittelpunkt des Krystalls gleich weit entfernt, so schneiden sie sich so, dass sie alle die gleiche Form und Grösse besitzen. Da aber wegen der Möglichkeit einer parallelen Verschiebung die gleichwerthigen Flächen nicht denselben Abstand von dem Mittelpunkt des Krystalls zu haben brauchen, so können sie unter einander sehr verschiedene Grösse und Gestalt besitzen, bedingt durch die zufälligen Umstände, welche die Ausbildung des Krystalls begleiteten. Die gegenseitige Richtung indessen, unter welcher sich die gleichwerthigen Flächen einer krystallisirten Substanz schneiden, ist, so lange keine Aenderung der Temperatur eintritt, allemal constant, die Winkel, welche sie mit einander einschliessen, sind stets dieselben. Es ist dies das Gesetz von der Constanz der Kantenwinkel.

Die an einem Krystall vorhandenen unter einander gleichwerthigen Flächen denkt man sich, sofern dies nicht schon der Fall ist, zu einer selbständigen Gestalt vereinigt, welche eine einfache Krystallform genannt wird; eine einfache Krystallform wird also blos von gleichwerthigen Flächen begrenzt, deren Gesammtheit durch die Existenz irgend einer derselben vermöge der Symmetrie bedingt ist. Diese einfachen Krystallformen sind theils geschlossene (z. B. der Würfel, das Oktaëder), deren Flächen den Raum ringsum allseitig abschliessen, theils offene, welche als solche den Raum nach gewissen Richtungen hin offen lassen (z. B. das vierseitige, das sechsseitige Prisma, das die Basis genannte horizontale Flächenpaar). Derlei offene Formen können natürlich isolirt oder selbständig für

sich nicht vorkommen. Die Zahl der Flächen einer einfachen Form beträgt höchstens 48, in der Regel[1]) mindestens 2. — Eine Krystallgestalt, welche von den Flächen mehrer, neben einander ausgebildeter einfacher Formen begrenzt wird, nennt man eine Combination dieser Formen; eine solche weist daher ungleichwerthige Flächen auf. Die Durchschnittslinien zweier Flächen, welche zwei verschiedenen einfachen Formen angehören, heissen Combinationskanten. Offene Formen bedürfen zu ihrer Existenz immer der Combination mit anderen offenen oder geschlossenen Formen.

In Combinationen erleiden gleiche Begrenzungselemente der Krystalle — gleiche Flächen, Kanten und Ecken — auch gleiche Veränderungen (Modificationen) durch die dazutretenden Flächen. Eine von 2 gleichwerthigen Flächen gebildete Kante eines vollflächigen Krystalls kann daher von einer einzeln hinzutretenden Fläche nie anders als gerade abgestumpft werden. Wenn eine solche Kante durch eine Fläche schief abgestumpft wird, so erfordert dies allemal das Dasein noch einer zweiten Fläche, welche dieselbe Kante nach der anderen Seite hin ebenso schief abstumpft, d. h. diese beiden hinzutretenden Flächen schärfen dann zusammen die Kante gleichmässig zu. Kanten zwischen zwei ungleichwerthigen Flächen können aber auch von einer einzelnen Fläche schief abgestumpft werden. Ist an einer vollflächigen Krystallform eine Kante so abgestumpft oder zugeschärft, so müssen auch alle anderen ihr gleichwerthigen Kanten in genau derselben Weise eine Abstumpfung oder Zuschärfung erleiden. Die an den Ecken erfolgenden Modificationen stehen unter demselben Gesetz.

Um nun überhaupt die Krystalle einer mathematischen Untersuchung unterwerfen zu können, bezieht man ihre Gestalt auf krystallographische Axen, d. h. auf Linien, welche durch den Mittelpunkt der Krystalle gezogen gedacht werden und welche in zwei gegenüberliegenden gleichartigen Flächen, Kanten oder Ecken übereinstimmend endigen. Die Axen sind ein Coordinatensystem, welches man den Gestalten im Raum zu Grunde legt, um, in ganz ähnlicher Weise, wie dies in der analytischen Geometrie geschieht, die Lage der Flächen darauf zu beziehen und einen mathematischen Ausdruck für die Bezeichnung derselben zu gewinnen. Alle Theile des Krystalls liegen regelmässig oder symmetrisch um dieses Kreuz von idealen, einander durchschneidenden Linien vertheilt.

Die krystallographischen Axen sind im Allgemeinen die Durchschnittslinien dreier Ebenen (Axenebenen), welche parallel gedacht werden zu drei Krystallflächen, die ihrerseits entweder unmittelbar oder nach ihrer Verlängerung eine Ecke bilden und, wenn sie auch nicht an dem Krystall auftreten, wenigstens daran möglich sein müssen. Auf dieselben Axenrichtungen gelangt man, wenn man die drei, einander nicht parallelen Kanten, welche von den drei ausgewählten Flächen gebildet werden, parallel mit sich in den Krystall versetzt, so dass sie dort durch einen gemeinsamen Durchschnittspunkt gehen. Aus praktischen Gründen wird stets ein solches Axensystem gewählt, welches bestimmte Vortheile für die Berechnung und für die Angabe der gegenseitigen Lage der Flächen zu einander bietet.

§ 9. **Krystallsysteme. Symmetrie.** Mit Rücksicht auf den durch die verhältnissmässige Länge gegebenen Werth, auf die Anzahl und gegenseitige Lage der krystallographischen Axen lassen sich die Krystalle in sechs verschiedene Abtheilungen oder Systeme bringen, wie folgt[2]):

1) In gewissen Fällen kann eine »einfache Krystallform« sogar nur aus einer einzelnen Fläche bestehen, indem eine damit parallele Gegenfläche nicht vorhanden, oder wenn sie auftritt, mit ersterer streng genommen nicht aequivalent ist.

2) *V. v. Lang* (Lehrb. d. Krystallogr. S. 99) und *Sohncke* (Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 132)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die verschiedenen Kystallformen werden bezogen:

I. Auf gleichwerthige Axen: drei Axen von gleicher Länge schneiden sich unter rechten Winkeln: 1) Reguläres System.

II. Auf Axen von zweifach verschiedenem Werth:

a) zwei gleichwerthige Axen schneiden sich in einer Ebene unter rechtem Winkel, eine dritte von abweichendem Werth steht rechtwinkelig darauf: 2) Tetragonales System.

b) drei gleichwerthige Axen schneiden sich in einer Ebene unter 60°, eine vierte von abweichendem Werth steht rechtwinkelig darauf: 3) Hexagonales System.

III. Auf Axen von dreifach verschiedenem Werth:

a) drei Axen, alle von abweichendem Werth, kreuzen sich rechtwinkelig: 4) Rhombisches System.

b) zwei ungleichwerthige Axen schneiden sich unter schiefem Winkel, eine dritte von verschiedenem Werth kreuzt beide rechtwinkelig: 5) Monoklines System.

c) drei Axen von verschiedenem Werth kreuzen sich schiefwinkelig: 6) Triklines System.

Ein Krystallsystem ist die Vereinigung aller Gruppen krystallisirter Körper, welche auf ein übereinstimmendes krystallographisches Axensystem zu beziehen sind. Das reguläre System begreift nur geschlossene Formen, in den übrigen Krystallsystemen spielen offene Formen eine mehr oder weniger wichtige Rolle.

Durch Erhöhung oder Verminderung der Temperatur wird die Zugehörigkeit eines Krystalls zu einem dieser sechs Systeme nicht verändert, sofern sein Moleculargefüge bei jenen Temperaturänderungen dasselbe bleibt.

Man kann auch den Begriff eines Krystallsystems so definiren, dass man dasselbe als die Gesammtheit aller Krystallformen bezeichnet, welche bei vorhandener Vollflächigkeit denselben Grad von Symmetrie besitzen. Eine gewöhnliche Symmetrie-Ebene (oder ein Hauptschnitt, im Folgenden der Kürze halber als S.-E. bezeichnet) ist diejenige Ebene, nach welcher ein Krystall symmetrisch ist, d. h. die den Complex aller möglichen Flächen des Krystalls in zwei Hälften zerlegt, welche unter sich genau gleich und entgegengesetzt sind, von welchen die eine das Spiegelbild der anderen mit Bezug auf diese S.-E. darstellt. Wenn von einer Seite her eine Fläche unter einem bestimmten Winkel auf die S.-E. stösst, so gehört zu dieser Fläche auf der entgegengesetzten Seite der S.-E. eine zweite Fläche, welche die letztere unter demselben Winkel schneidet. Dabei brauchen die entsprechenden Flächen beiderseits nicht in gleichen Entfernungen von der S.-E. vorhanden zu sein; sie müssen nur Gleichheit der Lage gegen die letztere aufweisen, womit alsdann zusammenhängt, dass zu beiden Seiten derselben die entsprechenden Kanten und Ecken gleiche Winkel besitzen, und die gleichwerthigen Begrenzungselemente übereinstimmend auf einander folgen. Schliesst eine Fläche

---

haben auf verschiedenem Wege den Beweis erbracht, dass in der That nur sechs Krystallsysteme möglich sind. Vgl. auch *Sohncke*, Entwickelung einer Theorie der Krystallstructur. Leipzig, 1879.

In den Fällen der Hemimorphie (§ 14) gewinnen einzelne Axen eine polare Entwickelung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit einer S.-E. einen Winkel von 90° ein, so fällt die entsprechende Fläche auf der anderen Seite der S.-E. natürlich in der Richtung mit ihr zusammen. Eine Linie, welche von irgend einem Punkt auf der einen Seite des Krystalls senkrecht zu der durch den Mittelpunkt gelegten S.-E. gezogen und jenseits derselben um ihre eigene Erstreckung verlängert wird, trifft bei normaler Ausbildung stets einen gleichartigen entsprechenden Punkt auf der anderen Seite des Krystalls. Eine S.-E. hat stets die Richtung einer vorhandenen oder möglichen Krystallfläche, weil sie mit jedem einzelnen Flächenpaar in einer Zone liegt. Schon die Beobachtung, dass nur ein Paar von Flächen, Kanten oder Ecken eines Krystalls symmetrisch zu einer Ebene gelegen ist, gestattet den Schluss, dass diese letztere auch für alle anderen Begrenzungselemente des Krystalls — mithin für diesen überhaupt — eine S.-E. ist. — Bei einem vollflächigen Krystall kann die Anzahl der S.-E.n nur 9, 7, 5, 3, 1 oder 0 betragen.

Durch das Auftreten von 3 sich rechtwinkelig kreuzenden S.-E.n wird der Raum in 8 gleiche Theile (Oktanten) getheilt; eine Fläche, die in einem dieser Oktanten alle 3 S.-E.n gleichzeitig schneidet, muss in jedem der übrigen 7 Oktanten übereinstimmend auftreten und diese 8 Flächen bilden dann eine einfache Krystallform (S. 12).

Ebenen der Symmetrie heissen gleiche, wenn es gleiche Hälften sind, in welche durch sie der Krystall getheilt wird. Als Haupt-Symmetrie-Ebene (H.-S.-E.) gilt diejenige, auf welcher mehre der gewöhnlichen S.-E.n von unter einander gleichem Werth senkrecht stehen; das Vorhandensein einer oder mehrer H.-S.-E.n bedingt natürlich einen höheren Grad der Regelmässigkeit in der Ausbildung der betreffenden Krystallgestalt.

Lässt sich ein Krystall durch eine bestimmte, von 360° abweichende Drehung mit sich selbst wieder zur Deckung bringen, indem dadurch jede Fläche und jede Richtung in eine gleichwerthige Fläche und gleichwerthige Richtung übergeführt wird, so liegt Symmetrie nach einer Axe vor und die betreffende, als Drehungsaxe dienende gerade Linie wird Symmetrie-Axe (S.-A.) genannt. Eine solche S.-A. hat stets die Lage einer an dem Krystall möglichen Kante, oder diejenige der Axe einer daran möglichen Zone; sie ist auch allemal die Normale einer möglichen Fläche. Stets ist der Durchschnitt zweier S.-E.n auch eine S.-A. Die Normale auf einer S.-E. ist immer auch eine S.-A., aber es braucht nicht umgekehrt jede auf einer S.-A. senkrecht stehende Ebene auch eine S.-E. zu sein (wie z. B. zwar die Normale auf einer Oktaëderfläche eine S.-A., die Oktaëderfläche selbst aber keine S.-E. ist).

Die Krystalle können nur durch eine Drehung um 180°, durch eine solche um 120°, um 90° oder um 60° mit sich selbst zu einer derartigen Deckung gebracht werden, dass sie in allen ihren Punkten mit Punkten der Anfangslage zusammenfallen. Darnach unterscheidet man je nach dem aliquoten Theil von 360° die S.-A.n beziehungsweise als zweizählige (digonale, 180°), dreizählige (trigonale, 120°), vierzählige (tetragonale, 90°), sechszählige (hexagonale, 60°). Andere S.-A.n kommen in der Krystallwelt nicht vor. Der Anblick des Krystalls wird also bei einer vollkommenen Umdrehung um eine zweizählige S.-A. zweimal wiederhergestellt, bei einer solchen um eine vierzählige S.-A. viermal u. s. w. Zweizählig ist z. B. die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verticalaxe in Fig. 1, dreizählig die in Fig. 165 oder 166, vierzählig die in Fig. 20 oder 111, sechszählig die in Fig. 136 oder 151.

Die Normale auf einer Haupt-Symmetrie-Ebene bezeichnet man als Haupt-Symmetrie-Axe (H.-S.-A.) oder Hauptaxe. In ihr schneiden sich daher zwei oder mehr gleichwerthige gewöhnliche S.-E.n. Eine zweizählige S.-A. kann keine H.-S.-A. sein.

Sind 3 oder mehr S.-A.n vorhanden, so werden aus ihnen stets die krystallographischen Axen gewählt, wobei immer die H.-S.-A.n, auch wenn deren nur eine vorhanden ist, vor den gewöhnlichen den Vorzug erhalten. Existirt überhaupt nur 1 gewöhnliche S.-A., dann werden als fernere krystallographische Axen andere, an sich beliebige Linien genommen.

Abgesehen von den vorstehend betrachteten Erscheinungen der Symmetrie, bei welchen die Deckung einerseits blos durch Spiegelung nach einer Ebene, anderseits blos durch Drehung um eine Axe erfolgt, können in gewissen Fällen Krystalle aber auch noch durch ein drittes Verfahren mit sich selbst zur Deckung gebracht werden, indem nämlich eine Zerlegung des Krystalls nach einer Ebene in zwei Hälften und sodann noch eine Drehung um die zu dieser Ebene senkrechte Axe ausgeführt wird. Diese Vereinigung der oben getrennt erwähnten Vornahmen heisst die Drehspiegelung. Wo die Symmetrie nur vermöge dieser combinirten Operation zur Anschauung gebracht werden kann, ist sie keine unmittelbar sich kundgebende Erscheinung. Den Krystallen, welche so durch Drehspiegelung mit sich selbst zur Deckung gelangen, schreibt man daher eine Axe und Ebene der zusammengesetzten oder mittelbaren Symmetrie zu. Im Gegensatz dazu würden die obenstehenden Ausführungen sich auf die einfache oder unmittelbare Symmetrie beziehen[1]).

Besitzt jede an einem Krystall vorhandene Fläche eine parallele Gegenfläche, so muss es im Inneren desselben einen Punkt geben, welcher sämmtliche, durch ihn gelegten und äusserlich vom Krystall begrenzten geraden Linien halbirt; dieser Punkt ist das sog. Centrum der Symmetrie. Derselbe ist gleichzeitig stets der geometrische Mittelpunkt. Aber nicht umgekehrt ist der geometrische Mittelpunkt eines Krystalls allemal auch ein Centrum der Symmetrie, wie denn z. B. die hemiëdrischen Krystalle, welche keinen Flächenparallelismus aufweisen, zwar einen geometrischen Mittelpunkt, aber kein Centrum der Symmetrie besitzen. Ein Centrum der Symmetrie wird noch von vielen Krystallen aufgewiesen, welche einer Ebene oder einer Axe der Symmetrie entbehren. Bei einer kleinen letzten Abtheilung von Krystallen ist aber überhaupt gar kein Element der Symmetrie mehr vorhanden.

Aus dem durch Ebenen, Axen und Centrum der Symmetrie gegebenen Symmetriegrad eines Krystalls lassen sich unmittelbar die an ihm möglichen einfachen Formen ableiten.

Betrachtet man die vollflächigen Krystalle nach ihrer Symmetrie, nach dem Vorhandensein oder Fehlen der beiden Arten von Symmetrie-Ebenen, so ergeben sich folgende sechs Abtheilungen, welche sich mit den oben genannten sechs Krystallsystemen decken:

---

1) Die Verticalaxe ist bei der holoëdrischen hexagonalen Pyramide (Fig. 136) eine sechszählige Axe der einfachen Symmetrie, bei einem Rhomboëder (Fig. 158) eine dreizählige Axe der einfachen Symmetrie. Wenn man dagegen ein Rhomboëder in derselben um 60° dreht, aber gleichzeitig eine Spiegelung nach der zur Drehungsaxe senkrechten Ebene der Basis vornimmt, so kommt eine Fläche ebenfalls wiederum in die Lage einer gleichwerthigen Fläche. Von diesem Gesichtspunkt aus ist dann die Verticalaxe des Rhomboëders zugleich eine sechszählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

I. Krystalle mit drei rechtwinkelig auf einander stehenden gleichwerthigen Haupt-Symmetrie-Ebenen (mit drei gleichwerthigen Hauptaxen), und sechs gewöhnlichen Symmetrie-Ebenen, welche die Winkel der letzteren halbiren: 1) Reguläres System.

II. Krystalle mit einer Haupt-Symmetrie-Ebene (mit einer Hauptaxe):
   a) ausserdem mit vier gewöhnlichen Symmetrie-Ebenen, senkrecht auf der Hauptebene: 2) Tetragonales System.
   b) ausserdem mit sechs gewöhnlichen Symmetrie-Ebenen, senkrecht auf der Hauptebene: 3) Hexagonales System.

III. Krystalle ohne Haupt-Symmetrie-Ebene (ohne Hauptaxe):
   a) mit drei auf einander senkrechten gewöhnlichen Symmetrie-Ebenen: 4) Rhombisches System.
   b) mit einer gewöhnlichen Symmetrie-Ebene: 5) Monoklines System.
   c) ohne Symmetrie-Ebene überhaupt: 6) Triklines System.

Es muss noch besonders hervorgehoben werden, dass diese Charakteristik der Krystallsysteme sich nur auf die vollflächigen Formen bezieht und die aus den letzteren abgeleiteten theilflächigen Krystalle in den einzelnen Abtheilungen ein minderes Maass der Symmetrie aufweisen. Die auf die krystallographischen Axen gegründete Charakteristik der Systeme (S. 14) ist aber sowohl für die vollflächigen, als für die theilflächigen Formen derselben gültig.

Es ist ein Grundgesetz der Krystallographie, dass mit einer Form nur solche andere in Combination treten, welche denselben Grad der Symmetrie besitzen. Die S.-E.n der Combination fallen dabei mit denjenigen zusammen, welche die einfachen, mit einander combinirten Formen für sich selbst aufweisen.

Mit der Symmetrie der Krystalle steht auch diejenige der daran auftretenden Flächen im Zusammenhang. Eine Linie theilt eine Fläche symmetrisch, wenn zu beiden Seiten der ersteren die Kanten gleich gelegen sind. Eine Fläche wird asymmetrisch genannt, wenn sie keine solche Linie besitzt, also überhaupt nicht in zwei symmetrische Hälften theilbar ist (z. B. ungleichseitiges Dreieck, Rhomboid); monosymmetrisch, wenn nur eine solche Linie vorhanden ist (z. B. gleichschenkeliges Dreieck, Deltoid Fig. 27, symmetrisches Pentagon Fig. 75); disymmetrisch, wenn zwei solcher Linien (z. B. Rhombus, Rechteck); trisymmetrisch, wenn drei (z. B. gleichseitiges Dreieck); tetrasymmetrisch, wenn vier (z. B. Quadrat); hexasymmetrisch, wenn sechs (z. B. regelmässiges Hexagon) derselben zugegen sind. Im Allgemeinen muss nun natürlich eine Fläche einen um so höheren Grad von Symmetrie zeigen, je grösser die Zahl der S.-E.n ist, auf denen sie senkrecht steht: ist sie senkrecht auf einer S.-E., so hat sie monosymmetrischen, senkrecht auf keiner, dann asymmetrischen Charakter. Daraus folgt, dass die triklinen Krystalle lediglich von asymmetrischen Flächen begrenzt werden; die monoklinen besitzen asymmetrische und monosymmetrische; die rhombischen ausser diesen beiden noch disymmetrische; die tetragonalen ausser diesen drei auch tetrasymmetrische; die regulären ausser diesen vier auch trisymmetrische Flächen; die hexagonalen zeigen ausser a-, mono-, di- und trisymmetrischen auch hexasymmetrische Flächen.

§ 10. **Lage und Bezeichnung der Flächen.** Diejenigen Abschnitte, welche irgend eine Fläche nach entsprechender Vergrösserung an den Axen hervorbringt, werden, gemessen vom Durchschnittspunkt der letzteren, Parameter genannt. $OA$, $OB$, $OC$ sind die Parameter der Fläche $ABC$ (Fig. 2); bei ihnen kommt es nicht auf ihre absolute, sondern nur auf die relative gegenseitige Länge an.

Von den sechs Halbaxen eines dreilinigen Axenkreuzes werden diejenigen drei, welche den vorderen oberen rechten Oktanten begrenzen, als positiv oder (mit ungestrichelten Buchstaben) als $X$, $Y$, $Z$, die drei anderen als negativ, $-X$, $-Y$, $-Z$ oder (mit gestrichelten Buchstaben) $X'$, $Y'$, $Z'$ eingeführt (Fig. 2); also die verticale Axe ist oben, die Queraxe rechts, die Längsaxe vorne positiv.

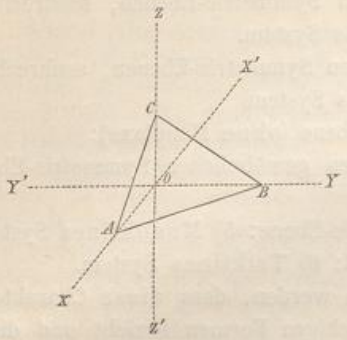



Fig. 2.

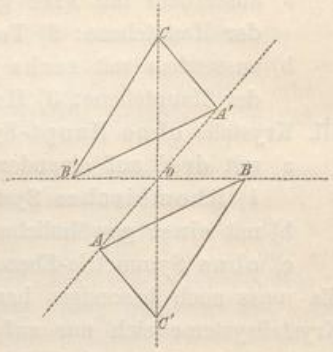



Fig. 3.

Die auf den ersteren positiven Axenästen hervorgebrachten Abschnitte werden bei der Aufzählung der Parameter gleichfalls als positiv oder ungestrichelt, die auf den anderen negativen erzeugten ebenso als negativ oder gestrichelt angegeben. Bezeichnet man abgekürzt $OA$, $OB$, $OC$ als $a$, $b$, $c$, so wird die Lage der Fläche $ABC$ (Fig. 2) durch die Parameter $a : b : c$ ausgedrückt; diejenige der Fläche $ABC'$ (vorne unten rechts) durch $a : b : -c$, diejenige der Fläche $A'B'C$ (hinten oben links) durch $-a : -b : c$ (Fig. 3).

Bei einem dreilinigen Axenkreuz werden diejenigen zwei Oktanten, welche durch eine Axenebene getrennt sind, anliegende genannt (z. B. der vordere obere rechte und der vordere obere linke); diejenigen, die sich nur in einer Axe berühren, gegenüberliegende (z. B. der vordere obere rechte und der vordere untere linke); diejenigen, die nur im Durchkreuzungspunkt der Axen zusammenstossen, entgegengesetzte (z. B. der vordere obere rechte und der hintere untere linke Oktant).

Wenn man die drei Parameter einer Fläche alle mit derselben Zahl multiplicirt oder durch dieselbe dividirt, so erhält man die Parameter keiner neuen anderen Fläche, sondern nur einer solchen, welche mit der vorigen parallel ist, weil dadurch die bezügliche Lage am Axenkreuz sich nicht verändert. So repräsentirt $3a : 3b : 3c$, oder $\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}b : \frac{1}{2}c$ keine andere Fläche als $a : b : c$. Jeder Flächenausdruck, in welchem gebrochene Zahlen als Parameter vorkommen, kann durch Multiplication oder Division mit einer Zahl in einen Ausdruck mit ganzen Zahlen verwandelt werden; so ist die Fläche mit dem Parameterverhältniss $\frac{3}{4}a : b : \frac{3}{2}c$ gleich derjenigen mit $3a : 4b : 6c$. — Eine jede Fläche dagegen, welche mit Bezug auf eine gegebene andere abweichende Parameterverhältnisse besitzt, hat auch eine andere Lage als diese, ist mit ihr nicht parallel; so ist $2a : 3b : c$ eine ganz abweichend gerichtete Fläche als $a : b : c$.

Geht eine Fläche einer Axe parallel, kann also für die letztere kein endlicher Parameter angegeben werden, so gelangt dies dadurch zum Ausdruck, dass der betreffende Parameter als unendlich gross ($\infty$) bezeichnet wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Jede Fläche liegt an einem dreilinigen Axenkreuz so, dass sie entweder:

1) alle drei Axen schneidet (Pyramidenfläche, z. B. $a : b : c$ oder $a : 2b : 3c$),
2) zwei Axen schneidet, der dritten parallel geht (Prismenfläche, z. B. $a : b : \infty c$ oder $a : \infty b : 2c$), oder
3) nur eine Axe schneidet, den beiden anderen parallel geht (Pinakoidfläche, z. B. $a : \infty b : \infty c$ oder $\infty a : b : \infty c$). Ein fernerer Fall ist nicht denkbar.

Unter einer Form versteht man (s. S. 12) in der Krystallographie den Inbegriff von solchen Flächen, welchen ein und dasselbe Parameterverhältniss zukommt, also den vollzähligen Complex von lauter isoparametrischen Flächen. Soll nicht jede einzelne Fläche für sich, sondern die Gesammtheit aller gleichen, eine einfache Form bildenden Flächen auf einmal bezeichnet werden, so pflegt man das Zeichen der einzelnen Fläche mit einer Klammer zu umschliessen.

So bedeutet also $(a : b : c)$ gemeinsam die Flächen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $a : b : c$ | $-a : b : c$ | $a : -b : c$ | $a : b : -c$ |
| $-a : -b : c$ | $a : -b : -c$ | $-a : b : -c$ | $-a : -b : -c$. |

$(\infty a : \infty b : c)$ bedeutet die eingeklammerte Fläche und ausserdem noch $\infty a : \infty b : -c$. Doch fallen auch oft, wo kein Missverständniss zu besorgen ist, die Klammern weg.

In jedem Raumabschnitt (Oktanten oder Dodekanten), welcher durch die krystallographischen Axensysteme gebildet wird, müssen auf allen gleichen Axen des Systems durch die vollzählig auftretenden Flächen eines Krystalls gleiche Stücke abgeschnitten werden und ferner müssen in allen unter einander gleichen derartigen Raumabschnitten dann stets gleichviel solcher Flächen vorhanden sein.

Bei der Betrachtung der Gestalten eines krystallisirten, nicht dem regulären System angehörenden Minerals geht man von einer ausgewählten Form, der Grundform aus, deren Fläche man das Parameterverhältniss $a : b : c$ zuschreibt, indem dessen einzelne Glieder als Einheit gesetzt werden. Dieses Parameterverhältniss, also das Zahlenverhältniss der Parameterlängen der Grundform, wird gewöhnlich das Axenverhältniss genannt, welches, weil es sich nur um die relativen, nicht um die absoluten Längen handelt, auf die Form gebracht werden kann, dass wenigstens eine der drei Zahlen als 1 erscheint; z. B.: 0,8584 . . . : 1 : 1,3697 . . ., d. h. wenn die Fläche der Grundform von der einen Axe die Länge 1 abschneidet, so trifft sie die beiden anderen in den Entfernungen 0,8584 . . . und 1,3697 . . . Diese Werthe sind, mit Ausnahme von 1, irrational.

Die Nothwendigkeit der Irrationalität des Axenverhältnisses ergibt sich z. B. daraus, dass die Winkel des Krystalls, aus denen dasselbe berechnet wird, sich mit der Temperatur stetig ändern, also alsdann auch das Axenverhältniss einer bestimmten Temperatur continuirlich in dasjenige einer anderen Temperatur übergehen muss, was nur dann erfolgen kann, wenn dasselbe im Allgemeinen überhaupt irrationale Werthe aufweist. — Bei den Krystallen des regulären Systems mit seinen lediglich gleichwerthigen Axen verliert der Begriff des Axenverhältnisses seine Bedeutung.

Die Lage irgend einer Fläche einer anderen Form, welche an derselben krystallisirten Substanz auftritt, wird nun nicht sowohl durch das Zahlenverhältniss ihrer eigenen Parameterlängen ausgedrückt, als vielmehr durch die Angabe, das Wievielfache ihre Parameter sind von den entsprechenden, auf dieselben Axen bezogenen Parametern der Grundform. Die ganze Krystallwelt ist aber von

dem allgemeinen, zuerst (1785) von *Haüy* angegebenen Grundgesetz beherrscht, dass, wenn an einem Krystall eine Fläche das Parameterverhältniss $a : b : c$ hat, dann an demselben Krystall neben dieser Grundform nur solche ferneren Flächen vorhanden oder möglich sind, in deren allgemeinem Parameterverhältniss $ma : nb : rc$ die Coëfficienten $m$, $n$, $r$ wechselnde rationale Zahlen (oder theilweise $\infty$) und ausserdem insbesondere recht einfache Zahlen sind. Solche Formen, welche nur nach irrationalen Werthen dieser Coëfficienten (z. B. $\sqrt{2}$) abgeleitet werden können, sind also in der Krystallwelt unmöglich; sie lassen sich zwar geometrisch construiren, haben aber keine objective Realität in der Natur. Das Gesetz ist empirisch gefunden, ist aber auch eine Folgerung der Anschauungen über die Molecularstructur der Krystalle. Man nennt dieses merkwürdige Gesetz, durch welches die Krystalle eine ganz besondere Stellung innerhalb der Fülle der denkbaren stereometrischen Polyëder einnehmen, dasjenige der Rationalität der Ableitungs-Coëfficienten. Dasselbe beschränkt daher die Combinationsfähigkeit von Gestalten noch in dem Falle, wo das Gesetz der Symmetrie sie zuliesse. Bei ihm wird natürlich vorausgesetzt, dass die gewählten Axen parallel sind mit wirklichen oder möglichen Kanten des Krystalls[1]).

Hat eine Fläche das Parameterverhältniss $a : b : c$, so hat z. B. eine andere das Verhältniss $2a : b : c$, eine andere $a : 3b : c$, eine weitere $a : 2b : 3c$, eine fernere $2a : \infty b : c$, oder $a : \infty b : \infty c$. Ist das Axenverhältniss für die Fläche $a : b : c$, in Zahlen ausgedrückt, $= 0{,}8584 \ldots : 1 : 1{,}3697 \ldots$, so ist dasjenige für die Fläche mit dem Parameterverhältniss $2a : b : 3c = 1{,}7168 \ldots : 1 : 4{,}1091 \ldots$

Die Flächen, deren Parameter für 2 Axen ein constantes Verhältniss aufweisen, liegen in einer Zone; so bilden z. B. eine Zone die Flächen $a : b : \infty c$, $a : 2b : \infty c$, $a : 3b : \infty c$, $a : \infty b : \infty c$.

Im Allgemeinen ist also die Grundform eines Krystalls bestimmt durch die Kenntniss 1) der drei Axenwinkel ($\alpha$ der Axenwinkel zwischen $Z$ und $Y$ in Fig. 2, $\beta$ der zwischen $X$ und $Z$, $\gamma$ der zwischen $X$ und $Y$); 2) der Axenlängen ($a = OA$ in Fig. 2, $b = OB$, $c = OC$), von denen, da die eine $= 1$ gesetzt wird, nur zwei zu bestimmen sind. Diese fünf von einander unabhängigen Grössen heissen die Elemente des Krystalls.

Die im Vorstehenden befolgte Methode, die Flächen durch Symbole anzugeben, welche die das Axenverhältniss andeutenden Buchstaben enthalten und nebstdem die rationalen Coëfficienten für die Axenabschnitte aufführen, rührt von *Christian Samuel Weiss* her. Sie empfiehlt sich durch ihre unmittelbare Anschaulichkeit namentlich bei den anfänglichen allgemeinen Darlegungen der Verschiedenheiten der Flächenlage, während sie in Folge ihrer Länge und Umständlichkeit zu wissenschaftlichen Beschreibungen minder geeignet erscheint.

Eine zweite krystallographische Bezeichnungsweise ist die von *Carl Friedrich Naumann* (zuerst angewandt 1826), welche in diesen Elementen in erster Linie zu Grunde gelegt und deshalb später specieller erläutert wird. Im Gegensatz zu der Flächenbezeichnung von *Weiss* unternimmt sie kurz und logisch, den Körper als solchen, also den Inbegriff sämmtlicher seiner Flächen, durch ein Symbol zu

1) Die Gesammtheit aller jener unendlich zahlreichen einfachen Krystallformen, welche mit ihren Flächen in Folge dieses Gesetzes für eine krystallisirte Substanz möglich sind, nennt man den Formencomplex oder die Krystallreihe dieser Substanz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

repräsentiren, wobei natürlich auf die Angabe einer einzelnen von den gleichen Flächen verzichtet werden muss. Auch bei dieser Methode gewähren die Zeichen unmittelbar und ohne Schwierigkeit eine Vorstellung über die Lage der Flächen.

Nach einer dritten, der sog. *Miller*'schen [1]) Methode werden anstatt der Coëfficienten deren reciproke Werthe in derselben Reihenfolge unmittelbar nebeneinander geschrieben. Letztere werden Indices genannt und allgemein mit $h$, $k$, $l$ bezeichnet. Sind für die Axenschnitte $a$, $b$, $c$ die Coëfficienten $m$, $n$, $r$, so ist

$$m : n : r = \frac{1}{h} : \frac{1}{k} : \frac{1}{l} \text{ sowie } h : k : l = \frac{1}{m} : \frac{1}{n} : \frac{1}{r}.$$

Die drei Zahlen $h$, $k$, $l$ sind, als Nenner von Brüchen mit dem Zähler 1, den durch die Coëfficienten ausgedrückten Abschnitten der Fläche an den drei Axen umgekehrt proportional, während die Coëfficienten der *Weiss*'schen und *Naumann*'schen Symbole diesen Abschnitten direct entsprechen.

Ist die Lage der Grundform-Fläche $ABC$ (Fig. 4) durch deren Parameter (Axenlängen) $OA$, $OB$, $OC$ bekannt und handelt es sich um Bestimmung der Lage der (nicht parallelen und dem Axenschnittpunkt näher gerückt erscheinenden) Fläche $HKL$ an demselben Axenkreuz, so sei
$OH$ der $h$-te Theil von $OA$, $OK$ der $k$-te Theil von $OB$, $OL$ der $l$-te Theil von $OC$,

also
$$h = \frac{OA}{OH},\ k = \frac{OB}{OK},\ l = \frac{OC}{OL}.$$

Alsdann wird durch diese drei Grössen $h$, $k$, $l$ die Fläche $HKL$ mit Bezug auf $ABC$ vollkommen bestimmt. Die Grössen $h$, $k$, $l$ können mit einer beliebigen Zahl $m$ multiplicirt werden, ohne dass dadurch an dem Verhältniss der beiden Flächen $HKL$ und $ABC$, d. h. der Richtung derselben etwas geändert wird; denn jene Multiplication von $h$, $k$, $l$ mit $m$ ist gleichbedeutend mit einer Multiplication der Parameter $OA$, $OB$, $OC$ mit $m$, wodurch für die Fläche $ABC$ selbst keine Veränderung, sondern nur eine Parallelverschiebung bewirkt wird. Die Indices können also immer auf eine Form gebracht werden, in welcher sie sämmtlich ganze rationale Zahlen darstellen und das Gesetz von der Rationalität der Ableitungs-Coëfficienten heisst daher auch dasjenige von der Rationalität der Indices.

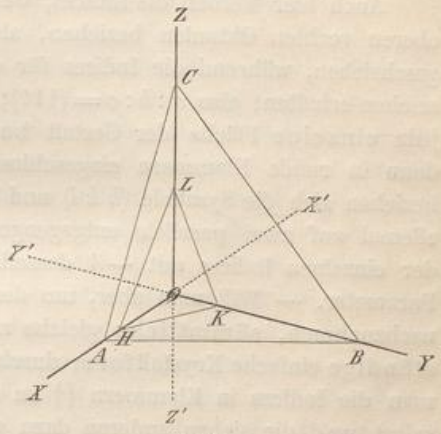


Fig. 4.

Um nun aus den Coëfficienten $m$, $n$, $r$ die Indices $h$, $k$, $l$ zu erhalten, kann man auf zweierlei Weise verfahren: Entweder man nimmt statt der Coëfficienten deren reciproke Werthe und bringt das entstehende Verhältniss auf ganze Zahlen, welche dann die Indices darstellen.

In dem Parameterzeichen $a : 2b : 3c$ werden statt der Coëfficienten 1, 2, 3 deren reciproke Werthe $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ gesetzt, welche der Multiplication mit 6 bedürfen, um auf

1) Diese Methode wurde 1825 zuerst von *Whewell*, dann unabhängig davon 1829 von *Grassmann* ersonnen, aber erst durch *W. H. Miller* (A Treatise on crystallography, London 1839) allgemeiner eingeführt.

ganze Zahlen gebracht zu werden und dann zuerst $\frac{6}{1}$, $\frac{6}{2}$, $\frac{6}{3}$, darauf als Indices (632) liefern.

Oder man bringt die Coëfficienten durch Division mit einer gemeinsamen Zahl auf die Form $\frac{1}{x}$, und schreibt die so erhaltenen drei Nenner als Indices an.

In dem Parameterzeichen $a : 2b : 3c$ werden die Coëfficienten 1, 2, 3 durch Division mit 6 (zuerst auf die Form $\frac{1}{6}$, $\frac{2}{6}$, $\frac{3}{6}$ oder) auf die Form $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ gebracht, woraus sich abermals die Indices (632) ergeben.

Das Zeichen $3a : \frac{3}{2}b : c$ wird zuerst in $6a : 3b : 2c$ verwandelt, welches zunächst $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ oder $\frac{6}{6}$, $\frac{6}{3}$, $\frac{6}{2}$ und sodann die Indices (123) liefert. — $2a : \frac{3}{2}b : c = 4a : 3b : 2c = (346)$.

Die Indices der Grundform, deren Parameter $= a : b : c$, sind offenbar (111). Dem maximalen Coëfficientenwerth $\infty$ entspricht hier der Minimalwerth 0. So liefert $a : \infty b : c$ nach dem zuerst angegebenen Verfahren das Verhältniss $\frac{1}{1} : \frac{1}{\infty} : \frac{1}{1}$, d. h. die Indices (101). Ebenso ist $a : \infty b : \infty c = (100)$.

Um umgekehrt die Indices $(h, k, l)$ in die Coëfficienten $m$, $n$, $r$ zu verwandeln, hat man nur zu bedenken, dass $h = \frac{1}{m}$, $k = \frac{1}{n}$, $l = \frac{1}{r}$ ist; die Indices (221) liefern also zunächst $\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}b : \frac{1}{1}c$, was durch Multiplication mit $2 = a : b : 2c$; die Indices (432) ergeben $\frac{1}{4}a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}c = a : \frac{4}{3}b : 2c$.

Auch hier werden die Indices, welche sich auf die drei Halbaxen im vorderen oberen rechten Oktanten beziehen, als positiv oder ohne weiteres Nebenzeichen geschrieben, während die Indices für die drei anderen Halbaxen oben ein Minuszeichen erhalten; also $a : b : c = (111)$; $a : b : -c = (11\bar{1})$. Dadurch ist es möglich, jede einzelne Fläche der Gestalt besonders zu bezeichnen, deren Indices alsdann in runde Klammern eingeschlossen zu werden pflegen. Auf diese Weise beziehen sich die Symbole $(h\,k\,l)$ und $(\bar{h}\,\bar{k}\,\bar{l})$, oder die Symbole $(h\,\bar{k}\,l)$ und $(\bar{h}\,k\,\bar{l})$ allemal auf zwei parallele entgegengesetzte Krystallflächen, da die Multiplication der einzelnen Indices mit $-1$ dasselbe liefert, wie die gleiche Multiplication der Parameter. — Will man aber, um den Vorzug der *Naumann*'schen Schreibweise nachzuahmen, sämmtliche gleiche zusammengehörende Flächen, also die vollständige einfache Krystallform durch ein einziges Symbol repräsentiren, so pflegt man die Indices in Klammern $\{\}$ zu setzen; also $(a : b : c) = \{111\}$, d. h. (111) selbst und die sieben anderen dazu gehörigen Flächen $(\bar{1}11)$, $(1\bar{1}1)$, $(11\bar{1})$, $(\bar{1}\bar{1}1)$, $(1\bar{1}\bar{1})$, $(\bar{1}1\bar{1})$, $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$.

§ 11. **Projection.** Um eine Uebersicht über die Formen eines Krystalls zu gewinnen und insbesondere die Zonenverhältnisse desselben hervortreten zu lassen, wird eine sog. Projection seiner Flächen vorgenommen. Man bedient sich dabei namentlich zweier Methoden, der Linearprojection (der *Quenstedt*'schen) und der sphärischen, stereographischen oder Kugelprojection (*Miller*'schen)[1].

Die erstere Methode besteht darin, jede Fläche durch eine gerade Linie darzustellen, und zwar durch diejenige, in welcher sie die Ebene der Zeichnung

1) Beide Methoden wurden von *F. E. Neumann* ersonnen, die erstere von ihm nur angedeutete aber später von *Quenstedt* ausführlich entwickelte, 1835, die zweite, insbesondere durch *Miller* zur Verbreitung gelangte, schon 1823.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durchschneiden würde, wenn man sich sämmtliche Flächen durch einen einzigen Punkt gelegt vorstellt. Man denkt sich den Krystall so gerichtet, dass die zu seiner Verticalaxe senkrechte, also horizontale Ebene parallel wird der Projectionsebene, d. h. der Papierfläche, und verschiebt nun in der Vorstellung alle Flächen des Krystalls parallel mit sich selbst so weit, bis sie sich in einem Punkt schneiden, welcher von dem Mittelpunkt der Zeichnung in verticaler Richtung um die Länge der Verticalaxe der Grundform absteht. Der Endpunkt der Verticalaxe erscheint dann als das Centrum der Projection. Jedes Paar von parallelen Flächen fällt dabei natürlich zu einer einzigen Fläche zusammen, welche dann die Projectionsebene in einer Linie (Sectionslinie) schneidet, die ihrerseits ausgezogen wird. Die Fläche, welche der Projectionsebene parallel gestellt wurde, liefert in der Zeichnung selbstverständlich keine Linie. Schneiden sich zwei oder mehre Sectionslinien in einem Punkt, so zeigt dies an, dass die denselben entsprechenden Flächen in einer Zone liegen, deren Zonenaxe eben jenen Schnittpunkt (Zonenpunkt) als Projectionspunkt liefert. Wenn es sich aber um einen Zonenverband handelt, zu welchem die Projectionsebene als Krystallfläche selbst gehört, so geht die Zonenaxe der Projectionsebene parallel und alle sonst in solche Zone fallenden Flächen liefern ein System paralleler Sectionslinien, deren gemeinsame Richtung parallel der Zonenaxe ist. — Offenbar kann auch jede andere Krystallfläche als Projectionsebene gewählt werden. Bei einer hinreichend genauen Construction gestattet die Linearprojection, das Symbol einer Fläche zu bestimmen, welche sich an zwei Zonen betheiligt.

Die sphärische Projectionsmethode besteht darin, dass die Flächen des Krystalls als Punkte projicirt werden. Man denkt sich um einen Punkt des Krystalls als Centrum eine Kugelfläche von beliebigem Radius construirt und darauf, von diesem Mittelpunkt aus, gegen die Krystallflächen senkrechte Linien gezogen, welche verlängert die Kugeloberfläche in Punkten treffen. Jede Krystallfläche liefert so auf der Kugeloberfläche einen Punkt, den Pol der Krystallfläche genannt, durch welchen dieselbe ihrer Lage nach vollständig bestimmt ist. Da die Senkrechten, welche vom Centrum aus auf die Flächen einer Zone gezogen werden, sämmtlich in einer Ebene liegen, die auch ihrerseits durch das Centrum geht, eine so gerichtete Ebene aber allemal die Kugeloberfläche in einem grössten Kreis schneidet, so müssen die Pole aller tautozonalen Flächen auf einem grössten Kreis liegen. Auf der Kugeloberfläche erscheinen die Kantenwinkel des Krystalls als deren Supplemente in der Gestalt der sog. Normalenbögen.

Nun handelt es sich darum, von der Kugeloberfläche mit den darauf gelegenen Flächenpolen durch die Projection ein Bild in der Ebene zu entwerfen. Dies geschieht nicht etwa so, dass die Projection die Kugel aus einer grösseren Entfernung gesehen, bildlich darstellt, sondern in der Weise, dass dieselbe gleichsam die Innenansicht der Kugel ist, welche sich einem in der Kugelfläche befindlichen Auge darbietet. Man wählt zur Projectionsebene eine durch den Mittelpunkt gehende Ebene, welche die Kugel in dem sog. Grundkreis schneidet. Nimmt man dazu diejenige Ebene, welche senkrecht steht zu den Flächen der verticalen prismatischen Zone des Krystalls, also der horizontalen Basis parallel geht, so liegen natürlich die Pole aller vertical gerichteten Flächen in dem Grundkreis. Die eine

der beiden durch den Grundkreis getrennten Kugelhälften wird nun so auf dessen Ebene projicirt, dass man sich das Auge in den am weitesten entfernten Punkt der anderen Kugelhälfte versetzt denkt, welcher von allen Punkten des Grundkreises um 90° absteht. Wenn man also vom Mittelpunkt der Kugel aus nach derjenigen Seite, welche ihrer abzubildenden Hälfte entgegengesetzt ist, eine Senkrechte zur Ebene des Grundkreises zieht, und den Punkt, in welchem dieses Loth die Kugeloberfläche trifft, mit allen Flächenpolen jener Hälfte durch gerade Linien verbindet, so sind die Punkte, in denen diese Linien die Grundkreisebene schneiden, die Projectionen der Flächenpole. Der Projectionspunkt einer Fläche $F$ ist also, um es anders auszudrücken, der Punkt, in welchem eine von dem Südpol der Kugel nach dem Pol der Fläche $F$ gezogene Linie die Aequatorialebene schneidet. Bei dieser Projection der halben Kugelfläche auf die Ebene des Grundkreises erscheint jeder auf der Kugel befindliche grösste Kreis, welcher die Pole einer Flächenzone enthält, als Durchmesser des Grundkreises oder als Kreisbogen (Zonenkreis), welcher den Grundkreis in den Enden eines Durchmessers desselben schneidet. Alle Zonen, welche senkrecht zu derjenigen des Grundkreises stehen, deren Pole also in letzteren fallen, stellen sich als Durchmesser dar. Der Pol der horizontalen Basis ist der Mittelpunkt des Grundkreises. Bei der oben angegebenen Wahl des Grundkreises sind die Pole der einzelnen Flächen der Verticalzone unmittelbar durch die Winkel ihrer Normalen gegeben, indem diese letzteren in der Ebene des Grundkreises selbst liegen.

In Fig. 5 ist $o$ der gemeinsame Mittelpunkt des Krystalls und der Kugel. Die Normale auf die Fläche $b$ trifft die Kugeloberfläche im Punkt $B$, die auf $b'$ in $B'$, die auf $d$, $a$, $e$ und $c$ beziehungsweise in $D$, $A$, $E$ und $C$. Diese Pole der eine Zone bildenden Flächen $b$, $d$, $a$, $e$ u. s. w. liegen auf einem grössten Kreis. — Der Bogen $BD$ zwischen den Polen von $b$ und $d$ misst im Centrum einen Winkel $BoD$, welcher das Supplement des wirklichen, einwärts gerichteten Winkels $bnd$ zwischen jenen beiden Flächen ist.

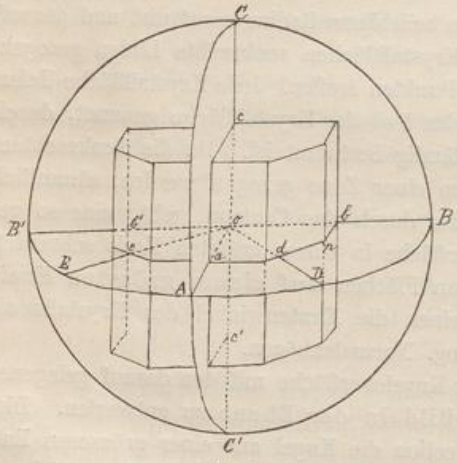


Fig. 5.

Diese sphärische Projectionsmethode ist sehr bequem für die Sichtbarmachung und Ermittelung der Zonenverhältnisse, sowie für die Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Form und den physikalischen Eigenschaften der Krystalle, indem z. B. die optischen Elasticitätsaxen, die optischen Axen für die verschiedenen Farben als Punkte markirt werden können, in welchen diese Richtungen die Kugelfläche treffen. Sie gewährt ferner den Vortheil, dass die wichtigsten krystallographischen Rechnungen mit ihrer Hülfe auf einfache Probleme der sphärischen Trigonometrie zurückgeführt werden können. Da es die Normalenwinkel, d. h. die Supplemente der körperlichen Winkel der Flächen sind, welche bei diesen Projectionen gebraucht und den Berechnungen zu Grunde gelegt werden, so hat *Miller* vorgeschlagen, anstatt der wahren Winkel stets diese, bei der Messung unmittelbar gefundenen Supplemente anzuführen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Olivinkrystall Fig. 7 ist in Fig. 6 in der Linearprojection, in Fig. 8 in der Kugelprojection dargestellt. In der ersteren geht die Projectionsebene horizontal, parallel der Fläche *c*. Die verticale Zone *msab*, ferner diejenigen *aid*, *eka*, *oikb* liefern Projectionslinien, welche je durch einen Punkt gehen. Die Zone *bed*, zu welcher auch die Projectionsebene *c* selbst gehört, besitzt aber eine horizontale, auf *b* senkrechte Zonenaxe und deshalb müssen die Sectionslinien ihrer Flächen sämmtlich parallel und zwar senkrecht auf *a* verlaufen; ebenso müssen *o* und *a* horizontale parallele Linien liefern. — In der Kugelprojection Fig. 8 erscheinen die erstgenannten Zonen als Theile je eines Kreises, die verticale *msab* als Peripherie (Grundkreis); die Zonen *aoc* und *bede* stellen sich aber als gerade Linien dar, indem sie auf der Projectionsebene senkrecht stehen.

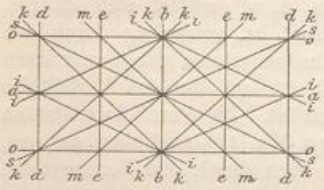


Fig. 6.

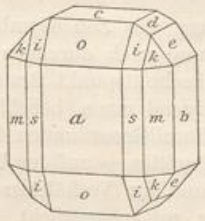


Fig. 7.

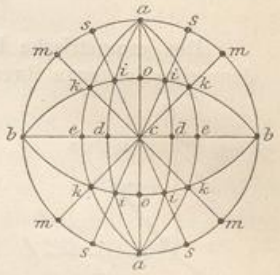


Fig. 8.

Die Symmetrie einer jeden Abtheilung von Krystallformen kann nach dem Vorgang von *A. Gadolin* leicht durch die sphärische Projection ihrer allgemeinsten Form dargestellt werden, wovon im Folgenden bei den einzelnen Gebrauch gemacht ist. Die Schnittpunkte der 2-, 3-, 4- oder 6-zähligen Symmetrie-Axen mit der Kugeloberfläche werden beziehungsweise durch die Zeichen ⬬ ▲ ◆ ⬢ wiedergegeben; eine Symmetrie-Ebene wird durch eine ausgezogene Linie (Zonenkreis) repräsentirt, wogegen eine punktirte Linie das Fehlen einer S.-E. anzeigt. Die Lage der krystallographischen Axen, soweit sie in der Ebene des Grundkreises liegen, ist durch einen Pfeil an den Enden jener Linien bezeichnet; die nicht gezeichneten Axen stehen (mit Ausnahme des triklinen Systems) senkrecht zu den Grundkreisen. Der Pol einer Fläche in der oberen Hälfte des Krystalls (oberhalb der Projectionsebene) wird durch ein Kreuzchen, ein solcher in der unteren durch ein Kreischen markirt. Fallen zwei Flächenpole zusammen (oder liegen sie auf der Kugel senkrecht über einander), so erscheinen die beiden letzteren Zeichen vereinigt.

Unsere üblichen Krystallbilder sind nicht nach den Regeln der gewöhnlichen Perspective entworfen (sonst müssten z. B. parallele Linien, wie die Kanten eines Würfels, welche auf den Beschauer zulaufen, nach der vom Beobachter abgewendeten Richtung convergiren) — sondern sie sind nach der Methode der Parallelperspective gezeichnet, d. h. es sind Bilder, welche die Krystalle, wie man sagt, aus unendlicher Entfernung gesehen darstellen, und zwar weil anderenfalls der für die Auffassung der Zonenverhältnisse so wichtige Kantenparallelismus verloren gehen würde.

§ 12. **Zonenverband.** Eine Krystallfläche, welche zugleich in zwei Zonen, also in der Durchkreuzung derselben gelegen ist, geht sowohl der Zonenaxe der einen als derjenigen der anderen parallel und ist deshalb dadurch vollkommen bestimmt, da überhaupt eine Ebene durch zwei derselben parallele gerade Linien ihrer Richtung nach gegeben ist. Es kann natürlich nur eine einzige Fläche sein, die im Durchschnitt zweier Zonen liegt. Sind daher die zwei Zonen bekannt, so ist die Fläche in ihrer Durchkreuzung auch bekannt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In Fig. 9 bildet z. B. die Fläche 111 eine Zone mit 100 und 011, ferner mit 101 und 010, sodann auch mit 001 und 110, stets je mit den nach hinten liegenden parallelen Gegenflächen. — Die Fläche 110 liegt in einer Zone mit 100 und 010, sowie mit 111 und $\bar{1}11$.

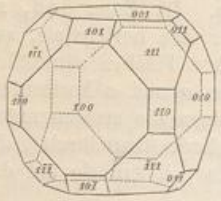


Fig. 9.

Eine Zone ist aber ihrerseits bekannt, sofern die Durchschnittslinie zweier in ihr liegender nicht paralleler Flächen bekannt ist. Aus den Indices dieser Flächen müssen sich somit Werthe ableiten lassen, durch welche die Richtung jener gemeinsamen Durchschnittskante (= der Zonenaxe) bestimmt ist. Die Indices dieser Durchschnittslinie $[u, v, w]$ heissen das Zonensymbol oder Zonenzeichen.

Die geometrische Bedeutung des Zonensymbols $[u, v, w]$ erklärt sich daraus, dass eine Zonenaxe ihrer Richtung nach durchaus bestimmt ist, sofern sie durch den Durchschnittspunkt des Coordinatensystems gelegt und dann für irgend einen beliebigen Punkt auf ihr das Verhältniss der Parallelcoordinaten bekannt ist. Die Parallelcoordinaten des Punktes $p$ auf der Linie $op$ (Fig. 10) sind eben $ou$, $ov$, $ow$ und ihr Verhältniss wird eben durch das Zonensymbol $[u, v, w]$ ausgedrückt.

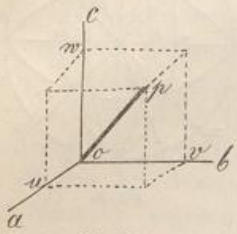


Fig. 10.

Haben die beiden Flächen die Indices $hkl$ und $h'k'l'$, so ist

$$u = kl' - lk',\ v = lh' - hl',\ w = hk' - kh'$$ [1].

Sind die bekannten Indices einer Fläche z. B. (111), die einer anderen (123), so erhält man nach Vorstehendem das Symbol ihrer Zone, indem man die Indices der einen Fläche zweimal hintereinander schreibt, darunter die der anderen ebenfalls zweimal setzt, sodann die erste und letzte Colonne weglässt und nun bei dem Rest den ersten oberen Index mit dem zweiten unteren multiplicirt, darauf den zweiten oberen mit dem ersten unteren multiplicirt und alsdann die beiden Producte von einander abzieht, deren Differenz den ersten Index $u$ des gesuchten Zonensymbols liefert. Durch entsprechende Fortsetzung des Verfahrens dieser kreuzweisen Multiplication erhält man auch die beiden anderen Indices derselben.

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 1 & 2 & 3 \end{matrix}$$

$u = (1\times3) - (1\times2) = 1$; $v = (1\times1) - (1\times3) = -2$; $w = (1\times2) - (1\times1) = 1$.

Also ist das Zonensymbol hier $[1\bar{2}1]$; aus den Indices zweier Flächen (201) und (110) würde man so das Zonenzeichen $[\bar{1}12]$ erhalten; dasjenige für die beiden Flächen (201) und (314) ist $[\bar{1}\bar{5}2]$.

Da die Indices stets ganze rationale Zahlen sind, so müssen es auch die Grössen $u$, $v$, $w$ sein.

Wenn eine Fläche $R$ mit zwei anderen, $Q$ und $S$, in einer Zone liegen soll, so müssen die Indices jener Fläche einer besonderen Bedingung genügen. Diese besteht darin, dass, wenn das Zonensymbol von $Q$ und $S$ nach der eben gegebenen Berechnung $[u\,v\,w]$ ist und die Indices von $R = h\,k\,l$ sind, alsdann $uh + vk + wl = 0$. Da diese Bedingungsgleichung nicht abhängt von den Elementen des Krystalls, sondern nur von den Indices, welche ihre rationalen Werthe bei jeder Temperatur

1) Die theoretische Ableitung dieser Zonenregeln, welche hier nur als solche gegeben werden können, mag man z. B. in *Groth*, Physikal. Krystallogr. 1895. S. 301 nachsehen.

constant beibehalten, so folgt daraus das S. 12 erwähnte Gesetz von der »Erhaltung der Zonen«.

Sind die Indices von $Q$ und $S$ z. B. (111) und (123), so ist ihr Zonensymbol, wie oben, $[1\bar{2}1]$. Die Fläche $R$ mit den Indices (432) liegt daher auch in dieser Zone, da $(1\times4)+(-2\times3)+(1\times2)=0$. Ebenso gehört die Fläche $(\bar{3}11)$ in die (z. B. die Flächen 201 und 314 aufweisende) Zone, deren Symbol $[1\bar{5}2]$ ist. — Anderseits erkennt man auf Grund dieser sog. Zonencontrolle, dass die Fläche (112) dagegen nicht in der Zone $[1\bar{2}1]$ liegen kann, da man bei jener Addition der Producte nicht 0, sondern 4 erhält.

Das Zeichen $[uvw]$ einer Zone liefert daher auch die Gesammtheit aller möglichen zu ihr gehörigen Flächen, indem man für $k$ und $l$ in obiger Bedingungsgleichung der Tautozonalität nach und nach alle einfachen rationalen Zahlen 0, 1, 2 u. s. w. einsetzt und jedesmal das entsprechende $h$ aus derselben berechnet.

Wie angeführt, ist eine Krystallfläche, welche zugleich in zwei Zonen liegt, dadurch vollkommen bestimmt. Man erhält nun die Indices des Durchschnittspunkts zweier Zonen, d. h. der in beiden liegenden Fläche auf dieselbe Weise, nach welcher man das Zonensymbol aus den Flächen-Indices entwickelt. Sind die Symbole der beiden Zonen $[uvw]$ und $[u'v'w']$, so sind die Indices der in beiden liegenden Fläche $hkl$:

$$h = vw' - wv';\ k = wu' - uw';\ l = uv' - vu'.$$

Das Zonensymbol der beiden Flächen (123) und (113) ist $[30\bar{1}]$, dasjenige der beiden Flächen (011) und (122) ist $[01\bar{1}]$. Wird zufolge obigem Schema der nach Abtrennung der ersten und letzten Colonne vorgenommenen kreuzweisen Multiplication u. s. w. nunmehr mit diesen beiden Zonensymbolen selbst verfahren, so erhält man die gesuchten Indices (133) für diejenige Fläche, welche sowohl in der einen als in der anderen Zone liegt, also einerseits mit (123) und (113), anderseits mit (011) und (122) parallele Kanten bildet. Ebenso liegt die Fläche (531) in der Durchkreuzung der beiden Zonen $[1\bar{2}1]$ und $[\bar{1}12]$.

Da die auf diese Weise berechneten Indices für eine in zwei Zonen liegende Fläche stets rational sind, so ist eine solche Fläche stets am Krystall möglich. Anderseits sind aber auch in einem Krystallsystem nur solche Flächen möglich, welche je zweien Zonen dieses Systems zugleich angehören.

Die Indices einer Fläche, welche die Kante zweier gleichartiger Flächen gleichmässig abstumpft, werden erhalten durch die Addition der Indices der letzteren bezüglich jeder Axe. So ist es eine Fläche mit den Indices (332), welche die Kante der beiden gleichartigen Flächen (211) und (121) gerade abstumpft.

Auch vermittels einfacher Sätze der analytischen Geometrie und an der Hand der Linearprojection können die im Vorstehenden angeführten Ermittelungen vorgenommen werden [1]).

Aus dem Vorstehenden sieht man, dass: 1) die Ableitung der Indices einer Zone aus zwei, durch ihre Indices bekannten Flächen; 2) die Ableitung der Indices einer Fläche aus den Indices zweier Zonen, in welchen sie liegt, möglich ist, ohne Verwendung von Winkeln. Diese Operationen heissen Deduction. Geht man von vier beliebigen, an einem Krystall auftretenden Flächen aus, von denen nie je drei in einer Zone liegen, so kann man aus den vorhandenen Durchschnitts-

1) Vgl. darüber z. B. *Quenstedt*, Grundriss der bestimmenden und rechnenden Krystallographie, 1873. S. 188. — *Klein*, Einleitung in die Krystallberechnung, 1876. S. 39.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kanten fortwährend vermittels solcher Deduction neue Flächen, und alsdann aus den von diesen gebildeten Durchschnittskanten wiederum weitere neue Flächen herleiten. Da zufolge der Deductionsweise ihre Indices allemal rational sein müssen, so sind alle diese deducirten Flächen auch möglich. So kann man auf solchem Wege im Voraus alle möglichen Flächen eines Krystalls ableiten, gerade so, wie wenn man in das allgemeine Flächensymbol $ma : nb : rc$ nach einander alle rationalen Zahlen für die Coëfficienten $m$, $n$, $r$ einsetzen würde.

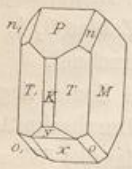


Fig. 11.

In dem monoklinen Krystall Fig. 11 wird $k = (100)$, Orthopinakoid, $M = (010)$, Klinopinakoid, $P = (001)$, Basis, $o = (11\bar{1})$ und $o_1 = (1\bar{1}\bar{1})$, Grundpyramiden angenommen. Die Indices sämmtlicher übrigen Flächen können nun, ohne trigonometrische Rechnung, blos durch den Zonenverband, bestimmt werden: Die Fläche $x$ liegt in der Zone $kP$, deren Zonensymbol (nach dem Vorstehenden aus (100) und (001) berechnet) $= [10\bar{1}]$, und in der Zone $Mo$, deren Zonensymbol (aus (010) und $(11\bar{1})$ berechnet) $= [\bar{1}0\bar{1}]$; daraus ergeben sich für $x$ die Indices $(10\bar{1})$. — Die Fläche $T$ liegt in der Zone $kM$ und in derjenigen $Po$; ihre Indices sind daher (110); $T_1 = (1\bar{1}0)$. — $y$ liegt in der Zone $kx$ und $To_1$, hat demnach die Indices $(20\bar{1})$. — $n$ liegt in der Zone $PM$ und $Ty$, besitzt deshalb die Indices (021); $n_1 = (0\bar{2}1)$. — Bisweilen erhält man bei diesen Bestimmungen die Indices der Fläche, die mit der gesuchten parallel ist; so hätte man bei einer Wahl zweier anderer Zonen auch für $x$ die Indices $(\bar{1}01)$ finden können, welche sich dann aber auf die mit $x$ parallele Gegenfläche $x_1$ (auf der hinteren Seite des Krystalls oben gelegen) beziehen: in diesem Falle braucht man die gefundenen Indices nur mit $-1$ einzeln zu multipliciren, um das Symbol der gesuchten Fläche zu erhalten.

§ 13. **Vollflächigkeit und Theilflächigkeit.** Vollflächige Formen oder Holoëder sind solche einfache Krystallformen, welche diejenigen Symmetrie-Ebenen, die ihnen durch das betreffende Krystallsystem vorgeschrieben werden (S. 17), auch in voller Zahl besitzen. Hälftflächner oder Hemiëder werden zunächst diejenigen, aus den holoëdrischen durch ein bestimmtes Verfahren ableitbaren Krystallformen genannt, für welche man sich vorstellen kann, dass bei ihnen eine oder mehre Gruppen von gleichwerthigen Symmetrie-Ebenen aus dem Complex ausgetreten und nicht mehr vorhanden sind. Hiermit ist dann auch der Verlust von anderen Symmetrie-Elementen verbunden, jedesmal der von Symmetrie-Axen, möglicherweise auch der des Symmetrie-Centrums.

Die Ableitung der Hemiëder aus den Holoëdern erfolgt in der Weise, dass von jedem Flächenpaar, für welches eine bestimmte Ebene die Bedeutung einer S.-E. einbüssen soll, je eine Fläche unterdrückt wird und zum Verschwinden gelangt, wobei aber die andere Fläche sich soweit ausdehnt, dass sie mit den übrigen verbleibenden Flächen zum Durchschnitt gelangt und Kanten bildet. Dies ergibt sich aus der Erwägung, dass eine Ebene, welche ja in dem Falle den Charakter einer S.-E. besitzt, wenn alle übrigen Krystallflächen paarweise zu ihr auftreten, dann anderseits diese Bedeutung verlieren muss, wenn alle Flächen mit Bezug auf sie nur einmal am Krystall vorhanden sind.

Nach den Symmetriegesetzen muss das Verlorengehen einer S.-E. als solcher zugleich auch das Austreten aller übrigen, mit ihr gleichwerthigen S.-E.n zur Folge haben, so dass, wenn eine S.-E. nicht als einzige ihrer Art vorliegt, es eine

Gruppe derselben ist, welche ausscheidet. Ferner kann der Verlust einer S.-E. es bisweilen nach sich ziehen, dass auch eine darauf senkrecht stehende, sonst ungleichwerthige Ebene ihre Bedeutung als besondere S.-E. einbüsst, in welchem Falle also verschiedenartige S.-E.n gleichzeitig verschwinden (vgl. die sphenoidische Hemiëdrie im tetragonalen, die rhomboëdrische im hexagonalen System).

Die morphologische Wirkung eines Hemiëdrischwerdens ist nun bei den verschiedenen Formen abweichend. Einerseits zeigt es sich sehr vielfach, dass die hemiëdrische Form zwar ihre Flächen in genau derselben Lage am Axenkreuz besitzt, wie eine holoëdrische, aber diese Flächen wirklich auch nur in der halben Anzahl aufweist, weshalb man von der einen Form auf die andere gelangt, wenn man die symmetrisch vertheilte Hälfte ihrer Flächen verschwinden lässt, wobei die übrig bleibende, gewissermassen sich ausdehnende Hälfte der Flächen für sich eine geschlossene, von unter einander gleichen Flächen begrenzte Gestalt bildet (vgl. Fig. 49 in Verbindung mit 50 und 51, oder die drei Formen der Fig. 157). Dies ist stets dann der Fall, wenn die Flächen einer Form schief geneigt liegen gegen die abhanden kommende S.-E. Die Auswahl der zum Verbleiben bestimmten Hälfte der Flächen muss immer so getroffen werden, dass sie die Enden aller gleichwerthigen S.-A.n in derselben Anzahl, unter gleichen Winkeln und unter übereinstimmender Centraldistanz schneiden.

Es leuchtet ein, dass unter diesen Verhältnissen bei jeder Hemiëdrie zwei hemiëdrische Formen entstehen müssen, welche sich gegenseitig zur holoëdrischen Stammform ergänzen, daher sie complementäre oder correlate Formen, oder auch Gegenkörper genannt worden sind. Diese beiden Gegenkörper sind entweder congruent, wenn sie durch einfache Drehung zur gegenseitigen Deckung gebracht werden können, so dass das für den einen geltende Modell, blos in seiner Stellung verwendet, zugleich auch das Modell für den congruenten Gegenkörper abgibt (vgl. Fig. 50 und 51, oder Fig. 157); oder in selteneren Fällen enantiomorph, d. h. sie sind nur spiegelbildlich gleich und können, wie z. B. ein rechter und ein linker Handschuh, durch keinerlei Drehung zur Congruenz gebracht werden (vgl. Fig. 90 und 92, oder *a* und *b* in Fig. 180). Die congruenten Formen besitzen selbst noch S.-E.n, die enantiomorphen sind eben solche, welche jede S.-E. verloren haben und auch kein Centrum der Symmetrie mehr besitzen.

In den bisher gedachten Fällen weisen die Hemiëder thatsächlich nur die halbe Flächenzahl der Holoëder auf. Sofern nun aber anderseits die holoëdrische Form ihre Flächen so liegen hat, dass diese senkrecht stehen auf deren verloren gehenden S.-E.n (oder dass ihre Normalen innerhalb dieser S.-E.n liegen), so muss, wenngleich auch die eine Hälfte solcher zur S.-E. senkrechten Fläche verschwindet, sich doch die andere Flächenhälfte in eben derselben Richtung darüber hinaus ausdehnen, wo die erstere verschwunden ist, und demnach in diesem Falle die ursprüngliche Gestalt als solche erhalten bleiben. Alsdann äussert sich daher die Hemiëdrie nicht morphologisch, die Wirkung derselben ist das Zustandekommen einer Form, welche, rein geometrisch betrachtet, von dem betreffenden Holoëder nicht verschieden ist und die thatsächliche Verminderung der Symmetrie äusserlich nicht erkennen lässt; oder es gehen vielmehr hier aus dem Holoëder zwei complementäre Gegenkörper hervor, welche gestaltlich weder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

unter sich noch von dem Holoëder abweichen. In der inneren Molecularstructur indessen, in der Bedeutung der einzelnen Begrenzungselemente, sowie auch in der Combination mit anderen Gestalten zeigen sich wesentliche Unterschiede zwischen einem solchen nur scheinbar holoëdrischen Hemiëder und einem wahren Holoëder; die Flächen des ersteren besitzen auch einen geringeren Symmetriegrad als die anscheinend übereinstimmenden Flächen des letzteren.

In den ersten drei Krystallsystemen, in denen die Holoëder mehr als drei S.-E.n besitzen, kann es verschiedene Modalitäten der Hemiëdrie geben, je nachdem diese oder jene Gruppe von S.-E.n aus dem Complex austritt, oder was dasselbe sagt, je nachdem auf diese oder auf eine andere Weise die Auswahl der zum Verschwinden bestimmten Flächen erfolgt. — Besitzt ein Krystall überhaupt keine S.-E., so kann er nach dem Vorstehenden auch nicht hemiëdrisch werden; ist aber noch ein Centrum der Symmetrie bei ihm vorhanden, so kann auch dieses verloren gehen und dadurch eine Wirkung erzeugt werden, welche mit der Hemiëdrie eine gewisse Aehnlichkeit hat (vgl. triklines System).

Die Hemiëdrie lässt sich daher auch als die Erscheinung bezeichnen, dass die geometrisch gleichen Krystallräume entweder in morphologischer und physikalischer Hinsicht oder allein in letzterer blos abwechselnd gleich sind.

In den Krystallsystemen höherer Symmetriegrade, in welchen mehre Arten von Hemiëdrie möglich sind, können die nach einer Modalität gebildeten hemiëdrischen Formen, durch weiteres theilweises oder gänzliches Verschwinden der dann übrig gebliebenen S.-E.n, noch einmal nach dem Gesetz einer anderen Modalität der Hemiëdrie in zwei Hälften zerlegt werden, wodurch Formen gebildet werden können, welche nur den vierten Theil der Flächen der ursprünglichen holoëdrischen Gestalt, bei genau gleichbleibender Lage derselben aufweisen. Bei anderen holoëdrischen Formen ist jedoch, wenn das gleiche Verfahren auch auf sie angewandt wird, abermals keine morphologische Wirkung damit verknüpft oder die Formen verändern sich nur in der Weise wie dies vermöge der einen Hemiëdrie erfolgte. Man nennt diese Erscheinung die Tetartoëdrie oder Viertelflächigkeit; sie besteht also allgemein darin, dass auch jene geometrischen Krystallräume, welche in den hemiëdrischen Krystallen noch untereinander gleich erscheinen, hier blos abwechselnd gleich sind, oder dass von allen Krystallräumen des holoëdrischen Krystalls blos der vierte Theil Gleichheit darbietet.

In der Natur findet eine strenge Scheidung zwischen den vollflächigen und theilflächigen Formen statt, indem eine und dieselbe als Mineralart auftretende chemische Substanz entweder nur holoëdrisch, oder nur hemiëdrisch, oder nur tetartoëdrisch, und in den letzteren Fällen auch nur in einer bestimmten Modalität der Theilflächigkeit krystallisirt. Daher bilden die theilflächigen Krystalle selbständige Abtheilungen der Krystallsysteme. Dies spricht sich auch darin aus, dass immer nur Holoëder mit Holoëdern, Hemiëder einer bestimmten Modalität mit solchen derselben Modalität, tetartoëdrische Formen mit denjenigen desselben Charakters in Combination treten können. Das krystallographische Axensystem ist aber für sämmtliche Theilflächner dasselbe wie für die Vollflächner, aus denen sie abgeleitet werden; auch das optische Verhalten stimmt trotz der Verminderung der formellen Symmetrie im Allgemeinen überein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Geometrisch durchaus holoëdrisch erscheinende Substanzen können nach dem Angeführten physikalisch dennoch tief im Grade der Symmetrie stehen, wie es unter den hexagonalen der Nephelin und die einfachste Combination des Quarzes, unter den regulären Chlorkalium zeigt. Von keinem holoëdrisch aussehenden Krystall kann man bestimmt behaupten, dass er es wirklich sei, bevor nicht durch weitere, zumeist physikalische Untersuchungen sein Symmetriegrad sicher gestellt ist.

§ 14. **Hemimorphie.** An die Hemiëdrie schliesst sich, gewissermassen eine analoge, wenn auch viel seltenere Erscheinung bildend, die Hemimorphie (oder der Hemimorphismus) an. Derselben sind diejenigen holoëdrischen oder hemiëdrischen Combinationen fähig, welche eine Symmetrie-Axe besitzen, die von allen übrigen daran vorkommenden verschieden oder überhaupt einzig in ihrer Art ist, und die Hemimorphie besteht nun darin, dass jene zwei entgegengesetzten Krystallräume, welche an beiden Enden solcher S.-A. gelegen sind, morphologische (und physikalische) Abweichung zeigen, indem sie gesetzmässig von den Flächen ganz verschiedener Formen begrenzt werden (Fig. 12 Turmalin, Fig. 13 Kieselzink, Fig. 14 Struvit). Steht die einzig in ihrer Art vorhandene S.-A. vertical, so wird sich die Hemimorphie (wie es in den Figuren der Fall) in einem Gegensatz zwischen oben und unten, liegt sie horizontal, so wird sie sich in einem Gegensatz zwischen vorne und hinten oder zwischen rechts und links aussprechen. Die Hemimorphie kann daher auch als eine Unsymmetrie zu beiden Seiten einer auf jener Axe senkrecht stehenden, singulären Ebene bezeichnet werden, indem die beiden Axenhälften weder deckbar gleich noch spiegelbildlich gleich sind. Jene Axe wird deshalb auch die Axe der Hemimorphie genannt. Wie die theilflächigen (hemiëdrischen und tetartoëdrischen) Krystalle, so besitzen ebenfalls die den Gesetzen der Hemimorphie unterworfenen so einen geringeren Grad der Symmetrie als er durch das betreffende Krystallsystem vorgeschrieben ist. Da sich bei einer einzelnen einfachen Krystallform die Hemimorphie darin aussprechen würde, dass überhaupt nur eine Hälfte vorhanden wäre, welche für sich den Raum nicht begrenzt, so muss jeder hemimorphe Krystall eine Combination sein. Hemimorphe Formen besitzen kein Centrum der Symmetrie.

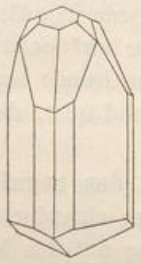
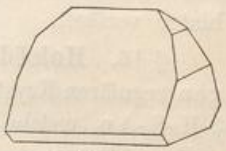

Fig. 12.


Fig. 13.


Fig. 14.

Der physikalische Gegensatz an beiden Enden der S.-A. macht sich darin geltend, dass die hemimorphen Krystalle durch Erwärmung polarelektrisch werden, d. h. an den abweichenden Enden alsdann entgegengesetzte Elektricität entwickeln; auch rücksichtlich der Wärmeleitung ist bei ihnen eine Einseitigkeit dargethan worden, welche ferner noch in der Form der Aetzfiguren ihren Ausdruck findet. Für Krystalle des regulären sowie des triklinen Systems ist die Hemimorphie ausgeschlossen, da die des ersteren keine S.-A. oder S.-E. besitzen, welche einzig in ihrer Art ist, bei denen des letzteren aber überhaupt keine S.-A. existirt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Um der Hemimorphie eine Selbständigkeit gegenüber der Hemiëdrie zu wahren, ist es erforderlich, die Singularität der gedachten Symmetrie-Axe zu betonen. Denn nur in diesem Falle werden Formen erzeugt, die von den Wirkungen der Hemiëdrie verschieden und nicht auch durch letztere deutbar sind. Sofern man sich vorstellt, dass die Hemimorphie gleichzeitig nach mehren gleichwerthigen S.-A.n stattfindet, würden Formen entstehen, welche von den vermöge der Hemiëdrie resultirenden nicht verschieden sind.

Während sich bei einer Anzahl von Mineralien die Hemimorphie als eine gesetzmässige Erscheinung zu erkennen gibt, kommen bei anderen nur dann und wann zufällige Unregelmässigkeiten der Ausbildung vor, welche zwar eine Aehnlichkeit mit der Hemimorphie besitzen, aber doch nur als individuelle Anomalieen betrachtet werden können; z. B. am Topas, am Kalkspath, am Wiluit.

### 1. Reguläres Krystallsystem.

§ 15. **Geometrischer Grundcharakter.** Dieses Krystallsystem, welches auch das tessularische, tesserale, isometrische, kubische genannt worden ist, zeichnet sich dadurch aus, dass alle seine Formen auf drei, unter einander rechtwinkelige, völlig gleiche und gleichwerthige krystallographische Axen bezogen werden können. Daher lässt sich jede reguläre Form nach drei verschiedenen Richtungen in völlig gleicher Weise aufrecht stellen. Das Axenkreuz, welches man den Gestalten dieses Systems zu Grunde legt, wird so gerichtet, dass die eine Axe vertical, die zweite horizontal und quer, die dritte geradeaus von vorne nach hinten verläuft.

§ 16. **Holoëdrische Formen des regulären Systems.** Die vollflächigen regulären Krystalle besitzen 3 zu einander normale H.-S.-E.n und daher auch 3 H.-S.-A.n, welche in ihrer Richtung mit den krystallographischen Hauptaxen zusammenfallen und senkrecht stehen auf den Flächen des Würfels[1]); ausserdem noch 6 sich unter 120° durchschneidende gewöhnliche S.-E.n, welche die 6 rechtwinkeligen Neigungswinkel jener H.-S.-E.n halbiren und den Flächen des Rhombendodekaëders entsprechen. Diese 9 S.-E.n theilen den Raum in 48 gleiche Theile. Die 3 Hauptaxen sind vierzählige S.-A.n. Daneben besitzen die holoëdrischen regulären Krystalle noch 4 dreizählige S.-A.n (auch trigonale Zwischenaxen genannt), welche senkrecht auf den Oktaëderflächen stehend, mitten zwischen drei Hauptaxen liegen und gegen jede derselben gleich geneigt sind. Ferner noch 6 zweizählige S.-A.n (sog. rhombische Zwischenaxen), welche mitten zwischen zwei Hauptaxen liegen und den Winkel derselben halbiren; sie stehen senkrecht auf den Rhombendodekaëderflächen. Diese 3 Arten von S.-A.n sind in der erwähnten Reihenfolge in Fig. 17, 18, 19 in den Würfel eingezeichnet. Wie überhaupt im regulären System existiren keine sechszähligen S.-A.n. Ein Centrum der Symmetrie ist vorhanden. — Die sphärische Projection Fig. 15, ausgeführt nach den auf S. 25 stehenden

1) Obgleich nach S. 13 jeder beliebige Complex von drei Flächen eines Krystalls als Axenebenen gewählt werden kann, um die anderen darauf zu beziehen (welche dann stets rationale Parameterverhältnisse ergeben), so gestaltet sich doch die Betrachtung der Formen in allen Systemen erheblich einfacher, wenn die Wahl der Axenebenen so getroffen wird, dass alle Flächen einer jeden einfachen Form auch die gleichen Parameter erhalten. Dies ist für die Gestalten des regulären Systems nur dann der Fall, wenn eben die 3 H.-S.-E.n als Axenebenen angenommen werden; die Berechnung der Formen wird alsdann hier auch wesentlich leichter, weil die Axenebenen nun senkrecht aufeinander stehen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Angaben, zeigt die Vertheilung der Flächen bei der allgemeinsten Form, dem Achtundvierzigflächner $\{hkl\}$ und gewährt auch eine Uebersicht über die allen Formen gemeinsamen Symmetrieverhältnisse.

Jede reguläre Form wird durch ein besonderes Verhältniss der Parameter, d. h. der Abschnitte, welche jede Fläche derselben auf den Halbaxen hervorbringt, charakterisirt, wobei immer der kleinste Parameter $= 1$ gesetzt werden kann. Während nun das Verhältniss der durchgängigen Gleichheit der Parameter $1:1:1$ mit Recht als das eigentliche Grundverhältniss gelten muss, sind ausser ihm nur noch zwei allgemeine Grössenverhältnisse derselben denkbar.

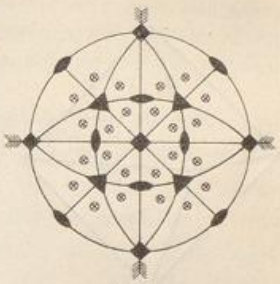


Fig. 15.

Das zweite ist nämlich das Verhältniss zweier gleicher gegen einen ungleichen Parameter; dasselbe liefert aber zwei verschiedene Gruppen von Formen, je nachdem die beiden gleichen Parameter grösser oder kleiner sind als der dritte, oder, den kleinsten Parameter $= 1$ gesetzt, je nachdem dasselbe

$$m:m:1, \text{ oder } m:1:1$$

geschrieben werden kann, wobei $m$ irgend eine rationale Zahl bedeutet, welche grösser als 1 ist. Da nun aber diese Zahl bis auf $\infty$ wachsen kann, und da die solchenfalls eintretenden Grenzverhältnisse

$$\infty:\infty:1, \text{ oder } \infty:1:1$$

wiederum zwei besondere Formen bedingen, so ergibt sich, dass das zweite allgemeine Grössenverhältniss der Parameter überhaupt vier verschiedene Arten von Formen bedingt. — Das dritte allgemeine Verhältniss endlich ist das der durchgängigen Ungleichheit der Parameter, welches man

$$m:n:1$$

schreiben kann, wenn der kleinste Parameter $= 1$, der grösste $= m$, der mittlere $= n$ gesetzt wird. Dasselbe liefert abermals eine besondere Gruppe von Formen; da jedoch $m$ wieder bis $\infty$ wachsen kann, in welchem Falle das Verhältniss

$$\infty:n:1$$

resultirt, und da dieses Grenzverhältniss gleichfalls eine besondere Art von Formen bedingt, so folgt, dass das dritte allgemeine Grössenverhältniss der Parameter überhaupt zwei verschiedene Arten von Formen hervorruft.

Nach dieser allgemeinen Erläuterung sind sieben verschiedene Parameterverhältnisse und demgemäss sieben Arten von holoëdrisch-regulären Formen möglich, welche einen völlig abgeschlossenen Inbegriff bilden und mit einander nach verschiedenen Richtungen durch Uebergänge in Verbindung stehen. Bei der weiteren Beschreibung derselben ist aus Gründen der Zweckmässigkeit eine andere Reihenfolge gewählt, als sie sich aus obiger Deduction ergeben würde.

Die vollflächigen Formen des regulären Systems sind:

das Oktaëder,
das Hexaëder,
das Rhombendodekaëder,

die Triakisoktaëder,
die Tetrakishexaëder,
die Ikositetraëder und
die Hexakisoktaëder.

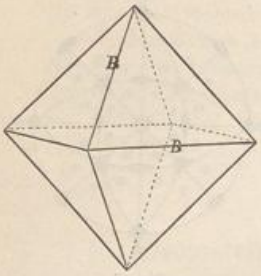


Fig. 16.

Das Oktaëder (Fig. 16) ist eine von 8 gleichseitigen Dreiecken umschlossene Form, mit 12 gleichen Kanten $B$, die 109° 28′ 16″ messen, und mit 6 vierflächigen (tetragonalen) Ecken. Die Hauptaxen verbinden je zwei gegenüberliegende Ecken, damit der auch für alle folgenden Formen geltenden Nothwendigkeit genügt werde, dass die 6 gleichwerthigen Enden der 3 Hauptaxen sämmtlich in krystallographisch gleichwerthigen Orten liegen. Auf den Flächen stehen die 4 dreizähligen S.-A.n senkrecht. — Spinell, Magneteisen, Gold, Fluorit, Senarmontit.

Eine jede Fläche des Oktaëders liegt so, dass sie die drei Hauptaxen in gleichen Entfernungen vom Mittelpunkt schneidet. Bezeichnet man, wie es von *Weiss* eingeführt wurde, diese 3 gleichen Parameter mit $a$, so ergibt sich als Flächenzeichen des Oktaëders $a : a : a$, und da nun sämmtliche Flächen dasselbe Parameterverhältniss besitzen, so kann das der einzelnen zukommende als repräsentatives Symbol der ganzen Form gelten. Dieses Zeichen liefert in jedem Oktanten eine und nur eine Fläche, indem die Vertauschung der 3 gleichen Parameter auf den 3 Axenhälften keine neue Fläche erzeugt.

Von *Naumann* wird das Oktaëder mit dem Parameterverhältniss 1 : 1 : 1 als die eigentliche Grundform des regulären Systems betrachtet, aus welcher vermöge einer einfachen Construction alle anderen Formen desselben abgeleitet werden können. Er bezeichnet daher das Oktaëder mit **O**, dem Anfangsbuchstaben seines Namens, und unter diesem Zeichen hat man sich also das vollständige Oktaëder, nicht blos eine einzelne Fläche dieser Gestalt vorzustellen. — Das *Miller*'sche Indexzeichen für das Oktaëder ist {111}; vgl. S. 22.

Das Hexaëder, oder der Würfel (Fig. 17), ist eine von 6 gleichen Quadraten umschlossene Form, mit 12 gleichen Kanten $C$ von 90° Winkelmaass, mit 8 dreiflächigen (trigonalen) Ecken. Die Hauptaxen verbinden die Mittelpunkte je zweier

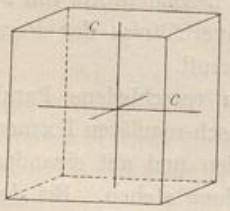
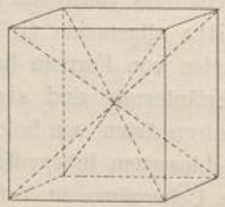
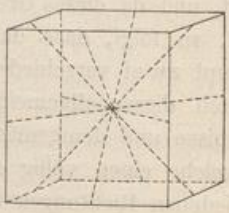


Fig. 17.


Fig. 18.


Fig. 19.

gegenüberliegender Flächen (Fig. 17); die Kanten des Würfels geben also die Lage der Hauptaxen an. Die Flächen des Würfels gehen den drei H.-S.-E.n des regulären Systems parallel, dessen sechs gewöhnliche S.-E.n je zwei gegenüberliegende Kantenwinkel des Würfels halbiren. Die 4 dreizähligen S.-A.n verbinden je zwei gegenüberliegende Würfelecken (Fig. 18), die 6 zweizähligen S.-A.n verbinden die

Halbirungspunkte zweier gegenüberliegender Würfelkanten (Fig. 19). — Flussspath, Bleiglanz.

Die Fläche des Hexaëders schneidet allemal nur eine Hauptaxe und geht den beiden anderen parallel, daher das Flächenzeichen $a : \infty a : \infty a$. Eine Fläche mit diesem Parameterverhältniss muss in jedem Oktanten dreimal vorhanden sein; jede fällt aber, da sie mit 2 Hauptaxen parallel geht, mit ihren symmetrischen Flächen in allen 3 Nachbaroktanten zusammen und die vollflächige Form kann also statt $3 \times 8$ nur den vierten Theil, d. h. 6 Flächen haben.

Das Hexaëder resultirt aus dem Oktaëder, indem man in jede Oktaëderecke eine Fläche legt, welche den beiden, nicht zu derselben Ecke gehörigen Hauptaxen parallel ist (oder solche in der Entfernung $\infty$ schneidet). Das krystallographische Körperzeichen *Naumann*'s für das Hexaëder, dessen jede Fläche durch das Parameterverhältnis $\infty : 1 : \infty$ bestimmt wird, ist daher $\infty O \infty$[1]). — Das *Miller*'sche Indexzeichen ist $\{100\}$ mit seinen 6 verschiedenen Flächen $(100)$, $(010)$, $(001)$, $(\bar{1}00)$, $(0\bar{1}0)$, $(00\bar{1})$.

Das Rhombendodekaëder (Fig. 20) ist eine von 12 gleichen und ähnlichen Rhomben (mit dem Verhältniss der Diagonalen $1 : \sqrt{2}$) umschlossene Form; es hat 24 gleiche Kanten $A$ von 120° Winkelmaass, und 6 vierflächige (tetragonale) sowie 8 dreiflächige (trigonale) Ecken. Von den Kanten sind je 6 einander parallel, so dass je 6 Flächen eine Zone bilden; solcher Zonen existiren daher 4 und jede Rhombendodekaëderfläche liegt in zwei dieser Zonen. Zwei Flächen, welche ihre spitzen Ecken einander zuwenden, sind unter 90° gegenseitig geneigt. Die Hauptaxen verbinden je zwei gegenüberliegende tetragonale Ecken. Die Flächen fallen mit den 6 gewöhnlichen S.-E.n des regulären Systems zusammen, senkrecht auf ihnen stehen die 6 zweizähligen S.-A.n. — Granat, Silberamalgam, Magneteisen; das häufige Vorkommen am Granat veranlasste den Namen Granatoëder.

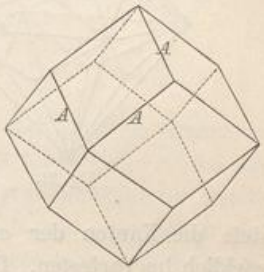


Fig. 20.

Die Fläche des Rhombendodekaëders schneidet 2 Hauptaxen in gleichen Abständen $(a)$ und geht der dritten $a$ parallel, daher das Flächenzeichen $a : a : \infty a$. Eine Fläche mit diesem Parameterverhältniss muss in jedem Oktanten dreimal vorhanden sein; da jede derselben aber einer Hauptaxe parallel ist, so muss ihre symmetrische Gegenfläche in dem anstossenden Oktanten mit ihr identisch sein. Statt $3 \times 8$ kann die ganze Form daher nur die Hälfte dessen, nämlich 12 Flächen aufweisen.

Aus dem Oktaëder entsteht das Rhombendodekaëder, indem in jede der 12 Oktaëderkanten eine Fläche gelegt wird, welche der nicht zu derselben Kante gehörigen Hauptaxe parallel ist (oder solche in der Entfernung $\infty$ schneidet). Da dann jede Fläche durch das Parameterverhältniss $\infty : 1 : 1$ bestimmt wird, so ist das *Naumann*'sche Körperzeichen des Rhombendodekaëders $\infty O$ (anstatt $\infty O 1$). — Das *Miller*'sche Symbol ist $\{110\}$, liefernd die 12 verschiedenen Flächen $(110)$, $(101)$, $(011)$, $(\bar{1}10)$, $(\bar{1}01)$, $(0\bar{1}1)$, $(1\bar{1}0)$, $(10\bar{1})$, $(01\bar{1})$, $(\bar{1}\bar{1}0)$, $(\bar{1}0\bar{1})$, $(0\bar{1}\bar{1})$.

1) Hierfür, wie auch für die folgenden Symbole gilt, dass der eine Coëfficient, welcher stets $= 1$ ist, nicht geschrieben wird, indem er gewissermassen in O steckt; die auf die beiden anderen Axen bezüglichen Coëfficienten werden vor und hinter O gesetzt, und zwar der grössere immer links, der kleinere rechts; ist der letztere $= 1$, so wird er ebenfalls weggelassen.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anm. Diese drei ersten Formen des regulären Systems sind einzig in ihrer Art, indem sie gar keine verschiedenen Varietäten zulassen. Diese Invariabilität ergibt sich einerseits aus der Natur der sie begrenzenden Flächen — gleichseitiges Dreieck, Quadrat, Rhombus —, welche keiner Modification fähig sind, anderseits aus der Beschaffenheit ihrer Symbole, in denen variabele Coëfficienten nicht vorkommen, sondern nur 1 und $\infty$. Die übrigen folgenden Formen aber können in sehr verschiedenen Varietäten ausgebildet sein, ohne doch den allgemeinen geometrischen Charakter ihrer Art aufzugeben.

Zufolge ihrer Lage am Axenkreuz sind unter Berücksichtigung des S. 19 Angeführten eigentlich die Oktaëderflächen als Pyramiden-, die des Würfels als Pinakoid-, die des Rhombendodekaëders als Prismenflächen charakterisirt.

Die Triakisoktaëder (oder Pyramidenoktaëder, Fig. 21, 22, 23) sind von 24 gleichschenkeligen Dreiecken umschlossene Formen, deren allgemeine Gestalt zwischen jener des Oktaëders und Rhombendodekaëders schwankt, jedoch so, dass

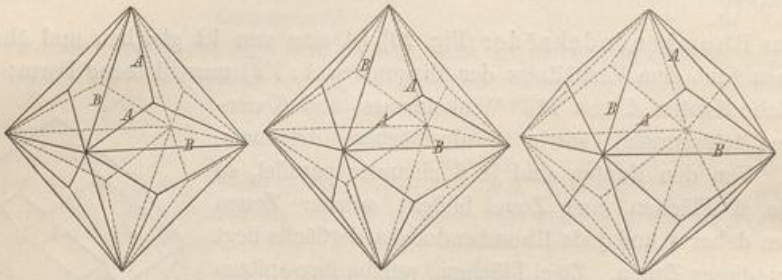



Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23.

stets die Kanten der ersteren, niemals aber die Kanten der anderen Grenzform wirklich hervortreten. Die Kanten sind zweierlei: 12 längere $B$, welche den Kanten des Oktaëders entsprechen, und 24 kürzere $A$ (Pyramidenkanten), welche zu je drei über den Flächen des eingeschriebenen Oktaëders liegen. Die Ecken sind gleichfalls zweierlei: 6 achtflächige (ditetragonale) Oktaëderecken, so liegend wie die Ecken eines Oktaëders, und 8 dreiflächige (trigonale), in den einzelnen Oktanten gelegene Pyramidenecken. Die Hauptaxen verbinden je zwei gegenüberliegende ditetragonale Ecken. — Bleiglanz.

Der Name Triakisoktaëder erinnert an die stets vorhandene Gruppirung der Flächen in 8 dreizählige Systeme, indem die Gestalt gewissermassen ein Oktaëder ist, auf dessen jeglicher Fläche sich eine stumpfe dreiseitige Pyramide erhebt. Je niedriger diese Pyramiden sind, je flacher der Winkel $A$ ist (wie in Fig. 21), desto mehr nähert sich die Gestalt einem Oktaëder. Bei grösserer Steilheit der Pyramiden und grösserem Werth des Winkels $B$ (wie in Fig. 23) findet immer mehr Annäherung an das Rhombendodekaëder statt. — Die Fläche des Triakisoktaëders schneidet zwei Hauptaxen in derselben Entfernung $a$, die dritte erst in einer $m$-mal verlängerten, ist daher charakterisirt durch das Zeichen $a : a : ma$ (z. B. $a : a : 2a$; $a : a : 3a$), welches in jedem Oktanten 3 Flächen ergibt. Je grösser $m$, desto mehr nähert sich die Gestalt dem Rhombendodekaëder, je kleiner, desto mehr dem Oktaëder; wird $m = \infty$, so geht das Rhombendodekaëder $(a : a : \infty a)$, wird $m = 1$, dann das Oktaëder $(a : a : a)$ hervor.

Die Construction aus dem Oktaëder ergibt sich folgendermassen: Man verlängere jede Halbaxe des Oktaëders durch Vervielfältigung nach einer Zahl $m$, welche rational und grösser als 1 ist, und lege hierauf in jede Oktaëderkante zwei

Flächen, welche die nicht zu derselben Kante gehörige Hauptaxe beiderseits in der Entfernung $m$ schneiden; so entsteht ein Triakisoktaëder, dessen Zeichen $m\mathbf{O}$ ist, weil jede Fläche das Parameterverhältniss $m : 1 : 1$ hat. Die gewöhnlichsten Varietäten sind $\frac{3}{2}\mathbf{O}$, $2\mathbf{O}$ und $3\mathbf{O}$[1]). Bei *Miller* sind die Triakisoktaëder allgemein $\{h\,h\,l\}$; $3\mathbf{O} = \{331\}$; $\frac{3}{2}\mathbf{O} = \{332\}$. Durch Veränderung der Indexfolge und wechselnde Anbringung des Minuszeichens liefert das Symbol $\{h\,h\,l\}$ wie auch das der folgenden beiden Formen überhaupt 24 im Einzelnen abweichend bezeichnete Flächen.

Die Tetrakishexaëder (oder Pyramidenwürfel, Fig. 24, 25, 26) sind von 24 gleichschenkeligen Dreiecken umschlossene Formen, deren allgemeine Gestalt zwischen jener des Hexaëders und des Rhombendodekaëders schwankt, jedoch so,

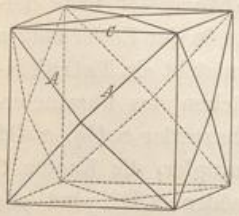


Fig. 24.

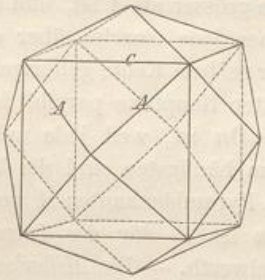


Fig. 25.

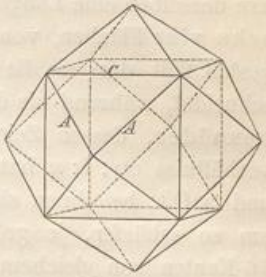


Fig. 26.

dass stets die Kanten der ersteren, nie aber die Kanten der anderen Grenzform an ihnen zu erkennen sind. Die Kanten sind zweierlei: 12 längere $C$, welche den Kanten des Hexaëders entsprechen, und 24 kürzere $A$ (Pyramidenkanten), welche zu je 4 über den Flächen des eingeschriebenen Hexaëders liegen. Die Ecken sind gleichfalls zweierlei: 6 vierflächige (tetragonale) Pyramidenecken und 8 sechsflächige, so liegend wie die Ecken eines Hexaëders. Die Hauptaxen verbinden je zwei gegenüberliegende tetragonale Ecken. — Gold, Flussspath.

Der Name Tetrakishexaëder erinnert an die bestimmte Beziehung zu dem Hexaëder, während er zugleich die, in Bezug auf diese Form stets vorhandene Gruppirung der Flächen in 6 vierzählige Systeme betont. Der Name Pyramidenwürfel drückt aus, dass die Gestalt gleichsam ein Würfel ist, der auf jeder seiner Flächen eine niedrige vierseitige Pyramide trägt. Je niedriger diese Pyramiden sind, je flacher der Winkel $A$ ist (Fig. 24), desto mehr nähert sich die Gestalt des Tetrakishexaëders einem Würfel, je höher (Fig. 26), desto mehr einem Rhombendodekaëder.

---

1) Als Beispiel für die Winkelwerthe verschiedener Varietäten dienen nachstehende Angaben, in welche auch die beiden Grenzformen mit aufgenommen sind.

| | Oktaëderkanten $B$ | Pyramidenkanten $A$ |
|---|---|---|
| 0 | 109°28′ | 180° |
| $\frac{3}{2}$O | 115°42′ | 174°36′ |
| $\frac{3}{2}$O | 129°31′ | 162°39′ |
| $\frac{1}{1}$O | 136° 0′ | 157° 5′ |
| 2O | 141° 3′ | 152°44′ |
| 4O | 159°57′ | 136°39′ |
| 9O | 171° 1′ | 127°24′ |
| 36O | 177°45′ | 121°50′ |
| $\infty$O | 180° | 120° |

Triakisoktaëder mit gleichen Kanten können in der Natur nicht vorkommen, da in diesem Fall $m$ den irrationalen Werth $1 + \sqrt{2}$ erhalten würde.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schneidet die Fläche des Tetrakishexaëders die eine Axe in der Entfernung $a$, so wird die andere Axe in einer um $n$ ($> 1$) verlängerten Entfernung getroffen, während die Fläche mit der dritten Axe parallel geht. Daher das Flächenzeichen $a : na : \infty a$, z. B. $a : 2a : \infty a$; $a : 4a : \infty a$. Dasselbe würde in jedem Oktanten 6 Flächen liefern, von denen aber immer je zwei mit zweien eines benachbarten Oktanten zusammenfallen, daher die ganze Form $\frac{6 \times 8}{2} = 24$ Flächen aufweist. Je mehr $n$ wächst, desto mehr nähert sich ein Tetrakishexaëder gestaltlich dem Hexaëder; ist $m = \infty$ geworden, so resultirt das Hexaëder $(a : \infty a : \infty a)$ selbst. Wird $n$ immer kleiner, so nähert sich die Gestalt immer mehr dem Rhombendodekaëder $(a : a : \infty a)$, zu welchem sie wird, wenn $n = 1$.

Bei der Construction aus dem Oktaëder nehme man wiederum in jeder Halbaxe desselben eine Länge $n$, die grösser als 1 ist, und lege hierauf in jede Oktaëderecke vier Flächen, von welchen jede einzelne über eine Kante dieser Ecke dergestalt fällt, dass sie die zu derselben Kante gehörige Halbaxe in der Entfernung $n$ schneidet, während sie der dritten Hauptaxe parallel ist; so entsteht ein Tetrakishexaëder, dessen Zeichen $\infty O n$ ist, weil jede seiner Flächen das Parameterverhältniss $\infty : 1 : n$ hat. — Am häufigsten sind die Tetrakishexaëder $\infty O \frac{3}{2}$, $\infty O 2$ und $\infty O 3$; bei ihnen sind die Pyramidenkanten $A$ um so stumpfer, die Kanten $C$ um so schärfer, je grösser $n$ ist[1]). Für das Tetrakishexaëder $\infty O 2$ sind alle 36 Kanten von gleichem Winkelwerth. — Die *Miller*'schen Indices für die Tetrakishexaëder sind allgemein $\{h\,k\,0\}$; $\infty O \frac{3}{2} = \{320\}$; $\infty O 2 = \{210\}$; $\infty O 4 = \{410\}$.

Die Ikositetraëder (Fig. 27, 28, 29) sind Formen, welche von 24 Deltoiden umschlossen werden, d. h. von Trapezoiden, welche 2 Paare gleicher Seiten besitzen.

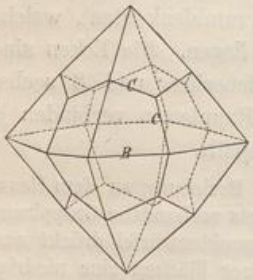


Fig. 27.

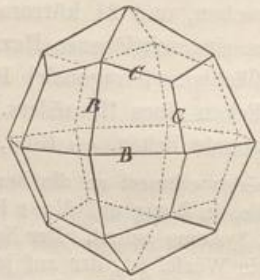


Fig. 28.

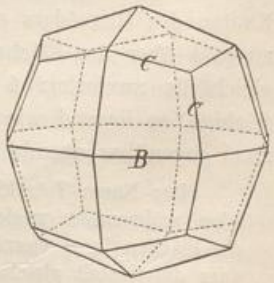


Fig. 29.

Ihre allgemeine Gestalt schwankt zwischen jener des Oktaëders und des Hexaëders, ohne dass doch die Kanten einer dieser beiden Grenzformen jemals hervortreten könnten. Die Kanten sind zweierlei: 24 längere $B$, paarweise über den Kanten des eingeschriebenen Oktaëders, und 24 kürzere $C$, zu je drei über den Flächen des

1) Es betragen bei

| | Würfelkanten $C$ | Pyramidenkanten $A$ |
|---|---|---|
| $\infty O$ | 180° | 120° |
| $\infty O \frac{3}{2}$ | 157° 23′ | 133° 49′ |
| $\infty O 2$ | 143° 8′ | 143° 8′ |
| $\infty O \frac{5}{2}$ | 133° 36′ | 149° 33′ |
| $\infty O 3$ | 126° 52′ | 154° 9′ |
| $\infty O 4$ | 118° 4′ | 160° 15′ |
| $\infty O 5$ | 112° 38′ | 164° 4′ |
| $\infty O \infty$ | 90° | 180° |

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

letzteren. Die Ecken sind dreierlei: 6 gleichkantig-vierflächige (tetragonale), 8 dreiflächige (trigonale), und 12 ungleichkantig-vierflächige (rhombische). Durch 2 gegenüberliegende dieser 26 Ecken geht je eine der 13 S.-A.n des regulären Systems. Die Hauptaxen verbinden je zwei gegenüberliegende tetragonale Ecken. — Das häufige Vorkommen der in Fig. 28 abgebildeten Varietät am Leucit veranlasste für sie den Namen Leucitoëder, während man die in Fig. 29 abgebildete Varietät das Leucitoid nannte. Je stumpfer die Kanten $C$ sind, desto grösser ist die Annäherung an das Oktaëder (Fig. 27), je stumpfer die Kanten $B$, desto grösser diejenige an das Hexaëder (Fig. 29).

Schneidet die Fläche des Ikositetraëders die eine Hauptaxe in der Entfernung $a$, so werden die beiden anderen Axen in der unter einander gleichen, um $m$-mal verlängerten Entfernung getroffen; daher das Flächenzeichen $a : ma : ma$, z. B. $a : 2a : 2a$; $a : 3a : 3a$; dasselbe liefert in jedem Oktanten 3 Flächen. Hohe Werthe für $m$ bedingen eine Annäherung an das Hexaëder $(a : \infty a : \infty a)$, sehr kleine eine solche an das Oktaëder $(a : a : a)$; wird $m = \infty$, so geht das erstere, wird $m = 1$, dann das letztere hervor.

Um die Ikositetraëder aus dem Oktaëder zu construiren, nehme man in jeder der Halbaxen des Oktaëders abermals die Länge $m$, und lege hierauf in jede Oktaëderecke vier Flächen, von denen jede einzelne über eine Fläche derselben Ecke dergestalt fällt, dass sie die beiden zu derselben Fläche gehörigen Halbaxen in der Entfernung $m$ schneidet; so entsteht ein Ikositetraëder, dessen Zeichen $m\mathbf{O}m$ ist, weil jede seiner Flächen das Parameterverhältniss $m : 1 : m$ hat. — Die gewöhnlichsten Ikositetraëder sind **2O2** und **3O3**, von denen zumal das erstere (Fig. 28) am Analcim, Leucit und Granat sehr häufig vorkommt; es hat die Eigenschaft, dass die seine Deltoide symmetrisch theilenden Flächendiagonalen mit den Kanten des eingeschriebenen Rhombendodekaëders zusammenfallen[1]). — Die Indices sind allgemein $\{hkk\}$; $\mathbf{3O3} = \{311\}$; $\mathbf{\frac{3}{2}O\frac{3}{2}} = \{322\}$.

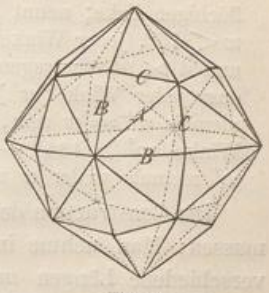


Fig. 30.

Die Hexakisoktaëder oder Sechsmalachtflächner oder Achtundvierzigflächner (Fig. 30) sind von 48 ungleichseitigen Dreiecken umschlossene Formen, deren allgemeine Gestalt zwischen denen aller übrigen holoëdrisch-regulären Formen schwanken kann; am häufigsten gruppiren sich jedoch die Flächen entweder in 6 achtzählige oder in 8 sechszählige, oder auch in 12 vierzählige Flächensysteme: der Achtundvierzigflächner erscheint bald durch das Aufsetzen sehr stumpfer achtseitiger Pyramiden über den 6 Hexaëderflächen (Oktakishexaëder), bald durch

1) Es betragen bei

| | Kanten $B$ | Kanten $C$ |
|---|---|---|
| O | 109° 28′ | 180° |
| $\frac{4}{3}O\frac{4}{3}$ | 118° 4′ | 169° 4′ |
| $\frac{3}{2}O\frac{3}{2}$ | 121° 58′ | 160° 15′ |
| 2O2 | 131° 49′ | 146° 27′ |
| $\frac{5}{3}O\frac{5}{3}$ | 141° 18′ | 132° 2′ |
| 3O3 | 144° 34′ | 129° 31′ |
| 4O4 | 152° 44′ | 120° |
| 6O6 | 162° 20′ | 110° |
| 12O12 | 170° 30′ | 99° 52′ |
| $\infty O\infty$ | 180° | 90° |

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das Aufsetzen sehr stumpfer sechsseitiger Pyramiden über den 8 Oktaëderflächen (Hexakisoktaëder), bald durch das Aufsetzen sehr stumpfer vierseitiger Pyramiden über den 12 Rhombendodekaëderflächen (Tetrakisdodekaëder) entstanden zu sein. Flächenvertheilung und Symmetrie-Elemente zeigt die sphärische Projection Fig. 15. — Die Kanten sind dreierlei: 24 längste Kanten $A$, welche nicht selten mit denen des Rhombendodekaëders zusammenfallen, jedenfalls aber eine ähnliche Lage und Vertheilung haben; 24 mittlere Kanten $B$, welche paarweise über den Kanten des eingeschriebenen Oktaëders (gebrochene Oktaëderkanten), und 24 kürzeste Kanten $C$, welche paarweise über den Kanten des eingeschriebenen Hexaëders liegen. Die längsten Kanten schwanken in ihrem Winkelmaass zwischen 180° und 120°, die mittleren zwischen 180° und 109° 28′ 16″, die kürzesten zwischen 180° und 90°. Die Ecken sind gleichfalls dreierlei: 6 achtflächige (ditetragonale), 8 sechsflächige, und 12 vierflächige (rhombische) Ecken. Durch je 2 gegenüberliegende Ecken geht je eine der 13 S.-A.n. Die Hauptaxen verbinden je zwei gegenüberliegende ditetragonale Ecken. — Granat, Flussspath.

Die Fläche eines Hexakisoktaëders schneidet alle 3 Halbaxen in abweichender Entfernung vom Mittelpunkt, daher das Zeichen $a : ma : na$, z. B. $a : 2a : 3a$; $a : \frac{3}{2}a : 3a$. In jedem der 8 Oktanten müssen hier 6 verschiedene Flächen auftreten, weil, wenn man in den einzelnen Oktanten die Längen 1, $m$ und $n$ auf jeder der 3 Hauptaxen aufträgt, die möglichen Vertauschungen bei der Verbindung dieser Schnittpunkte eben 6 Flächen liefern ($1mn$, $1nm$, $m1n$, $mn1$, $n1m$, $nm1$), von denen keine mit einer anderen im Nachbaroktanten übereinstimmt. — Es lässt sich leicht zeigen, dass jede dieser Flächen, die Gleichheit derselben vorausgesetzt, auch nur ein ungleichseitiges Dreieck darstellen kann. Ein jedes derselben trägt nämlich mit seinen 3 Winkeln bei zur Bildung einer achtflächigen, einer sechsflächigen und einer vierflächigen Ecke; nennt man diese 3 Winkel $w$, $w'$, $w''$, so ist nothwendig jeder Winkel $w < 45°$, jeder Winkel $w' < 60°$, jeder Winkel $w'' < 90°$, denn $8 \times 45°$, $6 \times 60°$ und $4 \times 90°$ betragen schon 360°. Da nun aber $w + w' + w'' = 180°$, so folgt, dass jeder Winkel $w' > 180° - (45° + 90°)$, d. h. $> 45°$ sein muss; mithin kann niemals $w' = w$ sein, denn $w < 45°$. Ebenso ergibt sich aber auch, dass jeder Winkel $w'' > 180° - (45° + 60°)$, d. h. $> 75°$ sein muss, woraus erhellt, dass $w''$ niemals weder $w$ noch $w'$ werden kann, denn $w < 45°$ und $w' < 60°$.

Die Construction der Hexakisoktaëder aus dem Oktaëder gestaltet sich folgendermassen: Man nehme in jeder Halbaxe des Oktaëders vom Mittelpunkt aus zwei verschiedene Längen $m$ und $n$, von denen $m$ grösser als $n$ ist, während beide grösser als 1 sind, und lege hierauf in jede Oktaëderecke acht Flächen, von welchen je zwei über eine Kante derselben Ecke dergestalt fallen, dass sie die zu derselben Kante gehörige Halbaxe gemeinschaftlich in der kleineren Entfernung $n$, die nicht zu solcher Kante gehörige Halbaxe aber beiderseits in der grösseren Entfernung $m$ schneiden; so entsteht ein Hexakisoktaëder, dessen Zeichen $m\mathbf{O}n$ ist, weil jede seiner Flächen das Parameterverhältniss $m : 1 : n$ hat. Die gewöhnlichsten Varietäten sind $3\mathbf{O}\frac{3}{2}$, $4\mathbf{O}2$ und $5\mathbf{O}\frac{5}{3}$.

Jede Fläche des Hexakisoktaëders besitzt den kleinsten Parameter in derjenigen Halbaxe, mit welcher sie unmittelbar zum Durchschnitt gelangt; ihre mittlere Kante stösst auf die Halbaxe mit dem mittleren Parameter, ihre kürzeste Kante auf die Halbaxe mit dem grössten Parameter. Die Hexakisoktaëder, bei welchen $n = \frac{2m}{m+1}$, z. B. $2\mathbf{O}\frac{4}{3}$, $3\mathbf{O}\frac{3}{2}$ und $5\mathbf{O}\frac{5}{3}$, sind sog. isogonale, d. h. solche, deren längste und kürzeste

Kanten gleiches Winkelmaass haben; diejenigen, bei welchen $n = \frac{m}{m-1}$, z. B. $3O\frac{3}{2}$, $4O\frac{4}{3}$, $^{12}_{5}O^{12}_{7}$, heissen parallelkantige, weil ihre längsten Kanten mit den Kanten des eingeschriebenen Rhombendodekaëders zusammenfallen und folglich zu je sechs und sechs einander parallel sind. Die Varietät $3O\frac{3}{2}$ besitzt daher die merkwürdige Eigenschaft, sowohl isogonal als parallelkantig zu sein.

Die Hexakisoktaëder sind allgemein $\{h\,k\,l\}$; $3O\frac{3}{2} = \{321\}$; $3O2 = \{632\}$; $5O\frac{5}{3} = \{531\}$; $2O\frac{4}{3} = \{432\}$. — Bei der Form $\{321\}$ liegen z. B. in dem vorderen oberen rechten Oktanten, in welchem (vgl. S. 18) alle Parameter positiv sind, die Flächen (321), (312), (231), (213), (132), (123); in dem vorderen oberen linken die Flächen $(3\bar{2}1)$, $(3\bar{1}2)$, $(2\bar{3}1)$, $(2\bar{1}3)$, $(1\bar{3}2)$, $(1\bar{2}3)$ u. s. w. [1]).

Anm. Dass die Triakisoktaëder, Tetrakishexaëder, Ikositetraëder und Hexakisoktaëder — im Gegensatz zum Oktaëder, Hexaëder und Rhombendodekaëder — in ihrer äusseren Gestaltung grosser Variabilität fähig sind, ergibt sich aus der Erwägung, dass die sie begrenzenden Flächen — gleichschenkelige Dreiecke, Deltoide und ungleichseitige Dreiecke — selbst sehr abweichend in ihren Winkelverhältnissen beschaffen sein können; nicht minder auch aus der Thatsache, dass ihre Symbole variabele Coëfficienten enthalten.

Die Analogie der drei Bezeichnungsweisen zeigt folgende Vergleichung:

$$\begin{array}{rrr}
a : a : a & = 0 & = \{111\} \\
\infty a : a : a & = \infty 0 & = \{110\} \\
\infty a : a : \infty a & = \infty 0 \infty & = \{100\} \\
ma : a : a & = m0 & = \{hhl\} \\
\infty a : a : na & = \infty 0n & = \{hk0\} \\
ma : a : ma & = m0m & = \{hkk\} \\
ma : a : na & = m0n & = \{hkl\}.
\end{array}$$

Abgesehen von den S. 21 u. 22 gegebenen Regeln mögen hier noch einige allgemeine Andeutungen über die Umwandlung der *Naumann*'schen Zeichen in diejenigen von *Miller* und umgekehrt folgen. Der letzteren Signatur liegt gewissermassen die Voraussetzung zu Grunde, dass die verschiedenen regulären Formen nicht durch Umschreibung um, sondern durch Einschreibung in das Oktaëder abgeleitet werden.

Um die Zeichen *Naumann*'s in die *Miller*'s zu übersetzen, bedarf es nur folgender Erwägung. Das Hexakisoktaëder $m0n$ hat bei *Naumann* das Parameterverhältniss $m : n : 1$; schreiben wir es umgekehrt, und dividiren wir es mit $mn$, so wird

$$1 : n : m = \frac{1}{mn} : \frac{1}{m} : \frac{1}{n};$$

also würde ganz allgemein $h : k : l = mn : m : n$, welches Verhältniss jedoch stets auf seinen einfachsten Ausdruck zu bringen ist. Dies geschieht immer sehr leicht, wenn $m$ und $n$ ganze Zahlen sind; ist aber eine dieser Zahlen ein (unächter) Bruch,

---

1) Die Bezeichnungsweise der einzelnen Flächen gestaltet sich allgemein in nachstehender Weise; dabei bedeutet, wie auch in der Folge, v: vorne, h: hinten, o: oben, u: unten, r: rechts, l: links.

| vor | vol | hor | hol | vur | vul | hur | hul |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $hkl$ | $h\bar{k}l$ | $\bar{h}kl$ | $\bar{h}\bar{k}l$ | $hk\bar{l}$ | $h\bar{k}\bar{l}$ | $\bar{h}k\bar{l}$ | $\bar{h}\bar{k}\bar{l}$ |
| $hlk$ | $h\bar{l}k$ | $\bar{h}lk$ | $\bar{h}\bar{l}k$ | $hl\bar{k}$ | $h\bar{l}\bar{k}$ | $\bar{h}l\bar{k}$ | $\bar{h}\bar{l}\bar{k}$ |
| $khl$ | $k\bar{h}l$ | $\bar{k}hl$ | $\bar{k}\bar{h}l$ | $kh\bar{l}$ | $k\bar{h}\bar{l}$ | $\bar{k}h\bar{l}$ | $\bar{k}\bar{h}\bar{l}$ |
| $klh$ | $k\bar{l}h$ | $\bar{k}lh$ | $\bar{k}\bar{l}h$ | $klh$ | $k\bar{l}\bar{h}$ | $\bar{k}l\bar{h}$ | $\bar{k}\bar{l}\bar{h}$ |
| $lhk$ | $l\bar{h}k$ | $\bar{l}hk$ | $\bar{l}\bar{h}k$ | $lh\bar{k}$ | $l\bar{h}\bar{k}$ | $\bar{l}h\bar{k}$ | $\bar{l}\bar{h}\bar{k}$ |
| $lkh$ | $l\bar{k}h$ | $\bar{l}kh$ | $\bar{l}\bar{k}h$ | $lk\bar{h}$ | $l\bar{k}\bar{h}$ | $\bar{l}k\bar{h}$ | $\bar{l}\bar{k}\bar{h}$ |

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oder sind beide dergleichen Brüche, so hat man das Verhältniss $mn : m : n$ mit den Nennern dieser Brüche zu multipliciren.

Umgekehrt übersetzen sich die *Miller*'schen Zeichen in diejenigen *Naumann*'s, wie folgt: Da $h : k : l = mn : m : n$, so wird offenbar $h : k = n : 1$, und folglich auch $n = \frac{h}{k}$; ebenso wird $k : l = m : n$, und folglich $m = \frac{h}{l}$.

Dem *Miller*'schen Zeichen $\{hkl\}$ entspricht daher das *Naumann*'sche $\frac{h}{l}O\frac{h}{k}$; also $\{432\} = 2O\frac{4}{3}$; $\{522\} = \frac{5}{2}O\frac{5}{2}$; $\{221\} = 2O$; $\{430\} = \infty O\frac{4}{3}$.

§ 17. **Verband der holoëdrisch-regulären Formen.** Die Uebergänge und Verwandtschaften sämmtlicher holoëdrisch-regulärer Formen lassen sich am besten aus beistehendem triangulären Schema erkennen (Fig. 31).

In den drei Ecken des Schemas stehen diejenigen drei Formen, welche einzig in ihrer Art sind (S. 36), während die drei Seiten des Schemas die Zeichen der drei Vierundzwanzigflächner tragen, als deren Grenzformen die drei singulären Formen zwar schon oben (§ 16) genannt worden sind, während sie jetzt erst mit Evidenz als solche anerkannt werden können. In der That wird durch Vergleichung der Stellung und des Zeichens der Formen sehr anschaulich, dass die Triakisoktaëder $mO$ je nach dem Werth von $m$ körperlich zwischen dem Oktaëder und dem Rhombendodekaëder, dass ebenso die Ikositetraëder $mOm$ je nach dem Werth von $m$ zwischen dem Oktaëder und Hexaëder, dass die Tetrakishexaëder je nach dem Werth von $n$ zwischen dem Rhombendodekaëder und Hexaëder schwanken. Werden diese Werthe bald gleich 1 und bald gleich $\infty$, so gehen die Grenzformen hervor. In diesem Schema nimmt das Hexakisoktaëder den Mittelpunkt ein, weil in seinen Verhältnissen die Bedingungen für die Existenz aller übrigen Formen ebenso, wie in seinem Zeichen die Zeichen derselben enthalten sind und es sonach als der eigentliche Repräsentant aller regulären Formen betrachtet werden kann, welche nur gewisse Specialfälle desselben darstellen. Jedes $mOn$ erscheint als ein Glied dreier verschiedener Ableitungsreihen: 1) einer Reihe, deren Endglieder ein Triakisoktaëder und ein Ikositetraëder sind; 2) einer solchen, deren Endglieder ein Triakisoktaëder und ein Tetrakishexaëder darstellen; 3) einer Reihe mit einem Tetrakishexaëder und Ikositetraëder als Endgliedern.

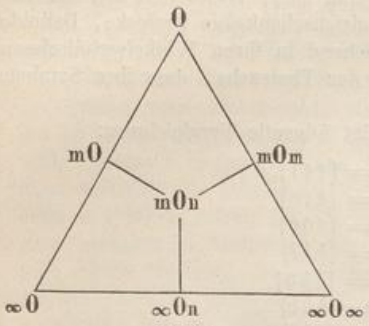


Fig. 31.

Wird in dem Zeichen des Achtundvierzigflächners $n = 1$, so geht daraus $mO$ hervor; wird $m = \infty$, so erhält man $\infty On$; wenn $n = m$, so $mOm$; wenn sowohl $m$ als $n = 1$, alsdann $O$; wenn $m$ und $n$ beide $= \infty$, alsdann $\infty O\infty$; wenn schliesslich $m = \infty$ und $n = 1$, alsdann $\infty O$. Oder das Hexakisoktaëder (Fig. 30) wird zu einem

Triakisoktaëder, wenn die kürzesten Kanten verschwinden, d. h. $C = 180°$,
Tetrakishexaëder, wenn die mittleren Kanten verschwinden, d. h. $B = 180°$,
Ikositetraëder, wenn die längsten Kanten verschwinden, d. h. $A = 180°$,
Oktaëder, wenn die längsten und kürzesten Kanten verschwinden, $C = A = 180°$,
Hexaëder, wenn die längsten und mittleren Kanten verschwinden, $B = A = 180°$,
Dodekaëder, wenn die mittleren und kürzesten Kanten verschwinden, $C = B = 180°$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

So können also die übrigen sechs Formen als Quasi-Hexakisoktaëder aufgefasst werden, bei welchen bald diese, bald jene Kanten verschwunden sind. Und zwar sind die 3 Vierundzwanzigflächner solche Quasi-Achtundvierzigflächner, bei welchen blos eine Kantenart verschwunden ist, die 3 invariabelen Formen solche, bei welchen zwei Kantenarten zum Verschwinden gelangt sind. So wäre z. B.:

$30\frac{8}{7}$ ein sehr triakisoktaëder-
$2502$ ein sehr tetrakishexaëder-
$\frac{9}{4}0\frac{11}{5}$ ein sehr ikositetraëder-
$\frac{6}{5}0\frac{8}{7}$ ein sehr oktaëder-
$17016$ ein sehr hexaëder-
$200\frac{8}{7}$ ein sehr rhombendodekaëderähnliches Hexakisoktaëder.

Das Hexakiskotaëder $402$ kann z. B. folgende und nur sechs folgende Variationen seiner Parameter bis zu den Grenzformen erfahren:

1) der kleinere Parameter verkleinert: $40\frac{7}{4}$, $40\frac{3}{2}$, $40\frac{5}{4}$ bis $40$,
2) der grössere Parameter vergrössert: $502$, $1202$ bis $\infty 02$,
3) der grössere verkleinert, bis er den kleineren erreicht: $\frac{7}{2}02$, $302$ bis $202$,
4) beide Parameter verkleinert: $\frac{7}{2}0\frac{7}{4}$, $30\frac{3}{2}$, $\frac{5}{2}0\frac{5}{4}$ bis $0$,
5) beide vergrössert: $503$, $807$ bis $\infty 0\infty$,
6) einer vergrössert und zugleich der andere verkleinert: $50\frac{7}{4}$, $60\frac{3}{2}$, $70\frac{5}{4}$ bis $\infty 0$.

Dass mit den angeführten sieben holoëdrischen Formen überhaupt alle, welche in dem regulären System vorkommen können, bekannt und erschöpft sind, ergibt sich, abgesehen von den auf S. 33 vorgenommenen Eintheilungen, auch noch aus folgender Erwägung. Im Allgemeinen kann die Lage einer Fläche mit Bezug auf die einen Oktanten bildenden drei Halbaxen eine dreifache sein: die drei Parameter derselben sind entweder alle von endlichem Werth, oder zwei sind endlich, der dritte $\infty$, oder blos einer ist endlich, die beiden anderen $\infty$; der vierte Fall, dass alle drei Parameter $\infty$ seien, ist nicht denkbar. Die weiteren Möglichkeiten zeigt das folgende Schema:

I. Alle drei Parameter endlich:
  1) alle drei gleich $(a : a : a)$, Oktaëder;
  2) zwei gleich, der dritte ungleich:
    a) der dritte grösser $(a : a : ma)$, Triakisoktaëder,
    b) der dritte kleiner $(ma : ma : a)$, Ikositetraëder;
  3) alle drei ungleich $(a : ma : na)$, Hexakisoktaëder.
II. Zwei Parameter endlich, der dritte unendlich:
  1) die endlichen gleich $(a : a : \infty a)$, Rhombendodekaëder;
  2) die endlichen ungleich $(a : na : \infty a)$, Tetrakishexaëder.
III. Ein Parameter endlich, die beiden anderen unendlich $(a : \infty a : \infty a)$, Hexaëder.

Weitere Haupt- oder Unterabtheilungen sind nicht möglich und somit ist ein fernerer holoëdrisch-regulärer Körper nicht denkbar. — Auf genau dieselben Abtheilungen gelangt man übrigens, wenn die verschiedenen Möglichkeiten der Lage einer Fläche zu den drei Haupt-Symmetrie-Ebenen ins Auge gefasst werden.

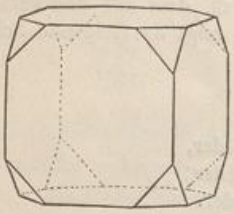
§ 18. **Combinationen der holoëdrisch-regulären Formen.** Sind die Formen des regulären Systems mit parallelen Symmetrie-Ebenen zu zwei, drei und mehren an einem und demselben Krystall zugleich ausgebildet, so liegt eine Combination derselben vor (§ 8). In solchen Combinationen, welche nach der Anzahl der zu ihnen beitragenden Formen als zweizählige, dreizählige u. s. w. unterschieden werden, kann natürlich keine der combinirten Formen ganz vollständig erscheinen, weil ihre gleichzeitige Ausbildung an demselben Krystall (oder um denselben Mittelpunkt) nur in der Weise möglich ist, dass die Flächen der einen Form symmetrisch zwischen den Flächen, und folglich an der Stelle gewisser Kanten und Ecken der anderen Formen auftreten; weshalb diese Kanten

und Ecken durch jene Flächen gleichsam wie weggeschnitten (abgestumpft, zugeschärft oder zugespitzt) erscheinen, und ganz neue Kanten (Combinationskanten) entstehen, welche weder der einen noch der anderen Form eigenthümlich zugehören. Gewöhnlich sind die Flächen der einen Form viel grösser als die der anderen, so dass sie den Totalhabitus der Combination bestimmt, während manche Formen nur sehr geringe Flächenausdehnung zeigen; dies Verhältniss bedingt den Gegensatz der vorherrschenden und untergeordneten Formen.

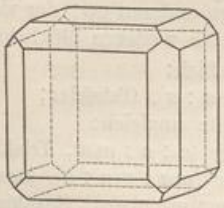
Als eine auch für alle folgenden Krystallsysteme gültige Bemerkung mag erwähnt werden, dass man unter der Entwickelung oder Auflösung einer Combination die Bestimmung aller zu ihr beitragenden Formen versteht, und dass das krystallographische Zeichen einer Combination dadurch gewonnen wird, dass man die Zeichen ihrer einzelnen Formen nach Maassgabe des Vorherrschens derselben, durch Punkte getrennt (aber ganz dicht) hinter einander schreibt.

Um ein Bild von dem Aussehen einer Combination zu erhalten, bringt man die beiden einfachen Formen in parallele Stellung, so dass die entsprechenden Symmetrie-Elemente übereinstimmend orientirt sind und beobachtet, welche Veränderungen an der einen Form erfolgen würden, wenn man an diese letztere die parallel fortgeschobenen Flächen der anderen Form überträgt. So modificiren die Flächen der einen Form immer nur gleichartige Kanten und Ecken der anderen durch Abstumpfung oder Zuschärfung.

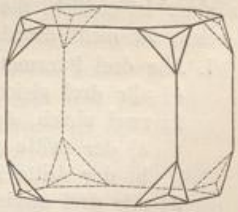
In den meisten holoëdrisch-regulären Combinationen erscheint das Hexaëder, oder das Oktaëder oder auch das Rhombendodekaëder als vorherrschende



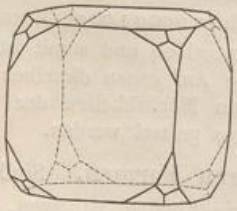
$\infty O \infty . O$.
Fig. 32.



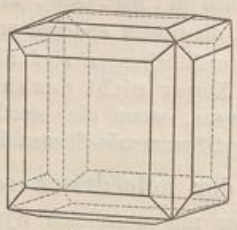
$\infty O \infty . \infty O$.
Fig. 33.



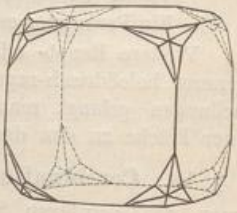
$\infty O \infty . 202$.
Fig. 34.



$\infty O \infty . 20$.
Fig. 35.



$\infty O \infty . \infty 03$.
Fig. 36.

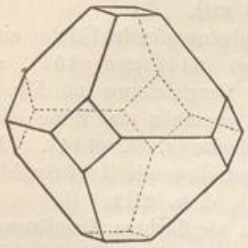


$\infty O \infty . 402$.
Fig. 37.

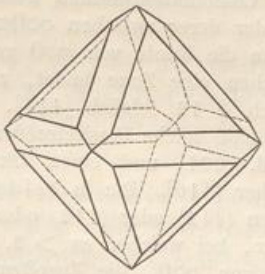
Form, wie denn überhaupt diese drei Formen am häufigsten ausgebildet und in der Mehrheit der Combinationen zu finden sind. Das Hexaëder erfährt durch die Flächen des Oktaëders eine regelmässige Abstumpfung seiner Ecken, durch die Flächen des Rhombendodekaëders eine regelmässige Abstumpfung seiner Kanten, durch jedes Ikositetraëder $mOm$ (am häufigsten durch 202) eine dreiflächige, auf die Flächen aufgesetzte Zuspitzung seiner Ecken, durch jedes Triakisoktaëder eine

dreiflächige, auf die Kanten aufgesetzte Zuspitzung seiner Ecken, durch jedes Tetrakishexaëder eine zweiflächige Zuschärfung seiner Kanten, durch jedes Hexakisoktaëder eine sechsflächige Zuspitzung seiner Ecken.

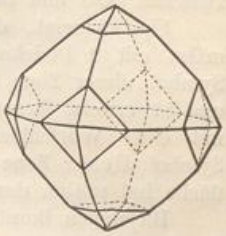
Das Oktaëder erfährt durch die Flächen des Hexaëders eine Abstumpfung seiner Ecken, durch die Flächen des Rhombendodekaëders eine regelmässige Abstumpfung seiner Kanten, durch jedes Ikositetraëder (gewöhnlich durch **202**) eine



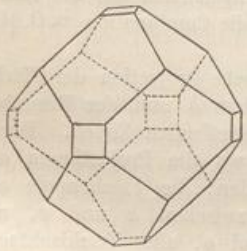
$0.\infty O\infty$.
Fig. 38.



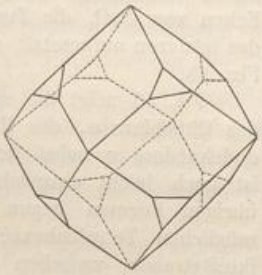
$0.\infty O$.
Fig. 39.



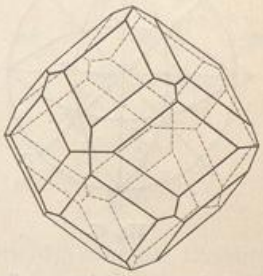
0.202.
Fig. 40.



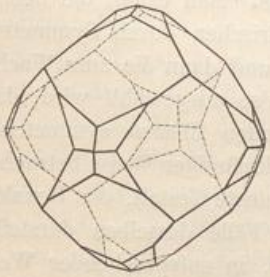
$\infty 0.\infty O\infty$.
Fig. 41.



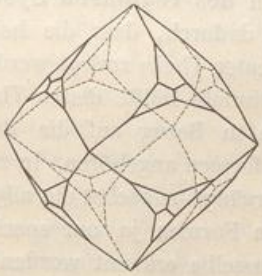
$\infty 0.0$,
Fig. 42.



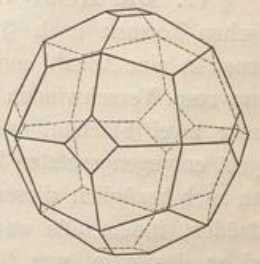
$\infty 0.202$.
Fig. 43.



$\infty 0.303$.
Fig. 44.



$\infty 0.\frac{3}{2}O\frac{3}{2}$.
Fig. 45.



$202.\infty O\infty$.
Fig. 46.

vierflächige, auf die Flächen aufgesetzte Zuspitzung seiner Ecken, durch jedes Triakisoktaëder eine zweiflächige Zuschärfung seiner Kanten.

Das Rhombendodekaëder erleidet durch das Hexaëder eine Abstumpfung der tetragonalen, durch das Oktaëder eine solche der trigonalen Ecken, durch das Ikositetraëder **202** eine Abstumpfung seiner Kanten, durch das Hexakisoktaëder eine zweiflächige Zuschärfung seiner Kanten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei der Auflösung der Combination sucht man zweckmässig zunächst die 3 einfachsten Formen 0, $\infty 0$, $\infty 0 \infty$ auf, oder stellt sich bei Abwesenheit derselben vor, welche Lage dieselben einnehmen würden. Ferner erinnere man sich, dass alle $m0$ eine Zone bilden mit 0 und $\infty 0$, sämmtliche $m0m$ eine solche mit 0 und $\infty 0 \infty$, sämmtliche $\infty 0n$ mit $\infty 0$ und $\infty 0 \infty$. Aus den gebildeten Zonen werden dann unmittelbar diese 3 Vierundzwanzigflächner erkannt. Alle Flächen, die nicht in den 3 genannten Zonen liegen, gehören Hexakisoktaëdern an; letztere treten auch mit zwei Flächen auf an Stelle der Combinationskanten zwischen 0 und $\infty 0n$, oder derer zwischen $\infty 0$ und $m0m$, oder derer zwischen $\infty 0 \infty$ und $m0$.

Fig. 43 zeigt, dass eine die Kante von $\infty 0$ gerade abstumpfende Fläche eines $m0m$ mit 2 Dodekaëderflächen eine Zone bildet, z. B. mit (011) und (101); das Symbol dieser Zone ist nach § 12 folglich $[11\bar{1}]$. Eine Vergleichung mit Fig. 41 und 42 erweist ferner, dass eine solche Ikositetraëderfläche ebenfalls eine Zone bildet mit einer Würfelfläche z. B. (001) und einer Oktaëderfläche z. B. (111). Das Symbol dieser Zone ist daher $[\bar{1}10]$. Die in beiden Zonen liegende Ikositetraëderfläche hat mithin das Zeichen $(\bar{1}\bar{1}2)$ oder (112) oder (211), d. h. 202.

Diejenigen Ikositetraëder, bei welchen $m > 2$, bilden vierflächige Zuspitzungen an den vierkantigen Ecken von $\infty 0$, die Zuspitzungsflächen auf die Dodekaëderkanten aufgesetzt; z. B. die Combination $\infty 0.303$, Fig. 44. — Diejenigen Ikositetraëder, bei denen $m < 2$, bilden dreiflächige Zuspitzungen an den dreikantigen Ecken von $\infty 0$, die Zuspitzungsflächen auf die Kanten des letzteren aufgesetzt; z. B. die Combination $\infty 0.\frac{3}{2}0\frac{3}{2}$, Fig. 45.

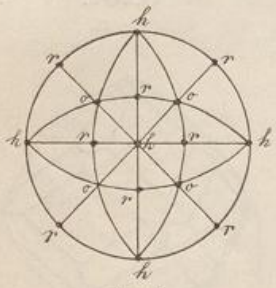


Fig. 47.

Fig. 47 zeigt die sphärische Projection der Flächen des Oktaëders $o$, des Hexaëders $h$ und des Rhombendodekaëders $r$ nebst den betreffenden Zonen. Daraus ist auch leicht einzusehen, wo die Projectionen aller übrigen Formen liegen werden: die Flächenpole aller möglichen Tetrakishexaëder zwischen $h$ und $r$, aller Ikositetraëder zwischen $h$ und $o$, aller Triakisoktaëder zwischen $r$ und $o$, aller Hexakisoktaëder in den Räumen zwischen den benachbarten $hro$.

§ 19. **Die Hemiëdrieen des regulären Systems.** Man erhält die hemiëdrischen Formen nach § 13 dadurch, dass die holoëdrischen durch Symmetrie-Ebenen in eine Anzahl congruenter Theile zerlegt werden und dann die zum Wachsthum resp. Verschwinden bestimmte Hälfte dieser Theile so ausgewählt wird, dass immer zwei Flächen, welche in Bezug auf die theilenden Ebenen symmetrisch liegen, entgegengesetzten Hälftformen angehören. In zweckmässiger Weise betrachtet man auch bezüglich dieser Vorgänge zunächst die allgemeinste Gestalt, das Hexakisoktaëder, indem alle anderen Formen ja nur specielle Fälle desselben darstellen und so dasjenige, was für dasselbe erkannt worden ist, in entsprechender Weise auch auf die übrigen Gestalten, als auf Quasi-Achtundvierzigflächner Anwendung finden muss.

Da die regulären Holoëder 3 H.-S.-E.n und 6 gewöhnliche S.-E.n besitzen, so werden 3 Modalitäten der Hemiëdrie — nicht mehr und nicht weniger — zu unterscheiden sein, je nachdem aus dem Complex ausscheiden:

1) die 3 H.-S.-E.n; dann verhalten sich die 8 congruenten Räume, welche durch dieselben gebildet werden, nur abwechselnd gleich. Bei dem Hexakisoktaëder macht sich dies darin geltend, dass blos die in den abwechseln-

den Oktanten gelegenen sechszähligen Flächengruppen ausgebildet sind (tetraëdrische oder geneigtflächige Hemiëdrie);

2) die 6 gewöhnlichen S.-E.n; die durch dieselben gebildeten 24 congruenten Räume sind nur abwechselnd gleich. Alsdann bleiben am Hexakisoktaëder nur noch die abwechselnden Flächenpaare erhalten, welche an den mittleren gebrochenen Oktaëderkanten (oder an den in den H.-S.-E.n befindlichen Kanten) gelegen sind (dodekaëdrische oder pentagonale oder parallelflächige Hemiëdrie);

3) alle 9 S.-E.n zusammen; von den 48 congruenten Räumen sind nur die abwechselnden gleich. Bei dem Hexakisoktaëder hat dies die Wirkung, dass von ihm blos die abwechselnden einzelnen Flächen ausgebildet vorliegen (plagiëdrische oder gyroëdrische Hemiëdrie).

§ 20. **Die tetraëdrische Hemiëdrie.** Die Formen derselben sind nicht mehr nach den Würfelflächen, sondern nur noch nach den 6 gewöhnlichen S.-E.n oder nach den Rhombendodekaëderflächen symmetrisch. Die krystallographischen Hauptaxen (bei den Holoëdern vierzählig) sind hier zu 3 gleichwerthigen zweizähligen S.-A.n geworden; ausserdem sind vorhanden 4 gleichwerthige dreizählige S.-A.n von polarer Ausbildung, senkrecht zu den Tetraëderflächen. Ein Centrum der Symmetrie fehlt; für die Fläche ist eine parallele Gegenfläche nicht ausgebildet, daher die Bezeichnung geneigtflächige Hemiëdrie. Die sphärische Projection Fig. 48 zeigt die Flächenvertheilung bei der allgemeinsten Form und die Symmetrie (vgl. S. 25).

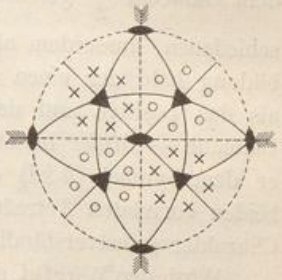


Fig. 48.

Indem die tetraëdrische Hemiëdrie sich darin ausspricht, dass die Oktanten zwischen den drei H.-S.-E.n sich blos abwechselnd gleich verhalten, werden alle diejenigen Formen dabei eine Gestaltsveränderung erfahren, bei welchen die Normalen der Flächen in diese Oktantenräume fallen, also das Oktaëder, Ikositetraëder, Triakisoktaëder, Hexakisoktaëder. Bei den übrigen Formen (Hexaëder, Rhombendodekaëder, Tetrakishexaëder) liegen aber die Normalen der Flächen in den H.-S.-E.n selbst und daher zugleich in dem einen und in dem benachbarten Oktanten; eine Verschiedenheit dieser beiden Oktanten ist demzufolge hier auf die Normalen ohne geometrischen Einfluss, und die zu solchen Normalen gehörigen Flächen werden scheinbar ebenso auftreten, wie in der holoëdrischen Abtheilung. Die Würfelfläche z. B. deckt gleichzeitig vier Oktanten, also kann eine abwechselnde Verschiedenheit der letzteren für die Ausbildung der Würfelfläche keine Veränderung im Gefolge haben.

Bei dem Oktaëder wird derjenige sechszählige Flächencomplex (§ 19, 1), um dessen abwechselndes Verschwinden es sich bei dem Achtundvierzigflächner auf dem Gebiet der tetraëdrischen Hemiëdrie handelt, vollgültig durch die einzelne Fläche repräsentirt. Das Oktaëder wird daher zufolge dieser Modalität hemiëdrisch, indem man seine vier abwechselnden Flächen vergrössert, wobei dann die übrigen zum Verschwinden gelangen (Fig. 49). Es entstehen so aus demselben zwei Tetraëder (Fig. 50 und 51).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Tetraëder ist eine von 4 gleichseitigen Dreiecken umschlossene Form mit 6 gleichen Kanten $B'$, deren Winkelmaass 70° 31′ 44″, und mit 4 dreiflächigen (trigonalen) Ecken. Die krystallographischen Axen verbinden die Mittelpunkte je

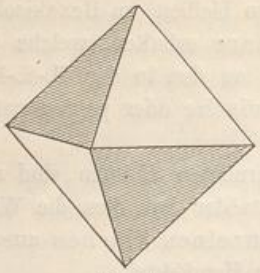


Fig. 49.

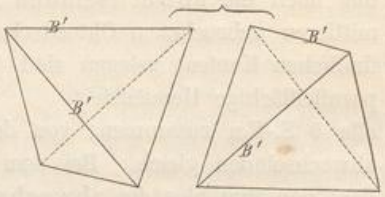



Fig. 50. Fig. 51.

zweier gegenüberliegender Kanten. Das Zeichen kann in Folge der Ableitung aus dem Oktaëder $\frac{0}{2}$ geschrieben werden und die beiden, durch ihre Stellung verschiedenen, ausserdem aber völlig gleichen Tetraëder, welche durch alleinige Ausbildung bald der einen bald der anderen Hälfte der Flächen entstehen, werden als das positive und das negative unterschieden. — Fahlerz, Boracit, Helvin, Diamant. — *Miller* bildet das Zeichen der tetraëdrisch-hemiëdrischen Form, indem er dem Symbol $\{h\,k\,l\}$ ein $\chi$ (als Abkürzung von $\chi\lambda\tilde{\iota}\nu o\varsigma$, geneigt) vorsetzt. Die beiden correlaten Tetraëder sind daher $\chi\{111\}$ und $\chi\{1\bar{1}\bar{1}\}$. Ist der hemiëdrische Charakter selbstverständlich, so wird $\chi$ auch wohl weggelassen.

Wird der Würfel der in Rede stehenden Hemiëdrie unterworfen, so erleidet derselbe zufolge der oben angestellten Erwägung keine wirkliche Gestaltsveränderung, sondern erscheint gerade so, als ob er holoëdrisch geblieben wäre, obschon auch an ihm die Hälfte der Flächen als verschwunden gelten muss. Dies wird ebenfalls einleuchtend, wenn man sich den Würfel durch angemessene Feldereintheilung seiner Flächen in einen Quasi-Achtundvierzigflächner verwandelt denkt, und dann auch für ihn genau das Gesetz dieser Hemiëdrie zur Verwirklichung bringt. Ebenso liefern auch das Rhombendodekaëder und die Pyramidenwürfel keine neuen Gestalten.

In nachstehenden drei Figuren stellen die schwarzen Theile diejenigen Flächenfelder vor, welche eigentlich als verschwunden zu denken, während die weiss ge-



$\frac{\infty 0 \infty}{2}$

Fig. 52.



$\frac{\infty 0}{2}$

Fig. 53.



$\frac{\infty 0 n}{2}$

Fig. 54.

lassenen Flächenfelder die wirklich rückständigen sind. Da nun aber jedes verschwindende Flächenfeld mit einem bleibenden Flächenfeld in eine Ebene fällt, so wird in

der geometrischen Erscheinungsweise dieser Formen gar nichts geändert werden, obgleich die Bedeutung ihrer Flächen eine ganz andere ist. Im Hexaëder z. B. besteht streng genommen jede Fläche nur noch aus zweien, an einer Diagonale anliegenden quadratischen Feldern, welche sich aber, weil sie in eine Ebene fallen, zur vollständigen Hexaëderfläche ausdehnen; und auf ähnliche Weise verhält es sich im Rhombendodekaëder und Tetrakishexaëder. Diese drei Formen sind also da, wo sie zugleich mit Tetraëdern vorkommen, wenn auch nicht ihrem Aussehen, so doch ihrem Wesen nach als hemiëdrische Formen zu deuten. Gegenüber den wirklich holoëdrischen Formen sind auch bei ihnen die Symmetrieverhältnisse in derselben Weise reducirt, wie es bei dem Tetraëder und den anderen hier neu entstehenden Formen der Fall. Während die Flächen des holoëdrischen Würfels tetrasymmetrisch sind (S. 17), sind diejenigen des hemiëdrischen nur disymmetrisch nach den Diagonalen des Quadrats, wie sich dies auch in der Oberflächenstreifung (vgl. § 64) ausspricht. *Naumann* hat diese nun allgemein angenommene Anschauungsweise schon seit dem Jahre 1830 geltend gemacht.

Bei den Ikositetraëdern $m\mathbf{O}m$ kommen die abwechselnden dreizähligen, über den Flächen des eingeschriebenen Oktaëders gelegenen Flächengruppen zum Verschwinden, die übrigen dazwischen liegenden dehnen sich bis zur gegenseitigen Durchschneidung aus (Fig. 55). Als Hälftflächner entstehen so die Trigondodekaëder (Pyramidentetraëder, Triakistetraëder), deren Zeichen daher $\frac{m\mathbf{O}m}{2}$ oder auch $-\frac{m\mathbf{O}m}{2}$ sein wird, entsprechend $\varkappa\{hkk\}$ und $\varkappa\{h\bar{k}k\}$. Es sind von 12 gleichschenkeligen Dreiecken umschlossene Formen, deren allgemeine Gestalt zwischen jener des Tetraëders und Hexaëders schwankt, jedoch so, dass stets die Kanten der ersteren, aber niemals die Kanten der letzteren Grenzform hervortreten. Die Gestalt ist gleichsam ein Tetraëder, welches auf jeder seiner 4 Flächen eine dreiseitige Pyramide trägt. Je flacher dieselbe ist (Fig. 56), desto mehr nähert sich die Form einem Tetraëder, je steiler (Fig. 58), desto mehr einem Hexaëder. — Von

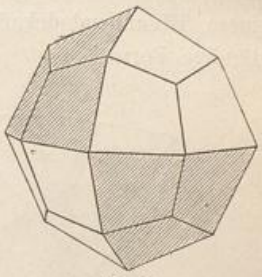


Fig. 55.

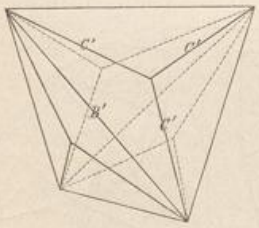



Fig. 56.

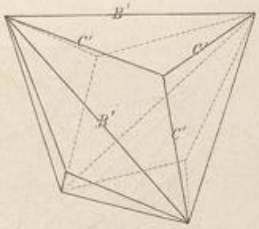



Fig. 57.

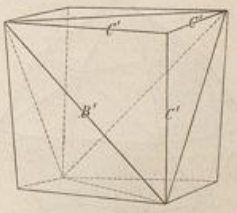



Fig. 58.

den Kanten entsprechen 6 längere ($B'$) den Kanten des Tetraëders und liegen 12 kürzere ($C'$) zu je drei über den Flächen des eingeschriebenen Tetraëders; die Ecken sind gleichfalls zweierlei: 4 sechsflächige, und 4 dreiflächige (trigonale) Ecken. Die krystallographischen Axen verbinden die Mittelpunkte je zweier gegenüberliegender längerer (Tetraëder-) Kanten. — Fahlerz, Kieselwismut.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Triakisoktaëder $m\mathbf{O}$ liefern, nach den in den abwechselnden Oktanten gelegenen dreizähligen Flächensystemen (Fig. 59) hemiëdrisch werdend, die Deltoiddodekaëder, welche demgemäss das Zeichen $\frac{m\mathbf{O}}{2}$ oder $-\frac{m\mathbf{O}}{2}$ erhalten, entsprechend $\varkappa\{hhl\}$ und $\varkappa\{h\bar{h}l\}$. Dieselben sind von 12 Deltoiden umschlossene Formen, deren allgemeine Gestalt zwischen jener des Tetraëders und Rhombendodekaëders schwankt, ohne dass jedoch die Kanten einer dieser Grenzformen jemals hervortreten können (Fig. 60, 61, 62). — Von den Kanten liegen 12 längere ($B'$) paarweise über den Kanten, und 12 kürzere ($A'$) zu drei über den Flächen des eingeschriebenen Tetraëders. Die Ecken sind dreierlei: 6 vierflächige (rhombische) Ecken, 4 spitzere, und 4 stumpfere dreiflächige (trigonale) Ecken. Die krystallographischen Axen verbinden je zwei gegenüberliegende rhombische Ecken. Je stumpfer letztere (Fig. 60) sind, desto mehr nähert sich die Form einem Tetraëder, je spitzer (Fig. 62), desto mehr einem Rhombendodekaëder. — Fahlerz, Weissgültigerz, doch nicht als selbständige Form.

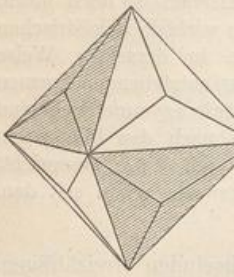


Fig. 59.

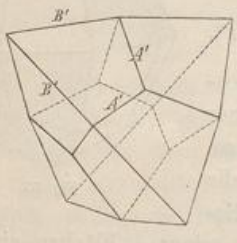



Fig. 60.

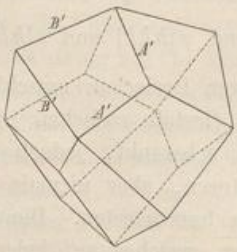



Fig. 61.

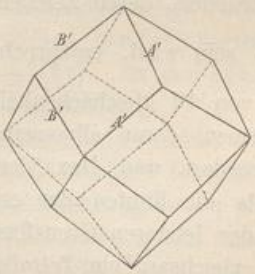



Fig. 62.

Bei den Hexakisoktaëdern $m\mathbf{O}n$ sind es die in den abwechselnden Oktanten gelegenen sechszähligen Flächensysteme (Fig. 63), nach welchen diese

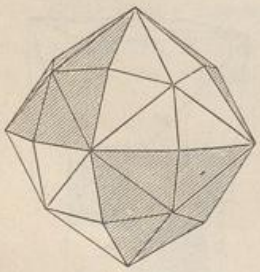


Fig. 63.

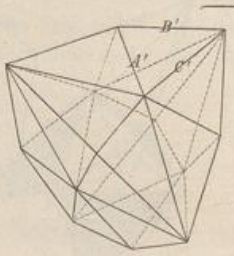



Fig. 64.

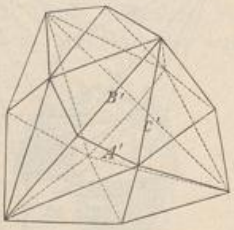


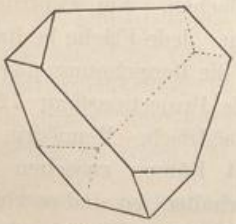

Fig. 65.

Hemiëdrie erfolgt; alsdann gehen aus ihnen die mit $\frac{m\mathbf{O}n}{2}$ oder $-\frac{m\mathbf{O}n}{2}$ zu bezeichnenden Hexakistetraëder (Fig. 64, 65) hervor, $\varkappa\{hkl\}$ und $\varkappa\{h\bar{k}l\}$. Dieselben sind von 24 ungleichseitigen Dreiecken umschlossene Formen, deren allgemeine

Gestalt bald einer der drei vorhergehenden hemiëdrischen Formen, bald auch dem Rhombendodekaëder, dem Hexaëder oder dem Tetrakishexaëder genähert sein kann; doch gruppiren sich die Flächen am häufigsten in 4 sechszählige Systeme. — Die Kanten sind dreierlei: 12 mittlere $B'$, paarweise über den Kanten, 12 längere $C'$, und 12 kürzere $A'$, zu je dreien über den Flächen des eingeschriebenen Tetraëders. Die Ecken sind gleichfalls dreierlei: 6 vierflächige (rhombische), 4 spitzere, und 4 stumpfere sechsflächige Ecken. Die krystallographischen Axen verbinden je zwei gegenüberliegende rhombische Ecken. — Diamant, Boracit, Fahlerz; jedoch an letzteren beiden nicht selbständig.

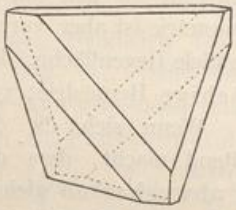
Das Hexakistetraëder (vgl. auch die Projection in Fig. 48) ist die allgemeinste Gestalt dieser Hemiëdrie, in dessen Symbol alle anderen, einschliesslich des hemiëdrischen Hexaëders, Rhombendodekaëders und Pyramidenwürfels als Specialfälle enthalten sind. Werden die Kanten $A' = 180°$, so geht ein Pyramidentetraëder hervor; bei $C' = 180°$ ein Deltoiddodekaëder; bei $A'$ und $C' = 180°$ ein Tetraëder.

Combinationen. Tetraëdrisch-hemiëdrische Formen können nur mit solchen desselben Charakters Combinationen bilden. Wenn also in letzteren ein Würfel,



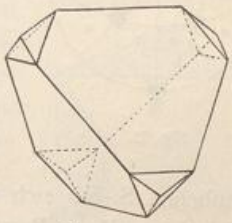
$\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2}$.

Fig. 66.



$\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty$.

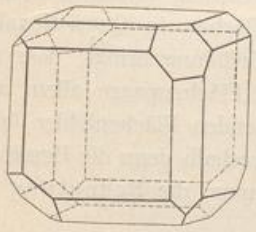
Fig. 67.



$\frac{0}{2} \cdot \infty 0$.

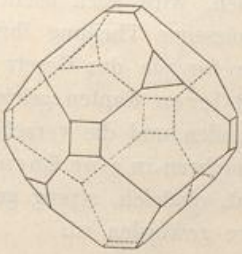
Fig. 68.

Rhombendodekaëder, Pyramidenwürfel auftritt, so sind diese Formen tetraëdrisch-hemiëdrischer Natur; kommt scheinbar ein Oktaëder vor, so muss es als Combination zweier Tetraëder (Fig. 66) gelten, welche im Gleichgewicht stehen.



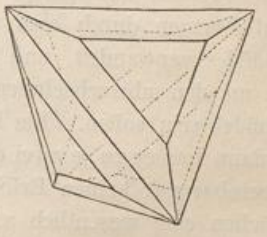
$\infty 0 \infty \cdot \frac{0}{2} \cdot \infty 0$.

Fig. 69.



$\infty 0 \cdot \frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty$.

Fig. 70.



$\frac{202}{2} \cdot \frac{0}{2}$.

Fig. 71.

In diesen Combinationen erscheint gewöhnlich das Tetraëder, oder das Rhombendodekaëder, oder auch das Hexaëder, selten ein Trigondodekaëder als vorherrschende Form. Das Tetraëder erleidet durch die Flächen seines Gegen-

körpers eine Abstumpfung der Ecken, durch die Flächen des (hemiëdrischen) Hexaëders eine Abstumpfung der Kanten, durch die Flächen des (hemiëdrischen) Rhombendodekaëders eine dreiflächige, auf die Flächen aufgesetzte Zuspitzung der Ecken, wobei die zuspitzenden Flächen mit einander Winkel von 120° bilden.

Das Rhombendodekaëder erleidet durch die Flächen des Tetraëders eine Abstumpfung der abwechselnden trigonalen Ecken, das Hexaëder durch dieselbe Form eine Abstumpfung seiner abwechselnden Ecken[1]), und jedes Trigondodekaëder durch das Tetraëder von gleicher Stellung eine Abstumpfung der trigonalen Pyramidenecken (Fig. 71).

§ 21. **Die dodekaëdrische Hemiëdrie.** Bei ihr sind die Formen nicht mehr nach den 6 gewöhnlichen S.-E.n symmetrisch, sondern nur noch nach den Würfelflächen (welche aber hier keine H.-S.-E.n mehr darstellen); sonst besitzen die Formen, wie die tetraëdrisch-hemiëdrischen 3 zweizählige S.-A.n, senkrecht zu einander und zu den Würfelflächen (die krystallographischen Hauptaxen), sowie 4 dreizählige S.-A.n, senkrecht zu den Oktaëderflächen. Ein Centrum der Symmetrie ist aber vorhanden. Jede Fläche besitzt eine parallele Gegenfläche, daher die Bezeichnung parallelflächige Hemiëdrie; vgl. die Projectionsfigur 72.

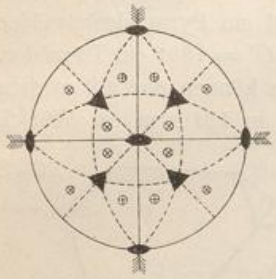


Fig. 72.

Wenn sich die dodekaëdrische Hemiëdrie darin geltend macht, dass die 24 Räume zwischen den 6 gewöhnlichen S.-E.n sich nur abwechselnd gleich verhalten, so sind es von allen holoëdrisch-regulären Formen blos die Tetrakishexaëder und die Hexakisoktaëder, bei welchen die Normalen der Flächen in diese Räume fallen und daher geschieht es, dass auch nur diese beiden in Folge solcher Hemiëdrie ihre Gestalt verändern, die fünf anderen Formen aber dabei in geometrischer Hinsicht anscheinend unverändert bleiben.

Dass das Hexaëder, das Oktaëder, das Rhombendodekaëder, die Triakisoktaëder und Ikositetraëder, wenn sie dieser Hemiëdrie unterliegen, demnach keine wesentliche Gestaltsveränderung erleiden, wird auch leicht eingesehen, indem man diese fünf Formen durch eine angemessene Theilung ihrer Flächen in Quasi-Hexakisoktaëder verwandelt, und dann für sie das Gesetz in Erfüllung bringt, dass nur die an den abwechselnden mittleren Kanten gelegenen Flächenpaare allein ausgebildet sein sollen. Die bleibenden und die verschwindenden Flächenfelder fallen alsdann immer zu je zwei oder mehren in eine Ebene, weshalb denn die Hemiëdrie scheinbar gar keinen Erfolg hat, obgleich, streng genommen, die Bedeutung der Flächen eine wesentlich andere geworden ist.

In nachstehenden Figuren entsprechen die weiss gelassenen Flächenfelder den bleibenden, die schwarzen Flächenfelder dagegen denjenigen Flächenpaaren, welche eigentlich als verschwunden zu denken sind. Es ist augenscheinlich, dass z. B. bei dem so nach der dodekaëdrischen Hemiëdrie hälftflächig gewordenen Würfel die Begren-

1) Daraus ergibt sich auch, dass dieses Hexaëder, ungeachtet seines Aussehens, nicht holoëdrisch und nicht mehr zu seinen eigenen Flächen symmetrisch ist, denn sonst müssten alle seine Ecken als gleichwerthig auch gleichmässig abgestumpft werden.

zungselemente eine ganz andere Bedeutung besitzen, als bei dem ebenfalls scheinbar holoëdrischen, welcher (vgl. Fig. 52) das Resultat der tetraëdrischen Hemiëdrie ist. Die Flächen des Würfels sind hier disymmetrisch nach den Seiten des Quadrats, wie



$\frac{\infty O \infty}{2}$ $\frac{O}{2}$ $\frac{\infty O}{2}$ $\frac{mO}{2}$ $\frac{mOm}{2}$

Fig. 73.

sich dies auch in der Oberflächenstreifung (§ 64) kund gibt. Das Oktaëder, welches in der tetraëdrischen Abtheilung als solches nicht existirt, tritt also hier als vollgültiges Mitglied auf, aber seine Flächen sind asymmetrisch.

Bei den Tetrakishexaëdern $\infty On$ sind die einzelnen Flächen das vollgültige Aequivalent derjenigen an den mittleren Kanten gelegenen Flächenpaare, um deren abwechselndes Wachsen und Verschwinden es sich auf dem Gebiete dieser Hemiëdrie bei dem Achtundvierzigflächner handelt (Fig. 74). Sind die Tetrakishexaëder nur mit ihren abwechselnden Flächen ausgebildet, so gehen aus ihnen die Pentagondodekaëder hervor, welche daher allgemein mit $\frac{\infty On}{2}$ bezeichnet werden. Die Pentagondodekaëder sind von 12 symmetrischen Pentagonen umschlossen, d. h. von Fünfecken, welche 4 gleiche Seiten und 2 Paare gleicher Winkel haben. Die allgemeine Gestalt der Formen schwankt zwischen jener des Hexaëders und des Rhombendodekaëders, ohne dass jedoch die Kanten einer dieser beiden Grenzformen jemals hervortreten könnten.

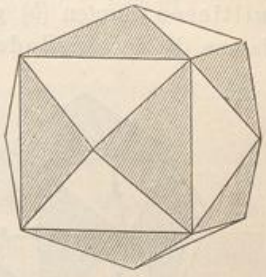


Fig. 74.

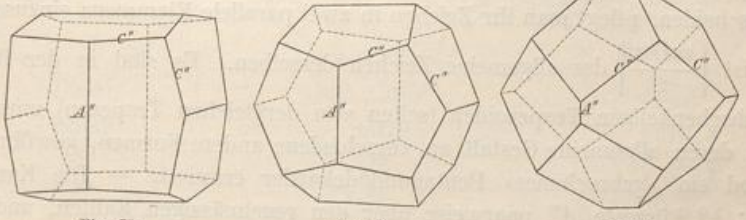


Fig. 75. Fig. 76. Fig. 77.

Die Kanten sind zweierlei: 6 regelmässige, die abweichend langen Seiten der Pentagone repräsentirende, meist längere (selten kürzere) Kanten $A''$, welche über den Flächen, und 24 unregelmässige, meist kürzere (selten längere) Kanten $C''$, welche, die gleichen Pentagonseiten darstellend, gewöhnlich paarweise über den Kanten des eingeschriebenen Hexaëders liegen. Auch die Ecken sind zweierlei: 8 gleichkantig-dreiflächige (trigonale) und 12 ungleichkantig-dreiflächige (unregel-

mässige) Ecken. Die krystallographischen Axen verbinden die Mittelpunkte je zweier gegenüberliegender regelmässiger Kanten. — Eisenkies, Kobaltglanz.

Je nachdem in den Pentagonen die einzelne, abweichend lange Seite entweder grösser oder kleiner als jede der vier gleichen Seiten ist, demgemäss hat das Pentagondodekaëder mehr Aehnlichkeit mit dem Hexaëder, Fig. 75 ($n$ mit sehr grossem Werth), oder mit dem Rhombendodekaëder, Fig. 77 ($n$ dem Werth 1 genähert). Mitten inne steht, freilich nur als eine ideale Form, das reguläre Pentagondodekaëder der Geometrie mit 30 gleichlangen Kanten; bei demselben ist der Coëfficient $n = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$, also eine irrationale Zahl, weshalb denn auch die Form als Krystallform unmöglich ist (§ 10, S. 20); sehr nahe würde die Varietät $\frac{\infty O \frac{8}{5}}{2}$ kommen. Die gewöhnlichste Varietät $\frac{\infty O 2}{2}$ findet sich am Eisenkies oder Pyrit gar häufig ausgebildet und wird daher auch Pyritoëder genannt (Fig. 76).

*Miller* setzt hier vor das Symbol $\{hkl\}$ ein $\pi$ (als Abkürzung von παράλληλος); das positive Pentagondodekaëder $= \pi\{hk0\}$, das negative $= \pi\{kh0\}$.

Werden die Hexakisoktaëder $mOn$ nach denen an den abwechselnden mittleren Kanten ($b$) gelegenen Flächenpaaren (Fig. 78) hemiëdrisch, so gehen daraus die Dyakisdodekaëder (oder Diploëder) hervor (Fig. 79, 80); um sie von

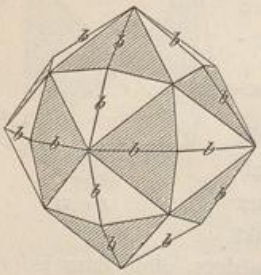


Fig. 78.

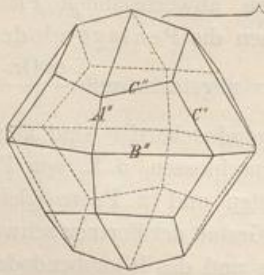



Fig. 79.

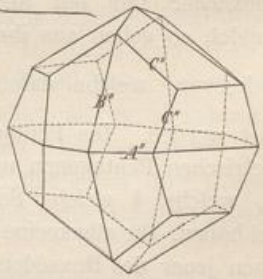



Fig. 80.

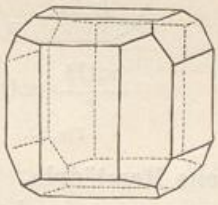
den Hexakistetraëdern, als tetraëdrisch-hemiëdrischen Formen derselben Stammform zu unterscheiden, pflegt man ihr Zeichen in zwei parallele Klammern einzuschliessen; sonach ist $\left[\frac{mOn}{2}\right]$ das allgemeine Zeichen derselben. Es sind in der Regel von 24 gleichschenkeligen Trapezoiden (selten von dergleichen Trapezen) umschlossene Formen, deren allgemeine Gestalt an verschiedene andere Formen, gewöhnlich aber an irgend ein »gebrochenes« Pentagondodekaëder erinnert. — Die Kanten sind dreierlei: 12 kürzeste $A''$, paarweise über den regelmässigen Kanten, und 12 längere $B''$, einzeln über den Flächen des eingeschriebenen Pentagondodekaëders, sowie 24 mittlere, unregelmässige Kanten $C''$, welche eine den unregelmässigen Kanten desselben Dodekaëders nahe kommende Lage haben. Die Ecken sind gleichfalls dreierlei: 6 gleichwinkelig-vierflächige (rhombische), 8 dreiflächige (trigonale) und 12 ungleichwinkelig-vierflächige (unregelmässige) Ecken. Die krystallographischen Axen verbinden je zwei gegenüberliegende rhombische Ecken. — Eisenkies (an ihm bisweilen selbständig), Kobaltglanz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Am häufigsten kommen vor $\left[\frac{30\frac{3}{2}}{2}\right]$, $\left[\frac{402}{2}\right]$ und $\left[\frac{50\frac{5}{3}}{2}\right]$. Sind die Flächen Trapeze, so wird jede Kante $C''$ der gegenüberliegenden Kante $B''$ parallel, weshalb denn in jedem eine längste Kante bildenden Flächenpaare drei parallele Kanten hervortreten; diese auffallende Erscheinung rechtfertigt für solche Varietäten den Namen parallelkantige Dyakisdodekaëder, für welche die allgemeine Bedingung gilt: $m = n^2$; die zweite der oben aufgeführten Varietäten ist daher parallelkantig.

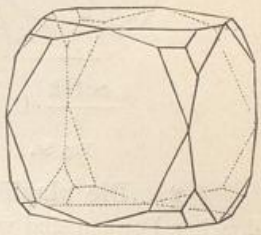
Das positive Dyakisdodekaëder ist $\pi\{hkl\}$, das negative $\pi\{khl\}$.

Combinationen. In den dodekaëdrisch-hemiëdrischen Combinationen erscheint gewöhnlich das Hexaëder, oder das Oktaëder, oder auch das Pentagondodekaëder als vorherrschende Form. Das Hexaëder erfährt durch die Flächen eines jeden Pentagondodekaëders (gewöhnlich der Varietät $\frac{\infty O 2}{2}$) eine unsymmetrische Abstumpfung seiner Kanten (Gegensatz zur Combination mit dem Rhombendodekaëder, Fig. 33) und durch jedes Dyakisdodekaëder eine unsymmetrische dreiflächige Zuspitzung seiner Ecken.



$\infty O \infty \cdot \frac{\infty O 2}{2}$.

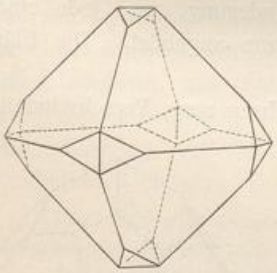
Fig. 81.



$\infty O \infty \cdot \left[\frac{402}{2}\right]$.

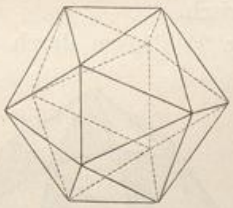
Fig. 82.

Das Oktaëder erleidet durch die Flächen eines jeden Pentagondodekaëders, meist der Varietät $\frac{\infty O 2}{2}$, eine Zuschärfung, durch jedes Dyakisdodekaëder eine vierflächige Zuspitzung seiner Ecken, wobei sowohl jene Zuschärfungs- als diese



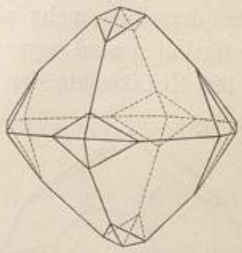
$O \cdot \frac{\infty O 2}{2}$.

Fig. 83.



$O \cdot \frac{\infty O 2}{2}$.

Fig. 84.



$O \cdot \left[\frac{30\frac{3}{2}}{2}\right]$.

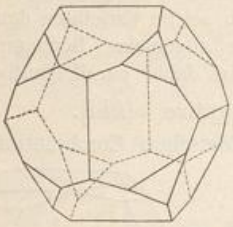
Fig. 85.

Zuspitzungsflächen (die letzteren paarweise) auf zwei gegenüberliegende Kanten aufgesetzt sind. Stehen die Flächen des Oktaëders und Pentagondodekaëders im Gleichgewicht, so erscheint die Combination ähnlich dem Ikosaëder der Geometrie; Fig. 84.

Das Pentagondodekaëder $\frac{\infty O 2}{2}$ erfährt durch die Flächen des Oktaëders eine Abstumpfung seiner trigonalen Ecken, durch die Flächen des Hexaëders eine

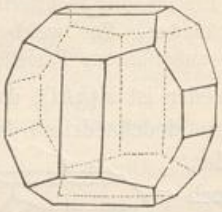
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abstumpfung seiner regelmässigen Kanten, und durch die Flächen gewisser, in gleicher Stellung befindlicher Dyakisdodekaëder eine regelmässige dreiflächige, auf die Flächen aufgesetzte Zuspitzung seiner trigonalen Ecken.



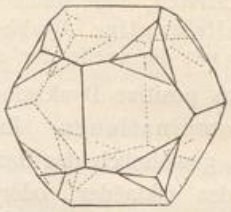
$\frac{\infty O 2}{2} \cdot O.$

Fig. 86.



$\frac{\infty O 2}{2} \cdot \infty O \infty.$

Fig. 87.



$\frac{\infty O 2}{2} \cdot \left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right].$

Fig. 88.

§ 22. **Die plagiëdrische Hemiëdrie.** Die sämmtlichen 9 S.-E.n der holoëdrischen Formen sind verloren gegangen, weshalb die dieser Hemiëdrie angehörigen Formen überhaupt keine S.-E. mehr besitzen. Es existiren von S.-A.n 3 vierzählige senkrecht zu den Würfelflächen, 4 dreizählige senkrecht zu den Oktaëderflächen und 6 zweizählige senkrecht zu den Rhombendodekaëderflächen (also dieselben wie bei den regulären Holoëdern); ein Centrum der Symmetrie fehlt; vgl. Fig. 89. — Nur bei den Hexakisoktaëdern fallen die Normalen der Flächen in die 48 Räume zwischen den 9 S.-E.n und blos bei ihnen hat daher diese Hemiëdrie eine morphologische Wirkung. Alle übrigen 6 vollflächigen Formen erleiden keine Gestaltsveränderung, weil jede einzelne Fläche derselben mehr als nur einem jener 48 Räume angehört. Die Flächen aller Gestalten sind asymmetrisch.

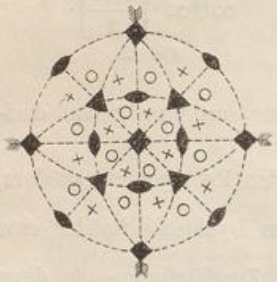


Fig. 89.

Die Hexakisoktaëder (Fig. 91) liefern durch Wachsen resp. Verschwinden der

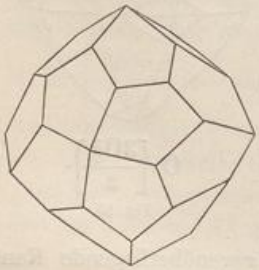


Fig. 90.

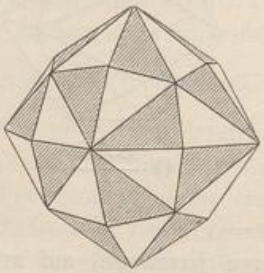


Fig. 91.

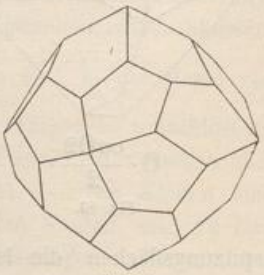


Fig. 92.

einzelnen abwechselnden Flächen als neue eigenthümliche Formen die Pentagon-Ikositetraëder[1]), begrenzt von 24 ungleichseitigen Fünfecken (Fig. 90 und 92).

1) Der Name ist dadurch gerechtfertigt, dass die übrigen Vierundzwanzigflächner theils (Tetrakishexaëder, Triakisoktaëder, Hexakistetraëder) von Dreiecken, theils (Ikositetraëder, Dyakisdodekaëder) von Vierecken begrenzt werden.

Die zwei correlaten Ikositetraëder dieser Art, welche aus einem und demselben Hexakisoktaëder hervorgehen, sind enantiomorph (S. 29); sie haben in Folge der Abwesenheit von S.-E.n die Eigenschaft, dass sie sich — bei übrigens völlig gleichen Begrenzungselementen — zu einander als ein rechts und als ein links gebildeter Körper verhalten, welche durch keine Aenderung der Stellung des einen zur Congruenz gebracht werden können; die eine Gestalt ist gewissermassen das Spiegelbild der anderen.

Fig. 90 ist ein linkes, Fig. 92 ein rechtes Hemiëder, das erstere $\frac{m0n}{2}l$, das letztere $\frac{m0n}{2}r$, weil von den beiden obersten Flächen im vorderen oberen rechten Oktanten des Hexakisoktaëders Fig. 91 sich die links gelegene schraffirte in Fig. 90, die rechts gelegene unschraffirte in Fig. 92 wiederfindet. — *Miller* setzt zur Bezeichnung vor das holoëdrische Symbol ein $\gamma$ (von γυρός, gebogen); das linke ist $\gamma\{hkl\}$, das rechte $\gamma\{\bar{k}hl\}$.

Früher war diese Art der Hemiëdrie nur als möglich bekannt, indem eine derselben wirklich folgende krystallisirte Substanz nicht beobachtet war. 1882 wies indessen *Tschermak* nach, dass an den Krystallen des Chlorammoniums in der That plagiëdrisch-hemiëdrische Pentagon-Ikositetraëder auftreten, insbesondere $\frac{8}{5}0\frac{8}{7}$ zur Hälfte $= \gamma\{875\}$. Zufolge *Miers* kommt auch am cornischen Rothkupfererz selten und untergeordnet das Pentagon-Ikositetraëder $\frac{8}{2}0\frac{8}{8} = \gamma\{896\}$ vor. — Der in der Natur immer scheinbar holoëdrisch als die Combination $\infty0\infty.0$ ausgebildete Sylvin (Chlorkalium) ist ebenfalls plagiëdrisch, wie die von *Brauns* 1886 daran beobachteten Aetzfiguren erweisen, welche auf den Würfelflächen die Gestalt einer vertieften tetragonalen Pyramide besitzen, die aber nicht mit den Würfelkanten parallel, sondern unsymmetrisch gegen dieselben gedreht ist; die häufigsten Aetzfiguren gehören dem rechten Pentagon-Ikositetraëder $\frac{903}{2}r = \gamma\{391\}$ an.

§ 23. **Die Tetartoëdrie im regulären System.** Dabei handelt es sich nach S. 30 um die Erscheinung, dass die nach einer Modalität der Hemiëdrie hervorgebrachten Formen noch einmal nach einer anderen Hemiëdriemodalität in zwei Hälften zerfallen, das Holoëder also 4 Viertelflächner liefern würde. Aus den tetraëdrisch-hemiëdrischen Formen können noch die vorhandenen 6 gewöhnlichen S.-E.n austreten, aus den dodekaëdrisch-hemiëdrischen noch die 3 rechtwinkelig auf einander stehenden S.-E.n verloren gehen.

Wird die allgemeinste Gestalt des regulären Systems, das Hexakisoktaëder, der Tetartoëdrie unterworfen, so kann dies geschehen durch Anwendung:

der tetraëdrischen Hemiëdrie auf die dodekaëdrisch-hemiëdrische Form: das Dyakisdodekaëder ist nur mit seinen in den abwechselnden Oktanten liegenden Flächen ausgebildet; oder

der plagiëdrischen Hemiëdrie auf die tetraëdrisch-hemiëdrische Form: das Hexakistetraëder ist nur mit den abwechselnden einzelnen Flächen ausgebildet.

Ferner könnte auch das Pentagon-Ikositetraëder nur mit den in den abwechselnden Oktanten gelegenen dreizähligen Flächengruppen ausgebildet sein. — Alle drei hemiëdrischen Formen des Hexakisoktaëders liefern dabei immer ein und dieselbe tetartoëdrische Form, die tetraëdrischen Pentagondodekaëder (Fig. 93 und 94), begrenzt von 12 unsymmetrischen Pentagonen, welche zwei Paare gleicher Seiten, aber lauter verschiedene Winkel haben; es sind enantiomorphe Formen (§ 13) ohne S.-E. und ohne Centrum der Symmetrie; es existiren noch 3 gleichwerthige zu einander senkrechte zweizählige und 4 dreizählige S.-A.n von polarer Ausbildung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(vgl. Fig. 95); diese letzteren Symmetrie-Elemente sind daher hier andere als bei der ebenfalls einer S.-E. und eines Centrums der Symmetrie entbehrenden plagiëdrischen Hemiëdrie. Der Kanten sind 30 von dreierlei Art. Da jedes Hexakisoktaëder als holoëdrische Stammform vier solche Pentagondodekaëder liefert, so wird es

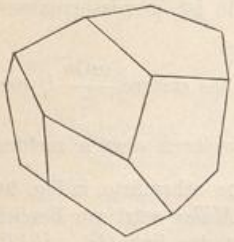


Fig. 93.

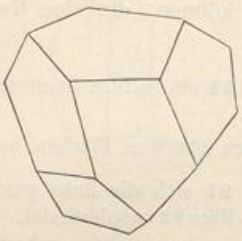


Fig. 94.

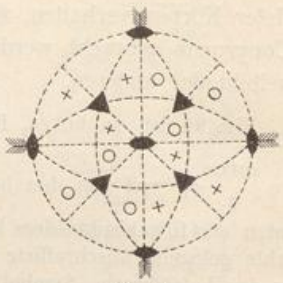


Fig. 95.

darunter zwei rechts und zwei links gebildete geben, von denen zwar je zwei gleichnamige durch blose Stellungsänderung zur Congruenz gebracht werden können, während dies für je zwei ungleichnamige ganz unmöglich ist. Fig. 93 ist ein rechtes, Fig. 94 ein linkes.

Wenn nun auch die übrigen holoëdrischen regulären Formen von diesem Bildungsgesetz ergriffen und zu tetartoëdrischen umgestaltet werden, so entfernen sich vier derselben äusserlich nicht von den hemiëdrischen, indem sich

das Oktaëder in ein Tetraëder,
die Tetrakishexaëder in Pentagondodekaëder,
die Triakisoktaëder in Deltoiddodekaëder,
die Ikositetraëder in Trigondodekaëder

verwandeln, während das Hexaëder und Rhombendodekaëder auch hier scheinbar ihre holoëdrische Gestalt unverändert beibehalten. Es stellt sich also die merkwürdige Thatsache heraus, dass das Tetraëder und das Pentagondodekaëder, welche, durch verschiedene Modalitäten der Hemiëdrie erzeugt, sich bei einer hemiëdrisch krystallisirenden Substanz durchaus gegenseitig ausschliessen und unmöglich machen (vgl. S. 30), auf dem Gebiete der Tetartoëdrie beide zugleich zum Vorschein kommen und hier nothwendig coëxistiren und zusammengehören[1]).

Deutlich tetartoëdrisch-reguläre Entwickelung zeigt unter den natürlichen Mineralien zufolge *Luedecke* der Langbeinit, welcher tetraëdrisch- und dodekaëdrisch-hemiëdrisch erscheinende Formen an sich vereinigt; ferner gehört hierher der Ullmannit, insofern seine Krystalle bei übereinstimmender chemischer Zusammensetzung theils pentagondodekaëdrisch, theils tetraëdrisch ausgebildet sind. Unter den künstlich in Krystallen erhaltenen Substanzen erweisen sich als tetartoëdrisch-regulär chlorsaures Natrium, Nitrate von Blei, Strontium, Baryum. Die in der Natur vorkommenden Krystalle des salpetersauren Baryums besitzen die Form eines Oktaëders, welches daher als Combination zweier Tetraëder von tetartoëdrischem Charakter aufgefasst werden muss.

1) Die Unmöglichkeit des Zusammenvorkommens von tetraëdrisch- und dodekaëdrisch-hemiëdrischen Formen an einem und demselben Krystall schien durch die Combinationen des chlorsauren Natriums und einiger anderer Salze widerlegt zu werden, an welchen das Tetraëder zugleich mit dem Pentagondodekaëder erscheint. *Naumann* hat jedoch 1855 gezeigt, dass diese Combinationen nicht als eine Mesalliance der beiderseitigen Hemiëdrieen, überhaupt nicht als hemiëdrische, sondern als tetartoëdrische aufzufassen sind, und dass die Coëxistenz von Tetraëdern und Pentagondodekaëdern eine nothwendige Folge der Tetartoëdrie ist. *Baumhauer* wies auch später durch die auf den Tetraëderflächen des chlorsauren Natriums erzeugten Aetzeindrücke nach, dass diese Flächen nicht hemiëdrischer, sondern tetartoëdrischer Natur sind. Vgl. auch die Untersuchungen über die tetartoëdrisch-regulären Nitrate von Blei, Baryum, Strontium von *L. Wulff* in Z. f. Kr. IV. 1880. 122.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Aus Vorstehendem ergibt sich, dass wenn eine regulär krystallisirte Substanz nur im Hexaëder oder Rhombendodekaëder bekannt ist, diese Form an sich keinen Aufschluss darüber gewährt, ob die Substanz holoëdrisch ist, oder einer der 3 Hemiëdrie-Abtheilungen angehört, oder als tetartoëdrisch gelten muss. Gestalt und Stellung der Aetzfiguren, das elektrische Verhalten, das Auftreten der Circularpolarisation können alsdann eine Unterscheidung ermöglichen.

Eine Hemimorphie ist im regulären System ausgeschlossen, weil eine S.-A. von singulärem Charakter nicht existirt.

## 2. Tetragonales Krystallsystem.

§ 24. **Grundcharakter.** Das tetragonale System (früher quadratisches oder viergliedriges genannt) hat mit dem regulären System die Dreizahl und Rechtwinkeligkeit der krystallographischen Axen gemein, unterscheidet sich aber durch das Grössenverhältniss derselben, indem gegen zwei gleiche Axen $a$ eine ungleiche Axe $c$ vorhanden ist. Diese letztere beherrscht die Symmetrie aller Formen und wird in eine senkrechte Stellung gebracht. Man nennt die Endpunkte dieser verticalen Axe Pole, und die von solchen auslaufenden Kanten Polkanten, die in sie fallenden Ecken Polecken. Von den beiden gleichwerthigen horizontalen Axen $a$ pflegt man die eine auf den Beobachter zulaufend, die andere quer zu richten. Die zwei Linien, welche ihre rechten Durchkreuzungswinkel halbiren, heissen die Zwischenaxen. — Die Formen des tetragonalen Systems besitzen einen sogenannten wirtelförmigen Bau, indem ihre Flächen gleichmässig um die Verticalaxe gruppirt sind. — Der Name Tetragonalsystem bezieht sich auf die, meist quadratische oder tetragonale Figur der durch die Horizontalaxen gelegten Ebene.

§ 25. **Beschreibung und Ableitung der holoëdrisch-tetragonalen Formen.** Dieselben besitzen nur eine H.-S.-E., nämlich die als Basis bezeichnete Ebene durch die beiden horizontalen Axen $a$; demgemäss hat die auf der letzteren senkrecht stehende Verticalaxe $c$ hier den Charakter einer (nur einzig in ihrer Art vorhandenen) H.-S.-A. oder einer Hauptaxe; ihr gegenüber führen die beiden Horizontalaxen $a$ die Bezeichnung der Nebenaxen. Der gewöhnlichen S.-E.n sind vier vorhanden und sie entsprechen den vier verticalen Ebenen, welche jedesmal durch die Hauptaxe und entweder eine der beiden Nebenaxen $a$ oder eine

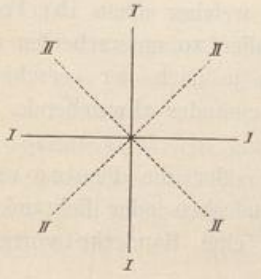
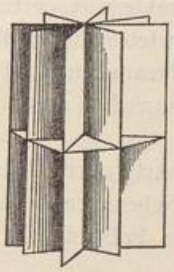
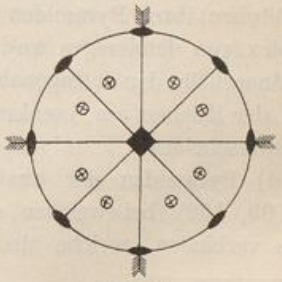


Fig. 96.


Fig. 97.


Fig. 98.

der beiden Zwischenaxen gelegt werden; erstere heissen auch die primären, letztere die secundären Hauptschnitte (I und II in Fig. 96). Diese 4 abwechselnd gleichen verticalen Ebenen schneiden sich unter 45° in der Hauptaxe $c$ (Fig. 97).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Durch die 5 S.-E.n wird der Raum in 16 gleiche Theile getheilt. Die Hauptaxe ist eine vierzählige, die 4 Neben- und Zwischenaxen sind zweizählige S.-A.n. Wie überhaupt im tetragonalen System existiren keine dreizähligen und keine sechszähligen S.-A.n. Vgl. die sphärische Projectionsfigur 98 für die vollflächigste Form. — Nur wenn die Durchschnitte der H.-S.-E. mit 2 gleichen, senkrecht auf einander stehenden gewöhnlichen S.-E.n eben als krystallographisches Axenkreuz gewählt werden, erhalten alle Flächen jeder einfachen Krystallform isoparametrische Symbole. — Als holoëdrische Formen kommen vor:

a) Geschlossene, d. h. ihren Raum allseitig umschliessende Formen:
   1) Tetragonale Pyramiden (zwei Arten),
   2) Ditetragonale oder achtseitige Pyramiden.

b) Offene, d. h. ihren Raum nicht allseitig umschliessende Formen:
   3) Tetragonale Prismen (zwei Arten),
   4) Ditetragonale oder achtseitige Prismen, und
   5) das Pinakoid.

Aus der Ableitung ergibt sich, dass die offenen Formen nur als Grenzformen gewisser geschlossener Formen zu betrachten sind.

Die tetragonalen Pyramiden sind von 8 gleichschenkeligen Dreiecken umschlossene Formen, deren Randkanten (oder Mittelkanten) in einer Ebene liegen, und ein Quadrat bilden. Sie stellen jedenfalls einen Inbegriff zweier, in ihren Grundflächen verbundener Pyramiden der Geometrie dar, welche bei gleicher quadratischer Basis gleiche Höhe besitzen[1]). Die Kanten sind zweierlei: 8 Polkanten ($X$ oder $Y$), so genannt, weil sie von den Polen der Hauptaxe ausgehen, und 4 Randkanten $Z$, so genannt, weil sie stets um die Mitte der Form liegen. Die Ecken sind ebenfalls zweierlei: zwei tetragonale Polecken und 4 rhombische Randecken (oder Mittelecken). Es gibt wegen des abwechslungsvollen Längenverhältnisses zwischen Hauptaxe und Nebenaxen möglicherweise eine unendliche Manchfaltigkeit von tetragonalen Pyramiden. — Im Allgemeinen unterscheidet man stumpfe und spitze Pyramiden, zwischen welchen das Oktaëder des regulären Systems seinen Dimensionsverhältnissen nach mitten inne steht, obwohl solches niemals als eine tetragonale Form existiren kann.

Jede tetragonal krystallisirende Mineralart wird durch bestimmte Dimensionsverhältnisse ihrer Pyramiden charakterisirt, vermöge welcher allein ihr Formencomplex von demjenigen anderer tetragonaler Mineralien zu unterscheiden ist.

Innerhalb der tetragonalen Pyramiden sind nun je nach der verschiedenen Lage der Flächen am Axenkreuz zunächst zwei von einander abweichende Arten zu unterscheiden:

1) Pyramiden der ersten Art oder Ordnung oder die Protopyramiden (Fig. 99, 100), bei welchen die Nebenaxen $a$ die Randecken oder Eckpunkte der Basis verbinden, welche also eine Polkante $X$ und eine Randecke vorne dem

[1]) Sie und die anderen so bezeichneten Formen würden daher eigentlich Dipyramiden oder Bipyramiden genannt werden müssen, wie dies auch neuerlich mehrfach geschieht; da jedoch einfache Pyramiden im Reiche der Krystallformen nur äusserst selten (in Folge der Hemimorphie) vorkommen, so kann man, ohne ein Missverständniss zu befürchten, der Kürze und der leichteren Wortzusammensetzung wegen das Wort Pyramide schlechthin beibehalten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beschauer zukehren, und eine entsprechende Stellung besitzen, wie das reguläre Oktaëder (Fig. 16).

Aus den bei einer tetragonalen Substanz vorkommenden Protopyramiden wird nun eine herausgewählt, um die übrigen Protopyramiden und überhaupt die sämmtlichen anderen Formen auf dieselbe zu beziehen und aus derselben abzuleiten. Sie wird die Grundpyramide oder Grundform genannt und ihr wird die Einheit des Parameterverhältnisses zugeschrieben[1]). *Naumann* bezeichnet diese Grundpyramide mit dem Buchstaben **P**, unter welchem man sich also nicht eine einzelne Fläche der Grundform, sondern diese selbst in ihrer ganzen Vollständigkeit vorzustellen hat.

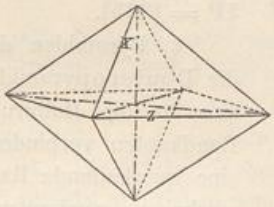


Fig. 99.

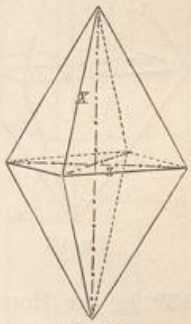


Fig. 100.

Das *Weiss*'sche Flächenzeichen der Grundpyramide ist zufolge ihrer Lage am Axenkreuz $a : a : c$, ein Symbol, welches in jedem Oktanten eben eine Fläche liefert. — Bei *Miller* ist die Grundpyramide $= \{111\}$.

Das durch Messung ermittelte Winkelmaass einer ihrer Kanten, am besten der Randkante $Z$, bestimmt die Grundform nach ihren Angular-Dimensionen, wogegen das (daraus durch Rechnung gefundene) Verhältniss der Nebenaxe zur Hauptaxe, welches, die halbe Nebenaxe $a$ gleich 1 gesetzt, für die halbe Hauptaxe $c$ irgend einen anderen Werth ergibt, uns eine Bestimmung der Grundform durch ihre Linear-Dimensionen gewährt. Dies letztere Axenverhältniss ($1 : 1 : c$, oder blos $1 : c$) ist wie bei allen Krystallsystemen, mit Ausnahme des regulären, irrational (S. 19). So hat die Grundpyramide des Zinnsteins das Axenverhältniss $1 : 0{,}6724 \ldots$, die des Anatas $1 : 1{,}7777 \ldots$. Ein kürzerer Ausdruck des Axenverhältnisses ist der Quotient $\frac{c}{a}$, worin $a = 1$.

Nimmt man in der Hauptaxe der Grundform vom Mittelpunkt aus beiderseits irgend eine Länge $mc$ (wobei $m$ theils grösser, theils kleiner als 1, aber stets rational vorausgesetzt wird) und legt hierauf in jede Randkante von **P** zwei Flächen, von denen die eine den oberen, die andere den unteren Endpunkt der nach $m$ verlängerten oder verkürzten Hauptaxe schneidet, so entsteht eine neue Protopyramide, welche entweder spitzer oder stumpfer als **P**, und allgemein mit $m$**P** zu bezeichnen ist. Da nun $m$ alle möglichen Werthe erhalten kann, so sind in der That alle möglichen Protopyramiden abgeleitet worden; am häufigsten finden sich $\frac{1}{2}$**P**, 2**P**, 3**P**.

---

1) Als Grundform pflegt man hier, wie in den folgenden Krystallsystemen, diejenige Pyramide zu wählen, welche entweder am häufigsten vorkommt, oder in den Combinationen am meisten vorherrscht, oder allemal durch die Spaltbarkeit erhalten wird, oder endlich die, mit Bezug auf welche die übrigen Pyramiden das einfachste Ableitungsverhältniss ergeben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das allgemeine Flächenzeichen der abgeleiteten Protopyramiden ist $a : a : mc$, wobei für die spitzeren $m > 1$, für die stumpferen $m < 1$; z. B. $a : a : 2c = 2\mathrm{P}$; $a : a : \frac{3}{2}c = \frac{3}{2}\mathrm{P}$; $a : a : \frac{1}{4}c = \frac{1}{4}\mathrm{P}$. — Diese tetragonalen Protopyramiden $m\mathrm{P}$ werden bei *Miller* zu $\{hhl\}$, wobei sich $h$ auf die Nebenaxe, $l$ auf die Hauptaxe bezieht; bei den spitzeren ist $h > l$, bei den stumpferen $l > h$; z. B. $2\mathrm{P} = \{221\}$, $7\mathrm{P} = \{771\}$, $\frac{1}{4}\mathrm{P} = \{114\}$, $\frac{5}{2}\mathrm{P} = \{552\}$, $\frac{3}{5}\mathrm{P} = \{335\}$.

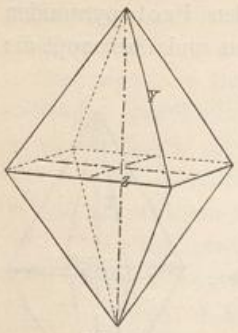


Fig. 101.

2) Pyramiden der zweiten Art oder Ordnung oder die Deuteropyramiden (Fig. 101), bei welchen die Nebenaxen $a$ die Halbirungspunkte zweier gegenüberliegender Randkanten verbinden. Sie kehren also eine Fläche und eine querlaufende Randkante vorne dem Beschauer zu und erscheinen gewissermassen gegen die Protopyramiden um 45° in der Horizontalebene gedreht. Die Polkanten der Deuteropyramide werden wegen ihrer abweichenden Lage nicht mit $X$, sondern mit $Y$ bezeichnet.

Die Flächen der Deuteropyramide liegen, abweichend von den protopyramidalen so, dass sie zwar die Hauptaxe $c$ und eine der Nebenaxen $a$ schneiden, aber der zweiten Nebenaxe $a$ parallel gehen. Diejenige Deuteropyramide, welche $a$ und $c$ in derselben Einheit schneidet, wie dies seitens der protopyramidalen Grundform geschieht (und welche deshalb die Polkanten der letzteren gerade abstumpft), erhält daher das Flächenzeichen $a : \infty a : c$ und aus dieser lassen sich alle anderen Deuteropyramiden abermals durch eine Verlängerung der Hauptaxe um $m$ $(> 1)$ oder eine Verkürzung derselben auf $m$ $(< 1)$ ableiten. Das allgemeine Zeichen ist daher $a : \infty a : mc$; z. B. $a : \infty a : 3c$; $a : \infty a : \frac{1}{2}c$. Eine Form mit solchem Flächenzeichen muss in jedem Oktanten zweimal auftreten, da aber jede Fläche mit einer anderen in dem Nachbaroktanten zusammenfällt, so besitzt die Deuteropyramide im Ganzen nur 8 Flächen. Zufolge der Lage am Axenkreuz würden ihre Flächen nach dem auf S. 19 Erläuterten eigentlich unter den Begriff der Prismen fallen.

Bei der *Naumann*'schen Signatur wird der Coëfficient der Hauptaxe $c$, sofern er nicht 1 ist, wiederum links vor P gesetzt, der constante Coëfficient $\infty$ der einen Nebenaxe rechts hinter P. Das allgemeine Symbol ist daher $m\mathrm{P}\infty$; z. B. $a : \infty a : c = \mathrm{P}\infty$; $a : \infty a : 3c = 3\mathrm{P}\infty$; $a : \infty a : \frac{1}{3}c = \frac{1}{3}\mathrm{P}\infty$.

Die Deuteropyramiden mit dem allgemeinen Zeichen $m\mathrm{P}\infty$ werden bei *Miller* zu $\{h0l\}$; $\mathrm{P}\infty = \{101\}$; $5\mathrm{P}\infty = \{501\}$; $\frac{1}{2}\mathrm{P}\infty = \{102\}$; $\frac{3}{2}\mathrm{P}\infty = \{203\}$; $\frac{3}{5}\mathrm{P}\infty = \{302\}$.

Die tetragonalen Prismen, welche nebst den achtseitigen Prismen die säulenförmigen Krystalle des Tetragonalsystems bedingen, sind von 4, der Hauptaxe parallelen Flächen begrenzte, oben und unten offene Formen, die als Querschnitt ein Quadrat liefern. Nach denselben Kriterien wie sie bei den tetragonalen Pyramiden zur Geltung kommen, zerfallen sie in zwei, gegen einander um 45° gewendete Arten, nämlich:

1) Das Prisma der ersten Art oder Ordnung oder das Protoprisma (die vier senkrechten Flächen in Fig. 102), so gelegen, dass die Enden der Nebenaxen $a$ in die Halbirungspunkte der verticalen Kanten fallen, von denen eine vorne dem Beschauer zugewendet ist. Seine Flächen entsprechen daher den secundären Haupt-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

schnitten II in Fig. 96. — Die Prismen werden allgemein dadurch aus den Pyramiden abgeleitet, dass der Coëfficient der verticalen Axe $c$ den Werth $\infty$ erlangt, oder die Randkanten der Pyramiden gerade abgestumpft werden. Wird in $m$P der Werth $m$ ($>1$) immer grösser und allmählich $\infty$, so erhält durch fortgesetztes Spitzerwerden die Protopyramide endlich senkrechte Flächen, wird demzufolge zu einem oben und unten offenen Krystallraum und geht in das Protoprisma über, dessen Zeichen daher $\infty$P ist.

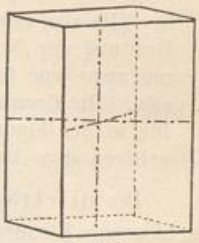


Fig. 102.

2) das Prisma der zweiten Art oder Ordnung oder das Deuteroprisma (die vier senkrechten Flächen in Fig. 103), so an dem Axenkreuz gelegen, dass die Enden der Nebenaxen $a$ in die Mittelpunkte der verticalen Flächen fallen, von denen daher eine vorne dem Beschauer zugekehrt ist. Die Flächen gehen den primären Hauptschnitten I (Fig. 96) parallel und haben demnach zufolge S. 19 eigentlich den Charakter von Pinakoidflächen. Wird dieselbe Ableitung, welche aus $m$P das Protoprisma $\infty$P lieferte, auf die Deuteropyramide $m$P$\infty$ angewendet, so ergibt sich als Zeichen des Deuteroprismas $\infty$P$\infty$.

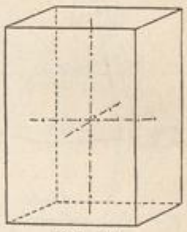


Fig. 103.

Das *Weiss*'sche Zeichen ist für das Protoprisma $a : a : \infty c$, für das Deuteroprisma $a : \infty a : \infty c$. — Das *Miller*'sche Symbol für das erstere {110}, für das letztere {100}. — Es gibt natürlich nur ein tetragonales Prisma der ersten Art und ebenso nur eins der zweiten Art, da jedes derselben keiner Gestaltsveränderung fähig ist, was auch aus der Abwesenheit variabeler Coëfficienten in den Zeichen erhellt.

Morphologisch unterscheiden sich das Protoprisma und das Deuteroprisma als solche nicht von einander, sondern nur bezüglich ihrer Lage zu den Nebenaxen $a$, deren Richtung durch das Auftreten der Grundpyramide gegeben ist. Treten an einer tetragonalen Substanz überhaupt beiderlei Prismen auf, und liegt dann die Combination nur eines derselben mit blos der Basis vor, so muss es unentschieden bleiben, ob es das Proto- oder Deuteroprisma ist, sofern nicht eines derselben etwa sonst, z. B. durch Oberflächenbeschaffenheit oder Spaltbarkeit als solches charakterisirt wird.

Das basische Pinakoid (von πινακοειδής, tafelförmig) oder die Geradendfläche ist das der horizontalen Nebenaxenebene (Haupt-Symmetrieebene) oder der Basis parallele Flächenpaar, welches die tafelförmigen Krystalle des Systems bedingt (Fig. 104, in welcher die an sich unbestimmte Begrenzung dieser beiden Flächen zum Ausdruck gebracht ist). Dasselbe kann als eine Protopyramide $m$P betrachtet werden, welche durch fortwährendes Kleinerwerden von $m$ und immer grössere Flachheit schliesslich dazu gelangt ist, überhaupt keinen Schnittpunkt auf der Verticalaxe $c$ zu besitzen, in welchem Falle sie sich mit der Ebene der Nebenaxen $a$ oder der Basis deckt. Das Zeichen ist daher dann 0P. Die Form ist bei den holoëdrischen Krystallen stets als 2 äquivalente Parallelflächen oben und unten ausgebildet und natürlich keiner Veränderung fähig.

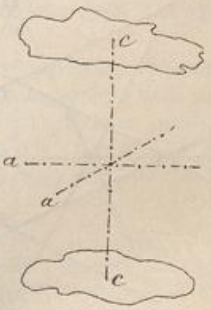



Fig. 104.

Dasselbe horizontale Flächenpaar wird aber auch erhalten, indem die Flächen der Protopyramide durch fortgesetzte Vergrösserung der Abschnitte auf den Neben-

axen $a$ schliesslich diesen letzteren parallel gehen. Daher das *Weiss*'sche Flächenzeichen $\infty a : \infty a : c$. Man gelangt eben auf eine und dieselbe Form, mag $c = 0$ oder mag $a = \infty$ gesetzt werden. — Das *Miller*'sche Symbol ist {001}.

Da die Prismen in der Richtung der Hauptaxe und das basische Pinakoid in der Richtung der Nebenaxen als solche unbegrenzt oder offen sind, so müssen sie allemal und zwar jene terminal, dieses lateral, durch die Flächen anderer Formen begrenzt sein. Die Combination ist demnach eine nothwendige Bedingung ihrer Existenz. — Die in den Figuren 102 und 103 mitgezeichneten horizontalen Endflächen der Säulen gehören dem basischen Pinakoid an.

Die ditetragonalen Pyramiden sind von 16 ungleichseitigen Dreiecken umschlossene Formen (Fig. 105), deren Randkanten in einer Ebene liegen und ein Ditetragon (d. h. ein gleichseitiges, aber nur abwechselnd gleichwinkeliges Achteck) bilden (Fig. 106). Die Kanten sind dreierlei: 8 längere schärfere, und 8 kürzere stumpfere Polkanten, sowie 8 gleiche Randkanten $Z$; die Ecken sind ebenfalls dreierlei: 2 achtflächige (ditetragonale) Polecken, 4 spitzere und 4 stumpfere vierflächige (rhombische) Randecken. — Die eine Art von Polkanten fällt immer in die primären, die andere Art in die secundären Hauptschnitte, nach welcher Lage sie als primäre Polkanten $X$ und secundäre Polkanten $Y$ unterschieden werden können.

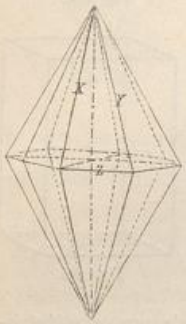
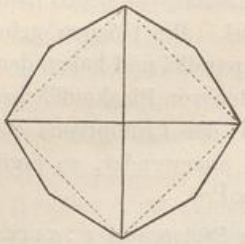


Fig. 105.


Fig. 106.

Ditetragonale Pyramiden werden nur sehr selten als selbständige Formen beobachtet, da sie meist untergeordnet in Combination mit tetragonalen Pyramiden u. a. Formen aufzutreten pflegen. — Zirkon, Vesuvian, Zinnerz.

Aus jeder beliebigen Protopyramide $m$P lassen sich viele ditetragonale Pyramiden ableiten. Man nehme in jeder Nebenaxe vom Mittelpunkt aus beiderseits die Länge $n$, welche rational und grösser als 1 ist; dann lege man in jede Polkante von $m$P zwei Flächen, welche die nicht zu derselben Polkante gehörige Nebenaxe beiderseits in der Entfernung $n$ schneiden, so entsteht eine ditetragonale Pyramide, deren Zeichen mit $m$P$n$ gegeben ist.

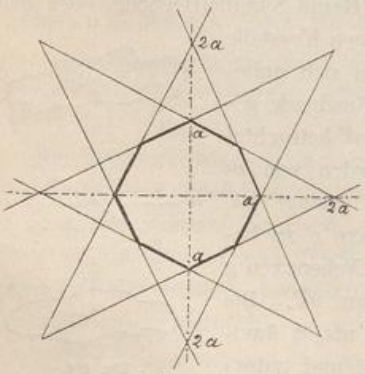


Fig. 107.

Da die Fläche der ditetragonalen Pyramide alle 3 Axen schneidet und zwar die eine Nebenaxe $a$ in einer um $n$-mal grösseren Entfernung ($n$ stets $> 1$), als die andere, so ist das Zeichen allgemein $a : na : mc$; z. B. $a : 2a : c =$ P2; $a : 3a : 2c =$ 2P3; $a : 5a : \frac{3}{2}c = \frac{3}{2}$P5. — Da zu jeder Fläche $a : na : mc$ in demselben Oktanten noch eine zweite Fläche $na : a : mc$ gehört, welche durch Vertauschung der beiden gleichwerthigen Nebenaxen entsteht, so muss die ganze Form 16 Flächen haben. Fig. 107 ist die Linearprojection von $a : 2a : c =$ P2.

Bei *Miller* ist das allgemeine Zeichen der ditetragonalen Pyramide $\{hkl\}$, wobei abermals dieses Symbol dem *Naumann*'schen $\frac{h}{l}\mathrm{P}\frac{h}{k}$ entspricht[1]; z. B. $\mathrm{P3} = \{313\}$; $3\mathrm{P3} = \{311\}$; $4\mathrm{P2} = \{421\}$; $\mathrm{P}\frac{9}{8} = \{989\}$; $3\mathrm{P}\frac{3}{2} = \{321\}$; $\frac{1}{4}\mathrm{P3} = \{3.1.12\}$; $\frac{3}{2}\mathrm{P3} = \{312\}$.

Regelmässig achtseitige oder oktogonale Pyramiden mit acht gleichen Winkeln der Basis und 16 gleichen Polkanten sind in der Krystallwelt nicht möglich, weil ihre Ableitung einen irrationalen Ableitungscoëfficienten erfordern würde. In diesem Falle wäre nämlich $n = 1 + \sqrt{2} = \tan 67\frac{1}{2}^{\circ} = 2{,}4142\ldots$. Ist $n$ kleiner als $2{,}414\ldots$, so sind diejenigen Polkanten die stumpferen, welche nach den Zwischenaxen zu laufen, und die ditetragonale Pyramide ähnelt mehr einer Protopyramide, zu welcher sie wird, wenn $n = 1$, indem dann der Winkel jener Polkanten $y = 180^{\circ}$ ist. Ist $n$ grösser als $2{,}414\ldots$, so sind die nach den Nebenaxen laufenden Polkanten die stumpferen: die ditetragonale Pyramide ähnelt sodann mehr einer Deuteropyramide, in welche sie übergeht, sofern $n = \infty$, indem dann der Winkel dieser stumpferen Polkanten $x = 180^{\circ}$. Fig. 108 zeigt in der Linearprojection die Lage von $m\mathrm{P}n$ zwischen $m\mathrm{P}$ und $m\mathrm{P}\infty$.

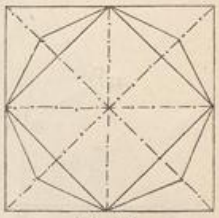


Fig. 108.

Die ditetragonalen Prismen sind von 8, der Hauptaxe parallelen Flächen umschlossene Formen, deren Querschnitt ein Ditetragon ist (Fig. 109, oben und unten durch 0P begrenzt). Sie haben zweierlei Seitenkanten, welche nach ihrer Lage in den betreffenden Hauptschnitten als primäre und secundäre unterschieden werden. Wie überhaupt die Prismen aus den Pyramiden, so leiten sich auch diese Prismen aus den ditetragonalen Pyramiden $m\mathrm{P}n$ dadurch ab, dass $m = \infty$ wird. Das allgemeine Zeichen ist daher $\infty\mathrm{P}n$.

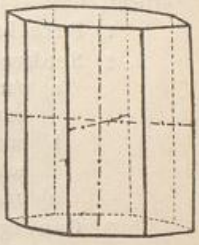


Fig. 109.

Für den Fall, dass $n = 1$, verwandelt sich das ditetragonale Prisma in das Protoprisma $\infty\mathrm{P}$, für den Fall, dass $n = \infty$, in das Deuteroprisma $\infty\mathrm{P}\infty$. — Oktogonale Prismen mit 8 gleichen Seitenkanten sind als einfache Formen aus demselben Grund in der Krystallwelt unmöglich, wie oktogonale Pyramiden; wenn dennoch solche Gestalten vorkommen, so werden sie durch Combination des Protoprismas und Deuteroprismas hervorgerufen. — Für die ditetragonalen Prismen ist das *Weiss*'sche Flächenzeichen entsprechend $a : na : \infty c$; das *Miller*'sche Symbol allgemein $\{hk0\}$; z. B. $\infty\mathrm{P2} = \{210\}$; $\infty\mathrm{P}\frac{3}{2} = \{320\}$.

Ist für eine tetragonale Substanz blos die Combination eines verticalen Prismas mit der Basis bekannt, so kann natürlich ein Axenverhältniss nicht angegeben werden.

Dieselbe Rolle, welche im regulären System der Achtundvierzigflächner spielt, übernimmt hier die ditetragonale Pyramide $m\mathrm{P}n$; sie ist in der That der allgemeinste Fall einer tetragonalen Krystallgestalt, von welcher alle anderen Formen nur Special-

---

1) Da $h$ und $k$ als auf die beiden gleichwerthigen Nebenaxen bezüglich in ihrer Stellung vertauschbar und ausserdem einzeln oder zusammen positiv oder negativ werden können, $l$, auf die Hauptaxe bezogen aber nicht an der Vertauschung theilnimmt, so liefert das Zeichen $\{hkl\}$ hier nicht, wie bei dem regulären Hexakisoktaëder 48, sondern nur 16 Flächen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $hkl$ | $\bar{h}kl$ | $khl$ | $\bar{k}\bar{h}l$ |
| $\bar{h}\bar{k}l$ | $h\bar{k}l$ | $\bar{k}hl$ | $k\bar{h}l$ |
| $hk\bar{l}$ | $\bar{h}k\bar{l}$ | $kh\bar{l}$ | $\bar{k}\bar{h}\bar{l}$ |
| $\bar{h}\bar{k}\bar{l}$ | $h\bar{k}\bar{l}$ | $\bar{k}h\bar{l}$ | $k\bar{h}\bar{l}$ |



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fälle sind, dadurch entstehend, dass die Coëfficienten $m$ und $n$ die besonderen Werthe 1 oder $\infty$ oder 0 annehmen. Wird $n = 1$, so resultiren die Protopyramiden; $n = \infty$, die Deuteropyramiden; sofern $n = 1$ und $m = \infty$, das Protoprisma; sofern $n = \infty$ und $m = \infty$, das Deuteroprisma; wenn $m = \infty$, die ditetragonalen Prismen; $m = 0$ (wobei der Werth von $n$ gleichgültig) das Pinakoid. Vgl. die Projection Fig. 98.

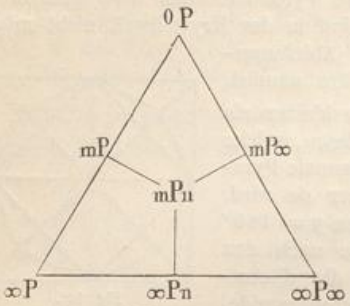


Fig. 110.

Sehr übersichtlich ist nebenstehendes triangulares Schema, in dessen Mitte die ditetragonale Pyramide, als der allgemeine Repräsentant aller holoëdrischen Formen figurirt, während die linke Seite des Dreiecks die Protopyramiden, die rechte Seite die Deuteropyramiden, die Basis des Dreiecks aber die sämmtlichen Prismen begreift. Das Schema steht also auf lauter Säulen und erhebt sich mit den verschiedenen Pyramiden, bis es zuletzt von dem Pinakoid begrenzt wird.

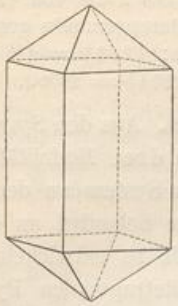
Unter Berücksichtigung der Symmetrie-Verhältnisse des tetragonalen Systems ergibt sich folgende Uebersicht der nothwendig existirenden holoëdrischen Formen, aus welcher sich auch leicht die Anzahl der bei den einzelnen vorhandenen Flächen ableiten lässt, wobei zugleich erhellt, dass fernere tetragonale Formen nicht möglich sind.

1) Parallel der Haupt-Symmetrie-Ebene: das einzige Flächenpaar 0P.
2) Senkrecht zur Haupt-Symmetrie-Ebene:
   a) parallel den primären, gleich geneigt gegen die secundären Hauptschnitte = $\infty$P$\infty$;
   b) parallel den secundären, gleich geneigt gegen die primären Hauptschnitte = $\infty$P;
   c) ungleich geneigt gegen beide Hauptschnitte = $\infty$P$n$.
3) Geneigt gegen die Haupt-Symmetrie-Ebene:
   a) gleich geneigt gegen die primären, senkrecht zu den secundären Hauptschnitten = $m$P;
   b) senkrecht zu den primären, gleich geneigt gegen die secundären Hauptschnitte = $m$P$\infty$;
   c) ungleich geneigt gegen die primären (und secundären) Hauptschnitte = $m$P$n$.

§ 26. **Holoëdrische Combinationen des Tetragonalsystems.** Diejenigen der Prismen mit dem Pinakoid sind bereits S. 63 und 65 abgebildet. Das Protoprisma $\infty$P erfährt durch die Grundform P (und überhaupt durch jede Protopyramide $m$P) beiderseits eine vierflächige, auf seine Flächen gesetzte Zuspitzung, Fig. 111; das Deuteroprisma $\infty$P$\infty$ dagegen durch dieselben Pyramiden eine vierflächige, auf seine Kanten gesetzte Zuspitzung, Fig. 112. Im ersteren Falle werden oft die Combinationsecken durch rhombische Flächen ersetzt (Fig. 113), im anderen Falle die Combinationskanten abgestumpft, Fig. 114, was dort durch die spitzere Deuteropyramide 2P$\infty$, hier durch irgend eine ditetragonale Pyramide $m$P$n$ mit gleichen Werthen beider Ableitungszahlen (gewöhnlich durch 3P3), geschieht.

Die Grundpyramide P (oder jede andere Pyramide $m$P in ihrer Weise) erfährt durch das Protoprisma $\infty$P eine Abstumpfung ihrer Randkanten (Fig. 115), durch die Deuteropyramide P$\infty$ (oder $m$P$\infty$) eine Abstumpfung ihrer Polkanten (Fig. 116), durch das Deuteroprisma $\infty$P$\infty$ eine Abstumpfung ihrer Randecken, und durch das Pinakoid 0P eine Abstumpfung ihrer Polecken (Fig. 117). Das Deuteroprisma

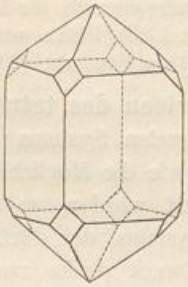
stumpft stets die Kanten des Protoprismas gerade ab, und umgekehrt. Die ditetragonalen Pyramiden treten auf zweierlei Weise auf, indem sie nämlich entweder



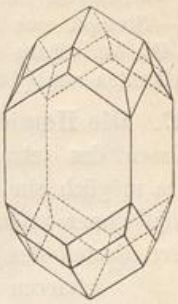
∞P.P
Fig. 111.



∞P∞.P
Fig. 112.

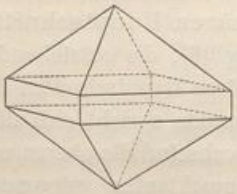


∞P.P.2P∞
Fig. 113.

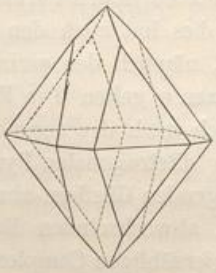


∞P∞.P.3P3
Fig. 114.

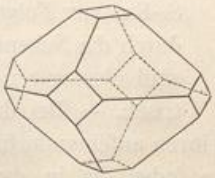
die im Zickzack auf- und absteigenden Combinationskanten zwischen Protopyramide und Deuteroprisma abstumpfen (Fig. 114), oder indem sie die Polkanten der Protopyramide zweiflächig zuschärfen.



P.∞P
Fig. 115.



P.P∞
Fig. 116.



P.∞P∞.0P
Fig. 117.

Die Flächen der ditetragonalen Pyramide liegen mit parallelen Combinationskanten zwischen je einer Fläche derjenigen Protopyramide und derjenigen Deuteropyramide, mit welchen beiden sie gemeinsame Ableitungszahl $m$ haben.

Diejenigen ditetragonalen Pyramiden $m$P$n$, welche mit P und ∞P∞ eine Zone bilden, haben das allgemeine Zeichen $m$P$m$ (d. h. bei ihnen ist $m = n$); dazu gehört z. B. die ditetragonale Pyramide 3P3 (Fig. 114); auch die beiden Grenzgestalten P und ∞P∞ sind gewissermassen ditetragonale Pyramiden von dem Zeichen $m$P$m$.

Diejenigen $m$P$n$, welche tautozonal sind mit P∞ und ∞P, besitzen den allgemeinen Ausdruck $m\text{P}\frac{m}{m-1}$ $\left(\text{d. h. } n = \frac{m}{m-1}\right)$; dazu gehören z. B $3\text{P}\frac{3}{2}$, $4\text{P}\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$P3, sowie die beiden Grenzgestalten; auch ein $m$P$m$, nämlich 2P2, nimmt, wie man sieht, an dieser Zone Theil. — Die ditetragonalen Pyramiden, gelegen zwischen P und 2P∞, haben das allgemeine Zeichen $m\text{P}\frac{m}{2-m}$; dazu gehören z. B. $\frac{3}{2}$P3, $\frac{4}{3}$P2 und die beiden Grenzgestalten selbst $(2\text{P}\frac{2}{0} = 2\text{P}\infty)$.

Die $m$P$n$, welche liegen zwischen 2P∞ und ∞P, sind allgemein $m\text{P}\frac{m}{m-2}$; dazu ausser den Grenzgestalten z. B. 4P2; $5\text{P}\frac{5}{3}$; auch ein $m$P$m$, nämlich 3P3 ist damit tautozonal. — Diejenigen $m$P$n$, welche zwischen $\frac{1}{2}$P und P∞ liegen, sind allgemein $m\text{P}\frac{m}{1-m}$; dazu gehören z. B. $\frac{2}{3}$P2 und $\frac{3}{4}$P3, sodann die Grenzgestalten.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eine Deuteropyramide $\{h0l\}$, welche die Polkanten einer Protopyramide $\{hhl\}$ gerade abstumpft, hat dasselbe Verhältniss für $h : l$, wie diese letztere; so stumpft $\{101\} = P\infty$ die Polkanten von $\{111\} = P$ ab, $\{201\} = \infty P2$ die von $\{221\} = 2P$. — Stumpft eine Protopyramide die Polkanten einer Deuteropyramide gerade ab, so ist ihr Verhältniss $h : l$ die Hälfte von dem der letzteren: $\{112\} = \frac{1}{2}P$ stumpft die Polkanten von $\{101\} = P\infty$ ab; $\{111\} = P$ die von $\{201\} = 2P\infty$.

§ 27. **Die Hemiëdrieen des tetragonalen Systems.** Aus den Symmetrieverhältnissen des tetragonalen Systems ergibt sich, dass drei Modalitäten der Hemiëdrie möglich sind; wie die Möglichkeiten im regulären System an dem Achtundvierzigflächner erläutert wurden, so sind sie auch hier nebenbei an der allgemeinsten Gestalt des Systems, der ditetragonalen Pyramide zu entwickeln. Für letzteren Zweck denke man sich an der ditetragonalen Pyramide die 4 über und unter den einzelnen Quadranten der Basis gelegenen Flächen zu einem Complex oder Glied vereinigt (Fig. 118); alsdann müssen während der Hemiëdrie in jedem dieser Complexe zwei Flächen bleiben, kein Complex darf als solcher ganz ausfallen. Die drei Arten der Hemiëdrie entstehen auf folgende Weise:

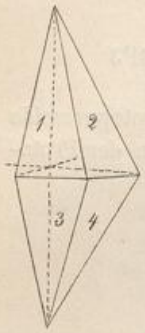


Fig. 118.

1) Aus den holoëdrischen Formen tritt die Haupt-Symmetrie-Ebene aus und dies hat auch den Verlust von zwei der verticalen S.-E.n zur Folge, nämlich der primären Hauptschnitte, welche durch die Nebenaxen $a$ gehen (I in Fig 96); die entstehenden Formen sind also nur noch nach den secundären Hauptschnitten (II) symmetrisch. — Bei der ditetragonalen Pyramide spricht sich dies dadurch aus, dass in ihren aufeinanderfolgenden Gliedern abwechselnd die oberen und unteren Flächenpaare (oder die in den abwechselnden Raumoktanten gelegenen Flächen) ausgebildet sind, d. h. in dem vierzähligen Complex der Fig. 118 sind z. B. nur die Flächen 1 und 2 ausgebildet, während 3 und 4 verschwinden; in dem folgenden Complex sind dann umgekehrt 3 und 4 vorhanden, wogegen 1 und 2 ausfallen u. s. w. — Sphenoidische Hemiëdrie.

2) Aus den Holoëdern gehen die 4 gewöhnlichen verticalen S.-E.n verloren und nur die Symmetrie nach der horizontalen Basis bleibt erhalten. — Bei der ditetragonalen Pyramide handelt es sich dann um Wachsen oder Verschwinden der an den abwechselnden Randkanten oben und unten gelegenen Flächen, d. h. in jenem Complex verbleiben die Flächen 1 und 3, wogegen 2 und 4 nicht ausgebildet sind, oder umgekehrt u. s. w. — Pyramidale Hemiëdrie.

3) Alle 5 S.-E.n verschwinden aus den Holoëdern, welche daher keine solche mehr besitzen. — Die ditetragonale Pyramide wird nach den abwechselnden einzelnen Flächen hemiëdrisch, d. h. es dehnen sich aus die Flächen 1 und 4, während 2 und 3 verschwinden, oder umgekehrt u. s. w. — Trapezoëdrische Hemiëdrie. — Eine fernere vierte Modalität ist nicht denkbar, sofern der Charakter des Systems aufrecht erhalten werden soll.

**Sphenoidische Hemiëdrie.**

Die Formen besitzen, wie angeführt, noch 2 zu einander senkrechte verticale S.-E.n, entsprechend $\infty P$; die beiden Axen $a$ sowie $c$ sind zweizählige Axen der einfachen S. ($c$ ist zugleich eine vierzählige der zusammengesetzten; die Basis ist blos eine Ebene der zusammengesetzten S.); Centrum der S. fehlt. Vgl. Fig. 119.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Flächen des Protoprismas, des Deuteroprismas, der ditetragonalen Prismen, des basischen Pinakoids und der Deuteropyramiden stehen allesammt senkrecht auf hier verschwundenen S.-E.n., sei es auf der einen horizontalen (parallel 0P) oder auf den 2 verticalen (parallel $\infty P\infty$); indem so diese Flächen den wachsenden und den verschwindenden Oktanten in übereinstimmender Weise zukommen, werden die genannten 5 Formen bei dieser Hemiëdrie keine äussere Gestaltsveränderung erleiden. Nur bei den Protopyramiden und den ditetragonalen Pyramiden stehen die Flächen unter schiefem Winkel geneigt gegen jene ausgetretenen S.-E.n; daher wird für sie die Wirkung der Verschiedenheit der abwechselnden Oktanten zur Geltung kommen, und müssen diese beiden Formen allein besonders neue hemiëdrische Gestalten liefern.

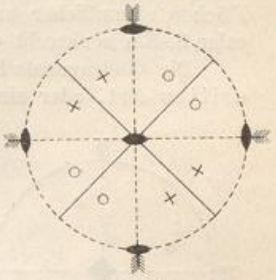


Fig. 119.

Die Protopyramiden $m$P werden dadurch hälftflächig, dass an ihnen nur die abwechselnden Flächen ausgebildet sind, indem diese hier einzeln in den einzelnen Oktanten liegen. Sie verwandeln sich dabei in tetragonale Sphenoide (von σφήν oder σφηνός, der Keil), von vier gleichschenkeligen Dreiecken umschlossene Formen, deren Randkanten im Zickzack auf- und absteigen, während ihre End- oder Polkanten horizontal sind (Fig. 120). Polecken sind nicht vorhanden. Die Enden der Horizontalaxen $a$ verbinden die Halbirungspunkte der gegenüberliegenden Randkanten. Es gibt solche Sphenoide, bei welchen die Polkanten schärfer, und solche, bei welchen diese stumpfer sind, als die Randkanten. Zwischen beiden steht, als nicht zu diesem System gehörige Form, das auf ganz analoge Weise aus dem Oktaëder hervorgegangene reguläre Tetraëder, dessen Pol- und Randkanten gleich (70° 32′) sind. Das Zeichen der Sphenoide ist $\frac{m\mathrm{P}}{2}$ oder $\varkappa\{hhl\}$ und $-\frac{m\mathrm{P}}{2}$ oder $\varkappa\{h\bar{h}l\}$; letzteres ist um 90° gegen das erstere gedreht.

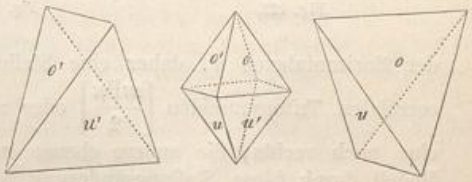


Fig. 120.

Die ditetragonalen Pyramiden $m$P$n$ liefern bei der sphenoidischen Hemiëdrie die tetragonalen Skalenoëder (von σκαληνός, ungleichseitig) oder Disphenoide, d. h. von 8 ungleichseitigen Dreiecken umschlossene Formen, deren Randkanten im Zickzack auf- und ablaufen, und deren Polkanten zweierlei, nämlich 4 längere stumpfere und 4 kürzere schärfere sind (Fig. 121). Je zwei correlate Skalenoëder lassen sich durch blose Stellungsänderung zur Congruenz bringen. Das Zeichen derselben ist $\frac{m\mathrm{P}n}{2}$ oder $\varkappa\{hkl\}$ und $-\frac{m\mathrm{P}n}{2}$ oder $\varkappa\{h\bar{k}l\}$.

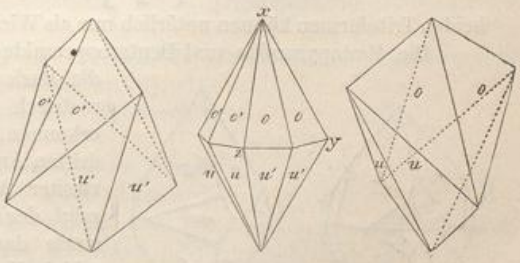


Fig. 121.

Wenn auch die Deuteropyramiden, die 3 Arten von Prismen, sowie das basische Pinakoid bei dieser sphenoidischen Hemiëdrie scheinbar unverändert bleiben, so ist doch eigentlich z. B. von jeder Deuteropyramidenfläche nur die rechte oder linke Hälfte vorhanden, von jeder Protoprismenfläche abwechselnd nur die obere oder

untere Hälfte ausgebildet — was allerdings auf die geometrische Erscheinungsweise der ganzen Form keinen Einfluss übt.

**Pyramidale Hemiëdrie.**

Nur die horizontale Basis 0P ist noch S.-E. Die Verticalaxe $c$ ist eine vierzählige S.-A.; ein Centrum der Symmetrie vorhanden. Vgl. Fig. 122.

Mit Ausnahme der ditetragonalen Pyramide und des ditetragonalen Prismas stehen die Flächen sämmtlicher anderer Formen auf hier zum Verschwinden gelangten 4 verticalen S.-E.n senkrecht und nur die ersteren ergeben daher neue hemiëdrische Gestalten.

Die ditetragonale Pyramide $m$P$n$ liefert dabei eine tetragonale Pyramide der dritten Art, oder eine Tritopyramide, d. h. eine solche Pyramide, welche sich durch ihre Flächenstellung sowohl von den Protopyramiden als von den Deuteropyramiden unterscheidet, insofern die Horizontalaxen $a$ weder in den Randecken noch in den Halbirungspunkten der Randkanten (vgl. Fig. 91 und 93) endigen, sondern in irgend beliebigen Punkten der Randkanten austreten, welche durch die Parameter von $m$P$n$ bestimmt werden; ihre Basis hat, bezogen auf das Kreuz der Horizontalaxen $a$, daher eine Stellung wie z. B. Fig. 123. Von den beiden correlaten Tritopyramiden $\left[\frac{m\mathrm{P}n}{2}\right]$ oder $\pi\{khl\}$ und $-\left[\frac{m\mathrm{P}n}{2}\right]$ oder $\pi\{hkl\}$ ist die eine nach rechts, die andere ebenso nach links gedreht. Wie ein und dasselbe Modell durch blose Stellungsänderung bald eine Protopyramide bald eine Deuteropyramide darbietet, so kann es auch durch fernerweite Drehungen um die Hauptaxe die beiden Tritopyramiden repräsentiren.

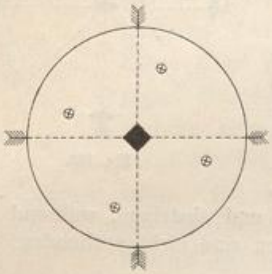


Fig. 122.

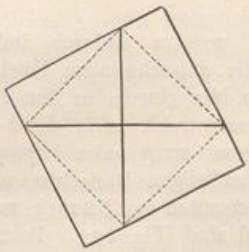


Fig. 123.

Das ditetragonale Prisma ∞P$n$ zerlegt sich dabei in zwei tetragonale Prismen der dritten Art oder Tritoprismen; dieselben sind Tritopyramiden mit unendlich langer Verticalaxe und für sie macht sich ebenfalls der Unterschied des rechts und links Gewendetseins geltend; $\left[\frac{\infty\mathrm{P}n}{2}\right]$ oder $\pi\{kh0\}$ und $-\left[\frac{\infty\mathrm{P}n}{2}\right]$ oder $\pi\{hk0\}$. — Die beiden Tritoformen können natürlich nur als Wirkungen der Hemiëdrie aufgefasst werden.

Die Protopyramide und Deuteropyramide, die beiden vierseitigen Prismen sowie die Basis verbleiben scheinbar holoëdrisch. Geometrisch lässt sich diese Hemiëdrie nur dann erkennen, wenn die Pyramiden und Prismen der dritten Art in Combination mit Formen erster oder zweiter Art auftreten. — Unter den Mineralien zeigt der Meionit, der wolframsaure Kalk (Scheelit) sowie das wolframsaure Blei (Stolzit) diese pyramidale Hemiëdrie. In Fig. 124 (Scheelit) ist $x$ eine Tritopyramide $\left[\frac{3\mathrm{P}3}{2}\right]$, welche blos an einer Seite der Flächen $s$ auftritt; letztere werden als Protopyramide (P) aufgefasst, wobei dann $p$ die Deuteropyramide (P∞) ist. Fig. 125 zeigt beim Stolzit $s$ als Protopyramide P, $v$ als Tritoprisma $\left[\frac{\infty\mathrm{P}\frac{4}{3}}{2}\right]$.



Fig. 124.

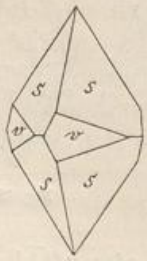


Fig. 125.

**Trapezoëdrische Hemiëdrie.**

Sämmtliche 5 S.-E.n sind verloren gegangen. Die Verticalaxe $c$ ist eine vierzählige S.-A., die 2 Nebenaxen und die 2 Zwischenaxen sind 4 zweizählige S.-A.n. Ohne Centrum der Symmetrie. Vgl. Fig. 126.

Lediglich die ditetragonale Pyramide verändert äusserlich ihre Form, da die einzelnen Flächen aller übrigen Holoëder mehr als einem jener 16 Raumtheile angehören, welche durch die 5 S.-E.n gebildet werden. Sie liefert durch Wachsthum und Verschwinden ihrer abwechselnden Flächen zwei tetragonale Trapezoëder, d. h. von 8 gleichschenkeligen Trapezoiden umschlossene Formen mit 8 gleichen Polkanten,

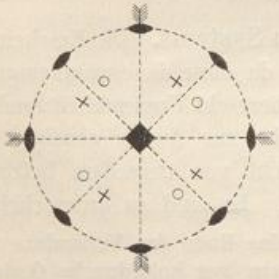


Fig. 126.

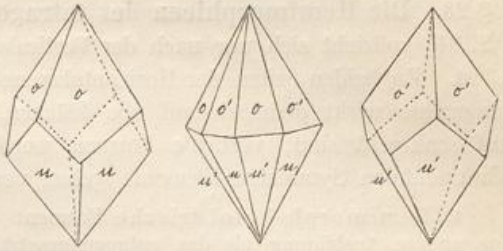


Fig. 127.

sowie 4 längeren stumpferen, und 4 kürzeren schärferen, im Zickzack auf- und ablaufenden Randkanten (Fig. 127). Dieselben sind wegen des Mangels einer S.-E. enantiomorph. Sofern $n > 2{,}4142\ldots$ (vgl. S. 65), laufen die längeren stumpferen Randkanten bei den rechten Trapezoëdern von links unten nach rechts oben (das zuerst stehende), bei den linken von rechts unten nach links oben (das zuletzt stehende). Die Symbole sind $\frac{m\mathrm{P}n}{2}r$ oder $\tau\{khl\}$ und $\frac{m\mathrm{P}n}{2}l$ oder $\tau\{hkl\}$.

Geometrisch sind daher dieser dritten Hemiëdrie angehörige Krystallformen nur durch die trapezoëdrische Ausbildung von $m\mathrm{P}n$ erkennbar. — Diese Hemiëdrie wurde bis jetzt an Mineralien noch nicht beobachtet (wenn nicht, wie *Goldschmidt* vermuthet, der Phosgenit hierher gehört); blos für einige künstliche Salze ist die Zugehörigkeit zu derselben festgestellt, allerdings nicht auf Grund des Auftretens von Trapezoëdern, sondern vermöge der Aetzfiguren und Circularpolarisation; z. B. Nickelsulfat, schwefelsaures Aethylendiamyn, kohlensaures Guanidin, Diacetylphenolphtalein, schwefelsaures Strychnin.

Im tetragonalen System ist auch eine **Tetartoëdrie** möglich, hervorgehend durch gleichzeitige Anwendung der sphenoidischen und pyramidalen Hemiëdrie und die sphenoidische Tetartoëdrie genannt.

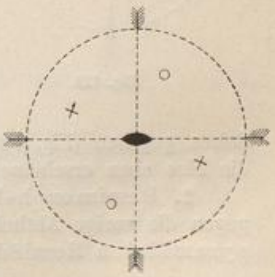


Fig. 128.

Wird die ditetragonale Pyramide $m\mathrm{P}n$ dieser Viertelflächigkeit unterworfen, so liefert sie zwei »Sphenoide der dritten Art« oder Tritosphenoide, welche sich von dem hemiëdrischen Sphenoid (Fig. 120) gestaltlich nicht, sondern nur durch ihre Stellung an dem Axenkreuz unterscheiden; bei ihnen fallen die Randkanten nicht in die Enden der Horizontalaxen $a$ sondern der Zwischenaxen. Bei dieser Form ist $c$ eine zweizählige Axe der einfachen S. (eine vierzählige der zusammengesetzten). Eine Ebene der einfachen S. existirt nicht (die Basis ist aber eine solche der zusammengesetzten); Centrum der S. fehlt. Vgl. Fig. 128. — Aus jedem $m\mathrm{P}n$ gehen 4 Tritosphenoide hervor: ein $+r$, $-r$, $+l$ und $-l$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Protopyramiden $m$P verwandeln sich dabei in »Sphenoide der ersten Art« oder Protosphenoide, die sich von den hemiëdrischen weder durch ihre Form noch durch ihre Stellung, wohl aber durch die Bedeutung ihrer Flächen unterscheiden. — Die Deuteropyramiden $m$P∞ liefern abermals Sphenoide, die »der zweiten Art« oder Deuterosphenoide, welche sich durch ihre Flächenstellung von den beiden anderen auf ganz ähnliche Weise unterscheiden, wie die Deuteropyramiden von den Tritopyramiden und Protopyramiden: die Horizontalaxen $a$ verbinden die Mittelpunkte zweier gegenüberliegender Flächen. — Die ditetragonalen Prismen ∞P$n$ ergeben zwei Tritoprismen; die beiden Prismen ∞P und ∞P∞ sowie die Basis 0P bleiben scheinbar unverändert.

Ein Beispiel dieser Hemiëdrie ist auch unter den künstlichen Salzen mit Sicherheit nicht bekannt; vielleicht gehört hierher der Harnstoff.

§ 28. **Die Hemimorphieen des tetragonalen Systems.** Die Erscheinung (vgl. S. 31) vollzieht sich nur nach der Verticalaxe $c$, da diese die einzige singuläre S.-A. ist. Zu beiden Seiten der Horizontalaxenebene herrscht Ungleichheit und die Hemimorphie wirkt demnach auf alle Flächen, welche zur Axe $c$ geneigt, oder darauf senkrecht sind; verticale Formen werden nicht von derselben betroffen. Alle horizontalen Symmetrie-Elemente gehen verloren. Es sind zu unterscheiden:

1. Hemimorph-holoëdrische Formen: Das eine Ende der Verticalaxe zeigt eine andere Ausbildung als das entgegengesetzte, indem hier holoëdrische Gestalten auftreten, welche dort fehlen. Differenzirt werden in oben und unten: die Basis, die Protopyramiden, Deuteropyramiden und ditetragonalen Pyramiden. So z. B. kann am einen Ende blos ein $m$P entwickelt sein, am entgegengesetzten Ende die Basis 0P und ein anderes, spitzeres oder stumpferes $m$P oder ein $m$P∞. Auch die an beiden Enden scheinbar gleichmässig auftretenden Basisflächen sind gegeneinander differenzirt und gehören nicht mehr zusammen[1]). Unverändert dagegen müssen wie bei den Holoëdern erscheinen: die Protoprismen, Deuteroprismen und ditetragonalen Prismen.

In derartigen Formen ist natürlich die Basis keine S.-E. mehr; sie besitzen aber noch vier verticale, sich unter 45° schneidende S.-E.n. Die Verticale $c$ ist noch eine vierzählige S.-A. von polarer Ausbildung, dagegen existiren die 4 zweizähligen horizontalen S.-A.n der Holoëder nicht mehr. Ohne Centrum der Symmetrie. Vgl. Fig. 129. — Unter den Mineralien ist kein Beispiel bekannt, die Ausbildung wird aber unter den künstlichen Salzen durch Silberfluorid, Succinjodimid, Penta-Erythrit dargeboten; diese Krystalle sind polar-pyroëlektrisch nach $c$. Als Beispiel ist hier ein Krystall des letzteren Salzes gegeben (Fig. 130), in welchem $o$ die obere, $o'$ die untere Pyramide P, $c$ die blos oben erscheinende Basis 0P, $a$ das Deuteroprisma P∞ ist.

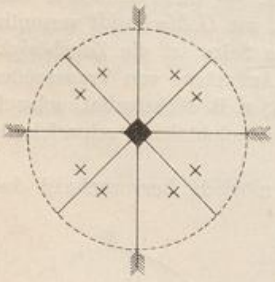


Fig. 129.

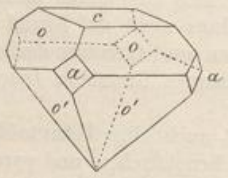



Fig. 130.

2. Hemimorph-hemiëdrische Formen (»tetartomorphe«). Der Unterschied gegen die vorige Abtheilung besteht darin, dass die Hemimorphie an Gestalten der pyramidalen Hemiëdrie auftritt, also an solchen, zu denen auch Tritopyramiden

1) Eine besondere Fläche, welche lediglich einzeln und ohne parallele Gegenfläche auftritt, oder, wenn die letztere dennoch vorkommt, mit dieser streng genommen nicht aequivalent ist, welche daher als solche eigentlich schon eine »Form« darstellt, hat man neuerdings »Pedion« genannt. Unter diesen Begriff fällt daher die Basis der hemimorph-tetragonalen Krystalle.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und Tritoprismen gehören. Jede der beiden Tritopyramiden, welche aus der ditetragonalen Pyramide hervorgehen, zerfällt in eine obere und untere Hälfte. Die obere und untere Basis sind wieder vollständig von einander unabhängig; sind sie beide vorhanden, so zeigt wohl auch die Oberfläche abweichende Beschaffenheit. Keine S.-E. und kein Centrum der Symmetrie ist mehr vorhanden; $c$ ist aber noch eine vierzählige polare S.-A., vgl. Fig. 131. — Im Mineralreich gehört nach mehrfachen Angaben zu dieser Hemimorphie einer Hemiëdrie der Wulfenit (molybdänsaures Blei); von den künstlichen Krystallen das rechtsweinsaure Antimonyl-Baryum. Fig. 132 zeigt eine Combination des Wulfenits mit analogen Flächen wie Fig. 125, aber hemimorph nach der Basis, weshalb die Pyramide auch in eine obere ($s$) und eine untere ($s'$) Hälfte zerfällt.

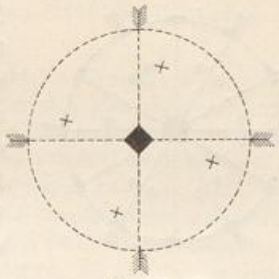


Fig. 131.

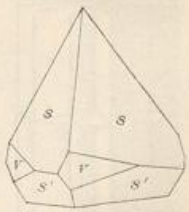



Fig. 132.

Anm. Dieselben Formen werden auch vermöge einer Hemimorphie der trapezoëdrischen Hemiëdrie erhalten.

### 3. Hexagonales Krystallsystem.

§ 29. **Grundcharakter.** Das hexagonale System (sechsgliederige, oder drei- und einaxige System nach *Weiss*) wird dadurch charakterisirt, dass alle seine Formen auf vier krystallographische Axen bezogen werden müssen, von welchen sich drei gleiche in einer Ebene unter 60° schneiden, während die vierte ungleiche auf ihnen rechtwinkelig ist. Die letztere Verticalaxe heisst auch hier $c$, jede der 3 Horizontalaxen $a$; zwischen den letzteren kann man sich noch 3 Zwischenaxen vorstellen. Die horizontalen Axen pflegt man so zu richten, dass eine derselben quer mit dem Beschauer verläuft (I in Fig. 133). Wie im tetragonalen System nennt man die Endpunkte der Verticalaxe $c$ die Pole, die in sie fallenden Ecken Polecken, die von ihnen auslaufenden Kanten Polkanten. — Die Formen dieses Systems sind von einem ähnlichen wirtelförmigen Bau, wie er im tetragonalen System hervortritt. Der von *Breithaupt* herrührende Name des Systems bezieht sich auf die gewöhnlich hexagonale Figur des Mittelquerschnitts oder der Basis.

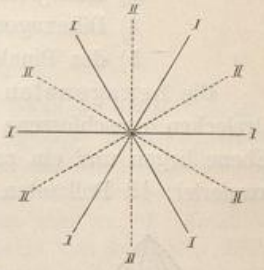



Fig. 133.

§ 30. **Beschreibung und Ableitung der holoëdrisch-hexagonalen Formen.** Wie im tetragonalen System existirt nur eine H.-S.-E., nämlich die wiederum als Basis bezeichnete Ebene durch die 3 horizontalen Axen $a$. Der auf letzterer senkrecht stehenden Verticalaxe $c$ ist daher auch hier der Charakter einer (einzig vorhandenen) H.-S.-A., oder einer Hauptaxe eigen; ihr gegenüber heissen die 3 Horizontalaxen $a$ die Nebenaxen. Die in der Zahl von 6 vorhandenen gewöhnlichen S.-E.n entsprechen den 6 verticalen Ebenen, welche jedesmal durch die Hauptaxe und eine der 3 Nebenaxen oder eine der 3 Zwischenaxen gelegt werden;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erstere heissen hier abermals die primären, letztere die secundären Hauptschnitte (I und II in Fig. 133). Diese 6 abwechselnd gleichen senkrechten Ebenen schneiden sich unter 30° in der Hauptaxe (Fig. 134). Durch sie und die horizontale H.-S.-E. wird der Raum um den Mittelpunkt in 24 gleiche Theile getheilt. Die Hauptaxe ist eine sechszählige, die 6 Neben- und Zwischenaxen sind zweizählige S.-A.n; vgl. die sphärische Projectionsfigur 135 für die vollflächigste Form. Wie überhaupt im hexagonalen System existiren keine vierzähligen S.-A.n.

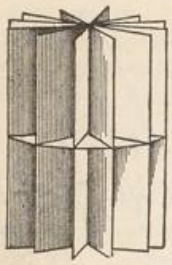


Fig. 134.



Fig. 135.

Die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Formen weisen eine sehr grosse Analogie mit den entsprechenden Verhältnissen des Tetragonalsystems auf und die Begrenzungselemente des letzteren kehren hier vielfach in der anderthalbfachen Anzahl wieder. Die wesentlichen Unterschiede sind nur Consequenzen davon, dass an der Stelle von zwei hier drei Nebenaxen vorhanden sind. Von holoëdrischen Formen gibt es:

A. Geschlossene Formen, von definiter Ausdehnung.
   1) Hexagonale Pyramiden, zwei Arten,
   2) Dihexagonale oder zwölfseitige Pyramiden.

B. Offene Formen, von indefiniter Ausdehnung, auch hier nur als die Grenzformen gewisser geschlossener zu betrachten.
   3) Hexagonale Prismen, zwei Arten,
   4) Dihexagonale oder zwölfseitige Prismen und
   5) das Pinakoid.

Die hexagonalen Pyramiden (Dihexaëder) sind von 12 gleichschenkeligen Dreiecken umschlossene Formen, deren Randkanten (oder Mittelkanten) in einer Ebene liegen und ein reguläres Hexagon bilden; Fig. 136, 139. Die Kanten sind zweierlei: 12 Polkanten und 6 Randkanten; die Ecken sind gleichfalls zweierlei: 2 hexagonale Polecken und 6 rhombische Randecken (oder Mittelecken). Mit Bezug auf die verschiedene Lage der Flächen am Axenkreuz sind nun innerhalb der hexagonalen Pyramiden zunächst (ähnlich wie im Tetragonalsystem) zwei wesentlich abweichende Arten auseinanderzuhalten:

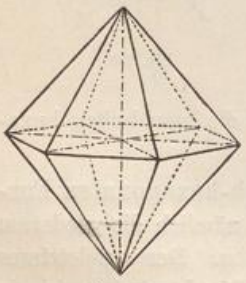


Fig. 136.

1) Pyramiden der ersten Art oder Ordnung oder Protopyramiden; bei ihnen verbinden (gerade wie bei der tetragonalen Protopyramide) die Nebenaxen $a$ die Randecken oder die Eckpunkte der Basis, die Pyramiden weisen also vorne eine Fläche und eine quergerichtete Randkante auf (Fig. 136).

Für jeden hexagonalen Formencomplex wird nun irgend eine hexagonale Pyramide (nach den S. 61 Anm. erläuterten Rücksichten) als Grundform heraus-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gewählt, in die Stellung einer Protopyramide gebracht, mit P bezeichnet und der Ableitung aller übrigen Formen zu Grunde gelegt, indem ihre Parameterverhältnisse als Einheit gelten. Man bestimmt sie entweder durch das (irrationale) Verhältniss ihrer Lineardimensionen $a\ (=1) : c$ (Verhältniss der halben Nebenaxe zur halben Hauptaxe), oder durch einen ihrer Kantenwinkel, wozu sich besonders die Randkante empfiehlt.

Jede Fläche der protopyramidalen Grundform schneidet die Hauptaxe $c$, sodann noch zwei der Nebenaxen $a$ in unter sich gleichen Entfernungen, geht aber der dritten Nebenaxe $a$ parallel; das Flächenzeichen ist daher $a : a : \infty a : c$. Eine solche Fläche muss in jedem der 12 Dodekanten einmal vorkommen.

Für die Ableitung der (*Miller*'schen) Indices auf dem Gebiete des hexagonalen Systems sind folgende allgemeine Bemerkungen erforderlich:

Die Bezeichnung der horizontalen Nebenaxen geschieht so, dass diejenigen Hälften, welche um 120° von einander abstehen, als positiv, die anderen als negativ genommen werden; $a_2$ verläuft quer, $a_1$ und $a_3$ erstrecken sich beide schräg nach vorne; es folgen also von links nach rechts auf einander: $a_1$, $-a_3$, $a_2$, $-a_1$, $a_3$, $-a_2$ (Fig. 137).

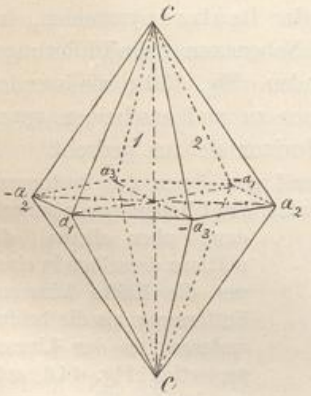



Fig. 137.

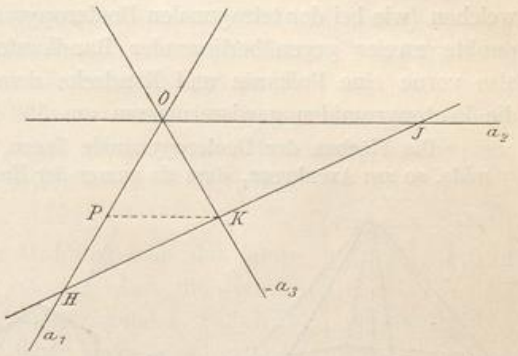



Fig. 138.

Um nun für die gleichwerthigen Flächen Indices-Symbole zu erhalten, welche aus denselben Ziffern bestehen, werden nach dem Vorschlag von *Bravais* alle drei Nebenaxen zu Hülfe genommen, so dass hier, einschliesslich dem auf die Hauptaxe $c$ sich beziehenden Index, das Symbol einer Fläche sich zu einem vierzifferigen gestaltet. Von den drei sich auf die Nebenaxen beziehenden Indices ist aber nur die Kenntniss von zweien erforderlich, da der dritte (eigentlich überflüssige und auch von *Miller* selbst nicht aufgeführte, aber aus der oben erwähnten Rücksicht zufolge *Bravais* mitangegebene) durch die Kenntniss der beiden anderen bestimmt wird. Dies zeigt folgende Erwägung:

In Fig. 138 sei $HKJ$ der Durchschnitt einer beliebigen Fläche mit der Nebenaxenebene. Die Abschnitte auf den 3 Axen $a_1$, $a_2$, $a_3$ seien der Reihe nach $OH$, $OJ$, $OK$; alsdann ist $OH : OJ : OK = \frac{1}{h} : \frac{1}{i} : \frac{1}{k}$; wird die Linie $KP$ parallel mit $OJ$ gezogen, so verhält sich $OH : PH = OJ : PK$. Da nun das Dreieck $OPK$ gleichseitig, so ist $PK = OK = OP$, daher $PH = OH - OK$; also auch $OH : OH - OK = OJ : OK$; das ist $\frac{1}{h} : \frac{1}{h} - \frac{1}{k} = \frac{1}{i} : \frac{1}{k}$ oder $k = h + i$. Da nun die Axe $a_3$ negatives Vorzeichen erhält, so ist $h + i + k = 0$, oder $h + i = -k$. Demnach muss von den 3 Indices $hik$ mindestens einer negativ sein. Sind 2 Indices gegeben, so folgt als dritter diejenige Zahl, welche mit jenen beiden die Summe 0 liefert.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei der Grundpyramide erhält demzufolge, wenn der erste Index ($h$) für $a_1$, der zweite ($i$) für $a_2$, der dritte ($k$) für $a_3$, der vierte ($l$) für $c$ gilt, die in Fig. 137 mit 1 bezeichnete Fläche das Symbol $(10\bar{1}1)$, entsprechend dem *Weiss*'schen Zeichen $a_1 : \infty a_2 : -a_3 : c$; die Fläche 2 das Symbol $(01\bar{1}1)$, entsprechend $\infty a_1 : a_2 : -a_3 : c$ u. s. w. Durch die möglichen Vertauschungen werden so 12 Flächen erhalten, von welchen liegen:

oben: $(10\bar{1}1)$, $(01\bar{1}1)$, $(\bar{1}101)$, $(\bar{1}011)$, $(0\bar{1}11)$, $(1\bar{1}01)$,
unten: $(10\bar{1}\bar{1})$, $(01\bar{1}\bar{1})$, $(\bar{1}10\bar{1})$, $(\bar{1}01\bar{1})$, $(0\bar{1}1\bar{1})$, $(1\bar{1}0\bar{1})$.

Aus der Grundpyramide P werden sämmtliche andere spitzere oder stumpfere Protopyramiden genau ebenso abgeleitet, wie es oben (S. 61) für die tetragonalen Protopyramiden angeführt ist. Das allgemeine Zeichen derselben wird wiederum $m$P sein, wobei $m$ bei den spitzeren $> 1$, bei den stumpferen $< 1$.

Das allgemeine Flächenzeichen der so abgeleiteten Protopyramiden ist $a : a : \infty a : mc$; z. B. $a : a : \infty a : 4c = 4$P; $a : a : \infty a : \frac{2}{3}c = \frac{2}{3}$P. — Das Indexsymbol der hexagonalen Protopyramiden $m$P ist allgemein $\{h0\bar{h}l\}$, worin $\frac{h}{l} = m$; z. B. $\frac{1}{2}$P $= \{10\bar{1}2\}$; $\frac{2}{3}$P $= \{20\bar{2}3\}$; 4P $= \{40\bar{4}1\}$; $\frac{3}{2}$P $= \{30\bar{3}2\}$.

2) Pyramiden der zweiten Art oder Ordnung oder Deuteropyramiden, bei welchen (wie bei der tetragonalen Deuteropyramide) die Nebenaxen $a$ die Halbirungspunkte zweier gegenüberliegender Randkanten verbinden (Fig. 139); sie wenden also vorne eine Polkante und Randecke dem Beschauer zu und erscheinen gegen die Protopyramiden gewissermassen um 30° in der Horizontalebene gedreht.

Die Flächen der Deuteropyramide liegen, abweichend von denen der Protopyramide, so am Axenkreuz, dass sie ausser der Hauptaxe $c$ alle drei Nebenaxen $a$ schneiden, aber allemal die mittlere derselben in einer um die Hälfte kürzeren Entfernung als die beiden anderen; in der Linearprojection Fig. 140 entspricht das feiner ausgezogene Sechseck einer Proto-, das dicker ausgezogene einer Deuteropyramide. Diejenige Deuteropyramide, welche $c$ und ein $a$ in derselben Einheit schneidet wie die Grund-Protopyramide (und deshalb die Polkanten der letzteren gerade abstumpft) erhält so das Flächenzeichen $2a : a : 2a : c$ oder $a : \frac{a}{2} : a : c$, und aus dieser lassen sich alle ferneren Deuteropyramiden durch Verlängerung ihrer Hauptaxe um $m$ oder Verkürzung derselben auf $m$ ableiten. Das allgemeine Zeichen ist somit $2a : a : 2a : mc$. Eine Form mit solchem Flächenzeichen muss in jedem Dodekanten zweimal auftreten; da indessen jede Fläche mit einer anderen in dem Nachbardodekanten zusammenfällt, so besitzt die Deuteropyramide im Ganzen nur 12 Flächen.

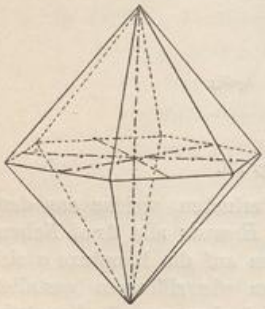


Fig. 139.

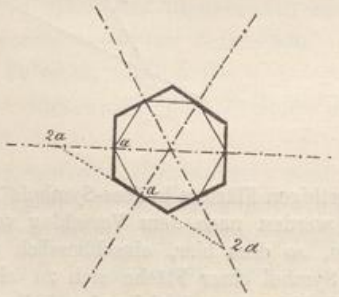



Fig. 140.

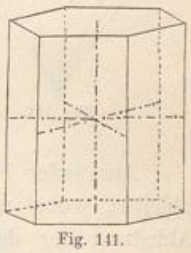
Bei der *Naumann*'schen Signatur wird abermals der Coëfficient der Hauptaxe $c$, sofern er nicht 1 ist, links vor P gesetzt, der sich auf zwei der Nebenaxen beziehende constante Coëfficient 2 rechts hinter P (vgl. übrigens bezüglich dieses Werthes 2 die Ableitung aus der dihexagonalen Pyramide). Das allgemeine Symbol ist demnach $m$P2, z. B. $2a : a : 2a : c =$ P2; $2a : a : 2a : 3c =$ 3P2.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

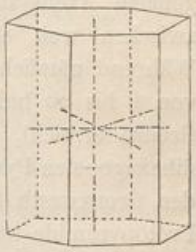
Die Indices für die Deuteropyramiden $m\mathrm{P}2$ sind allgemein $\{hh\bar{2}\bar{h}l\}$, worin $\frac{2h}{l} = m$. Die Reihenfolge der Nebenaxen ist, entsprechend wie bei der Protopyramide, $a_1 : a_2 : -\frac{1}{2}a_3$ oder $2 : 2 : -1$. Also ergibt $3\mathrm{P}2$ das directe Verhältniss $2 : 2 : -1 : 3$; daraus als reciproke Werthe $\frac{1}{2} : \frac{1}{2} : -\frac{1}{1} : \frac{1}{3}$ oder $\frac{6}{2} : \frac{6}{2} : -\frac{6}{1} : \frac{6}{3} = \{33\bar{6}2\}$; ferner: $\mathrm{P}2 = \{11\bar{2}2\}$; $2\mathrm{P}2 = \{11\bar{2}1\}$; $\frac{4}{3}\mathrm{P}2 = \{22\bar{4}3\}$; $\frac{2}{3}\mathrm{P}2 = \{11\bar{2}3\}$.

Die hexagonalen Prismen (Säulen) sind von 6 der Hauptaxe parallelen Flächen umschlossene Formen, deren Querschnitt ein reguläres Hexagon mit 6 Winkeln von 120° darstellt. Nach denselben Gesichtspunkten, wie sie für die tetragonalen Prismen gelten, zerfallen sie in zwei, gegen einander um 30° gewendete Arten, nämlich:

1) das hexagonale Prisma der ersten Art oder Ordnung oder das Protoprisma, so gelegen, dass die Enden der Nebenaxen $a$ in die Halbirungspunkte der verticalen Kanten fallen (Fig. 141); dasselbe wendet daher vorne dem Beschauer eine seiner Flächen zu und seine Flächen entsprechen den primären Hauptschnitten I in Fig. 133. Dieses Protoprisma kann genau wie im tetragonalen System als die Grenzform einer Protopyramide betrachtet werden, bei welcher der Werth $m$ für die Hauptaxe $c$ zu $\infty$ geworden ist, oder als ein oben und unten offener Complex von 6 verticalen Flächen, welche die Randkanten der Protopyramide gerade abstumpfen. Das Symbol ist demnach $\infty\mathrm{P}$ oder $a : a : \infty a : \infty c$ oder $\{10\bar{1}0\}$. Die 6 Flächen erhalten der Reihe nach die Indices $(10\bar{1}0)$, $(01\bar{1}0)$, $(\bar{1}100)$, $(\bar{1}010)$, $(0\bar{1}10)$, $(1\bar{1}00)$.


Fig. 141.

2) das Prisma zweiter Art oder Ordnung oder das Deuteroprisma, so an dem Axenkreuz gelegen, dass die Nebenaxen $a$ in den Mittelpunkten der gegenüberliegenden Flächen endigen (Fig. 142). Dasselbe wendet daher vorne eine verticale Kante gegen den Beschauer und seine Flächen gehen den secundären Hauptschnitten II in Fig. 133 parallel. In analoger Weise ist das Deuteroprisma die Grenzform einer Deuteropyramide $m\mathrm{P}2$, in welcher $m = \infty$, daher sein Zeichen $\infty\mathrm{P}2$; die anderen Symbole sind $2a : a : 2a : \infty c$ und $\{11\bar{2}0\}$. Die Indices der 6 Flächen sind der Reihe nach $(11\bar{2}0)$, $(\bar{1}2\bar{1}0)$, $(\bar{2}110)$, $(\bar{1}\bar{1}20)$, $(1\bar{2}10)$, $(2\bar{1}\bar{1}0)$. — Die beiden Prismen sind natürlich auch hier einzig in ihrer Art und keiner Gestaltsveränderung fähig.


Fig. 142.

Das basische Pinakoid oder die Geradendfläche (Fig. 143) ist das der horizontalen Basis oder der Nebenaxenebene parallele Flächenpaar. Wie im Tetragonalsystem (S. 63) ist es die Grenzform einer Protopyramide $m\mathrm{P}$, in welcher $m = 0$ geworden, daher sein Symbol $0\mathrm{P}$, oder $\infty a : \infty a : \infty a : c$, oder $\{0001\}$. — Als offene Formen sind weder die Prismen noch das Pinakoid einer selbständigen Ausbildung fähig; sie können nur in Combinationen mit einander (wie in Fig. 141 und 142 der Fall) oder mit anderen Formen auftreten.

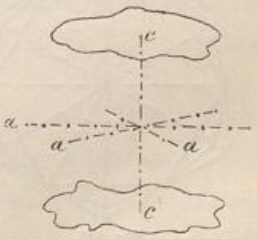


Fig. 143.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die dihexagonalen Pyramiden sind von 24 ungleichseitigen Dreiecken umschlossene Formen, Fig. 144, deren Randkanten in einer Ebene liegen und ein Dihexagon, d. h. ein gleichseitiges, aber nur abwechselnd gleichwinkeliges Zwölfeck bilden. Die Kanten sind dreierlei: 12 längere schärfere, und 12 kürzere stumpfere Polkanten, sowie 12 gleiche Randkanten; die Ecken sind gleichfalls dreierlei: 2 dihexagonale gleiche Polecken, und 6 spitzere, sowie 6 stumpfere rhombische Randecken. Die beiden Arten von Polkanten lassen sich am zweckmässigsten nach ihrer Lage in den beiderlei Hauptschnitten als primäre und secundäre Polkanten unterscheiden, welcher Unterscheidung ihre Bezeichnung durch die beiden Buchstaben $X$ und $Y$ entspricht. Dihexagonale Pyramiden sind bisher nie selbständig, sondern immer nur in Combinationen beobachtet worden.

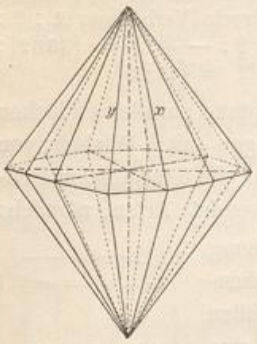
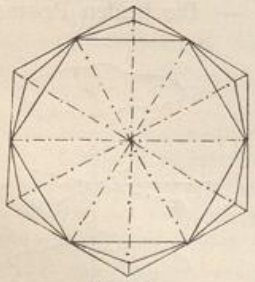


Fig. 144.

Aus jeder Protopyramide $m\mathrm{P}$ lassen sich viele dihexagonale Pyramiden ableiten, wobei man genau dasselbe Verfahren beobachtet, wie es in § 25 für die Ableitung der ditetragonalen Pyramiden angegeben worden ist. Das allgemeine Zeichen solcher Pyramiden, welche in jedem der 24 Raumtheile zwischen den 7 S.-E.n mit einer Fläche auftreten müssen, wird daher wiederum $= m\mathrm{P}n$. Nur tritt hier, vermöge des eigenthümlichen geometrischen Grundcharakters des hexagonalen Axensystems der Umstand ein, dass die Werthe der Ableitungszahl $n$ zwischen weit engeren Grenzen eingeschlossen sind, als im Tetragonalsystem. Während nämlich in diesem letzteren System $n$ alle möglichen rationalen Werthe von 1 bis $\infty$ haben konnte, so wird im hexagonalen schon mit dem Werth 2 die Grenze erreicht, über welche hinaus $n$ gar nicht wachsen kann. In einer jeden dihexagonalen Pyramide liegen daher die Werthe von $n$ stets zwischen 1 und 2; für den Grenzwerth 1 verwandelt sich dieselbe, wie aus dem Symbol erhellt, in eine Protopyramide $m\mathrm{P}$, für den Grenzwerth $n = 2$ in eine Deuteropyramide $m\mathrm{P2}$.

Dihexagonale Pyramiden mit gleichen Polkanten sind nicht möglich, weil in deren Zeichen $m\mathrm{P}n$ der Coëfficient $n$ den irrationalen Werth $\frac{1}{2}\left(1 + \sqrt{3}\right) = \sqrt{2} \cdot \sin 75^\circ = 1{,}36603\ldots$ besitzen würde. Diejenigen dihexagonalen Pyramiden, bei welchen $n$ $(> 1)$ kleiner ist als dieser Werth (z. B. $\frac{5}{4}$), weisen die schärferen Polkanten an den Nebenaxen, die stumpferen Polkanten an den Zwischenaxen auf; bei denjenigen, bei welchen $n$ zwischen jener Zahl und 2 liegt (z. B. $\frac{3}{2}$), stossen die schärferen Polkanten auf die Zwischenaxen, die stumpferen auf die Nebenaxen. Wird $n = 1$, so werden die nach den Zwischenaxen herablaufenden Polkanten $y = 180^\circ$ und es resultirt die Protopyramide. Bei dem Grenzfall $n = 2$ bilden die Basiskanten der Pyramide mit den Nebenaxen rechte Winkel, es werden die nach den Nebenaxen herablaufenden Polkanten $x = 180^\circ$ und es entsteht die Deuteropyramide. — Fig. 145 zeigt in der Linearprojection die Lage der dihexagonalen Pyramide zwischen der Proto- und der Deuteropyramide an den Neben- und Zwischenaxen.


Fig. 145.

Die Flächen der dihexagonalen Pyramide schneiden ebenfalls ausser der Hauptaxe $c$ die drei Nebenaxen $a$, aber letztere sämmtlich in verschiedenen Abständen vom

Axen-Kreuzpunkt, wobei alsdann der Parameter der mittleren Axe jederzeit den kleinsten Werth hat. Setzt man diesen kleinsten Parameter $= a$, den grössten $= sa$, so waltet das eigenthümliche Verhältniss ob, dass alsdann der dritte den Werth $\frac{s}{s-1}a$ haben muss. Ist z. B. der grösste Parameter $3a$, so besitzt dieser dritte den Werth $\frac{3}{2}a$ (vgl. die Projection Fig. 146); ist der erstere $4a$, dann der letztere $\frac{4}{3}a$. Dies ergibt sich

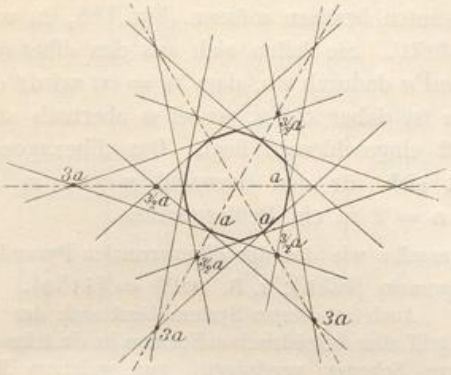



Fig. 146.

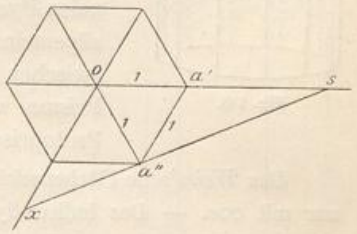



Fig. 147.

aus folgender Betrachtung: In Fig. 147 ist $\triangle oxs \sim \triangle a'a''s$, daher $ox : os = a'a'' : a's$. Nun seien $oa'$ und $oa''$ (als kleinster Parameter) $= 1$, dann ist $a'a''$ ebenfalls $= 1$; ferner sei $os$ (der grösste Parameter) $=$ der Länge $s$, und $ox$ (der gesuchte mittlere Parameter) $=$ der Länge $x$. Alsdann ist die Länge $a's = os - oa' = s - 1$. Also hat man $x : s = 1 : s - 1$, demnach $x = \frac{s}{s-1}$.

Das allgemeine Zeichen dihexagonaler Pyramiden ist demnach $sa : a : \frac{s}{s-1}a : c$ (z. B. $6a : a : \frac{6}{5}a$). In ihm muss $s$ einen grösseren Werth haben als 2, während der Werth von $\frac{s}{s-1}$ jederzeit zwischen 1 und 2 liegt. Wenn in dem Zeichen der dihexagonalen Pyramide $s = 2$ wird, so wird auch der Parameter der dritten Nebenaxe $= 2$ und es resultirt $2a : a : 2a : c$ oder $a : \frac{a}{2} : a : c$, d. h. die Formel der Deuteropyramide. Sofern $s = 1$ ist, wird der Werth des dritten $a = \infty$ und die dihexagonale Pyramide zur Protopyramide. In dem *Naumann*'schen Zeichen $mPn$ entspricht der Coëfficient $n$ dem Werth $\frac{s}{s-1}a$ in der *Weiss*'schen Formel, z. B. $P\frac{6}{5} = 6a : a : \frac{6}{5}a : c$. Bei dem Werth 2 für $n$ (wie er in der Deuteropyramide vorliegt) deckt sich dies letztere mit dem *Weiss*'schen $sa$.

Die dihexagonalen Pyramiden haben das allgemeine Indices-Symbol $\{hi\bar{k}l\}$, worin $\frac{k}{l} = m$ und $\frac{k}{h} = n$; z. B. $P\frac{3}{2} = \{21\bar{3}3\}$; $3P\frac{3}{2} = \{21\bar{3}1\}$; $8P\frac{4}{3} = \{62\bar{8}4\}$. Für die Gewinnung desselben aus den *Weiss*'schen Zeichen bemerke man, dass die Reihenfolge in dem letzteren lautet: $\frac{s}{s-1}a : sa : -a : mc$. So würde z. B. $6P\frac{3}{2}$ ergeben: $\frac{3}{2} : 3 : -1 : 6$, oder $3 : 6 : -2 : 12$; dies liefert als reciproke Werthe $\frac{1}{3} : \frac{1}{6} : -\frac{1}{2} : \frac{1}{12}$ oder alles mit 12 multiplicirt $\{42\bar{6}1\}$. Als Beispiel der Umänderung der *Miller*'schen Symbole in die *Naumann*'schen diene: Gegeben sei $\{71\bar{8}4\}$; die directen

Parameterzeichen anstatt dieser reciproken Werthe sind $\frac{1}{7} : \frac{1}{1} : -\frac{1}{8} : \frac{1}{4}$ oder $\frac{8}{7} : 8 : \bar{1} : 2$, worin $\frac{8}{7} = \frac{s}{s-1}$ oder $n$, $(8 = s)$, $2 = m$, mithin ist $\{7\bar{1}84\} = 2P\frac{8}{7}$.

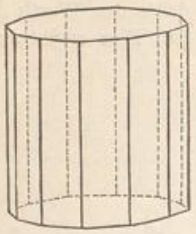


Fig. 148.

Die dihexagonalen Prismen sind von 12 der Hauptaxe parallelen Flächen umschlossene Formen, deren Querschnitt ein Dihexagon ist und welche zweierlei abwechselnde Randkanten besitzen müssen (Fig. 148, in welcher auch 0P auftritt). Sie leiten sich aus den dihexagonalen Pyramiden $m$P$n$ dadurch ab, dass $m = \infty$ wird; das allgemeine Zeichen ist daher $\infty$P$n$, wobei $n$ abermals stets zwischen 1 und 2 eingeschlossen liegt. Das dihexagonale Prisma verändert sich für den Grenzfall $n = 1$ in ein Protoprisma, für $n = 2$ in ein Deuteroprisma.

Das *Weiss*'sche Flächenzeichen ist dasselbe wie das der dihexagonalen Pyramide, nur mit $\infty c$. — Das Indices-Symbol allgemein $\{hik0\}$; z. B. $\infty P\frac{5}{4} = \{41\bar{5}0\}$.

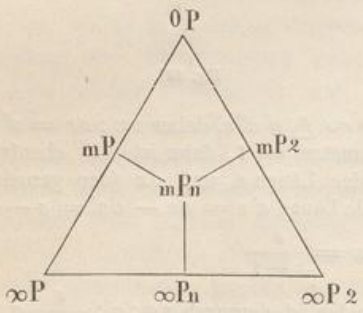



Fig. 149.

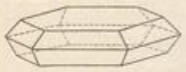
Auch in diesem System lässt sich der Inbegriff aller holoëdrischen Formen in ein triangulläres Schema vereinigen, aus welchem ihre gegenseitigen Uebergänge und Verwandtschaften mit einem Blick zu ersehen sind. In der Mitte des Schemas stehen die dihexagonalen Pyramiden; die linke Seite begreift sämmtliche Protopyramiden, die rechte Seite sämmtliche Deuteropyramiden, während an der Basis des Dreiecks wieder sämmtliche Prismen neben einander stehen. — Wie im tetragonalen System die ditetragonale, so stellt hier die dihexagonale Pyramide den allgemeinsten Repräsentanten aller holoëdrischen Formen vor, welche gewissermassen nur Specialfälle derselben sind, indem sie als quasi-dihexagonale Pyramiden gelten können, bei denen $n$ bald 1, bald 2, und $m$ bald 1, bald $\infty$, bald 0 ist.

Die Entwickelung der auf Grund der Symmetrieverhältnisse nothwendig existirenden holoëdrischen Formen ergibt sich genau analog, wie es für das tetragonale System S. 66 ausgeführt wurde.

§ 31. **Einige holoëdrische Combinationen des Hexagonalsystems.** Es gibt verhältnissmässig nur äusserst wenige hexagonale Mineralien, welche vollkommen holoëdrisch krystallisiren; denn selbst der Quarz und der Apatit sind eigentlich, jener als eine tetartoëdrische, dieser als eine hemiëdrische Substanz zu betrachten, obgleich ihre gewöhnlichen Combinationen von holoëdrischen nicht unterschieden werden können. In den holoëdrischen Combinationen pflegen die beiden hexagonalen Prismen ∞P und ∞P2, und das Pinakoid 0P als vorherrschende, sowie die beiden hexagonalen Pyramiden P und 2P2 als untergeordnete Formen am häufigsten ausgebildet zu sein. Sehr gewöhnlich ist die, in Fig. 141 abgebildete Combination des Protoprismas ∞P mit dem Pinakoid 0P; dabei sind nicht selten die Seitenkanten des Prismas abgestumpft, was durch die Flächen des Deuteroprismas ∞P2 geschieht, und ein gleichwinkelig zwölfseitiges Prisma liefert, welches jedoch immer dieser Combination ∞P.∞P2 entspricht, weil es als einfache Form ganz unmöglich ist. Auch die Combination 0P.∞P, oder die sechsseitige Tafel

mit gerad angesetzten Randflächen, ist ziemlich häufig, sowie die tafelartige Combination 0P.P gleichfalls bisweilen vorkommt.

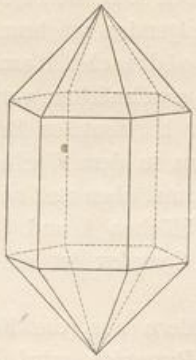
Das Protoprisma ∞P wird zuweilen an beiden Enden durch die Flächen der Grundpyramide P begrenzt, welche auch in der Combination ∞P.0P nicht selten erscheinen und eine Abstumpfung der Combinationskanten bilden; Fig. 152 und 151. Dann kommt es wohl zuweilen vor, dass auch die Combinationsecken von



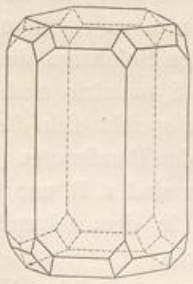
0P.P
Fig. 150.



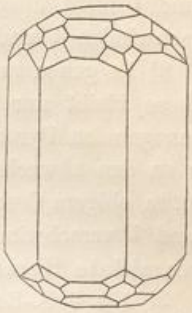
∞P.0P.P
Fig. 151.



∞P.P
Fig. 152.



∞P.0P.P.2P2
Fig. 153.



∞P.0P.P.2P.2P2.3P$\frac{3}{2}$
Fig. 154.

P und ∞P durch kleine rhombische Flächen abgestumpft werden, welche der Pyramide 2P2 angehören; Fig. 153. Ueberhaupt hat man auch hier, wie im tetragonalen System, des Umstandes zu gedenken, dass bei Combinationen von Prismen und Pyramiden derselben Art oder Ordnung die Flächen der einen Form unter denen der anderen liegen, dagegen bei Combinationen von Prismen und Pyramiden verschiedener Art die Flächen der einen unter den Kanten der anderen und umgekehrt auftreten. Fig. 154 zeigt eine dihexagonale Pyramide beim Beryll.

Alle dihexagonalen Pyramiden mit dem Zeichen $m\text{P}\frac{m}{m-1}$ liegen mit parallelen Kanten zwischen ∞P und 2P2.

§ 32. **Die Hemiëdrieen des hexagonalen Systems.** Sucht man auch hier, ganz analog wie im tetragonalen System (§ 27) die verschiedenen Möglichkeiten der Hemiëdrie sowohl auf Grund der Symmetrieverhältnisse, wie an der Hand der allgemeinsten Gestalt, der dihexagonalen Pyramide auf, so ergeben sich zunächst ebenfalls dreierlei, ganz entsprechende Arten der Hälftflächigkeit.

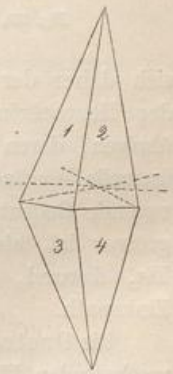



Fig. 155.

Bei der dihexagonalen Pyramide denke man sich die 4, über und unter den einzelnen Sextanten der Basis gelegenen Flächen wiederum zu einem Complex oder Glied vereinigt (Fig. 155); wenn zuvörderst während der Hemiëdrie kein Glied als solches ganz ausfallen soll, so hat ein jedes entweder zwei einzelne Flächen oder ein Flächenpaar zu der hemiëdrischen Form zu liefern. Die drei Möglichkeiten der Hemiëdrie gestalten sich alsdann wie folgt (vgl. die Anm. S. 90):



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1) Aus den holoëdrischen Formen tritt die H.-S.-E. aus und damit ist auch als weitere Folge der Verlust von 3 der verticalen S.-E.n verknüpft, nämlich der primären Hauptschnitte, welche durch die Nebenaxen *a* gehen (I in Fig. 96). — Bei der dihexagonalen Pyramide handelt es sich alsdann darum, dass in ihren aufeinanderfolgenden Gliedern abwechselnd die oberen und die unteren Flächenpaare (oder die in den abwechselnden Dodekanten gelegenen Flächen) ausgebildet sind; d. h. in dem Complex Fig. 155 verbleiben z. B. die Flächen 1 und 2, wogegen 3 und 4 nicht ausgebildet sind, in dem folgenden wachsen umgekehrt 3 und 4, verschwinden 1 und 2 u. s. w. — Rhomboëdrische Hemiëdrie.

2) Es gehen aus den Holoëdern die 6 gewöhnlichen verticalen S.-E.n verloren und so bleibt nur die Symmetrie nach der horizontalen Basis erhalten. Bei der dihexagonalen Pyramide spricht sich dies aus in dem Wachsen oder Verschwinden der an den abwechselnden Randkanten jedesmal oben und unten gelegenen Flächen, d. h. in obigem Complex sind z. B. nur die Flächen 1 und 3 ausgebildet, während 2 und 4 verschwinden, in dem folgenden Complex ist die Auswahl ebenso. — Pyramidale Hemiëdrie.

3) Alle 7 S.-E.n treten aus den Holoëdern aus, die Formen besitzen daher keine derselben mehr. Die dihexagonale Pyramide wird hälftflächig nach den abwechselnden einzelnen Flächen, d. h. die Flächen 1 und 4 wachsen, wogegen 2 und 3 verschwinden, oder umgekehrt. — Trapezoëdrische Hemiëdrie.

**Rhomboëdrische Hemiëdrie.** Die Formen besitzen nach dem Vorstehenden nur noch 3, einander unter 60° schneidende verticale S.-E.n, nämlich die durch die Zwischenaxen gehenden secundären Hauptschnitte (II in Fig. 96). Die Horizontalaxen *a* sind zweizählige Axen der einfachen Symmetrie; die Verticalaxe *c* ist eine dreizählige Axe der einfachen Symmetrie (zugleich auch eine sechszählige der zusammengesetzten, vgl. S. 16). Centrum der Symmetrie vorhanden. Fig. 156.

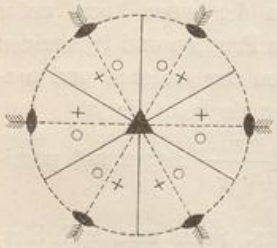


Fig. 156.

Mit Ausnahme der Protopyramide und der dihexagonalen Pyramiden stehen die Flächen sämmtlicher anderer Formen auf den verschwundenen S.-E.n senkrecht, sei es auf der horizontalen, oder auf den 3 verticalen. Nur für die beiden erstgenannten Formen wird sich daher der Umstand, dass die Dodekanten blos abwechselnd gleich sind, in der Hervorbringung einer besonderen neuen Gestalt geltend machen; alle übrigen, deren Flächennormalen in verschwundene S.-E.n fallen, erleiden keine formelle Veränderung. — Die rhomboëdrische Hemiëdrie besitzt eine hervorragende Bedeutung, da die Zahl der ihr folgenden hexagonalen Mineralien viel grösser ist, als die der holoëdrisch ausgebildeten. — Arsen, Antimon, Wismut, Eis, Korund, Eisenglanz, Kalkspath, Magnesitspath, Eisenspath, Manganspath, Zinkspath.

Die Protopyramiden werden dadurch hälftflächig, dass an ihnen nur die abwechselnden Flächen ausgebildet sind (Fig. 157), indem diese hier einzeln in den einzelnen Dodekanten liegen. Sie verwandeln sich dabei in Rhomboëder, von sechs gleichen Rhomben umschlossene Formen, deren Randkanten nicht in einer

Ebene liegen, sondern im Zickzack auf- und absteigen (Fig. 158 bis 160). Die Kanten sind zweierlei: 6 Polkanten $X$, und 6 Randkanten $Z$, welche beide gleich lang, aber ihrem Winkelmaass nach verschieden sind, indem sie sich gegenseitig zu 180° ergänzen; die Ecken sind gleichfalls zweierlei: 2 trigonale gleichkantige Polecken, und 6 unregelmässig dreikantige Randecken. Die Horizontalaxen verbinden die Mittelpunkte je zweier gegenüberliegender Randkanten; man nennt diese, so an dem Axenkreuz gelegenen Rhomboëder diejenigen der ersten Art, zum Unterschied von den (sehr seltenen) Rhomboëdern der zweiten und dritten Art, welche beide überhaupt keine hemiëdrischen Formen sind, sondern als

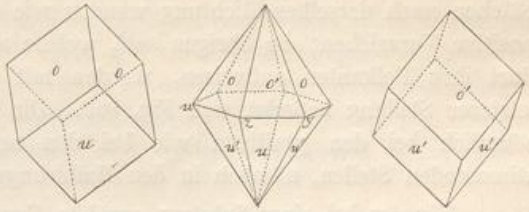


Fig. 157.

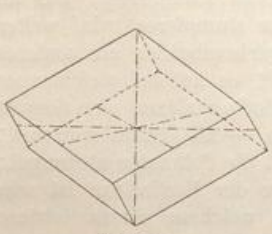


Fig. 158.

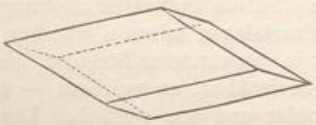


Fig. 159.

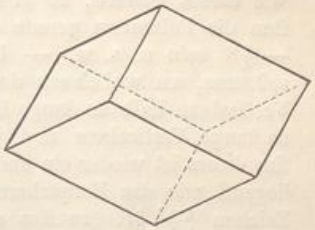


Fig. 160.

tetartoëdrische betrachtet werden müssen. — Uebrigens unterscheidet man alle Rhomboëder als stumpfe oder spitze Rhomboëder, je nachdem ihre Polkanten grösser oder kleiner als 90° sind[1]).

Der Mittelquerschnitt des Rhomboëders durch die Horizontalaxen ist ein regelmässiges Hexagon; die zwei Querschnitte, von welchen der eine durch die drei oberen Randecken, der andere durch die drei unteren Randecken gelegt wird, zertheilen die Verticalaxe in drei gleiche Theile.

Da nun $m\mathrm{P}$ das allgemeine Zeichen der Protopyramiden ist, so würde eigentlich $\frac{m\mathrm{P}}{2}$ das Zeichen der Rhomboëder sein müssen. Indessen ist es aus mehreren Gründen weit zweckmässiger, den Rhomboëdern ein besonderes Zeichen zu geben, und das aus P abgeleitete Rhomboëder mit R, das aus $m\mathrm{P}$ abgeleitete Rhomboëder mit $m\mathrm{R}$ zu bezeichnen, wobei natürlich immer zwei (geometrisch identische) complementäre Gegenkörper, ein $(+)m\mathrm{R}$ und ein $-m\mathrm{R}$ zu unterscheiden sind, welche sich in einer gegenseitig um 60° verwendeten Stellung befinden. Dabei geht man von einem ausgewählten Rhomboëder (vielfach dem durch die Spalt-

1) Da der Würfel, auf eine Ecke gestellt, stereometrisch als ein Rhomboëder von 90° Polkantenwinkel betrachtet werden kann und da bei diesem das Verhältniss der Entfernung zweier gegenüberliegender Ecken zu einer Quadratdiagonale $= \sqrt{3} : \sqrt{2}$, so muss die Verticalaxe, gemessen mit der Horizontalaxe, bei allen stumpfen Rhomboëdern kleiner als $\sqrt{\frac{3}{2}}$, bei allen spitzen grösser als $\sqrt{\frac{3}{2}}$ sein.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

barkeit gegebenen) aus, welches dann das Grund- oder Hauptrhomboëder R heisst und die Aufstellung zu erhalten pflegt, dass oben eine Fläche dem Beschauer zugewendet ist (wie in Fig. 158, 159). Alle anderen Rhomboëder $m$R, welche ihre Flächen nach derselben Richtung wenden wie dieses, erhalten auch dasselbe, also positive Vorzeichen; die übrigen $m$R, welche als sog. Gegenrhomboëder aber eben dort ihre Polkanten aufweisen, werden mit negativem Vorzeichen versehen; in letzterer Stellung befindet sich Fig. 160. Die Horizontalaxen $a$ endigen selbstverständlich bei den positiven wie bei den negativen Rhomboëdern an übereinstimmenden Stellen, nämlich in den Halbirungspunkten der Randkanten.

Für das bei einer Substanz erwählte Hauptrhomboëder R gibt es ein anderes, welches dessen Polkanten gerade abstumpft; es besitzt bei gleicher Länge der Verticalaxe die zwiefache Horizontalaxenlänge, oder bei gleich langen Horizontalaxen nur eine halb so lange Verticalaxe; da es sich auch in verwendeter Stellung befindet, so erhält es das Zeichen $-\frac{1}{2}$R (erstes stumpferes). Für dieses gibt es ein ferneres Rhomboëder, welches an ihm die Polkanten abstumpft; seine Hauptaxe besitzt nur den vierten Theil der Länge derjenigen von R, und da es seine Flächen wieder liegen hat, wie dieses letztere, so gewinnt es das Zeichen $(+)\frac{1}{4}$R (zweites stumpferes). Das an ihm die Polkanten gerade abstumpfende Rhomboëder (drittes stumpferes) wird weiter $-\frac{1}{8}$R sein u. s. w. — Umgekehrt existirt für das Hauptrhomboëder ein anderes spitzeres, an welchem dasselbe die Polkanten abstumpft; es hat bei gleichlanger Verticalaxe halb so lange Horizontalaxen oder bei gleichen Horizontalaxen eine doppelt so lange Verticalaxe und ist in verwendeter Stellung, also $-2$R (erstes spitzeres); für dieses ist wieder ein anderes denkbar, an welchem $-2$R die Polkanten abstumpft; liegend wie das Hauptrhomboëder und von vierfacher Länge der Verticalaxe ist sein Zeichen $(+)$ 4R (zweites spitzeres); das Rhomboëder, an welchem dieses letztere die gleiche Abstumpfung vollzieht (drittes spitzeres), wird $-$ 8R sein u. s. w.

Ist die Neigung eines Rhomboëders zur Basis $= \gamma$ bekannt, so ergibt sich die Länge seiner Verticalaxe nach der Formel $c$ (resp. $mc$) $= \tan\gamma \,.\, \cos 30^{\circ}$.

Das *Weiss*'sche Flächenzeichen für das Rhomboëder ist dasselbe wie für die Protopyramide, dividirt durch 2; ist keine Verwechslung zu besorgen, so wird diese Division auch wohl weggelassen.

Das *Miller-Bravais*'sche Symbol für $m\mathrm{R} = \rho\{h0\bar{h}l\}$, für $-m\mathrm{R} = \rho\{0h\bar{h}l\}$; z. B. $\mathrm{R} = \rho\{10\bar{1}1\}$, oben mit den Flächen $(10\bar{1}1)$, $(\bar{1}101)$, $(0\bar{1}11)$, unten mit $(01\bar{1}\bar{1})$, $(\bar{1}01\bar{1})$, $(1\bar{1}0\bar{1})$; $-\mathrm{R} = \rho\{01\bar{1}1\}$; $\frac{1}{2}\mathrm{R} = \rho\{10\bar{1}2\}$; $-\frac{1}{2}\mathrm{R} = \rho\{01\bar{1}2\}$; $2\mathrm{R} = \{20\bar{2}1\}$; $-2\mathrm{R} = \rho\{02\bar{2}1\}$; $-\frac{5}{2}\mathrm{R} = \rho\{05\bar{5}2\}$. Auch wird wohl anstatt des $\rho$ ein $\varkappa$ geschrieben oder, sofern eine Verwechslung mit Protopyramiden ausgeschlossen ist, dieses Zeichen der Hemiëdrie überhaupt weggelassen. — An jedem beliebigen Rhomboëder $\rho\{h0\bar{h}l\}$ stumpft das Rhomboëder $\rho\{0h\bar{h}2l\}$ die Polkanten gerade ab, wie z. B. $\rho\{01\bar{1}2\}$ oder $-\frac{1}{2}$R an $\rho\{10\bar{1}1\}$ oder R; $\rho\{10\bar{1}4\}$ oder $\frac{1}{4}$R an $\rho\{01\bar{1}2\}$ oder $-\frac{1}{2}$R.

Wendet man diese rhomboëdrische Hemiëdrie auf die hexagonalen Deuteropyramiden an, so erleiden dieselben dadurch gar keine Gestaltsveränderung, indem ihre Fläche gleichzeitig zwei Dodekanten deckt; daher bleiben auch ihre Zeichen unverändert. Sie sind in manchen Formencomplexen (z. B. des Kalkspaths) eine seltene, in anderen aber (z. B. des Korunds und Eisenglanzes) eine sehr gewöhnliche Erscheinung, und können daher aus dem Bereich der rhomboëdrischen Formen eben so wenig ausgeschlossen werden, als z. B. das Rhombendodekaëder oder der Würfel aus dem Bereich der tetraëdrisch-hemiëdrischen regulären Formen (§ 20). Auch das Protoprisma und das Pinakoid bleiben bei dieser Hemiëdrie

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gestaltlich unverändert; der Uebereinstimmung wegen werden dieselben aber, weil sie verticale und horizontale Grenzformen der Rhomboëder (und nicht der Protopyramiden) sind, (nicht als ∞P und 0P sondern) als ∞R und 0R bezeichnet. Auch ergibt sich, dass die 6 verticalen Flächen des Prismas ∞R nicht sämmtlich gleichmässig dem oberen und unteren Ende der Verticalaxe *c* angehören, sondern vielmehr abwechselnd als obere und als untere Flächen zu unterscheiden sind. — Ferner stimmt auch das rhomboëdrisch-hemiëdrische Deuteroprisma sowie das dihexagonale Prisma formell mit dem holoëdrischen überein.

Die dihexagonalen Pyramiden verwandeln sich bei dieser Hemiëdrie in die hexagonalen Skalenoëder (Fig. 161). Dies sind von 12 ungleichseitigen Dreiecken umschlossene Formen, deren Randkanten, gerade so wie jene der Rhomboëder, nicht in einer Ebene liegen, sondern im Zickzack auf- und absteigen; ihre Flächen gruppiren sich in 6 Flächenpaare (Fig. 162 und 163). Die Kanten sind dreierlei: 6 kürzere schärfere Polkanten, 6 längere stumpfere Polkanten, und 6 Randkanten; stets liegt eine obere schärfere Polkante über einer unteren stumpferen und umgekehrt. Die Ecken sind zweierlei: 2 sechsflächige (ditrigonale) Polecken, und 6 unregelmässig vierflächige Randecken. Die Horizontalaxen verbinden die Halbirungspunkte je zweier gegenüberliegender Randkanten. Der zickzackförmige Verlauf der Randkanten, sowie der abwechselnde Werth der Polkanten unterscheidet das Skalenoëder sofort von der hexagonalen Pyramide. Man spricht im Allgemeinen, jedoch ohne scharfe Grenze, von stumpfen und spitzen Skalenoëdern. Eine jede dihexagonale Pyramide liefert natürlich zwei, in verschiedener Stellung befindliche Skalenoëder (Fig. 161); das Skalenoëder erhält ein positives Vorzeichen, wenn seine stumpferen Polkanten über den Flächen eines als positiv angenommenen Rhomboëders liegen, ein negatives, wenn seine schärferen Polkanten diese Lage besitzen[1]).

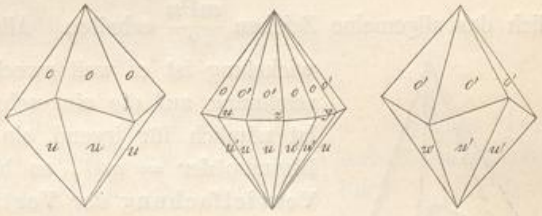


Fig. 161.

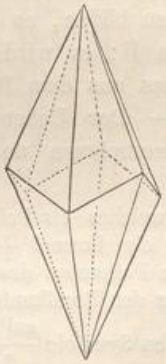


Fig. 162.

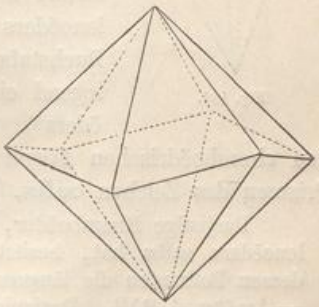


Fig. 163.

1) Wenn man zur Repräsentanz der Flächen einer dihexagonalen Pyramide die Ziffern 1 bis inclus. 12 in 2 horizontale Reihen übereinander schreibt, so würden dann für ein positives Skalenoëder von den 24 nur übrig bleiben die 12 Flächen:

oben 1 2 . . 5 6 . . 9 10 . .
unten . . 3 4 . . 7 8 . . 11 12 .

Eine ebenso auffällige als bedeutsame Eigenschaft eines jeden Skalenoëders ist es, dass seine Randkanten allemal genau dieselbe Lage haben, wie die Randkanten irgend eines Rhomboëders, welches man daher das eingeschriebene Rhomboëder, oder auch das Rhomboëder der Randkanten nennt (Fig. 164).

Auch die stumpferen und schärferen Polkanten eines Skalenoëders haben dieselbe Lage, wie die stumpferen und schärferen Polkanten zweier verschiedener Rhomboëder; das Rhomboëder der stumpferen und das der schärferen Polkanten sind stets in verwendeter Stellung, das letztere ist aber immer in derselben Stellung, wie das der Randkanten.

Als Hälftflächner der dihexagonalen Pyramiden würden die Skalenoëder eigentlich das allgemeine Zeichen $\frac{m\mathrm{P}n}{2}$ erhalten. Allein für die krystallographische Entwickelung ist es weit zweckmässiger, ihre Ableitung und Bezeichnung auf die eingeschriebenen Rhomboëder zu gründen. Ist nämlich für irgend ein Skalenoëder das eingeschriebene Rhomboëder $= m\mathrm{R}$, so bedarf es nur einer angemessenen Vervielfachung der Verticalaxe dieses Rhomboëders nach einer bestimmten Zahl $n\,(>1)$, um die Pole des Skalenoëders zu erhalten (Fig. 164). Legt man dann in jede Randkante des Rhomboëders zwei Flächen, von welchen die eine den oberen, die andere den unteren Endpunkt seiner vergrösserten Verticalaxe schneidet, so ist offenbar das gegebene Skalenoëder construirt worden. Um nun demgemäss das Zeichen des Skalenoëders zu bilden, so schreibt man die Zahl $n$ hinter den Buchstaben R; es wird daher $m\mathrm{R}n$ das allgemeine Zeichen irgend eines aus dem Rhomboëder $m\mathrm{R}$ abgeleiteten Skalenoëders[1]). — Der Uebereinstimmung wegen erhalten die, in den rhomboëdrischen Formencomplexen unverändert auftretenden dihexagonalen Prismen das Zeichen $\infty\mathrm{R}n$.

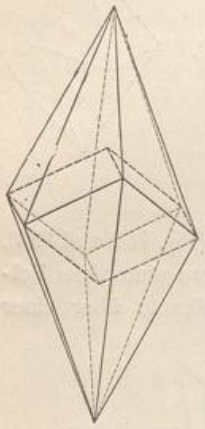


Fig. 164.

Dasjenige Rhomboëder, welches als Polkanten die kürzeren Polkanten des Skalenoëders $m\mathrm{R}n$ hat, besitzt die Formel $\frac{1}{2}m(3n-1)\mathrm{R}$. Dasjenige Rhomboëder, dessen Polkanten die längeren Polkanten des Skalenoëders $m\mathrm{R}n$ sind, hat die Formel $-\frac{1}{2}m(3n+1)\mathrm{R}$. Dasjenige der Randkanten ist natürlich $m\mathrm{R}$.

Die beiden skalenoëdrischen Symbole $\frac{m\mathrm{P}n}{2}$ und $m\mathrm{R}n$ stehen in dem gegenseitigen Verhältniss, dass das letztere, auf die Ableitungszahlen des ersteren bezogen, den Ausdruck $\frac{m(2-n)}{n}\,\mathrm{R}\,\frac{n}{2-n}$ erhalten würde. Die dihexagonale Pyramide $4\mathrm{P}\frac{4}{3}$ liefert so z. B. das Skalenoëder $2\mathrm{R}2$. — Umgekehrt würde das erstere Symbol $\frac{m\mathrm{P}n}{2}$, bezogen auf die Werthe $m$ und $n$ in $m\mathrm{R}n$, die Form $\frac{mn\mathrm{P}\frac{2n}{n+1}}{2}$ gewinnen; $2\mathrm{R}2 = \frac{4\mathrm{P}\frac{4}{3}}{2}$.

---

1) Das *Naumann*'sche Zeichen $m\mathrm{R}n$, in welchem $m$ und $n$ natürlich ganz andere Bedeutung besitzen als in der holoëdrischen dihexagonalen Pyramide $m\mathrm{P}n$, ist eben so einfach als repräsentativ, und enthält alle zur Berechnung des Skalenoëders erforderlichen Elemente, sobald auch der Werth der Verticalaxe gegeben ist; nur muss man eingedenk sein, dass sich die Ableitungszahl $n$, obschon sie hinter dem Zeichen der Grundform steht, hier nicht auf die Horizontalaxen, sondern auf die Verticalaxe des eingeschriebenen Rhomboëders $m\mathrm{R}$ bezieht; dies ist um so eher erlaubt, als bei dieser Ableitung die Horizontalaxen gänzlich ausser dem Spiele bleiben.

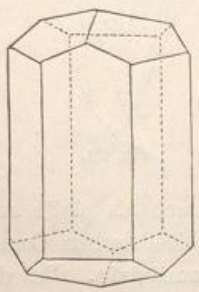
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In der *Miller-Bravais*'schen Bezeichnung ist das Symbol für das Skalenoëder $+ m\mathrm{R}n = p\{hi\bar{k}l\}$, das für $- m\mathrm{R}n = p\{ih\bar{k}l\}$, worin $h > i$; z. B. $\mathrm{R}5 = p\{32\bar{5}1\}$; $\mathrm{R}17 = p\{9.8.\bar{1}7.1\}$; $\mathrm{R}2 = p\{31\bar{4}2\}$; $\frac{1}{2}\mathrm{R}\frac{1}{3} = p\{7.4.\bar{1}1.6\}$; $\frac{1}{4}\mathrm{R}3 = p\{21\bar{3}4\}$; $-2\mathrm{R}3 = p\{24\bar{6}1\}$; $-2\mathrm{R}\frac{4}{3} = p\{17\bar{8}3\}$; $-\frac{1}{2}\mathrm{R}3 = p\{12\bar{3}2\}$.

Bei der Umwandlung der Skalenoëderformel $m\mathrm{R}n$ in $p\{hi\bar{k}l\}$ ist: $h = n + 1$; $i = n - 1$; $\bar{k} = -2n$; $l = \frac{2}{m}$; also $m\mathrm{R}n = p\left\{n + 1,\ n - 1,\ -2n,\ \frac{2}{m}\right\}$; z. B. $\mathrm{R}3 = p\{42\bar{6}2\} = p\{21\bar{3}1\}$, daher $-\mathrm{R}3 = p\{12\bar{3}1\}$; $\frac{1}{2}\mathrm{R}\bar{5} = p\{6.4.\bar{1}0.4\} = p\{32\bar{5}2\}$.

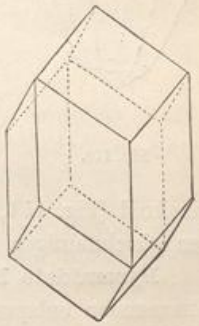
Bei der Umwandlung der Skalenoëderformel $p\{hi\bar{k}l\}$ in $m\mathrm{R}n$ ist $m = \frac{h-i}{l}$ und $n = \frac{h+i}{h-i}$; also $p\{31\bar{4}2\} = \frac{3-1}{2}\,\mathrm{R}\,\frac{3+1}{3-1} = \mathrm{R}2$; $p\{71\bar{8}3\} = \frac{7-1}{3}\,\mathrm{R}\,\frac{7+1}{7-1} = 2\mathrm{R}\frac{4}{3}$.

Einige Combinationen der rhomboëdrischen Formen. Dieselben finden sich in grösster Manchfaltigkeit, und namentlich der Kalkspath übertrifft alle anderen Mineralien durch die Menge seiner verschiedenen einfachen Formen und Combinationen. Hier können freilich nur einige der gewöhnlichsten Fälle erwähnt werden. Sehr häufig findet man das Protoprisma $\infty\mathrm{R}$ in Combination mit einem Rhomboëder $m\mathrm{R}$ (z. B. am Kalkspath mit $-\frac{1}{2}\mathrm{R}$, oder auch mit $-2\mathrm{R}$), dessen Flächen das Prisma an beiden Enden mit einer dreiflächigen Zuspitzung so begrenzen, dass die Zuspitzungsflächen auf die abwechselnden Seitenflächen aufgesetzt und pentagonal begrenzt erscheinen; Fig. 165; die Randecken des Rhomboëders werden durch $\infty\mathrm{R}$ abgestumpft. — Ganz anders verhält sich jedes Rhomboëder $m\mathrm{R}$ zu dem Deuteroprisma $\infty\mathrm{P}2$, welches seine Flächen zwar wiederum mit einer dreiflächigen Zuspitzung begrenzen, jedoch so, dass sie auf die abwechselnden Randkanten aufgesetzt und als Rhomben ausgebildet sind; Fig. 166.



$\infty\mathrm{R}.-\frac{1}{2}\mathrm{R}$

Fig. 165.



$\infty\mathrm{P}2.\mathrm{R}$

Fig. 166.

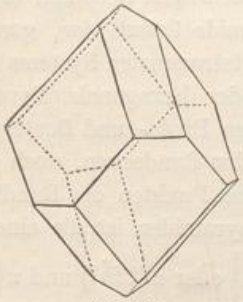


Fig. 167.

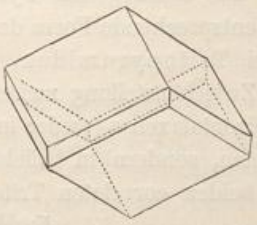


Fig. 168.

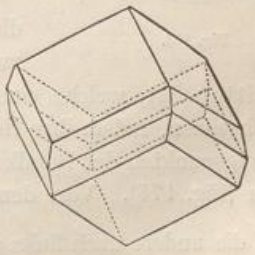


Fig. 169.

An jedem Rhomboëder $m\mathrm{R}$ werden die Polkanten durch das in verwendeter Stellung befindliche Rhomboëder von halber Axenlänge, also durch $-\frac{1}{2}m\mathrm{R}$, die

Randkanten aber durch das Prisma $\infty P2$ abgestumpft, sowie durch irgend ein aus ihm selbst abgeleitetes Skalenoëder $mRn$ zugeschärft; Fig. 167, 168, 169. — An jedem Skalenoëder $mRn$ werden die längeren Polkanten durch das Rhomboëder $\frac{1}{4}m(3n+1)R$ und ebenso die kürzeren Polkanten durch das Rhomboëder $-\frac{1}{4}m(3n-1)R$ abgestumpft; Fig. 171. An R3 stumpft z. B. $\frac{5}{2}R$ die längeren, $-2R$ die kürzeren Polkanten ab. Eine sechsflächige Zuspitzung der Polecken findet gewöhnlich entweder mit horizontalen, oder auch mit solchen Combinationskanten statt, welche den Randkanten parallel sind; in beiden Fällen ist es ein flacheres Skalenoëder $m'Rn'$, welches die Zuspitzung bildet, und zwar wird im ersteren Falle $n' = n$, im zweiten Falle $m' = m$ (Fig. 170 und 172).

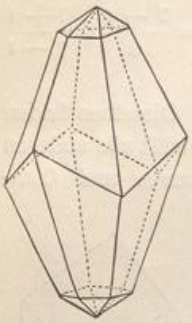


Fig. 170.

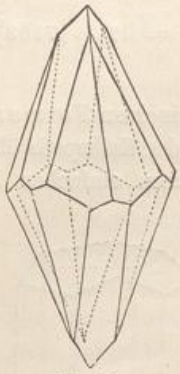


Fig. 171.

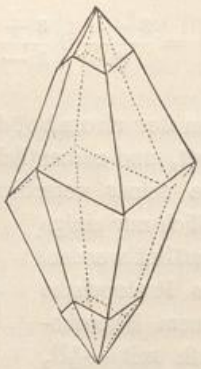


Fig. 172.

Zu den allergewöhnlichsten gehören endlich noch in vielen rhomboëdrischen Complexen die Combinationen $\infty R.0R$ oder auch $0R.\infty R$, d. h. das Protoprisma mit dem Pinakoid (Fig. 141, auch als platte sechsseitige Tafel ausgebildet), welche sich von den gleichnamigen holoëdrischen Combinationen durch nichts unterscheiden.

**Pyramidale Hemiëdrie.** Bei dieser, ganz der im tetragonalen System vorkommenden entsprechenden Hemiëdrie ist blos die horizontale Basis $0P$ noch S.-E. Die Verticalaxe $c$ ist eine sechszählige S.-A., ein Centrum der Symmetrie vorhanden. Fig. 173. Alle holoëdrischen hexagonalen Formen haben ihre Flächen auf den verschwundenen 6 verticalen S.-E.n senkrecht stehen, mit Ausnahme der dihexagonalen Pyramide und des dihexagonalen Prismas, und so werden auch nur diese beiden letzteren neue hemiëdrische Gestalten ergeben.

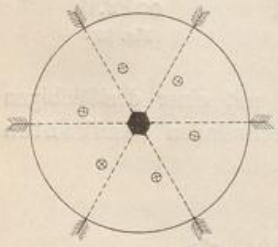


Fig. 173.

Die dihexagonale Pyramide liefert hier, ganz wie die entsprechende Form des tetragonalen Systems (S. 70), zwei Tritopyramiden, oder hexagonale Pyramiden der dritten Art, welche eine Zwischenstellung zwischen Proto- und Deuteropyramiden besitzen, indem ihre Horizontalaxen $a$ (weder in den Randecken, noch in den Halbirungspunkten der Randkanten, sondern) in beliebigen Punkten der Randkanten endigen (Fig. 174). Von den beiden correlaten Tritopyramiden ist die eine nach rechts, die andere nach links gedreht; $+$ und $-\left[\frac{mPn}{2}\right]$ oder $\pi\{ki\bar{i}l\}$ und $\pi\{h\bar{i}\bar{k}l\}$. — Auch die zwölfseitigen Prismen erscheinen nur mit den abwechselnden Flächen, als hexagonale Prismen dritter Art oder Tritoprismen. Dagegen erleiden die hexagonalen Pyramiden erster und zweiter Art, wenn sie dieser Hemiëdrie unter-

worfen werden, gar keine Gestaltsveränderung, so dass sie holoëdrisch ausgebildet erscheinen, und an ihnen allein diese Hemiëdrie gar nicht erkannt werden kann[1]).

Nur durch ihre Orientirung am Axenkreuz sind die Tritoformen von den entsprechenden erster und zweiter Art unterschieden; so können sie auch nur als solche formell erkannt werden, wenn sie mit den letzteren in Combination treten. — Die Formenreihe des Apatits und der ihm verwandten isomorphen Mineralien Pyromorphit, Mimetesit, Vanadinit ist dieser Hemiëdrie unterworfen. Fig. 175 stellt einen Krystall von Apatit dar, welcher ausser dem Protoprisma $a$ $(\infty P)$, der Basis $c$ $(0P)$, der Protopyramide $o$ $(P)$ und der Deuteropyramide $x$ $(2P2)$ noch die Tritopyramide $v$ $(3P\frac{3}{2})$ zeigt.

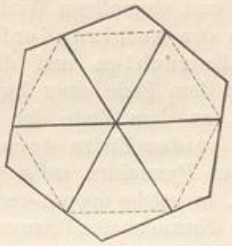


Fig. 174.

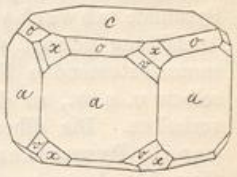


Fig. 175.

**Trapezoëdrische Hemiëdrie.** In ihr sind sämmtliche 7 S.-E.n verloren gegangen. Die Verticalaxe $c$ ist eine sechszählige S.-A., die 3 Horizontalaxen $a$ sowie die 3 Zwischenaxen sind 6 zweizählige S.-A.n. Kein Centrum der Symmetrie. Fig. 176.

Nur die dihexagonale Pyramide liefert hier und zwar durch Wachsthum und Verschwinden ihrer abwechselnden Flächen neue Gestalten, zwei hexagonale Trapezoëder, d. h. von 12 gleichschenkeligen Trapezoiden umschlossene Formen, mit 12 gleichen Polkanten und 6 längeren stumpferen, sowie 6 kürzeren schärferen, im Zickzack auf- und ablaufenden Randkanten (Fig. 177). Wegen des Mangels einer S.-E. sind sie enantiomorph. Für den Fall, dass $n > 1{,}366\ldots$ (vgl. S. 78), laufen die längeren stumpferen Randkanten bei den rechten Trapezoëdern von links unten nach

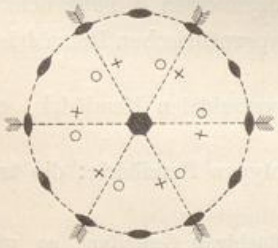


Fig. 176.

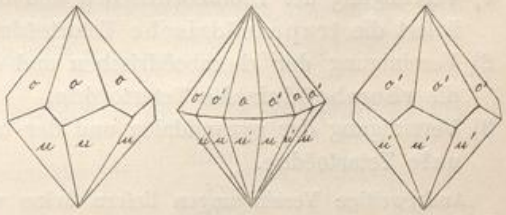


Fig. 177.

rechts oben (erste Fig.), bei den linken von rechts unten nach links oben (letzte Fig.). Die Symbole sind $\frac{mPn}{2}r$ oder $\tau\{ki\bar{h}l\}$ und $\frac{mPn}{2}l$ oder $\tau\{\bar{h}i\bar{k}l\}$. Die dieser dritten Hemiëdrie angehörigen Krystallformen sind daher geometrisch blos erkennbar, wenn ein Trapezoëder ausgebildet ist. Ein ihr folgendes Mineral ist nicht bekannt; unter den künstlichen Krystallen gehören auf Grund der Aetzfiguren hierher die des rechtsweinsauren Antimonyl-Baryums + salpetersauren Kaliums, welche allerdings scheinbar holoëdrisch ausgebildet sind.

1) *Baumhauer* beobachtete, dass die auf den scheinbar holoëdrischen Formen des Apatits durch Corrodirung vermittels Salzsäure hervorgebrachten Aetzeindrücke wegen ihrer Unsymmetrie deutlich für den pyramidal-hemiëdrischen Charakter sprechen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anmerkung. Im hexagonalen System wäre noch eine vierte Modalität der Hemiëdrie denkbar, welche von *Naumann* die trigonotype Hemiëdrie genannt wurde (von Anderen die ditrigonale Hemiëdrie), weil sie die Ausbildung von trigonalen Pyramiden, trigonalen Prismen und überhaupt von solchen Formen bedingt, deren Querschnitte gleichseitige Dreiecke (Trigone) und Ditrigone (gleichseitige Sechsecke mit abwechselnd schärferen und stumpferen Winkeln) sind. Ihr Gesetz würde wesentlich darin bestehen, dass in den aufeinanderfolgenden Gliedern der dihexagonalen Pyramide abwechselnd die rechten und die linken Flächenpaare allein zur Ausbildung gelangt sind: an dem Ende einer Zwischenaxe wachsen die vier dort zusammenstossenden Flächen, an dem Ende der darauf folgenden verschwinden dieselben u. s. w., so dass die beiden Enden derselben Horizontalaxe sich verschieden verhalten. Die dihexagonalen Pyramiden $mPn$ verwandeln sich dadurch in ditrigonale Pyramiden, d. h. in solche doppelt-sechsseitige, deren Basis eine ditrigonale Figur ist; ebenso werden die dihexagonalen Prismen $\infty Pn$ zu ditrigonalen Prismen.

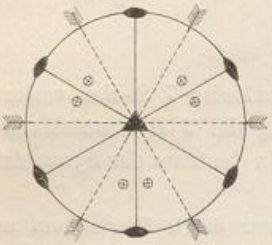


Fig. 178.

Die Protopyramiden erscheinen nur mit ihren an den abwechselnden Randkanten gelegenen Flächenpaaren, folglich als trigonale Pyramiden (vgl. Fig. 181) mit einem gleichseitigen Dreieck als Querschnitt; übereinstimmend tritt das Protoprisma nur mit seinen abwechselnden Flächen als trigonales Prisma auf. Deuteropyramiden $mP2$ und Deuteroprisma $\infty P2$ bleiben scheinbar unverändert. — Bei dieser Hemiëdrie verschwinden aus den holoëdrischen Formen die 3 durch die Nebenaxen $a$ gehenden senkrechten S.-E.n, es bleiben also noch erhalten die Basis als H.-S.-E., sowie die 3 senkrechten S.-E.n durch die Zwischenaxen; die Formen besitzen ferner 1 verticale dreizählige und 3 horizontale zweizählige (polar ausgebildete) S.-A.n; ein Centrum der Symmetrie. Fig. 178. — Bis jetzt ist von dieser Hemiëdrie kein Beispiel bekannt[1]).

§ 33. **Die Tetartoëdrieen im hexagonalen System.** Das gleichzeitige Auftreten zweier Hemiëdrie-Modalitäten würde im Allgemeinen 3 Fälle liefern:

1) Vereinigung der rhomboëdrischen und der trapezoëdrischen Hemiëdrie; sie liefert die trapezoëdrische Tetartoëdrie;
2) Vereinigung der rhomboëdrischen und der pyramidalen Hemiëdrie; ergibt die rhomboëdrische Tetartoëdrie;
3) Vereinigung der pyramidalen und der trigonotypen Hemiëdrie: die trigonale Tetartoëdrie.

Anderweitige Vereinigungen liefern keine viertelflächigen Gestalten; so würden z. B. bei derjenigen der trapezoëdrischen mit der pyramidalen Hemiëdrie aus der allgemeinsten Gestalt, der dihexagonalen Pyramide, Formen hervorgehen, welche die übrigbleibenden 6 Flächen nur oberhalb oder unterhalb der Basis aufweisen, und deshalb ist diese Tetartoëdrie als solche nicht möglich; sie würde eine Hemimorphie in der Richtung der Verticalaxe bedingen.

**Trapezoëdrische Tetartoëdrie.** Bei ihr gehen die 3, in der rhomboëdrischen Hemiëdrie noch bestehenden S.-E.n verloren, es ist also überhaupt keine dergleichen mehr vorhanden. Die Formen besitzen aber noch $c$ als eine dreizählige S.-A., ausserdem 3 horizontale zweizählige S.-A.n von polarer Ausbildung (worin

1) Für das tetragonale System ist eine Analogie dieser Modalität der Hemiëdrie ausgeschlossen, weil dadurch ein dem rhombischen System entsprechender Charakter entstände.

ein Unterschied z. B. gegen die ebenfalls einer S.-E. entbehrende trapezoëdrische Hemiëdrie gelegen ist). Ohne Centrum der Symmetrie. Fig. 179.

Diese Tetartoëdrie spricht sich an der dihexagonalen Pyramide darin aus, dass das Skalenoëder, der Hälftflächner derselben gemäss der rhomboëdrischen Hemiëdrie, seinerseits selbst nur mit den an den abwechselnden Randkanten oben und unten gelegenen Flächen ausgebildet ist. Dadurch entsteht ein trigonales Trapezoëder (Fig. 180), welches demzufolge eine nur mit dem vierten Theil ihrer Flächen ausgebildete dihexagonale Pyramide ist[1]). Die 6 Flächen dieser Form sind gleichschenkelige Trapezoide, ihre im Zickzack auf- und absteigenden Randkanten zerfallen

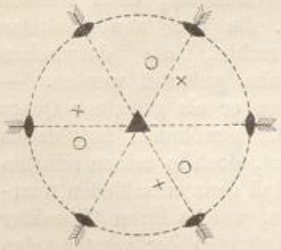
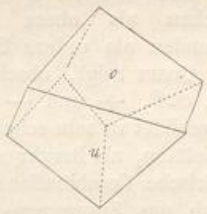


Fig. 179.




a

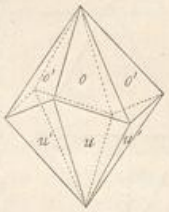
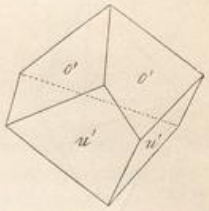



Fig. 180.




b

in 3 längere stumpfe und 3 kürzere scharfe, die 3 oberen und 3 unteren Polkanten sind gleich; der Mittelquerschnitt ist ein Ditrigon. Aus demselben Skalenoëder leiten sich nun zwei solcher Trapezoëder ab, welche enantiomorph sind, d. h. sie können durch keinerlei Drehung zur Congruenz gebracht werden, verhalten sich gegenseitig wie ein paar rechts und links gebildete Körper und zeigen Circularpolarisation. Fig. 180a ist ein linkes, Fig. 180b ein rechtes Trapezoëder.

Da die dihexagonale Pyramide ein positives und ein negatives Skalenoëder, jedes derselben ein rechtes und ein linkes Trapezoëder liefert, so entstehen aus der ersteren folgende 4 Viertelgestalten, von denen die erste und zweite, sowie die dritte und vierte enantiomorph, dagegen die erste und dritte, sowie die zweite und vierte congruent sind; die Vereinigung einer rechten und linken Form würde ein Skalenoëder, diejenige zweier rechter oder zweier linker Formen ein hexagonales Trapezoëder erzeugen.

$$\text{Rechtes positives Trapezoëder} = + \frac{m\mathrm{P}n}{4} r = \rho\tau\{k\bar{i}hl\}$$

$$\text{Linkes positives Trapezoëder} = + \frac{m\mathrm{P}n}{4} l = \rho\tau\{h\bar{i}kl\}$$

$$\text{Rechtes negatives Trapezoëder} = - \frac{m\mathrm{P}n}{4} r = \rho\tau\{h\bar{k}il\}$$

$$\text{Linkes negatives Trapezoëder} = - \frac{m\mathrm{P}n}{4} l = \rho\tau\{k\bar{h}il\}.$$

Wenn diese trapezoëdrische Tetartoëdrie auf die anderen holoëdrisch-hexagonalen Formen Anwendung findet, so liefert:

die Protopyramide wiederum ein positives und ein negatives Rhomboëder erster Ordnung, welches in seiner Gestalt und Stellung vollkommen mit dem hemiëdrischen $m$R übereinstimmt; das Rhomboëder kann nämlich seinerseits gestaltlich nicht weiter hemiëdrisch verändert werden, weil seine Flächen auf den verschwindenden S.-E.n senkrecht stehen;

---

1) Für ein solches Trapezoëder würden aus der dihexagonalen Pyramide nach dem Schema unten auf S. 85 z. B. übrig bleiben die Flächen:

oben . 2 . . . 6 . . . 10 . .
unten . . 3 . . . 7 . . . 11 .

die Deuteropyramide (dadurch, dass sie nur mit den an den abwechselnden Randkanten gelegenen Flächen auftritt) eine (rechte und linke) trigonale Pyramide, deren sechs Flächen gleichschenkelige Dreiecke sind und deren drei gleiche Randkanten in einer Ebene liegen; oben und unten erscheinen 3 gleiche Polkanten; Fig. 181;

das dihexagonale Prisma, indem es nur mit seinen abwechselnden Flächenpaaren ausgebildet ist, ein ditrigonales Prisma (mit drei schärferen und drei stumpferen verticalen Kanten);

das Deuteroprisma durch alleinige Ausbildung seiner abwechselnden drei Flächen ein trigonales Prisma.

Das Protoprisma und die Basis bleiben scheinbar unverändert, doch müssen an dem ersteren z. B. die drei abwechselnden Flächen als obere rechte, die dazwischen liegenden als untere linke gedeutet werden. — Der Quarz zeigt, obschon er als gemeiner Quarz (mit ∞P, + und — R) gewöhnlich holoëdrisch ausgebildet zu sein scheint, doch in seinen reinsten Varietäten, als Bergkrystall ganz entschieden tetartoëdrische Combinationen, welche ihren Charakter durch das Zusammen-Auftreten der vorstehenden Formen kund geben, wie dies *C. F. Naumann* schon im Jahre 1830 gezeigt hat. Ein anderes hierher gehöriges Mineral ist der Zinnober.

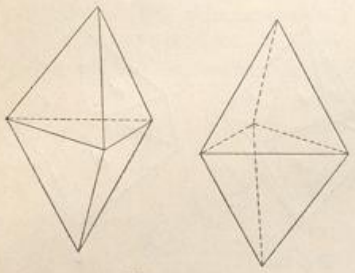


Fig. 181.

**Rhomboëdrische Tetartoëdrie.** Hier geht die in der pyramidalen Hemiëdrie allein noch vorhandene horizontale S.-E. verloren und daher müssen die 3 pyramidalen Gestalten zu Rhomboëdern werden. Die Formen haben so keine S.-E. mehr, auch nur noch die Verticalaxe *c* als einzige dreizählige Axe der einfachen Symmetrie, welche ebenfalls als sechszählige der zusammengesetzten aufgefasst werden kann. Ein Centrum der Symmetrie ist noch vorhanden. Fig. 182.

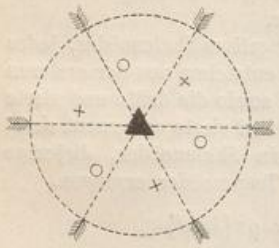


Fig. 182.

Wird zunächst die Protopyramide betrachtet, so verwandelt sie sich bei dieser Tetartoëdrie in scheinbar dasselbe Rhomboëder erster Art, welches auch durch die Hemiëdrie erzeugt wird; die Flächen sind allerdings nur als die rechten oder linken Flächenhälften eines Rhomboëders zu deuten. — Erstreckt sich diese Art der Tetartoëdrie auf die Deuteropyramide $m$P2, so liefert sie ein Rhomboëder zweiter Art, welches eine um 30° gewendete Stellung gegen das Rhomboëder der ersten Art (sowie ebenfalls gegen dessen Gegenrhomboëder) besitzt und nicht als die Wirkung einer Hemiëdrie aufgefasst werden kann. Bei ihm endigen die Horizontalaxen *a* symmetrisch in den Flächen, an denjenigen Orten, an denen in den Rhomboëdern der ersten Art die Zwischenaxen austreten. — Bei der dihexagonalen Pyramide $m$P$n$ erfolgt diese Viertelflächigkeit dadurch, dass entweder das Skalenoëder oder die Tritopyramide nur mit ihren einzelnen abwechselnden Flächen ausgebildet ist. Auf beiden Wegen entstehen (nicht enantiomorphe) Rhomboëder der dritten Art (Tritorhomboëder), welche in ihrer Stellung zwischen den gewöhnlichen der ersten und denen der zweiten Art liegen[1]); bei ihnen endigen die Horizontalaxen *a* seitlich und unsymmetrisch in

1) Für ein solches Rhomboëder dritter Art würden aus der dihexagonalen Pyramide nach dem Schema unten auf S. 85 z. B. übrig bleiben die 6 Flächen:

oben . 2 . . . 6 . . . 10 . .
unten . . . 4 . . . 8 . . . 12

beliebigen Punkten der Flächen. Diese Tritorhomboëder können ebenso nur Wirkungen einer Tetartoëdrie sein, wie die Tritopyramiden solche einer Hemiëdrie. Die gegenseitige Stellung der 3 verschiedenen Rhomboëder ergibt sich aus der Projection Fig. 183, in der das stark ausgezogene Dreieck ein Rhomboëder erster Art, das schwach ausgezogene ein solches zweiter Art, das punktirte eines dritter Art darstellt. — Protoprisma und Deuteroprisma bleiben scheinbar unverändert. Die dihexagonalen Prismen liefern ein Tritoprisma, welches aber hier nicht als eine Tritopyramide mit $m = \infty$, sondern als ein unendlich spitzes Rhomboëder der dritten Art zu betrachten ist. — Beispiele aus dem Mineralreich: Dioptas, Phenakit, Dolomit, Titaneisen. Das Vorkommen zweier Rhomboëder verschiedener Ordnung genügt zur Erkennung dieses tetartoëdrischen Charakters der Krystallform. — In dem Krystall von Dioptas (Fig. 184) ist $r$ ein Rhomboëder erster Art (und zwar $-2R$, weil seine Polkanten durch das hier nicht auftretende Spaltungsrhomboëder R gerade abgestumpft werden), $m$ das Deuteroprisma $\infty P2$; die abwechselnden Kanten zwischen $r$ und $m$ werden durch ein Rhomboëder $s$ der dritten Art von Zwischenstellung, den Hälftflächner des Skalenoëders $-2R\frac{9}{8}$, abgestumpft.

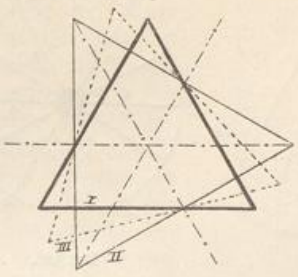


Fig. 183.

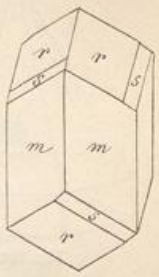
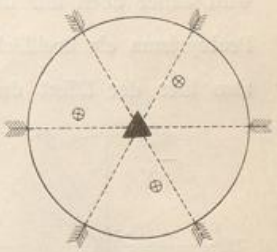


Fig. 184.

Anmerkung. Verlieren die Formen der trigonotypen Hemiëdrie die noch durch die Zwischenaxen gehenden 3 senkrechten S.-E.n und damit auch die 3 horizontalen S.-A.n, so bleibt nur noch eine horizontale S.-E. (welche keine H.-S.-E. ist) und eine dreizählige verticale S.-A.; Fig. 185. Es entstehen bei dieser trigonalen Tetartoëdrie sowohl aus der Protopyramide 2, als aus der Deuteropyramide 2, als aus der dihexagonalen Pyramide 4 trigonale Pyramiden und diese dreierlei Formen unterscheiden sich durch eine dreifach abweichende Stellung am Axenkreuz[1]). Aehnlich liefern das Protoprisma und das Deuteroprisma je 2, das dihexagonale Prisma 4 trigonale Prismen; auch diese dreierlei trigonalen Prismen sind von verschiedener Stellung. Die Basis bleibt unverändert. — In der Krystallwelt ist bis jetzt kein Beispiel bekannt.


Fig. 185.

§ 34. **Die Hemimorphieen im hexagonalen System.** Wie im tetragonalen System herrscht zu beiden Seiten der Horizontalaxenebene oben und unten Ungleichheit und diese muss zunächst an allen Flächen zur Geltung kommen, die zur Verticalaxe $c$ geneigt oder senkrecht sind. Alle horizontalen Symmetrie-Elemente gehen dabei verloren.

Tritt die Hemimorphie an den holoëdrischen Formen auf, so bewirkt die Differenzirung in einen oberen und einen unteren Pol der Verticalaxe $c$, dass die drei Pyramiden, die Proto-, Deutero- und dihexagonale Pyramide eigentlich nur mit ihrer oberen oder unteren Hälfte ausgebildet sind, weshalb denn auch an den beiden Enden von $c$ ganz abweichende pyramidale Gestalten vorkommen können. Die holoëdrische

1) Eine aus der dihexagonalen so hervorgehende trigonale Pyramide würde z. B. nur noch folgende 6 Flächen der ersteren zeigen:

oben 1 . . . 5 . . . 9 . . .
unten 1 . . . 5 . . . 9 . . .

Basis zerfällt dabei in 2 horizontale Flächen (Pedien nach S. 72), welche unabhängig von einander sind und auch einzeln aufzutreten vermögen. Die drei verticalen Prismen werden natürlich in ihrer Erscheinungsweise durch diese Differenzirung nicht betroffen (Fig. 186). — Die Gestalten besitzen nur noch die 6 verticalen S.-E.n der Holoëder durch die Neben- und Zwischenaxen, sowie $c$ als sechszählige S.-A. von polarer Ausbildung (nicht mehr als Hauptaxe). Ohne Centrum der Symmetrie. Fig. 187. — Als einziges Beispiel dient das Jodsilber, an dessen natürlichen Krystallen z. B. ausser $\infty$P oben P, 2P, 4P, 0P, unten blos 2P und 0P beobachtet wurden, während die künstlichen Krystalle z. B. ausser $\infty$P2 am einen Ende 4P und 0P, am anderen $\frac{4}{3}$P und $\frac{9}{10}$P2 zeigten.

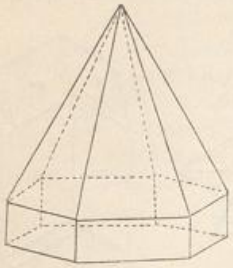


Fig. 186.

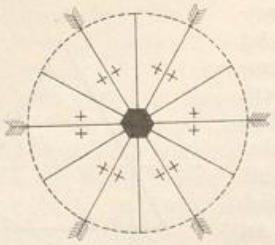


Fig. 187.

Werden die Formen der rhomboëdrischen Hemiëdrie von dieser Hemimorphie erfasst, so treten an den beiden Enden von $c$ Rhomboëder, Skalenoëder oder hexagonale Deuteropyramiden in verschiedener Anzahl oder von verschiedener Bedeutung oder einseitig auf, auch die beiden Basisflächen sind unabhängig von einander. Da das Protoprisma in der rhomboëdrischen Hemiëdrie als $\infty$R und nicht als $\infty$P aufzufassen ist, so gehören auch seine Flächen, trotz ihrer verticalen Stellung, eigentlich abwechselnd dem oberen und dem unteren Pol von $c$ an und sind als 3 obere und 3 untere Flächen zu unterscheiden. Unter dem Walten der Hemimorphie wird daher auch nur die eine oder die andere Hälfte der Flächen auftreten und das Protoprisma als dreiflächiges trigonales Prisma $\frac{\infty R}{2}$ ausgebildet sein; letzteres ist also hier der Effect der Hemimorphie, nicht einer Hemiëdrie. Analog zerfallen die dihexagonalen Prismen in 2 ditrigonale Prismen. Das Deuteroprisma $\infty$P2 dagegen kann hinsichtlich seiner Flächenzahl durch diese Hemimorphie keine Veränderung erleiden, da dasselbe als Grenzform der Deuteropyramiden $m$P2 sechs aequivalente Flächen besitzt, die den Gegensatz von oberen und unteren nicht aufweisen. — Die Formen besitzen nur noch verticale Symmetrie-Elemente; $c$ ist eine dreizählige S.-A. von polarer Ausbildung, durch sie und die Zwischenaxen gehen drei gewöhnliche S.-E.n. Kein Centrum der Symmetrie. Fig. 188. — Beispiele aus dem Mineralreich bieten: Turmalin (vgl. Fig. 12), Rothgültigerz, wahrscheinlich auch Wurtzit, Greenockit, Rothzinkerz.

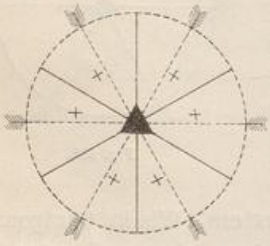


Fig. 188.

Anm. Es ist auch gestattet, vorstehende Hemimorphie als diejenige der trigonotypen Hemiëdrie zu betrachten, in welcher die horizontalen Symmetrie-Elemente verloren gegangen sind. Die dann entstehenden Gestalten decken sich generell mit den soeben erwähnten: es erscheinen hier wie dort das trigonale und hexagonale Prisma, ditrigonale Prismen, hexagonale Pyramiden, während in ihrer blos hemimorphen Ausbildung die trigonalen Pyramiden eben nicht von Rhomboëdern, und die ditrigonalen Pyramiden eben nicht von Skalenoëdern zu unterscheiden sind[1]).

1) Wenn die in der Natur verbreiteten Vorkommnisse hier als Hemimorphieen der rhomboëdrischen und nicht der trigonotypen Hemiëdrie betrachtet werden, so geschieht dies, weil die erstere ebenfalls weithin verkörpert, die letztere überhaupt nur theoretisch bekannt ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ferner kann sich die Hemimorphie an den Formen der pyramidalen Hemiëdrie geltend machen. Alsdann verliert die Horizontalaxenebene ihren Charakter als einzige S.-E. und es bleibt deshalb als alleiniges Symmetrie-Element nur $c$ als sechszählige polar ausgebildete S.-A. Kein Centrum der Symmetrie vorhanden. Die Formen sind enantiomorph. Fig. 189. Zufolge der Differenzirung in oben und unten zerfallen die Tritopyramiden, sowie die Proto- und Deuteropyramiden, ferner die Basis in obere und untere Formen; die Tritoprismen, das Proto- und Deuteroprisma treten dagegen mit ihren je 6 zusammengehörigen Flächen auf. — Hierher gehört der Nephelin, dessen Krystalle zwar gewöhnlich anscheinend holoëdrisch ($\infty$P.0P) ausgebildet zu sein pflegen; es werden aber zufolge *Baumhauer* durch Aetzung mit Flusssäure an den Kanten von $\infty$P matte schiefe Abstumpfungsflächen erzeugt, welche einem Tritoprisma entsprechen, und ausserdem erscheinen auf den Prismenflächen die unsymmetrischen Aetzfiguren in der oberen Hälfte anders gestaltet und gewendet als in der unteren; beides zusammengenommen verweist den Nephelin in diese Abtheilung.

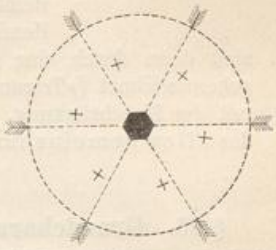


Fig. 189.

Anm. Eine Hemimorphie der trapezoëdrischen Hemiëdrie nach der Verticalaxe würde die Ausbildung übereinstimmender Formen im Gefolge haben.

Schliesslich kann auch an den Formen der trigonalen Tetartoëdrie die Hemimorphie wirksam werden, womit der Verlust der einzig bestehenden horizontalen S.-E. verbunden ist und wobei blos die eine dreizählige polare S.-A. übrig bleibt. Kein Centrum der Symmetrie. Fig. 190. Der Effect besteht darin, dass die auf dem Gebiet jener Tetartoëdrie auftretenden dreierlei trigonalen Pyramiden (S. 93) nach oben und unten differenzirt werden; die holoëdrische dihexagonale Pyramide würde also 4 obere und 4 untere trigonale Pyramiden dritter Art liefern, die Deuteropyramide 2 obere und 2 untere zweiter, die Protopyramide 2 obere und 2 untere erster Art. Die Basis zerfällt in eine obere und untere einzelne Fläche, die dreierlei verticalen trigonalen Prismen bleiben unverändert. — Im Mineralreich ist kein Beispiel bekannt, von den künstlichen Krystallen gehört in diese Gruppe das Natriumperjodat $NaJO^4 + 3H^2O$.

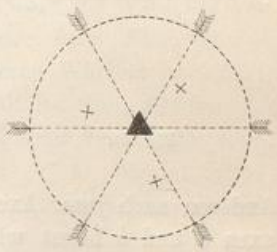


Fig. 190.

Die anderen Abtheilungen des hexagonalen Systems, ausser den genannten, besitzen keine singuläre S.-E., können also auch nicht hemimorph werden. — Es scheint nicht räthlich, die Hemimorphie einer Hemiëdrie als Tetartomorphie, diejenige einer Tetartoëdrie als Ogdomorphie zu bezeichnen, weil Hemimorphie und Theilflächigkeit doch im Grunde genommen nicht allerwegen analoge Erscheinungen sind und z. B. die sog. Tetartomorphie nicht eigentlich eine doppelt erfolgte Hemimorphie ist.

Anm. Wird der Symmetriecharakter der Verticalaxe $c$ in den Vordergrund gestellt, so würden die Formen der

Holoëdrie,
pyramidalen Hemiëdrie,
trapezoëdrischen Hemiëdrie,
Hemimorphie der Holoëdrie und
Hemimorphie der pyramidalen Hemiëdrie

insofern eine besondere Gruppe bilden, als diese, im Gegensatz zu den übrigen Abtheilungen, durch eine sechszählige Axe der einfachen (unmittelbaren) Symmetrie charakterisirt ist (»Hexagonales System im engeren Sinne«). — Die Formen der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

rhomboëdrischen Hemiëdrie,
trigonotypen Hemiëdrie,
trapezoëdrischen Tetartoëdrie,
rhomboëdrischen Tetartoëdrie,
trigonalen Tetartoëdrie,
Hemimorphie der rhomboëdrischen Hemiëdrie,
Hemimorphie der trigonalen Tetartoëdrie

sind dann durch eine dreizählige Axe der einfachen (unmittelbaren) Symmetrie gekennzeichnet (»Trigonales System«). Sämmtliche Abtheilungen (die hemimorphen mit der Einschränkung, dass die beiden Enden von $c$ different sind), können aber auf das allen gemeinsame hexagonale krystallographische Axenkreuz bezogen werden.

### 4. Rhombisches Krystallsystem.

§ 35. **Grundcharakter.** Die Verhältnisse dieses Systems (früher das zweigliederige genannt) sind äusserst einfach, weil es nur sehr wenige verschiedene Arten von Formen begreift. Dieselben werden durch drei, aufeinander rechtwinkelige, aber durchgängig ungleiche, daher auch völlig ungleichwerthige krystallographische Axen charakterisirt, von welchen eine zur senkrecht gestellten Verticalaxe ($c$) gewählt werden muss, wodurch die beiden anderen zu Horizontalaxen werden; von diesen letzteren pflegt man die kürzere ($a$) geradeaus von vorne nach hinten, die längere ($b$) quer von rechts nach links zu richten (Fig. 191). Keine dieser Axen hat hier etwas vor der anderen voraus, keine besitzt die Bedeutung einer H.-S.-A. oder Hauptaxe (wie $c$ in der holoëdrischen Abtheilung der beiden vorhergehenden Systeme) und es ist daher an sich ganz gleichgültig, welche derselben vertical gerichtet wird. Deshalb fehlt es auch in dieser Hinsicht an Uebereinstimmung, indem ein und derselbe Formencomplex von Einigen nach dieser, von Anderen nach jener Axe aufrecht gestellt wird. Die Ebene durch die Horizontalaxen $a$ und $b$ heisst wiederum die Basis. Der von *Breithaupt* vorgeschlagene Name rhombisches System bezieht sich auf die Figur der Basis und der Querschnitte.

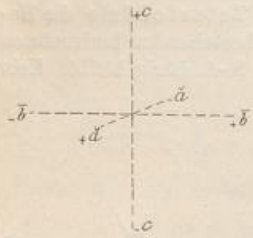


Fig. 191.

§ 36. **Beschreibung und Ableitung der holoëdrisch-rhombischen Formen.** Dieses Krystallsystem ist fast immer nur holoëdrisch ausgebildet. Die holoëdrischen Formen besitzen 3 aufeinander senkrechte gewöhnliche S.-E.n (Hauptschnitte, Fig. 192), nämlich die horizontale Basis (Axenebene $ab$) und die beiden senkrechten Ebenen durch die Verticalaxe und je eine Horizontalaxe (Axenebenen $ca$ und $cb$). Sie entbehren daher einer H.-S.-E. (wie eine solche in der holoëdrischen Abtheilung des tetragonalen und hexagonalen Systems vorhanden ist), demzufolge auch einer Hauptaxe.

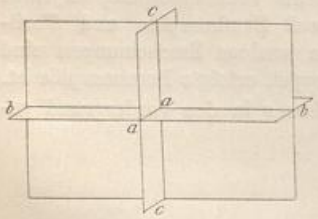
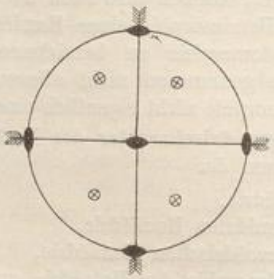


Fig. 192.


Fig. 193.

Durch die 3 S.-E.n wird der Raum in 8 gleiche Theile (Oktanten) getheilt, welche nur durch ihre Lage verschieden sind. Die 3 krystallographischen Axen $a$, $b$, $c$, die Normalen auf die 3 S.-E.n, sind zweizählige S.-A.n; anderszählige kommen in diesem System nicht vor. Fig. 193. — Es gibt folgende Arten von holoëdrischen Formen:

A. Geschlossene Formen:

Rhombische Pyramiden verschiedener Art.

B. Offene Formen:

1) rhombische Prismen (und Domen) verschiedener Art,

2) drei Pinakoide.

Die rhombischen Pyramiden sind von acht ungleichseitigen Dreiecken umschlossene Formen, deren Randkanten in einer Ebene liegen und einen Rhombus bilden; Fig. 194. Ihre Kanten sind dreierlei: 4 längere schärfere, und 4 kürzere stumpfere Polkanten, sowie 4 gleiche Randkanten; die Ecken sind ebenfalls dreierlei, aber durchgängig rhombisch, nämlich 2 Polecken, 2 spitzere Randecken an den Endpunkten der längeren, und 2 stumpfere Randecken an den Endpunkten der kürzeren Horizontalaxe.

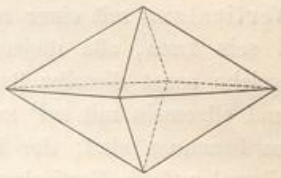


Fig. 194.

In jedem rhombischen Formencomplex wählt man eine der vorhandenen (oder doch wenigstens angezeigten) Pyramiden zur Grundform, bezeichnet sie mit **P**, entscheidet sich über ihre aufrechte Stellung, somit über die Wahl der Verticalaxe, und bestimmt sie entweder durch Angabe zweier ihrer Kantenwinkel, oder auch durch das aus diesen oder aus ein paar anderen Winkeln berechnete Verhältniss ihrer Lineardimensionen oder das Axenverhältniss (der Hälften der kurzen Horizontalaxe $= a$, der langen Horizontalaxe $= b$, der Verticalaxe $= c$), wobei man gewöhnlich $b = 1$ setzt; $c$ ist dann $\gtrless 1$, $a$ stets $< 1$. Bei der Grundpyramide liegen allemal die stumpfen Polkanten vorne und hinten, die scharfen Polkanten rechts und links.

Ein jeder besonderer Formencomplex des rhombischen Systems erfordert nämlich zu seiner vollständigen Bestimmung die Kenntniss zweier, von einander unabhängiger Kantenwinkel; aus diesen durch Messung gefundenen Winkeln kann erst das Verhältniss der Lineardimensionen oder der Parameter $a : b : c$ für die Grundform berechnet werden. Die Grundpyramide des rhombischen Schwefels hat z. B. das (irrationale) Axenverhältniss $a : b : c = 0{,}813\ldots : 1 : 1{,}9037\ldots$. Würde man dieselbe z. B. so aufstellen, dass die lange Horizontalaxe $b$ zur Verticalaxe $c$, und $c$ umgekehrt zu $b$ würde, während die kurze Horizontalaxe $a$ ihre Stellung beibehält, so ergäbe sich das Axenverhältniss $= 0{,}427\ldots : 1 : 0{,}5258\ldots$ (d. h. $0{,}813\ldots : 1{,}9037\ldots : 1$).

In dieser Grundpyramide werden nun aber die lange und kurze Horizontalaxe, weil sie die Diagonalen ihrer Basis sind, mit dem Namen Makrodiagonale und Brachydiagonale[1]) belegt, und demgemäss auch die beiden verticalen

1) Die beiden Horizontalaxen werden auch als Makroaxe und Brachyaxe unterschieden, doch sind die oben stehenden Bezeichnungen insofern zweckmässiger, als sie die Bildung von Adjectiven besser gestatten.

Mit Rücksicht auf gewisse Analogieen wird neuerdings die Gepflogenheit, die lange Horizontalaxe $b$ quer, die kurze $a$ längs zu legen, nicht mehr als immer bindend erachtet; alsdann treten anstatt der »Makro«- und »Brachy«-Formen die Ausdrücke »Quer«- und »Längs«-Formen ein.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hauptschnitte $cb$ und $ca$, sowie die beiderlei in ihnen liegenden Polkanten und Randecken durch die Prädicate makrodiagonal und brachydiagonal unterschieden. Diese Benennung ist eine durchgreifende; sie wird auf alle abgeleiteten Formen übertragen, deren lange und kurze Horizontalaxe daher nicht mit der Makrodiagonale und Brachydiagonale der Grundform zu verwechseln sind. Für die Begrenzungs-Elemente (Kanten, Ecken) und Horizontalaxen der abgeleiteten Formen haben demnach die Prädicate makrodiagonal und brachydiagonal nur eine topische, keine dimensionale Bedeutung, sofern sie die Lage derselben entweder in dem einen oder in dem anderen (durch die Horizontalaxen der Grundform bestimmten) Hauptschnitt ausdrücken.

Aus der Grundform **P** leiten sich nun zuvörderst durch Multiplication ihrer Verticalaxe mit einer rationalen Zahl $m$, welche theils grösser, theils kleiner als 1 sein kann, alle diejenigen theils spitzeren, theils stumpferen Pyramiden ab, welche sonst dieselbe Basis und denselben Verlauf der Randkanten wie **P** haben, und allgemein mit $m$**P** zu bezeichnen, sowie als Pyramiden der Verticalreihe zu benennen sind; der links von **P** stehende Coëfficient bezieht sich auch hier allemal auf die Verticalaxe $c$.

Ferner lassen sich aus jeder so gewonnenen Pyramide $m$**P** nach zwei verschiedenen Richtungen, je nachdem die eine oder die andere Horizontalaxe von $m$**P** vergrössert wird, viele neue Formen ableiten.

Man multiplicire zunächst die Makrodiagonale mit einer rationalen Zahl $n$ (die stets grösser als 1), und lege darauf in jede brachydiagonale Polkante von $m$**P** zwei Flächen, welche die Makrodiagonale in der Entfernung $n$ schneiden, so resultirt eine neue Pyramide, welche mit dem Namen Makropyramide und mit dem Zeichen $m\bar{\mathbf{P}}n$ versehen wird, um es mittels des über **P** gesetzten prosodischen Zeichens der Länge auszudrücken, durch welcher Diagonale Vergrösserung sie abgeleitet wurde. — Verfährt man auf ähnliche Weise, indem man die Brachydiagonale von $m$**P** mit $n$ ($> 1$) multiplicirt, und die Constructionsflächen in ihre makrodiagonalen Polkanten legt, so erhält man Brachypyramiden von dem Zeichen $m\breve{\mathbf{P}}n$, in welchem das über **P** geschriebene prosodische Zeichen der Kürze auf diejenige Diagonale verweist, nach welcher die Ableitung erfolgte.

Sofern die $n$-mal verlängerte Brachydiagonale länger ist, als die Makrodiagonale, hat eine solche abgeleitete Brachypyramide natürlich — im Gegensatz zur Grundpyramide — ihre scharfen Polkanten am Ende der Brachydiagonale, ihre stumpfen am Ende der Makrodiagonale liegen; ebenso verhält es sich mit den verticalen Kanten der Brachyprismen.

Dadurch, dass in den vorstehenden Ableitungen der auf eine Horizontalaxe bezügliche Coëfficient $n$ grösser als 1 angenommen wird, sind alle möglichen Fälle erschöpft; denn eine anscheinende Makropyramide von dem Ausdruck $\bar{\mathbf{P}}\frac{1}{n}$ (bei *Weiss* $= a : \frac{1}{n} b : c$ oder $na : b : nc$) fällt zusammen mit der Brachypyramide $m\breve{\mathbf{P}}n$, worin $m = n$; z. B. $\bar{\mathbf{P}}\frac{1}{2} = 2\breve{\mathbf{P}}2$. Ebenso ist die scheinbare Brachypyramide $\breve{\mathbf{P}}\frac{1}{2} = 2\bar{\mathbf{P}}2$.

Bei der *Weiss*'schen Bezeichnungsweise erhält die Grundpyramide P das Flächenzeichen $a : b : c$, welches in jedem der 8 gleichen Oktanten eine übereinstimmende Fläche erfordert. Daraus leiten sich zunächst allgemein die bei gleicher Basis spitzeren oder stumpferen Pyramiden der Verticalreihe $a : b : mc$ ab, z. B. $3\mathrm{P} = a : b : 3c$; $\frac{1}{4}\mathrm{P} = a : b : \frac{1}{4}c$. Aus ihnen resultiren ferner die bei gleichbleibender Brachydiagonale

$a$ nach der Makrodiagonale $b$ (um $n$) gestreckten Makropyramiden von dem allgemeinen Zeichen $a : nb : mc$, wobei $n > 1$; z. B. $2\breve{P}3 = a : 3b : 2c$. Anderseits gewinnen die bei gleichbleibender Makrodiagonale $b$ nach der Brachydiagonale (um $n$) gestreckten Brachypyramiden das Zeichen $na : b : mc$; z. B. $4\breve{P}3 = 3a : b : 4c$.

Bei der Formulirung der *Miller*'schen Zeichen werden die Indices in der Reihenfolge geschrieben, die man auch bei der Angabe des Axenverhältnisses den Axen ertheilt, nämlich sich beziehend auf: Brachydiagonale, Makrodiagonale, Verticalaxe.

Die Grundpyramide $P = \{111\}$. — Die Pyramiden der Verticalreihe $mP$ sind $\{hhl\}$, da die beiden ersten Indices in demselben Verhältniss stehen müssen wie bei $\{111\}$; z. B. $2P = \{221\}$; $\frac{1}{3}P = \{119\}$; $\frac{3}{5}P = \{225\}$. Für die, welche spitzer sind als die Grundpyramide, ist $h > l$, für die stumpferen $h < l$.

Die Makropyramiden $m\bar{P}n$ sind $\{hkl\}$, worin $h > k$ und $n = \frac{h}{k}$; $\bar{P}n = \{hkh\}$; z. B. $\bar{P}2 = \{212\}$; $\bar{P}\frac{3}{2} = \{323\}$; ferner $\frac{1}{3}\bar{P}2 = \{216\}$; $3\bar{P}\frac{3}{2} = \{321\}$, $\frac{3}{4}\bar{P}3 = \{314\}$; $2\bar{P}3 = \{623\}$.

Die Brachypyramiden $m\breve{P}n$ sind $\{hkl\}$, worin $h < k$ und $n = \frac{k}{h}$; $\breve{P}n = \{hkk\}$; z. B. $\breve{P}5 = \{155\}$; $\breve{P}\frac{3}{2} = \{233\}$; $\frac{2}{3}\breve{P}2 = \{123\}$; $\frac{4}{3}\breve{P}2 = \{243\}$; $4\breve{P}4 = \{141\}$; $\frac{1}{2}\breve{P}3 = \{136\}$.

Die rhombischen Prismen im Allgemeinen sind von vier, einer der Axen parallelen Flächen umschlossene Formen, deren Querschnitte Rhomben sind. Sie entstehen durch Abstumpfung entweder der Randkanten oder der längeren oder der kürzeren Polkanten der rhombischen Pyramiden. Je nachdem nun der Parallelismus der Flächen entweder in Bezug auf die Verticalaxe (Fig. 195) oder in Bezug auf eine der Horizontalaxen (Fig. 196 und 198) stattfindet, werden diese Prismen entweder als verticale oder als horizontale Prismen erscheinen. Es ist jedoch sehr zweckmässig, mit *Breithaupt* den Namen Prisma (Säule) lediglich für die verticalen Prismen zu gebrauchen, alle horizontalen Prismen dagegen mit dem Namen Doma zu belegen.

Die verticalen Prismen (Fig. 195) werden auch hier aus den Pyramiden abgeleitet durch senkrechte Abstumpfung der Randkanten oder sie erscheinen als Grenzformen derselben mit unendlichem Werth der Verticalaxe. Aus der Grundpyramide P resultirt so als Grenzform der Pyramiden der Verticalreihe das Grundprisma $\infty P$ mit demselben Verhältniss der Horizontalaxen $a$ und $b$ wie die erstere; dasselbe weist daher seine stumpfen verticalen Kanten vorne und hinten, seine scharfen rechts und links auf. — Auch dieses Grundprisma ist ebenso einer doppelten Ableitung zu unterwerfen, wie die Pyramiden der Verticalreihe: einerseits werden daraus bei gleichbleibender Brachydiagonale verschiedene, nach der Makrodiagonale (um $n > 1$) gestreckte Makroprismen $\infty\bar{P}n$ erhalten, anderseits die bei gleichbleibender Makrodiagonale nach der Brachydiagonale (um $n > 1$) gestreckten Brachyprismen $\infty\breve{P}n$. Die Makroprismen modificiren die stumpfen, die Brachyprismen die scharfen Kanten von $\infty P$.

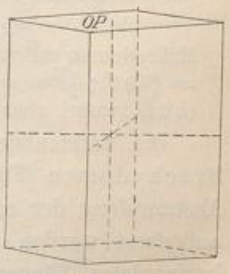


Fig. 195.

Bei *Weiss* ist das Grundprisma $\infty P = a : b : \infty c$; das allgemeine Zeichen der Makroprismen $= a : nb : \infty c$, das der Brachyprismen $na : b : \infty c$; $a : 2b : \infty c = \infty\bar{P}2$; $\frac{3}{2}a : b : \infty c = \infty\breve{P}\frac{3}{2}$. Wenn die Länge $na$ grösser ist als $b$, so hat ein solches abge-

leitetes Brachyprisma natürlich im Gegensatz zum Grundprisma die schärferen verticalen Kanten am Ende der Brachydiagonale, die stumpferen am Ende der Makrodiagonale liegen.

In der *Miller*'schen Signatur ist das Grundprisma $\infty P = \{110\}$.

Die Makroprismen $\infty \bar{P} n$ sind $\{hk0\}$, wobei $h > k$ und $n = \frac{h}{k}$; z. B. $\infty \bar{P} 2 = \{210\}$; $\infty \bar{P} \frac{3}{2} = \{320\}$.

Die Brachyprismen $\infty \breve{P} n$ sind $\{hk0\}$, wobei $h < k$ und $n = \frac{k}{h}$; z. B. $\infty \breve{P} 3 = \{130\}$; $\infty \breve{P} \frac{5}{3} = \{350\}$.

Die horizontalen, nach der längeren Axe $b$ gestreckten Querdomen, die Makrodomen (Fig. 196) werden ebenso aus den Pyramiden abgeleitet durch

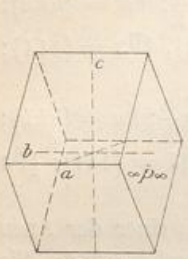
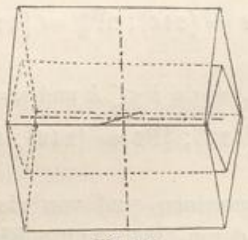


Fig. 196.


Fig. 197.

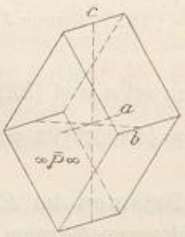
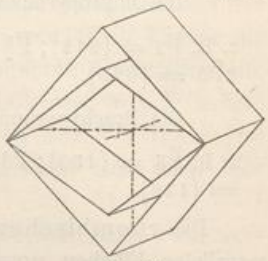


Fig. 198.


Fig. 199.

gerade Abstumpfung der vorderen und hinteren brachydiagonalen Polkanten, oder sie erscheinen als Grenzformen der Pyramiden mit unendlichem Werth der horizontalen Queraxe. Zu der Grundpyramide P gehört so das Grundmakrodoma $\bar{P}\infty$, aus welchem die anderen Makrodomen $m\bar{P}\infty$ durch Veränderung von $c$ in $mc$ abgeleitet werden (Fig. 197); zu jeder Pyramide $m$P der Verticalreihe gehört ein Makrodoma $m\bar{P}\infty$, welches auch als Grenzform jeder Makropyramide $m\bar{P}n$ erscheint, in der $n = \infty$. Fig. 197 zeigt ein flacheres und ein steileres Makrodoma in einander geschachtelt.

Das Grundmakrodoma ist bei *Weiss* $= a : \infty b : c$; das allgemeine Zeichen der übrigen $a : \infty b : mc$; z. B. $2\bar{P}\infty = a : \infty b : 2c$; $\frac{3}{4}\bar{P}\infty = a : \infty b : \frac{3}{4}c$.

Die *Miller*'schen Indices für das Grundmakrodoma $\bar{P}\infty$ sind $\{101\}$; die schärferen Makrodomen $m\bar{P}\infty$, in denen $m > 1$, sind allgemein $\{h0l\}$, wobei $h > l$; z. B. $4\bar{P}\infty = \{401\}$; $\frac{7}{2}\bar{P}\infty = \{702\}$. — Die stumpferen $m\bar{P}\infty$, in denen $m < 1$, sind allgemein $\{h0l\}$, wobei aber $h < l$; z. B. $\frac{1}{3}\bar{P}\infty = \{103\}$; $\frac{3}{4}\bar{P}\infty = \{304\}$.

Die horizontalen, nach der kürzeren Axe $a$ gestreckten Längsdomen, die Brachydomen (Fig. 198), leiten sich ebenso aus den Pyramiden ab durch gerade Abstumpfung der rechten und linken makrodiagonalen Polkanten oder sie können aufgefasst werden als Grenzformen der Pyramiden mit unendlichem Werth der horizontalen Längsaxe. Die Grundpyramide P liefert so das Grundbrachydoma $\breve{P}\infty$, aus welchem die anderen Brachydomen $m\breve{P}\infty$ durch Veränderung von $c$ in $mc$ entstehen (Fig. 199); zu jeder Pyramide $m$P der Verticalreihe gehört ein Brachydoma $m\breve{P}\infty$, welches auch als eine Grenzform für jede Brachypyramide $m\breve{P}n$ erscheint, in welcher $n = \infty$. Fig. 199 zeigt ein flacheres und ein steileres Brachydoma in einander geschachtelt.

Das Grundbrachydoma ist bei *Weiss* $= \infty a : b : c$; die übrigen Brachydomen haben das allgemeine Zeichen $\infty a : b : mc$; z. B. $3\breve{P}\infty = \infty a : b : 3c$; $\frac{2}{3}\breve{P}\infty = \infty a : b : \frac{2}{3}c$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Grundbrachydoma $\breve{P}\infty$ ist bei *Miller* $= \{011\}$; die schärferen $m\breve{P}\infty$, in denen $m > 1$, sind allgemein $\{0kl\}$, worin $k > l$; z. B. $2\breve{P}\infty = \{021\}$; $\frac{5}{4}\breve{P}\infty = \{054\}$. — Die stumpferen, in denen $m < 1$, sind allgemein $\{0kl\}$, wobei $k < l$; z. B. $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ $\{013\}$; $\frac{2}{5}\breve{P}\infty = \{025\}$.

Die 3 tafelförmigen Pinakoide, je aus einem Paar von parallelen Flächen bestehend, entsprechen den 3 S.-E.n der holoëdrischen Formen; sie können entstanden gedacht werden durch gerade Abstumpfung entweder der beiden Polecken oder der beiden stumpferen oder der beiden spitzeren Randecken der Grundpyramide und besitzen combinirt eine Lage wie die 6 Flächen des Würfels (Fig. 200). Es sind:

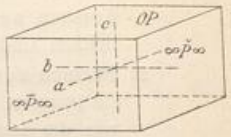


Fig. 200.

1) die Basis, oder das basische Pinakoid, die horizontale obere und untere Tafelfläche, parallel der Axenebene $ab$; das Symbol ist 0P, als Grenzform abgeleitet aus $m$P, worin $m = 0$, wie im tetragonalen und hexagonalen System; $\infty a : \infty b : c$; $\{001\}$.

2) Das Makropinakoid, oder die Querfläche, die vordere und hintere verticale Tafelfläche, parallel der Axenebene $cb$; das Symbol ist $\infty\bar{P}\infty$ (worin sich das erste $\infty$ auf $c$, das zweite auf $b$ bezieht); die Grenzform der Makroprismen $\infty\bar{P}n$, worin $n = \infty$, oder der Makrodomen $m\bar{P}\infty$, worin $m = \infty$; $a : \infty b : \infty c$; $\{100\}$.

3) Das Brachypinakoid, oder die Längsfläche, die rechte und linke verticale Tafelfläche, parallel der Axenebene $ca$; das Symbol ist analog $\infty\breve{P}\infty$, die Grenzform der Brachyprismen $\infty\breve{P}n$ oder der Brachydomen $m\breve{P}\infty$; $\infty a : b : \infty c$; $\{010\}$.

Selbstverständlich können Prismen, Domen und Pinakoide als an sich offene Formen nur in Combinationen erscheinen. — Treten bei einer im rhombischen System krystallisirenden Substanz nur die 3 Pinakoide auf, so lässt sich das Axenverhältniss nicht bestimmen. Das Vorhandensein einer vertical-prismatischen Form gestattet, wenn dieselbe als Grundprisma gilt, wenigstens die Bestimmung des A.-V. $a : b$; das Auftreten des Grundmakrodomas lässt $a : c$, das des Grundbrachydomas $b : c$ finden.

Die Combination der 3 Pinakoide (Fig. 200) kann geometrisch nicht von einem Würfel unterschieden werden; dass aber bei ihr nur 2 gegenüberliegende Flächen zusammengehören, zeigt sich z. B. an der Verschiedenheit des Glanzes oder der Streifung auf, der Spaltbarkeit nach den einzelnen Pinakoiden; durch das optische Verhalten tritt sofort der Unterschied gegen den Würfel hervor.

Alle Resultate vorstehender Ableitungen lassen sich wieder in einem triangulären Schema (Fig. 201) vereinigen, zu welchem jedoch hier ein rechtwinkeliges gleichschenkeliges Dreieck gewählt werden muss, welches durch seine Höhenlinie in zwei kleinere Dreiecke getheilt ist. An die drei Eckpunkte des grossen Dreiecks schreibt man die Zeichen der drei Pinakoide, an die Mitte seiner Grundlinie das Zeichen des Prismas $\infty$P, und in die Mitte der beiden kleinen Dreiecke einerseits das Zeichen der Brachypyramiden, anderseits das Zeichen der Makropyramiden. Dann füllt sich das Schema von selbst derart aus, dass die Höhenlinie desselben die

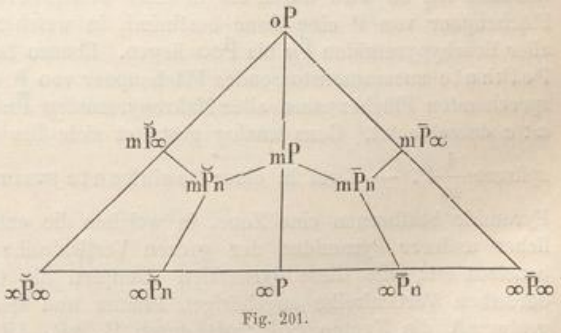


Fig. 201.

Pyramiden der Verticalreihe nebst den beiden Grenzformen enthält, während die Grundlinie sämmtliche Prismen, die linke Seite sämmtliche Brachydomen, und die rechte Seite sämmtliche Makrodomen begreift. Das Schema gewährt jedenfalls die einfachste und natürlichste Uebersicht aller möglichen holoëdrisch-rhombischen Formen.

Mit Rücksicht auf die Symmetrieverhältnisse lässt sich leicht einsehen, dass im rhombischen System überhaupt nur folgende holoëdrische Formenarten möglich sind:

1) Formen senkrecht gegen zwei S.-E.n; sie gehen dann natürlich parallel der dritten und können nur ein Flächenpaar darstellen: die 3 Pinakoide.
2) Formen senkrecht gegen eine S.-E. und geneigt gegen die beiden anderen; sie müssen je einen vierflächigen Complex liefern: die verticalen Prismen, sowie die horizontalen Domen (Längsdoma und Querdoma).
3) Formen geneigt gegen alle drei S.-E.n; sie liefern, da sie in jedem Oktanten auftreten müssen, einen achtflächigen Complex, eine Pyramide.

§ 37. **Einige holoëdrisch-rhombische Combinationen.** Pyramiden sind selten als selbständige oder auch nur als vorherrschende Formen ausgebildet, wie z. B. am Schwefel; gewöhnlich bestimmen entweder Prismen und Domen, oder auch Pinakoide die allgemeine Physiognomie der Combinationen, welche daher meistentheils entweder säulenförmig oder tafelförmig, zuweilen wohl auch rectangulär-pyramidal ausgebildet erscheinen; welches letztere durch zwei ungleichnamige, aber correlate (d. h. zu derselben Pyramide $m$P gehörige) und ungefähr im Gleichgewicht ausgebildete prismatische Formen verursacht wird. Hat man sich nun vorher über die Wahl und Stellung der Grundform entschieden, so weiss man auch, ob jene säulen- oder tafelförmigen Krystalle vertical oder horizontal zu stellen sind, indem dadurch die Lage der Basis, des Makropinakoids und Brachypinakoids ein für alle Mal bestimmt worden ist.

In der Zone, deren Zonenaxe die Verticalaxe $c$ ist, liegen $\infty\bar{P}\infty$, sämmtliche verticale Prismen $\infty\bar{P}n$, $\infty$P, $\infty\breve{P}n$, sowie $\infty\breve{P}\infty$.

In der Zone, deren Zonenaxe die Makrodiagonale $b$ ist, liegen $\infty\bar{P}\infty$, sämmtliche Makrodomen $m\bar{P}\infty$, $\bar{P}\infty$, $\frac{1}{m}\bar{P}\infty$, sowie 0P.

In der Zone, deren Zonenaxe die Brachydiagonale $a$ ist, liegen $\infty\breve{P}\infty$, sämmtliche Brachydomen $m\breve{P}\infty$, $\breve{P}\infty$, $\frac{1}{m}\breve{P}\infty$, sowie 0P.

Da für alle Brachypyramiden $\breve{P}n$ bis zum Brachydoma $\breve{P}\infty$ das Verhältniss $b : c$ constant ist, so wird durch ein in einer schärferen Polkante zusammenstossendes Flächenpaar von P eine Zone bestimmt, in welcher die entsprechenden Flächenpaare aller Brachypyramiden $\breve{P}n$ bis $\breve{P}\infty$ liegen. Ebenso bestimmt ein in einer stumpferen Polkante zusammenstossendes Flächenpaar von P eine weitere Zone, in der die entsprechenden Flächenpaare aller Makropyramiden $\bar{P}n$ bis $\bar{P}\infty$ liegen, deren Verhältniss $a : c$ dasselbe ist. Ganz analog gestaltet sich dies für stumpfere Pyramiden $m$P und spitzere $\frac{1}{m}$P. — Zwei in einer Basiskante zusammenstossende Flächen irgend einer Pyramide bestimmen eine Zone, in welcher die entsprechenden Flächenpaare sämmtlicher anderer Pyramiden der ganzen Verticalreihe liegen, für welche alle ja $a : b$ constant ist; alle diese Pyramiden stumpfen die Combinationskanten zwischen dem derselben Verticalreihe angehörigen Prisma und der Basis ab; z. B. es werden abgestumpft die Kanten $\infty$P : 0P durch P, 2P, $\frac{1}{2}$P u. s. w.; die Kanten $\infty\breve{P}2$ : 0P durch $\breve{P}2$, $2\breve{P}2$, $\frac{1}{2}\breve{P}2$ u. s. w.

Als Beispiele für vertical-säulenförmige und tafelförmige Combinationen mag

eine Form des Topases (Fig. 202) und Liëvrits (Fig. 203), sowie Fig. 204 dienen. In den beiden ersteren sind es das Brachyprisma $\infty\breve{P}2$ ($l$ und $s$) sowie die Grundpyramide $P$ ($o$), welche den allgemeinen Habitus der Combination bestimmen; dazu gesellt sich im Topaskrystall das Prisma $\infty P$ ($M$), im Liëvritkrystall das Makrodoma $\bar{P}\infty$ ($d$). In Fig. 204 ist das vorwaltende Brachypinakoid $\infty\breve{P}\infty$ ($c$) mit der Pyramide $P$ ($o$) und mit dem Makropinakoid $\infty\bar{P}\infty$ ($b$) verbunden.

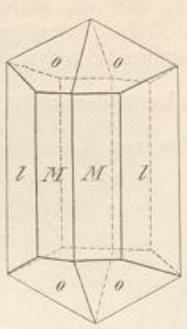


Fig. 202.



Fig. 203.

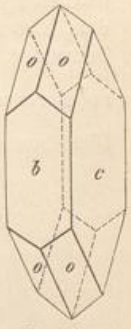


Fig. 204.

Als Beispiele für horizontal-säulenförmige und -tafelförmige Combination seien drei häufige Formen des Baryts gewählt. Die beiden ersten (Fig. 205 u. 206) werden von denselben Formen, nämlich von dem basischen Pinakoid $0P$ ($a$), dem Brachydoma $\breve{P}\infty$ ($f$) und dem Makrodoma $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ ($d$) gebildet; nur ist das Verhältniss des Vorwaltens verschieden, daher denn der eine Krystall mehr horizontal-säulenförmig, der andere mehr rectangulär-tafelförmig erscheint. Der dritte Krystall (Fig. 207) ist säulenförmig durch das Makrodoma $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ ($d$), wird seitlich durch das Prisma $\infty P$ ($g$) begrenzt und zeigt ausserdem $0P$ ($a$). — Eine von 6 auf einander rechtwinkeligen Flächen begrenzte rhombische Form ist die Combination der drei Pinakoide (Fig. 200).

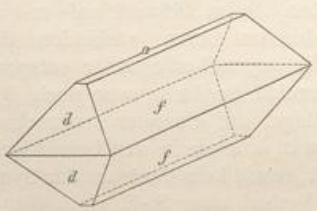


Fig. 206.



Fig. 205.

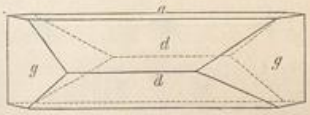


Fig. 207.

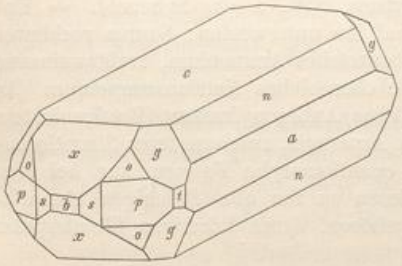


Fig. 208.

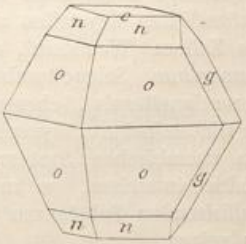


Fig. 209.

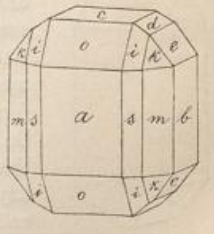


Fig. 210.

In der Comb. Fig. 208 ist $c = 0P$, $b = \infty\bar{P}\infty$, $a = \infty\breve{P}\infty$; ferner $o = P$, $p = \infty P$, $n = \breve{P}\infty$, $s = \infty\bar{P}\frac{3}{2}$ ($a : \frac{3}{2}b : \infty c$), $t = \infty\breve{P}2$ ($2a : b : \infty c$), $x = \frac{1}{2}\bar{P}\infty$ ($2a : \infty b : c$), $g = \breve{P}2$ ($2a : b : c$). — Fig. 209 (Schwefel) zeigt: $c = 0P$, $o = P$, $n = \frac{1}{3}P$, $g = \breve{P}\infty$. — In Fig. 210 (Olivin) ist ausgebildet: $c = 0P$, $a = \infty\bar{P}\infty$, $b = \infty\breve{P}\infty$, $s = \infty P$, $m = \infty\breve{P}2$, $i = P$, $k = 2\breve{P}2$, $d = \breve{P}\infty$, $e = 2\breve{P}\infty$, $o = \bar{P}\infty$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## § 38. Hemiëdrie und Hemimorphie im rhombischen System.

Hemiëdrie. Die Hemiëdrie, die sog. sphenoidische, erfolgt hier bei der rhombischen Pyramide dergestalt, dass die abwechselnden Flächen wachsen und verschwinden, also nach demselben Modus, vermöge dessen aus dem regulären Oktaëder das Tetraëder, aus der tetragonalen Protopyramide das Sphenoid hervorgeht. Es entstehen so 2 correlate rhombische Sphenoide, $\frac{m\mathrm{P}}{2}$ oder $\varkappa\{hkl\}$ und $-\frac{m\mathrm{P}}{2}$ oder $\varkappa\{h\bar{k}l\}$. Dieselben (Fig. 211) werden von 4 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt und besitzen

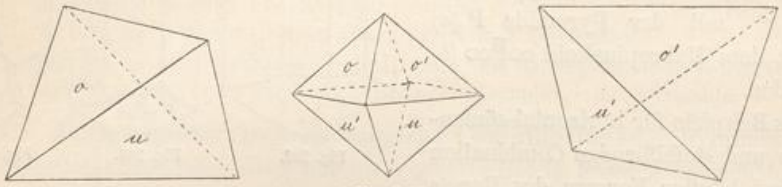
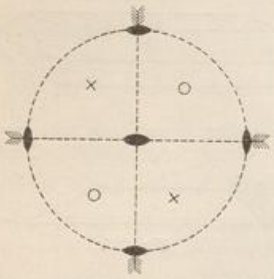


Fig. 211.

dreierlei Kanten, nämlich 2 horizontale Polkanten (welche sich im Gegensatz zum Oktaëder und tetragonalen Sphenoid nicht rechtwinkelig, sondern unter schiefem Winkel kreuzen), 2 schärfere und 2 stumpfere Rand- oder Mittelkanten, die im Zickzack auf- und absteigen. Die krystallographischen Axen verbinden die Halbirungspunkte je zweier gegenüberliegender entsprechender Kanten. Solche Sphenoide besitzen zwar noch 3 (1 + 1 + 1) ungleichwerthige, auf einander senkrechte zweizählige S.-A.n (die Axen $a$, $b$, $c$ wie in den holoëdrischen Formen), aber keine S.-E., sowie kein Centrum der Symmetrie mehr. Fig. 212. Der Verlust einer S.-E. zieht hier das Verschwinden auch der beiden anderen nach sich. Die beiden entgegengesetzten Hälften einer Pyramide sind demnach enantiomorph. Sämmtliche übrige Formen des Systems, die prismatischen, domatischen und pinakoidalen, treten bei dieser Hemiëdrie scheinbar unverändert auf.


Fig. 212.

Diese Hemiëdrie findet sich im Mineralreich nur selten, am Bittersalz (Magnesiumsulfat), Zinkvitriol, Edingtonit u. a. An dem Bittersalzkrystall Fig. 213 ist $p$ das fast rechtwinkelige rhombische Prisma $\infty$P, $o$ das Sphenoid. — Unter den künstlichen Krystallen sind ihr unterworfen: Saures rechtsweinsaures Kalium (Weinstein), ebensolches Ammonium, rechtsweinsaures Natriumkalium (Seignettesalz), ebensolches Natriumammonium (Ammoniumseignettesalz), ebensolches Antimonylkalium (Brechweinstein); ferner Glutaminsäure, Glycerin, Asparagin, ameisensaures Strontium. — Da im rhombischen System enantiomorphe Formen nur bei dieser Hemiëdrie entstehen, so müssen zu ihr alle diejenigen rhombisch krystallisirenden Substanzen gehören, deren Lösungen Circularpolarisation zeigen.

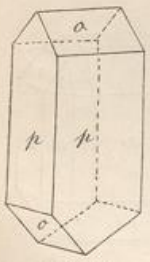


Fig. 213.

Anm. Eine Hemiëdrie der rhombischen Pyramide nach abwechselnden Flächenpaaren würde Formen hervorgehen lassen, welche, indem sie nicht mehr auf 3 rechtwinkelige Axen zu beziehen sind, aus dem Rahmen des rhombischen Systems herausfallen und ihrer Symmetrie nach dem monoklinen System angehören.

Hemimorphie. Da jede der 3 S.-A.n des rhombischen Systems eine singuläre ist, so kann die Hemimorphie an jeder derselben zur Geltung kommen. Bei den im Mineralreich auftretenden, hierher gehörigen Substanzen findet die hemimorphe

Ausbildung nur an den entgegengesetzten Enden einer S.-A. statt, die alsdann als Verticalaxe genommen zu werden pflegt. Differenzirt werden in diesem Falle in obere und untere, von einander unabhängige Formen: die Basis (welche 2 einflächige Pedien liefert, vgl. S. 72), die Makrodomen, Brachydomen, Pyramiden, während die verticalen Formen: Makropinakoid, Brachypinakoid, die Prismen eine Zerfällung nicht erleiden. — Diese hemimorphen Formen besitzen 2 (1 + 1) ungleichwerthige, auf einander senkrechte S.-E.n, nämlich noch diejenigen der Holoëdrie, welche der hemimorphen Axe parallel gehen; ferner 1 mit der letzteren zusammenfallende zweizählige, polar ausgebildete S.-A. (alle 3 in den gedachten Fällen vertical); kein horizontales Symmetrie-Element; kein Centrum der Symmetrie; Fig. 214. — Vgl. die Abbildungen von Kieselzink und Struvit, Fig. 13 und 14 auf S. 31.

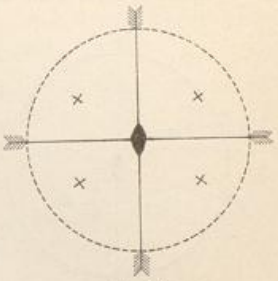


Fig. 214.

### 5. Monoklines Krystallsystem.

§ 39. **Grundcharakter.** Das monokline Krystallsystem (zwei- und eingliederiges, klinorhombisches, monosymmetrisches S.) ist dadurch charakterisirt, dass alle seine Formen auf drei ungleiche krystallographische Axen bezogen werden müssen, von denen sich zwei unter einem schiefen Winkel schneiden, während die dritte Axe auf ihnen beiden rechtwinkelig ist. Die Symmetrie des Systems fordert, dass eine der beiden schiefwinkeligen Axen zur Verticalaxe (*c*) gewählt wird, dann können die beiden anderen Axen, als Diagonalen der schiefen Basis, durch die bezeichnenden Namen Orthodiagonale (*b*) und Klinodiagonale (*a*) unterschieden werden[1]), von welchen man die erstere, normal zur Verticalaxe stehend, quer von rechts nach links horizontal laufen lässt, während die andere, die Verticalaxe schief schneidend, von vorne nach hinten aufsteigt. Ebenso werden die durch die Axen *b* und *a* bestimmten verticalen Schnitte als orthodiagonaler und klinodiagonaler Schnitt unterschieden. Der Name monoklines S. bezieht sich darauf, dass die drei, durch je 2 Axen gehenden Ebenen unter einander, neben zwei rechten ($\alpha$ zwischen *b* und *c*, $\gamma$ zwischen *a* und *b*) einen schiefen Winkel $\beta$ bilden, welcher dem der Verticalaxe und Klinodiagonale gleich und in jedem besonderen Formencomplex constant ist.

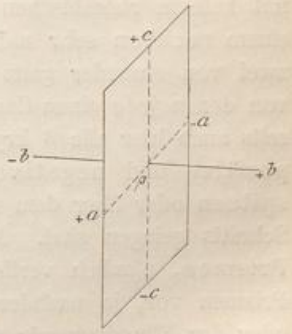



Fig. 215.

§ 40. **Beschreibung und Ableitung der holoëdrisch-monoklinen Formen.** Diese Formen besitzen nur eine einzige (und zwar gewöhnliche) S.-E., nämlich die auf den Beschauer zu gerichtete Axenebene *ac*, auf welcher die Orthodiagonale *b* als einzige zweizählige S.-A. senkrecht steht (Fig. 215). Zu jener Ebene sind daher die Flächen auf der einen Seite ebenso gelagert, wie auf der anderen Seite und es besteht bei den Formen zwischen rechts und links noch Symmetrie, aber nicht

1) *b* wird auch Orthoaxe, *a* Klinoaxe genannt; vgl. die Anm. auf S. 97.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mehr zwischen vorne und hinten. Centrum der Symmetrie vorhanden. Fig. 216 zeigt die Projection auf die S.-Ebene.

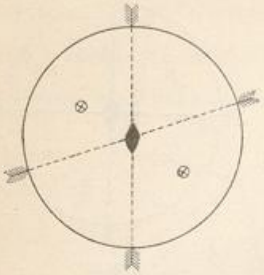


Fig. 216.

Die Existenz blos einer einzigen S.-E. begründet das Dasein auch nur einer darauf senkrechten S.-A., welche eine krystallographische Axe und also die einzige, von vorne herein gegebene Richtung darstellt. Die beiden anderen krystallographischen Axen müssen innerhalb der S.-E. liegen, aber ihre Wahl ist an sich willkürlich und nur von der Zweckmässigkeit geboten. Beide müssen daher zwar senkrecht auf der einzigen S.-A. (*b*) stehen, aber unter einander einen schiefen Winkel ($\beta$) bilden, weil ein rechter das Dasein jener weiterer 2 S.-E.n bedingen würde, wie sie im rhombischen System vorliegen. Wird die S.-A. horizontal von rechts nach links laufend genommen, so kann dann eine der zuletzt genannten beiden krystallographischen Axen vertical gestellt werden (*c*), wobei die andere die Richtung der Klinodiagonale (*a*) erhält.

Da es in diesem System nur eine einzige S.-E. gibt, so erfordert das Dasein einer Fläche weiter nichts, als dass daneben noch die mit Bezug auf jene Ebene symmetrisch gelegene Fläche vorhanden ist, welche auf der anderen Seite der S.-E. mit dieser denselben Winkel bildet. Steht die Fläche schief zur S.-E., so wird daher die vollständige Form mit Einschluss der parallelen Gegenflächen im allgemeinsten Falle nur einen Complex von vier tautozonalen Flächen liefern können. In den speciellen Fällen aber, dass eine Fläche senkrecht zur S.-E. steht, oder mit ihr parallel geht, reducirt sich die vollständige Form auf ein einziges Paar von zwei parallelen Flächen.

Alle Formen, welche gleichzeitig zu dem spitzen und zu dem stumpfen Winkel *ac* gehören, sind genau so wie im rhombischen System ausgebildet; alle dagegen, welche ausschliesslich den spitzen oder den stumpfen Oktanten angehören, müssen als + oder — Halbgestalten unterschieden werden.

Obwohl das monokline System in vieler Hinsicht dem rhombischen System sehr ähnlich ist, so wird doch durch den schiefen Neigungswinkel ($\beta$) zweier Axen (*a* und *c*) eine eigenthümliche und auffallende Ausbildungsweise seiner Formen verursacht, welche es jedenfalls auf den ersten Blick erkennen lässt, dass man es mit keinem rhombischen Formencomplex zu thun hat, wenn auch jener Winkel einem rechten sehr nahe kommen sollte. Jede Pyramide zerfällt nämlich in zwei von einander ganz unabhängige Partialformen oder Hemipyramiden[1]), von denen jede einen Complex von 4 tautozonalen Flächen darstellt, welche ihrerseits auch hier alle 3 krystallographischen Axen schneiden. Man unterscheidet die positive und negative Hemipyramide, je nachdem ihre Flächen über dem spitzen oder über dem stumpfen Winkel ($\beta$) des orthodiagonalen und basischen Schnitts gelegen sind. Ausser diesen Pyramiden kommen noch drei Arten von Prismen, nämlich verticale, horizontale (Quer-) Prismen und geneigte (Längs-) Prismen vor, je nachdem ihre Flächen der Verticalaxe oder der Orthodiagonale oder der Klinodiagonale parallel gehen. Auch hier ist das Wort Prisma, wie im rhombischen System, lediglich für die verticalen Prismen gebräuchlich. Die horizontalen Prismen werden Orthodomen genannt und theilen die Eigenschaft

1) Dieser Ausdruck *Naumann*'s gibt — auch formell — gar keine Veranlassung zu der irrthümlichen Vorstellung, als ob es sich hier um die Hemiëdrie einer Pyramide handle.

der Pyramiden, in zwei, von einander unabhängige Partialformen, in zwei Hemidomen zu zerfallen. Die geneigten Prismen werden als Klinodomen bezeichnet. — Endlich gibt es noch drei Pinakoide, das basische, orthodiagonale und klinodiagonale Pinakoid, welche je der schiefen Basis oder den beiden verticalen Axenebenen parallel gehen (Schiefendfläche, Querfläche, Längsfläche).

Die monoklinen Pyramiden sind von 8, zweierlei ungleichseitigen Dreiecken umschlossene Formen, deren Randkanten in einer Ebene, nämlich in der Ebene der schiefen Basis liegen; Fig. 217 und 218[1]). Die gleichartigen Dreiecke liegen paarweise an den klinodiagonalen Polkanten, die einen (vorne unten und hinten oben) in den beiden spitzen, die anderen (vorne oben und hinten unten) in den beiden stumpfen Winkelräumen des orthodiagonalen und basischen Schnitts;

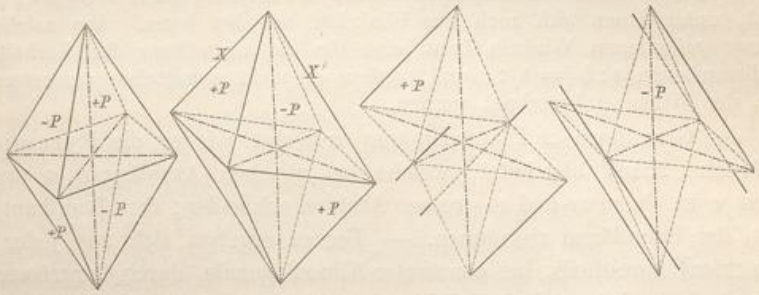



Fig. 217. Fig. 218. Fig. 219. Fig. 220.

jene bilden die positive, diese die negative Hemipyramide, welche beide durch Vorsetzung der Zeichen + und — unterschieden werden können, wobei jedoch das Zeichen + in der Regel wegzulassen ist. — Die vier Randkanten sind alle gleich, die vier orthodiagonalen Polkanten rechts und links ebenfalls gleich, die vier klinodiagonalen Polkanten aber nur zu zwei und zwei gleich, indem die vordere obere zur hinteren unteren, die vordere untere zur hinteren oberen gehört. Die beiden Randecken an den Enden der Orthodiagonale sind gleich-, diejenigen an den Enden der Klinodiagonale abweichend-werthig.

Da jedoch diese Hemipyramiden in der Erscheinung durchaus nicht an einander gebunden, sondern völlig unabhängig sind, so kommt es weit häufiger vor, dass man sie einzeln, als dass man sie beide zugleich in ihrer Vereinigung zu einer vollständigen Pyramide beobachtet. Jede einzelne Hemipyramide besteht aber aus zwei Flächenpaaren, welche entweder der kürzeren Polkante ($X$), oder der längeren Polkante ($X'$) der vollständigen Pyramide parallel sind, sie stellt daher für sich eine schief prismaähnliche, den Raum nicht allseitig umschliessende Form dar (Fig. 219 und 220), welche für sich allein eben so wenig ausgebildet sein kann, als irgend ein Prisma, weshalb ihre Erscheinung nothwendig die Combination mit anderen Formen erfordert.

Man denkt sich nun hier immer irgend eine vollständige monokline Pyramide als Grundform, und bezeichnet sie mit $\pm$P, indem +P die positive, —P

1) Fig. 217 ist so gezeichnet, dass der klinodiagonale Hauptschnitt, Fig. 218 dagegen so, dass der orthodiagonale Schnitt auf den Beobachter zuläuft, während die schiefe Basis in der ersteren Figur ihm zufällt, in der anderen von links nach rechts geneigt ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die negative Hemipyramide bedeutet. Aus solcher Grundform, welche gewöhnlich durch Angabe des Verhältnisses $a : b : c$ ihrer Lineardimensionen (der halben Klinodiagonale, halben Orthodiagonale, die üblicherweise als $= 1$ gilt, und halben Verticalaxe), sowie des schiefen Winkels $\beta$ bestimmt wird, erfolgt nun die Ableitung in diesem System völlig so, wie im rhombischen System. Man hat dabei nur sorgfältig zu beachten, dass jede Pyramide in zwei Hemipyramiden, und jedes Orthodoma in zwei Hemidomen zerfällt, während die verticalen Prismen und die Klinodomen immer vollständig mit allen ihren vier Flächen ausgebildet sind. Die correlaten, d. h. die zu derselben vollständigen Form gehörigen Partialformen werden durch Vorsetzung der Stellungszeichen $+$ und $-$ unterschieden.

Ein jeder besonderer Formencomplex des monoklinen Systems erfordert zu seiner vollständigen Bestimmung die Kenntniss dreier von einander unabhängiger Kantenwinkel, unter denen sich auch der Winkel $\beta$ befinden kann. Aus solchen durch Messung gefundenen Winkeln kann erst für die Grundform das Verhältniss der Lineardimensionen $a : b\,(= 1) : c$ und, dafern er nicht unmittelbar gemessen werden konnte, der Winkel $\beta$ berechnet werden.

Aus der Grundform $\pm$P werden nun zunächst wieder die Pyramiden der Verticalreihe $\pm m$P abgeleitet, welche bei gleichen Axenlängen $a$ und $b$ die Verticalaxe $c$ in einem $m$-mal so grossen Abstand schneiden; ihre Randkanten fallen mit denen der Grundform zusammen. — Ferner ergeben sich aus jeder solchen Pyramide $\pm m$P einestheils, bei constanter Klinodiagonale, durch Vergrösserung der Orthodiagonale nach irgend einer Zahl $n$, verschiedene, nach dieser Orthodiagonale gestreckte Pyramiden, welche man kurz Orthopyramiden nennen kann, und deren Zeichen sich mit $\pm m\breve{\mathrm{P}}n$ geben lässt, indem der horizontale Strich durch den Stamm des Buchstabens P daran erinnern soll, dass sich die Ableitungszahl $n$ auf die horizontale Diagonale der Basis der Grundform bezieht. Die Orthopyramide $\pm\breve{\mathrm{P}}n$ hat dasselbe $c$ wie die Grundpyramide. Anderentheils aber folgen auch aus jeder Pyramide $\pm m$P, bei constanter Orthodiagonale, durch Vergrösserung der Klinodiagonale, verschiedene, nach dieser Klinodiagonale gestreckte Pyramiden, welche ebenso Klinopyramiden heissen, und deren Zeichen sich als $\pm m\breve{\mathrm{P}}n$ ergibt. $\pm\breve{\mathrm{P}}n$ ist die, welche dasselbe $c$ wie die Grundform besitzt.

Die *Weiss*'schen Flächenzeichen sind für die Grundpyramide $a : b : c$, für die Pyramiden der Verticalreihe $a : b : mc$, für die Orthopyramiden $a : nb : mc$, für die Klinopyramiden $na : b : mc$.

Die *Miller*'sche Bezeichnung sämmtlicher monokliner Formen ist die völlige Analogie der für das rhombische System geltenden, indem hier die Orthodiagonale und Klinodiagonale der rhombischen Makrodiagonale und Brachydiagonale entsprechen. Die als negativ charakterisirten Formen erhalten in ihrem allgemeinen Ausdruck 3 positive Indices, die positiven den ersten Index negativ.

Die Hemipyramiden sind allgemein $\{hkl\}$. Für die Grundpyramide ist $+\mathrm{P} = \{\bar{1}11\}$, $-\mathrm{P} = \{111\}$.

Die Hemipyramiden der Verticalreihe sind $\{\bar{h}hl\}$ für $+m$P und $\{hhl\}$ für $-m$P; für die, welche spitzer sind als die Grundpyramide, ist $h > l$, für die stumpferen $h < l$; z. B. $+3\mathrm{P} = \{\bar{3}31\}$; $-2\mathrm{P} = \{221\}$; $+\frac{5}{2}\mathrm{P} = \{\bar{5}52\}$; $+\frac{1}{4}\mathrm{P} = \{\bar{1}14\}$; $-\frac{1}{6}\mathrm{P} = \{116\}$; $-\frac{3}{8}\mathrm{P} = \{338\}$.

Bei den Orthopyramiden ist $\pm\breve{\mathrm{P}}n = \{\bar{h}kh\}$ und $\{hkh\}$; weiterhin $\pm m\breve{\mathrm{P}}n = \{\bar{h}kl\}$ und $\{hkl\}$; darin $h > k$; z. B. $+\breve{\mathrm{P}}3 = \{\bar{3}13\}$; $+2\breve{\mathrm{P}}3 = \{\bar{6}23\}$; $-\frac{4}{3}\breve{\mathrm{P}}4 = \{413\}$; $-7\breve{\mathrm{P}}7 = \{711\}$; $+\frac{5}{2}\breve{\mathrm{P}}\frac{5}{3} = \{\bar{5}32\}$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei den Klinopyramiden ist $\pm \breve{P}n = \{\bar{h}kk\}$ und $\{hkk\}$, ferner $\pm m\breve{P}n = \{\bar{h}kl\}$ und $\{hkl\}$, wobei $h<k$; z. B. $+\breve{P}2 = \{\bar{1}22\}$; $-\breve{P}\frac{4}{3} = \{344\}$; $+\frac{2}{3}\breve{P}2 = \{\bar{1}23\}$; $-2\breve{P}2 = \{121\}$; $-3\breve{P}\frac{3}{2} = \{231\}$.

Die verticalen Prismen des monoklinen Systems (Fig. 221) sind Complexe von vier zusammengehörigen Flächen, welche sich geometrisch in nichts von den rhombischen Prismen unterscheiden, ebenfalls einen rhombischen Horizontalschnitt liefern und gewissermassen Pyramiden mit unendlich langer Verticalaxe darstellen; so liefert die Grundform $\pm$P durch senkrechte (nicht gerade) Abstumpfung ihrer Randkanten das Grundprisma $\infty$P. Aus ihm leiten sich analog wie bei den Pyramiden einestheils verschiedene, bei gleichbleibender Klinodiagonale nach der Orthodiagonale um $n$ gestreckte Orthoprismen $\infty\breve{P}n$ ab, anderseits bei gleichbleibender Orthodiagonale nach der Klinodiagonale um $n$ gestreckte Klinoprismen $\infty\breve{P}n$. Die ersteren zeigen vorne einen stumpferen, die letzteren einen schärferen Prismenwinkel als $\infty$P. Die ersteren modificiren die vordere und hintere, die letzteren die seitlich gelegenen Kanten von $\infty$P.

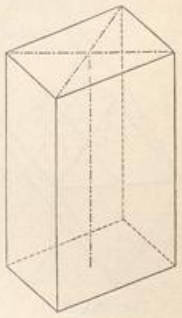


Fig. 221.

Die *Weiss*'schen Flächenzeichen sind: für das Grundprisma $a : b : \infty c$; für die Orthoprismen $a : nb : \infty c$; für die Klinoprismen $na : b : \infty c$.

Das Grundprisma $\infty$P $= \{110\}$; ferner die Orthoprismen $\infty\breve{P}n = \{hk0\}$, wobei $h>k$ und $n = \frac{h}{k}$. Die Klinoprismen $\infty\breve{P}n = \{hk0\}$, wobei $h<k$ und $n = \frac{k}{h}$; z. B. $\infty\breve{P}2 = \{210\}$; $\infty\breve{P}\frac{3}{2} = \{320\}$; $\infty\breve{P}5 = \{150\}$; $\infty\breve{P}\frac{4}{3} = \{340\}$.

Die horizontalen Querprismen oder die Orthodomen (Fig. 222) sind Flächencomplexe, welche der Orthodiagonale parallel gehen und allgemein die klinodiagonalen Polkanten der Pyramiden abstumpfen. Da die letzteren nicht alle vier, sondern nur zu je zwei und zwei zusammengehören, so können auch die 4 Orthodomenflächen nur zu zwei und zwei gleichwerthig sein und müssen, wie angeführt, in zwei Hemi-Orthodomen zerfallen, von denen jedes blos ein Paar paralleler Flächen darstellt und ohne das andere auftreten kann; analog der Zerfällung der Pyramiden in Hemipyramiden wird das in den spitzen Winkelräumen $\beta$ gelegene als das positive, das in den stumpfen Winkelräumen als das negative bezeichnet. Der Complex der beiden liefert im Verticalschnitt nach $c$ keinen Rhombus, sondern ein Rhomboid. Die Hemiorthodomen, welche die klinodiagonalen Polkanten der Grundpyramide $\pm$P abstumpfen, sind $\pm\breve{P}\infty$; daraus leiten sich, durch Veränderung der Verticalaxe um $m$, die anderen $\pm m\breve{P}\infty$ ab. Diese Orthodomen sind die Grenzformen der Orthopyramiden $\pm m\breve{P}n$, in denen $n = \infty$.

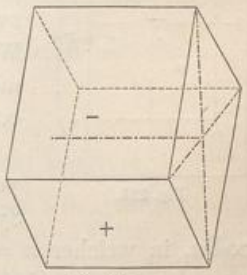



Fig. 222.

Die Orthodomen der Grundpyramide sind $a : \infty b : c$ und $a' : \infty b : c$; $\pm m\breve{P}\infty = a : \infty b : mc$ und $a' : \infty b : mc$.

Die *Miller*'schen Indices für die Grundorthodomen sind $+\breve{P}\infty = \{\bar{1}01\}$; $-\breve{P}\infty = \{101\}$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die schärferen Orthodomen $\pm m\breve{P}\infty$, in denen $m > 1$, sind allgemein $\{h0l\}$, worin $h > l$; $+ 5\breve{P}\infty = \{\bar{5}01\}$; $- \frac{7}{4}\breve{P}\infty = \{704\}$; $+ \frac{3}{2}\breve{P}\infty = \{\bar{3}02\}$.

Die stumpferen Orthodomen $\pm m\breve{P}\infty$, in denen $m < 1$, sind ebenso allgemein $\{h0l\}$, worin aber $h < l$; z. B. $+ \frac{1}{8}\breve{P}\infty = \{\bar{1}08\}$; $- \frac{5}{9}\breve{P}\infty = \{509\}$.

Die nach vorne geneigten Längsprismen oder die Klinodomen (Fig. 223) gehen der Klinodiagonale $a$ parallel und stumpfen die orthodiagonalen Polkanten der Pyramiden gerade ab; sie bilden daher, wie die Brachydomen des rhombischen Systems, einen Complex von vier gleichwerthigen, zusammengehörigen Flächen, für welche die Zeichen + und − wegfallen, weil der Gegensatz zwischen denselben hier nicht existirt. Sie können als Grenzformen der Klinopyramiden betrachtet werden, in denen $n = \infty$. Das die Polkanten der Grundpyramide gerade abstumpfende Klinodoma ist $\breve{P}\infty$, woraus sich durch Veränderung der Verticalaxe $c$ um $m$ die anderen Klinodomen $m\breve{P}\infty$ ableiten.

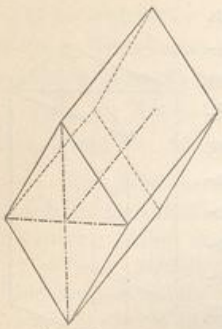


Fig. 223.

Das Grundklinodoma ist bei *Weiss* $\infty a : b : c$; $m\breve{P}\infty = \infty a : b : mc$. In der *Miller*'schen Bezeichnung ist $\breve{P}\infty = \{011\}$; die schärferen Klinodomen $m\breve{P}\infty$, in denen $m > 1$, sind allgemein $\{0kl\}$, worin $k > l$; z. B. $2\breve{P}\infty = \{021\}$; $\frac{5}{3}\breve{P}\infty = \{053\}$. — Die stumpferen Klinodomen $m\breve{P}\infty$, in denen $m < 1$, sind allgemein $\{0kl\}$, worin $k < l$; z. B. $\frac{1}{7}\breve{P}\infty = \{017\}$; $\frac{2}{3}\breve{P}\infty = \{023\}$.

Wie im rhombischen System sind auch hier die drei tafelförmigen Pinakoide (Fig. 224) je das Paar von parallelen Flächen, welches je einer Ebene durch 2 krystallographische Axen entspricht; nämlich:

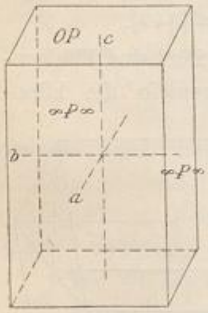



Fig. 224.

1) die Basis oder das basische Pinakoid, oben und unten gelegen, parallel der Axenebene $ac$, daher nicht horizontal, sondern nach vorne gleichmässig schief geneigt, und zwar gegen die Horizontalebene unter dem Werth des spitzen Winkels $\beta$. Das Zeichen ist 0P, gewissermassen eine Pyramide, in welcher der Werth der Verticalaxe $= 0$. Bei *Weiss* $\infty a : \infty b : c$; bei *Miller* $\{001\}$.

2) Das verticale Orthopinakoid oder die Querfläche, vorne und hinten auftretend, parallel der Axenebene $bc$. Das Symbol ist $\infty\breve{P}\infty$, nämlich die Grenzform der Orthoprismen $\infty\breve{P}n$, in welcher $n = \infty$, oder der Orthodomen $m\breve{P}\infty$, in welcher $m = \infty$. — $a : \infty b : \infty c$. — $\{100\}$.

3) Das ebenfalls verticale Klinopinakoid oder die Längsfläche, rechts und links auftretend, parallel der Axenebene $ac$, daher die einzige Symmetrieebene; das Klinopinakoid ist das einzige, welches auf den beiden anderen Pinakoiden senkrecht steht, indem 0P und $\infty\breve{P}\infty$ keinen rechten Winkel bilden. Das Symbol ist $\infty\breve{P}\infty$, als Grenzform der Klinoprismen $\infty\breve{P}n$, in welcher $n = \infty$, oder der Klinodomen $m\breve{P}\infty$, in welcher $m = \infty$. — $\infty a : b : \infty c$. — $\{010\}$.

Zu der ausgezeichneten Querzone, für welche die Orthodiagonale und einzige Symmetrieaxe $b$ die Zonenaxe ist, gehören daher das Orthopinakoid, sämmtliche Orthodomen, die Basis. Diese 3 Formen sind generell nicht von einander verschieden, ihr specieller Charakter hängt von der Wahl der Axen $a$ und $c$ ab. Betrachtet man z. B.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die als Verticalaxe $c$ angenommene Richtung als die der Klinodiagonale $a$, so würde das Orthopinakoid zur Basis; jedes Orthodoma kann in die Stellung eines Orthopinakoids oder einer Basis gebracht werden. Ebenso existirt kein absoluter Unterschied zwischen Hemipyramiden, verticalen Prismen und Klinodomen, insofern auch ihre Auffassung sich nach der Wahl von $a$ und $c$ richtet; vertauscht man $c$ mit $a$, so wird z. B. das bisherige verticale Prisma zum Klinodoma. Der monokline Formencomplex ist also gewissermassen um die Orthodiagonale $b$ drehbar. Welche von jenen theoretischen Möglichkeiten sich für die praktische Wahl am meisten empfiehlt, hängt insbesondere davon ab, bei welcher Stellung sich für die verschiedenen Formen die einfachsten Symbole ergeben. — Nur das Klinopinakoid (nebst der darauf normalen Axe $b$) ist allemal von vorne herein durch die Symmetrie als solches gegeben, seine Stellung bleibt dieselbe bei jeder Wahl der Axen $a$ und $c$; es ist immer selbst eine Axenebene. In der Fig. 225 ist $a$ diese S.-E.; für die gewählte Aufstellung ist $c$ die Basis, $p$ Grundprisma, $o$ Hemipyramide, $s$ Orthodoma, $t$ Klinodoma. Der Krystall kann aber auch so gedreht werden, dass $c$ Orthopinakoid wird, $t$ Prima, $p$ Klinodoma; oder es kann $s'$ als Basis gelten und $s$ als Orthopinakoid, wobei dann $o$ als Prisma, $c$ als Orthodoma, $p$ und $t$ als Pyramiden erscheinen. — Zu der verticalen Zone gehören das Orthopinakoid, sämmtliche verticale Prismen (Grundprisma, Orthoprismen, Klinoprismen), das Klinopinakoid; zu der klinodiagonalen Zone die Basis, sämmtliche Klinodomen, das Klinopinakoid.

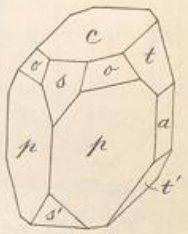


Fig. 225.

Mit Bezug auf die S.-E. ordnen sich also die im monoklinen System möglichen holoëdrischen Formen, welche einerseits Flächenpaare, anderseits vierzählige Flächencomplexe sind, in drei Arten:

I. Parallel der S.-E. kann nur eine einzige Form, und zwar als Flächenpaar auftreten, das Klinopinakoid.

II. Senkrecht zur S.-E. können, weil derselben nur eine existirt, auch nur Flächenpaare liegen und zwar:
1) parallel $a$, schief zu $c$: das basische Pinakoid;
2) parallel $c$, schief zu $a$: das Orthopinakoid;
3) schief zu $c$ und zu $a$: die Orthodomen;
} orthodiagonale Zone.

III. Schief geneigt zur S.-E. muss jede Form mit vier Flächen auftreten:
1) parallel $a$, schief zu $c$: die Klinodomen;
2) parallel $c$, schief zu $a$: die verticalen Prismen;
3) schief zu $c$ und zu $a$: die Pyramiden.

Weitere Formen sind daher, wie man leicht ersieht, nicht möglich.

§ 41. **Einige holoëdrisch-monokline Combinationen.** Das Auftreten der Partialformen ist das einzige Verhältniss, welches dem mit den Combinationen des rhombischen Systems Vertrauten bei dem monoklinen einige Schwierigkeit bereiten könnte. Hier mögen nur einige Beispiele erwähnt werden. Fig. 226 stellt eine Form des Gypses dar, dadurch ausgezeichnet, dass die Grundpyramide vollständig, mit beiden Hemipyramiden ($l$ und $n$) ausgebildet ist, welche die säulenförmige Combination des Prismas $\infty P$ und des Klinopinakoids $\infty \breve{P} \infty$ beiderseits begrenzen. Fig. 227 zeigt eine am Gyps noch häufigere Combination, welche sich von der vorigen dadurch unterscheidet, dass die positive Hemipyramide fehlt und nur die negative

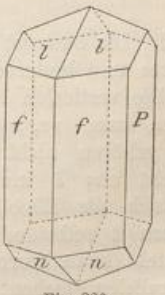


Fig. 226.

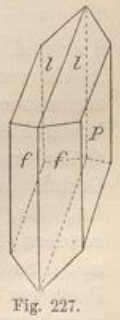


Fig. 227.

vorhanden ist. Fig. 228 ist die gewöhnlichste Krystallform des Augits, deren Zeichen zu schreiben ist: $\infty P.\infty \breve{P}\infty.\infty \breve{R}\infty.P$ (entsprechend $p$, $a$, $b$, $o$): die verticalen Formen werden hier lediglich durch die positive Hemipyramide der Grundform begrenzt.

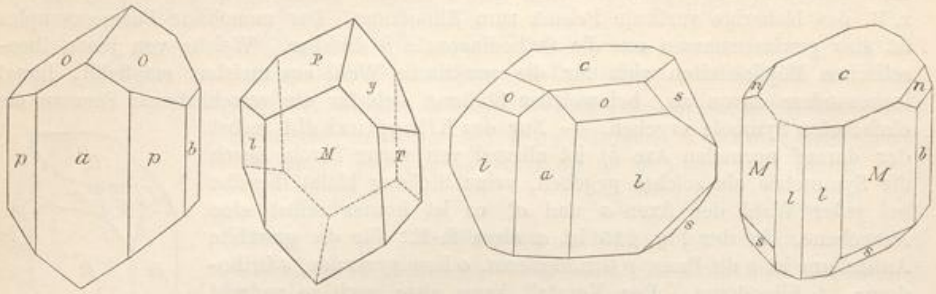



Fig. 228. Fig. 229. Fig. 230. Fig. 231.

Fig. 229 zeigt eine gewöhnliche Combination des Orthoklases oder gemeinen Feldspaths, die von den Flächen des Klinopinakoids $\infty \breve{R}\infty$ ($M$) und Prismas $\infty P$ (hier, wie üblich mit verschiedenen Buchstaben $T$ und $l$ bezeichnet), des basischen Pinakoids $0P$ ($P$) und des Hemidomas $2\breve{P}\infty$ ($y$) gebildet wird; die S.-E. $M$ ist dem Beschauer zugewendet. — Fig. 230 (künstlich erzeugter monokliner Schwefel) weist auf: $c = 0P$, $a = \infty \breve{P}\infty$; $l = \infty P$, $o = P$, $s = \breve{R}\infty$. — Fig. 231 (Realgar) zeigt: $c = 0P$, $M = \infty P$, $l = \infty \breve{P}2$, $b = \infty \breve{R}\infty$, $n = \breve{R}\infty$, $s = P$.

§ 42. **Hemiëdrie und Hemimorphie im monoklinen System.** Die Hemiëdrie entsteht, indem bei der monoklinen Hemipyramide die parallelen Gegenflächen verschwinden, oder bei ihr nur 2 von denjenigen Flächen verbleiben, welche sich in der S.-E. schneiden. Die Formen haben zwar noch eine (Neben-) S.-E. ($\infty \breve{R}\infty$), aber keine S.-A. mehr, auch kein Centrum der Symmetrie. Fig. 232.

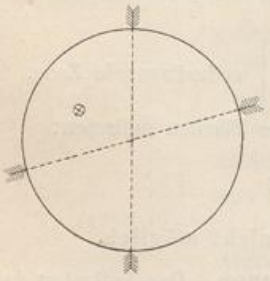


Fig. 232.

Die Pyramiden zerfallen dabei eigentlich in 4 Viertelpyramiden, jede aus 2 Flächen bestehend, welche aber nicht wie im triklinen System einander diametral in den entgegengesetzten Oktanten gegenüberliegen, sondern es gehören zusammen diejenigen beiden Flächen, welche vorne oben rechts und links liegen, ferner die beiden vur und vul, die beiden hor und hol und die beiden hur und hul. Die Basis ist differenzirt in ein oberes und unteres, das Orthopinakoid in ein vorderes und hinteres Pedion, beim Klinopinakoid gehören aber beide Flächen zusammen. Die verticalen Prismen liefern 2 unabhängige Halbprismen, nämlich die beiden Flächen vorne (vr, vl) und anderseits die beiden hinten (hr, hl). — Bei den Orthodomen gehören nicht mehr je zwei Flächen zusammen, sondern die ganze Gestalt besteht aus 4 independenten Flächen, nämlich die einzelnen vo, vu, ho, hu. Auch die Klinodomen bilden nicht mehr einen vierflächigen Complex, sondern liefern 2 selbständige Flächen oben (or, ol), 2 selbständige unten (ur, ul). So besteht keine Form aus mehr als 2 Flächen, und $\infty \breve{R}\infty$ ist das einzige Paar von parallelen Flächen; sehen daher auch wohl so die Formen gleichsam hemimorph nach der Verticalaxe aus, so liegt doch hier keine eigentliche Hemimorphie vor, weil die Verticale keine S.-A. ist. — Sofern aber die theoretisch ungleichwerthigen Flächen, welche hier aus den holoëdrischen Formen hervorgehen, gleichwohl

in übereinstimmender Weise ausgebildet sind, so scheint äusserlich der Krystall zu der holoëdrischen Abtheilung zu gehören. Aetzfiguren können jedoch einen Aufschluss darüber geben, dass derselbe in diese hemiëdrische Gruppe zu versetzen ist: diese Aetzfiguren müssten z. B. auf den beiden vorderen Prismenflächen unter einander gleich, aber abweichend beschaffen sein von den auf den beiden hinteren Prismenflächen erhaltenen. Auch müsste die vordere und hintere Prismenkante verschiedenes pyroëlektrisches Verhalten zeigen. — Im Mineralreich gehört zu dieser Hemiëdrie zufolge *Penfield* und *Foote* der Klinohedrit; ferner ist sie auf Grund der Aetzfiguren durch *Rinne* an dem Skolezit nachgewiesen worden, wenn auch dessen Krystalle meist nach $\infty P\infty$ verzwillingt sind, wodurch die S.-A. und das S.-Centrum wieder erworben werden. Von künstlichen Krystallen zeigen sie tetrathionsaures Kalium und Paratoluidoisobuttersäureester.

Anm. Würde eine Hemiëdrie der monoklinen Pyramide dergestalt erfolgen, dass 2 parallele, zu diagonal entgegengesetzten Oktanten gehörige Flächen abwechselnd verblieben, so würden Gestalten entstehen, die dem triklinen System zufallen.

Hemimorphie im monoklinen System. Da die Orthodiagonale $b$ die einzige S.-A. ist, so kann Hemimorphie nur an ihren beiden Enden (nicht an denen von $c$ oder $a$) eintreten. Die entstehenden Formen besitzen keine S.-E. mehr, aber $b$ ist noch eine zweizählige S.-A. von polarer Ausbildung. Kein Centrum der Symmetrie mehr vorhanden. Fig. 233.

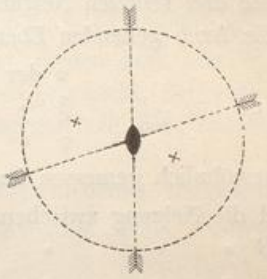


Fig. 233.

Die Formen der orthodiagonalen Zone ($\infty P\infty$, $\pm mP\infty$, $0P$) erleiden dadurch auch in der Bedeutung der zu ihnen gehörigen Flächen keine Veränderung. Das Klinopinakoid aber wird in 2, nicht mehr zusammengehörige Flächen, die eine rechts, die andere links gelegen, differenzirt. Ebenso zerfallen die verticalen Prismen in 2 von einander unabhängige Hemiprismen, das eine die beiden rechts, das andere die beiden links gelegenen Flächen begreifend. Desgleichen zerlösen sich die Klinodomen in 2 Formen, eine rechts mit 2 Flächen, die andere links mit 2 Flächen auftretend. Die monokline Pyramide liefert hier 4 separate Viertelpyramiden, von denen jede nur 2 Flächen umfasst, die ohne die anderen auftreten können; es gehören zusammen die Flächen vor und hur, vol und hul, vur und hor, vul und hol. — Die beiden Enden von $b$ werden polar-pyroëlektrisch. Auf den Flächen, welche den entgegengesetzten Enden von $b$ angehören, können abweichende Aetzfiguren auftreten; auch können auf den Flächen der orthodiagonalen Zone die Aetzfiguren unsymmetrisch nach der Axe $b$ gestaltet sein. — Aus dem Mineralreich ist bisher kein Beispiel bekannt; unter den künstlichen Krystallen zeigen diese Hemimorphie Lithiumsulfat; Rechtsweinsäure, Linksweinsäure, rechtsweinsaures Kalium, Ammonium und Strontium; Rohrzucker; Milchzucker; Quercit.

### 6. Triklines Krystallsystem.

§ 43. **Grundcharakter.** Das trikline[1]) System ist unter allen Krystallsystemen das am wenigsten regelmässige; dasjenige, in welchem mit dem Maximum von Ungleichwerthigkeit der Grundelemente das Minimum von Symmetrie der Gestaltung erreicht worden ist. Sämmtliche Formen desselben sind nämlich auf drei

1) Früher auch das ein- und eingliederige, das anorthotype, das klinorhomboidische, das asymmetrische genannt. Der Name triklines S. bezieht sich eigentlich darauf, dass die drei Coordinat-Ebenen oder Axenebenen des Systems unter einander lauter schiefe Winkel bilden.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

unter einander schiefwinkelige und durchaus ungleiche krystallographische Axen $a$, $b$ und $c$ zu beziehen, wodurch 8 Oktanten bestimmt werden, von welchen jeder nur dem diametral gegenüberliegenden gleich ist. Zu Axen können, da keine derselben durch Symmetrie vorgeschrieben ist, jede 3 beliebigen Krystallkanten gewählt werden, welche unter einander nicht parallel sind; deshalb herrscht bezüglich der Axenwahl innerhalb dieses Systems sehr grosse Verschiedenheit unter den Krystallographen. Nachdem eine der Axen zur Verticalaxe $c$ bestimmt worden ist, wird die längere der beiden anderen, welche deshalb wie im rhombischen System die Makrodiagonale $b$ heisst, quer gestellt, wobei dann die kürzere derselben, die Brachydiagonale $a$, in einer Längsrichtung schief auf den Beschauer zuläuft. Gibt man der Makrodiagonale eine Neigung von links oben nach rechts unten, der Brachydiagonale eine solche von rechts hinten nach links vorne, so wird der vordere obere rechte Oktant nur von stumpfen Axenwinkeln begrenzt. — Jede hierher gehörige Krystallreihe erfordert so zu ihrer Bestimmung die Kenntniss des Grössenverhältnisses der drei Parameter der Grundform sowie der drei schiefen Neigungswinkel entweder der Axen ($\alpha$, $\beta$, $\gamma$) oder auch der durch die Axen gehenden Ebenen $A$, $B$, $C$, wobei

$\alpha$ der Winkel ist zwischen den Axen $b$ und $c$
$\beta$ » » » » » » $a$ und $c$
$\gamma$ » » » » » » $a$ und $b$,

gewöhnlich gemessen im vorderen oberen rechten Oktanten; ferner

$A$ die Neigung zwischen der Ebene der $a$- u. $c$-Axe u. der Ebene der $a$- u. $b$-Axe
$B$ « » » » » der $b$- u. $a$-Axe » » » » $b$- u. $c$-Axe
$C$ » » » » » der $c$- u. $a$-Axe » » » » $c$- u. $b$-Axe.

Die drei Axenebenen erhalten die Namen der basischen ($ab$), der makrodiagonalen ($cb$) und der brachydiagonalen ($ca$). — Die Formen dieses letzten Krystallsystems besitzen überhaupt keine Ebene und auch keine Axe der gewöhnlichen einfachen Symmetrie mehr. Rechte Kantenwinkel, wie sie noch im monoklinen System vorhanden waren, können nicht vorkommen, somit auch keine rechtwinkelig auf einander stehenden Zonen, denn diese setzen immer eine S.-E. voraus.

Die triklinen Krystalle zerfallen in 2 Abtheilungen: die erste besitzt immerhin noch ein Centrum der Symmetrie (den Durchschnittspunkt der 3 Axen), auch noch eine zweizählige Axe und dazu senkrechte Ebene wenigstens der zusammengesetzten S. (centrosymmetrische, pinakoidale oder sog. holoëdrische Gruppe). In der zweiten Abtheilung ist dagegen kein Centrum der Symmetrie und damit überhaupt gar kein Symmetrie-Element (auch keines selbst der zusammengesetzten S.) mehr vorhanden (asymmetrische, pediale oder sog. hemiëdrische Gruppe).

§ 44. **Beschreibung und Ableitung der Formen der centrosymmetrischen Abtheilung.** Da keine S.-E. mehr, wohl aber noch ein Centrum der Symmetrie vorhanden ist, so wird durch das Dasein einer Fläche zwar noch eine parallele Gegenfläche, aber keine weitere gefordert, und so besteht daher hier die einfache Krystallform aus nichts anderem als einem Paar von parallelen Flächen, von denen wenigstens 3 Paare erforderlich sind, um den Raum äusserlich abzuschliessen. Fig. 234. Sämmtliche anscheinend zusammenhängende Gestalten dieser

Abtheilung des triklinen Systems zerfallen deshalb in lauter einzelne Flächenpaare, wie es in anderen holoëdrisch ausgebildeten Krystallsystemen für die Pinakoide, im monoklinen auch für die Orthodomen der Fall ist[1]). Diese Zerstückelung der Gestalten ist es besonders, was manchen Formencomplexen einen so unsymmetrischen Charakter verleiht.

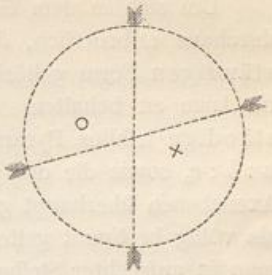


Fig. 234.

Immerhin redet man aber auch hier, abgesehen von den eigentlichen Pinakoiden, von Pyramiden sowie von Prismen und Domen, je nachdem die Flächen alle 3 krystallographischen Axen oder nur 2 derselben schneiden. Dabei müssen dieselben allerdings jene durchgreifende Zerfällung in Partialformen erfahren, welche in Bezug auf ihr Vorkommen völlig unabhängig von einander sind. Jede sog. Pyramide besteht aus vier verschiedenen Viertelpyramiden oder Tetartopyramiden, und jedes Prisma aus zwei verschiedenen Hemiprismen. Die Prismen sind auch hier dreierlei, je nachdem ihre Flächen der Verticalaxe, oder einer der beiden anderen geneigten Axen parallel sind. Die Pinakoide endlich sind wieder die Parallelflächen der drei Axenebenen. Uebrigens werden auch hier die Worte Prisma und Hemiprisma lediglich für verticale Prismen gebraucht, die beiden Arten von geneigten Prismen und deren Partialformen dagegen mit dem Namen Doma und Hemidoma belegt.

Die triklinen Pyramiden sind von 8, viererlei verschiedenen Dreiecken umschlossene Formen, deren Randkanten in einer Ebene liegen (Fig. 235). Je zwei gleichartige Dreiecke sind einander parallel, und liegen in zwei entgegengesetzten Raumoktanten, wie solche durch die 3 Axenebenen bestimmt werden. Sie bilden eine Viertelpyramide oder Tetartopyramide, welche an und für sich ein bloses Flächenpaar, also eine unbegrenzte Form darstellt, und daher nur in Combination mit irgend anderen Partialformen existiren kann. Um sie jedoch in irgend einer bestimmten Begrenzung vorstellen zu können, ist es am zweckmässigsten, ihre beiden Flächen in derjenigen Ausdehnung zu denken, wie solche durch die Intersection mit den drei Axenebenen, oder, was dasselbe ist, durch die gleichzeitig ausgebildeten drei correlaten Viertelpyramiden bestimmt wird. Die Durchschnitte der Flächen einer jeden Viertelpyramide mit den Axenebenen liefern drei Kanten, welche als die eigentlichen Polkanten und Randkanten der Viertelpyramide zu betrachten, und, wegen des unabhängigen Auftretens dieser Partialformen, weit wichtiger sind, als

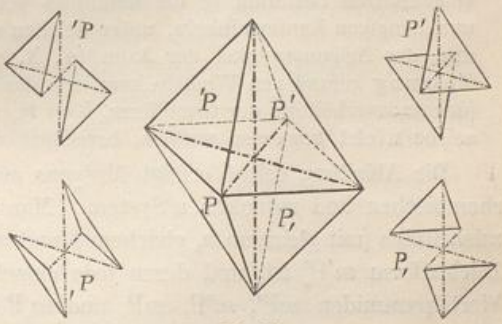



Fig. 235.

1) Die früheren Systeme haben auch schon Partialformen dargeboten, welche einer S.-E. entbehren; denselben ging aber die Vertheilung der Flächen als parallele Paare ab, welche hier in dieser Abtheilung des triklinen Systems vorhanden sind.

diejenigen Kanten, welche in der vollständigen triklinen Pyramide durch das Zusammentreffen ihrer sämmtlichen Flächen gebildet werden.

Um sich in dem Gewirre der Flächenpaare die Uebersicht zu erhalten, ist es durchaus erforderlich, die correlaten, d. h. die zu einer und derselben vollständigen Form gehörigen Partialformen nach ihrer Correlation aufzufassen und im Auge zu behalten. Zu diesem Ende legt man bei der Ableitung eine vollständige trikline Pyramide zu Grunde, für welche das Verhältniss der drei Axen $a : b : c$, sowie die drei an solchen Axen anliegenden schiefen Neigungswinkel der Axenebenen überhaupt gegeben sein müssen, wenn der betreffende Krystallcomplex als völlig bestimmt gelten soll. Diese vollständig vorausgesetzte Grundform denkt man in aufrechter Stellung so vor dem Beschauer, dass ihr brachydiagonaler Schnitt (die Axenebene $ac$) auf ihn zuläuft. Dann erscheinen die vorderen, ihm zugewendeten Flächen ihrer vier Partialformen dergestalt vertheilt, dass sie nach ihrer Lage als obere und untere, als rechte und linke unterschieden werden können; ein topisches Verhältniss, von welchem man für die Viertelpyramiden selbst die Zeichen $P'$, $'P$, $P_{,}$ und $_{,}P$ entlehnt, durch deren Zusammenfassung für die vollständige Pyramide das Zeichen $'P'_{,}$ gewonnen wird; Fig. 235. Es gehören alsdann als ein paralleles Flächenpaar zusammen die Dreiecksflächen

$$vor \text{ und } hul = P' = (111) \text{ und } (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$$
$$vol \text{ und } hur = {}'P = (1\bar{1}1) \text{ und } (\bar{1}1\bar{1})$$
$$vur \text{ und } hol = P_{,} = (11\bar{1}) \text{ und } (\bar{1}\bar{1}1)$$
$$vul \text{ und } hor = {}_{,}P = (1\bar{1}\bar{1}) \text{ und } (\bar{1}11).$$

Ein jeder besonderer Formencomplex des triklinen Systems erfordert zu seiner vollständigen Bestimmung die Kenntniss von fünf verschiedenen und von einander unabhängigen Kantenwinkeln, unter welchen sich auch einer oder zwei, oder auch alle drei der Neigungswinkel der Axen ($\alpha$, $\beta$, $\gamma$) befinden können. Aus diesen durch Messung gefundenen Winkeln kann erst das Verhältniss der Lineardimensionen $a : b : c$ (das Axenverhältniss der Grundform, $b = 1$), und die Grösse der Winkel $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, soweit solche nicht gemessen wurden, berechnet werden.

Die Ableitung selbst erfolgt übrigens aus dieser Grundform genau so, wie im rhombischen und monoklinen System. Man leitet erst solche Pyramiden der verticalen Reihe (mit gleichem $a$, gleichem $b$ und $mc$ als Parametern) ab, deren allgemeine Zeichenform $m'P'_{,}$ ist, und deren jede einzelne, wie die Grundform selbst, in vier Viertelpyramiden $mP'$, $m'P$, $mP_{,}$ und $m_{,}P$ zerfällt. — Aus jedem Gliede dieser Reihe werden nun ferner theils (durch Verlängerung von $b$ um $n$) Makropyramiden $m'_{,}\breve{P}'_{,}n$, theils (durch Verlängerung von $a$ um $n$) Brachypyramiden $m'_{,}\breve{P}'_{,}n$ abgeleitet, wobei zu beachten ist, dass jede wiederum in vier Tetartopyramiden zerfällt.

Die Gestaltung der *Miller*'schen Indices ergibt sich auf Grund der vorhergehenden Systeme sehr einfach: z. B. $\frac{1}{2}P'2 = \{112\}$; $2'P = \{2\bar{2}1\}$; $\frac{1}{2}'\breve{P}2 = \{12\bar{4}\}$; $\breve{P}_{,}3 = \{13\bar{3}\}$; $3_{,}\breve{P}3 = \{\bar{1}31\}$; $\breve{P}_{,}3 = \{31\bar{3}\}$; $4\breve{P}'4 = \{411\}$.

Die verticalen Prismen besitzen einen rhomboidischen Querschnitt, und zerfallen in zwei ungleichwerthige, eines unabhängigen Auftretens fähige Flächenpaare (Hemiprismen), von denen das eine vorne rechts und hinten links, das andere vorne links und hinten rechts gelegen ist, und deren Symbole dem entsprechend auch signirt werden. Aus der Grundpyramide werden so als verticale Abstumpfung ihrer Randkanten das rechte Grundhemiprisma $\infty P' = \{110\}$

sowie das linke $\infty'\mathrm{P} = \{1\bar{1}0\}$ abgeleitet. — Ferner ergeben sich als Grenzformen der Makropyramiden die entsprechenden Makroprismen $\infty\breve{\mathrm{P}}'n$ und $\infty'\breve{\mathrm{P}}n$, als diejenigen der Brachypyramiden die Brachyprismen $\infty\breve{\mathrm{P}}'n$ und $\infty'\breve{\mathrm{P}}n$. — Bei *Miller* ist z. B. $\infty\breve{\mathrm{P}}'3 = \{130\}$; $\infty'\breve{\mathrm{P}}2 = \{2\bar{1}0\}$.

Die Domen sind zweierlei Klinodomen, von denen jedes in 2 Hemidomen zerfällt. Je nachdem ihre Flächen der Makrodiagonale $b$ oder der Brachydiagonale $a$ parallel gehen, werden sie als quer verlaufende Makrodomen oder als längs gerichtete Brachydomen unterschieden. Die allgemeinen Symbole der Makrodomen (auch hier wieder die Grenzformen der Makropyramiden) sind: $m'\breve{\mathrm{P}}'\infty$ für das hemidomatische Flächenpaar vorne oben und hinten unten, sowie $m,\breve{\mathrm{P}},\infty$ für dasjenige vorne unten und hinten oben. — Bei den Brachydomen, den Grenzformen der Brachypyramiden, macht sich eine andere Zusammengehörigkeit der Flächen geltend: das allgemeine Symbol desjenigen hemidomatischen Flächenpaares, welches oben rechts und unten links liegt, ist $m,\breve{\mathrm{P}}'\infty$; das für das andere Flächenpaar oben links und unten rechts ist $m'\breve{\mathrm{P}},\infty$.

$'\breve{\mathrm{P}}'\infty = \{101\}$; $,\breve{\mathrm{P}},\infty = \{\bar{1}01\}$; $\frac{3}{2},\breve{\mathrm{P}},\infty = \{\bar{2}03\}$; $,\breve{\mathrm{P}}'\infty = \{011\}$; $'\breve{\mathrm{P}},\infty = \{0\bar{1}1\}$; $2'\breve{\mathrm{P}},\infty = \{0\bar{2}1\}$.

Die Pinakoide sind auch hier die Flächenpaare, welche, wie im monoklinen und rhombischen System den 3 Axenebenen parallel gehen, und daher hier sämmtlich schiefwinkelig aufeinander stehen, nämlich:

das basische Pinakoid, parallel $ab$, die Grenzform $0\mathrm{P}$ der Pyramiden; $\{001\}$.

das verticale Makropinakoid oder die Querfläche, parallel $bc$, die Grenzform $\infty\breve{\mathrm{P}}\infty$ der Makroprismen und Makrodomen; $\{100\}$.

das verticale Brachypinakoid oder die Längsfläche, parallel $ac$, die Grenzform $\infty\breve{\mathrm{P}}\infty$ der Brachyprismen und Brachydomen; $\{010\}$.

§ 45. **Combinationen dieser Abtheilung.** Manche Formencomplexe (wie z. B. die der meisten Feldspathe) zeigen in ihren Combinationen noch eine Annäherung an die Symmetrieverhältnisse des monoklinen Systems, während andere (wie z. B. jene des Kupfervitriols und Axinits) die Unsymmetrie und Unvollständigkeit der Formenausbildung im höchsten Grade erkennen lassen. In diesem letzteren Falle erfordert es allerdings einige Aufmerksamkeit, um die gegenseitige Beziehung und krystallographische Bedeutung der verschiedenen Flächenpaare oder Partialformen nicht aus dem Auge zu verlieren. Wenn es die Beschaffenheit der Combination gestattet, so hat man zuvörderst drei, entweder wirklich vorhandene, oder doch ihrer Lage nach bestimmte Flächenpaare als Axenebenen zu wählen, und dann eine angemessene Wahl der Grundform (wenn auch nur in einer ihrer Viertelpyramiden, oder in zweien von ihr unmittelbar abhängigen hemiprismatischen Formen) vorzunehmen. Doch kann man auch von der Wahl irgend anderer Partialformen ausgehen und aus ihren Verhältnissen die Lage der drei Axenebenen und der Grundform erschliessen. Die weitere Entwickelung der Combinationen erfolgt wesentlich nach denselben oder nach ähnlichen Regeln, wie im rhombischen und monoklinen System. — Als ganz einfache Beispiele mögen nachstehende dienen.

In dem Albitkrystall (Fig. 236) betrachte man die mit $P$ und $M$ bezeichneten Flächen als basisches und brachydiagonales Pinakoid, die Flächen $s$ als die obere rechte Viertelpyramide $\mathrm{P}'$, so wird $l = \infty\mathrm{P}'$, $T = \infty'\mathrm{P}$, und $x = '\breve{\mathrm{P}}'\infty$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei dem in Fig. 237 dargestellten Axinitkrystall pflegt man zu betrachten:
$P$ als das linke Hemiprisma $\infty'\mathrm{P}$,
$u$ als das rechte Hemiprisma $\infty\mathrm{P}'$,
$r$ als die linke obere Viertelpyramide $'\mathrm{P}$,
$x$ als die rechte obere Viertelpyramide $\mathrm{P}'$,
$s$ als das Makrohemidoma $2'\breve{\mathrm{P}}'\infty$.

Bei dem in Fig. 238 abgebildeten Kupfervitriolkrystall gilt:
$M$ und $T$ als linkes und rechtes Hemiprisma $\infty'\mathrm{P}$ und $\infty\mathrm{P}'$,
$l$ als das linke Makroprisma $\infty'\breve{\mathrm{P}}2$,
$n$ als das Makropinakoid $\infty\breve{\mathrm{P}}\infty$,
$r$ als das Brachypinakoid $\infty\breve{\mathrm{P}}\infty$,
$P$ als die rechte obere Viertelpyramide $'\mathrm{P}$,
$s$ als die rechte obere Partialform der Brachypyramide $2\breve{\mathrm{P}}'2$.

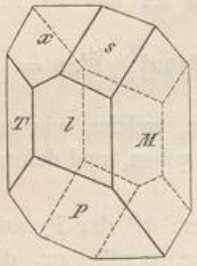


Fig. 236.

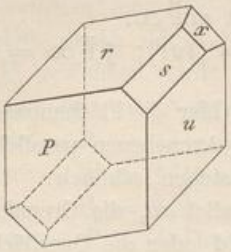


Fig. 237.

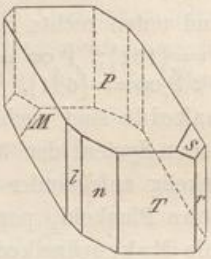
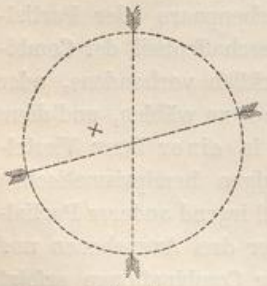


Fig. 238.

Wählt man andere Kanten zu krystallographischen Axen, so werden die Tetartopyramiden zu Hemiprismen, Hemidomen oder Pinakoiden. — Da im triklinen System eine gewöhnliche S.-E. nicht mehr existirt, so kann auch die Erscheinung der eigentlichen, auf den Verlust einer solchen begründeten Hemiëdrie hier nicht vorkommen. Ebenso ist wegen des Mangels einer gewöhnlichen S.-A. die Hemimorphie ausgeschlossen.

§ 46. **Asymmetrische Abtheilung des triklinen Systems.** Dagegen ist der Fall denkbar, dass trikline Krystalle das in der vorigen Abtheilung noch vorhandene Centrum der Symmetrie verlieren, also jedwedes Symmetrie-Element (Ebene, Linie, Punkt) entbehren, womit dann die Grenze der möglichen Unsymmetrie erreicht ist. Fig. 239. Die Folge wird sein, dass überhaupt nicht einmal mehr ein Paar von parallelen Flächen zusammengehört, sondern die einzelne Fläche als solche (Pedion) die vollständige »einfache Form« darstellt. Wenn auch hier ein Parallelismus zweier Flächen auftritt, so sind dieselben dennoch theoretisch differenzirt und nicht mehr gesetzmässig mit einander verbunden, wie dies noch in der vorigen Abtheilung bei allen Partialformen der Fall war.


Fig. 239.

Jede einzelne pyramidale Fläche, welche in einem der 8 Oktanten die 3 Axen schneidet, bildet eine Form für sich; die »Pyramide« würde also in acht thatsächlich unabhängige Flächen zerfallen. — Die Prismen und Domen zerlösen sich je in vier

selbständige Flächen, welche liegen: bei den verticalen Prismen *vr*, *vl*, *hr* und *hl*; bei den Makrodomen: *vo*, *vu*, *ho* und *hu*; bei den Brachydomen *or*, *ol*, *ur* und *ul*. — Die 3 Pinakoide sind ebenfalls in je zwei einzelne independente Flächen differenzirt; das basische Pinakoid in *o* und *u*; das Makropinakoid in *v* und *h*; das Brachypinakoid in *r* und *l*. — Im Mineralreich sind Glieder dieser Abtheilung bisher als solche nicht sicher bekannt. Unter den künstlichen Salzen gehören hierher: unterschwefligsaures Calcium, essigsalpetersaures Strontium, saures rechtsweinsaures Strontium; Orthotoluidoisobuttersäureester (*Doss*, Z. f. Kryst. XXI. 1892. 96).

Da es in dieser Abtheilung häufig vorkommt, dass die eigentlich differenzirten und von einander unabhängigen parallelen Flächen dennoch beide in ungefähr übereinstimmender Ausbildung gleichzeitig entwickelt sind, so wird alsdann eine Aehnlichkeit mit den Formen der vorhergehenden centrosymmetrischen Gruppe des triklinen Systems hervorgerufen. In diesem Falle können indessen Differenzen in der Oberflächenbeschaffenheit, in der Gestaltung der Aetzfiguren auf den parallelen Flächen die thatsächliche gegenseitige Unabhängigkeit der letzteren erweisen, und so die Zurechnung der betreffenden Substanzen zu dieser asymmetrischen Gruppe rechtfertigen. Fehlen aber jene Erkennungsmittel, so ist die Stellung ungewiss und von diesem Gesichtspunkte aus ist es denkbar, dass Substanzen, welche der vorhergehenden Abtheilung zugewiesen sind, eigentlich zu dieser letzten völlig asymmetrischen gehören.

---

§ 47. **Uebersicht**[1]). Aus den vorstehenden Darlegungen über die Symmetrie-Verhältnisse bei den einzelnen Abtheilungen innerhalb der Krystallsysteme ergibt sich folgende tabellarische Zusammenstellung. Wo bei den Symmetrieaxen und -Ebenen die Beifügung zgs. (zusammengesetzt) fehlt, handelt es sich um die einfache Symmetrie; p. bedeutet die polare Ausbildung der Symmetrieaxen.

| | Symmetrie-Centrum | Symmetrie-Ebenen | Symmetrie-Axen zweizähl. | dreizähl. | vierzähl. | sechszähl. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Reguläres System.** | | | | | | |
| Holoëdrie | 1 | 3+6 | 6 | 4 | 3 | — |
| Tetraëdrische Hemiëdrie | — | 6 | 3 | 4p. | — | — |
| Dodekaëdrische Hemiëdrie | 1 | 3 | 3 | 4 | — | — |
| Plagiëdrische Hemiëdrie | — | — | 6 | 4 | 3 | — |
| Tetartoëdrie | — | — | 3 | 4p. | — | — |
| **Tetragonales System.** | | | | | | |
| Holoëdrie | 1 | 1+4 | 4 | — | 1 | — |
| Sphenoidische Hemiëdrie | — | 2(+1zgs.) | 1 + 2 | — | (1zgs.) | — |
| Pyramidale Hemiëdrie | 1 | 1 | — | — | 1 | — |
| Trapezoëdrische Hemiëdrie | — | — | 4 | — | 1 | — |
| Sphenoidische Tetartoëdrie | — | (1zgs.) | 1 | — | (1zgs.) | — |
| Hemimorphie der Holoëdrie | — | 4 | — | — | 1p. | — |
| Hemimorphie der Hemiëdrie | — | — | — | — | 1p. | — |

1) Die im Vorstehenden vorgenommene systematische Behandlung der Krystallographie ging innerhalb jedes, durch die krystallographischen Axen charakterisirten Systems von den holoëdrischen Formen mit dem höchsten Grad der Symmetrie aus und gelangte durch Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

| | Symmetrie-Centrum | Symmetrie-Ebenen | Symmetrie-Axen zweizähl. | dreizähl. | vierzähl. | sechszähl. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hexagonales System.** | | | | | | |
| Holoëdrie | 1 | 1+6 | 6 | — | — | 1 |
| Rhomboëdrische Hemiëdrie | 1 | 3 | 3 | 1 | — | (1 zgs.) |
| Pyramidale Hemiëdrie | 1 | 1 | — | — | — | 1 |
| Trapezoëdrische Hemiëdrie | — | — | 6 | — | — | 1 |
| Trigonotype Hemiëdrie | 1 | 1+3 | 3p. | 1 | — | — |
| Trapezoëdrische Tetartoëdrie | — | — | 3p. | 1 | — | — |
| Rhomboëdrische Tetartoëdrie | 1 | — | — | 1 | — | (1 zgs.) |
| Trigonale Tetartoëdrie | — | 1 | — | 1 | — | — |
| Hemimorphie der Holoëdrie | — | 6 | — | — | — | 1 p. |
| Hemimorphie d. rhomboëdr. Hemiëdrie | — | 3 | — | 1 p. | — | — |
| Hemimorphie d. pyramid. Hemiëdrie | — | — | — | — | — | 1 p. |
| Hemimorphie d. trigonal. Tetartoëdrie | — | — | — | 1 p. | — | — |
| **Rhombisches System.** | | | | | | |
| Holoëdrie | 1 | 1+1+1 | 1+1+1 | — | — | — |
| Hemiëdrie | — | — | 1+1+1 | — | — | — |
| Hemimorphie | — | 1+1 | 1 p. | — | — | — |
| **Monoklines System.** | | | | | | |
| Holoëdrie | 1 | 1 | 1 | — | — | — |
| Hemiëdrie | — | 1 | — | — | — | — |
| Hemimorphie | — | — | 1 p. | — | — | — |
| **Triklines System.** | | | | | | |
| Centrosymmetrische Gruppe | 1 | (1 zgs.) | (1 zgs.) | — | — | — |
| Asymmetrische Gruppe | — | — | — | — | — | — |

Den Nachweis, dass es nur die im Vorstehenden zusammengestellten und im Einzelnen als coordinirt zu betrachtenden 32 Abtheilungen von Krystallen geben kann, diese aber auch alle als möglich anzuerkennen sind, hat schon im Jahr 1830 *J. F. Chr. Hessel* in Marburg geliefert, indem er zunächst vom ganz allgemeinen Standpunkt und ohne Beschränkung auf die Krystalle alle möglichen Arten der Symmetrie, welche irgend ein Polyëder darbieten kann, aufsuchte und alsdann durch Einschränkung auf diejenigen Formen, welche dem Gesetz der Rationalität der Parameterverhältnisse gehorchen, die an den Krystallen möglichen Symmetriearten ohne irgend welche Annahme über die Molecularstructur feststellte. Diese,

schwindenlassen von Symmetrie-Elementen nach und nach zu den mindest symmetrischen Abtheilungen, deren das betreffende Krystallsystem fähig ist. Man mag dies die abbauende Methode nennen. Umgekehrt könnte man natürlich auch — vermittels einer aufbauenden Methode — von den niedrigst symmetrischen durch Hinzufügung neuer Symmetrie-Elemente zu den höchst symmetrischen Abtheilungen des betreffenden Krystallsystems vorschreiten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das wahre Eintheilungsprincip der Krystalle zuerst richtig erkennende und ihrer Zeit weit vorauseilende Untersuchung[1]) ist — vielleicht wegen ihrer Umfänglichkeit, theilweisen Schwerfälligkeit und des Ortes ihrer Veröffentlichung — 60 Jahre lang unbeachtet geblieben und wurde erst im Jahr 1891 durch *Sohncke* wieder an das Licht gezogen (Z. f. Kryst. XVIII. 486). Inzwischen hatte auch *Bravais* 1849 und 1851 selbständig das Problem bearbeitet, aber dabei eine mögliche Klasse (die sphenoidische Tetartoëdrie des tetragonalen Systems) übersehen. Ohne Kenntniss dieser vorhandenen Arbeiten wurde alsdann durch *Axel Gadolin* 1867 der Beweis von der nothwendigen Existenz der 32 Symmetrie-Abtheilungen der Krystalle und von dem Ausgeschlossensein weiterer selbständig auf einfachem und sehr ansprechendem Wege erbracht[2]), wobei er von dem Princip ausging, dass alle diejenigen Gestalten in dieselbe Abtheilung gehören, bei denen die Anzahl und Ordnung der gleichen Richtungen dieselbe ist, und alle Möglichkeiten verschiedener Anordnung von gleichen Richtungen ermittelte. Daran reihen sich die Ausführungen von *P. Curie* (1884), *Minnigerode* (1887), *v. Fedorow* (1889), *Schoenflies* (1891), *V. v. Lang* (1896), *Viola* (1897), *Baumhauer* (1899), welche von verschiedenen Gesichtspunkten aus und auf weniger oder mehr elementare Weise dasselbe Resultat gewannen.

Zum Vergleich mit den üblichen folgen hier die anderen Bezeichnungsweisen, deren sich *Groth* in seiner »Physikalischen Krystallographie« (1895) bedient.

Reguläres System.

| | |
|---|---|
| Holoëdrie | Hexakisoktaëdrische Klasse |
| Tetraëdrische Hemiëdrie | Hexakistetraëdrische Klasse |
| Dodekaëdrische Hemiëdrie | Dyakisdodekaëdrische Klasse |
| Plagiëdrische Hemiëdrie | Pentagonikositetraëdrische Klasse |
| Tetartoëdrie | Tetraëdrisch-pentagondodekaëdrische Klasse. |

Tetragonales System.

| | |
|---|---|
| Holoëdrie | Ditetragonal-bipyramidale Klasse |
| Sphenoidische Hemiëdrie | Skalenoëdrische Klasse |
| Pyramidale Hemiëdrie | Bipyramidale Klasse |
| Trapezoëdrische Hemiëdrie | Trapezoëdrische Klasse |
| Sphenoidische Tetartoëdrie | Bisphenoidische Klasse |
| Hemimorphie der Holoëdrie | Ditetragonal-pyramidale Klasse |
| Hemimorphie der Hemiëdrie | Pyramidale Klasse. |

Hexagonales System.

| | |
|---|---|
| Holoëdrie | Dihexagonal-bipyramidale Klasse |
| Rhomboëdrische Hemiëdrie | Ditrigonal-skalenoëdrische Klasse |
| Pyramidale Hemiëdrie | Hexagonal-bipyramidale Klasse |
| Trapezoëdrische Hemiëdrie | Hexagonal-trapezoëdrische Klasse |
| Trigonotype Hemiëdrie | Ditrigonal-bipyramidale Klasse |
| Trapezoëdrische Tetartoëdrie | Trigonal-trapezoëdrische Klasse |
| Rhomboëdrische Tetartoëdrie | Rhomboëdrische Klasse |
| Trigonale Tetartoëdrie | Trigonal-bipyramidale Klasse |

1) Sie erschien als der Artikel »Krystall« in *Gehler*'s Physikalischem Wörterbuch 1830. V. S. 1023—1340.

2) Abgedruckt erst 1871 in den Acta societatis scientiarum fennicae, Helsingfors IX. 1. Deutsch von *Groth* in *Ostwald*'s Klassiker der exacten Wissenschaften Nr. 75. Leipzig, 1896.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

| | |
|---|---|
| Hemimorphie der Holoëdrie . . . . . | Dihexagonal-pyramidale Klasse |
| Hemimorphie d. rhomboëdr. Hemiëdrie . | Ditrigonal-pyramidale Klasse |
| Hemimorphie d. pyramidalen Hemiëdrie . | Hexagonal-pyramidale Klasse |
| Hemimorphie d. trigonalen Tetartoëdrie . | Trigonal-pyramidale Klasse. |

Rhombisches System.

| | |
|---|---|
| Holoëdrie . . . . . | Bipyramidale Klasse |
| Hemiëdrie . . . . . | Bisphenoidische Klasse |
| Hemimorphie . . . . . | Pyramidale Klasse. |

Monoklines System.

| | |
|---|---|
| Holoëdrie . . . . . | Prismatische Klasse |
| Hemiëdrie . . . . . | Domatische Klasse |
| Hemimorphie . . . . . | Sphenoidische Klasse. |

Triklines System.

| | |
|---|---|
| Centrosymmetrische Abtheilung . . . . | Pinakoidale Klasse |
| Asymmetrische Abtheilung . . . . . | Asymmetrische Klasse. |

Anm. An dieser Stelle ist noch einmal hervorzuheben, dass die übliche, auf die Axen gegründete Eintheilung in Krystallsysteme (S. 17) strenggenommen die Erscheinungen der Hemimorphie nicht mit umfasst, und die an die Symmetrieverhältnisse anknüpfende Definition der Systeme sich nur auf die holoëdrischen Formen bezieht. In physikalischer z. B. optischer Hinsicht gehören aber alle formell abweichenden Entwickelungen eines Krystallsystems als völlig gleich beschaffen eng zueinander.

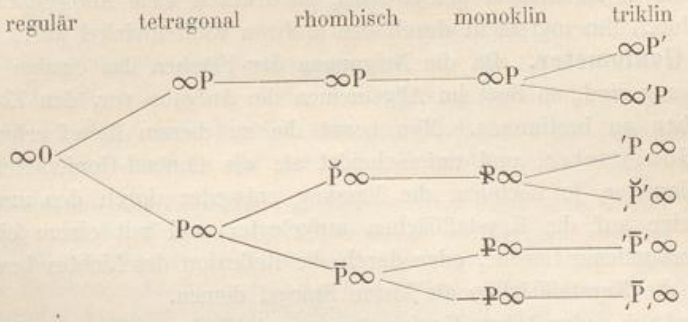
§ 48. **Pseudosymmetrie.** So wird die Erscheinung bezeichnet, dass eine Krystallsubstanz zwar vermöge ihres Axenverhältnisses und ihrer übrigen krystallographischen und physikalischen Constanten zu einem bestimmten Krystallsystem gehört, aber innerhalb desselben sich in ersterer Beziehung sowie in der Ausbildung ihrer Combinationen ausserordentlich einem anderen und zwar höher symmetrischen System nähert. Es liegt also hier gewissermassen »ein Voraneilen der Symmetrie« vor, indem einfache Krystalle dieselben Grenzformen mit Winkeln darbieten, welche die charakteristischen eines höheren Symmetriegrades bisweilen bis auf wenige Minuten erreichen. Ja es kann dies so weit gehen, dass die Zugehörigkeit zu einem System von minderer Symmetrie als es den Anschein hat, nur durch die optischen Eigenschaften oder auf anderem physikalischem Wege dargethan werden kann, welcher genauere Einordnung gestattet als die Winkelmessung.

Bei der Grundpyramide des in Wirklichkeit tetragonalen Kupferkieses messen z. B. die Polkanten 109° 53′, die Randkanten 108° 40′, das Axenverhältniss ist $a : a : c = 1 : 1 : 0{,}9856\ldots$. Dies bedingt eine sehr bedeutende Annäherung an die Dimensionen des regulären Oktaëders, bei welchem alle Kantenwinkel gleichmässig 109° 28′ messen und das Axenverhältniss 1 : 1 : 1 ist. — Rhombische Mineralien, deren Prismenwinkel beinahe 90° beträgt, wie beim Autunit, bieten Combinationen von tetragonalem Ansehen dar. — So gibt es ferner rhombische Substanzen, welche, indem ihr Prismenwinkel nahezu 120° beträgt, hierdurch eine ausserordentliche Annäherung an das hexagonale System bekunden. Die Combination $\infty P.\infty\breve{P}\infty$ erscheint alsdann beinahe wie ein hexagonales Prisma (Fig. 142); in der Endigung tritt zu der rhombischen Pyramide P das Brachydoma $2\breve{P}\infty$, um eine scheinbar hexagonale Pyramide zu gestalten (ähnlich wie Fig. 152); weitere solche anscheinende Pyramiden werden durch das gleichzeitige Vorhandensein von $m$P und $2m\breve{P}\infty$ hervorgebracht, während in der Säulenzone wieder $\infty\bar{P}\infty$ und $\infty\breve{P}3$ zusammen wie ein hexagonales Protoprisma aussehen. Beispiele sind u. a. Kupferglanz, Cordierit, Glaserit, Witherit,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Weissbleierz. — Bei dem thatsächlich monoklinen Glimmer ist der Polkantenwinkel der Pyramide $= 120^{\circ}\,47'$, so dass wenn $\infty\breve{P}\infty$ vorwaltend hinzutritt, ein dem regelmässigen Sechseck sehr genäherter Querschnitt erscheint; nebenbei ist der Winkel $\beta$ nahe $90^{\circ}$ und deshalb die Basis fast horizontal.

Das Vorstehende lässt sich auch umgekehrt verdeutlichen, indem in Betracht gezogen wird, wie eine höher symmetrische Form sich als combinatorische Grenzgestalt von Formen geringerer Symmetrie ergeben würde. Das reguläre Rhombendodekaëder $\infty O$ wird z. B. von 12 Flächen begrenzt, welche in folgender Weise 2 tetragonalen, 3 rhombischen, 4 monoklinen und 6 triklinen Formen entsprechen:




## 7. Messung der Krystalle.

§ 49. **Beständigkeit der Kantenwinkel.** Wenngleich bei den Krystallen sowohl die allgemeine Form, als auch die Figur und Beschaffenheit ihrer Flächen den manchfaltigsten Abweichungen von der bisher vorausgesetzten Regelmässigkeit unterworfen sind, und dadurch die Linear-Dimensionen im hohen Grade schwankend werden müssen, so sind doch ihre Angular-Dimensionen und namentlich ihre Kantenwinkel in der Regel als constante Elemente zu erkennen (vgl. § 8), weil die relative Lage und gegenseitige Neigung ihrer ebenen Flächen durch jene Unvollkommenheiten in der Regel nicht gestört wird. Aus diesem sehr wichtigen Grundgesetz der Krystallographie folgt, dass die Kantenwinkel die einzigen sicheren Beobachtungselemente abgeben, welche der Berechnung aller übrigen Elemente einer Krystallform zu Grunde gelegt werden müssen.

Bei den nicht regulären Mineralien können allerdings die Kantenwinkel einer und derselben Form etwas verschieden gefunden werden, wenn sie bei bedeutend verschiedenen Temperaturen gemessen werden (§ 132). Diese Aenderungen sind jedoch so unerheblich, dass sie bei den gewöhnlichen Messungen vernachlässigt werden können. Wichtiger sind die permanenten Verschiedenheiten der Angulardimensionen, welche in verschiedenen Varietäten einer und derselben Mineralart durch ein Schwanken der chemischen Zusammensetzung, insbesondere durch das Eintreten isomorpher Bestandtheile herbeigeführt werden. Das Gesetz von der Beständigkeit der Kantenwinkel ist zuerst von dem Dänen *Nicolaus Steno* im Jahre 1669 erkannt und 1783 von *Romé de l'Isle* bestimmter formulirt worden[1]).

Unter dem Winkel einer Kante verstehen wir übrigens denjenigen Winkel, welchen ihre beiden Flächen einwärts im Krystall, oder nach innen zu bilden. Je stumpfer dieser Winkel ist, desto stumpfer, je spitzer er ist, desto schärfer

1) »Les faces d'un cristal peuvent varier dans leur figure et dans leurs dimensions relatives; mais l'inclination de ces mêmes faces est constante et invariable dans chaque espèce« (Cristallographie T. I, p. 93).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wird die Kante sein. Diese Bestimmung entspricht der gewöhnlichen und allgemein hergebrachten Bedeutung sowie der grösseren Anschaulichkeit. *Miller* definirt den Winkel einer Kante als das Supplement dessen, was man gewöhnlich darunter versteht, oder als denjenigen Winkel, welchen die Normalen beider Flächen gegen die Kante hin bilden. Hiernach wird das Winkelmaass einer Kante desto stumpfer, je schärfer sie ist, und umgekehrt (vgl. S. 24). Da dieser Normalenwinkel bei der Messung mit dem Reflexions-Goniometer direct erhalten und auch bei Berechnungen zu Grunde gelegt wird, so drücken viele Autoren die Flächenneigungen durch ihn und nicht durch den wahren Kantenwinkel aus.

§ 50. **Goniometer.** Da die Neigungen der Flächen das einzige Object der Krystallmessung sind, so liegt im Allgemeinen die Aufgabe vor, den Kantenwinkel zweier Flächen zu bestimmen. Man nennt die zu diesem Behuf erfundenen Instrumente Goniometer, und unterscheidet sie als Contact-Goniometer und Reflexions-Goniometer, je nachdem die Messung entweder durch den unmittelbaren Contact zweier auf die Krystallflächen aufgelegter und mit einem eingetheilten Halbkreis verbundener Lineale, oder durch die Reflexion des Lichtes bewerkstelligt wird, wobei die Krystallflächen als kleine Spiegel dienen.

Die Contact- oder Anlege-Goniometer (zuerst 1783 von *Carangeot* angegeben), welche nur bei etwas grösseren Krystallen und für solche Winkel anwendbar sind, deren Kantenlinie wirklich ausgebildet ist, erweisen sich in ihren Resultaten so wenig genau, dass sie nur bei den ersten vorläufigen Messungen, oder auch subsidiarisch in solchen Fällen benutzt werden, wo die Reflexions-Goniometer nicht gebraucht werden können. Bei ihrer Anwendung muss die Ebene der beiden scheerenartig verbundenen Lineale oder Schienen allemal senkrecht auf der zu messenden Kante des zwischen denselben eingefügten Krystalls stehen. Der auf dem Theilkreis abgelesene Winkel entspricht natürlich dem wahren Kantenwinkel.

Die Reflexions-Goniometer, zuerst von *Wollaston* 1809 angegeben, setzen zwar ebene und glatte, nach den Gesetzen der Planspiegel reflectirende Krystallflächen voraus, sind aber vorzugsweise bei kleineren Krystallen und auch für solche Winkel brauchbar, deren Flächen nicht unmittelbar zum Durchschnitt kommen; sie gewähren bei zweckmässigem Gebrauch Resultate, welche bis auf 1′ genau sind, und verdienen daher in den allermeisten Fällen den Vorzug vor den Contact-Goniometern. — Sie bestehen wesentlich aus einem Vollkreis (Limbus), dessen Theilung sich durch einen Nonius bis auf einzelne Minuten fortsetzt, und an dessen Axe der Krystall mit etwas Wachs so befestigt wird, dass beide Flächen der zu messenden Kante parallel sind der Drehungsaxe. Beobachtet man nun z. B. das Spiegelbild eines etwas entfernten Gegenstandes (oder einer Lichtflamme im Dunkeln) erst auf der einen Krystallfläche, und dreht dann den Kreis um seine Axe so lange, bis dasselbe Bild auch von der zweiten Krystallfläche reflectirt wird, während zugleich die Bedingung erfüllt ist, dass der reflectirte Lichtstrahl bei beiden Beobachtungen genau dieselbe Lage behauptet, so wird der Drehungswinkel des Kreises (nicht den gewöhnlich so genannten Kantenwinkel, sondern) unmittelbar das Supplement des gemessenen Winkels, den Normalenwinkel der betreffenden Kante, geben. Damit der gespiegelte Gegenstand sowie das beobachtende Auge beide während der Messung dieselbe Stellung beibehalten, gehen sowohl das

einfallende als das reflectirte Licht bei den besseren neueren Instrumenten durch je ein Fernrohr (Einlass- oder Collimator- und Ocular- oder Beobachtungsfernrohr), welche den Gang des Lichtes vorschreiben; beide bilden einen stumpfen Winkel und kehren ihr Objectiv dem Krystall zu. — Während bei den meisten älteren Instrumenten der Theilkreis vertical steht, also die zu messende Kante horizontal zu liegen kommt (System von *Wollaston*), gibt man neuerdings den Goniometern mit horizontalem Theilkreis und senkrechter Drehungsaxe (System von *Malus* oder *Babinet*) meist den Vorzug. Die letztere, mehr stabile Construction gestattet auch die Messung grösserer und schwererer Krystalle sowie die Verwendung des Instruments zur Bestimmung von Brechungsquotienten. — Die zu messende Krystallkante muss centrirt sein, d. h. genau in der Verlängerung der Limbusaxe liegen, anderseits muss sie justirt, d. h. parallel sein der Umdrehungsaxe des Limbus, senkrecht zu seiner Ebene und zu der durch die Fernrohre gelegten Ebene.

Die Centrirung und Justirung wird bewerkstelligt durch eine, sowohl die Parallelverschiebung als die Neigung der Krystallkante in zwei zu einander senkrechten Ebenen gestattende doppelte Schlittenvorrichtung, welche auf einer durch den Mittelpunkt des Theilkreises hindurchgehenden beweglichen, aber jederzeit durch Schrauben zu befestigenden Axe sitzt, und auf welcher der Krystall fixirt wird. — In dem genau auf die Drehaxe gerichteten Einlassfernrohr befindet sich ein durch eine Lampe beleuchtetes sog. Signal im Brennpunkt einer Linse, wodurch die austretenden Lichtstrahlen parallel gemacht werden. Als Signale, deren von der Krystallfläche reflectirte Bilder eine genaue Einstellung auf das Fadenkreuz des Beobachtungsfernrohrs gestatten, dienen an Stelle des früheren, im hellen Felde befindlichen Fadenkreuzes ein in seiner Weite durch eine Schraube verstellbarer geradliniger Spalt mit parallelen Wänden, oder der in seiner Mitte sich verengernde sog. *Websky*'sche Spalt (erzeugt durch zwei, vor einer kreisrunden Öffnung angebrachte, kreisförmige geschwärzte Metallscheiben, welche ebenfalls durch eine Schraube verschiebbar sind), oder das sog. *Schrauf*'sche Signal, ein unter 45° gerichteter Kreuzspalt, in dessen Mitte sich ein senkrechtes kleines Fadenkreuz befindet. — Das Beobachtungsfernrohr mit Fadenkreuz kann durch eine vorzuschlagende Loupe in ein schwach vergrösserndes Mikroskop umgeändert werden. — Fällt die Axe einer Zone am centrirten Krystall mit der Drehungsaxe des Reflexionsgoniometers zusammen, so müssen, wenn der Krystall um 360° gedreht wird, die Reflexe eines Lichtpunkts auf allen Flächen der Zone sich der Reihe nach auf dem gleichen Wege durch das Sehfeld bewegen, und zwar in einer auf der Axe senkrechten Ebene. Ist das Goniometer mit einem Fernrohr versehen, so wandern die Reflexe der Reihe nach durch dessen Fadenkreuz und daran lässt sich erkennen, ob eine Anzahl von Flächen, welche sich vielleicht überhaupt nicht in Kanten schneiden, in der That unter einander eine Zone bildet, oder nicht.

Verfahren bei der Messung. Nachdem der Krystall auf das obere Ende der die Schlittenvorrichtung tragenden verticalen Axe mit Wachs aufgeklebt und in das Niveau des mit Loupe versehenen Beobachtungsfernrohrs gebracht ist, wird die zu messende Kante vermittels der Schlitten centrirt und justirt. Nur wenn bei einer theilweisen Umdrehung der den Krystall tragenden Axe diese Kante stets mit dem verticalen Faden des Fadenkreuzes zusammenfällt, können diese Operationen als genügend richtig ausgeführt gelten. Alsdann wird mittels einer Schraube die bisher drehbare Axe festgestellt, so dass der Krystall sich nur mit dem Theilkreis zugleich zu drehen vermag. Im dunkeln Raum wird darauf der Spalt durch eine Lampe beleuchtet und die Messung der Winkel durch Umdrehung des Theilkreises und Ablesung der Einstellung am Nonius vollzogen. Sind die Flächen nicht völlig eben, etwas matt oder zu klein, so reflectirt der Spalt nicht einfach und scharf, sondern mehrfach und verschwommen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In Fig. 240 [1]) ist $C$ der Träger des Collimators; die mit Griffen versehene Scheibe $f$ dient zur Drehung des Theilkreises, das Mikrometerwerk $aF$ zur Klemmung bezw. Feinbewegung derselben. Mittels der Schraube $e$ wird die Krystallträgeraxe auf- und abwärts bewegt, mittels der Schraube $b$ dieselbe in erforderlicher Höhe mit dem Theilkreis fest verbunden. Das Fadenkreuz des Beobachtungsfernrohrs kann durch die Schraube $j$ nachjustirt werden. $J$ ist eine Irisblende, welche durch $j$ eingestellt wird.

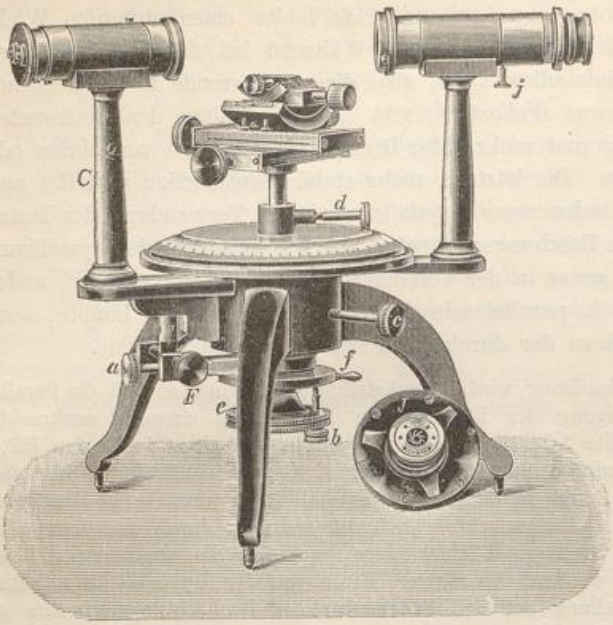



Fig. 240.

Die neuerdings mitunter benutzten zweikreisigen oder Theodolitgoniometer sind nach dem Princip der Ortsbestimmung von Flächenpolen durch zwei Winkelcoordinaten construirt.

## 8. Gesetzmässige Verwachsung der Krystalle.

### a) Parallelverwachsung gleichartiger Krystalle.

§ 51. **Erscheinungsweise.** Oefters findet man gleichgestaltete Krystalle einer und derselben Substanz in völlig paralleler Stellung, d. h. so mit einander verwachsen, dass die krystallographischen Axen und Begrenzungselemente des einen Individuums den entsprechenden Axen und Begrenzungselementen des anderen parallel sind. Eine solche Verwachsung muss daher auch symmetrisch sein mit Bezug auf irgend eine Fläche, welche eine S.-E. für jedes Individuum ist. Die Vereinigung kann dabei nach dieser oder nach einer anderen Fläche stattfinden. Fig. 241 und 242 zeigen 2 Oktaëder in vollkommen paralleler Stellung und symmetrisch in Bezug auf die Würfelfläche; aber die beiden Individuen sind im ersteren Falle auch mit dieser, im letzteren mit einer Oktaëderfläche zusammengewachsen. — Häufig sind zahlreiche Individuen so mit

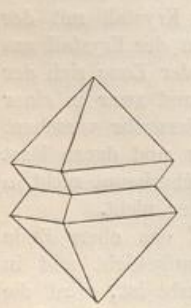


Fig. 241.

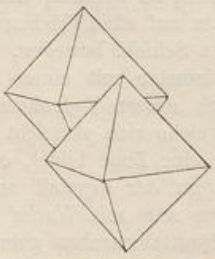


Fig. 242.



Fig. 243.

1) Abbildung des Modells IVa der Firma *R. Fuess* in Steglitz.

einander parallel verbunden, dass jedes derselben nur eine dünne Lamelle darstellt (Fig. 243); dies spricht sich in der abwechselnden Wiederholung zweier Flächen aus, welche Winkel mit einander bilden, die sich zu 180° ergänzen. Ist die Dicke der einzelnen Lamelle sehr gering, so erscheint die Parallelverwachsung wie ein einziger Krystall, dessen Flächen fein gerieft sind (vgl. § 64).

Bei der Parallelverwachsung gleichartiger Krystalle braucht den einzelnen nicht übereinstimmende Krystallform eigen zu sein; Fig. 244 zeigt ein grösseres Skalenoëder (R3) von Kalkspath, auf dessen Ende ein Krystall desselben Minerals von der Combination $-\frac{1}{2}R.\infty R$ in völlig paralleler Stellung aufsitzt.



Fig. 244.

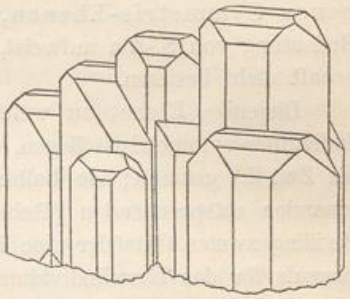


Fig. 245.

Wenn eine Anzahl von Krystallen in paralleler Stellung verbunden ist, ohne dass durch deren gleiche Grösse oder innige Verwachsung der Eindruck einer charakteristischen Gesammtform hervorgerufen wird, so kann man eine derartige Vereinigung mit *Tschermak* einen Krystallstock nennen; Fig. 245 stellt einen solchen von Baryt dar. Säulenförmige Krystalle (z. B. von Diopsid, Epidot) sind manchmal nur an dem einen Ende einheitlich und compact, an dem anderen nach Art eines Krystallstocks beschaffen, indem sie hier pinselähnlich in zahlreiche dünne Säulchen oder Stengel von paralleler Stellung aufgelöst oder zerfasert erscheinen.

Nicht selten haben sich auf den Krystallen eines Minerals beim Weiterwachsen viele neue kleine Individuen derselben Substanz in paralleler Stellung über die ganze Ausdehnung hin abgesetzt. Wenn es dann auch äusserlich so aussieht, als ob ein grösseres Individuum durch und durch aus lauter kleineren Kryställchen aufgebaut sei, so wird dies durch die Untersuchung des Inneren nicht bestätigt, denn hier ist das Individuum von ganz compacter und geschlossener Zusammensetzung, nur in der äusseren Partie tritt die Eigenschaft des Krystallstocks, die Trennung in viele kleine Einzelindividuen hervor. Diese letzteren sind bald von derselben Form, wie sie auch das ganze grössere Gebilde zeigt, z. B. Kalkspathrhomboëder $-\frac{1}{2}R$, welche äusserlich als aus vielen kleinen Rhomboëderchen derselben Form aufgebaut erscheinen. In zahlreichen ferneren Fällen aber besitzen die kleinen oberflächlichen Kryställchen eine andere, bisweilen complicirtere Gestalt, als das ganze Gebilde selbst: z. B. Oktaëderformen von Flussspath, anscheinend zusammengesetzt aus lauter kleinen Würfelchen, deren Ecken alle im Niveau der Oktaëderflächen liegen (Fig. 246), Würfelformen von Flussspath, äusserlich endend in winzige Tetrakishexaëder, Skalenoëder R3 von Kalkspath, welche äusserlich aus zahlreichen kleinen Individuen der Combination $-\frac{1}{2}R.\infty R$ aufgebaut aussehen.

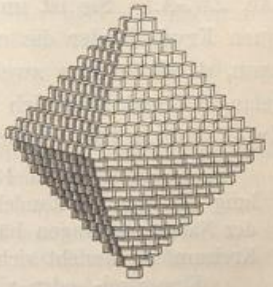


Fig. 246.

b) Zwillingsbildung.

§ 52. **Begriff und Eintheilung.** Gleichgestaltete Krystallindividuen einer und derselben Substanz verwachsen aber mit einander nicht nur in paralleler, son-

dern auch in unparalleler Stellung, jedoch in ganz bestimmter, krystallonomisch gesetzmässiger und symmetrischer Weise. Solche Verwachsungen heissen Zwillingskrystalle. Die Gesetzlichkeit der Verwachsung besteht darin, dass die beiden Individuen immer eine gleichartige Krystallfläche gemeinschaftlich haben, und dass ausserdem: 1) eine in dieser Fläche liegende gleichartige Kante an beiden Krystallen dieselbe Lage besitzt, oder aber dass 2) zwei in dieser Fläche liegende Kanten wechselsweise parallel sind. Die genannte Fläche und jene Kanten sind entweder an den einzelnen Individuen schon ausgebildet oder daran möglich. — Die Wirkung dieser Verwachsung besteht im Allgemeinen in der Erwerbung neuer Symmetrie-Ebenen, indem der Zwilling als solcher Ebenen mit der Bedeutung von S.-E.n aufweist, welche an dem einzelnen Individuum diese Eigenschaft nicht besitzen.

Diejenige Ebene, zu welcher in den meisten Zwillingskrystallen die beiden Individuen symmetrisch liegen, wird die Zwillingsebene (im Folgenden abgekürzt als Zw.-E.) genannt; sie halbirt die Winkel zwischen den bei beiden Individuen einander entsprechenden Flächen. So ist z. B. bei dem in Fig. 251 dargestellten Zwilling zweier Oktaëder eine Fläche des Oktaëders die Zw.-E. Die Zw.-E. kann niemals für das Einzelindividuum eine S.-E. darstellen, weil, wenn zwei Individuen symmetrisch zu einer ihrer S.-E.n verwachsen sind, dann überhaupt kein Zwilling, sondern eine parallele Verwachsung vorliegt. So sind z. B. in der holoëdrischen Abtheilung des regulären Systems die Flächen von $\infty O\infty$ und $\infty O$, in der des tetragonalen $0P$, $\infty P$, $\infty P\infty$, des rhombischen $0P$, $\infty\breve{P}\infty$, $\infty\bar{P}\infty$ von der Function als Zw.-E. ausgeschlossen, während im triklinen eine jede Fläche als solche dienen kann. — Im Allgemeinen ist die Zw.-E. nur zu solchen Krystallflächen parallel (oder senkrecht), welche sich durch Einfachheit ihrer Parameterverhältnisse auszeichnen. Die Zw.-E. braucht nicht immer parallel einer möglichen Krystallfläche zu gehen, sie kann auch senkrecht zu einer solchen liegen.

Die Normale auf diese Zwillingsebene heisst die Zwillingsaxe (oder Drehungsaxe, Zw.-A.). Sie ist im Allgemeinen diejenige Richtung, um welche man sich den einen Krystall oder die eine Hälfte des Zwillings durch 180° verdreht vorstellen kann, damit er zum zweiten oder zu der anderen Hälfte in die Zwillingsstellung gelangt: denkt man sich anderseits das eine Individuum eines Zwillings um die Zw.-A. durch 180° herumgedreht, so wird es dem anderen Individuum parallel.

Die Drehung um 180° ist selbstverständlich nur ein Hülfsmittel für die Vorstellung von dem Zustandekommen eines Zwillings, nicht etwa ein Vorgang, der sich in der Natur zugetragen hätte. Auf diese Vorstellung von der Drehung um einen halben Kreisumfang bezieht sich auch der von *Haüy* eingeführte Ausdruck »Hémitropie«.

Eine zwei- oder vierzählige S.-A. des Einzelindividuums kann keine Drehungs-(oder Zwillings-)Axe sein, da durch eine 180°-Drehung um eine solche der Krystall wieder mit sich selbst zur Deckung kommt, also eine parallele Verwachsung vorliegen würde.

Wenn so im Allgemeinen Zw.-E. und Zw.-A. sich gegenseitig bedingen, so gibt es doch auch seltene Ausnahmen: Zwillingsverwachsungen von zwei rechten oder von zwei linken (nicht spiegelbildlich gleichen) enantiomorphen Formen besitzen keine Zw.-E., die in erforderlicher Weise symmetrisch gelegen wäre, wohl aber noch eine Zw.-A., um welche nach einer Drehung um 180° Deckung der Individuen erfolgt. Umgekehrt haben Zwillingsverwachsungen von je einem rechten und einem linken

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(nur spiegelbildlich gleichen) enantiomorphen Individuum zwar noch eine Zw.E., aber keine Zw.-A. mehr.

Durch Angabe des Symbols der Zw.-E., resp. der Richtung der darauf senkrecht stehenden Zw.-A. wird das der Verwachsung zu Grunde liegende sog. Zwillingsgesetz ausgedrückt. Ein und dasselbe Mineral kann verschiedene Zwillingsgesetze aufweisen: so sind 2 Individuen von Orthoklas bald nach 0P, bald nach $\infty P\infty$, bald nach $2R\infty$ verzwillingt; Individuen des rhombischen Arsenkieses bald nach $\infty P$, bald nach $\breve{P}\infty$.

Bei der Betrachtung der Zwillinge hat man besonders zweierlei Verhältnisse, nämlich die gegenseitige Stellung beider Individuen, und die Art und Weise ihrer Verwachsung zu berücksichtigen.

Nach der Stellung der Individuen sind zuvörderst Zwillinge mit parallelen Axensystemen, und Zwillinge mit geneigten (oder nicht parallelen) Axensystemen zu unterscheiden. Die Zwillinge der ersten Art (z. B. Fig. 248, 249, 257) können nur bei hemiëdrischen (sowie tetartoëdrischen und hemimorphen) Formen und Combinationen vorkommen, und stehen unter dem allgemeinen Gesetz, dass beide Individuen mit einander in derjenigen Stellung verwachsen sind, in welcher ihre beiderseitigen correlaten Theilformen aus den betreffenden holoëdrischen Stammformen als Gegenkörper abzuleiten sein, oder in welcher sie diese Stammformen reproduciren würden.

Denkt man sich an dem hierher gehörigen Zwilling der beiden Tetraëder (Fig. 248) die 8 zackenartigen Hervorragungen hinweg, so erhält man als Kernform das Oktaëder. — Diese Zwillinge der ersten Art hat *Haidinger* sehr richtig Ergänzungszwillinge genannt, weil sich die wirklich hemiëdrischen Formen beider Individuen in ihrer Vereinigung zu den betreffenden holoëdrischen Stammformen ergänzen. Bei ihnen liegen daher ungleichartige Krystallräume parallel. In Folge des geringeren Grades von Symmetrie, welchen die hemiëdrischen (und tetartoëdrischen) Krystalle gegenüber den holoëdrischen besitzen, können zwei der ersteren einen Zwilling bilden, indem sie symmetrisch zu einander in Bezug auf diejenige Ebene verwachsen, welche eben durch die Theilflächigkeit ihren Charakter als S.-E. des Krystalls verloren hat. Bei dem einzelnen Tetraëder ist die Würfelfläche keine S.-E.; aber der Ergänzungszwilling zweier Tetraëder (Fig. 248) hat Symmetrie nach den Würfelflächen erlangt. So werden die S.-E.n, welche in Folge der Hemiëdrie bei den einzelnen Individuen verschwunden sind, durch derartige Zwillingsbildung für den Zwilling als solchen wiederhergestellt.

Zwillinge mit parallelen Axensystemen werden nicht nur von theilflächigen, sondern auch von hemimorphen Krystallen gebildet, indem 2 Individuen mit ihren übereinstimmend geformten Enden aneinanderwachsen, so dass die abweichend beschaffenen Enden dann zugleich die beiderseitige conform ausgebildete Endigung des Zwillings abgeben; so sind z. B. am Kieselzink (Fig. 13 auf S. 31) 2 hemimorphe Individuen mit denjenigen unteren Enden aneinandergewachsen, welche blos die rhombischen Pyramidenflächen zeigen, so dass der Zwilling an seinen beiden Enden die Basis 0P aufweist, welche bei dem Einzelindividuum keine S.-E. darstellt.

Die Zwillinge mit geneigten (oder nicht parallelen) Axensystemen finden sich sowohl bei holoëdrischen als auch bei hemiëdrischen und tetartoëdrischen Formen und Combinationen, und namentlich für sie gilt das oben allgemein Angeführte. Die Stellung beider Individuen in diesen Zwillingen der zweiten Art ist dieselbe, welche irgend ein Gegenstand zu seinem Spiegelbild hat, wobei die Zw.-E. den Spiegel darstellt; vgl. z. B. die Fig. 251, 253, 254, 265, 267, 273, 276.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Im Allgemeinen können die verschiedenen Zwillingsverwachsungen unter folgende Fälle untergebracht werden[1]:

1) Zwillingsebene parallel einer (vorhandenen oder) möglichen Krystallfläche; der weitaus häufigste Fall; dabei ist:
   a) auch die Zwillingsaxe parallel einer möglichen Krystallkante; z. B. der Zwilling von Zinkblende Fig. 250, bei welchem die Zw.-E. einer Oktaëderfläche, die Zw.-A. einer Kante des Rhombendodekaëders entspricht.
   b) die Zwillingsaxe nicht parallel einer möglichen Krystallkante; z. B. die Zwillinge von Gyps (Fig. 273) oder von Augit (Fig. 274), bei denen das Orthopinakoid Zwillingsebene ist, die Normale dazu (Zwillingsaxe) aber keiner im monoklinen System möglichen Kante entspricht.
2) Zwillingsebene senkrecht zu einer möglichen Krystallfläche und zwar:
   a) parallel einer in dieser liegenden Kante, also auch in einer möglichen Zone gelegen; Zwillingsaxe senkrecht zu einer Kante und in einer möglichen Fläche. Seltenes Beispiel: Glimmer.
   b) gleichgeneigt gegen zwei, in der gedachten Krystallfläche liegende Kanten. Seltenes Beispiel: Hydrargillit.
3) Zwillingsebene nur senkrecht zu einer möglichen Krystallkante; die Zwillingsaxe ist alsdann parallel dieser möglichen Kante, also parallel einer möglichen Zone; z. B. Periklin.

Die unter 2) und 3) auftretenden Fälle, dass eine Zw.-E. nicht einer möglichen Krystallfläche parallel geht, sind auf das trikline und monokline System beschränkt, wo die Zw.-A. bisweilen eine der schiefen krystallographischen Axen ist und die darauf normale Zw.-E. nicht nothwendig eine krystallographische Ebene zu sein braucht.

Bisweilen lässt sich übrigens die Zwillingsverwachsung auf mehrfache Weise beliebig deuten und zum Ausdruck bringen. Bei dem Zwilling von Augit (Fig. 274) kann das Orthopinakoid $r$ als Zw.-E. (und Verwachsungsebene), die Normale zum Orthopinakoid als Zw.-A. gelten, der Zwilling dann dadurch entstanden gedacht werden, dass das eine von zwei parallel gestellten Individuen um diese Axe um 180° herumgedreht wird. Die Zw.-E. ist daher so eine vorhandene oder mögliche Krystallfläche, die Zw.-A. eine krystallonomisch unmögliche Richtung. Genau derselbe Zwilling entsteht aber auch, wenn das eine Individuum aus der Parallelstellung heraus um die verticale Prismenkante $M/r$ durch 180° gedreht wird; in diesem Falle ist letztere Linie die Zw.-A., welche auf derjenigen bei der ersten Auffassung senkrecht steht. Die Zw.-E. steht zu ihr senkrecht und würde durch eine horizontale, normal auf dem Orthopinakoid stehende Fläche dargestellt. Bei dieser letzteren Deutung ist also umgekehrt die Zw.-A. die Richtung einer vorhandenen Kante, die Zw.-E. eine krystallonomisch unmögliche Fläche. — In ähnlicher Weise lässt sich der Karlsbader Zwilling von Orthoklas (Fig. 275) erklären durch: Zw.-E. das Orthopinakoid, Zw.-A. die Normale dazu; oder: Zw.-E. die Horizontale, Zw.-A. die Verticalaxe. Vgl. auch die Anm. S. 135 unten.

Theoretisch lässt sich die Zwillingsbildung als die Erscheinung ansprechen, dass die bei der Krystallisation aus dem beweglichen in den starren Zustand übergehenden und anfänglich alle möglichen Stellungen besitzenden Molecüle in Folge einer bei der Aneinanderlagerung nur unvollständig ausgeführten Drehung auch nur theilweise parallele Orientirung erlangt haben.

*O. Lehmann* hat nachgewiesen, dass die Entstehung der Zwillingsbildungen von der Zähigkeit der Lösung, in welcher die Krystallisation stattfindet, abhängig sein kann. Fügt man einer Auflösung von Chlorbaryum, welches Salz nur geringe Neigung

1) Vgl. namentlich: *Tschermak*, Miner. u. petrogr. Mittheil. II. 1880. 499; Lehrbuch d. Mineralogie. Wien 1894. 78. — *Schuster*, Zeitschr. f. Krystallogr. XII. 1887. 134. — *Brögger*, ebendas. XVI. 1890. 38. — *Baumhauer*, ebendas. XXXI. 1899. 252.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zur Zwillingsbildung zeigt, ein Verdickungsmittel zu, so entstehen nur Zwillingskrystalle. Die nunmehr zähere Flüssigkeit setzt nämlich derjenigen Drehung der Krystallmolecüle, welche zur parallelen Aneinanderlagerung erforderlich ist, einen grösseren Widerstand entgegen; in Folge dessen nehmen diejenigen Molecüle, deren Orientirung in dem Augenblick, in welchem sie in die Wirkungssphäre eines wachsenden Krystalls gelangen, der Zwillingsstellung näher liegt, als die parallele, die erstere, d. h. die gegen den geringsten Widerstand zu erreichende Gleichgewichtslage an und geben dadurch Veranlassung zu weiterer Anlagerung von Theilchen in derselben Stellung, also zur Bildung eines Zwillingskrystalls.

§ 53. **Verwachsungsart der Individuen und Verkürzung derselben; Zwillingskanten.** Was das zweite Verhältniss, nämlich die Art und Weise der Verwachsung der Individuen betrifft, so unterscheidet man Contact-Zwillinge und Durchwachsungs-Zwillinge, je nachdem die Individuen blos an einander, oder förmlich in und durch einander gewachsen, je nachdem sie also durch Juxtaposition, oder durch Penetration verbunden sind. Im ersteren Falle nennt man die Fläche, in welcher die Verwachsung stattfindet, die Zusammensetzungsfläche oder Verwachsungsfläche; dieselbe ist in den meisten Fällen zugleich auch die Zwillingsebene (vgl. z. B. Fig. 251, 267, 273, 274); bisweilen aber berühren sich beide Individuen in einer auf der Zwillingsebene senkrecht stehenden Fläche (z. B. Fig. 275) oder auf noch andere Weise. — Im zweiten Falle findet oft nur eine theilweise Penetration, nicht selten eine vollkommene Durchkreuzung, zuweilen auch eine so völlige gegenseitige Incorporirung beider Individuen statt, dass sie nach aussen einen scheinbar einfachen Krystall darstellen (z. B. Quarz, Fig. 259).

In den durch Juxtaposition gebildeten Zwillingskrystallen erscheinen die Individuen sehr gewöhnlich in der Richtung der Zwillingsaxe mehr oder weniger verkürzt, weil das Fortwachsen des einzelnen über die Zwillingsebene als Grenzebene hinaus nicht stattgefunden hat (vgl. z. B. Fig. 251, 254, 267); ja diese Verkürzung ist gar häufig in der Weise ausgebildet, dass von jedem Individuum nur die Hälfte, und zwar die von dem anderen Individuum abgewendete Hälfte vorhanden ist. Man kann daher dergleichen Zwillingskrystalle am leichtesten construiren, wenn man sich ein Individuum durch eine der Zwillingsebene parallele Fläche in zwei Hälften geschnitten denkt, und hierauf die eine Hälfte gegen die andere um die Normale der Schnittfläche durch 180° herumdreht. Bei den Durchwachsungszwillingen findet die Fortsetzung der Individuen gegenseitig über die Zwillingsgrenze hinaus statt (vgl. Fig. 248, 269, 270).

Die Kanten und Ecken, in welchen die Flächen der beiden Individuen zusammentreffen, werden Zwillingskanten und Zwillingsecken genannt; sie sind häufig einspringend, doch haben die Individuen manchmal bei dem Wachsthum eine gewisse Neigung, die einspringenden Winkel zu verdecken oder ganz auszufüllen; dagegen ist die Demarcationslinie beider Individuen da oft gar nicht sichtbar, wo ihre Flächen oder Flächentheile in eine Ebene fallen und völlig glatt sind.

Wenn es in solchen Fällen manchmal recht schwierig ist, zu erkennen, ob ein Zwilling oder ein einfacher Krystall vorliegt, so wird wohl die Spaltbarkeit von aufklärendem Belang, da sie durch einen Zwilling nicht mehr in übereinstimmendem Verlauf fortsetzt; bei nicht regulären Krystallen tritt die Natur als Zwilling auch oft leicht durch die optische Untersuchung im durchfallenden polarisirten Licht hervor.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sind aber die in eine Ebene fallenden Flächentheile mit einer Combinationsstreifung versehen, so gibt sich die Demarcationslinie oft durch das Zusammenstossen der beiderseitigen Streifensysteme in einer Streifungsnaht oder Zwillingsnaht zu erkennen. Bisweilen haben auch die beiderseitigen Flächentheile eine verschiedene physikalische Beschaffenheit, wodurch die Grenzen gleichfalls hervortreten.

§ 54. **Wiederholung der Zwillingsbildung; Zwillingsstreifung.** Die Zwillingsbildung wiederholt sich nicht selten, indem ein drittes Individuum mit dem zweiten (oder auch ersten) Individuum nach demselben Gesetz verbunden ist, wie das erste und zweite; so entstehen Drillingskrystalle, oder, wenn sich die Wiederholung fortsetzt, Vierlingskrystalle, Fünflingskrystalle, und endlich zwillingsartig gebildete polysynthetische Krystalle, sog. Zwillingsstöcke.

Bei dieser Wiederholung ist der Unterschied sehr wichtig, ob die successiven Zusammensetzungsflächen einander parallel sind, oder nicht. Im ersteren Falle tritt dieselbe Fläche mit den gleichen Vorzeichen ihrer Indices immer wieder von Neuem als Zw.-E. auf, die Zwillingsbildung kann sich somit unzähligemal wiederholen und liefert reihenförmige Zusammensetzungen, bei welchen alle Zwillingsebenen parallel sind und in denen einerseits die Stellung des ersten, dritten, fünften u. s. w., anderseits die des zweiten, vierten, sechsten u. s. w. Individuums dieselbe ist. — Im zweiten Falle bleibt nicht eigentlich dieselbe specielle Krystallfläche Zw.-E., sondern tritt eine andere, zwar mit ihr krystallographisch gleichwerthige, aber durch die Vorzeichen der Indices unterschiedene als solche auf; wenn z. B. ein Individuum mit einem zweiten an der Fläche $(1\bar{1}0)$, mit einem dritten aber an der Fläche $(110)$ verbunden ist. Es entstehen so cyklische Zwillinge oder Wendezwillinge, kreisförmig in sich zurücklaufende, radförmige, bouquetförmige u. a. Gruppen. Den Gegensatz zwischen einem reihenförmigen Drilling (*a*) und einem cyklischen Vierling (*b*) zeigt schematisch die Fig. 247.

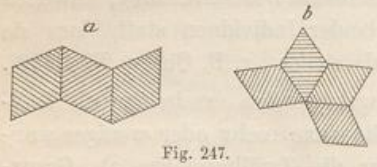


Fig. 247.

Bilden die bei den cyklischen Viellingen nach einander als Zwillingsebenen fungirenden Krystallflächen eine Zone (z. B. $\infty$P im rhombischen System), so gruppiren sich die Individuen bei sonst regelmässiger Ausbildung um eine Axe, nämlich die Zonenaxe jener Zwillingsflächen; sind sie nicht tautozonal (z. B. P$\infty$ im tetragonalen System), so gruppiren sie sich um einen Punkt, nämlich denjenigen, in welchem die verschiedenen Zonenaxen der Zwillingsflächen zusammenstossen.

Bei der cyklischen Verzwillingung nicht paralleler Individuen kommt die Tendenz zur Gestaltung kreisförmiger Gruppen zur Geltung, wenn der Winkel zwischen je zwei Axensystemen angenähert ein aliquoter Theil von 360° ist. So entstehen die sechsseitigen Drillinge des Chrysoberylls (s. diesen), weil der Winkel des als Zw.-E. fungirenden Prismas $\infty$P = 119° 46′, also fast $\frac{1}{3}$ von 360° ist; Fünflinge nach O von Goldoktaëdern können hervorgehen, indem $5 \times 70°\ 32' =$ ca. 360°; Achtlinge von Rutil, weil der Winkel der Axen in der Zwillingsstellung annähernd achtmal in 360° aufgeht.

Wie fast bei allen mit Juxtaposition gebildeten Zwillingskrystallen die Verkürzung der Individuen in der Richtung der Zwillingsaxe eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist, so pflegen ganz besonders in den mit parallelen Zusammensetzungsflächen gebildeten polysynthetischen Krystallen die mittleren oder inneren

Individuen oft ausserordentlich stark verkürzt zu sein, so dass sie nur als mehr oder weniger dicke, als papierdünne oder nur durch das Mikroskop als solche wahrnehmbare Lamellen erscheinen, deren Querschnitte auf den Krystall- oder Spaltungsflächen des ganzen Aggregats eine sehr charakteristische Streifung bilden, welche man die Zwillingsstreifung nennt (Fig. 264, 268).

Diese Zwillingsstreifung (oder besser Zwillingsriefung) ist wesentlich verschieden von der in dem späteren § 64 erläuterten Combinationsstreifung. Ueberhaupt erscheinen im Gefolge der Zwillingsbildung einseitige Verkürzungen, Verlängerungen und andere Unregelmässigkeiten der Form sehr häufig und bisweilen in so complicirter Weise, dass die richtige Deutung mancher (zumal hemiëdrischer) Zwillingskrystalle mit bedeutenden Schwierigkeiten verknüpft sein kann.

§ 55. **Einige Zwillinge des regulären Systems.** Zwillinge mit parallelen Axensystemen sind nur bei Theilflächigkeit möglich, und erscheinen gewöhnlich als Durchkreuzungszwillinge, wie z. B. die Tetraëder des Diamants, Fig. 248, und die Pentagondodekaëder des Eisenkieses, Fig. 249 (sog. Zwilling des eisernen Kreuzes). Die beiden Individuen stehen in der ersten Figur symmetrisch zu einander in Bezug auf die Würfelfläche, in der zweiten in Bezug auf die Rhombendodekaëderfläche, d. h. immer auf diejenige Ebene, die vermöge der Hemiëdrie als S.-E. ausgefallen ist.

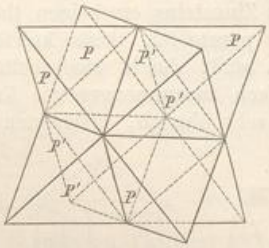
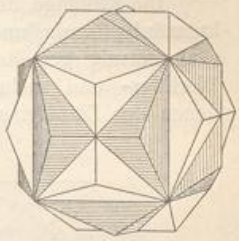


Fig. 248.


Fig. 249.

Bei den Zwillingen mit geneigten Axensystemen ist fast immer eine Fläche des Oktaëders die Zw.-E.; sie kommen häufig vor, sowohl bei holoëdrischer, als auch bei hemiëdrischer Formbildung. Die Individuen sind gewöhnlich an einander gewachsen und häufig in der Richtung der Zw.-A. bis auf die Hälfte verkürzt, so dass man sich dergleichen Zwillinge am besten vorstellen kann, wenn man sich ein Individuum durch einen centralen, parallel mit einer Oktaëderfläche geführten Schnitt halbirt, und die eine Hälfte gegen die andere um die Normale der Schnittfläche durch 180° verdreht denkt.

Auf diese Weise finden sich z. B. sehr häufig zwei Oktaëder des Spinells, Magneteisenerzes, Automolits mit einander verwachsen; Fig. 251. Nach demselben Gesetz

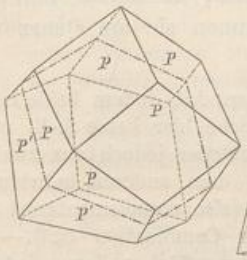


Fig. 250.

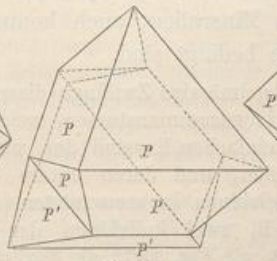


Fig. 251.

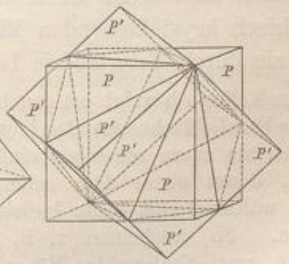


Fig. 252.

sind die Würfel des Flussspaths, Eisenkieses, Bleiglanzes als Durchkreuzungszwillinge gebildet; Fig. 252. Endlich kommen auch, zumal an der Zinkblende, zwei Rhomben-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dodekaëder in einer Oktaëderfläche durch Juxtaposition verbunden als Zwillinge vor, in welchen ebenfalls gewöhnlich jedes Individuum sehr stark verkürzt ist; Fig. 250. Aehnlich finden sich Zwillinge des Ikositetraëders z. B. beim ged. Kupfer, Silber, Gold [1]).

§ 56. **Einige Zwillinge des Tetragonalsystems.** Zwillinge mit parallelen Axensystemen kommen deshalb selten vor, weil nur wenige tetragonale Mineralarten hemiëdrisch ausgebildet sind; doch finden sie sich z. B. am Kupferkies, welcher der sphenoidischen, und am Scheelit, welcher der pyramidalen Hemiëdrie unterworfen ist. — Unter den Zwillingen mit geneigten Axensystemen trifft man besonders ein Gesetz bei mehren Mineralien verwirklicht; dasselbe lautet: Zw.-E. eine Fläche der Deuteropyramide P∞, oder eine von denjenigen Flächen, welche die Polkanten der Grundform P gerade abstumpfen; darnach sind z. B. die fast immer zwillingsartig beschaffenen Krystalle des Zinnsteins, sowie die Zwillinge des Rutils und des Hausmannits gebildet.

Die Zwillinge des Zinnsteins erscheinen theils wie Fig. 253, wenn die Individuen kurzsäulenförmig und pyramidal, theils knieförmig wie Fig. 254, wenn sie länger säulenförmig gestaltet sind; durch wiederholte Zwillingsbildung entstehen Drillings-, Vierlings- und mehrfach zusammengesetzte Krystalle. Die Zwillinge des Rutils sind denen des Zinnsteins sehr ähnlich, erscheinen aber meist knieförmig, wie Fig. 254,

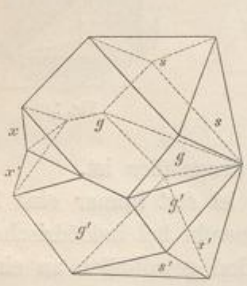


Fig. 253.

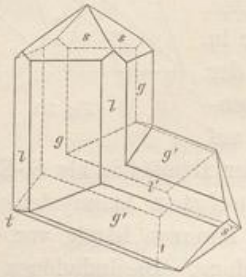


Fig. 254.

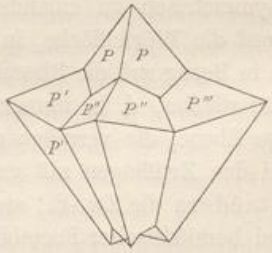


Fig. 255.

weil die Krystalle vorwiegend säulenförmig verlängert sind. Der Hausmannit besitzt Fünflinge wie Fig. 255, indem die Krystalle stets vorherrschend die Grundpyramide P zeigen, an deren Polkanten sich die Zwillingsbildung bisweilen sehr symmetrisch wiederholt, so dass ein centrales Individuum den Träger der übrigen bildet. Kupferkies bildet ganz ähnliche Zwillinge.

§ 57. **Einige Zwillinge des Hexagonalsystems.** Solche mit parallelen Axensystemen sind nicht selten am Kalkspath, Chabasit, Eisenglanz und anderen rhomboëdrisch krystallisirenden Mineralien; auch kommen sie am Quarz vor, bei welchem sie durch Tetartoëdrie bedingt sind.

Der Kalkspath zeigt oft regelmässige Zwillinge dieser Art, indem beide Individuen in einer Parallelfläche der Basis zusammenstossen, welche hier keine S.-E. mehr ist; so stellen sie einen scheinbar einfachen Krystall dar, welcher jedoch aus zwei Hälften besteht, deren obere dem einen, und deren untere dem anderen Individuum angehört, während sich beide Individuen in verwendeter (also complementärer) Stellung befinden. So erscheinen z. B. zwei Individuen der Combination ∞R.—½R wie Fig. 256, zwei Skalenoëder R3 wie Fig. 257; die Spaltungsflächen liegen jedesmal in

1) Sehr lehrreich für die Zwillingsbildung nach der Oktaëderfläche im regulären System sind *J. Strüver*'s Mittheilungen über polysynthetische Spinellgruppen (Z. f. Kryst. II. 1878. 180).

den beiden Individuen nach verschiedener Richtung. — Der Quarz zeigt besonders in den reineren Varietäten, als sog. Bergkrystall, Zwillinge (sog. Dauphinéer Gesetz), welche wesentlich durch den tetartoëdrischen Charakter seiner Krystallreihe ermöglicht werden, in Folge dessen z. B. die Pyramide P in zwei, geometrisch gleiche, aber physikalisch differente Rhomboëder $p$ und $x$ zerfällt; Fig. 258. Zwei gleichartige, d. h. entweder zwei rechte oder zwei linke Individuen sind, indem eine Fläche des Prismas $\infty$R oder die Basis 0R[1]) als Zw.-E. gilt, bisweilen an einander gewachsen, ungefähr so wie in Fig. 258, wobei $+$R ($p$) des einen parallel ist $-$R ($x$) des anderen und alle Axen, namentlich auch die Verticalaxen in beiden parallel sind; dabei erlangt der Zwilling als solcher die Symmetrie der trapezoëdrischen Hemiëdrie. Viel häufiger aber sind dann die Individuen durch einander gewachsen, wobei sie sich



Fig. 256.

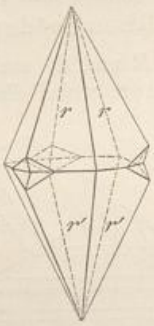


Fig. 257.

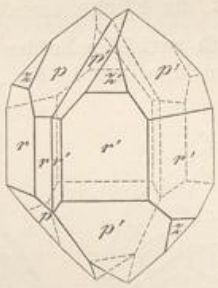
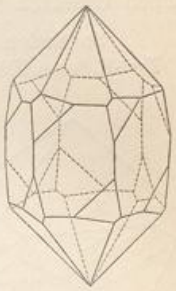


Fig. 258.



Fig. 259.


Fig. 260.

gewöhnlich in ganz unregelmässig begrenzten Partieen gegenseitig umschliessen und durchdringen, und scheinbar einfache Krystalle darstellen, deren Oberfläche jedoch theilweise dem einen, theilweise dem anderen Individuum angehört, wie z. B. in Fig. 259; hier sind die Theile des einen Individuums schraffirt, um sie von denen des anderen zu unterscheiden, wie dies in der Natur durch einen Gegensatz von matten und glänzenden Stellen hervorgebracht wird, wobei häufiger als es auf den ersten Blick scheinen will, Niveaudifferenzen der einzelnen Partieen zu beobachten sind. Wenn an einem solchen Durchwachsungszwilling die tetartoëdrischen Flächen eines trigonalen Trapezoëders auftreten, so sind dieselben an allen aufeinanderfolgenden Ecken zu beobachten (Fig. 260), während sie bei einem einfachen Individuum blos an den abwechselnden Ecken erscheinen; diese Flächen können übrigens nach Maassgabe der Durchdringung in der verschiedensten Zahl und Vertheilung vorhanden sein, so können z. B. oben alle 6, unten gar keine auftreten u. s. w. — Der Quarz bildet aber auch noch andere Ergänzungszwillinge (sog. Brasilianisches Gesetz), indem ein rechtes und ein linkes Individuum in paralleler Stellung der Verticalaxen mit einander verbunden sind, wobei sie nach einer Fläche von $\infty$P2 zu einander symmetrisch stehen; dadurch geschieht es, dass zwei trigonale Trapezoëder ($x$) derselben Rhomboëderfläche anliegen, und zusammen wie ein Skalenoëder auftreten (Fig. 261). Durch diese Zwillingsbildung wird eben die Symmetrie der rhomboëdrischen Hemiëdrie wiederhergestellt.

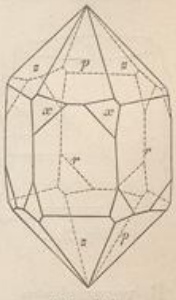


Fig. 261.

1) Denkt man sich 2 Rhomboëder zu einander symmetrisch in Bezug auf eine Fläche von $\infty$R, so sind ihre Axen $c$ parallel und das eine hat diejenige Richtung der Flächen, welche am anderen Krystall das negative haben würde. Genau dieselbe relative Stellung der beiden Krystalle wird aber auch erhalten, wenn man das eine Rhomboëder durch 180° um die Axe $c$ dreht, d. h. wenn man die Basis als Zwillingsebene betrachtet. Die Ausdrücke »Zwillingsbildung mit parallelen Axensystemen«, »Zwillingsebene die Basis 0R«, »Zwillingsebene $\infty$R« sind daher bei der rhomboëdrischen Hemiëdrie und auch hier gleichbedeutend.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Substanzen gewinnen Durchkreuzungszwillinge nach der Basis die Symmetrie der pyramidalen Hemiëdrie, solche nach einem hexagonalen Prisma diejenige der rhomboëdrischen Hemiëdrie. — Besitzen rhomboëdrisch-hemimorphe Individuen $\infty P2$ als Zw.-E. und 0R als Zusammensetzungsfläche, so wird die Symmetrie der rhomboëdrischen Hemiëdrie hergestellt. — Bemerkenswerth sind noch die Zwillingsbildungen bei der Hemimorphie der pyramidalen Hemiëdrie: symmetrische Verwachsung nach 0P stellt die Symmetrie der pyramidalen Hemiëdrie wieder her; solche nach $\infty P$ und $\infty P2$ diejenige der Hemimorphie der Holoëdrie. Sind beide Gesetze vereinigt und dabei die Individuen durcheinander gewachsen, so entstehen Formen von anscheinend holoëdrisch-hexagonaler Symmetrie (Nephelin).

Zwillinge mit geneigten Axensystemen kommen häufig und nach verschiedenen Gesetzen vor; doch ist meist die Fläche eines Rhomboëders die Zw.-E.

So finden sich oft am Kalkspath zwei Rhomboëder $R$ und $R'$ nach dem Gesetz: Zw.-E. eine Fläche von $-\frac{1}{2}R$ verwachsen, wie in Fig. 262, wobei die in $A$ und $A'$

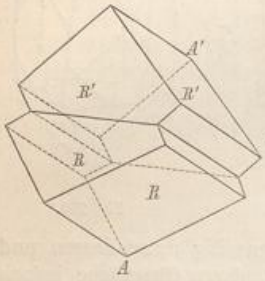


Fig. 262.

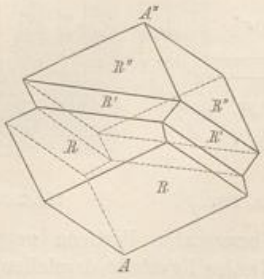
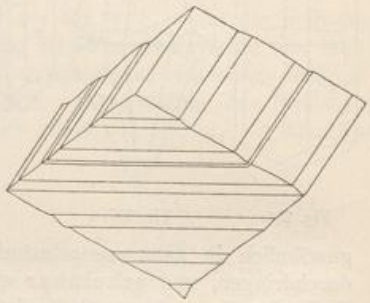


Fig. 263.


Fig. 264.

endenden Verticalaxen beider Individuen einen Winkel von 127° 34′ bilden. Diese Zwillingsbildung wiederholt sich nicht selten, indem ein drittes Ind. $R''$ hinzutritt, welches sich mit dem ersten Ind. $R$ in paralleler Stellung befindet; dann pflegt das mittlere Ind. $R'$ sehr stark verkürzt und nur als eine mehr oder weniger dicke Lamelle ausgebildet zu sein, welche dem scheinbar einfachen, wesentlich von $R$ und $R''$ gebildeten Krystall eingeschaltet ist; Fig. 263. Häufig sind so viele sehr dünne lamellare Individuen in einem grösseren Spaltungsstück eingewachsen, an welchem dann zwei Gegenflächen eine, durch die Querschnitte der Lamellen gebildete, der längeren Diagonale parallele Zwillingsstreifung zeigen; Fig. 264. — Sind zwei Kalkspathkrystalle nach dem Gesetz: Zw.-E. eine Fläche von R verwachsen, so bilden ihre Verticalaxen den Winkel von 89° 8′, sind also fast rechtwinkelig auf einander; Fig. 265.

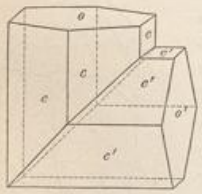


Fig. 265.

§ 58. **Einige Zwillinge des rhombischen Systems.** Zwillinge mit parallelen Axensystemen sind bis jetzt nur sehr selten beobachtet worden, weil die sie bedingende hemiëdrische Ausbildung zu den seltenen Erscheinungen gehört. Sehr häufig sind dagegen Zwillinge mit geneigten Axensystemen, besonders nach dem Gesetz: Zw.-E. eine Fläche des Grundprismas $\infty P$; z. B. sehr ausgezeichnet am Aragonit, Cerussit, Markasit, Melanglanz, Arsenkies, Bournonit.

Am Aragonit sind die Individuen theils durch, theils an einander gewachsen; das letztere ist z. B. der Fall in dem, Fig. 267 dargestellten Zwilling der Combination $\infty P.\infty\breve{P}\infty.\breve{P}\infty$. Diese Verwachsung wiederholt sich häufig mit durchgängig parallelen

Zusammensetzungsflächen, wodurch reihenförmige Aggregate entstehen, wie Fig. 268, in welchen sich die ungeradzähligen Individuen einerseits, und die geradzähligen Individuen anderseits zu einander in paralleler, je zwei auf einander folgende Individuen aber in der Zwillingsstellung befinden. Gewöhnlich sind jedoch die inneren Individuen so stark verschmälert, dass sie nur wie dünne, einem grösseren Krystall einverleibte Lamellen erscheinen, welche auf den Flächen $\breve{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$ dieses Krystalls mit einer deutlichen Zwillingsstreifung hervortreten.

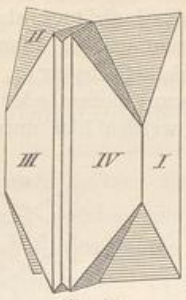


Fig. 266.

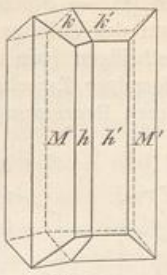


Fig. 267.



Fig. 268.

Auch wiederholt sich dieselbe Zwillingsbildung mit geneigten Zusammensetzungsflächen, wodurch kreisförmig in sich selbst zurücklaufende Aggregate entstehen, wie z. B. der in Fig. 266 abgebildete Vierlingskrystall der Combination $\infty P.2\breve{P}\infty$. Ganz ähnliche Erscheinungen zeigen der Cerussit und Bournonit.

Der Staurolith ist durch seine kreuzförmigen Zwillingskrystalle sehr ausgezeichnet. Seine Individuen stellen gewöhnlich die säulenförmige Combination $\infty P.\infty\breve{P}\infty.0P$ dar; die Zwillinge sind namentlich nach zwei Gesetzen gebildet:

1) Zwillingsebene eine Fläche des Brachydomas $\frac{3}{2}\breve{P}\infty$; die Verticalaxen beider Individuen schneiden sich fast rechtwinkelig; der Zwilling erscheint wie Fig. 269.

2) Zwillingsebene eine Fläche der Brachypyramide $\frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$; die Verticalaxen und ebenso die Brachypinakoide ($o$) beider Individuen schneiden sich ungefähr unter 60°, und der Zwillingskrystall erscheint wie Fig. 270.

Endlich mag noch des Arsenkieses gedacht werden, welcher ausser den oben erwähnten Verwachsungen, bei denen $\infty P$ die Zwillingsebene ist, noch ein anderes

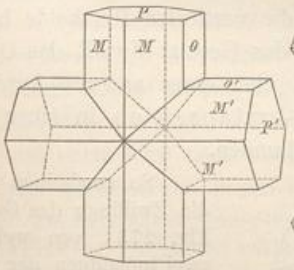


Fig. 269.

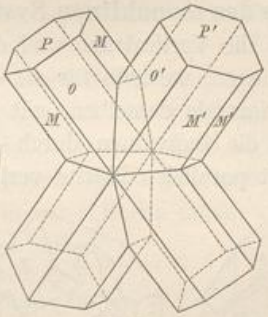


Fig. 270.

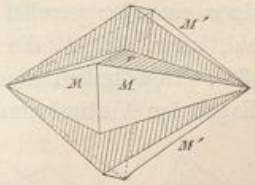


Fig. 271.

Gesetz (Fig. 271) aufweist, nach welchem für die zwei Individuen das Makrodoma $\bar{P}\infty$ die Zw.-E. darstellt; die Verticalaxen beider Individuen sind dabei unter 59° 12′ gegen einander geneigt, das sehr flache Brachydoma ist charakteristisch gestreift.

Es mögen hier noch einige Bemerkungen folgen über wiederholte Zwillingsbildungen bei rhombischen Krystallen mit einem 120° genäherten Prismenwinkel (Fig. 272). Bei cyklischer Verwachsung mit Juxtaposition liegen z. B. 3 Individuen um einen gemeinsamen Mittelpunkt und der schmale keilförmige Zwischenraum, welcher in Folge der Abweichung des Prismenwinkels von 120° zwischen den Individuen 1 und 3 bleibt, wird dann durch Ausdehnung dieser beiden letzteren ausgefüllt, die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

längs einer unregelmässig verlaufenden Fläche aneinandergrenzen (*a*). Oder es verzwillingt sich mit Ind. 2 ein drittes, gleichzeitig mit Ind. 1 ein viertes, wobei dann ebenfalls die Ind. 3 und 4 nur unvollständig entwickelt sein können und unregelmässig aneinandergrenzen (*b*). — Stossen die Individuen aber mit ihren scharfen Prismenkanten im Centrum des Viellings zusammen, so können sich noch mehr derselben an dem letzteren betheiligen (wie an dem Sechsling *c*, wo abermals zwischen 1 und 6 ein kleiner keilförmiger Zwischenraum bleiben oder eine irreguläre Fläche verlaufen würde; die äusseren Begrenzungen werden hier durch die Längsflächen gebildet). —

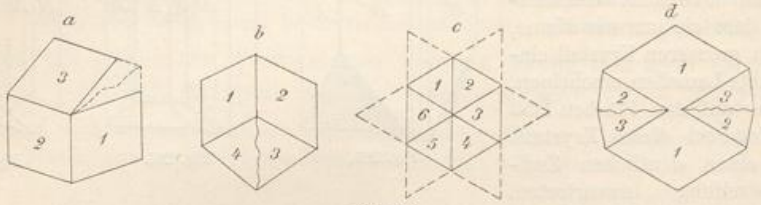
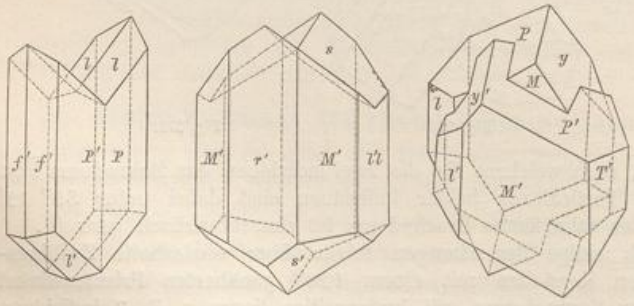


Fig. 272.

Eine ganz ähnliche Gestalt wie *c* kann aber auch durch Penetration entstehen, indem die Ind. 1, 2, 3 sich über den gemeinsamen Berührungspunkt und über die Zwillingsgrenze hinaus fortsetzen, wobei dann 4 mit 1, 5 mit 2, 6 mit 3 je ein einziges Individuum bilden und theoretisch auch hier diametral gegenüberliegende Zwischenfugen z. B. zwischen 1 und 6, zwischen 3 und 4 entstehen müssen, welche aber ebenfalls durch Fortwachsen der Individuen bis zur gegenseitigen Berührung ausgefüllt werden. *d* zeigt noch eine Penetration, bei welcher die beiden kleineren Ind. 2 und 3, jedes aus zwei isolirten Hälften bestehend, rechts und links keilförmig in das grosse Ind. 1 eingeschoben sind. — Ueberall offenbart sich das Bestreben der Substanz, den Raum möglichst gleichmässig auszufüllen.

Bei diesen Viellingen ist es eine häufige Erscheinung, dass sich von einem Individuum kleine blatt- und zahnähnliche Fortsätze unter Bewahrung der gegenseitigen Zwillingsstellung in die benachbarten hinein erstrecken, wodurch oft ein äusserst complicirtes gewebeartiges Ineinandergreifen entsteht.

§ 59. **Einige Zwillinge des monoklinen Systems.** Die häufigsten Zwillinge sind hier solche, bei welchen die Verticalaxen und die verticalen Pinakoide beider Individuen einander parallel liegen, weshalb für sie das Gesetz: Zw.-E. das Orthopinakoid, oder: Zw.-A. die Normale desselben, gilt (über einen anderen Ausdruck s. S. 130). Gewöhnlich sind die Individuen durch Juxtaposition in einer dem orthodiagonalen Verticalschnitt parallelen Fläche verbunden.


Fig. 273. Fig. 274. Fig. 275.

So erscheinen z. B. die Zwillinge des Gypses, Fig. 273, von welchem zwei Individuen der Combination $\infty\breve{P}\infty.\infty P.-P$ oft so regelmässig mit einander verwachsen sind, dass die Flächen des Klinopinakoids ($P$ und $P'$) beiderseits in eine Ebene fallen. Auf ganz ähnliche Weise sind die gewöhnlichen Zwillinge des Augits gebildet, Fig. 274, deren Individuen die Combination $\infty P.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.P$ darstellen, und gleichfalls sehr symmetrisch gestaltet und sehr regelmässig verwachsen zu sein

pflegen, ohne irgendeine Demarcationslinie auf den Flächen des Klinopinakoids erkennen zu lassen. Die beiderseitigen Hemipyramiden P(*s*) bilden (ebenso wie die Hemipyramiden —P am Gyps) einerseits einspringende, anderseits ausspringende Zwillingskanten. Aehnliche Erscheinungen wiederholen sich bei der Hornblende, dem Wolframit und bei anderen Mineralien.

In anderen Fällen zeigen sich die Individuen durch Penetration verbunden, indem sie in der Richtung der Orthodiagonale mehr oder weniger in einander geschoben sind, und sich theilweise umschliessen und durchkreuzen. Diese Verwachsung ist auch am Gyps nicht selten, am Orthoklas und Sanidin aber sehr häufig. Die Verwachsungsebene, welche hier nicht mit der Zwillingsebene zusammenfällt, geht dabei oft dem Klinopinakoid mehr oder weniger parallel.

Die Individuen des Orthoklases zeigen gewöhnlich Formen, denen wesentlich die Combination $\infty\breve{P}\infty.\infty P.0P.2\breve{P}\infty$ zu Grunde liegt (vgl. S. 112). Zwei dergleichen Krystalle sind nun seitwärts in einander geschoben, wie es Fig. 275 zeigt, und lassen dabei noch einen, zuerst von *Weiss* hervorgehobenen Unterschied wahrnehmen, je nachdem sie einander ihre rechten oder ihre linken Seiten zukehren. So stellt z. B. Fig. 275 einen Zwilling mit links verwachsenen Individuen dar. Um dieses rechts und links zu bestimmen, denkt man sich selbst in dem einzelnen Individuum so aufrecht stehend, dass das Gesicht nach der schiefen Basis 0P (der im Bilde mit *P* bezeichneten Fläche) gewendet ist. — Sehr belehrend für die Zwillingsbildungen des monoklinen Systems sind auch diejenigen des Glimmers (vgl. diesen im systematischen Theil), bei welchem die Individuen bald neben-, bald übereinandergewachsen sind. — Sind zwei hemiëdrisch-monokline Individuen nach dem Orthopinakoid verzwillingt, so wird die durch die Hemiëdrie verloren gegangene S.-A. wieder erworben und der Zwilling erhält holoëdrisch-monokline Symmetrie (z. B. Skolecit).

§ 60. **Einige Zwillinge des triklinen Systems.** Hier kommen häufig ein paar Zwillingsbildungen vor, welche zur Unterscheidung der triklinen und monoklinen Feldspathe von grosser Wichtigkeit sind. Die eine dieser Bildungen steht unter dem Gesetz: Zw.-E. das Brachypinakoid, oder Zw.-A. die Normale des brachydiagonalen Verticalschnitts. Da nun dieser Verticalschnitt und die Basis in den triklinen Feldspathen nicht mehr rechtwinkelig auf einander sind, so müssen in solchen Zwillingen die beiderseitigen Basen einerseits ausspringende, anderseits einspringende Winkel bilden, wogegen bei den monoklinen Feldspathen (wo das Brachypinakoid dem als S.-E. vorhandenen und deshalb als Zw.-E. ausgeschlossenen Klinopinakoid entspricht) nach analogem Gesetz gar keine Zwillinge entstehen können, und die beiderseitigen Basen in eine Ebene fallen würden.

Die Krystalle der unter dem Namen Plagioklas vereinigten triklinen Feldspathe (z. B. Albit) lassen diese Zusammensetzung nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr häufig wahrnehmen, Fig. 276, und die dadurch von den beiderseitigen Flächen 0P (*P* und *P'*) und ebenso von den beiderseitigen $'\overline{P}'\infty$ (oder *x* und *x'*) gebildeten sehr stumpfen aus- und einspringenden Winkel sind eine höchst charakteristische Erscheinung, durch welche diese Mineralien auf den ersten Blick ihre trikline Natur zu erkennen geben. Diese Zusammensetzung wiederholt sich gewöhnlich, und so entstehen zunächst Drillingskrystalle wie Fig. 277, in welchen meist

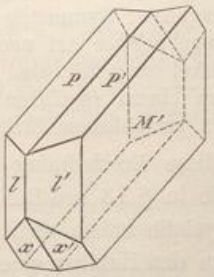


Fig. 276.

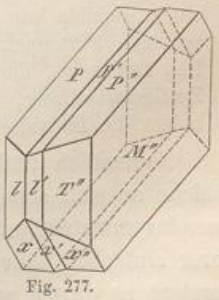


Fig. 277.

das mittlere Individuum eine dünne lamellare Form hat, so dass der ganze Drilling wie ein (aus den beiden äusseren Individuen bestehender) einfacher Krystall erscheint, welchem eine Krystalllamelle eingewachsen ist. Findet die Wiederholung mehrfach statt, so sind gewöhnlich alle inneren Individuen zu solch dünnen Lamellen verkürzt, und dann erscheint auf den Flächen $P$ und $x$ des Zwillingsstocks eine ausgezeichnete Zwillingsstreifung, nicht selten so fein, dass sie erst unter der Loupe oder in Dünnschliffen unter dem Mikroskop sichtbar wird. Ueber andere Zwillingsverwachsungen trikliner Krystalle vgl. Albit, Anorthit.

Allgemein gilt die Bemerkung, dass auch zwei Zwillinge, von denen ein jeder nach demselben bestimmten Gesetz gebildet ist, nach einem anderen Gesetz zu einem Doppelzwilling zusammenwachsen können. So geschieht es z. B., dass zwei Zwillinge des Plagioklases, von denen jeder wie Fig. 276 gebildet ist, in solcher Stellung und nach entsprechendem Gesetz mit einander verwachsen sind, wie es Fig. 275 für die beiden einfachen Orthoklas-Individuen zeigt.

§ 61. **Erhöhung der Symmetrie durch Zwillingsbildung.** Als sehr bemerkenswerth ist es schon in dem Vorstehenden an vielen Stellen ersichtlich geworden, dass den durch Zwillingsverwachsung entstehenden Formen höhere und vollkommenere Symmetrieverhältnisse eigen sind, als den betreffenden Einzelindividuen. So erlangen z. B. die nach $\infty\breve{P}\infty$ gebildeten einfachen Zwillinge der triklinen Feldspathe (Fig. 276) die Symmetrie des monoklinen Systems, die Zwillinge der monoklinen Mineralien Augit, Hornblende, Gyps, Titanit (z. B. Fig. 273, 274) die Symmetrie des regelmässigeren rhombischen; die Drillinge des rhombischen Witherits erscheinen wie hexagonale Formen (Fig. 272c).

Die monoklinen Individuen des Phillipsits sind sogar fähig, durch wiederholte Zwillingsbildung Gestalten von der Symmetrie des regulären Systems zu erlangen. Fig. 278 stellt einen, rhombische Symmetrie besitzenden Zwilling zweier monokliner Individuen nach der Basis dar; in Fig. 279 sind 2 Zwillinge dieser Art nach $\breve{P}\infty$ zu



Fig. 278.

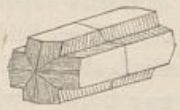


Fig. 279.

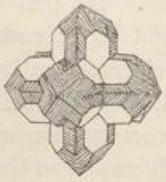


Fig. 280.



Fig. 281.

einem Gebilde von tetragonaler Symmetrie durcheinandergewachsen; in Fig. 280 erscheinen 3 Doppelzwillinge solcher Art nach $\infty P$ vereinigt, und wenn darin, wie es Fig. 281 zeigt, die Winkel ausgefüllt sind, so gleicht die Form, abgesehen von der Zwillingsstreifung, genau einem regulären Rhombendodekaëder mit 9 S.-E.n; darin haben die Individuen 12 verschiedene Stellungen.

Namentlich findet diese Erscheinung aber noch statt bei Mineralsubstanzen, welche an sich schon die in § 48 erwähnte Pseudosymmetrie besitzen. Diese pseudosymmetrischen Krystalle haben nicht nur die Neigung, in den Combinationen ihrer einfachen Individuen den Habitus eines anderen höheren Systems anzunehmen, sondern es dienen auch gerade die Flächen, welche beinahe den charakteristischen Winkel des letzteren einschliessen, bei ihnen als Zwillingsebenen und ihre Winkelverhältnisse überhaupt ermöglichen nebenbei eine Ausfüllung der sonst für die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zwillinge bezeichnenden einspringenden Kanten. Indem bei solchen Grenzformen die Zwillingsbildung gleichzeitig nach allen ähnlich gelegenen Ebenen erfolgt, und jede Zwillingsebene eine S.-E. des ganzen Baues liefert, werden durch complicirte Repetition der Zwillingsbildung, bei der namentlich cyklische Verwachsung sowie die Ausdehnung über die gemeinsame Axe oder den gemeinsamen Punkt hinaus eine Rolle spielt, Gestalten erworben, welche die Formen eines Krystallsystems höherer Symmetrie nachahmen. Dieselben werden nach *Tschermak* mimetische Krystalle genannt; die Erscheinung selbst heisst alsdann Mimesie und sie gewinnt natürlich ein besonderes Interesse, wenn sie nicht zufällig und vereinzelt, sondern constant auftritt, d. h. wenn sie von allen Krystallen desselben Minerals dargeboten wird[1]). Solche mimetische Mineralien pflegen durch eine Streifung oder Sculptur auf den Krystallflächen, sodann durch die Inconstanz der Kantenwinkel, ferner durch die Unvereinbarkeit der optischen Charaktere mit den geometrischen gekennzeichnet zu werden.

Die Zahl der hierher zu rechnenden Vorkommnisse ist in neuerer Zeit bedeutend erweitert worden, indem die optische Untersuchung dünner Platten (bisweilen verbunden mit dem Studium der Aetzfiguren) oder kleine Abweichungen in den Winkelverhältnissen auf das Resultat geleiteten, dass die Gestalt mancher Mineralien, welche man von jeher als einem regelmässigeren Krystallsystem wirklich angehörig erachtete, nur eine Sammelform sehr zahlreicher, in verwickelter Zwillingsstellung befindlicher Individuen eines minder symmetrischen Systems sei. So ist nach *Becke* das Rhomboëder des Chabasits ein Complex trikliner, nach *Grosse-Bohle* das Oktaëder des Senarmontits ein Complex monokliner Individuen. *Tschermak* wies nach, dass der rhomboëdrisch erscheinende Pennin eine Sammelform dünner, in Zwillingsstellung übereinander gelagerter monokliner Lamellen ist. Ebenso bildet der trikline Mikroklin-Feldspath mimetisch-monokline Formen. — In gewissen der auf diesem Gebiete hervorgehobenen Fälle ist freilich die Vermuthung nicht ausgeschlossen, dass die optischen Erscheinungen, auf Grund deren sowohl die Existenz als das Krystallsystem der Einzelindividuen erschlossen wurde, nicht auch noch einer anderen Deutung fähig sind.

§ 62. **Zwillingsbildung durch Druck und Erwärmung.** Die Zwillingsbildung, in den meisten Fällen schon anfänglich beim Wachsthum der Krystalle zu Stande gekommen, kann aber auch hin und wieder das Resultat eines secundären Vorgangs sein, indem sie erst später an einem ursprünglich nicht verzwillingten Krystall herbeigeführt worden ist. Es ist nachgewiesen, dass eine solche secundäre Zwillingsbildung bei gewissen Mineralien einerseits durch Druck, anderseits durch Erwärmung erzeugt werden kann.

Durch einen geeigneten Druck kann z. B. bei einem Spaltungsrhomboëder des Kalkspaths eine einfache oder lamellar-polysynthetische Zwillingsbildung nach einer Fläche von $-\frac{1}{2}R$ hervorgerufen werden (vgl. § 91). Man ist daher geneigt, die Ursache der so oft bei den Kalkspath-Individuen gröberkörniger Marmore wahr-

1) Zu den eigentlich mimetischen Krystallen scheint man diejenigen nicht rechnen zu sollen, welche zwar in der gewöhnlichen Beobachtungstemperatur ebenfalls solche, aus zwillingsmässig verwachsenen, minder symmetrischen Theilen bestehende Formen höherer Symmetrie besitzen, aber in hoher Temperatur diesen Aufbau verlieren und eine physikalische Beschaffenheit annehmen, die mit jener höheren Symmetrie übereinstimmt, z. B. der Leucit, Tridymit, Boracit. Denn in diesem Falle handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach bei den Krystallen, wie sie jetzt vorliegen, nicht um einen ursprünglichen Aufbau aus so zusammengefügten Gebilden, sondern es ist im Rahmen der schon bestehenden höher symmetrischen Gestalt erst secundär ein Zerfall in minder symmetrische Theile erfolgt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zunehmenden Zwillingsstreifung in dem gegenseitigen Druck zu erblicken, welchen die Krystallkörner gelegentlich der Gebirgserhebung auf einander ausübten. *Linck* wies nach, dass die beim Kalkspath in Dünnschliffen beobachtbare Zwillingsstreifung selbst erst bei der Herstellung des Präparats durch Druck nachträglich entstanden sein kann (N. Jahrb. f. Min. 1883. I. 204). Auch für andere Gesteinsgemengtheile ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass bisweilen die polysynthetische Zwillingsbildung nicht eine ursprüngliche, sondern erst durch spätere mechanische Wirkung in Folge des Gebirgsdrucks entstandene oder modificirte ist, so bei Diallagen, bei Feldspathen, für welche *van Werveke* auf Vorkommnisse hinwies, die eine solche Erklärung begründen (z. B. Gebundensein der Lamellen in ihrem Dasein, ihrem Verlauf und ihrer Ausdehnung an Bruchlinien im Krystall, wobei das Absetzen der Lamellen an den Rissen nicht als Verwerfung gedeutet werden kann; vgl. N. Jahrb. f. Min. 1883. II. 98). — Weitere Beispiele einer durch Druck auf künstlichem Wege herbeiführbaren Zwillingsbildung bieten Antimon und Wismut, bei denen sie nach $-\frac{1}{2}R$, Diopsid, wo sie nach 0P erfolgt.

Nachdem *Mallard* schon an Platten von künstlichen Krystallen des rhombischen schwefelsauren Kali gefunden hatte, dass beim Erhitzen derselben die nach $\infty P$ oder $\infty \breve{P}3$ vorhandenen verzwillingten Lamellen sich erheblich vermehren, gelang es *Baumhauer* auch an vorher als einfach erkannten Platten dieses Salzes durch Temperaturerhöhung eine solche polysynthetische Zwillingsbildung erst hervorzurufen; dieselbe wurde auch in Platten von chromsaurem Kali durch Erhitzen bis zum schwachen Glühen reichlich und in grosser Feinheit erzeugt (Zeitschr. d. geol. Ges. XXV. 1883. 639). *Mügge* erhielt in Spaltstücken von Anhydrit durch Erwärmen zahlreiche parallel $\breve{P}\infty$ eingelagerte Zwillingslamellen.

Bei mehren Substanzen, welche äusserlich Formen eines höheren Symmetriegrades besitzen, aber innerlich aus Zwillingsverwachsungen von minder symmetrischen Theilen bestehen, geht umgekehrt diese in gewöhnlicher Temperatur ersichtliche Zwillingsbildung bei stärkerer Erwärmung verloren und die Krystalle erlangen dann eine optische Beschaffenheit, welche mit ihrer Form im Einklang steht; z. B. beim Boracit, Tridymit, Leucit. Weitere Angaben über diese eigenthümlichen Erscheinungen finden sich bei der Beschreibung der genannten Mineralien im Speciellen Theil.

### c) Gesetzmässige Verwachsung ungleichartiger Substanzen.

§ 63. **Beispiele derselben.** Noch merkwürdiger, als die vorher betrachteten Verwachsungen, sind diejenigen, welche zuweilen zwischen Krystallen wesentlich verschiedener Mineralarten vorkommen und ebenfalls auf eine gesetzmässige Weise erfolgen. Die auch formell abweichenden Individuen sind dabei so gegen einander orientirt, dass beide mindestens eine Krystallfläche und eine dieselbe begrenzende Kante parallel haben. So kennt man schon lange die von *Germar* zuerst 1817 beschriebenen Verwachsungen des blauen triklinen Disthens und des braunrothen rhombischen Stauroliths, in welchen beiderseits eine Fläche und eine Axe parallel sind. *Breithaupt* wies interessante Verwachsungen von Eisenglanz (rhomboëdrisch) und Rutil (tetragonal) nach, bei welchen kleine Krystalle des letzteren auf einem grösseren Krystall des ersteren so aufgewachsen sind, dass für die Hauptaxe und gewisse Flächen des Rutils ein Parallelismus zu den Zwischenaxen und gewissen Flächen des Eisenglanzes hergestellt wird. — Auf gleiche Weise sind zuweilen grössere Krystalle des monoklinen Orthoklases (z. B. von Baveno und Elba, von Hirschberg und Striegau in Schlesien) mit kleinen Krystallen von triklinem Albit in einer möglichst parallelen Stellung besetzt, oder auch auf einzelnen ihrer Flächen mit krystallisirtem Albit überzogen; eine Verwachsung, welche *Leopold v. Buch*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

schon im Jahre 1826 nach ihrer Gesetzmässigkeit richtig erkannt und beschrieben hat. — Der Speerkies, eine durch ihre Zwillingskrystalle ausgezeichnete Varietät des rhombischen Markasits, ist öfters mit kleinen Krystallen des regulären Pyrits besetzt, welche sich zu den Krystallen des ersteren in gesetzmässiger Stellung befinden. Flussspath und Pyrit stellen sich gegenseitig so, dass die drei Hauptaxen des regulären Systems parallel sind. Ein schönes Beispiel liefert auch die Erscheinung, dass durch einen nach 0P etwas abgeplatteten Krystall von Xenotim ein säulenförmiger von Zirkon senkrecht hindurchgewachsen ist, wobei die Verticalaxen und die Flächen $\infty P\infty$ (*s*) beider tetragonaler Mineralien parallel sind (Fig. 282).

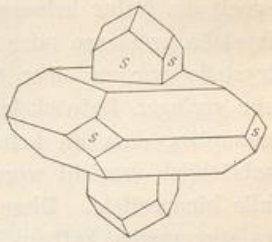


Fig. 282.

Ueber die speciellen Verwachsungsbeziehungen vgl. die Beschreibung der betreffenden Mineralien in dem systematischen Theil. — *Haidinger* erkannte zuerst eine Verwachsung zwischen Pyroxen und Amphibol, bei welcher viele lamellare Individuen beider Mineralien mit paralleler Lage der beiderseitigen Verticalaxen und Orthodiagonalen abwechselnd verbunden sind, und einen Theil von dem bilden, was man Smaragdit genannt hat. *G. Rose* beschrieb 1869 die regelmässige Verwachsung der verschiedenen Glimmerarten; *G. vom Rath* hob die Gesetzmässigkeit derjenigen von Eisenglanz und Magnoferrit hervor. — Bei der Verwachsung von Quarz und Kalkspath ist eine Quarzfläche R mit einer Kalkspathfläche $-\frac{1}{2}R$ und ausserdem die Kante zwischen R und $\infty R$ beim Quarz mit der horizontalen Diagonale der Kalkspathfläche $-\frac{1}{2}R$ parallel. Vgl. ferner in dem systematischen Theil z. B. Rutil und Eisenkies.

Bei diesen Verwachsungen zeigt sich bisweilen die Erscheinung, dass das deckende Mineral nur auf gewissen Flächen des Trägers zum orientirten Absatz gekommen ist; wie denn die Albitkrystalle fast ausschliesslich auf den Flächen der Prismenzone des Orthoklases, die Rutile stets nur auf der Basis des Eisenglanzes, die Staurolithe immer nur auf $\infty\bar{P}\infty$ des Disthens sitzen.

Hierher sind auch die eigenthümlichen feindrusigen Ueberzüge von Kupferkies über Krystallen von Fahlerz und Zinkblende zu rechnen, in welchen die kleinen Individuen des Kupferkieses eine sehr regelmässige Stellung gegen die regulären Formen der anderen Schwefelmetalle behaupten. Und ebenso gehört hierher die von *Scheerer* mit dem Namen Interposition belegte Erscheinung, welche wesentlich darin besteht, dass grösseren Krystallen oder Individuen eines Minerals sehr viele, ausserordentlich kleine Lamellen eines anderen in paralleler und regelmässiger Lage innerlich eingewachsen sind, wofür der sog. Sonnenstein und der Glimmer von South-Burgess in Canada ein paar ausgezeichnete Beispiele liefern. Derartige orientirte Einwachsungen von mikroskopischer Kleinheit sind in sehr vielen Individuen des Mineralreichs vorhanden (vgl. § 69).

### 9. Von der Ausbildungsweise der Krystalle und den Unregelmässigkeiten ihres Wachsthums.

#### a) Aeussere Ausbildungsweise.

In den bisherigen Betrachtungen der Krystallformen wurde vorausgesetzt, dass solche von ebenen und glatten Flächen begrenzt seien, dass alle Flächen einer und derselben Form (oder Partialform) gleiche und ähnliche Figur, oder, was dasselbe ist, gleiche Centraldistanz haben, dass für die Krystalle selbst immer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eine vollständige, ringsum vollendete Ausbildung stattfinde, und dass solche nach allen Dimensionen hinreichend gross ausgebildet seien, um eine directe wissenschaftliche Bestimmung zu gestatten. Diesen Voraussetzungen entspricht jedoch die Natur keineswegs in allen Fällen, indem die Flächen und Gestalten der Krystalle grösseren oder geringeren Unvollkommenheiten unterworfen, die meisten Krystalle nur zu einer theilweisen Ausbildung, und viele derselben nur zu einer sehr geringen Entwickelung ihrer Dimensionen gelangt sind. Ja, man kann wohl behaupten, dass an keinem Krystall jene ideale Regelmässigkeit der Gestaltung thatsächlich erreicht worden ist, auf deren Verwirklichung die Natur doch in jedem Falle hinarbeitete. Diese Erscheinungen sind das Resultat des Wachsthums und des successiven Aufbaus der Krystalle.

§ 64. **Unvollkommenheit der Krystallflächen.** Die Unvollkommenheit in der Beschaffenheit der Krystallflächen gibt sich theils als eine durch viele kleinere Unebenheiten bewirkte Abweichung von der ebenflächigen Ausdehnung, theils als eine scheinbare oder wirkliche Krümmung zu erkennen.

Zu der ersten Art der Unvollkommenheit gehören besonders diejenigen Unebenheiten, welche als Streifung, Drusigkeit und Rauhheit bezeichnet werden. Die Streifung (oder Reifung) ist eine sehr häufig vorkommende Erscheinung, welche durch die oscillatorische (d. h. nicht stetige, sondern in schmalen, abwechselnden Flächenstreifen treppenartig ausgebildete) Combination irgend zweier Formen hervorgebracht wird (Quarz, Pyrit, Turmalin und viele andere Mineralien). Die Flächen einer Krystallform sind drusig, wenn aus ihnen viele kleine, in paralleler Stellung dicht aneinander stossende Ecken oder Theile einer anderen Krystallform hervorragen (Flussspath). Rauhe Flächen endlich sind mit ganz kleinen, nicht mehr erkennbaren Unebenheiten besetzt, können aber bisweilen durch Vergrösserung als sehr feindrusige Flächen erkannt werden. In anderen Fällen erscheinen die Krystallflächen wie gekörnt, genarbt, geschuppt, gebrochen, getäfelt, parquettirt oder zerfressen.

Von allen diesen Unvollkommenheiten ist die Streifung die bemerkenswertheste Erscheinung, deren sorgfältige Beachtung nicht selten auf die Kenntniss von Formen gelangen lässt, welche in der betreffenden Krystallreihe noch gar nicht selbständig beobachtet worden sind. Man unterscheidet übrigens die einfache Streifung der Krystallflächen, welche nur nach einer Richtung stattfindet, von der mehrfachen, nach verschiedenen Richtungen zugleich ausgebildeten Streifung, welche federartig, triangulär, quadratisch, rhombisch u. s. w. erscheinen kann, jedenfalls aber, wie die einfache Streifung, aus der oscillatorischen Combination zu erklären ist. So erscheinen z. B. die prismatischen Flächen $\infty P$ des Quarzes einfach und horizontal gestreift durch oscillatorische Combination von $\infty P$ und $4P$; die Würfelflächen des Flussspaths bedeckt mit quadratischen Streifensystemen (wobei die Seiten der Quadrate mit den Würfelkanten parallel gehen) durch die oscillatorische Combination von $\infty O\infty$ mit einem sehr stumpfen Tetrakishexaëder $\infty On$. Die verticale Streifung des Turmalins erfolgt durch Combination von Flächen der Prismenzone. Die Würfelflächen des Pyrits sind durch Combination von $\infty O\infty$ und einem Pentagondodekaëder parallel einer Kante, die Rhombendodekaëderflächen des Magnetits durch solche von $\infty O$ und $O$ parallel der längeren Diagonale gestreift. Uebrigens darf die Combinationsstreifung nicht mit der sehr ähnlichen, durch Zwillingsbildung bedingten Streifung oder Riefung, und die Drusigkeit der Krystallflächen nicht mit dem drusigen Ueberzuge derselben verwechselt werden; vergl. § 54.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Verlauf dieser Oberflächenstreifung ist auch geeignet, zur Entscheidung über den vollflächigen oder theilflächigen Charakter einer Form zu gelangen. Reguläre Würfel, gestreift wie *a* und *b* in Fig. 283, können unmöglich holoëdrisch sein, *a* muss

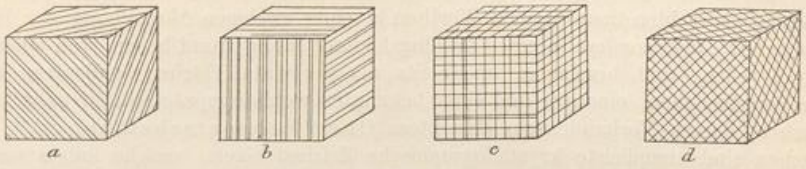



Fig. 283.

der tetraëdrischen, *b* der pentagondodekaëdrischen Hemiëdrie angehören. Streifung auf einem holoëdrischen Würfel würde wie *c* oder *d* verlaufen.

Scheinbar gekrümmte Flächen entstehen theils durch die soeben erwähnte oscillatorische Combination (Turmalin, Beryll), oder dadurch, dass zahlreiche sehr schmale Flächen eine Zone bilden, welche so den Eindruck einer continuirlichen cylindrischen Krümmung hervorruft (Vesuvian, Beryll), theils durch eigenthümliche Aggregation vieler sehr kleiner Individuen (Subindividuen), deren Flächen ungefähr so wie die Mauersteine eines Gewölbes, in nicht völlig paralleler (hypoparalleler) Stellung unter sehr stumpfen Winkeln zusammenstossen (Desmin, Prehnit, Strahlerz). Eine wirkliche Krümmung der Flächen dürfte dagegen z. B. an den sattelförmig gebogenen Rhomboëdern des Braunspaths und Eisenspaths, an den linsenförmigen Krystallen des Gypses, an Formen des Diamants (an welchem indess die Oktaëderflächen stets eben sind) und Antimonits vorkommen. Zu den ganz regellosen Krümmungen der Oberfläche gehören diejenigen, welche gerade so erscheinen, als ob der Krystall in Folge einer beginnenden Schmelzung halb zerflossen, oder auch an allen Kanten und Ecken abgerundet worden wäre (Bleiglanz, Augit von Arendal, Apatit im körnigen Kalk).

Endlich kommen auch noch andere, gleichfalls regellose, durch ganz unbestimmte Vertiefungen und Erhöhungen verursachte Unebenheiten der Krystallflächen vor. Eine fast allgemein gültige und für die Orientirung der Combinationen sehr wichtige Regel ist es übrigens, dass alle Flächen einer und derselben Form oder Partialform auch eine und dieselbe Beschaffenheit der Oberfläche besitzen, und sich überhaupt als völlig gleichwerthig erweisen.

Anm. Vgl. über diese Erscheinungen und ihre letzten Ursachen *Sadebeck* in seiner Angewandten Krystallographie (*Rose-Sadebeck*'s Elem. d. Krystallogr. II. 194). Von ihm werden jene kleinen Krystallindividuen, welche sich auf einer grösseren Krystallfläche in paralleler Stellung aber nicht immer übereinstimmend verjüngter Gestaltung bald mehr, bald weniger emporheben, Subindividuen genannt. Gröber werdende Ausbildung dieser Art geleitet zu dem Begriff des Krystallstocks (§ 51).

Bisweilen sind die feineren und gröberen Unebenheiten der Oberfläche nicht ursprünglich bei der Bildung derselben, sondern erst nachträglich entstanden, indem die ebenen Krystallflächen dem Angriff natürlich wirkender Corrosions- und Lösungsmittel unterlagen. Entstehen dabei eingesenkte Vertiefungen (zu vergleichen den künstlichen Aetzfiguren, s. § 92), so sind dieselben innerlich bisweilen krystallographisch regelmässig gestaltet; haben sie irreguläre Form, so heisst die Oberfläche zerfressen.

Die häufig vorkommende Erscheinung des Gebrochenseins der Flächen in mehre äusserst schwach gegen einander geneigte Felder hat *Scacchi* als Polyëdrie

bezeichnet; dieser Name war nicht glücklich gewählt, denn Polyëdrie, d. h. Umgrenzung von vielen ebenen Flächen, ist eine Eigenschaft aller Krystalle, welche gerade deshalb allgemein als Polyëder definirt werden. *Websky* will nur dann, wenn die Abweichungen der Neigungsverhältnisse gewisser Flächen von den mit ihnen in Verbindung gebrachten theoretischen Werthen in einer analogen Abweichung der inneren Structur, insbesondere in einer Zwillingsbildung ihren Grund haben, von einer Polyëdrie reden, und bezeichnet anderseits als vicinale Flächen denjenigen Complex von verschiedenen, einander und einer bekannten wohlausgeprägten sehr nahe liegenden Flächen, dessen Vorhandensein eine blose Oberflächenerscheinung ist[1]). Diesen Flächen sind complicirte krystallographische Zeichen eigen, welche indess nur wenig von einfachen Zeichen abweichen. Die Triakisoktaëder $m$O sind vicinal dem Oktaëder, wenn die Coëfficienten $m$ der Einheit sehr nahe stehen, z. B. $\frac{4}{4}\frac{2}{1}$, $\frac{1}{1}\frac{8}{7}$, $\frac{1}{1}\frac{2}{1}$; vicinal dem Rhombendodekaëder, wenn $m$ einen sehr hohen Werth hat; das Skalenoëder $\frac{1}{2}\frac{9}{1}R\frac{2}{1}\frac{1}{9}$ ist z. B. dem Rhomboëder R, das Makrodoma $\frac{1}{6}\frac{1}{0}\breve{P}\infty$ der Basis 0P, das Brachyprisma $\infty\breve{P}\frac{4}{4}\frac{3}{2}$ dem Grundprisma $\infty$P vicinal. Solche vicinale Flächen bieten z. B. der Diamant, Granat, Adular, Aragonit u. viele a. Mineralien dar. *Websky* hat am Adular, *v. Zepharovich* am Aragonit, *Grünhut* am Topas beobachtet, dass die Symbole vicinaler Flächen häufig gleiche Factoren aufzuweisen haben; bei letzterem findet sich z. B. in der Prismenzone die Reihe $\infty\breve{P}\frac{2}{2}\frac{8}{5}$, $\infty\breve{P}\frac{3}{2}\frac{6}{5}$, $\infty\breve{P}\frac{4}{2}\frac{4}{5}$, $\infty\breve{P}\frac{4}{2}\frac{2}{5}$, in welchen den die Axenschnitte ausdrückenden Verhältnisszahlen sämmtlich der Nenner 25 gemeinsam ist. Eine andere Prismenreihe, deren Verhältnisszahlen sämmtlich auf das allgemeine Zeichen $\frac{n}{n-1}$ führen, ist beim Topas: $\infty\breve{P}\frac{6}{5}$, $\infty\breve{P}\frac{5}{4}$, $\infty\breve{P}\frac{4}{3}$, $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$. Die Brachydomen des Topases $\frac{2}{3}\breve{P}\infty$, $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$, $\frac{4}{9}\breve{P}\infty$, $\frac{5}{9}\breve{P}\infty$, $\frac{2}{3}\breve{P}\infty$ stehen in dem Verhältniss, dass die Zähler der hier auftretenden Brüche, sofern man sie auf gleichen Nenner 9 bringt, eine arithmetische Reihe bilden. — *Hintze* gibt der Ansicht Raum, dass die Vicinalflächen nicht sowohl von irgend einer Rationalität abhängig sind, dass ihre Gesetzmässigkeiten sich nicht in den Parametern abspiegeln, sondern eher in den Neigungen selbst, also direct in den Winkeldifferenzen liegen.

Unechte Flächen, welche bisweilen wegen ihrer Glätte oder Streifung u. s. w. den wirklichen zum Verwechseln ähnlich sind, entstehen, wenn ein wachsender Krystall einen anderen bereits vorhandenen als Hinderniss antrifft und an diesem eine ganz zufällig verlaufende Contactebene abformt, welche dann noch desto mehr wie eine eigenthümliche Krystallfläche aussehen kann, wenn vielleicht der vorhanden gewesene Krystall später weggeführt worden ist. An Quarz-Individuen finden sich so vielfach die Flächen benachbarter Kalkspathkrystalle mit grosser Vollkommenheit ausgeprägt.

§ 65. **Unregelmässigkeiten der Krystallformen.** Es kann die Streifung und es muss die Krümmung der Krystallflächen schon eine mehr oder weniger auffallende Verunstaltung der ganzen Form bedingen; allein die meisten Unregelmässigkeiten der Formen können bei völlig ebener und stetiger Ausdehnung der Flächen vorkommen. Es gehören dahin besonders folgende Erscheinungen:

1) Ungleiche Centraldistanz gleichwerthiger Flächen. Die Flächen einer und derselben Form oder Partialform können nur dann die für sie geforderte Gleichheit und Aehnlichkeit der Figur besitzen, wenn sie in gleichen Abständen vom Mittelpunkt des Krystalls ausgebildet sind; anderenfalls werden sie nicht nur

1) Auch *Tschermak* will den Ausdruck Polyëdrie auf die betreffende Erscheinung bei den verzwillingten mimetischen Krystallen (vgl. § 61) beschränken, bei welchen sie dadurch zu Stande kommt, dass die einzelnen Felder oft verschiedenen Individuen angehören, welche nahezu in derselben Fläche endigen. Alsdann verhalte sich die Polyëdrie zu dem Auftreten der Vicinalflächen, wie die Zwillingsstreifung zur Combinationsstreifung (Lehrb. d. Miner. 1894. 105).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von ungleicher Grösse, sondern auch mit ganz anderer Figur erscheinen, als sie ihnen eigentlich zukommt, wodurch dann auch die Totalform des Krystalls mehr oder weniger entstellt werden muss. Da nun die Ungleichheit der Centraldistanz




Fig. 284.

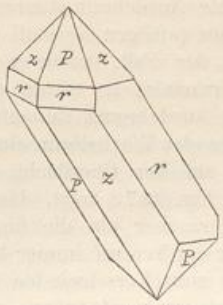



Fig. 285.

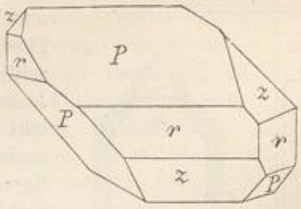



Fig. 286.

in Folge einer nicht allseitig gleichmässig erfolgten Lösungszufuhr eine ganz gewöhnliche Erscheinung ist, so begegnet man auch sehr häufig den so bedingten Abweichungen von der Regelmässigkeit der Ausbildung. Dadurch wird jedoch die, auch in ihrer physikalischen Beschaffenheit sich offenbarende völlige Gleichwerthigkeit aller Flächen einer und derselben Form nicht aufgehoben.

Man muss sich also eine jede Krystallfläche als parallel mit sich selbst beweglich vorstellen. Gewöhnlich erscheinen die dadurch erzeugten Unregelmässigkeiten als einseitige Verlängerungen oder Verkürzungen der Formen nach einer der Axen, nach einer Kante, oder nach irgend einer anderen krystallographisch bestimmten Linie, wodurch in manchen Krystallsystemen und namentlich im regulären System so auffallende Verzerrungen entstehen können, dass es nicht selten grosser Aufmerksamkeit bedarf, um den wahren Charakter des Systems zu erkennen. Ein Würfel, durch irreguläres Wachsthum nach einer Hauptaxe verlängert, sieht aus wie ein tetragonales Prisma mit 0P; nach einer Axe verkürzt, wie die tetragonale Comb. von ∞P und stark entwickeltem 0P; nach allen 3 Axen ungleich ausgedehnt, wie die Comb. der 3 rhombischen Pinakoide (Bleiglanz). Ein Oktaëder, abgeplattet nach einem Paar paralleler Flächen (d. h. in der Richtung einer trigonalen Zwischenaxe) gleicht einem Rhomboëder mit der Basis; stark ausgedehnt nach einer rhombischen Zwischenaxe kann es wie die Comb. eines rhombischen Makro- und Brachydomas aussehen (Spinell, Magnetit, Fluorit). Das Rhombendodekaëder, in der Direction einer Hauptaxe verlängert, liefert scheinbar die tetragonale Comb. ∞P.P∞; nach solcher Richtung verkürzt, die tetragonale Comb. P∞.∞P (Granat, Sodalith); nach einer trigonalen Zwischenaxe ausgedehnt, die rhomboëdrische Comb. ∞P2.R. Auch die übrigen regulären Formen gewinnen durch Ausdehnung nach einer trigonalen Zwischenaxe die Symmetrie der rhomboëdrischen Abtheilung, z. B. das Ikositetraëder. Das letztere, nach einer Hauptaxe verlängert, erscheint wie eine ditetragonale Pyramide, die oben und unten mit einer Protopyramide combinirt ist. — Fig. 285 und 286 stellen derartige Verzerrungen der in Fig. 284 abgebildeten normalen Krystallform des Quarzes dar. Zu den auffallendsten Beispielen gehören wohl die Salmiakkrystalle, welche von *Marx* und von *Naumann*, sowie die Kochsalzkrystalle, welche von *v. Kobell* beschrieben wurden.

Für die Gewinnung der äusseren Gestalt gilt im Allgemeinen der Satz, dass der Krystall sich mit denjenigen Flächen umgibt, welchen das langsamste Wachsthum zukommt (*Becke*).

Dies erläutert sich aus folgender Erwägung: Soll ein würfelförmiger Krystall beim Wachsthum seine Form behalten, so müssen die gleichzeitig auf allen

Würfelflächen abgelagerten Schichten gleich dick, die Wachsthumsgeschwindigkeit muss auf allen Flächen gleich sein. Setzt sich aber auf den oberen und unteren Flächen, indem diese langsamer wachsen, verhältnissmässig weniger Substanz ab, als auf den rascher wachsenden seitlichen, so müssen gerade die ersteren die grösste Ausdehnung erlangen und es entsteht ein nach ihnen tafeliger Krystall (Fig. 287a). Ist das Umgekehrte der Fall, wachsen die oberen und unteren Flächen rascher, so würde die Gestalt auf Kosten der seitlichen Ausdehnung säulenförmig werden (Fig. 287b). Je rascher das Wachsthum einer Fläche ist, desto mehr tritt sie auf der Oberfläche des wachsenden Krystalls zurück. Fig. 287c zeigt, dass die am oberen Ende des Krystalls rascher als die übrigen wachsende Fläche *a* nicht nur im Verlauf immer kleiner wird, sondern endlich ganz zum Verschwinden kommt.

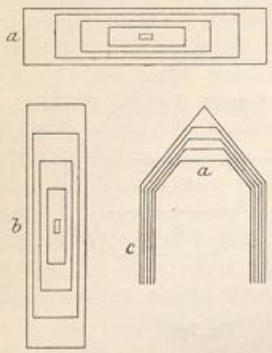


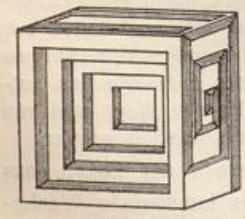
Fig. 287.

Wird ein verletzter, z. B. am einen Ende abgebrochener Krystall in eine Lösung gebracht, in welcher er weiterwachsen kann, so vergrössert er sich durch Substanzansatz an der verletzten Bruchfläche viel rascher als an den unversehrt gebliebenen Stellen, so dass die ursprüngliche Form des Krystalls durch Ausheilung wieder hergestellt wird. Auch im Mineralreich wird dieser Vorgang bisweilen beobachtet. Eine aus einem Krystall geschliffene Kugel umgibt sich in ihrer Lösung alsbald mit ebenen Flächen und wird, wie auch jedes unregelmässig begrenzte Körnchen oder Splitterchen allmählich durch Auswachsung zu einem regelmässigen Krystall.

2) Unvollzähligkeit der Flächen. An die aus der ungleichen Centraldistanz entstehenden Unvollkommenheiten der Ausbildung schliessen sich unmittelbar diejenigen an, welche darin begründet sind, dass die Zahl der zu einer und derselben Form gehörigen Flächen gar nicht vollständig vorhanden ist; eine Erscheinung, welche sowohl an einfachen Formen, als auch (und noch häufiger) an Combinationen vorkommt, und, bei ihrer völligen Regellosigkeit, weder mit der Hemiëdrie, noch mit der Hemimorphie verwechselt werden darf.

Das Oktaëder kann durch Ausfallen zweier gegenüberliegender Flächen wie ein Rhomboëder erscheinen. Grüne Flussspathkrystalle von der Form $\infty O3$ sind nach einer trigonalen Zwischenaxe ausgedehnt und haben nur die Hälfte ihrer Flächen entwickelt auf Kosten der anderen, so dass sie wie ein hexagonales Skalenoëder aussehen. Pentagondodekaëder von Eisenkies nehmen durch denselben Vorgang die anscheinende Gestalt eines spitzen Rhomboëders an.

3) Unvollständige äussere Raumerfüllung. Man sieht nicht selten Krystalle, deren Substanz den, durch die Umrisse des Kantennetzes vorgeschriebenen Raum nicht vollständig erfüllt, indem nur die unmittelbar an den Kanten und von diesen aus nach dem Mittelpunkt zu liegenden Theile ausgebildet sind. Die Flächen erscheinen dabei zurückgeblieben, trichterförmig vertieft oder ausgehöhlt, mit treppenartigen Absätzen (Fig. 288), und dies findet bisweilen in dem Grade statt, dass nur noch gleichsam Skelette von Krystallen übrig bleiben. Anderseits beobachtet man auch die Erscheinung, dass die Kanten wie eingekerbt oder eingeschnitten aussehen,


Fig. 288.

was auf denjenigen gestörten Bildungsact zurückzuführen ist, bei welchem die Flächen fortwachsen und die Kanten im Wachsthum zurückbleiben.

Die erstere lückenhafte Ausbildungsweise ist zumal an gewissen künstlichen, aus dem aufgelösten und geschmolzenen Zustande, oder auch durch Sublimation dargestellten Krystallen zu beobachten; z. B. an Kochsalz, Alaun, Wismut, Silber, arseniger Säure, Bleiglanz; sie tritt insbesondere da auf, wo eine rasche Krystallisation stattfindet. Quarze mit rippenartig vorstehenden Kanten zwischen den Rhomboëderflächen beschrieb *Laspeyres* vom Süderholz bei Siptenfelde im Harz; bei allen diesen Erscheinungen handelt es sich um das regelmässige Zurückbleiben von Flächen beim lagenweisen Weiteraufbau von Krystallen. (Aehnliche Einsenkungen kommen auch bei den nicht hierher gehörigen Pseudomorphosen vor, wo sie aber, wie bei den in Malachit umgewandelten Oktaëdern von Rothkupfer, dadurch hervorgebracht wurden, dass die neu entstandene Verbindung weniger Raum beanspruchte, als die ursprüngliche, und nicht hinreichte, den Umriss derselben ganz auszufüllen.) — Die sog. Krystallgerippe (oder Gitterkrystalle) bestehen aus Reihen von linear aneinander gefügten kleineren, insgesammt parallel und im Sinne eines Individuums orientirten Kryställchen (Subindividuen), wobei diese Reihen von einem Centrum aus in der Richtung gewisser Axen geradlinig auslaufen. Diese so in die Erscheinung tretenden Wachsthumsrichtungen nennt *Hirschwald* genetische Axen, *Sadebeck* tektonische Axen. In dem regulären System, in welchem Krystallgerippe oder discontinuirliche Wachsthumsformen sehr häufig sind, erfolgt die Aneinanderreihung sowohl, wie Fig. 289 zeigt, in der Richtung der drei Hauptaxen (z. B. Salmiak, Rothkupfererz, Bleiglanz, Magnetit, auch beim Gusseisen), als auch in der Richtung der trigonalen Zwischenaxen, welche das Centrum des Würfels mit dessen Ecken verbinden (z. B. Chlorkalium, Speiskobalt, ged. Silber), als auch selten in der Richtung der rhombischen Zwischenaxen, welche vom Centrum des Krystalls gegen die Mittelpunkte der Rhombendodekaëderflächen verlaufen. Dasselbe Mineral kann übrigens je nach den Bedingungen, unter welchen es krystallisirt, bald in der einen, bald in der anderen Axenrichtung wachsen. Wachsen die Krystallgerippe weiter, so können sie sich endlich zu einem einheitlichen Individuum schliessen. Vgl. *Knop*, Molecularconstitution u. Wachsthum d. Krystalle. Leipzig 1867; *Hirschwald*, N. Jahrb. f. Min. 1870. 183; *Lehmann*, Z. f. Kryst. I. 1877. 458. — Hierher gehört auch ein Theil der sog. gegitterten, gestrickten, netzartigen Formen, Individuen, bei denen das Voraneilen des Wachsthums an den Ecken und Kanten stern-, strauch-, netzähnliche Gestalten erzeugt, die aus Aestchen, Stäbchen, Blättchen zusammengesetzt sind. Vgl. auch die mikrokrystallinischen Aggregationsformen.

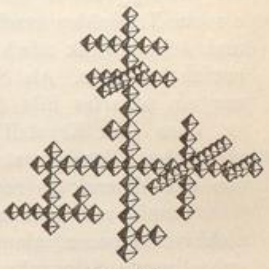


Fig. 289.

Wenn zufolge *Lehmann* das wachsende Krystallindividuum sich dadurch vergrössert, dass dasselbe aus der zunächst umgebenden, etwas übersättigten Lösung Stoff entnimmt, und wenn dadurch um dasselbe ein Hof verdünnter Lösung entsteht, diese Verdünnung aber durch Diffusionsströmung wieder ausgeglichen wird, so sind bei raschem Stoffansatz aus stark übersättigter Lösung die Ecken und Kanten des wachsenden Krystalls gewissermassen im Vortheil gegenüber den Flächen, weil sie ein viel ausgedehnteres Feld der in diesem Falle starken Diffusionsströmung beherrschen, als es einem gleich grossen ebenen Flächenstück möglich ist. Während auf letzterem sich nur eine dünne plane Anwachsschicht bildet, lagert sich auf den geknickten Stellen der Ecken und Kanten gleichzeitig ein dickerer Ansatz ab, welcher von Krystallflächen begrenzt ist, und nun mit seinen eigenen Ecken und Kanten Veranlassung zur Wiederholung des Vorgangs bietet. So entstehen die skelettartigen, gestrickten, gegitterten Formen, deren Auftreten auch durch die Zähigkeit der Lösung begünstigt wird. — Erfolgt das Wachsthum ganz allmählich aus wenig übersättigter Lösung, so ist der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hof verdünnterer Lösung schmal, die Diffusionsströmung schwach; ein Voraneilen der Kanten und Ecken kommt alsdann nicht zur Geltung und es bildet sich ein gleichmässiger Absatz über die ganze Krystalloberfläche hin aus.

Die schalenförmige Auflagerung, oder eine Parallelaggregation mit treppenartiger Ausbildung, wodurch eine Einkerbung der Kanten entsteht, ist sehr ausgezeichnet an Oktaëdern des gediegenen Silbers von Kongsberg, am Rothkupfererz, am ged. Gold von Sysertsk im Ural zu gewahren, auch an künstlichen Alaunkrystallen.

4) Anomalieen der Kantenwinkel. Die Unregelmässigkeiten der Krystallflächen scheinen sich bisweilen sogar bis auf die Lage derselben zu erstrecken, indem solche kleinen Schwankungen unterworfen sein kann, so dass die gleichwerthigen Kanten einer und derselben Krystallform die für sie geforderte absolute Gleichheit des Winkelmaasses nicht in allen Fällen erkennen lassen.

*Breithaupt* hat wohl zuerst auf diese Anomalieen aufmerksam gemacht, indem er z. B. fand, dass die Grundformen mehrer tetragonal und hexagonal krystallisirter Mineralien keineswegs die vorausgesetzte Gleichheit ihrer Polkanten besitzen, und dass selbst bei manchen regulären Formen ähnliche Ungleichheiten vorkommen. Doch hat sich anderseits die Thatsächlichkeit solcher Abweichungen vielfach nicht bestätigt. Dass z. B. die an den beiden Rhomboëdern der Quarzpyramide angeblich vorhandenen Winkeldifferenzen nicht existiren, davon haben sich *Kupffer*, *G. Rose*, *Naumann* und *Dauber* durch sehr genaue Messungen überzeugt, und dass ferner z. B. die für die Grundpyramide des Vesuvians behaupteten Monstrositäten, welche diese Pyramide als ein Triploëder erscheinen liessen, an den Varietäten aus Piemont, von Poljakowsk und Achmatowsk nicht vorhanden sind, wurde durch *v. Kokscharow* und *v. Zepharovich* bewiesen. Als *Strüver* u. a. die Winkel eines Spinell-Oktaëders, dessen Flächen nur ein scharfes Bild des Fadenkreuzes reflectirten, möglichst sorgfältig maass, fand er, dass »der Krystall allen billigen Anforderungen entspreche, welche man an ein physisches Oktaëder stellen kann«, sowie »dass man vom geometrischen Standpunkt aus das Mineral als regulär zu betrachten hat«.

Damit soll jedoch keineswegs behauptet werden, dass solche Anomalieen gar nicht vorkommen; sie mögen sich recht häufig finden, aber wohl nur auf kleine und unbestimmte Schwankungen beschränken, welche jeder Gesetzmässigkeit ermangeln. So berichtet *Pfaff*, dass er bei genauen, in dieser Richtung angestellten Messungen die Würfelflächen eines Flussspaths im Mittel $9\frac{1}{2}'$ von 90°, die Dodekaëderflächen eines Granats im Mittel $13\frac{5}{3}'$ von 60°, die Prismenflächen eines Berylls 6′ von 120° abweichend befunden habe, was darauf hindeute, dass da, wo für eine Form ein sehr unwahrscheinliches complicirtes Flächensymbol gefunden wurde, eine Winkelcorrection um mehre Minuten zur Herbeiführung eines annehmbaren in manchen Fällen wohl gestattet sei. *Dauber* hat mehrfach auf die physischen Einwirkungen aufmerksam gemacht, welche eine Störung in der Lage der Flächen verursachen können, ohne doch immer die Glätte und Ebenheit derselben zu alteriren. Wenn man bedenkt, wie manchen solchen störenden Einflüssen die Krystallbildung unterworfen gewesen sein mag, so wird man es ganz begreiflich finden, dass nur wenige Krystalle jener idealen Regelmässigkeit in der Ausdehnung und Beschaffenheit ihrer Flächen nahe kommen, welche in der reinen Krystallographie vorausgesetzt wird. Dergleichen Anomalieen können aber die Gesetze der Krystallsysteme nimmermehr erschüttern. — Die von den mimetischen Bildungen (§ 61) dargebotenen Winkelunterschiede gehören selbstverständlich nicht hierher, da es sich bei ihnen nur um scheinbar einfache Formen, thatsächlich um Zwillingsbildungen höheren Grades handelt. Ferner ist einleuchtend, dass bei der Entstehung der Umwandlungs-Pseudomorphosen (§ 83) Verschiebungen der für die ursprüngliche Substanz gültigen Winkelwerthe leicht eintreten können.

§ 66. **Unvollständige Ausbildung und andere abnorme Gestaltung der Krystalle.** Freier Raum nach allen Seiten, oder räumliche Isolirung, verbunden

mit einer allseitig gleichmässigen Zufuhr von Nahrung ist die erste Bedingung zu einer vollständigen Ausbildung der Krystalle. Die meisten ganz vollständigen Krystalle haben sich ursprünglich innerhalb einer sie umgebenden Masse als einzeln eingewachsene, gewissermassen schwebende Krystalle gebildet, und erscheinen als lose Krystalle, wenn sie durch die Zerstörung und Fortschaffung ihrer Matrix, oder auch durch absichtlichen Eingriff des Menschen frei gemacht worden sind. Solche eingewachsene und lose Krystalle stellen das Individuum des Mineralreichs in seiner völligen Isolirung, und wenn sie ausserdem regelmässig und scharf ausgebildet sind, in seiner vollkommensten Verwirklichung dar. Viele eingewachsene Krystalle sind jedoch während ihrer schwebenden Bildung durch die sie umgebende Mineralmasse in ihrer Entwickelung gehemmt worden oder haben nicht von allen Seiten her gleiche Substanzzufuhr erhalten, ermangeln daher einer scharfen Ausprägung ihrer Form und gehen endlich durch verschiedene Abstufungen in ganz regellos gestaltete Individuen über (Granat, Pyroxen, Spargelstein).

Die nächst vollkommene Form der Ausbildung gewähren die einzeln aufgewachsenen oder sitzenden Krystalle, welche sich auf der Oberfläche einer (gleichartigen oder fremdartigen) starren Masse gebildet haben und in einen Hohlraum hineinragen. Solche Krystalle werden freilich nur eine theilweise Formausbildung besitzen, weil sie in ihrem Fundament ein Hinderniss ihres freien Wachsthums finden mussten. Gewöhnlich zeigen sie nicht viel mehr, als die eine (obere) Hälfte ihrer Form; doch können sie bei günstiger Lage noch eine ziemlich vollständige Entwickelung, ja bisweilen, wenn sie nur von einem einzelnen Stützpunkt aus gewachsen sind, eine fast völlige Integrität der Form erreichen.

Der erwähnte Gegensatz der eingewachsenen schwebend und der aufgewachsenen sitzend gebildeten Krystalle ist für manche Mineralien charakteristisch; so finden sich z. B. unter den üblichen Verhältnissen die Leucite, Diamanten, Boracite nur in ersterer, die Zeolithe, Axinite nur in letzterer Form; die meisten Mineralien können allerdings in beiderlei Weise auftreten.

Wenn aber, wie dies nach § 3 meist der Fall, keine Isolirung, sondern eine Gruppirung oder Aggregation der Individuen stattfindet, so wird auch, im eingewachsenen wie im aufgewachsenen Zustande, eine unvollständige Bildung eintreten müssen, weil sich die neben und über einander gewachsenen Individuen gegenseitig nach verschiedenen Richtungen beschränken. Gewöhnlich ragen dann nur die zuletzt gebildeten Krystalle mit ihren freien Enden hervor.

Der Mineralog befindet sich daher öfters in derselben Lage, wie der Archäolog, welchem die Aufgabe vorliegt, aus einzelnen Gliedern, aus dem verstümmelten Torso einer Statue die ganze Form herauszufinden, und solche, wenigstens in seiner Vorstellung, zu reproduciren.

Während die vorstehend erwähnten Gestaltungen als ursprünglich so gebildete Wachsthumsformen gelten müssen, kommen bei manchen Mineralien, namentlich den als Gemengtheile in Felsarten eingewachsenen, gar nicht selten Zerbrechungen, und damit verbundene Verschiebungen ihrer Theile gegen einander vor, wobei dann die Fragmente durch dazwischen getretene Mineralmasse wieder verkittet erscheinen (Feldspathe in Graniten, Quarze in Porphyren, Granaten, Berylle, Turmaline in krystallinischen Schiefern). Diese Störungen in dem Regelmaass der formellen Ausbildung sind ohne Zweifel durch eine spätere mechanische Einwirkung auf bereits fest gewordene und fertige Individuen veranlasst worden; einestheils müssen sie in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den schon starr gewesenen Gesteinen mit dem Gebirgsdruck in Verbindung gebracht werden, anderentheils können in den aus dem Schmelzfluss sich verfestigenden Eruptivgesteinen die Bewegungen des noch plastischen Magmas mechanische Deformationen und Fracturen der bereits darin zu einer relativ frühen Auskrystallisation gelangten Individuen herbeiführen. Der in dem letzteren Falle um das schwebend aus ihm gebildete Individuum befindlich gewesene Schmelzfluss vermochte aber auch bisweilen durch chemische Corrosion die gewonnene Krystallform desselben zu verstümmeln oder abzurunden.

### § 67. Geringe Ausdehnung und mikroskopische Kleinheit der Krystalle.

Die absolute Grösse der Individuen eines und desselben Minerals ist nach § 3 sehr schwankend; sind ihr auch aufwärts gewisse Grenzen gesetzt, so kann die Dimension doch abwärts bis zu mikroskopischer Kleinheit herabsinken.

So gibt es z. B. vom Quarz, Gyps, Beryll fuss- bis ellenlange Krystalle, wogegen man noch niemals einen Boracitkrystall oder Diamantkrystall von solcher Grösse gesehen hat; wie denn überhaupt die regulären Krystalle, wegen ihrer gleichen Dimensionen, die absolute Grenze derselben weit eher erreichen, als die der übrigen Systeme.

Es ist daher begreiflich, dass bei sehr kleiner Ausdehnung der Individuen eine genaue Erkennung und Bestimmung ihrer Krystallform für das unbewaffnete Auge theils erschwert, theils auch ganz unmöglich gemacht werden muss. Dies gilt nicht nur für solche Krystalle, welche nach allen drei Dimensionen sehr geringe Ausdehnung besitzen, sondern auch für solche, bei denen dies nur nach einer oder zweien der Fall ist. Zeigt ein Krystall sehr geringe Ausdehnung nach einer Dimension, so hat er eine dünn-tafelartige oder lamellare, irgend einem Pinakoid entsprechende Form, und dann sind nicht selten die Randflächen der Tafel so klein und schmal, oder auch so unvollkommen gebildet, dass eine nähere Untersuchung der Form nicht einmal bis zur Bestimmung des Krystallsystems gelangen lässt. Sind zugleich auch die übrigen Dimensionen sehr klein, so erscheinen die Krystalle nur noch als dünne Blättchen und Schüppchen. Wenn ein Krystall nur nach einer Dimension bedeutende, nach den beiden anderen Dimensionen aber sehr geringe Ausdehnung besitzt, so hat er eine nadelförmige, oder haarförmige, meist durch die Flächen eines Prismas bestimmte Gestalt, und dann sind wiederum die Seitenflächen dieses Prismas oft so schmal, und die terminalen Flächen so klein, dass man gleichfalls auf eine nähere Bestimmung der Form verzichten muss. In vielen solchen Fällen lässt zwar die Anwendung einer Loupe oder eines Mikroskops zu einer allgemeinen Bestimmung der Form gelangen; doch ist eine ganz genaue Ermittelung derselben nicht leicht vorzunehmen.

Eine Anzahl von Mineralien gibt es übrigens, welche bis zur allergrössten Winzigkeit ihrer Individuen, deren eigenthümliche Formengestaltung mit fast modellgleicher Schärfe beizubehalten vermögen. Dazu gehören z. B. Leucit, Quarz, Augit, Magneteisen, Eisenglanz, Spinell, Apatit, Zirkon, die mitunter in den niedlichsten, um und um ausgebildeten Kryställchen von wenigen Tausendstel Millimeter Länge als Gemengtheile von Gesteinen auftreten.

Die in mikroskopischer Kleinheit ausgebildeten Mineral-Individuen, wie dieselben namentlich als Gemengtheile von Gesteinen oder als Einschlüsse in Mineralien sich finden, erscheinen, abgesehen von den eben erwähnten wohlgeformten Vorkommnissen, namentlich in der Gestalt von rundlichen Körnern, Lamellen oder langen nadelförmigen Säulchen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die mikroskopischen lamellaren Krystalltäfelchen zeigen mancherlei Deformitäten durch gestörte Ausbildung, indem ihre begrenzenden Ränder zum Theil oder sämmtlich nicht linear ausgezogen, sondern mit den verschiedensten Contouren ausgebuchtet, ausgezackt und ausgefranzt sind, oder indem diese Blättchen in einzelne isolirte und durch fremde Substanz getrennte Striemen auseinandergelöst erscheinen, welche gleichwohl in ihrer Vereinigung augenscheinlich zu einem Individuum zusammengehören. Im grösseren Maassstab kommt letzteres z. B. bei den wie zerschnitten aussehenden Titaneisenlamellen im Basalt vor.

Ausserordentlich beliebt ist für die mikroskopischen Individuen mehrer Mineralarten die Nadelform oder langgestreckte dünne Säulengestalt. *H. Vogelsang* hat für diese Gebilde, wie sie insbesondere als Gemengtheile von Felsarten auftreten, die sehr passende allgemeine Gruppenbezeichnung Mikrolith in Vorschlag gebracht (Philosophie der Geologie, 1867. 139). In vielen Fällen kann man mit grösster Sicherheit feststellen, welchem Mineral der Mikrolith angehört, und alsdann bedient man sich der genaueren Benennung Hornblende-, Feldspath-, Augit-, Apatit-, Sillimanit-, Rutil-Mikrolith u. s. w. Anderseits ist bei manchen nadelförmigen Gebilden dieser Art die Zurechnung zu einem makroskopisch bekannten Mineral nicht mit genügender Gewissheit möglich, sei es, weil dieselben zu arm an charakteristischen Eigenthümlichkeiten sind, sei es, weil sie vielleicht überhaupt nicht makroskopisch aufzutreten pflegen. Die



Fig. 290.

Mikrolithen (Fig. 290) sind gleichfalls allerhand Abweichungen in ihrer äusseren Gestaltung unterworfen: bald erscheinen diese Nadeln an einem oder an beiden Enden etwas keulenförmig verdickt, oder pfriemenförmig zugespitzt, oder gabelartig in zwei Zinken ausgezogen, oder fein eingesägt und gefranzt, auch wohl in der Mitte sanduhrähnlich eingeschnürt; bald sind sie schwächer oder stärker hakenähnlich gekrümmt oder gar geknickt, schleifenförmig verdreht oder pfropfenzieherartig geringelt; bald wird es durch die abwechselnde Verdickung und Verdünnung eines und desselben Mikroliths ersichtlich, dass er durch die Vereinigung mehrer linear aneinandergereihter rundlicher Körnchen entstanden ist. Doch sind solche Gestaltungen immerhin nur Ausnahmen gegenüber den regelmässig in der einfachen Nadelform gewachsenen Mikrolithen. Die regulären Mineralien besitzen wegen ihres isometrischen Aufbaues keinerlei Neigung zur mikrolithischen Ausbildungsweise, ebensowenig diejenigen, welche auch makroskopisch als Tafeln oder Lamellen aufzutreten vorziehen.

Anm. Anfertigung von Präparaten für die mikroskopische Untersuchung. Bei dieser Gelegenheit, wo zum ersten Mal von dem Verhalten der Mineralien unter dem Mikroskop die Rede ist, mag Einiges über die Art und Weise eingeschaltet werden, wie die für die mikroskopische Untersuchung im durchfallenden Licht vor allem dienlichen Objecte, die sog. Dünnschliffe hergestellt werden. Diese Untersuchung erstreckt sich nicht nur auf die Wahrnehmung und Erkennung von Mineralpartikeln, die wegen ihrer Kleinheit dem freien Auge unsichtbar sind, sondern sie hat den ferneren Zweck, das Detail der innerlichen Beschaffenheit auch grösserer Individuen zur Anschauung zu bringen (z. B. schichtenartigen Aufbau, das Dasein fremder fester, flüssiger oder gasförmiger Einschlüsse, Zwillingsbildung, Spaltbarkeit, Umwandlungserscheinungen u. s. w.), und in Verbindung mit optischen Methoden sowohl die physikalischen Eigenschaften (Lichtbrechung, Anzahl und Lage der optischen Axen, Lage und Werth der optischen Elasticitätsaxen, Pleochroismus u. s. w.) festzustellen als überhaupt die Diagnose zu vermitteln.

Durch Abschlagen mit einem Hammer, durch Abspalten mit dem Meissel oder durch Abschneiden vermittels einer sog. Steinschneidemaschine verschafft man sich ein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

möglichst dünnes, flaches, scherbenähnliches Stückchen des zu präparirenden Minerals (oder Gesteins). Letztere Maschine, bei welcher das Schneiden durch eine rotirende, an der Peripherie mit Diamantstaub besetzte Weissblechscheibe erfolgt, ist namentlich dann von Nutzen, wenn Präparate in einer bestimmten krystallographisch orientirten Richtung gewonnen werden sollen, oder wenn es sich um nur sehr spärlich vorliegendes Material handelt. Dem von Sprüngen möglichst freien Scherbchen oder Plättchen wird nun durch einseitiges Anschleifen auf einer homogenen Unterlage, am besten auf einer Gusseisenplatte, die mit Wasser benetzt und mit gröberem oder feinerem Smirgel- oder Carborundpulver bestreut ist, eine ganz ebene Fläche verliehen, welche dann auf einer matten Glastafel mit äusserst feinem Smirgelschlamm geglättet und gewissermassen polirt wird. Darauf wird es mit dieser letzteren Oberfläche auf einem handlichen dickeren Glasplättchen vermittels festwerdenden Canadabalsams aufgekittet und es erfolgt nun das eigentliche Dünnschleifen, welches zuvörderst wieder in derselben Weise, wie das anfängliche Anschleifen vorgenommen wird, wobei das Gläschen als Handhabe dient. Hat das Plättchen allmählich eine solche Dünne erreicht, dass es durch diese gröbere und rauhere Operation leiden könnte, so geht man zu der matten Glastafel mit möglichst allerfeinstem Smirgelschlamm oder zu einem Wetzstein mit Terpentinöl über. Nach der gründlichen Reinigung von schmutzigem Balsam wird das hinlänglich dünn gewordene Präparat von der erwärmten Unterlage auf einen reinen Objectträger übertragen, hier in Canadabalsam eingebettet und mit einem Deckgläschen versehen. Die zu erzielende Dünne des Präparats hängt selbstredend vorzugsweise von dem Grade der Pellucidität des Objectes ab: durchsichtige, durchscheinende oder an den Kanten durchscheinende Substanzen brauchen nicht so dünn präparirt zu werden, wie solche, welche im gewöhnlichen Sprachgebrauch als impellucid gelten. Das fertige Präparat sollte, sofern es ausführbar ist, immer so fein sein, dass man, wenn es auf Druckschrift gelegt wird, letztere durch dasselbe hindurch lesen kann. Die durchschnittliche Dicke wohlgelungener Dünnschliffe beträgt 0,025 bis 0,05 mm. Dünne lichtdurchlässige Lamellen, die aus leicht nach einer Richtung spaltbaren Mineralien unschwer gewonnen werden, gelangen ohne weitere Präparation zur Einbettung. — Die unbedeckt gelassenen Dünnschliffe können auch zu chemischen Reactionen im kleinen Maassstab benutzt werden, deren Verlauf und Resultat dann mit dem Mikroskop verfolgt wird (§ 163). — Anderseits geben in gewissen Fällen zerkleinerte Mineralsubstanzen ebenfalls den Gegenstand mikroskopischer Untersuchung ab, wie sie theils durch directes Pulvern, theils nach einer mechanischen oder chemischen Separation gemengter Pulvermassen als isolirte Portionen erhalten werden. Solche Pulver werden, um die innere Structur ihrer Partikelchen besser hervortreten zu lassen, gleichfalls in Canadabalsam eingebettet und mit einem Deckgläschen versehen; will man die äussere Begrenzung der Körnchen scharf erblicken, so untersucht man sie in einer Flüssigkeit, deren Brechungsquotient mehr von dem des Pulvers abweicht, als es bei dem Canadabalsam ($n = 1{,}549$) der Fall ist, z. B. in Wasser. — Bei Mineralsubstanzen, welche, wie die meisten Erze, selbst bei grösster Verdünnung nicht lichtdurchlässig werden, kann nur die angeschliffene Oberfläche im auffallenden Lichte untersucht werden. Ueber Specielles vgl. *F. Zirkel*, Lehrb. der Petrographie. 2. Aufl. I. 1893. 20 ff.

### b) Innere Beschaffenheit der Krystalle.

Nicht nur mit Bezug auf das Regelmaass der äusseren Umrisse sondern auch betreffs der inneren Continuität und Homogenität der Substanz bieten die Individuen des Mineralreichs ausserordentlich viele Abweichungen von der normalen oder idealen Ausbildungsweise dar, welche es verlangt, dass jeder Theil des Krystalls dieselbe chemische und physikalische Natur besitzt, wie ein benachbarter. Hierher gehören vor allem die meisten Erscheinungen der Umrindung und des Schalenbaues, sowie das Dasein von fremden Einschlüssen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

§ 68. **Umrindung und Schalenbau.** Die Umrindungen bestehen in dem parallelen Umschlossensein eines innerlichen Kerns von einer Hülle oder mehren derselben, wie sich dies an den durchbrochenen oder durchschnittenen Krystallen zeigt. Solche zonar gebaute Krystalle sind also durch fortwährende Umlagerung, welche aber mit gewissen Unterbrechungen erfolgte, zu ihrer jetzigen Grösse gewachsen, jede schalenartige Umhüllung entspricht einer Bildungsperiode, die Grenze zwischen zweien derselben bezeichnet die Intermittenz des Wachsthumsactes. Diese Umrindungen geben sich theils schon dem freien Auge kund, theils sind sie in solcher Zartheit ausgebildet, dass sie nur bei stärkerer Vergrösserung unter dem Mikroskop an den Mineraldurchschnitten erkannt werden. Bei ihnen handelt es sich um verschiedene, insbesondere um folgende drei Fälle:

1) Kern und Schalen sind krystallographisch und chemisch identisch; alsdann wird der Gegensatz zwischen den einzelnen, gleich beschaffenen und auch gleich gefärbten Umhüllungen vielfach nur dadurch ersichtlich gemacht, dass Partikel fremder Substanz, welche während des successiven Wachsthums die jedesmalige Oberfläche bestäubten, auf der Grenze zwischen jenen abgelagert erscheinen. Hin und wieder wechseln trübere und klarere Schalen mit einander ab oder es wird ihr Dasein dadurch dargethan, dass innerhalb gewisser derselben fremde färbende Mineralpartikel eingeschlossen liegen; z. B. Schwerspathkrystalle, zusammengesetzt aus wasserklaren und rothen, durch eingelagerte Realgartheilchen so gefärbten Zonen. — Grosse Individuen von Quarz (Kappenquarz), von Wolframit zeigen solche Zusammensetzung aus Schalen, welche gewöhnlich mehr oder weniger fest mit einander verwachsen, mitunter aber so locker verbunden sind, dass man sie ohne weiteres abheben kann. Bisweilen erfolgt der Schalenaufbau nicht gemäss der ganzen Krystallgestalt, sondern blos nach einer einzigen Fläche, wie beim Diallag, Bronzit.

2) Kern und die einzelnen Schalen sind krystallographisch isomorph (gleichgestaltet), aber chemisch mehr oder weniger verschieden, oder wenigstens nicht identisch, deshalb auch, wo gefärbte Mineralien vorliegen, durch das wechselnde Eintreten von Bestandtheilen etwas abweichend und manchmal in häufiger Wiederholung abwechselnd gefärbt. Diese Erscheinung verweist offenbar auf successive Veränderung in der Beschaffenheit derjenigen Substanzen, aus welchen der wachsende Krystall sich ausschied; bei den Gemengtheilen der Eruptivgesteine ist dieser zonare Aufbau die Folge der zeitlich verschiedenen chemischen Zusammensetzung des Magmas. Während die einzelnen Anwachsschichten meist untereinander und mit den äusseren Contouren des Krystalls parallel verlaufen, zeigt sich bisweilen auch ein anders begrenzter Kern, dessen Kanten und Ecken, bei der fortschreitenden Vergrösserung, den krystallographischen Gesetzen entsprechend, durch Flächen ersetzt wurden und umgekehrt.

Grosse Individuen des Vesuvians oder Granats sind so aus vielen Schalen von verschiedenem Braun, grosse Epidote aus solchen von abweichend grünen Tönen zusammengesetzt, beim Turmalin umschliessen z. B. braune Schalen einen inneren blauen Kern; beim Flussspath finden sich honiggelbe Würfel mit weissen trüben Kernen, weingelbe Würfel mit violetten, farblose Würfel mit blauen Kernen; bräunliche oder gelbliche Kalkspathe tragen wasserklare Hülle. — Würfelige Flussspathkrystalle besitzen einen oktaëdrisch gestalteten Kern, oder sind weiss mit violblauen Ecken. Krystalle

von Kalkspath, äusserlich die Form des Grundrhomboëders R aufweisend, lassen einen dunkeln Kernkrystall von der Form — 2R durchscheinen. Krystallographische Abweichungen zwischen Kern und Hülle zeigen auch viele Barytkrystalle.

Die schalige Zusammensetzung offenbart sich bei vielen Krystallen erst mit Hülfe des Mikroskops durch die Untersuchung der von ihnen angefertigten Dünnschliffe, erscheint alsdann aber auch im allergrössten Detail; die einzelnen Schichten geben sich in solchen Durchschnitten als rahmenähnliche, ineinander geschachtelte Streifen oder Zonen zu erkennen, deren gegenseitige Abgrenzung theils durch verschiedenen Farbenton der aufeinander folgenden, theils durch zwischengestreute oder eingestreute fremde Körperchen oder durch Wechsel der Pellucidität, auch wohl durch abweichendes optisches Verhalten, z. B. durch Gegensätze in der Auslöschungsschiefe, in den Brechungsquotienten, in den optischen Axenwinkeln besonders deutlich wird. Augite, Hornblenden, Feldspathe, Granaten, Leucite, namentlich solche, welche als Gemengtheile der Felsarten auftreten, weisen diese Erscheinung ungemein schön auf. Derart fein fallen manchmal die einzelnen zusammensetzenden Lagen aus, dass sie nur wenige Tausendstel Mm. in der Dicke messen: an Durchschnitten von millimeterlangen Augitkrystallen sind bisweilen an hundert einander umhüllende Schichten zu zählen.

Bei der optischen Untersuchung von Durchschnitten der Plagioklasfeldspathe wird oft erkannt, dass die vom Centrum nach der Peripherie auf einander folgenden, deutlich abgegrenzten Zonen einen Wechsel der Auslöschungsschiefe besitzen, welcher auf eine, nach bestimmter Richtung fortschreitende Veränderung in der chemischen Zusammensetzung schliessen lässt, meist so, dass der Kern kieselsäurearm, kalkreich und natronarm ist, nach aussen zu immer kieselsäurereicher, kalkärmer und natronreicher werdende Schichten sich gegenseitig umhüllen. Nicht selten erfolgt auch, wie das optische Verhalten zeigt, die Substanzänderung von innen nach aussen stetig und continuirlich, d. h. ohne ersichtliches Dasein von einzelnen getrennten Schalen.

Künstlich lässt sich die isomorphe Schichtung nachahmen, indem man z. B. dunkle Oktaëder von Chromalaun in eine Lösung von gewöhnlichem Kalialaun hängt, welche eine farblose Hülle um den Kern absetzt. Bringt man Bittersalzkrystalle abwechselnd in Lösungen von Bittersalz und Manganvitriol und wieder in solche von reinem Bittersalz, so wachsen abweichend gefärbte isomorphe Schichten in beliebiger Zahl umeinander.

In einem gewissen Sinne gehört zu der isomorphen Schichtung auch die Erscheinung, dass das Weiterwachsen in der isomorphen Mischung nicht allseitig peripherisch, sondern nur einseitig geschah, wie es z. B. bei den säulenförmigen Turmalinen der Fall, welche in der Richtung der Verticalaxe verschiedene, ungefähr basisch abgegrenzte Färbung zeigen. — Eine besondere Modification des successiven Krystallaufbaus besteht in dem Dasein der sog. Anwachspyramiden oder Anwachskegel. Der Krystall erscheint alsdann gewissermassen als eine Vereinigung von lauter (umgekehrten) Pyramiden, deren Basis eine Krystallfläche ist und deren Spitze sich da befindet, wo die Fläche zuerst aufgetreten war, also im idealen Falle in der Mitte (Fig. 291). Im Durchschnitt gibt sich daher eine Zusammensetzung aus einzelnen Sectoren zu erkennen, welche den auf den einzelnen Flächen eines kleinen Kerns zum Absatz gelangten Partieen entsprechen. Natürlich ist die Zahl der Anwachspyramiden ebenso gross wie diejenige der Flächen, parallel denen die Vergrösserung des Krystalls stattfand: ein Würfel würde 6, ein Oktaëder 8 derselben aufweisen; auf gleichwerthigen Flächen bilden sich übereinstimmende Anwachspyramiden aus. Die Erscheinung wird aber namentlich dadurch deutlich, dass ungleichwerthige Flächen auch eine Abweichung in der Beschaffenheit der zugehörigen Pyramiden erkennen lassen; dies spricht sich z. B. darin aus, dass ihnen verschiedene Färbung, verschiedene chemische Zusammensetzung oder ein etwas anderes optisches Verhalten eigen ist (sog. Sanduhrbau beim Augit), oder dass sie fremde Einschlüsse in verschiedentlicher Weise

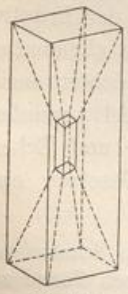


Fig. 291.

enthalten (Chiastolith), oder dass in Verbindung damit die Aetzfiguren differirende Form und Anordnung zeigen. Für das Zustandekommen des Sanduhrbaus scheint namentlich das Dasein anisomorpher Substanzen von Belang zu sein (vgl. *Blumrich*, Min. u. petr. Mitth. XIII. 1892. 239; *Pelikan*, ebendas. 258, sowie dessen ausgezeichnete Abhandlung »Ueber den Schichtenbau der Krystalle«, ebendas. XVI. 1896. 1). — An den durch dilutes Pigment gefärbten Krystallen treten die Anwachspyramiden dadurch hervor, dass verschiedene Krystallflächen den Farbstoff in verschiedenem Grade auf sich niederschlagen. Aus einer gesättigten Lösung von Strontiumnitrat, welche mit dem Farbstoffextract von Haematoxylon Campechianum versetzt ist, scheiden sich Krystalle ab, bei denen die Anwachskegel auf den Prismenflächen ungefärbt, diejenigen auf den übrigen Flächen prachtvoll roth erscheinen. Künstliche Meconsäurekrystalle, gefärbt mit Methylviolett, zeigen 2 violette und 2 blaue Anwachspyramiden. — Andere Beispiele dafür, dass den Krystallflächen eine gewisse auswählende Kraft zukommt, liefern Baryte, Turmaline (bei welchen auf den Rhomboëderflächen Substanzen abgelagert werden, die auf den Prismenflächen fehlen), Zinnstein.

3) Kern und Schalen sind krystallographisch und chemisch abweichend, aber es ist das Zusammenfallen gewisser ausgezeichneter Flächen oder Spaltrichtungen möglich und vorhanden; hierher gehören z. B. die primären Umrindungen von Hornblende um Augit, die von monoklinem Pyroxen um rhombischen, die von triklinem Plagioklas um monoklinen Orthoklas.

§ 69. **Fremde Einschlüsse in den Mineralien.** Die Continuität der innerlichen Raumerfüllung durch eine und dieselbe Substanz wird bei den Individuen des Mineralreichs sehr häufig auf verschiedene Weise unterbrochen, indem dieselben sowohl mit grösseren oder kleineren Krystallen oder krystallinischen Partikeln anderer Mineralien durchwachsen, als auch mit anderen theils festen, theils flüssigen amorphen fremden Substanzen in grösserem oder geringerem Grade erfüllt oder endlich von Poren und Hohlräumen durchzogen sind. Alle diese fremden Einschlüsse treten ausserordentlich viel häufiger in mikroskopischem Maassstab als von makroskopischen Dimensionen in den Mineralien hervor[1]).

Die Einschlüsse sind zwar häufig ganz regellos durch das Mineral vertheilt, finden sich aber doch in sehr vielen Fällen auf deutlich ersichtliche Weise an gewissen Stellen desselben besonders angehäuft, während sie an anderen Stellen sehr spärlich erscheinen oder ganz fehlen. Sie liegen nämlich vor allem bald im Centrum des Krystalls versammelt, wobei dann dessen äussere Theile einschlussarm oder einschlussfrei sind, oder, im Gegensatz zum Centrum, gerade an der Peripherie besonders reichlich, oder sie finden sich schliesslich in den Durchschnitten innerhalb einzelner concentrischer Zonen eingelagert, treten also bei dem Schalenbau zwischen je zwei Schichten auf oder sind an gewisse derselben geknüpft. Wenn, worauf Beobachtungen bei künstlichen Krystallbildungen hinweisen, die Einlagerungen desto reichlicher von dem Krystall aufgenommen werden, je rascher sein Wachsthum erfolgt, so würde die centrale Anhäufung der Einschlüsse auf eine anfangs beschleunigte, später verlangsamte Vergrösserung des Krystalls schliessen lassen, die peripherische auf den gerade umgekehrten Vorgang, die zonare auf einen Wechsel in der Wachsthumsgeschwindigkeit.

Das Vorkommen solcher mit blosem Auge wahrnehmbarer krystallisirter oder krystallinischer Einschlüsse gehört zu den ziemlich häufigen Erscheinungen des Mineralreichs, und findet sich in sehr verschiedener Weise der Ausbildung. Bald sind es grössere, sehr deutlich erkennbare Krystalle, bald nur

1) Vgl. dar. *F. Zirkel*, Lehrb. d. Petrographie. 2. Aufl. 1894, Bd. I. 162—192.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

haarförmige oder feinschuppige Individuen eines Minerals, welche in ganz regelloser Lage von grösseren Krystallen eines anderen Minerals umschlossen werden. Im ersteren Falle ragen die eingeschlossenen Krystalle bisweilen mehr oder weniger weit aus dem einhüllenden Krystall heraus, auch sind sie wohl mitunter verbogen oder zerbrochen; im zweiten Falle kommt es oft vor, dass die feinen schuppigen oder körnigen Individuen nur nahe an oder auf der Oberfläche des einschliessenden Krystalls vertheilt, ihm gleichsam nur aufgestreut sind.

Besonders häufig ist die Erscheinung am Quarz, zumal an denjenigen reineren Varietäten, welche Bergkrystall genannt werden, und bei ihrer grossen Durchsichtigkeit ganz vorzüglich geeignet sind, die eingeschlossenen Krystalle deutlich erkennen zu lassen. Auch der Kalkspath, der Flussspath, der Baryt, die Feldspathe und Turmaline sind nicht selten mit krystallisirten Einschlüssen versehen, deren Vorhandensein, bei den höheren Graden der Pellucidität, welche diesen Mineralien eigen zu sein pflegen, ebenfalls leicht bemerkt werden kann.

Als weniger deutliche Einschlüsse in Form von staubähnlichen Partikeln, Schüppchen oder haarförmigen Gebilden kommen zumal häufig Pyrit, Kupferkies, Chlorit (Helminth), Amiant und Goethit vor. Die kleinen Pyrit- und Chloritkrystalle zeigen bisweilen innerhalb des sie umschliessenden Krystalls eine mehr oder weniger regelmässige Vertheilung, welche durch die Form dieses Krystalls bestimmt wird. Doch bleibt die gegenseitige Lage der Individuen untereinander eine regellose, weshalb die Erscheinung in diesem Falle nicht als eine Interposition zu bezeichnen ist.

Krystallisirte oder krystallinische Körper von mikroskopischer Kleinheit sind den verschiedensten Mineralien in reichlicher Fülle und vormals ungeahnter Verbreitung eingewachsen, wie dies namentlich die Untersuchung der Gemengtheile von Felsarten gelehrt hat. Obschon sie in der Regel während des Wachsthumsactes des sie bergenden Minerals ganz ordnungslos und in zufälliger Stellung darin eingeschlossen wurden (sog. poikilitische Verwachsung), gibt es doch auch manche Fälle, wo ihre innerliche Einlagerung einen Parallelismus aufweist (sog. Interposition) oder in einer bestimmten Beziehung zu Form und Wachsthum des grossen Krystalls steht.

So enthalten z. B. die röthlichen Kalkspathkörner des serpentinführenden Kalksteins von Modum in Norwegen eine grosse Menge zinnoberrother oder dunkelorangefarbiger, scharf begrenzter, durchscheinender Nädelchen (wahrscheinlich Nadeleisen) in sich, welche genau parallel den vier Axenrichtungen des Kalkspaths darin orientirt sind.



Fig. 292.

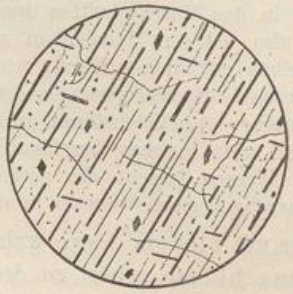


Fig. 293.



Fig. 294.

In den Nephelinen sind zarte grüne Augitprismen nach allen vier Axenrichtungen des hexagonalen Minerals eingeordnet. Im Dolomit vom Greiner liegen feine Tremolit-

fasern den Polkanten des Rhomboëders parallel. Der rhombische Hypersthen führt unzählige fremde Lamellen, die mit ihrer platten Fläche parallel dessen vollkommenster Spaltrichtung liegen, während ihre Längsausdehnung senkrecht auf die Verticalaxe des Hypersthens oder parallel derselben gerichtet ist.

Der Leucit hat die charakteristische Tendenz, zahlreiche fremdartige Körperchen (z. B. Augitmikrolithen, Magneteisenkörnchen) in sich einzuschliessen und dieselben so zu gruppiren, dass sie im Leucitdurchschnitt entweder einen centralen runden Haufen oder mehre concentrische Kränze darstellen, welche entweder Kreise oder achteckige Figuren sind; sie liegen demnach auf der Oberfläche von kleineren Leucitformen vertheilt, welche man sich in den Krystall eingeschrieben denkt (Fig. 292). Mikrolithische Interpositionen zeigt Fig. 293 im Labradorit, Fig. 294 in einem schalig zusammengesetzten Querschnitt von Augit, Fig. 295 in einem Verticalschnitt des Nephelins. Fig. 296 stellt in einem Ikositetraëder von Granat Quarzeinschlüsse dar, welche sich der Form des ersteren angepasst haben.



Fig. 295.



Fig. 296.

Solche Einwachsungen von mikroskopischen krystallisirten oder krystallinischen Individuen sind es auch, wodurch gewisse Mineralien ihre besondere Farbe oder hervorstechende optische Eigenthümlichkeiten erlangen. Rother feinvertheilter Eisenglimmer färbt den bei Stassfurt vorkommenden Carnallit und den Stilbit aus dem tiroler Fassathal intensiv roth. Der Prasem von Breitenbrunn verdankt seine lauchgrüne Farbe einem dichten Gewirr von schilfigen und nadelförmigen Strahlsteinsäulen, mit welchen seine klare farblose Quarzmasse durch und durch gespickt ist; Bergkrystalle erscheinen schmutzig grün durch massenhaft eingewachsene Chloritstäubchen. Betreffs weiterer durch solche Einlagerungen hervorgebrachter Erscheinungen vgl. den Abschnitt über Farbenwandlung, Schillern, Asterismus.

In manchen Krystallen sind die eingewachsenen mikroskopischen Individuen in ganz ungeheurer Anzahl vorhanden. Die Substanz vieler dunkelgefärbter Mineralien strotzt wahrhaft von innig eingemengten isolirten winzigen Magneteisenkörnchen. In den triklinen Feldspathen vieler Gesteine liegen schwarze und bräunlich durchscheinende Körnchen, Nädelchen und Täfelchen in enormer Anzahl und herabsinkend zu so kleinen Dimensionen, dass ein Theil derselben selbst bei stärkster Vergrösserung nur wie der allerfeinste Staub erscheint. — Ausserdem ist die grosse Verschiedenartigkeit der eingeschlossenen Kryställchen bemerkenswerth; so hat man z. B. Leucit-Individuen untersucht, welche ausser glasigen und flüssigen Partikeln nicht weniger als fünf verschiedene andere mikroskopische Mineralien einhüllten: grüne Pyroxene, farblose Nepheline, blaue Haüyne, braune Granaten, schwarzen Magnetit. Häufig aber ist es wegen der Kleinheit der körneligen, mikrolithischen oder lamellaren Einschlüsse schwierig oder nicht möglich, sie mit einem bekannten Mineral zu identificiren.

Bei sehr vielen chemischen Analysen ist eine Mineralsubstanz einschliesslich der fremden Einlagerungen zur Untersuchung gekommen, sei es, weil man die Gegenwart derselben überhaupt nicht voraussetzte, sei es, weil die vorherige mechanische oder chemische Entfernung derselben entweder verabsäumt wurde, oder thatsächlich unausführbar war. So haben manche, früher auffallende oder unerklärliche Ergebnisse

der Analysen, welche nicht mit der Normalformel des Minerals oder nicht unter einander stimmen wollen, in derlei fremden Einmengungen ihren Grund. (Vgl. z. B. Staurolith.) Davon machen die wohlausgebildeten, aber als solche undurchsichtigen Krystalle keine Ausnahme; denn makro- und mikroskopische Betrachtung lehrt, dass innige Erfüllung mit fremden Gebilden das Regelmaass der Krystallform keineswegs zu beeinträchtigen braucht. Denjenigen Mineralien gegenüber, welche, wie die meisten Erze, keine hinlänglich pelluciden Dünnschliffe liefern, hat das berechtigte Misstrauen in die Homogenität einen noch viel weiteren Spielraum.

Die Erscheinungen der Interposition gehen bis zur gegenseitigen innigen und vollständigen Durchdringung zweier verschiedener Mineralien, bei denen beide Substanzen in fast gleichem Volumen betheiligt sind und die einzelnen der beiderseitigen Partikel vielfach unter einander parallele Orientirung aufweisen; z. B. Verwachsungen von Kalifeldspath mit Albit, von Feldspath mit Quarz (Schriftgranit), von monoklinen und rhombischen Pyroxenen, von Magnetit und Titaneisen. In seltenen Fällen bestehen dann hinsichtlich der gegenseitigen Verwachsung beider Mineralien auch noch gesetzliche Beziehungen.

Es ist nicht ausgeschlossen und wird durch manche Beobachtung wahrscheinlich gemacht, dass dergleichen innige Durchwachsungen in einem so feinen Maassstab erfolgen, dass sie, jenseits der Grenze der Wahrnehmung gelegen, bei stärkster Vergrösserung in den besten Präparaten nicht mehr als solche zu erkennen sind, dass also submikroskopische Verwachsungen vorliegen. Eine Annahme derselben würde mehrfach auch die Resultate chemischer Analysen deuten. So z. B. fände der Natrongehalt in Orthoklasen seine Erklärung, wenn die letzteren als eine submikroskopische Verwachsung von Kalifeldspath mit Natronfeldspath betrachtet werden könnten.

Im Vorstehenden ist vorausgesetzt worden, dass die fremden krystallinischen Partikel während des Wachsthums des umgebenden Minerals von ihm eingeschlossen wurden. Die Durchsetzung einer Mineralmasse mit anderen nicht zugehörigen krystallinischen Substanzen kann aber auch so zu Stande kommen, dass dieselben sich, wie z. B. Chloritblättchen im Augit, Epidotkörnchen in der Hornblende, erst secundär als Neubildungsproduct aus jener Mineralmasse heraus entwickeln, oder dass auf Spältchen, welche die letztere durchziehen, fremde Mineralsubstanz zum Absatz gelangt, z. B. Infiltrationen von Brauneisenstein auf Klüftchen im Quarz. Solche erst nachträglich gebildete Einlagerungen werden nicht als Einschlüsse bezeichnet.

Anm. Zu den merkwürdigsten Beispielen einer sehr mangelhaften Raumerfüllung gehören noch die von *Scheerer* so genannten Perimorphosen oder Kernkrystalle: regelmässige, aus einem Individuum bestehende Krystallhüllen, welche meist mit ganz anderen Mineralien ausgefüllt sind, deren Aggregat sie wie einen Kern umschliessen. Sie sind bisweilen papierdünn, so dass der eigentliche Krystall gleichsam nur auf seine Epidermis reducirt ist. Die im körnigen Kalk vorkommenden Krystalle des Granats (z. B. von Arendal, Auerbach, Moldawa) lassen diese Ausbildungsweise zuweilen sehr auffallend erkennen; sie ist aber auch an anderen Mineralien beobachtet worden. Die Entstehung dieser Gebilde bietet noch manches schwer Erklärliche.

Mit blosem Auge sichtbare Einschlüsse einer Flüssigkeit sind u. a. in vielen Chalcedonen von Brasilien, Quarzen und Amethysten von Schemnitz und vom St. Gotthard, in manchen Steinsalzen, Flussspathen, Gypsen nicht eben selten und längst bekannt. Die in einem Hohlraum sitzende Flüssigkeit enthält gewöhnlich ein Bläschen, eine Libelle, und bewegt sich deshalb beim Neigen der Stücke wie diejenige einer Wasserwage hin und her. Auch nachdem Sir *David Brewster* nachgewiesen, dass solche Höhlungen mit Flüssigkeiten sich gleichfalls in mikroskopischer Kleinheit in manchen anderen Mineralien (z. B. Smaragd, Beryll, Chrysoberyll,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Chrysolith, Feldspath, Topas, Sapphir) finden, glaubte man zunächst noch, dass dieselben nur in wohl ausgebildeten Krystallen und in diesen blos spärlich und zufällig vorkommen. Erst durch *Henry Clifton Sorby*[1]) wurden (1858) diese Beobachtungen über die Verbreitung mikroskopischer Flüssigkeitseinschlüsse weiter ausgedehnt, verallgemeinert und zugleich auf zwei ganz neue Gebiete gelenkt, indem einerseits die künstlich gebildeten Krystalle in dieser Rücksicht eingehend zur Vergleichung untersucht wurden und anderseits die als Gemengtheile von Gesteinen auftretenden Mineralien eine Prüfung erfuhren. Im Laufe der Zeit haben sich die Nachweise über die Verbreitung dieser Gebilde so vervielfacht, dass es nicht mehr zweifelhaft ist, eine jede Mineralsubstanz sei unter den erforderlichen genetischen Bedingungen fähig, liquide Einschlüsse und zwar selbst in reichlicher Anzahl innerhalb ihrer Masse zur Ausbildung gebracht darzubieten.

So sind dieselben z. B. beobachtet in: Quarz, monoklinem und triklinem Feldspath, Nephelin, Elaeolith, Leucit, Meionit, Augit, Hornblende, Chlorit, Olivin, Phenakit, Topas, Cordierit, Vesuvian, Smaragd, Beryll, Spinell, Sapphir, Apatit, Kalkspath, Gyps, Flussspath, Steinsalz, Kryolith, Zinnstein, Zinkblende, Zinnober. Diese Mineralien sind allesammt solche, welche in Dünnschliffen genügende Pellucidität erlangen; für die völlig impellucid bleibenden Mineralkörper, z. B. die meisten Erze, lassen sich diese Einschlüsse durch das Mikroskop nicht nachweisen; es ist aber wahrscheinlich, dass sie hier in einem vielleicht nicht minderen Maasse ebenfalls vorhanden sind.

Die kleineren der mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse in den Mineralien (Fig. 297) sind gewöhnlich rundlich, dem Kugelrunden genähert, eiförmig, die grösseren oft auf das Verschiedenartigste gestaltet mit unregelmässigen Verästelungen und schlauchförmigen Verzerrungen. Weitaus die meisten derselben zeigen ein ganz deutlich erkennbares kugelförmiges und dunkelumrandetes Gasbläschen (Libelle) in der Flüssigkeit, welches sich sehr oft innerhalb derselben hin und her bewegt. Die freiwillige, zitternde oder wirbelnde Beweglichkeit der Libelle ist es, wodurch der ganze Einschluss auf den ersten Blick in entscheidender Weise als eine Flüssigkeit charakterisirt wird. Man pflegt diese constante spontane Bewegung als durch stetige kleine Temperaturschwankungen hervorgebracht zu deuten, mit denen ein fortwährender Wechsel von Evaporation und Condensation verbunden ist. Anderen Flüssigkeitseinschlüssen ist diese selbständige Motion der Libelle nicht eigen. Bei einem Theil derselben kann aber eine einfache Orts- oder Formveränderung der letzteren durch eine einseitige Erwärmung des Präparats herbeigeführt werden, wodurch gleichfalls die liquide Natur der Substanz gekennzeichnet ist. Bei noch anderen Einschlüssen verbleibt die Libelle sowohl bei gewöhnlicher als erhöhter Temperatur fortwährend ganz unbeweglich; dieses indifferente Verhalten darf indessen keineswegs als ein Beweis gegen den flüssigen Charakter gelten. — Die grösseren mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse messen selten mehr als 0,06 Mm.

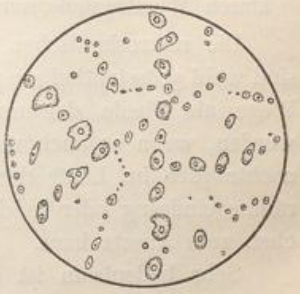


Fig. 297.

1) In seiner für alle Zeit classischen Abhandlung: On the microscopical structure of crystals, indicating the origin of minerals and rocks (Quart. journ. of geol. soc. XIV. 435).

im grössten Durchmesser und es finden sich alle Abstufungen der Kleinheit; die winzigsten erscheinen selbst bei 1000facher Vergrösserung nur als die allerfeinsten, kaum mehr wahrnehmbaren Punkte. Sind die Wandungen, welche die liquiden Einschlüsse begrenzen, überhaupt gerade und flach, so entsprechen sie, wie bei den künstlich aus Lösungen entstandenen Gebilden, meist auch den Flächen des betreffenden Krystalls.

So sind die mit einem Bläschen ausgestatteten liquiden Einschlüsse im Steinsalz meist hexaëdrisch gestaltet; im Quarz gibt es solche, welche genau die Form seiner hexagonalen Pyramide oder der Combination einer solchen mit dem Prisma besitzen. Ja flüssige Einhüllungen von einer den Orthoklas-Combinationen entsprechenden Gestalt wurden im Adular vom St. Gotthard beobachtet.

Die Flüssigkeitseinschlüsse erscheinen innerhalb der Mineralmasse entweder einzeln unregelmässig durcheinander gestreut, oder zu vielfach sich verzweigenden und wieder vereinigenden Reihen und Streifen, auch wohl zu Haufen und förmlichen Schichten versammelt. In den Gesteinen bemerkt man manchmal, wie ein Zug solcher Einschlüsse unter Beibehaltung seiner Richtung durch mehre benachbarte Mineralindividuen von übereinstimmender oder abweichender Natur hindurchgeht. Eine übergrosse Menge allerwinzigster Flüssigkeitspartikel verursacht oftmals ein milchiges oder trübes Aussehen der damit imprägnirten sonst völlig klaren Mineralsubstanz, z. B. beim Quarz, Steinsalz, Kalkspath.

Unter den Mineralien ist wohl keines durchschnittlich reicher an solchen flüssigen Einschlüssen als der Quarz, namentlich derjenige, welcher als Gemengtheil der Gesteine (Granite, Gneisse) sowie auf Gängen auftritt. Sie sind stellenweise so massenhaft darin vorhanden, dass es in der That von ihnen wimmelt, und dass nach einer Berechnung in einem Cubikzoll daran sehr reichen Quarzes über 1000 Millionen derselben enthalten sind. — Uebrigens scheinen die verschiedenen Mineralsubstanzen mit Bezug auf ihre Tendenz, während ihres Wachsthums flüssige Theilchen in ihre Masse einzuhüllen, von einander abzuweichen. So berichtet auch *Sorby*, dass, wenn gemischte Lösungen von Alaun und Chlornatrium nicht allzu rasch bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten, die sich ausscheidenden Chlornatriumkrystalle so zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse enthalten, dass sie völlig weiss und impellucid erscheinen, während die klaren Alaunkrystalle nur sehr spärliche derselben aufgenommen haben.

Die mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse in den verschiedenen Mineralien sind wohl grösstentheils ursprünglich bei der Bildung derselben auf mechanischem Wege als Theile der umgebenden Lösung oder als condensirte Gase eingehüllt worden, wenn es auch nicht ausgeschlossen ist, dass bisweilen das Liquidum erst nachträglich im Laufe der Zeit in leere, d. h. mit Gas erfüllte präexistirende Hohlräume eindrang oder in der Ausfüllungsmasse allmählich wieder zuheilender Spältchen zum Absatz kam.

Sehr bedeutsam ist die Ermittelung der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeitseinschlüsse. Wohl die meisten bestehen aus Wasser oder aus einer Lösung von Salzen oder von Gas in vorwaltendem Wasser. Bei ihnen wird durch steigende Temperatur, durch Erwärmung des Präparats, innerhalb der Beobachtungsgrenzen das Volumenverhältniss zwischen Libelle und Flüssigkeit nicht merklich verändert, selbst bei Temperaturen von 120° ist keine Condensation der ganz indifferenten (oft aber lebhaft beweglichen) Libelle durch Verkleinerung derselben zu beobachten. Ja es kommen in der That auch

gesättigte Salzlösungen als mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse vor, welche durch die darin ausgeschiedenen Salzkrystalle charakterisirt sind. Die merkwürdigste Natur ist aber denjenigen Einschlüssen eigen, an welchen sich die flüssige Kohlensäure betheiligt und welche sich dadurch kennzeichnen, dass während einer Erhöhung der Temperatur schon bei ca. 32° C. durch die enorme Expansivkraft der Kohlensäure die Libelle zum Verschwinden gebracht wird, worauf sie alsdann während der Abkühlung genau bei demselben Temperaturgrad wiederum in dem Einschluss zum Vorschein kommt.

Die in mehren Quarzen eingeschlossene Flüssigkeit wurde von *H. Davy* und *Sorby* als fast reines Wasser befunden, während der Letztere in anderen Quarzen wässerige Flüssigkeiten untersuchte, welche oft eine sehr beträchtliche Menge von Chlorkalium und Chlornatrium, von Sulfaten des Kaliums, Natriums, Calciums und mitunter freie Säuren enthielten. Sehr weit verbreitet scheinen die Liquida zu sein, welche aus kohlensäurehaltigem Wasser bestehen.

Die gesättigten Salzlösungen sind bis jetzt hauptsächlich nur in Quarzen (auch ganz selten im Kalkspath, Nephelin, Smaragd) nachgewiesen worden, scheinen aber, wo dies Mineral als Gemengtheil von Felsarten auftritt, gar nicht so selten zu sein. Zur Zeit hat man so nur Chlornatriumlösung gefunden, in welcher neben der Libelle ein kleines oft scharfkantiges wasserhelles isotropes Würfelchen des Salzes schwimmt. Dass hier in der That Chlornatrium vorliegt, dies wurde einmal auf spectralanalytischem Wege dargethan, indem der in der Flamme decrepitirende Quarz ein prachtvolles Aufblitzen der Natriumlinie hervorrief; anderseits ergab destillirtes Wasser, in welchem derselbe Quarz gepulvert worden war, mit Silbernitrat einen sehr deutlichen Niederschlag von Chlorsilber[1]). Das Würfelchen löst sich bei sehr starker Erhitzung des Minerals in der Flüssigkeit und krystallisirt bei der Abkühlung wieder heraus.

Den Nachweis von der Gegenwart flüssiger Kohlensäure in den Mineralien verdanken wir den ingeniösen Experimenten von *H. Vogelsang* und *Geissler*. Nachdem schon 1858 *Simmler* vermuthet hatte, dass wohl gewisse der von *Brewster* mehrfach in Krystallen beobachteten Flüssigkeiten liquide Kohlensäure sein dürften, weil insbesondere das so beträchtliche Expansionsvermögen am meisten mit demjenigen dieser seltsamen Substanz übereinstimme, thaten jene beiden Forscher 1869 die wirkliche Existenz derselben in Mineralien dar. Das Liquidum in einem Bergkrystall und in Topasen besass genau diejenigen Expansionsverhältnisse, welche nach *Thilorier* der flüssigen Kohlensäure zukommen. Beim Decrepitiren ergeben diese Mineralien in dem Spectralapparat das Spectrum der reinen Kohlensäure und beim Zersprengen in Kalkwasser erzeugen sie eine Abscheidung von kohlensaurem Kalk[2]). Fast gleichzeitig und unabhängig wies *Sorby* überzeugend nach, dass auch das in Sapphiren eingeschlossene Liquidum Kohlensäure ist. Nachdem einmal die Beweise für ihre wirkliche Existenz in den Mineralien geführt und die Unterscheidungsmerkmale festgestellt waren, gelang es, die flüssige Kohlensäure auch in Gemengtheilen von Gesteinen aufzufinden, wie sie denn in Quarzen von Graniten und Gneissen gar nicht so selten ist, und auch in Augiten, Olivinen und Feldspathen der Basalte vorkommt[3]). Ihre

1) *F. Zirkel*, N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 802.

2) Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 137. 1869. 56 u. 265.

3) Vgl. noch über diese Einschlüsse die Abhandlung von *Erhard* und *Stelzner* (Min. u. petr. Mitth. I. 1878. 450), worin u. a. angegeben wird, dass der »kritische Punkt«, diejenige Temperatur, bei welcher Kohlensäure aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht, bei den selbst in demselben Krystall befindlichen einzelnen Flüssigkeiten etwas verschieden sein kann, sowie dass auch für manche Einschlüsse, welche wahrscheinlich aus unreiner Kohlensäure bestehen, der kritische Punkt niedriger, z. B. zwischen 25° und 26° C. liegt. Ueber das Verschwinden der Libelle bald durch allmähliche Verkleinerung, bald durch allmähliche Vergrösserung sowie über das bei der Abkühlung zunächst erfolgende Auftreten zahlreicher ganz kleiner Bläschen, ferner



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gegenwart führt zu dem Schluss, dass die sie enthaltenden Mineralien unter hohem Druck gebildet sind.

Wie ein aus einer wässerigen Lösung entstehender Krystall Mutterlaugepartikelchen mechanisch in sich aufnimmt, so hüllt ein aus einer künstlich geschmolzenen Materie sich ausscheidender Krystall während seines Wachsthums sehr häufig kleine isolirte Partikel des umgebenden Schmelzflusses in seine Masse ein, welche, indem sie rasch erstarren, sich gewöhnlich als Einschlüsse von glasiger Substanz darstellen. Mikroskopische Glaseinschlüsse solcher Art besitzen auch in gewissen natürlichen Mineralvorkommnissen eine ganz ungeheure Verbreitung; sie finden sich sowohl in den Gemengtheilen derjenigen Gesteine, deren Masse zum grössten oder grossen Theil selbst zu Glas erstarrt ist, wie z. B. der porphyrartigen Obsidiane, der Pechsteine, als auch solcher, welche bei ihrer Festwerdung fast gänzlich oder lediglich zu einem krystallinischen Aggregat ausgebildet wurden. Wo immer diese primären Glaseinschlüsse sich zeigen, da liefern sie den unwiderleglichsten Beweis dafür, dass der sie einhüllende Krystall in Gegenwart einer geschmolzenen Masse fest geworden ist, eine Thatsache, welche für die genetische Mineralogie, Petrographie und Geologie die höchste Bedeutung besitzt.

Die in fremder Krystallmasse eingeschlossenen mikroskopischen Glaspartikel haben sehr oft eine dem Eirunden oder Kugelrunden genäherte tropfengleiche Umgrenzung, mitunter aber auch eckige und zackige, unregelmässige und keilähnliche Form. Nicht selten ist die oben gleichfalls für die Flüssigkeitseinschlüsse hervorgehobene Erscheinung, dass ihre Contour die Gestalt des sie einschliessenden Krystalls im Miniaturmaassstabe wiedergibt.

Wir haben es hier gewissermassen mit negativen Krystallen zu thun, wobei der durch sie bedingte Hohlraum mit Glas erfüllt ist. So kommen in den vesuvischen Leuciten isolirte Partikel braunen Glases vor, welche ihrerseits ausserordentlich scharf die Leucitform zur Schau tragen. Vielorts (z. B. in Quarzporphyren, Rhyolithen, Pechsteinen) besitzen die Glaseinschlüsse im Quarz vermöge ihres pyramidalen Umrisses, der oft als solcher hervortritt, einen hexagonalen oder rhomboidalen, diejenigen im Feldspath einen länglich-rechteckigen Durchschnitt, so dass man schon aus der Configuration derselben zu erkennen vermag, ob es Quarz oder Feldspath ist, der sie einhüllt.

In den Glaseinschlüssen findet sich nun gewöhnlich gleichfalls ein, im Gegensatz zu demjenigen der flüssigen Einschlüsse sehr dunkel umrandetes Bläschen oder auch mehre derselben. Diesem Bläschen innerhalb des starren Glases ist natürlich die freiwillige Bewegung oder die durch Erwärmung bewirkte Ortsveränderung, wie sie die Libellen der liquiden Partikel charakterisirt, durchaus versagt. Die Libelle ist in der Regel ziemlich kugelrund, oft eirund, hin und wieder birnförmig, oder sackähnlich und schlauchförmig gekrümmt; es existirt selbst innerhalb desselben Krystalls keinerlei Beziehung zwischen ihrem Volumen und demjenigen des ganzen Einschlusses, wie denn dicke Glaspartikel mit ganz kleinem und solche mit ausnehmend grossem Bläschen nebeneinander vorkommen. Die hyalinen Einschlüsse finden sich bald ganz unregelmässig durch die Krystallmasse vertheilt, bald auf gewisse Stellen, z. B. das Centrum beschränkt, wobei dann die anderen Krystall-

über die Gegenwart von zwei Flüssigkeiten in einem Hohlraum vgl. *F. Zirkel*, Lehrb. d. Petrogr. 2. Aufl. I. 1893. 475 ff.

theile arm daran oder frei davon sind. Häufig ist die charakteristische Erscheinung, dass die innerliche Gruppirung der Glaskörner in Schichten erfolgte, welche mit den äusseren Flächen des Krystalls parallel gehen und durch Lagen einschlussfreier Krystallsubstanz von einander getrennt sind[1]).

Der Krystall wurde daher in einem Zeitpunkt seines Wachsthums auf seiner ganzen Oberfläche von zahlreich anhaftenden isolirten Theilchen des umgebenden Schmelzflusses bedeckt, und vergrösserte sich darauf wieder durch Ansatz seiner eigenen Masse. Mitunter fand dieser Process wiederholt statt und es ergeben sich dann in dem Krystalldurchschnitt mehre concentrische Zonen von Glaspartikeln. — Aehnlich sind die von *v. Dechen* schon 1829 beschriebenen Feldspathkrystalle im Pechstein der Insel Arran, welche aus abwechselnden dünnen Feldspathschalen und glasigen Pechsteinlagen bestehen, Erscheinungen, die sich auch mikroskopisch wiederholen.

Die Anzahl der von den Krystallen eingehüllten mikroskopischen Glaspartikel geht oft ins Erstaunliche. Durchschnitte von Leucitkrystallen aus Vesuvlaven z. B., welche das Gesichtsfeld des Mikroskops bilden, bieten manchmal Hunderte von winzigen braungelben Glaseinschlüssen in einer Ebene dar, und bei der um ein Minimum veränderten Focaldistanz treten Hunderte andere tiefer oder höher gelegene Glaskörner innerhalb der farblosen Leucitsubstanz hervor, so dass diese in der That durch und durch auf das Innigste mit feinen Glaspartikeln imprägnirt ist, welche in einem nur den Bruchtheil eines Millimeters messenden Krystall nach Tausenden zählen. In derselben Weise strotzen z. B. Feldspathe, Augite, Noseane, Olivine von Glastheilchen.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass in den Glaseinschlüssen, welche ja im Moment ihrer Einhüllung geschmolzene Partikel waren, sich manchmal eine Ausscheidung winziger Mikrolithen in Form feinster Nädelchen oder Fäserchen ereignet hat.

Ausser den eigentlich glasigen Einschlüssen begegnet man in den Mineralindividuen, welche als Gemengtheile von gewissen Eruptivgesteinen vorkommen, noch anderen, ebenfalls als solche nicht individualisirten Einhüllungen, welche hauptsächlich aus der den Grundteig des Gesteins bildenden Substanz bestehen, und genetisch sowie morphologisch den Glaspartikeln sehr ähnlich sind.

Leere, d. h. nicht absolut leere, sondern mit einem Gas oder Dampf erfüllte Hohlräume oder Poren (Gasporen, Dampfporen) sind in manchen Krystallen schon mit grösseren Dimensionen dem blosen Auge erkennbar. Bisweilen zeigen diese Höhlungen eine mit der äusseren Form der Krystalle übereinstimmende oder doch vereinbare Form, und dann befinden sie sich in paralleler Stellung zu einander und zu dem Krystall selbst; wie solches von *Leydolt* am Eis, Bergkrystall und Topas, von *G. Rose* am Gyps nachgewiesen worden ist.

Ausgezeichnet sind die 1—3 Mm. grossen Hohlräume von der scharfen Form ∞P.P in den wasserklaren Bergkrystallen von Middleville, New-York. Solche ebenflächig begrenzte Cavitäten heissen wohl negative Krystalle. Mikroskopische Untersuchungen haben nun nachgewiesen, dass dunkelumrandete, anscheinend leere Poren von äusserster Winzigkeit eine ungemein weit verbreitete Erscheinung in den verschiedensten Mineralien sind. Sie sind gewöhnlich kugelrund oder eirund, seltener

---

1) Ueber Glaseinschlüsse überhaupt und die Anhaltspunkte zur Unterscheidung derselben von den Flüssigkeitseinschlüssen vgl. *F. Zirkel*, Lehrb. d. Petrogr. 2. Aufl. I. 1893. 181. — Im Gegensatz zu den primären, auf Einhüllung von Schmelzflusspartikelchen während des Wachsthums zurückzuführenden Glaseinschlüssen stehen die — übrigens nur an ganz besonderen Orten und unter ganz besonderen Verhältnissen sich findenden — secundären Glaseinschlüsse in den Mineralien, welche innerhalb der letzteren erst nachträglich durch äussere Einwirkung eines geschmolzenen Eruptivgesteins entstanden sind und in ihrer speciellen Bildungsweise noch manches Unaufgeklärte darbieten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

regelrecht polygonal begrenzt, und liegen entweder regellos zerstreut, oder zu Haufen und Schwärmen gruppirt, perlschnurartig aneinander gereiht, oder zu förmlichen, durch den Krystall hindurchziehenden Schichten vereinigt, deren Lage mitunter eine Beziehung zur äusseren Krystallgestalt erkennen lässt. Gewisse Mineralien finden sich in einer ganz unermesslichen Menge von mikroskopischen Poren erfüllt; so sind im Haüyn von Melfi kleine Hohlkügelchen örtlich so dicht gedrängt, dass bei der Voraussetzung einer gleichmässigen Vertheilung durch die Krystallsubstanz nach einer Berechnung in einem Cubikmillimeter so porenreichen Haüyns 360 Millionen derselben enthalten sein würden[1]). Nach den bisherigen Untersuchungen bestehen die gasförmigen Einschlüsse zumeist aus Wasserdampf, Kohlensäure, Stickstoff-, Sauerstoffgas, sowie Kohlenwasserstoffen. Das im sog. Knistersalz von Wieliczka würfelförmige Höhlungen erfüllende, stark comprimirte Gas ist zufolge *Bunsen* vorwiegend Sumpfgas und Stickstoff; beim Auflösen des Salzes entweicht dasselbe unter knackendem Geräusch.

## II. Abtheilung. Morphologie der krystallinischen Aggregate.

### 1. Allgemeine Verhältnisse der Aggregation.

§ 70. **Verschiedene Beschaffenheit der Aggregate.** Nach § 3 sind es besonders das herrschende Gesetz der Aggregation und die unbestimmte, oft sehr geringe Grösse der Individuen, welche den meisten Vorkommnissen des Mineralreichs einen ganz eigenthümlichen Charakter ertheilen. Die Aggregate der krystallinischen Mineralien lassen sich nach ihrer makroskopischen Erscheinungsweise in vier Abtheilungen bringen, je nachdem noch eine theilweise freie Auskrystallisirung der Individuen stattfindet oder nicht, je nachdem die krystallinische Zusammensetzung des Aggregats selbst noch deutlich wahrnehmbar ist oder nicht, und je nachdem die Individuen selbst noch deutlich erkennbar sind oder nicht. Hiernach gibt es also dem unbewaffneten Auge gegenüber:

I. Aggregate wenigstens theilweise frei ausgebildeter, deutlich erkennbarer Individuen (krystallisirte Aggregate *Naumann*'s).

II. Aggregate nicht mehr frei auskrystallisirter Individuen:

1) die Zusammensetzung aus krystallinischen Partikeln ist als solche erkennbar (phanerokrystallinische Aggregate);

a) auch die einzelnen Individuen sind als solche erkennbar und bestimmbar (phanerokrystallinische eudiagnostische Aggregate).

b) die einzelnen Individuen sind als solche nicht mehr makroskopisch erkennbar (phanerokrystallinische adiagnostische Aggregate).

2) die vorhandene Zusammensetzung aus krystallinischen Partikeln ist als solche nicht mehr erkennbar, selbstverständlich können dann auch

---

1) Von den beim ursprünglich lückenhaften Wachsthum der Krystalle darin entstandenen primären Poren würden die secundären Cavitäten zu unterscheiden sein, welche in der soliden Krystallsubstanz erst nachträglich durch Wegführung oder Auflösung von gewissen Theilen derselben oder von fremden Einschlüssen hervorgebracht wurden. Zu der letzteren Kategorie würden diejenigen von der Form negativer Krystalle gehören, welche nach der Auffassung von *Judd* in grosser Tiefe und unter hohem Druck vermöge der dann gesteigerten Lösungsfähigkeit des circulirenden Wassers längs gewissen krystallographischen Ebenen (den Ebenen »chemischer Schwäche«) aus den Mineralien förmlich innerlich herausgeätzt worden sein sollen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die einzelnen Individuen mit blosem Auge nicht mehr unterschieden oder erkannt werden (kryptokrystallinische Aggregate)[1].

Die phanerokrystallinischen Aggregate werden je nach der Grösse ihrer Individuen allgemein auch als makrokrystallinisch und mikrokrystallinisch unterschieden; die letzteren schliessen sich an die kryptokrystallinischen an, in welchen die Zusammensetzung zwar für das unbewaffnete Auge verschwindet, aber gewöhnlich durch Vergrösserung sichtbar gemacht werden kann (dichter Kalkstein).

Die besondere Beschaffenheit eines jeden phanerokrystallinischen Aggregats hängt mehr oder weniger von der allgemeinen Configuration der Individuen selbst ab. In letzterer Hinsicht sind besonders als die drei vorwaltendsten Formen zu unterscheiden: der isometrische oder körnige Typus, wenn das Individuum nach allen drei Dimensionen ziemlich gleichmässig entwickelt ist; der lamellare, blätterige, tafelförmige, sofern zwei Dimensionen über die dritte erheblich vorwalten; der stengelige, nadelförmige, stab-, leistenförmige, wenn nur eine Dimension vorwiegend ausgebildet ist, die beiden anderen bedeutend zurückstehen. — Welche Form und Grösse, und welchen Grad der Ausbildung aber auch die Individuen haben mögen, jedenfalls ist der Gegensatz zu unterscheiden, ob das Aggregat im freien oder im beschränkten Raum gebildet worden ist.

§ 71. **Zusammenfügungsflächen und dadurch bedingte Formen.** Wenn sich viele Individuen in dichtem Gedränge neben und über einander gebildet haben, so berühren und beschränken sie sich gegenseitig in Flächen von regelloser Lage und Ausdehnung, welche Zusammenfügungsflächen oder Contactflächen genannt werden. Diese Flächen sind meist uneben, oft rauh oder unregelmässig gestreift, und dürfen weder mit Krystallflächen noch mit den weiter unten zu erwähnenden Spaltungsflächen verwechselt werden. Die Zusammenfügungsflächen der Individuen in den Zwillingskrystallen sind grossentheils, und die Spaltungsflächen sind sämmtlich durch ihre Ebenheit und ihre gesetzmässige Lage von diesen regellosen Zusammenfügungsflächen unterschieden. Sind jedoch innerhalb eines Aggregats hier und da leere Zwischenräume geblieben, so treten in diese letzteren die zunächst angrenzenden Individuen mit Krystallflächen aus, und so kann es kommen, dass selbst mitten in einem Aggregat einzelne Individuen theils von Krystallflächen, theils von Zusammenfügungsflächen begrenzt werden.

Die Formen der wesentlich von Zusammenfügungsflächen begrenzten Individuen sind:

a) bei isometrischem oder körnigem Typus, gewöhnlich eckigkörnig, selten rundkörnig oder plattkörnig;

---

1) Während sich das Vorstehende auf die makroskopische Beschaffenheit der Aggregate bezieht, kehren bei den mikroskopischen Aggregaten die unter II. 1. angeführten Gegensätze wieder. Ein solches Aggregat ist unter dem Mikroskop phanerokrystallinisch, wenn es seine Zusammensetzung aus krystallinischen Theilchen offenbart; können die letzteren ihrer mineralogischen Natur nach erkannt werden, so ist das mikroskopisch-phanerokrystallinische Aggregat eudiagnostisch, anderenfalls adiagnostisch. Die Bezeichnung kryptokrystallinisch indessen hat in mikroskopischer Hinsicht eigentlich insofern keine Berechtigung mehr, als sie auch hier eine zwar verborgene, aber doch immerhin wirklich vorhandene Krystallinität zugibt, während gerade mit unseren mikroskopischen Hülfsmitteln der Nachweis, dass die letztere existirt, nicht in derselben Weise geführt werden kann, wie es bei den makroskopisch-kryptokrystallinischen Aggregaten möglich ist. Auf mikroskopischem Gebiet besteht daher der Gegensatz zum Phanerokrystallinischen mehr in dem Dubiokrystallinischen als in dem Kryptokrystallinischen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) bei lamellarem Typus, entweder tafelförmig, d. h. von gleicher Dicke, oder keilförmig, d. h. nach der einen Seite zugeschärft;

c) bei stengeligem Typus, entweder stabförmig (bacillar), d. h. von gleicher Dicke, oder nadelförmig (acicular), d. h. nach dem einen Ende zugespitzt.

Sehr dünne Stengel werden Fasern, und sehr kleine und dünne Lamellen Schuppen genannt. Oft haben die Stengel eine grössere Breite als Dicke, in welchem Falle ihre Form breitstengelig heisst.

§ 72. **Verschiedene Grade der Aggregation.** Durch das Zusammentreten vieler Individuen entstehen eigenthümliche Aggregationsformen, welche, obgleich verschieden von den Krystallformen, doch noch bisweilen eine gewisse Regelmässigkeit erkennen lassen. Die ersten, unmittelbar durch die Verwachsung der Individuen gebildeten Formen nennen wir Aggregationsformen des ersten Grades. Allein die Aggregation wiederholt sich sehr häufig, indem neben oder über dem zuerst gebildeten Aggregat ein zweites, drittes, viertes u. s. w. abgesetzt wurde, durch welche doppelte Zusammensetzung Aggregationsformen des zweiten Grades entstehen, deren nächste Elemente nicht Individuen, sondern Aggregate des ersten Grades sind. Durch eine nochmalige Wiederholung der Aggregation können Aggregate des zweiten Grades abermals zu Aggregaten verbunden sein, welche demnach als solche des dritten Grades zu bezeichnen wären.

Jeder Grad der Aggregation bedingt natürlich das Dasein besonderer Zusammensetzungsflächen, welche daher eigentlich als Zusammenfügungsflächen des ersten, zweiten oder dritten Grades zu unterscheiden sein würden. Doch ist es zweckmässiger, diejenigen der beiden letzteren Grade Zusammensetzungsflächen, oder auch nach Befinden Ablagerungsflächen zu nennen, und das Wort Zusammenfügungsflächen lediglich von den Contactflächen der Individuen zu gebrauchen.

§ 73. **Textur und Structur der Aggregate.** Die Aggregation der Individuen bedingt für die so zusammengesetzten Varietäten des Mineralreichs zuvörderst eine innere Textur, welche den einfachen Krystallen und den anorganischen Individuen überhaupt gänzlich abgeht[1]). Unter der Textur eines Mineral-Aggregats verstehen wir mit *Naumann* die durch die Grösse, Form, Lage und Verwachsungsart seiner einzelnen Individuen bedingte makroskopische Modalität der Zusammensetzung. So lange die Individuen noch eine erkennbare Grösse besitzen, wird sich die Zusammensetzung durch die Textur immer noch kund geben; sind aber die Individuen mikroskopisch klein, so verschwindet mit der Zusammensetzung auch die wahrnehmbare Textur des Aggregats. Die kryptokrystallinischen Mineralien erscheinen daher dicht, d. h. ohne alle unmittelbar ersichtliche Textur.

Diese kryptokrystallinischen dichten Mineralien können leicht mit den amorphen Mineralien verwechselt werden, welche stets dicht sind. Hat man Dünnschliffe von hinreichender Durchsichtigkeit hergestellt, so wird deren mikroskopische Prüfung im polarisirten Licht meist darüber entscheiden, ob man es mit einem kryptokrystallinischen Aggregat, oder mit einem wirklich amorphen Mineral zu thun hat. Glatter muscheliger Bruch, starker Glanz der Bruchflächen, und höhere Grade der Pellucidität lassen

1) Es scheint für die Zwecke der Mineralogie angemessen, das unmittelbar und zunächst durch die Individuen selbst bedingte Gefüge der Aggregate als Textur von den ausserdem noch vorkommenden Arten des Gefüges zu unterscheiden, welchen der Name Structur gelassen werden mag.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

übrigens bei einem dichten Mineral immer eher auf amorphen, als auf krystallinischen Zustand schliessen.

Die Unterscheidung der verschiedenen Arten von Textur setzt in der Regel eine phanerokrystallinische Zusammensetzung voraus.

Nach der Form der Individuen erscheint die Textur entweder als körnige, oder als schalige (blätterige) und schuppige, oder als stengelige und faserige Textur, welche dann weiter nach der Grösse der Individuen als gross-, grob-, klein- und feinkörnig, als dick- und dünnschalig, als grob- und feinschuppig, als dick- und dünnstengelig, sowie als grob- und feinfaserig unterschieden wird. Die besondere Form der Lamellen und Stengel bedingt noch gerad- und krummschalige, gerad- und krummstengelige, gerad- und krummfaserige Textur.

Nach der Lage der Individuen erscheint die schalige (oder blätterige) Textur: parallelschalig, divergentschalig und verworren-schalig; die schuppige Textur: körnigschuppig und schieferigschuppig; die stengelige und faserige Textur: parallel-, radial- und verworren-stengelig oder -faserig.

Nach der Verwachsungsart der Individuen ist die Textur fest, locker oder zerreiblich. Bisweilen sind auch in der Masse eines Aggregats Zwischenräume zu erkennen, welche dann gewöhnlich eine drusige Oberfläche haben, und die porose oder cavernose Textur, im Gegensatz der compacten Textur bedingen.

Die Aggregate des zweiten und dritten Grades lassen ausser der Textur der sie zusammensetzenden einfachen Aggregate auch noch eine ihnen eigenthümliche Structur wahrnehmen, welche wesentlich durch die Form, Lage und Verbindungsweise dieser einfachen Aggregate bestimmt wird, und gewöhnlich als krummschalige oder als grob- und grosskörnige Structur erscheint.

Hierher gehört die sogenannte doppelte Structur, in welcher eine Vereinigung von Textur und Structur stattfindet, und die dreifache Structur, welche eigentlich eine doppelte ist, und allemal ein dreifaches Aggregat voraussetzt. Da die Verhältnisse der Structur von der Form der einfachen Aggregate abhängig sind, so müssen wir nun zunächst diese in Betrachtung ziehen.

### 2. Formen der krystallisirten Aggregate.

§ 74. **Krystallgruppe.** Die Formen der im freien oder halbfreien Raum deutlich auskrystallisirten Aggregate lassen sich wesentlich auf die Krystallgruppe und Krystalldruse zurückführen. Eine Krystallgruppe ist ein Aggregat vieler, um und über einander ausgebildeter Krystalle, welche eine gewisse Regel der Anordnung zeigen und sich gegenseitig dergestalt unterstützen, dass nur wenige Punkte als die Stützpunkte des Ganzen erscheinen. Die Vorkommnisse werden als eingewachsene und aufgewachsene Krystallgruppe unterschieden.

a) Bei eingewachsenen oder freien, ursprünglich schwebend gebildeten Krystallgruppen liegen die Stützpunkte im Mittelpunkt der Gruppe, von welchem aus sich die Krystalle nach allen Richtungen ausbreiten, z. B. Gruppen von Gypskrystallen im Thon, von Kupferlasur im Sandstein. Nach der besonderen, z. Th. in wiederholter Aggregation begründeten Gestalt erscheinen sie als kugelige, ellipsoidische, sphäroidische, traubige, nierförmige, knollige, garbenförmige und unregelmässige Krystallgruppen.

b) Bei aufgewachsenen oder halbfreien Krystallgruppen liegen die Stützpunkte an der Grenze der Gruppe auf einer fremdartigen Unterlage, oberhalb welcher sich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Krystalle ausbreiten. Auch bei ihnen kommen im Allgemeinen die kugeligen, traubigen, nierförmigen, knolligen und unregelmässigen Formen zur Unterscheidung, obwohl solche in der Regel nur mit der oberen Hälfte ausgebildet sind.

Ausserdem aber entwickeln sich nach Maassgabe des besonderen Formentypus der Individuen noch folgende besondere äussere Gestalten der Krystallgruppe:

α) Bei isometrischem oder körnigem Typus der Krystalle zeigen dieselben in den freien oder aufgewachsenen Gruppen bisweilen eine reihenförmige, treppenförmige oder auch eine kugelige, halbkugelige Anordnung.

β) Bei tafelartigem Typus sind die Krystalle gewöhnlich auf die Weise gruppirt, dass sie von einer Linie, wie von einer gemeinsamen Axe aus divergiren, während ihre breiten Seitenflächen einander zugewendet sind, was nothwendig mit einer keilartigen Verschmälerung jedes Krystalls nach der Gruppirungsaxe hin verbunden ist. Die so gebildeten Gruppen erscheinen keilförmig, fächerförmig (Prehnit), radförmig (Glimmer), mandelförmig, wulstförmig, cylindrisch oder doppelt kegelförmig. — Selten sind tafelartige Krystalle so verbunden, dass ihre breiten Seitenflächen beiderseits in eine Ebene fallen, wodurch bei divergirender Stellung die kamm- und radförmigen Gruppen entstehen (Baryt). — Ordnen sich tafelartige Krystalle rings um einen Mittelpunkt, so bilden sie rosettenförmige Gruppen (Eisenglanz).

γ) Bei stengeligem Typus sind die Krystalle entweder parallel oder divergirend zusammengewachsen; im ersteren Falle entstehen bündelförmige Gruppen, im anderen Falle, welcher meist mit einer Verschmälerung jedes Individuums nach dem Gruppirungscentrum hin verbunden ist, büschelförmige, oder auch sternförmige, kugelige und halbkugelige Krystallgruppen.

§ 75. **Krystalldruse.** Unter einer Krystalldruse versteht man ein Aggregat vieler neben einander gebildeter Krystalle, welche sich, ohne eine bestimmte Anordnung, auf eine gemeinschaftliche Unterlage dergestalt stützen, dass ihre Stützpunkte auf der ganzen Unterlage vertheilt sind. Die Druse hat sich entweder aus ihrer Unterlage heraus, oder blos auf ihrer Unterlage gebildet: im ersteren Falle ist die Unterlage gleichartig mit der Druse, welche dann nur aus den letzten, frei ausgebildeten Individuen derselben Mineralart besteht, deren Individuen weiter abwärts ein körniges, lamellares oder stengeliges Aggregat bilden, in welchem dieselben gewissermassen wurzeln. Im zweiten Falle ist die Unterlage meist ungleichartig, bald aber auch gleichartig mit der Druse.

Die Form der Drusen richtet sich im Allgemeinen nach der Form desjenigen Raumes, dessen Begrenzungsfläche ihre Unterlage bildet; sie ist also ganz zufällig, bald eben, bald uneben, gewöhnlich sehr unregelmässig und oft von allen Seiten umschlossen (Drusenhöhle). Bildet die Unterlage einen hohlen sphäroidischen Raum, so nennt man die Druse eine Geode, dergleichen in den grösseren Blasenräumen der Mandelsteine nicht selten zur Ausbildung gelangt sind (Quarz, Calcit, Zeolithe). Wenn die Druse nur aus einer Lage vieler kleiner, aber ziemlich gleich grosser, dicht neben einander stehender Krystalle besteht, so bildet sie eine drusige Kruste oder einen Ueberzug ihrer Unterlage, welcher die Form dieser letzteren noch deutlich erkennen lässt, und, wenn die Krystalle sehr klein sind, nur noch als eine Drusenhaut erscheint. Sehr häufig sind grössere Krystalle eines anderen Minerals mit einer solchen Drusendecke oder Drusenkruste überzogen, welche die Formen der umhüllten Krystalle noch mehr oder weniger erkennbar zur Schau trägt. Hat sich eine Druse oder überhaupt eine krystallinische Masse über einer anderen, früher vorhandenen Druse gebildet, so wird sie auf ihrer Unterfläche die Eindrücke der Krystalle dieser älteren Druse zeigen müssen, welche Eindrücke als freie Hohlabdrücke solcher Krystalle erscheinen werden, wenn die ältere Druse später zerstört worden ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

### 3. Freie Formen der mikrokrystallinischen Aggregate.

§ 76. **Einfache Aggregationsformen.** Die, zwar noch kenntlich krystallinischen, aber nicht mehr deutlich auskrystallisirten Aggregate bestehen in der Regel aus sehr kleinen Individuen, welche nach Maassgabe ihres besonderen Formentypus als feine Körner, als Schuppen, oder als feine Nadeln und Fasern erscheinen, dicht aneinander gedrängt sind, und daher eine körnige, eine schuppige, oder eine faserige Textur des Aggregats bedingen. Verkleinern sich die Individuen immer mehr, so hören sie endlich auf, unterscheidbar zu sein; die Textur verschwindet, und das Aggregat wird kryptokrystallinisch.

Die im freien (oder doch wenigstens im einseitig freien) Raum gebildeten Formen solcher mikrokrystallinischen und kryptokrystallinischen Aggregate erscheinen sehr häufig als Aggregationsformen des zweiten und dritten Grades (§ 72), sind in ihrer allgemeinen Ausdehnung nicht selten abhängig von der Schwerkraft, finden aber ausserdem ihre Erklärung in den Verhältnissen der Krystallgruppe und Krystalldruse. Die ihnen zu Grunde liegenden Aggregationsformen des ersten Grades sind entweder um einen Punkt, oder längs einer Linie, oder auch über einer Fläche zur Ausbildung gelangt, und stellen daher im Allgemeinen entweder kugelige, oder langgestreckte, oder flach ausgebreitete Formen dar.

Die Kugeln haben sich bisweilen ganz frei gebildet, und erscheinen dann als vollständige Kugeln (Erbsenstein, Oolith). Häufiger entstanden sie auf einer Unterlage, und erweisen sich nur als Halbkugeln, oder, wenn sich viele neben einander bildeten, als unregelmässige Kugelausschnitte, welche in ihrer Vereinigung eine mehr oder weniger starke Decke von nierförmiger Oberfläche darstellen, die eigentlich schon eine Aggregationsform des zweiten Grades ist. — Die langgestreckten Formen sind entweder cylindrisch, und dann meist gerade, selten zackig gewunden (Eisenblüthe); oder sie sind kegelförmig, zapfenförmig, keulenförmig und kolbenförmig gestaltet. Bisweilen erscheinen sie hohl oder röhrenförmig. — Die flach ausgebreiteten Formen stellen Krusten, Schalen, Ueberzüge oder Decken dar, von ebenflächiger oder krummflächiger Ausdehnung, in welcher Hinsicht sie ganz abhängig von der Form ihrer Unterlage sind. Ist oder war diese Unterlage ein Krystall, so zeigen dergleichen Krusten krystallähnliche Formen, welche man Umhüllungs-Pseudomorphosen genannt hat. Diese Krystallkrusten sind nicht selten hohl, wenn nämlich der Krystall, um welchen sie sich gebildet hatten, später zerstört und weggeführt worden ist. Uebrigens werden die aus mikro- und kryptokrystallinischen Mineralien bestehenden Krusten und Decken, wenn sie sich über früher vorhandenen Drusen bildeten, auf ihrer Unterfläche dieselben Krystalleindrücke zeigen müssen, welche oben S. 170 bei der Krystalldruse erwähnt worden sind.

Ueber die Textur dieser Aggregationsformen ist noch zu bemerken, dass, bei faseriger Form der Individuen, in den kugeligen Formen eine radiale, in den cylindrischen Formen eine um die Axe symmetrisch geordnete und auf sie rechtwinkelige, in den Krusten eine gegen die Unterlage rechtwinkelige Stellung der Individuen stattzufinden pflegt. In den zackig gewundenen Formen der Eisenblüthe stehen jedoch die Individuen schiefwinkelig auf der Axe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die meisten langgestreckten und flach ausgebreiteten Aggregationsformen haben sich aus einer Flüssigkeit, während des freien Herabtröpfelns oder auch tropfenweisen Abfliessens derselben gebildet, weshalb man sie auch unter dem gemeinschaftlichen Namen von Stalaktiten oder stalaktitischen Formen (Tropfsteinen) zusammenfasst. Die langgestreckten Formen sind daher in ihrer Längsausdehnung gewöhnlich vertical, wenn sie sich noch in ihrer ursprünglichen Lage befinden. — Sehr merkwürdig sind cylindrische, röhrenförmige, zapfenförmige Gestalten, deren Spaltungsverhältnisse beweisen, dass sie nur aus einem einzigen Individuum bestehen.

Zu den ganz eigenthümlichen mikrokrystallinischen oder auch kryptokrystallinischen Aggregaten gehören endlich auch diejenigen, welche zumal an einigen gediegenen Metallen (namentlich Gold, Silber, Kupfer und Wismut), an ein paar Metallverbindungen (Silberglanz und Speiskobalt, namentlich schön an dem mikroskopischen Magneteisen in den Gesteinen), zum Theil auch an künstlich dargestellten Salzen (z. B. an Salmiak) vorkommen, und mit der Krystallform dieser Körper im genauesten Zusammenhang stehen. Sie setzen reguläre, oder doch wenigstens solche Krystallformen voraus, welche einen isometrischen Typus der Individuen gestatten, und sind wesentlich in einer reihenförmigen oder linearen Gruppirung der Individuen begründet, bei welcher sich dieselben durchaus in paralleler oder auch in zwillingsmässiger Stellung befinden. Diese linearen Aneinanderreihungen erfolgen dabei nach den Axenrichtungen (vgl. S. 149).

Sind die Individuen sehr klein und mit einander sehr innig verwachsen, so erscheinen diese Aggregate als haarförmige oder drahtförmige, gewöhnlich mehr oder weniger gekrümmte und gekräuselte Gestalten. Oft sind mehre solche Aggregate entweder parallel um eine Axe, oder in einer Ebene nach zwei und mehren Richtungen, oder auch im Raum nach drei Richtungen mit einander verwachsen, und so entstehen die zähnigen, baumförmigen, federförmigen, blechförmigen, blattförmigen, ästigen und gestrickten Gestalten, welche alle mehr oder weniger eine krystallographische Gesetzmässigkeit der Zusammensetzung erkennen lassen, und nicht selten mit einer einseitigen Verlängerung der Individuen verbunden sind. Bei den Blechen des gediegenen Goldes befinden sich die obere und untere Hälfte zu einander in Zwillingsstellung: die Hauptausdehnungsfläche der Bleche ist die oktaëdrische Zwillingsfläche. Die gestrickten Gestalten erinnern an die S. 149 erwähnten Krystallskelette.

§ 77. **Mehrfache Aggregationsformen.** Mit allen, in dem vorhergehenden Paragraph beschriebenen Formen ist nun sehr gewöhnlich eine Wiederholung der Aggregation verbunden, indem sich auf der Oberfläche des zuerst gebildeten Aggregats eine Schale oder Kruste absetzte, in welcher sich die Gestalt dieser Oberfläche wiederholt. Nicht selten liegen viele dergleichen ähnlich gestaltete Schalen übereinander, deren Ablagerungsflächen theils durch wirkliche Ablosungen bezeichnet, theils nur durch einen Wechsel der Farbe angedeutet sind. So entstehen Kugeln, Halbkugeln und Kugelausschnitte von concentrisch schaliger Structur; cylindrische, zapfenförmige, kegelförmige, keulenförmige, kolbenförmige Aggregate von ähnlich gestalteter krummschaliger Structur; Krusten und Ueberzüge von gerad- oder krummschaliger Structur.

Eine andere Art der Wiederholung ist darin begründet, dass viele Kugeln oder Kugelausschnitte, theils von einfacher, theils auch von zweifacher Zusammensetzung über und neben einander gruppirt sind. Es entstehen dadurch mancherlei zusammengesetzte Gestalten und Structuren, von welchen besonders die (bisweilen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ausgezeichneten) traubigen und nierförmigen Gestalten, sowie die oolithische und pisolithische Structur und die Glaskopfstructur zu erwähnen sind. — Auch die langgestreckten stalaktitischen Formen finden sich in der Regel zu neuen Aggregaten versammelt; gewöhnlich sind sie alle parallel gestellt, und bilden in dieser Vereinigung parallele Systeme von Cylindern, Zapfen, Kolben u. dgl., welche an ihren oberen Enden oft mit einander verwachsen sind. Die kürzeren kegelförmigen Aggregate sind wohl bisweilen zu knospenförmigen, straussförmigen, staudenförmigen Gestalten verbunden u. s. w.

Ueberhaupt finden sich die Gruppirungen der stalaktitischen Formen in grosser Manchfaltigkeit ausgebildet, und nicht mit Unrecht hat man daher neben den Krystallgruppen und Krystalldrusen auch Stalaktitengruppen und Stalaktitendrusen unterschieden, weil die stalaktitischen Formen der mikro- und kryptokrystallinischen Mineralien auf ähnliche Weise und nach ähnlichen Gesetzen mit einander verbunden zu sein pflegen, wie die Krystalle der krystallisirten Aggregate.

Bei der Glaskopfstructur finden sich häufig ebene und glatte, z. Th. spiegelnde Absonderungsflächen, nach welchen sich das ganze Aggregat in keilförmige Stücke zerschlagen lässt; diese Absonderungsflächen scheinen die einzelnen, radial-faserigen Systeme von Individuen zu trennen, deren jedes für sich einem besonderen Mittelpunkt der Aggregation entspricht, von welchem aus die Bildung eines Kugelausschnittes eingeleitet und mehr oder weniger weit vollendet worden ist.

### 4. Formen der im beschränkten Raum gebildeten Aggregate.

§ 78. **Allgemeine Verhältnisse derselben.** Die im beschränkten Raum gebildeten Formen werden allerseits von fremdartiger Mineralmasse umschlossen und laufen an ihren Grenzen nirgends in Krystallspitzen aus, selbst wenn sie krystallinisch grosskörnig ausgebildet sind: letzteres Merkmal geht freilich bei kryptokrystallinischen Mineralien verloren. Sie sind theils von gleichzeitiger Ausbildung mit der umschliessenden Masse, theils spätere Ausfüllungen von hohlen Räumen (Klüften, Spalten, Blasenräumen) und enthalten nicht selten in ihrem Inneren selbst hohle Räume, welche zur Ausbildung von Drusen Gelegenheit gaben. Im Folgenden ist von den grösseren, der Gebirgswelt angehörigen Formen dieser Art (Schichten, Lager, Stöcke, Gänge u. s. w.) abgesehen und nur die Erscheinungsweise der kleineren Gestaltungen berücksichtigt worden.

§ 79. **Wichtigste Arten derselben.** Das einzeln eingewachsene, aber durch die umgebende Masse in seiner Ausbildung gehemmte und gestörte Individuum kann den Ausgangspunkt für die Betrachtung dieser Formen liefern. Dergleichen Individuen erscheinen als rundliche, längliche oder platte, ganz unregelmässig gestaltete Körper, welche individualisirte Körner oder Massen genannt werden können, je nachdem sie kleiner sind, oder schon eine bedeutendere Grösse besitzen. Sind nun viele solche Individuen zu einem Aggregat vereinigt, so werden sie in ihrer Ausbildung theils gegenseitig, theils durch die umgebende Masse behindert worden sein, und dann entstehen Formen, welche bei ungefähr isometrischem Typus als derb und eingesprengt bezeichnet werden, je nachdem sie etwa grösser oder kleiner als eine Haselnuss sind[1]). Das Eingesprengte kann bis

1) Derb nennt man oft auch jedes, von einer grösseren Masse abgeschlagene und aus Individuen derselben Art bestehende Stück Mineral.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu mikroskopischer Kleinheit herabsinken, in welchem Falle aber ein jedes eingesprengte Theilchen nur einem Individuum zu entsprechen pflegt.

Interessant sind die in manchen Mandelsteinen vorkommenden Kalkspathmandeln, welche sich durch ihre stetige Spaltbarkeit als einzelne Individuen zu erkennen geben, obwohl ihre äussere Form durch die Gestalt des Blasenraums bestimmt wurde, innerhalb dessen sie sich gebildet haben.

Rundliche, eiförmige, mandelförmige Aggregate entstehen durch gänzliche oder theilweise Ausfüllung von übereinstimmend gestalteten Hohlräumen. Ist eine Dimension des Aggregats sehr klein gegen die beiden anderen Dimensionen, so liegen platte Formen vor, welche nach der besonderen Beschaffenheit Platten, Lagen, Trümer, Adern, Anflug genannt werden.

Diese Anflüge erscheinen als ganz dünne, auf fast geschlossenen Klüften und Fugen abgesetzte Lamellen oder Membranen, finden sich nicht selten bei mehren gediegenen Metallen, und sind den Dendriten sehr nahe verwandt.

Alle diese Formen können sowohl bei phanerokrystallinischer, als auch bei kryptokrystallinischer Ausbildung vorkommen. Im ersteren Falle werden sie eine Textur erkennen lassen, welche dieselben allgemeinen Verschiedenheiten zeigen kann, wie solche im § 73 betrachtet worden sind. Während aber das Derbe und Eingesprengte nur eine regellos körnige, schalige oder stengelige Textur besitzt, so findet sich in den Platten und Trümern, wenn solche aus schaligen und blätterigen, oder aus stengeligen und faserigen Individuen bestehen, eine parallele Anordnung derselben, indem die Längsaxen der Blätter oder Fasern auf den Seitenflächen der Platten und Trümer völlig oder doch beinahe rechtwinkelig stehen.

### 5. Formen der amorphen Aggregate.

§ 80. **Wichtigste Arten derselben.** Die amorphen Mineralien sind theils tropfbarflüssig, theils fest, in beiden Fällen aber ohne alle Spur von Individualisirung, daher auch ohne alle Textur. Die flüssigen Mineralien insbesondere, welche nur in Tropfenform auftreten, besitzen auch keine Structur. Dagegen können bei den porodinen und hyalinen Mineralien dieselben Structuren vorkommen, wie bei den kryptokrystallinischen, indem durch den wiederholten Absatz derselben amorphen Substanz parallele und concentrische Lagen gebildet wurden, welche sich vielfach umschliessen und zu den manchfaltigsten Gestalten vereinigen. Die Ablagerungsflächen sind auch bei ihnen theils durch wirkliche Absonderung bezeichnet, theils nur durch eine, den successiven Absätzen entsprechende Verschiedenheit der Farbe zu erkennen (Opal, Eisensinter, Kupfergrün). — Was die Formen selbst betrifft, so erscheinen die im freien Raum gebildeten bei einfacher Ablagerung als kugelige, halbkugelige, knollige, tropfenförmige, cylindrische, zapfenförmige, krustenartige Gestalten; bei wiederholter Ablagerung als undulirte Ueberzüge und Decken, als traubige, nierförmige, stalaktitische Gestalten von sehr verschiedener Grösse und Figur, wobei auch wohl Ueberzüge über Krystallen gebildet wurden. Die im beschränkten Raum entstandenen dagegen lassen besonders derbe und eingesprengte, knollige und sphäroidische, auch plattenförmige und trümerartige Gestalten erkennen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Auf engen Klüften oder Fugen der Gesteine bilden sich häufig durch Infiltrationen von Wasser, welches Metallsalze aufgelöst hält, die sog. Dendriten, feine und z. Th. äusserst zierliche baum- oder strauchähnliche Zeichnungen, welche schon *Scheuchzer* 1709 sehr richtig für das erkannte, was sie sind (*tinctura arborifica*), obgleich sie auch später noch oft für Pflanzenabdrücke gehalten wurden. Es sind besonders Eisenoxydhydrat, Eisenoxyd und Manganoxyde, welche dergleichen Dendriten bilden, daher sie bald gelb oder braun, bald roth, bald schwarz erscheinen. Sie sind nur oberflächliche, auf beiden Wänden fast geschlossener Fugen oder Klüfte, unter Mitwirkung der Capillarität entstandene Zeichnungen, bei denen das Pigment gewöhnlich sehr dünn, bisweilen auch relativ dick aufgetragen ist. Es kommen aber auch körperliche Dendriten vor, welche sich innerhalb einer Mineral- und Gesteinsmasse nach allen Richtungen ausbreiten. Zu den körperlichen Dendriten gehören auch die pflanzenähnlichen Einschlüsse der sog. Moosachate, welche, wenn sie grün erscheinen, von Grünerde oder Chlorit gebildet zu sein scheinen und ebenfalls früher vielfach irrthümlicher Weise für wirkliche vegetabilische Petrefacte gehalten wurden. Uebrigens sind wohl viele Dendriten kryptokrystallinischer Natur.

### 6. Von den Pseudomorphosen.

§ 81. **Allgemeine Verhältnisse derselben.** Zu den merkwürdigsten Erscheinungen des Mineralreichs gehören die Pseudomorphosen. So nennt man nämlich diejenigen krystallinischen oder amorphen Mineralkörper, welche ohne selbst Krystalle zu sein, die Krystallform eines anderen Minerals zeigen[1]). Diese Krystallformen der Pseudomorphosen sind meist sehr wohl erhalten und leicht erkennbar, ja zuweilen ganz scharfkantig und glattflächig[2]). Zerschlägt man aber eine Pseudomorphose, so erkennt man, dass sie keineswegs aus einem Individuum der ihrer Form entsprechenden Mineralart, sondern meist aus einem körnigen, faserigen, blätterigen oder dichten Aggregat einer ganz anderen Mineralart besteht. Die Krystallform einer Pseudomorphose, welche dem sie

1) Früher wurden sie auch Afterkrystalle genannt; der Name Pseudomorphose stammt von *Haüy*. Unter ihm wurden von Anfang an Gebilde zusammengefasst, welche sich später als auf sehr abweichendem Wege entstanden herausgestellt haben. Wäre nicht die Bezeichnung Pseudomorphosen somit ein Sammelname für Körper, welche ihre Eigenthümlichkeit zum Theil auf rein mechanischem Wege erlangt haben, so würde es mit Rücksicht auf den anderen umfangreicheren Theil wohl gerechtfertigt erscheinen, das folgende Kapitel in demjenigen Hauptstück, welches sich mit den Umbildungsvorgängen der Mineralien befasst, zu behandeln. Sie finden sich hier an dieser Stelle besprochen, weil sie sämmtlich zu den Aggregaten gehören.

Zusammenfassendes über die Pseudomorphosen findet sich (abgesehen von fast unzähligen einzelnen Mittheilungen) in:

*Breithaupt*, Ueber die Echtheit der Krystalle, Freiberg 1815.
*Haidinger*, Annal. d. Phys. u. Chemie, Bd. 11, S. 173, 366; Bd. 62. 1844. S. 161.
*Landgrebe*, Die Pseudomorphosen im Mineralreich, Kassel 1841.
*R. Blum*, Die Pseudomorphosen des Mineralreichs, Stuttgart 1843; nebst vier Nachträgen dazu aus den Jahren 1847, 1852, 1863 und 1879; die reichhaltigste Fundgrube für alles damals Bekannte.
*Th. Scheerer*, Artikel »Afterkrystalle« im Handwörterbuch d. reinen u. angewandten Chemie, 2. Aufl., 1857.
*Delesse*, Recherches sur les pseudomorphoses, Ann. des mines [5], tome XVI. 1859. 317.
*G. Bischof*, Lehrbuch d. chemischen u. physikalischen Geologie, 2. Aufl. Bonn, I. 1863, II. 1864.
*Eugen Geinitz*, N. Jahrb. f. Miner. 1877. 449; Miner. u. petrogr. Mittheil. 1879. 489.
*J. Roth*, Allgemeine u. chemische Geologie, Berlin I. 1879.

2) An dem Dasein einer äusseren Krystallform muss wohl bei dem Begriff der Pseudomorphosen festgehalten werden. Verändern sich traubige oder nierförmige Massen von Rotheisen unter Erhaltung der Gestalt und Textur in Brauneisen, oder blätterige Aggregate von Gyps in Aragonit, so ist dies nur eine Umwandlungserscheinung, aber nicht — wie *Haidinger* und *Tschermak* wollen — eine Pseudomorphose.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

aufweisenden Mineral nicht zukommt, ist nur das rückständige Monument des ursprünglichen und oft spurlos verschwundenen Krystalls, um welchen, in welchem, oder aus welchem die Pseudomorphose entstanden ist. Einer fremden Substanz also, deren Dasein stets der Ausbildung der Pseudomorphose vorangehen musste, verdanken diese Formen ihre Existenz, nicht der eigenen, freiwilligen Krystallisationskraft des pseudomorphen Minerals.

Nach ihrer verschiedenen Entstehung und Beschaffenheit lassen sich die Pseudomorphosen zuvörderst als hypostatische und metasomatische Pseudomorphosen unterscheiden. Die hypostatischen Pseudomorphosen sind solche, welche durch den, von den Begrenzungsflächen eines Krystalls aus mechanisch erfolgten Absatz eines fremdartigen Minerals entstanden; die metasomatischen Pseudomorphosen dagegen solche, die vermöge der substantiellen Umwandlung eines Krystalls, vermöge der chemischen Ersetzung seiner Substanz durch eine andere, und zwar unter Beibehaltung seiner Form, gebildet wurden.

Die hypostatischen Pseudomorphosen haben sich von den Begrenzungsflächen des Krystalls aus entweder nach aussen, oder nach innen (oder nach beiden Richtungen hin) gebildet, und man unterscheidet demnach Umhüllungs-Pseudomorphosen und Ausfüllungs-Pseudomorphosen.

§ 82. **Umhüllungs- und Ausfüllungs-Pseudomorphosen.** Die Umhüllungs-Pseudomorphosen sind wesentlich nichts anderes, als die in den §§ 75 und 79 erwähnten abformenden Krusten, welche irgend ein Mineral über den Krystallen eines anderen Minerals bildete; doch pflegt man nur die dünneren, mikrokrystallinischen, kryptokrystallinischen oder amorphen Krusten, deren Oberfläche die Form des umhüllten Krystalls deutlich wiedergibt, als Pseudomorphosen zu bezeichnen. Sie sind zuweilen papierdünn, haben meist eine drusige, rauhe, fein nierförmige oder gekörnte Oberfläche, und umschliessen oft noch den umhüllten Krystall, wie eine Schale den Kern. Sofern aber an diesem Krystall mit seinem Ueberzug keine weiteren Veränderungen vorgegangen sind, kann man den letzteren kaum als eine Pseudomorphose im strengsten Sinne des Wortes bezeichnen.

Sehr häufig ist jedoch dieser Krystall durch einen späteren Auflösungsprocess, welcher die Umhüllung verschonte, gänzlich oder theilweise zerstört und entfernt worden, und dann können zweierlei verschiedene Verhältnisse stattfinden.

1) Entweder ist der dadurch frei gewordene Krystallraum leer geblieben, und die Innenseite der Umhüllungs-Pseudomorphose stellt dann einen vollkommenen negativen Abdruck der Krystallform dar.

Auf Gängen ist diese Ueberkrustung und spätere Wegführung des inneren Krystalls eine sehr gewöhnliche Erscheinung; hauptsächlich ist es der Quarz, welcher in dünnen Rinden andere Krystalle, z. B. Kalkspath, Eisenspath überzieht, und wegen seiner Widerstandsfähigkeit bei nachfolgenden Auflösungsvorgängen als Hülle von fremder erborgter Gestalt übrig blieb.

2) Oder es gab der entstandene leere Raum Gelegenheit zum Absatz neuer Substanz an der Innenseite der Umhüllungs-Pseudomorphose, wodurch dieselbe zuweilen gänzlich, gewöhnlich aber nur theilweise ausgefüllt wurde, indem diese innere Bildung zuletzt mit einer kleinen Krystall- oder Stalaktiten-Druse endigte. Eine derartige Ausfüllungs-Pseudomorphose setzt demnach stets das Dasein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einer früher gebildeten Umhüllungskruste voraus und besitzt äusserlich ebenfalls nur eine entliehene, nicht selbständige Form.

Man hat also bei dieser Combination einer Umhüllungs- und Ausfüllungs-Pseudomorphose vier Acte zu unterscheiden: Bildung des ursprünglichen Krystalls, Ueberkrustung desselben, Fortführung des Krystalls, Ausfüllung des Hohlraums durch eine andere Substanz. Allerdings ist somit zu ihrer Entwickelung eine immerhin complicirte Reihe von Processen erforderlich, von Vorgängen aber, welche keineswegs so schwierig denkbar oder so unwahrscheinlich sind, dass man deshalb die Existenz von Ausfüllungs-Pseudomorphosen überhaupt gänzlich in Abrede zu stellen berechtigt wäre, wie dies früher wohl geschehen ist. Man erwäge nur, dass sich in den Niederschlägen der Gangräume oft eine vielfache Succession und Repetition sehr verschiedenartiger Substanzen zu erkennen gibt, welche beweist, dass die, auf einer und derselben Gangspalte circulirende Mineralsolution im Lauf der Zeit eine sehr verschiedenartige Beschaffenheit hatte, und daher noch weit mehr als vier verschiedene Acte der Bildung und Zerstörung nach einander bedingen konnte.

Die Substanz, welche den leeren Raum ausfüllte, ist in den meisten Fällen dasselbe Mineral, aus welchem auch die Hülle besteht, oder eine Varietät desselben; hier fand also eine successive Repetition des Absatzes statt, unterbrochen durch die Auflösung des überrindeten Krystalls. Bisweilen gehören aber auch Umhüllungs- und Ausfüllungs-Pseudomorphosen verschiedenen Mineralien an. Für die Ausfüllungs-Pseudomorphosen ist es charakteristisch, dass die auf der Innenseite der Hülle gebildeten Individuen eine einwärts gewandte Stellung besitzen.

Wenn später auflösende Substanzen auf die ausgefüllte Umhüllungs-Pseudomorphose einwirkten, so konnte, sofern Schale und Kern demselben Mineral angehörten, nicht die erstere weggeführt werden, ohne dass auch der letztere zerstört worden wäre. Bestanden sie dagegen aus verschiedenen Mineralien, so mochte der Fall eintreten, dass nur die Hülle dem Lösungsprocess unterlag und verschwand, während die Ausfüllung davon nicht angegriffen wurde. Alsdann bleibt also nur noch die Ausfüllungs-Pseudomorphose erhalten, und man würde sie gar nicht von einer directen Umwandlung des ursprünglichen Krystalls unterscheiden können, wenn nicht die Geschichte ihrer Bildung innerhalb eines Hohlraums durch die einwärts gekehrte Richtung ihrer Individuen und durch die öftere Anwesenheit von Drusen im Inneren erwiesen würde.

§ 83. **Umwandlungs-Pseudomorphosen.** Eine Umwandlungs-Pseudomorphose ist eine solche, welche durch die innere Umwandlung eines krystallisirten Minerals in ein anderes, krystallinisches oder amorphes Mineral entstanden ist, ohne dass dabei die äussere Form des ursprünglichen Minerals verloren ging. Diese Umwandlung ist in den allermeisten Fällen eine substantiell-chemische; nur äusserst selten handelt es sich dabei um eine blose Veränderung oder Umlagerung der Molecüle bei gleichgebliebenem chemischen Analysenresultat. Da nun diese Umwandlung gewöhnlich an der Oberfläche beginnt, und allmählich weiter einwärts dringt, so findet man gar nicht selten im Inneren einer solchen Pseudomorphose noch einen unveränderten Kern des ursprünglichen Minerals, aus dessen Zersetzung die Pseudomorphose hervorgegangen ist; Fig. 298 ist ein Schnitt durch einen Krystall



Fig. 298.

von Olivin, von welchem innerhalb des serpentinischen Umwandlungsproducts noch Reste conservirt geblieben sind. Diese nur partielle Alteration ist deshalb besonders wichtig, weil durch sie die Natur des veränderten Minerals noch sicherer festgestellt wird, als es durch die alleinige Deutung der äusseren Pseudomorphosenform geschehen kann. In manchen Fällen ist sogar die Spaltbarkeit des ursprünglichen Minerals noch mehr oder weniger erhalten geblieben, wie z. B. in den Pseudomorphosen von Gyps nach Anhydrit[1]), von Aragonit nach Gyps, von Brauneisen nach Eisenspath u. s. w.

Alle genaueren Untersuchungen vereinigen sich dahin, dass der Stoffwechsel, um welchen es sich hier handelt, in erster Linie durch das in feinster Vertheilung hinzutretende und verschiedene Substanzen gelöst enthaltende Wasser herbeigeführt wird.

Früher in den alten Mineraliensammlungen nur als ein zufälliges schliessliches Anhängsel in ein Armsünderschränkchen verbannt, als ein verwahrlostes Häuflein seltsamer und sinnloser Missgeburten mit viel Verwunderung und wenig Nutzen betrachtet, bilden die Umwandlungs-Pseudomorphosen schon seit geraumer Zeit den Gegenstand grossen wissenschaftlichen Interesses und eines eifrigen Studiums, welches auch für die Geologie zu so bedeutsamen Resultaten geführt hat, dass der Einfluss jener unscheinbaren Gebilde auf ganze grosse Kapitel dieser Wissenschaft unverkennbar ist. Denn sie vermitteln uns die Erkenntniss und Specialisirung der gesetzmässig verlaufenden chemischen Processe, welche in dem grossen Laboratorium der äusseren Erdkruste thätig sind.

So nachdrücklich und erfolgreich haben übrigens diese Alterationsvorgänge nachgewiesenermassen oftmals gespielt, dass alle die unzähligen Individuen eines Minerals auf einer local begrenzten Lagerstätte, z. B. einem Erzgang, sammt und sonders bis auf das letzte in eine andere Substanz umgewandelt sind, so dass nur in ihrer gegeretteten Form das Andenken an ihr früheres Vorhandensein dort aufbewahrt wird.

Die alte Form ist mitunter ganz vorzüglich erhalten: die Kantenwinkel sind nur von höchst geringfügigen Veränderungen in ihrem Werth oder in ihrer Schärfe betroffen worden und charakteristische Oberflächenerscheinungen, z. B. die oscillatorische Combinationsstreifung, bisweilen völlig unverwischt geblieben. Die Reinheit, in welcher bei sehr vielen Pseudomorphosen die ursprüngliche Form gewahrt blieb (z. B. Quarz nach Datolith, Brauneisenerz nach Eisenkies), deutet darauf hin, dass es wahrscheinlich sehr verdünnte wässerige Auflösungen waren, welche in langen Zeiträumen allmählich die Veränderung bewirkten.

Die pseudomorphe Umbildung ist nur ein ganz specieller Fall der grossartigen chemischen Veränderungsvorgänge im Mineralreich, derjenige nämlich, bei welchem während und trotz der Metamorphose die äussere Gestalt erhalten blieb. Tausendfältig häufiger sind der Natur der Sache gemäss die wenn auch eben so gesetzlich, dann doch weniger exact und vorsichtig verlaufenden Processe, durch welche neben der alterirten chemischen Beschaffenheit auch die Krystallform des ursprünglichen Minerals entweder bis zur Unkenntlichkeit verunstaltet oder gänzlicher Zerstörung preisgegeben wurde.

Da wo bei der beginnenden materiellen Umwandlung ein Mineral neue Stoffe, wenn auch nur in spärlicher Menge in sich aufgenommen hat, mag der analysirende Chemiker leicht verleitet sein, dieselben für zufällig beigemengte Bestandtheile zu halten. Scheinbar unwesentlich und lästig, weil sie der Formelconstruction Schwierigkeiten bereiten, werden sie aber bedeutungsvoll, wenn man sie mit der Zusammensetzung der vollendeten Pseudomorphosen vergleicht und gewahrt, dass sie das erste

---

1) Nach dem Vorgang von *Blum* wird das Mineral, aus welchem die Pseudomorphose jetzt besteht, zuerst, darauf, durch »nach« verbunden, das ursprüngliche genannt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stadium des Uebergangs in ein anderes Mineral bezeichnen. Das oft versuchte Einzwängen solcher unbestimmter Zwischenstufen in irgend eine chemische Formel hat natürlich keinen Sinn, und von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, mag der Selbständigkeit mancher sogenannter Mineralspecies ernstliche Gefahr drohen.

Etliche Mineralien sind sogar der Umwandlung in mehre abweichend geartete Producte fähig; einen solchen Ausgangspunkt für eine vielgliederige Reihe von verschiedenen pseudomorphen Mineralien bildet z. B. der Cordierit: der Pinit, Aspasiolith, der Gigantolith, Oosit, Pyrargyllit, Bonsdorffit, Fahlunit, Praseolith, Esmarckit, Chlorophyllit, Iberit — alle diese theils glimmerähnlichen, theils serpentinartigen wasserhaltigen Gebilde sind nichts weiter als ehemaliger Cordierit, der sich auf verschiedenen Stadien und in verschiedenen Richtungen der chemisch wohl zu verfolgenden Zersetzung befindet, dessen zwölfflächige Säulengestalt sie grösstentheils beibehalten und dessen halbfrische Ursubstanz sie vielfach als verschonten Kern noch einschliessen.

Bei der pseudomorphen Umwandlung liefern manche Mineralien nicht nur eine neue Substanz, sondern ein Gemenge von zweien oder mehren, wobei dann allerdings eine derselben vorzuwalten und die Bezeichnung zu liefern pflegt; so wandelt sich mancher Olivin in vorherrschenden Serpentin um, vermengt mit Brauneisenstein und Quarz. Bisweilen sind in solchen Fällen gewisse der spärlicher vorhandenen Substanzen selbst wieder weitere Umwandlungsproducte der vorwaltenderen. So erweisen sich auf den Turjinskischen Kupfergruben Pseudomorphosen von Kupferkies nach Kupferglanz aussen in Tenorit umgewandelt.

Die Umwandlung der Mineralkörper schreitet auf den verschiedensten Wegen gegen die frische Substanz vor, theils vorhandenen Spaltrissen, Sprüngen oder mikroskopischen Capillarspältchen, auch fremden Einschlüssen im Mineral folgend, theils sich nach der verschiedenen physikalischen Beschaffenheit im Inneren des Krystalls richtend; und zwar entweder in unregelmässigen körnigen, flockigen, blätterigen oder strahligen Partikelchen oder anderseits in Krystallcontouren erscheinend, welche bald dem Umwandlungsproduct, bald dem ursprünglichen Mineral eigenthümlich sind. In seltenen Fällen beginnt übrigens auch die Veränderung im Inneren der Krystalle, z. B. bei den zonenförmig-isomorph geschichteten Plagioklasen, deren Kern kieselsäureärmer und kalkreicher, deshalb leichter angreifbar ist, als die äusseren Schichten; oder wenn ein grosser Reichthum an Gasporen gerade im Inneren dort den Anfang der Umwandlung begünstigt.

Eine Combination von Umhüllungs- und Umwandlungs-Pseudomorphosen zeigen nach *Blum* Gebilde von Kautenbach bei Bernkastel; hier hat sich über Cerussitkrystallen eine papierdünne Lage von Bleiglanz abgesetzt, darüber Calcit, ebenfalls noch in der Form des Cerussits; später ist dann der innere Cerussit in Calcit umgewandelt worden.

Die Umwandlungs-Pseudomorphosen kann man in drei Gruppen bringen:

1) solche, bei welchen die ursprüngliche und die an ihrer Stelle befindliche Substanz chemisch identisch sind und die Umwandlung nur das Gefüge und physikalische Eigenschaften betroffen hat, sog. Paramorphosen;

2) solche, die zwar auf chemischer Umwandlung beruhen, bei welchen aber zwischen der ursprünglichen und der pseudomorphen Substanz noch ein chemischer Zusammenhang stattfindet, indem beide Massen einen oder mehre Bestandtheile gemein haben. Diese können gebildet sein durch:
   a) Verlust von Bestandtheilen,
   b) Aufnahme von Bestandtheilen,
   c) theilweisen Austausch von Bestandtheilen;

3) solche, bei welchen die chemischen Bestandtheile beider Substanzen

vermöge des stattgefundenen völligen Stoffaustausches gänzlich von einander verschieden sind (*Blum*'s Verdrängungs-Pseudomorphosen).

In den meisten Pseudomorphosen bildet das neue Mineral ein regelloses und verworrenes Aggregat von Individuen; in manchen Fällen aber behaupten diese epigenetischen Individuen eine parallele Stellung zu einander, und zugleich eine gesetzmässige Stellung zu der Krystallform des ursprünglichen Minerals.

Letzteres ist z. B. der Fall bei der Pseudomorphose von Aragonit nach Gyps (sog. Schaumkalk), indem die Verticalaxen und seitlichen Pinakoide beider Mineralien nach *G. Rose* einander parallel sind; oder bei der Pseudomorphose von Täfelchen des Baryts nach Barytocalcit, wo die Spaltfläche $\breve{P}\infty$ des Baryts parallel 0P des Barytocalcits und die Verticalaxe $c$ des ersteren parallel der Orthodiagonale $b$ des letzteren geht (*Mügge*). Bei der Pseudomorphose von Markasit nach Magnetkies liegen die Kryställchen des ersteren mit 0P auf den Prismenflächen des Magnetkieses und die brachydomatische Streifung des ersteren geht parallel der Randkante $0P : \infty P$ des Magnetkieses.

Die einzelnen der oben genannten Fälle erfordern specielle Erläuterung.

1) U.-Ps. (Paramorphosen), gebildet ohne Verlust und ohne Aufnahme von Stoffen, können nur bei einer dimorphen Substanz vorkommen, indem die eine Modification derselben durch eine zweite ersetzt worden ist; sie finden sich im Mineralreich an Anatas- und Arkansitkrystallen, die in Rutil, an Andalusitkrystallen, die in Disthen umgewandelt wurden; der Kohlenstoff des Diamants hat sich so in Graphit umgesetzt, das Schwefelquecksilber des regulären Metacinnabarits in tetartoëdrisch-hexagonalen Zinnober[1]).

Hält man sich an die oben gegebene Definition, so gehören die durch blose Stoffumsetzung entstandenen Paramorphosen mit in das Gebiet der Umwandlungs-Pseudomorphosen, schon deshalb, weil die ursprünglich vorhandene und die später an deren Stelle getretene Substanz, wenn sie auch bei der chemischen Analyse dasselbe Resultat geben, sich durch ihr specifisches Gewicht unterscheiden. Ein interessantes Beispiel liefern auch die aus geschmolzenem Schwefel künstlich dargestellten Krystalle, welche nach einiger Zeit von selbst, oder, mit Schwefelkohlenstoff befeuchtet, sogleich in ein Aggregat von rhombischen Krystallen übergehen, ohne jedoch ihre monokline Form dabei zu verlieren. Zu den Paramorphosen würden aber noch zu rechnen sein die Erscheinungen, welche Leucit, Boracit, Cristobalit darbieten, indem sich hier die reguläre Modification der Substanz unter Beibehaltung der chemischen Zusammensetzung in ein Aggregat von einer unter gewöhnlichen Verhältnissen stabileren, minder symmetrischen Modification umgesetzt hat, welche als solche in einfachen Krystallen nicht bekannt ist.

2a) U.-Ps., gebildet durch Verlust von Bestandtheilen sind nicht sonderlich häufig, z. B. Kalkspath nach Gaylussit (durch Austritt von kohlensaurem Natron und Wasser), Bleicarbonat nach Phosgenit (durch Verlust von Chlorblei), Willemit nach Kieselzink, gediegen Kupfer nach Rothkupfererz (durch Desoxydation), Haus-

1) Es finden sich sowohl Kalkspathkrystalle, die in Aragonit, als Aragonitkrystalle, die in Kalkspath verändert erscheinen, doch ist es zweifelhaft, ob hier wirkliche Paramorphosen vorliegen. Ueber die ersteren vgl. *Sandberger*, Annal. d. Phys. u. Chem. Bd. 129. S. 472. Die hierher gestellten Vorkommnisse aus den sicilianischen Schwefeldistricten hält *v. Lasaulx* nicht für eigentliche Paramorphosen, sondern für mechanische Ausfüllungs-Pseudomorphosen (N. Jahrb. f. Min. 1879. 507). Vgl. auch *M. Bauer* ebendas. 1886. I. 62, welcher für andere eine Bildung geltend macht, die eher nach Art der Umwandlungs-Pseudomorphosen verlaufen ist. — Die sog. Paramorphosen von Calcit nach Aragonit sind meist sehr porös, was gegen einfache Umlagerung spricht, denn bei solcher hätte gerade eine starke Volumvermehrung eintreten müssen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mannit nach Manganit, Magneteisen nach Eisenglanz, Silberglanz nach Rothgültigerz (durch Verlust von Schwefelantimon oder Schwefelarsen).

Künstlich kann man nach den Versuchen von *Berzelius* den Vorgang bei dieser letzteren Umwandlung nachahmen, indem man Rothgültigerzkrystalle in eine Auflösung von Schwefelalkalien bringt, welche in wenigen Stunden die Sulfosäure auszieht und das Schwefelsilber zurücklässt.

2b) Bei den U.-Ps., gebildet durch Aufnahme von Bestandtheilen, sind es meistens Sauerstoff, Wasser oder Kohlensäure, welche in die neue Verbindung eintreten; z. B. die weit verbreitete Umwandlung von Anhydrit in Gyps, die Pseudomorphosen von Malachit nach Rothkupfererz (welches bisweilen seinerseits selbst schon eine hierher gehörige Pseudomorphose nach gediegen Kupfer ist), von Eisenoxyd nach Magneteisen, von Bleivitriol nach Bleiglanz.

Die Pseudomorphose von Eisenoxyd nach Magneteisen (Eisenoxyduloxyd) kann entweder durch Oxydation des Eisenoxyduls (2b) oder so gedeutet werden, dass kohlensäurehaltiges Wasser auf die Krystalle einwirkte, welches Eisenoxydul auflöste, Eisenoxyd zurückliess (2a).

2c) Bei den U.-Ps., erzeugt durch theilweisen Austausch der Bestandtheile, hat die ursprüngliche Substanz gewisse Theile verloren, andere dafür aufgenommen, z. B. Aragonit nach Gyps, Kaolin nach Feldspath, Baryt nach Witherit, Bleiglanz nach Pyromorphit, Malachit nach Kupferlasur, Brauneisenerz nach Eisenkies oder Eisenspath, Grünerde nach Augit, Zinkspath nach Kalkspath.

Mehrfach findet hierbei der wechselseitige Austausch von Kohlensäure gegen Wasser statt, indem das letztere, wo es lange Zeit und in steter Zufuhr sich erneuernd wirkt, eine so schwache Säure, wie es die Kohlensäure ist, auszutreiben und sich selbst an deren Stelle zu setzen vermag (z. B. Malachit nach Kupferlasur, Brauneisenerz nach Eisenspath). — In manchen Fällen lässt sich solcher Austausch von Bestandtheilen als das Resultat einer einfachen, auf sog. doppelte Wahlverwandtschaft gegründeten Wechselzersetzung zweier Salze betrachten. Wenn z. B. auf Gypskrystalle Wasser einwirkte, welches kohlensaures Natron gelöst enthielt, so verband sich die Kohlensäure mit dem Kalk des Gypses zu Aragonit, welcher die Form des letzteren beibehielt, während das gebildete schwefelsaure Natron als leicht löslicher Stoff weggeführt wurde. Künstlich kann man, wie *Stein* darthat, diesen Vorgang nachmachen: behandelt man längere Zeit hindurch Gypskrystalle mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron bei 50°, so werden sie in Kalkspath umgewandelt. *Sorby* hat manche dergleichen Pseudomorphosen dargestellt, indem er verschiedene Krystalle in geeigneten Solutionen bei verschiedenen Temperaturen bis zu 150° C. behandelte.

Sehr häufig entstehen solche Pseudomorphosen dadurch, dass das mit einem schwerer löslichen Stoff beladene Wasser diesen absetzt und dagegen einen leichter löslichen auflöst, wobei jener die Form von diesem annimmt. Diese Bildungsweise, auf welche *G. Bischof* aufmerksam gemacht hat, ist nach ihm auch die Ursache einer eintretenden porösen Beschaffenheit. Wenn Gewässer, welches den schwerer darin löslichen Eisenspath enthält, mit dem leichter darin löslichen Kalkspath in Berührung kommt, so wird unter der Voraussetzung, dass sowohl die zugeführte Lösung des Eisenoxydulcarbonats, als die abgeführte des Kalkcarbonats eine gesättigte sei, mehr Kalkspath fortgeführt, als Eisenspath an dessen Stelle tritt, und es müssen sich daher hohle oder poröse Pseudomorphosen bilden — abgesehen davon, dass diese hier schon deshalb entstehen müssen, weil Eisenspath specifisch schwerer als Kalkspath ist. *A. Knop* hat auf diese Weise durch Einwirkung einer Lösung des schwerer löslichen Thonerde-Ammoniakalauns auf Krystalle des leichtlöslichen Eisenoxyd-Ammoniakalauns hohle Krystalle der ersteren Substanz künstlich erzeugt (Z. f. Kryst. IV. 1880. 257).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3) Sehr merkwürdig ist die Gruppe von Pseudomorphosen, welche durch völligen Austausch der Stoffe gebildet wurden, z. B. Quarz nach Flussspath, Quarz nach Kalkspath, Brauneisenstein nach Quarz, Brauneisenstein nach Kalkspath, Zinnstein nach Feldspath, Kieselzink nach Bleiglanz, Eisenkies nach Quarz, Pyrolusit nach Kalkspath u. s. w.

So räthselhaft diese Processe auch meistens sind, so kann man doch bisweilen solche Verdrängungen mit Hülfe der bekannten Zersetzungserscheinungen erklären, namentlich wenn man bedenkt, dass nicht immer eine directe Umwandlung stattgefunden zu haben braucht, sondern dass dieselbe durch Zwischenglieder allmählich vermittelt sein kann. So ist die Pseudomorphose von Brauneisenstein nach Kalkspath leicht zu deuten, wenn angenommen wird, dass dieselbe zuvörderst das Stadium derjenigen von Eisenspath nach Kalkspath durchlaufen habe; beide Vorgänge, sowohl die Umwandlung von Kalkspath in Eisenspath, als die von Eisenspath in Brauneisenstein, sind einzeln als solche sehr wohl constatirt. So mag ferner die Pseudomorphose von Quarz nach Flussspath in der Weise erfolgt sein, dass Wasser, welches kieselsaures und kohlensaures Natron enthielt, auf Flussspath reagirte: es bildete sich Fluornatrium, welches in Lösung weggeführt wurde, und kieselsaurer Kalk, der seinerseits durch das kohlensaure Natron zersetzt wurde; dabei erzeugte sich kohlensaurer Kalk, welcher gleichfalls im aufgelösten Zustand abgeführt wurde, und Kieselsäure, die als unlösliches Endproduct zurückblieb.

Zu dieser Gruppe von Pseudomorphosen gehört auch, wie *G. Bischof* mit Recht bemerkt, manches, was scheinbar in den Bereich der Gruppe 2c) fällt; jedes pseudomorphe Gebilde nämlich, von welchem sich nachweisen lässt, dass der gemeinschaftliche Bestandtheil nicht von dem verdrängten zu dem verdrängenden Mineral übergegangen sei. So ist z. B. bei der Pseudomorphose von Zinkspath nach Kalkspath nicht etwa nur Zinkoxyd gegen Kalk ausgetauscht worden und die Kohlensäure verblieben, sondern das kohlensaure Zinkoxyd hat als solches den ganz weggeführten kohlensauren Kalk verdrängt. Ebenso ist die Gemeinschaftlichkeit des sicherlich nicht vererbten Sauerstoffs bei der Pseudomorphose Quarz nach Kalkspath kein Grund, um dieselbe etwa der Gruppe 2c) zuzugesellen.

Uebrigens hat *Eugen Geinitz* auf mikroskopischem Wege überzeugend nachgewiesen, dass bei manchen der stets in diese Abtheilung gestellten Pseudomorphosen (z. B. Hornstein oder Chalcedon nach Kalkspath oder Flussspath) zunächst eine zarte krustenförmige Umhüllung aus der neuen Substanz sich um den bestehenden Krystall gebildet hat, welche gleichsam die Wandungen des Gefässes abgab, worin die Umwandlung (vielleicht auch manchmal die Auslaugung und Neu-Ausfüllung) vor sich ging.

*E. Geinitz* hat vorgeschlagen, die Umwandlungs-Pseudomorphosen der Abtheilung 2a) Apomorphosen, diejenigen der Abtheilung 2b) Epimorphosen, diejenigen der Abtheilung 2c) partielle und endlich die der Abtheilung 3) totale Allomorphosen (statt des längeren Allassomorphosen) zu nennen.

### 7. Von den organischen Formen.

§ 84. **Verschiedene Arten und Verhältnisse derselben.** Die organischen Formen, in welchen so viele Mineralien und Gesteine auftreten, zeigen manche Analogieen mit den Pseudomorphosen, und lassen sich grossentheils wie diese als hypostatische und metasomatische Gebilde unterscheiden. Je nachdem sie übrigens dem Thierreich oder dem Pflanzenreich angehören, können sie Zoomorphosen oder Phytomorphosen genannt werden.

Eigentliche Umhüllungsgebilde in dem Sinne, wie die Umhüllungs-Pseudomorphosen kommen selten vor (Kalktuff, Sprudelstein). Weit häufiger sind die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durch Umhüllung gebildeten äusseren Abdrücke (Spurensteine), wobei die Substanz der Organismen später gelöst und weggeführt wurde, sowie die durch Ausfüllung gebildeten inneren Abdrücke oder Abgüsse (Steinkerne) organischer Formen, welche die Analoga der Krystalleindrücke (§ 76) und der Ausfüllungs-Pseudomorphosen (§ 82) sind. Wurde der organische Körper, welcher einen äusseren oder inneren Abdruck lieferte, später zerstört, und der dadurch leer gewordene Raum mit Mineralmasse erfüllt, so enstanden Bildungen, welche sich theils mit den durch Ausfüllung oder Verdrängung, theils mit den durch Umwandlung gebildeten Pseudomorphosen vergleichen lassen. Dasselbe gilt von den wirklich versteinerten oder vererzten organischen Körpern, bei welchen nicht nur die Form, sondern auch oft die Structur bis in das feinste Detail erhalten zu sein pflegt, so dass man in ihnen einen Theilchen für Theilchen bewirkten Austausch der organischen Substanz gegen die Mineralsubstanz annehmen möchte (verkieseltes Holz). Die mineralisirten organischen Körper endlich, wie Anthracit, Steinkohle und manche fossile Harze sind als solche Umwandlungsproducte zu betrachten, welche während eines sehr langsamen Zersetzungsprocesses, und meist durch Verlust von Bestandtheilen gebildet wurden.

Kieselsäure als Quarz und Opal, sowie kohlensaurer Kalk als Kalkspath und Aragonit sind bei weitem die gewöhnlichsten Versteinerungsmittel; viel seltener treten Dolomit und Phosphorit, sehr selten Gyps, Cölestin, Flussspath, Baryt als solches auf. Unter den metallischen Mineralien spielt der Pyrit oder Eisenkies nebst Brauneisenstein als seinem Umwandlungsproduct die Hauptrolle als Vererzungsmittel; hin und wieder haben auch Eisenspath, Vivianit, Bleicarbonat, Zinkspath, Rotheisenerz, Bleiglanz, Kupferglanz, Glaukonit für die Erhaltung der organischen Formen gedient. Merkwürdig ist die 1826 von *Hessel* nachgewiesene regelmässige Stellung der Kalkspath-Individuen in den versteinerten Crinoiden, Echiniden, Belemniten, Inoceramen u. a., sowie der Umstand, dass einzelne Theile der Echiniden (z. B. die Cidaritenstacheln) sehr häufig blos von einem einzigen Kalkspath-Individuum gebildet werden, dessen Hauptaxe mit der Längsaxe des Stachels zusammenfällt; hier ist also der organische Ueberrest für die Textur des versteinernden Minerals maassgebend gewesen.

### 8. Von den secundären Formen der Mineralien.

§ 85. **Verschiedene Arten derselben.** Alle bisher betrachteten Formen der Mineralien besitzen den Charakter der Ursprünglichkeit, d. h. sie sind unmittelbar bei der Bildung des betreffenden Minerals entstanden. Es kommen aber auch andere Formen vor, welche diesen Charakter entbehren, und deshalb als secundäre Formen bezeichnet werden können. Dahin gehören die durch mechanische Zerstückelung und Zermalmung, durch Reibung und Abschleifung, sowie die durch Ausnagung und Auflösung entstandenen Formen, welche theils als lose, ringsum oder allseitig begrenzte Körper, theils blos als oberflächliche, einseitig oder nur mehrseitig begrenzte Gestalten ausgebildet sind. So lassen sich diese secundären Formen besonders als fragmentare oder klastische, als Frictionsformen, als Erosionsformen und Contractionsformen unterscheiden.

1) Klastische oder fragmentare Formen; als solche gelten die bisweilen vorkommenden (und im folgenden Abschnitt näher betrachteten) Spaltungsstücke; dann alle, durch Zertrümmerung von Mineralmassen und durch Fortführung ihrer Fragmente in den Gewässern gebildeten Formen, welche nach Maassgabe ihrer Grösse und Gestalt

durch verschiedene Ausdrücke als scharfkantige und stumpfkantige Stücke, als Geschiebe und Gerölle, als eckige, platte und rundliche Körner, als Sand und Staub bezeichnet werden.

2) Frictionsformen (oder Contusionsformen); sie sind nur oberflächliche Formen an den Wänden von Klüften und Spalten, entstanden durch die gewaltsame Bewegung der zu beiden Seiten solcher Spalten liegenden Gebirgstheile; sie zeigen die sehr charakteristischen Frictionsstreifen, besitzen oft einen hohen Grad von Politur, und sind besonders dadurch ausgezeichnet, dass ursprünglich jedenfalls zwei, einander correspondirende Flächen vorhanden sind. Nach Maassgabe ihrer besonderen Beschaffenheit nennt man sie Rutschflächen, Quetschflächen oder Spiegel. Aehnliche, aber nur einseitig, und an der Oberfläche des Felsgrundes ausgebildete Formen zeigen die durch die Einwirkung von Gletschern, vielleicht auch durch das Fortschieben von Gebirgsschutt bei heftigen Fluthen gebildeten Felsenschliffe. Körperliche Frictionsformen sind die sog. Dreikantner, Kantengerölle, Facettengerölle, Pyramidengerölle, Geschiebe-Dreikantner, Geschiebe, welche nur auf einer Seite die übliche flache Rundung zeigen, während die andere Seite in Folge der abwetzenden Wirkung darübergewehten Sandes in auffallender Weise mehr oder weniger kantig-pyramidale Gestalt erlangt hat.

3) Erosionsformen; sie entstanden theils durch die mechanische Gewalt, theils durch die auflösende Einwirkung des Wassers oder gewisser organischer Körper; z. B. die seltsam ausgenagten Formen des Kalksteins, da, wo er dem Wellenschlag und der Brandung ausgesetzt ist; die Formen, welche Gyps und Steinsalz durch die auflösende Einwirkung der Atmosphärilien und Gewässer erhalten; die Aushöhlungen des Kalksteins durch den Angriff von Bohrmuscheln, u. a. Erscheinungen.

4) Contractionsformen (*formes de retrait*); entstanden durch das mit der allmählichen Austrocknung oder Abkühlung verbundene Schwinden der Massen, was innere Zerberstungen oder Absonderungen zur Folge hatte; Septarien, stengeliger Thoneisenstein, geglühter Magnesit. Auch die Kerne der sogenannten Klappersteine lassen sich gewissermassen hierher rechnen.

---

# Zweiter Abschnitt.

## Von den physikalischen Eigenschaften der Mineralien.

§ 86. **Uebersicht.** Die physikalischen Eigenschaften der Mineralien haften theils beständig an ihrer Substanz, theils werden sie nur vorübergehend, durch den Conflict mit einer von aussen einwirkenden Kraft oder Materie in ihnen hervorgerufen. Zu den ersteren gehören die Cohärenz und Elasticität, die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht, und der Magnetismus; zu den letzteren die optischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften. Die meisten und bemerkenswerthesten derselben geben sich in erster Linie an den Krystallen, oder an den Individuen überhaupt auf eigenthümliche und gesetzmässige Weise zu erkennen.

Mit Ausnahme des specifischen Gewichts stehen die physikalischen Eigenschaften der Krystalle im engsten gesetzlichen Zusammenhang mit deren regelmässiger Form und innerer Structur, mit den Richtungen, nach welchen sie in den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Krystallen zur Wahrnehmung gelangen. Diese Beziehung wird in dem Hauptsatz ausgesprochen, dass geometrisch-krystallographisch gleichwerthige Richtungen sich in jeder Hinsicht auch physikalisch gleich verhalten, oder dass alle geometrischen Symmetrie-Ebenen gleichfalls physikalische sind. Doch gilt dieser Fundamentalsatz nicht allenthalben auch in seiner Umkehrung. Es gibt zwar eine Anzahl von Eigenschaften, für welche ebenfalls umgekehrt alle physikalisch gleichwerthigen Richtungen auch geometrisch gleichwerthig, die in ersterer Hinsicht verschiedenen dies auch in letzterer Hinsicht sind, z. B. die Cohäsion mit der Spaltbarkeit, Härte, Elasticität, ferner die Pyroëlektricität. Für eine zweite Gruppe von Eigenschaften, z. B. die optischen und thermischen, können aber in physikalischer Hinsicht Symmetrie-Ebenen existiren, welche keine geometrischen sind, indem die physikalisch gleichwerthigen Richtungen nicht lediglich auf die geometrisch gleichwerthigen beschränkt erscheinen. So sind z. B. bei einem regulären Krystall sämmtliche Richtungen zwar wohl in optischer Beziehung physikalisch, aber keineswegs auch krystallographisch einander gleich, also in krystallographischer Hinsicht abweichende nicht auch physikalisch verschieden. Für diese letztere Abtheilung ist daher die Umkehrung des obigen Hauptsatzes nicht zulässig [1]).

Wenn im Folgenden, dem althergebrachten Sprachgebrauch gemäss, auch bei den theilflächigen hemiëdrischen und tetartoëdrischen Krystallen des tetragonalen und hexagonalen Systems die verticale Axe $c$ als Hauptaxe bezeichnet wird, so muss daran erinnert werden, dass ihr — in Folge der gegen die holoëdrischen Gestalten reducirten Symmetrie — morphologisch ein solcher Charakter als Haupt-Symmetrieaxe meist nicht mehr zukommt. In physikalischer Hinsicht aber spielt die Verticale auch bei den Theilflächnern jener beiden Systeme stets die Rolle einer Hauptaxe.

### 1. Spaltbarkeit der Individuen und andere Erscheinungen der Cohärenz.

§ 87. **Spaltbarkeit der Individuen.** Cohärenz überhaupt ist der innere Zusammenhalt der Körper, welcher sich durch den grösseren oder geringeren Widerstand offenbart, den sie jeder mechanischen Theilung entgegensetzen. Man unterscheidet an der Cohärenz die Quantität (den Grad oder die Stärke), und die Qualität (die eigenthümliche Weise ihrer Aeusserung).

An den Krystallen oder Individuen überhaupt muss ferner die Quantität der Cohärenz nach verschiedenen Richtungen unterschieden werden. Es ist nämlich eine sehr merkwürdige Erscheinung, dass in jedem anorganischen Individuum nach verschiedenen Richtungen verschiedene, und nach gewissen Richtungen weit geringere Grade der Cohärenz stattfinden, als nach anderen Richtungen. Jedes Individuum zeigt also nach bestimmten Richtungen Minima der Cohärenz, welche sich dadurch offenbaren werden, dass es in solchen Richtungen leichter zerrissen, oder nach den darauf normalen Richtungen durch Anwendung eines Messers, Meissels u. dgl. leichter gespalten werden kann, als nach anderen Richtungen. Ein jeder Krystall und überhaupt ein jedes Individuum besitzt demnach eine mehr oder weniger deutliche Spaltbarkeit, durch welche die Hervorbringung von Spaltungsflächen und Spaltungslamellen ermöglicht wird. Individuen von

1) Vgl. *Sohncke*, Entwickelung einer Theorie der Krystallstructur. 1879. 211.

Glimmer, Gyps, Kalkspath, Bleiglanz, Flussspath, Topas u. a. Mineralien lassen die Erscheinung besonders deutlich beobachten. Es gilt die Vorstellung, dass die Spaltbarkeitsebenen solche sind, in denen die Molecüle eine grosse gegenseitige Annäherung besitzen, während normal darauf die Entfernung der einzelnen auf einander folgenden Molecularlagen eine relativ grosse ist. — Amorphe Mineralien können keine Spaltbarkeit zeigen, weil bei ihnen die Cohärenz nach allen Richtungen übereinstimmt.

Sehr wichtig ist ferner die Thatsache, dass die Spaltungsflächen stets den Flächen bestimmter Formen des betreffenden Formencomplexes parallel liegen, welche entweder an dem Krystall schon vorhanden oder daran möglich sind; woraus denn von selbst folgt, dass die Richtungen jener Minima der Cohärenz stets normal auf denselben Krystallflächen sein müssen.

Da sich ferner jede Spaltungsfläche als eine ebene Fläche mit gleicher Vollkommenheit durch das ganze Individuum verfolgen lässt, so ist auch zu schliessen, dass die Minima der Cohärenz einen sehr eminenten Charakter behaupten, und keineswegs durch allmähliche Uebergänge in die grösseren Cohärenzgrade der zunächst anliegenden Richtungen verlaufen. Endlich ist die Annahme berechtigt, dass die Spaltbarkeit ohne Grenzen stattfindet, und auf immer dünnere und dünnere Lamellen gelangen lässt, bis zuletzt die Instrumente nicht mehr fein genug sind, um fernere Spaltungen zu bewerkstelligen (Gyps, Glimmer).

Die Spaltbarkeit ist also nur eine Folge der eigenthümlichen Cohärenzverhältnisse, des Vorhandenseins von Minimalgraden der Festigkeit bei den anorganischen Individuen, aber durchaus nicht eine Structur oder ein Gefüge derselben, wie so oft gesagt wurde, und nur dann mit Recht gesagt werden könnte, wenn die Spaltungsflächen und Spaltungslamellen als solche in den Individuen wirklich präexistirten, ehe sie durch mechanischen Eingriff zum Vorschein gebracht werden; dies ist aber schlechterdings nicht der Fall, vielmehr beruht jene Eigenschaft nur darauf, dass die Substanz des Krystalls in jedem Punkt nach der Richtung der Normalen der Spaltungsflächen am wenigsten cohärirt. Da die Spaltungsflächen eine Theilung der Krystalle in Lamellen oder Blätter gestatten, so hat man sie auch Blätterdurchgänge genannt. — Der Verlauf der Spaltbarkeit findet sich bei vielen Mineralien durch Sprünge oder Risse im Inneren angezeigt; einige derselben, wie Glimmer, Gyps gelangen vielfach schon im zerspaltenen Zustand in unsere Hände.

§ 88. **Spaltungsformen.** Lässt sich an einem Individuum ein Minimum der Cohärenz oder eine Spaltungsfläche nachweisen, so findet dasselbe nach den Normalen aller gleichwerthigen Flächen, oder nach den sämmtlichen Flächen derjenigen Krystallform (oder Partialform) statt, zu welcher die beobachtete Spaltungsfläche gehört. Auch sind stets diese correlaten Minima von völlig gleichem Werth, während sich die zu verschiedenen Formen gehörigen Minima als ungleichwerthig erweisen (Beispiele an Kalkspath, Bleiglanz, Amphibol, Baryt, Gyps). Spaltungsflächen, welche nicht in gleichem Grade eben sind, lassen daher immer auf Ungleichheit der mit ihnen parallelen Krystallflächen schliessen. — Da die gleichwerthigen Spaltungsflächen also stets in derselben Anzahl vorhanden sind, wie die Flächenpaare der ihnen entsprechenden Krystallform, so gestatten sie die Darstellung von Spaltungsformen, welche sich durch nichts, als durch den Mangel der Ursprünglichkeit von den Krystallformen unterscheiden (§ 2) und, gleichwie diese, theils als geschlossene, theils als offene Formen zu erkennen geben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Daher bestimmt man auch die Spaltungsformen jeder Art einfach durch die krystallographischen Namen und Zeichen der entsprechenden Krystallformen.

Oft fällt bei dem ersten Versuch, die Spaltungsform herzustellen, dieselbe etwas verzerrt aus: so liefert das cubisch spaltende Steinsalz vielleicht längliche rechtwinkelige Parallelepipeda, der oktaëdrisch spaltbare Flussspath zunächst Tetraëder, die rhombendodekaëdrisch spaltbare Zinkblende Formen, die nicht von allen 12 Flächen begrenzt sind. — Mineralien, welche blos in einer oder zwei Richtungen spaltbar sind (z. B. blos basisch oder blos prismatisch) liefern auch nur offene Spaltungsformen.

Eine sehr wichtige Thatsache, welche der Spaltbarkeit einen grossen Werth für die Diagnose der Mineralien verleiht, ist es aber, dass jede Mineralart immer nur eine, oder einige wenige Spaltungsformen erkennen lässt, welche in allen Varietäten des Minerals dieselben, und von der äusseren Krystallform sowie überhaupt von der Ausbildungsweise der Individuen gänzlich unabhängig sind. Diese specifische Einerleiheit der Spaltungsformen, bei aller Manchfaltigkeit der Krystallform eines und desselben Minerals, erhebt die Spaltbarkeit zu einem Merkmal von grösstem Belang. Ob der Kalkspath in flachen Rhomboëdern oder in spitzen Skalenoëdern oder in hexagonalen Prismen krystallisirt, seine Spaltbarkeit ist stets die gleiche. Und selbst die ganz ungestalteten Individuen der körnigen, schaligen und stengeligen Aggregate, welche keine Spur von Krystallformen besitzen, zeigen die Spaltbarkeit nach denselben Richtungen und mit derselben Vollkommenheit, wie die Krystalle derselben Substanz. Die Spaltbarkeit ist daher eine, allen Individuen derselben Mineralart in gleicher Weise zukommende Eigenschaft, wie vollkommen oder wie unvollkommen und wie verschieden auch ihre äussere Form beschaffen sein mag. So ermöglichen denn die Spaltungsformen bisweilen die Feststellung des Krystallsystems bei Substanzen, welche nicht in ausgebildeten Individuen, sondern nur in krystallinischen Stücken vorliegen, während dieselben anderseits verwandt werden können, um die Richtigkeit der Deutung einer Krystallform zu erproben.

Wenn reguläre Krystalle in einer Richtung ein Minimum der Cohärenz haben, also senkrecht darauf Spaltbarkeit stattfindet, so muss dasselbe Minimum auch in allen denjenigen Richtungen vorliegen, welche mit Bezug auf die drei Hauptsymmetrie-Ebenen symmetrisch zu jener liegen. Ein Krystall, der nur nach einer oder nur nach zwei Richtungen spaltet, kann daher nicht dem regulären System angehören, welches mindestens drei gleichwerthige Spaltungsrichtungen erfordert. — Geschlossene Spaltungsgestalten mit Spaltungsflächen gleicher Qualität sind ein nothwendiges Postulat des regulären Systems.

§ 89. **Bezeichnung und Benennung der Spaltungsrichtungen.** In den einzelnen Krystallsystemen verlaufen die Spaltungsrichtungen gewöhnlich:

1) im regulären System:
   oktaëdrisch nach **O**[1]), Flussspath, Rothkupfererz,
   hexaëdrisch nach **∞O∞**, Steinsalz, Bleiglanz,
   dodekaëdrisch nach **∞O**, Zinkblende, Sodalith;

2) im Tetragonalsystem:
   pyramidal nach **P** oder **2P∞**, Scheelit, Wulfenit, Kupferkies,

1) Die häufigsten Spaltungsrichtungen sind gesperrt gedruckt.

prismatisch nach $\infty P$ oder $\infty P\infty$, Rutil, Zinnstein,
basisch nach $0P$, Uranit, Apophyllit;

3) im Hexagonalsystem:
pyramidal nach $P$ oder $P2$,
prismatisch nach $\infty P$, $\infty P2$ oder $\infty R$, Apatit, Nephelin, Zinkit, Zinnober,
basisch nach $0P$ oder $0R$, Beryll, Pyrosmalith, Zinkit, Antimon,
rhomboëdrisch nach $R$, Kalkspath, Eisenspath, Dolomit;

4) im rhombischen System:
pyramidal nach $P$, Schwefel,
prismatisch nach $\infty P$, Cerussit, Natrolith,
makrodomatisch nach $\bar{P}\infty$, oder brachydomatisch nach $\breve{P}\infty$,
basisch nach $0P$, Topas, Prehnit,
makrodiagonal nach $\infty\bar{P}\infty$, Anhydrit,
brachydiagonal nach $\infty\breve{P}\infty$, Antimonglanz;

5) im monoklinen System:
hemipyramidal nach $P$ oder $-P$, Gyps,
prismatisch nach $\infty P$, Amphibol, Pyroxen,
klinodomatisch nach $\mathfrak{P}\infty$, Kupferlasur,
hemidomatisch nach $\mathfrak{P}\infty$ oder $-\mathfrak{P}\infty$,
basisch nach $0P$, Magnesiaglimmer, Orthoklas, Klinochlor, Epidot,
orthodiagonal nach $\infty\breve{\mathfrak{P}}\infty$, Epidot,
klinodiagonal nach $\infty\bar{\mathfrak{P}}\infty$, Gyps, Stilbit, Orthoklas;

6) im triklinen System:
hemiprismatisch nach $\infty P'$ oder $\infty'P$, Labradorit,
hemidomatisch nach einem halben Makrodoma oder Brachydoma,
basisch nach $0P$, Albit, Oligoklas, Labradorit,
makrodiagonal nach $\infty\bar{P}\infty$, oder
brachydiagonal nach $\infty\breve{P}\infty$, Albit, Oligoklas, Labradorit.

§ 90. **Verschiedene Vollkommenheit der Spaltbarkeit.** Gleichwie sich die Spaltbarkeit an einem und demselben Individuum nach den Richtungen verschiedener Krystallflächen sehr ungleichwerthig herauszustellen pflegt (§ 87), so findet man auch, dass sie, obwohl nach krystallographisch übereinstimmend orientirten Flächen vorhanden, doch bei verschiedenen Mineralien, ja sogar in verschiedenen Varietäten einer und derselben Mineralart mit recht verschiedenen Graden der Vollkommenheit ausgebildet sein kann. Daher muss, ausser der Lage der Spaltungsflächen, auch die Leichtigkeit oder Schwierigkeit der Spaltung selbst, und die Beschaffenheit der Spaltungsflächen für eine erschöpfende Charakterisirung berücksichtigt werden.

Die Spaltbarkeit ist entweder höchst vollkommen (Glimmer, Gyps, Calcit, Antimonglanz), oder sehr vollkommen (Flussspath, Baryt, Amphibol), oder vollkommen (Pyroxen, Kryolith), oder unvollkommen (Granat, Quarz), oder sehr unvollkommen, wenn nur einzelne, kaum bemerkbare Spuren derselben vorhanden sind. Die Spaltungsflächen selbst aber sind entweder stetig ausgedehnt, oder unterbrochen und gleichsam abgerissen, übrigens meist glatt, selten gestreift. Sehr unvollkommene Spaltungsrichtungen geben sich nur in kleinen sporadischen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Elementen von Spaltungsflächen zu erkennen, und lassen sich oft nur bei starker Beleuchtung auf den Bruchflächen des Minerals entdecken. Nur bei wenigen krystallinischen Mineralien unterscheiden sich die Minima der Cohärenz so wenig von den übrigen Cohärenzgraden, dass sie gar keine Spaltungsflächen, sondern lediglich Bruchflächen wahrnehmen lassen.

Bei solchen Mineralien, welche der vielfach wiederholten Zwillingsbildung mit parallelen Zusammensetzungsflächen unterworfen sind, und daher in polysynthetischen Krystallen oder in dergleichen individualisirten Massen auftreten, sind gestreifte Spaltungsflächen eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Diese Streifung ist eine nothwendige Folge der wiederholten Zwillingsbildung und lässt z. B. vortrefflich die triklinen und die monoklinen Feldspathe auseinanderhalten.

Anm. Neben der eigentlichen Spaltbarkeit kommt noch bei einigen Mineralien die Tendenz zu einer Zerklüftung nach gewissen Richtungen vor. Die dadurch erzeugten Risse verlaufen unregelmässiger, vielfach etwas gebogen und gekrümmt und irgend einer Krystallfläche nur annähernd parallel. Eine solche Zerklüftung tritt z. B. bei den Sanidinen in den Phonolithen, Rhyolithen und Trachyten ungefähr dem Orthopinakoid parallel, bei den Krystallen der rhombischen Pyroxene, bei dem Apatit und Turmalin parallel der horizontalen Basis hervor und trägt nicht den Charakter der eigentlichen Spaltbarkeit.

Ausserdem existirt aber noch bei etlichen Mineralien eine Theilbarkeit nach recht planen und glatten Flächen, welche dennoch keine eigentliche Spaltbarkeit darstellt und keinem Cohärenzminimum entspricht, weshalb man sie wohl als Ablösung oder Absonderung unterscheidet; sie findet sich z. B. bei dem Diallag parallel dem Orthopinakoid, beim Korund nach der Basis. Theils scheint es sich hier um das Auftreten von Gleitflächen (§ 91) oder um einen Zwillingsbau zu handeln, theils scheint diese Ablösung auf dem Vorhandensein eingelagerter Substanzen oder insbesondere auf einer schaligen Verwachsung zu beruhen. Auch das der wirklichen Spaltbarkeit entbehrende Magneteisen zeigt in Folge einer schaligen Zusammensetzung nach den Oktaëderflächen gleichfalls darnach eine Ablösung. Der Unterschied gegen die echte Spaltbarkeit tritt in allen diesen Fällen dadurch hervor, dass die schaligen Ablösungen bei einer gewissen Dünne ihr Ende erreichen, wogegen die Spaltung unbegrenzt ist.

Die absolute Festigkeit der Krystalle ist natürlich um so abhängiger von ihrer Spaltbarkeit, je vollkommener dieselbe ist. *Sohncke* hat Versuche über diese Cohäsion oder Zugfestigkeit des Steinsalzes nach abweichenden Richtungen ausgeführt, indem er daraus verschiedene quadratische Prismen schnitt, deren Längsaxe einer der Hauptaxen, einer der trigonalen und einer der rhombischen Zwischenaxen parallel war, diese Prismen in zweckmässiger Fassung senkrecht befestigte, und am unteren Ende mit einer Schale verband, in welche feine Schrotkörner liefen, bis die Zerreissung erfolgte. Wurde das erste Stäbchen (senkrecht zu $\infty O \infty$) durch ein Gewicht von 1 kgr zerrissen, so bedurfte das zweite (senkrecht zu $O$) von gleichem Querschnitt 2, und das dritte (senkrecht zu $\infty O$) 2,6 kgr Gewicht, um es zu zerreissen. Stets ergab sich übrigens, dass die Zerreissungsflächen den Spaltungsflächen entsprachen.

§ 91. **Gleitflächen und Schlagfiguren.** Ausser den Spaltungsflächen gibt es in den Krystallen noch andere Flächen, welche dadurch ausgezeichnet sind, dass parallel denselben ein Gleiten, eine gegenseitige Verschiebung der Theilchen mit bedeutend grösserer Leichtigkeit als in den unmittelbar benachbarten Richtungen von Statten gehen kann und welche durch zweckmässigen Druck hervorgebracht werden. *E. Reusch*[1]) nannte die so entstehenden Trennungsflächen, welche eine

1) Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 132. 441, und Bd. 136. 130; auch Monatsberichte der Akad. der Wissenschaften in Berlin, 1872, April, S. 242, und 1873 vom 29. Mai.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dauernde Deformation bewirken, die Gleitflächen. Viele Mineralien besitzen diejenigen Richtungen als Gleitflächen, nach welchen auch die Zwillingsbildung insbesondere erfolgt; aber niemals fallen die Gleitflächen mit den Spaltungsflächen zusammen. Durch diese Gleitungen werden bald nur einfache Trennungen in der gegebenen Direction hervorgerufen, anderseits kann aber auch eine Umdrehung der kleinsten Theilchen damit verknüpft sein, welche dadurch in eine gegenseitige Zwillingsstellung gerathen.

Feilt man an einem hexaëdrischen Spaltungsstück von Steinsalz zwei gegenüberliegende Kanten regelmässig weg, und presst man hierauf das Spaltungsstück zwischen den angefeilten Abstumpfungsflächen, so entsteht in ihm eine Trennungsfläche, welche der in der Richtung des Drucks liegenden Fläche von $\infty O$ parallel ist; dieser Fläche entspricht bei dem Steinsalz keine Spaltbarkeit. Indem der Gebirgsdruck ganz ähnlich wie das künstliche Experiment wirkt, gewahrt man auch oft an natürlich vorkommenden Steinsalzstücken solche glatten Gleitflächen. Feilt man ebenso an einem Spaltungsstück von Kalkspath zwei gegenüberliegende schärfere Kanten dergestalt weg, dass die angefeilten Flächen dem Prisma $\infty P2$ entsprechen, und presst man das Stück zwischen beiden Flächen, so sieht man in dessen Innerem Trennungsflächen aufblitzen, welche den Flächen des Rhomboëders $-\frac{1}{2}R$ parallel sind, also dieselbe Lage haben, wie die Zwillingslamellen, welche die Spaltungsstücke so häufig durchsetzen; und in der That sind auf diese Weise auch dergleichen Lamellen erzeugt worden. Nach *Max Bauer* besitzen am Bleiglanz die Rhombendodekaëderflächen, am Cyanit die Basisflächen, nach *Seligmann* am Antimonglanz die Basisflächen Gleitflächencharakter.

Gleitflächen unterscheiden sich also dadurch von Spaltungsflächen, dass parallel zu den ersteren die leichteste Verschiebung, senkrecht zu den letzteren die leichteste Trennung erfolgt. — Die Thatsache, dass die Rhomboëderfläche $-\frac{1}{2}R$ am Kalkspath die Bedeutung einer Gleitfläche hat, war übrigens schon 1828 *Brewster* bekannt. Nach der Auffassung von *Reusch* beruht die Entstehung der Gleitfläche darin, dass der Druck eine Drehung der Theilchen um eine Axe, welche in einer Fläche $-\frac{1}{2}R$ und zugleich senkrecht zu einem Hauptschnitt (senkrecht zur Polkante von R) liegt, bewirkt, so dass die Molecüle dadurch in eine neue Gleichgewichtslage gelangen. Sehr merkwürdig ist bei dieser künstlichen Zwillingsbildung am Kalkspath die ebenfalls von *Reusch* beobachtete Thatsache, dass eine solche durch Druck hervorgebrachte Lamelle, welche nicht durch die ganze Dicke des Krystalls geht, mittels Erwärmung wieder zum Verschwinden gebracht werden kann. — Nach *Baumhauer* lässt sich aus einem prismatischen Spaltungsstück von Kalkspath ein äusserlich vollkommen modellgleicher Zwilling aus zwei nach $-\frac{1}{2}R$ symmetrischen Hälften herstellen, indem die Klinge eines gewöhnlichen Taschenmessers in geeigneter Weise allmählich hineingedrückt wird (Fig. 299); die wie in einem geschmeidigen Körper stattfindende Verschiebung mit Umstellung der Theilchen gibt sich auch darin kund, dass die auf den Flächen des in Zwillingsstellung übergegangenen Theiles erzeugten Aetzfiguren (vgl. § 92) sowohl ihre Lage als ihre Gestalt verändert haben; ritzt man in die Fläche vor der Einwirkung des Drucks mit einer feinen Spitze einen Kreis ein und bewirkt dann die Verschiebung des betreffenden Theiles, so zeigt sich an Stelle des Kreises eine zierliche Ellipse. — *O. Mügge* hat gezeigt, dass am Kalkspath auch $\infty P2$, $0R$ und vielleicht noch einige andere Flächen als »Structurflächen« zu betrachten sind, d. h. als Flächen, parallel welchen eine Trennung, Verschiebung oder

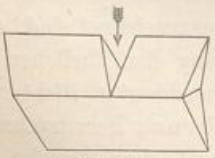


Fig. 299.

Drehung der kleinsten Theilchen besonders leicht stattfindet. Die Zwillingslamellen des Antimons nach $-\frac{1}{2}R$, diejenigen des Wismuts nach derselben Fläche können zufolge *Mügge* auch durch Druck hervorgebracht werden: beim Wismut genügt meistens ein Schlag auf die Polkante des Rhomboëders, um parallel der horizontalen Diagonale der anliegenden Fläche verlaufende Zwillingslamellen hervortreten zu lassen, die allerdings ausserordentlich fein sind; ebenso gelingt es bei Diopsiden, künstlich Zwillingslamellen nach 0P hervorzubringen. Anhydrit, welcher nach den 3 rhombischen Pinakoiden spaltet, gleitet nach einem Prisma.

Solche Zwillingsbildung durch Druck (vgl. S. 141) zeigt sich bei vielen Mineralien, welche als Gemengtheile eines dem Gebirgsdruck ausgesetzt gewesenen Gesteins vorkommen, z. B. bei den Kalkspathkörnern des Marmors.

*Bauer* hat zuerst die Vermuthung ausgesprochen, dass eine allgemeine Beziehung zwischen gewissen Gleitflächen der Krystalle und ihren Zwillingsflächen bestehe, wie dies z. B. für den Glimmer gilt, bei welchem die Gleitflächen zugleich Zwillingsflächen sind, ebenso beim Cyanit bezüglich der Fläche 0P; auch *Mügge* hat darauf aufmerksam gemacht, dass bei so vielen anderen Mineralien (wie namentlich beim Kalkspath) z. Th. die Zwillingsflächen mit den Spalt-, Gleit- und sog. Absonderungsflächen zusammenfallen, z. Th. letztere zu ersteren symmetrisch liegen. Auch beim Graphit sind die Zwillingsflächen, welche die trianguläre Streifung auf der Basis hervorbringen, zugleich Gleitflächen; die Streifung kann durch Biegung der Graphitlamellen auf deren concaver Seite künstlich hervorgebracht werden. — Doch unterscheiden sich die Gleitflächen von den Zwillingsflächen dadurch, dass sie in Richtungen existiren können, nach denen vermöge der Symmetrie keine Zwillingsbildung möglich ist, z. B. $\infty O$ beim Steinsalz, 0P beim Antimonglanz.

Uebrigens wies *v. Jeremejeff* darauf hin, dass die Erscheinungen der Gleitflächen wohl auch an aufgewachsenen, grösstentheils in einen Hohlraum hineinragenden Krystallen wahrgenommen werden (z. B. beim Eisenglanz, Diopsid, Antimonglanz), wo Druck dieselben nicht hervorgerufen haben könne (Z. f. Kryst. XXVIII. 1897. 521). — Nach *Vernadsky* können einfache Schiebungen, wie sie in den Gleiterscheinungen zur Geltung kommen, auch durch ungleichförmiges Erwärmen des Krystalls, z. B. Berührung an einer Stelle mit einem heissgemachten Draht hervorgebracht werden.

Aehnliche Flächen lassen sich aber auch durch einen Schlag hervorbringen, indem man auf die zu prüfende Krystall- oder Spaltungsfläche einen stumpf-konisch zugespitzten Stahlstift (den Körner der Metallarbeiter) senkrecht aufsetzt, und gegen denselben mit einem kleinen Hammer einen kurzen leichten Schlag führt. Dabei bilden sich gleichzeitig mehre Trennungsflächen in der Form kurzer Sprünge aus, welche vom Schlagpunkt aus nach bestimmten Richtungen divergiren, und daher eigenthümliche Figuren bilden, welche *Reusch* Schlagfiguren nannte. So entstehen auf einer Spaltungsfläche von Steinsalz zwei Sprünge, die ein rechtwinkeliges Kreuz bilden, und den auf der geschlagenen Fläche senkrechten Flächen von $\infty O$ parallel sind, während nach anderen Richtungen die übrigen sichtbar werden. Diese Sprünge entsprechen Trennungsflächen, welche bei dem Steinsalz wohl als Gleitflächen, aber nicht als Spaltungsflächen ausgebildet sind. Auf den Oktaëderflächen des Steinsalzes erscheint eine dreistrahlige Schlagfigur, deren abermals $\infty O$ parallele Risse senkrecht stehen auf den Combinationskanten von $O$ und $\infty O\infty$. Auf einem Spaltungsstück von Kalkspath entsteht ein gleichschenkeliges Dreieck, dessen Schenkel den Randkanten parallel sind, während die der Polecke zugewendete Basis der langen Diagonale der geschlagenen Fläche parallel ist, nach welcher Richtung auch die ganze Figur dicht gestreift erscheint. Auf parallel der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Basis geschnittenen Kalkspathplatten erhält man einen Stern, dessen drei Strahlen 120° mit einander bilden.

Bei dem Sylvin (Chlorkalium) ist auf den Würfelflächen die Schlagfigur zwar auch in der Regel ein vierstrahliger Stern, aber die Winkel, unter denen sich die einzelnen Strahlen schneiden, sind im Allgemeinen verschieden und die Risse sind nicht mehr normal zur Würfelfläche, sondern immer gegen dieselbe geneigt, was beides mit dem plagiëdrisch-hemiëdrischen Charakter des Minerals zusammenhängt (vgl. S. 195).

Besonders interessant sind die von *Reusch* an Lamellen optisch zweiaxiger Glimmer hervorgebrachten Schlagfiguren, welche entstehen, wenn eine scharfe Nadelspitze durch einen raschen elastischen Schlag eingetrieben wird. Sofern sie gut gelingen, erscheinen sie als sechsstrahlige Sterne, welche aber bisweilen zu dreistrahligen werden, indem die Radien von der Mitte aus nur nach einer Richtung verlaufen. Einer dieser Radien (γ), welchen *Reusch* den charakteristischen Radius oder Leitstrahl nennt, ist stets parallel den zwei Lamellenkanten, welche der Klinodiagonale entsprechen, während die beiden anderen, nicht wie dieser scharf, sondern treppenartig verlaufenden Risse (μ) den übrigen vier Kanten des Hexagons parallel liegen (Fig. 300)[1]. Da nun die Ebene der optischen Axen in den meisten Glimmern parallel der Orthodiagonale, in den übrigen parallel der Klinodiagonale ist, so verhilft uns die Schlagfigur zur Erkennung dieses Unterschiedes. Denn in einem Glimmer der ersten Art wird die Ebene der optischen Axen rechtwinkelig auf dem charakteristischen Radius sein, während sie demselben in einem Glimmer der zweiten Art parallel ist; bei jenem fällt also die Axen-Ebene mitten zwischen zwei Durchmesser der (hexagonalen) Schlagfigur; bei diesem coincidirt sie mit dem charakteristischen Durchmesser derselben. Diese Unterscheidung ist ganz unabhängig davon, wie die Lamelle begrenzt ist, und kann an jedem ganz regellos gestalteten Glimmer vollzogen werden.

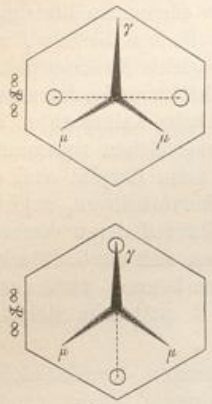


Fig. 300.

§ 92. **Aetzfiguren.** Auch durch den hinreichend langsamen und vorsichtigen Angriff von lösenden oder corrodirend wirkenden Mitteln auf die Krystalle offenbaren sich gewisse latente Cohäsionsverhältnisse nach bestimmten Richtungen, indem auf den glatten Krystallflächen mikroskopisch kleine und von ebenen Flächen begrenzte Vertiefungen, die sogenannten Aetzfiguren (oder Aetzeindrücke, Aetzgrübchen) entstehen, welche anfangs namentlich von *Leydolt, G. Rose, Haushofer*, am eingehendsten und erfolgreichsten aber von *H. Baumhauer* und *F. Becke* untersucht worden sind. Dieselben lassen erkennen, dass die Löslichkeit, die Ueberwindung des Zusammenhangs der kleinsten Theilchen, nach verschiedenen Richtungen eine verschiedene ist, sind auch auf einer und derselben Fläche eines homogenen Krystalls sämmtlich einander ähnlich und unter einander parallel

1) Man vergleiche auch die treffliche Abhandlung von *Bauer* über den Glimmer (Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 138, S. 337), in welcher die Wichtigkeit dieser durch die Schlagfiguren ermöglichten Unterscheidung der Glimmer nach ihrer ganzen Bedeutung hervorgehoben, und das Verfahren zur Erzeugung jener Figuren ausführlich erläutert wird. Eine fernere Arbeit in Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874. 137, behandelt den Gegenstand noch weiter und erörtert den Unterschied zwischen den Schlagfiguren und ähnlichen, aber anders orientirten Bruchlinien, die durch plötzlichen Druck mit einem abgerundeten Stift bei Glimmerblättchen, welche auf elastischer Unterlage aufruhen, hervorgebracht werden; diese Knickungen, welche Gleitflächen des Glimmers entsprechen, stehen auf den Schlaglinien fast genau senkrecht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gestellt; ferner erweisen sie sich gleichartig auf krystallographisch gleichwerthigen, und verschiedenartig auf ungleichwerthigen Flächen, stets wie es scheint, wenigstens in der ursprünglichen Anlage, nach rationalen Parameterverhältnissen ausgebildet, wenngleich hier Vicinalformen (S. 146) eine grosse Rolle spielen. Die Flächen der Aetzfiguren sind mit *Becke* als Ebenen aufzufassen, deren Normalen die Richtungen des grössten Widerstandes gegen Auflösung oder chemische Zersetzung darstellen. Die Aetzfiguren erscheinen zwar, wie *Baumhauer* gezeigt hat, unabhängig von den Spaltungsrichtungen, stehen aber mit den Symmetrieverhältnissen der betreffenden Krystalle im engen Zusammenhang, indem sie in dieser Hinsicht von derselben Ordnung zu sein pflegen, wie die Symmetrie der geätzten Fläche selbst. Deshalb ermöglichen sie nicht nur die Erkennung des Krystallsystems, sondern geben auch, selbst wenn man nur einzelne Flächen der Krystalle untersuchen kann, ein Mittel an die Hand, die Existenz und Art einer etwaigen hemiëdrischen, tetartoëdrischen oder hemimorphen Ausbildung festzustellen. So zeigen die Aetzeindrücke in manchen Fällen, dass gewisse Krystallflächen, obschon sie holoëdrisch erscheinen, dies doch in Wirklichkeit nicht sind, sondern als Grenzformen hemiëdrischer, tetartoëdrischer oder hemimorpher Gestalten aufgefasst werden müssen (vgl. z. B. Apatit). Wo auf einer Fläche eine ganz variabele Lage der Aetzeindrücke hervortritt, wird auf eine geringe Symmetrie der Krystallsubstanz zu schliessen sein. Wegen ihrer analogen Lage auf den gleichnamigen Flächen mit einander nicht parallel verwachsener Krystalle lassen diese künstlichen Eindrücke ferner Zwillinge leicht als solche erkennen und die Art ihrer Verbindung beurtheilen, z. B. da, wo bei einem Zwilling gleiche oder verschiedene Flächen in ein Niveau fallen; auch treten nach der Aetzung die Zwillingsgrenzen, sowie die eingeschalteten Lamellen besonders deutlich hervor, gleichfalls kann der pseudosymmetrische Charakter (§ 48) erkannt werden. — Uebrigens machen aber *Laspeyres* und *Baumhauer* darauf aufmerksam, dass die Aetzeindrücke, wenn sie auch auf denselben Flächen eines Krystalls dieselbe Symmetrie und zwar diejenige der Fläche selbst aufweisen, doch ihrer Ausbildungsweise nach von der Natur des angewandten Aetzmittels abhängig sind[1]), weshalb dieselben nicht zugleich die Form der den Krystall aufbauenden Molecüle wiedergeben können. Auch wirkt ein und dasselbe Aetzmittel je nach seiner Concentration verschieden auf dieselbe Substanz ein. — Die corrodirende Behandlung der Mineralien erfolgt je nach deren Natur mit Salzsäure, Flusssäure, Aetzkali, Wasserdampf. Zur Erzielung einer guten Wirkung ist die rechtzeitige Unterbrechung des Vorgangs erforderlich. Die Beobachtung der Aetzeindrücke geschieht unter dem Mikroskop, entweder unmittelbar an der geätzten Fläche oder an Hausenblasen-Abdrücken derselben.

In Fig. 301 gibt Fig. *a* die auf der Basis des rhombischen Topas vermittels geschmolzenen Aetzkalis, Fig *b* die auf der Basis des monoklinen Muscovits durch Behandlung mit Flussspath und Schwefelsäure erzeugten Aetzfiguren wieder; die ersteren sind, entsprechend der Symmetrie der rhombischen Basis, gleichgestaltet einerseits nach rechts und links, anderseits nach vorne und hinten, wogegen diejenigen auf der

1) Vgl. dar. auch die am Kalkspath mit verschiedenen Säuren gewonnenen Aetzresultate von *O. Meyer*, N. Jahrb. f. Min. 1883. I. 74. Beim Datolith sind ebenfalls die mit Salzsäure oder Schwefelsäure gewonnenen Aetzfiguren ganz andere, als sie durch Aetzkali hervorgerufen werden.

Basis des Muscovits blos nach rechts und links sich symmetrisch verhalten. Fig. *c* zeigt die mit Salzsäure hervorgerufenen Aetzfiguren auf dem Brachypinakoid des nach der Verticalaxe hemimorphen Kieselzinks, welche selbst oben anders als unten ausgebildet sind. Werden Quarzkrystalle mit Flusssäure geätzt, so bedecken sich die Flächen mit feinen Figuren, welche durch Form oder Lage den unsymmetrischen

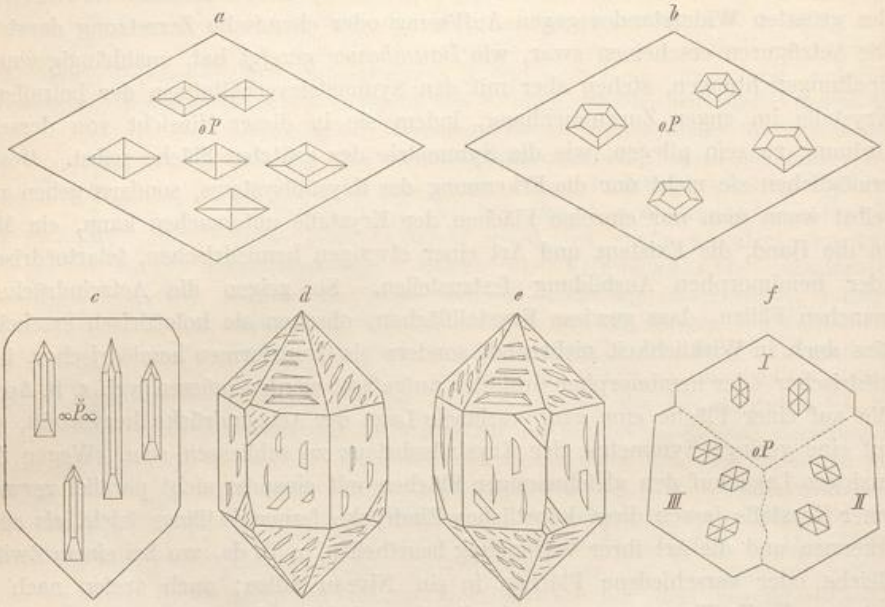


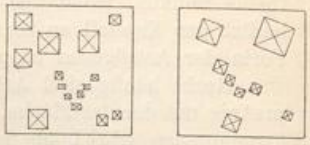

Fig. 301.

Charakter aller Flächen bekunden und zugleich den Gegensatz der beiden Rhomboëder +R und −R ersichtlich machen; bei dem linken Quarzkrystall (Fig. *d*) finden sich dieselben Figuren in gerade entgegengesetzter Stellung, wie bei dem rechten (Fig. *e*). Der vielleicht scheinbar ein einfaches Individuum bildende Drilling von Aragonit lässt auf der mit Essigsäure geätzten Basis die drei verwachsenen Krystalle durch die relativ abweichende Lage ihrer Aetzfiguren deutlich unterscheiden (Fig. *f*).

Eine Aetzfigur auf der Fläche eines holoëdrisch-regulären Oktaëders muss 3 Symmetrielinien besitzen, da der Fläche selbst 3 Symmetrielinien eigen sind; gehört aber das Oktaëder der dodekaëdrischen Hemiëdrie an, so wird sich die Aetzfigur durch mindere Symmetrie auszeichnen müssen. Aetzfiguren mit 4 Symmetrielinien können nur auf den Flächen des regulären Würfels oder auf der Basis des tetragonalen Systems erscheinen. Auf den Pyramidenflächen des tetragonalen Systems müssen Aetzfiguren von monosymmetrischem, auf denen des rhombischen Systems solche von asymmetrischem Charakter entstehen. Zeigen sich auf den beiden Makropinakoiden eines triklinen Krystalls abweichende Aetzfiguren, so gehört derselbe der letzten asymmetrischen Abtheilung an.

Durch das Studium der Aetzfiguren ist die Krystallisation mancher Mineralien überhaupt erst richtig erkannt worden. So leitete auch die Form der Aetzeindrücke auf den Spaltflächen des Glimmers zu der Ueberzeugung, dass derselbe zum monoklinen System gehöre, während er früher als rhombisch galt. — Der als isomorph mit dem rhomboëdrisch-hemiëdrischen Kalkspath betrachtete Dolomit muss auf Grund seiner abweichenden asymmetrischen Aetzfiguren als rhomboëdrisch-tetartoëdrisch betrachtet werden. — Während auf den Würfelflächen des wirklich holoëdrisch-regulären Steinsalzes die Aetzeindrücke eine normale Stellung aufweisen (Fig. 302*a*), ist bei den

äusserlich ebenfalls holoëdrisch erscheinenden Würfeln des Sylvins (Chlorkaliums) die unsymmetrische Lage der vierflächig-pyramidalen Aetzeindrücke zu den Würfelkanten (Fig. 302 *b*) berechtigte Veranlassung gewesen, die Krystalle der plagiëdrisch-hemiëdrischen Abtheilung des regulären Systems zuzurechnen. — Nach *Brögger* verweisen die Aetzeindrücke auf $\infty O$ des als holoëdrisch-regulär geltenden Sodaliths auf tetraëdrische Hemiëdrie. — Der Skolecit muss zufolge *Rinne* wegen seiner Aetzfiguren auf $\infty P$ und $\infty P\infty$ als geneigtflächig-hemiëdrisch monoklin gelten (N. Jahrb. f. Min. 1894. II. 51). — Die scheinbar holoëdrisch hexagonalen Krystalle des Nephelins sind nach *Baumhauer* hemimorph pyramidal-hemiëdrisch (Z. f. Kryst. XVIII. 1891. 611).



*a* *b*

Fig. 302.

Im Allgemeinen sind die Aetzeindrücke um so schärfer begrenzt, je kleiner sie sind und dies wird durch eine möglichst kurze Einwirkungsdauer des Corrosionsmittels erzielt; bei verlängerter Einwirkung fallen die Figuren gross, aber verschwommen aus. Am besten entstehen sie auf solchen Flächen, welche nicht allzu leicht vom Aetzmittel angegriffen werden. Die geringste Abrundung, die grösste Schärfe geradliniger Kanten findet sich in den tiefsten Theilen der Grübchen.

Im Beginn der Aetzeinwirkung entstehen ebene Flächen (primäre Aetzflächen), die dem Gesetz der rationalen Parameterverhältnisse gehorchen. Im Verlauf des Lösungsvorgangs muss indessen der Eindruck allmählich flacher ausfallen, da auf seinem Grunde sich das Lösungsmittel rasch sättigt und hier die Auflösungsgeschwindigkeit abnimmt, wogegen in der Nähe des oberen Randes durch Diffusion stets neue Mengen von Lösungsmittel zugeführt werden und die Lösung wie früher vorschreitet. Die so neu entstehenden Begrenzungsflächen, die secundären Aetzflächen, liegen mit den primären in bestimmten Zonen, den Aetzzonen, welche sowohl für den Krystall, als für den Aetzprocess charakteristisch sind.

Aehnlich wie bei vielen Krystallen die Aetzung durch Säuren, wie bei den in Wasser löslichen der Angriff durch dieses Mittel (oder durch den Wasserdampf beim Anhauchen), wirkt nach *G. Rose* bei dem Diamant der Verbrennungsprocess, indem sich während des Verbrennens auf seiner Oberfläche (durch den Sauerstoff als corrodirendes Mittel) kleine dreiflächige Vertiefungen ausbilden, deren Flächen denen des Ikositetraëders $303$ parallel sind.

*Baumhauer* erwies speciell, dass die auf der Basis des Apatits gebildeten, der Symmetrie entsprechenden tritopyramidalen Aetzeindrücke keine constante, sondern von der Beschaffenheit der corrodirenden Substanz abhängige Lage besitzen; mit zunehmender Concentration der Salpetersäure erfahren die Aetzeindrücke eine Drehung, wodurch sie sich mehr einer Protopyramide nähern, wogegen umgekehrt bei den mit Salzsäure geätzten Krystallen der grösseren Concentration der Säure eine grössere Annäherung der Eindrücke an die Lage einer Deuteropyramide entspricht.

Bei längerer Einwirkung der Corrosionsmittel oder auf wenig widerstandsfähigen Flächen schliessen bisweilen die Vertiefungen durch gegenseitiges Ineinanderfliessen in der Weise aneinander, dass zwischen ihnen Erhabenheiten sich ausbilden, welche ebenfalls eine selbständige charakteristische Form gewinnen und Aetzhügel genannt werden (*Becke*). So haben die auf $\infty O\infty$ des Bleiglanzes durch Salzsäure entstehenden Aetzhügel die Gestalt achtseitiger Pyramiden (auf $O$ und $\infty O$ entstehen gleichzeitig vertiefte Aetzgrübchen); die auf $\infty O$ der Zinkblende erscheinenden Aetzhügel zeigen eine dem Pyramidentetraëder entsprechende Lage.

Auffallender Weise ist die Vertheilung der Figuren über die geätzte Fläche gewöhnlich eine durchaus regellose, von dem ganz vereinzelten Auftreten einiger weniger bis zur gänzlichen Bedeckung der Flächen mit aneinanderstossenden Figuren sind alle Fälle vertreten; auch werden an einem und demselben Krystall die gleichnamigen Flächen durchaus nicht in gleichem Maasse mit den Aetzfiguren bedeckt. Dies erweist, »dass die Krystalle nicht homogen in dem Sinne sind, dass sie überall einem

in gleicher Richtung und mit gleicher Stärke wirkenden chemischen Angriff den gleichen Widerstand entgegensetzen, im Gegentheil gibt es darin zahlreiche unregelmässig vertheilte Punkte, wo dieser Widerstand geringer ist, als in der Umgebung; dennoch besitzt der Krystall an diesen Stellen eine gesetzmässige Structur, welche sich in der Form der Aetzfiguren ausprägt« (*Baumhauer*, Z. f. Kryst. XXX. 1899. 111).

Recht häufig sind Aetzfiguren beobachtet und beschrieben worden, deren Symmetrie mit der der Fläche, auf welcher sie auftraten oder mit der für den Krystall angenommenen nicht übereinstimmte, und alsdann erweisen sie sich durchgängig als minder symmetrisch. *Baumhauer* erhielt z. B. auf $\infty\breve{P}\infty$ des Colemanits neben rhomboidalen, der monoklinen Symmetrie entsprechenden auch vollständig unsymmetrische Aetzfiguren. Sofern es sich dabei nicht um das gegenseitige Ineinanderfliessen zweier benachbarter Figuren handelt, hat man solche Anomalieen auf das Dasein und auf die Einwirkung anisomorpher Beimengungen zurückzuführen versucht (*Vater*, Z. f. Kryst. XXX. 1899. 301; *Westhoff*, Unters. über die Krystallstructur d. Glieder d. Aragonitgruppe; Dissert., Freiburg, Schweiz, 1899).

Das Lösungsmittel greift die Krystalle nicht stets lediglich auf den Flächen an, bisweilen wird auch hauptsächlich an den Kanten Substanz gelöst und es bilden sich hier schmale und matte, die Kanten abstumpfende Flächen aus (Prärosionsflächen von *Hamberg* genannt, indem Corrosions- oder Aetzflächen diejenigen kleinen Flächen sind, welche die Aetzgrübchen oder Aetzhügel begrenzen). Ihre Lage führt, soweit sich ermessen lässt, ebenfalls auf rationale Parameterverhältnisse, wobei aber die Coëfficienten oft relativ hohe Zahlen sind. Liegen mehre Prärosionsflächen in einer Zone, so wird diese eine Hauptätzzone genannt. Selbstverständlich kann man aus der übereinstimmenden oder verschiedenen Angreifbarkeit der Kanten deren Gleichwerthigkeit oder Ungleichwerthigkeit erkennen. An einem pyramidal endenden Quarzkrystall werden die Polkanten durch Flusssäure abwechselnd sehr stark und nur wenig angegriffen, auch die verticalen Prismenkanten verhalten sich sehr ungleich. Eine starke Aetzung mit Salzsäure oder Salpetersäure formt ein Spaltungsrhomboëder R von Kalkspath in die Combination eines Skalenoëders mit einem Rhomboëder um.

An einem und demselben Krystall werden die ungleichartigen Flächen (und Kanten) auch durch Aetzmittel abweichend rasch und stark angegriffen. Verdünnte Säure ätzt an einem Aragonitkrystall die Flächen von $\infty P$ rascher als die von $\infty\breve{P}\infty$. *Lavizzari* ermittelte die quantitativen Gegensätze, indem er die Mengen von Kohlensäure für sich getrennt bestimmte, welche durch Säureeinwirkung von den verschiedenen Flächen des Kalkspaths binnen gleicher Zeit geliefert wurden. Nach *Hamberg* ist das Lösungsverhältniss in reiner Salzsäure beim Kalkspath auf den Flächen $+R : -2R : \infty R : 0R : -\frac{1}{2}R = 54 : 64 : 130 : 201 : 213$. — Beim Quarz findet nach *Viola* das Maximum der Löslichkeit in der Richtung der Hauptaxe, das Minimum in der dazu senkrechten Richtung statt. — Sind Krystalle aus isomorphen, aber chemisch etwas verschieden beschaffenen Schichten aufgebaut, so werden die einzelnen derselben durch die Aetzung oft merklich abweichend beeinflusst; damit könnte es zusammenhängen, dass stellenweise eine Aneinanderreihung der Aetzfiguren nach bestimmten krystallographischen Richtungen bemerkt wird (Aetzgräben bei Eindrücken, Aetzwälle bei Aetzhügeln). — Natürliche Krystallflächen scheinen im Allgemeinen schwieriger durch Aetzung angreifbar als künstliche Spaltflächen; Spaltflächen, welche längere Zeit der Luft ausgesetzt waren, schwieriger als frisch erzeugte.

Werden aus Krystallen geschliffene Kugeln einer Aetzung unterworfen, so bilden sich gleichzeitig alle möglichen Corrosionsflächen aus, da in diesem Falle keine Krystallflächen vorhanden sind, welche etwa ein besonderes Resultat hervorrufen könnten. *Lavizzari* erhielt aus einer Kalkspathkugel, welche sich langsam in concentrirter Salpetersäure auflöste, schliesslich eine hexagonale Pyramide. Nach *Meyer* und *Penfield* sowie *Gill* erfolgt die allmähliche Auflösung einer Quarzkugel durch Flusssäure am raschesten in der Richtung der optischen Axe (Hauptaxe) und in dieser wird so die Kugel bald stark abgeplattet; senkrecht zur Hauptaxe ist die Lösung sehr gering.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Aeltere Beobachtungen über die Aetzung von Krystallen finden sich schon in einer Abhandlung von *Daniell* (übersetzt in *Oken's* Isis vom Jahre 1817, S. 745). — Besonders wurde dann die Aufmerksamkeit auf die Aetzeindrücke wieder gelenkt durch die Versuche von *Leydolt* am Quarz (Sitzgsber. Wien. Akad. XV. 59) und jene von *Lavizzari* am Kalkspath. *H. Baumhauer* gab in den Ann. d. Phys. u. Ch. Bd. 138. 563; Bd. 139. 439; Bd. 140. 271; Bd. 145. 459; Bd. 150. 619; Bd. 153. 75, und mehrfach in den neueren Jahrgängen des N. Jahrb. f. Mineralogie sowie in der Zeitschr. f. Kryst. die Resultate seiner unermüdlichen und werthvollen Untersuchungen über die Aetzfiguren. Vgl. noch *Becke* in Min. u. petr. Mitth. V. 1883. 457 (Zinkblende), ebendas. VI. 1885. 237 (Bleiglanz), VII. 1886. 200 (Magnetit), VIII. 1887. 230 (Pyrit), XI. 1890. 349 (Flussspath); *v. Ebner* in Sitzgsber. Wiener Akad. Bd. 89. 1884. 368 und Bd. 91. 1885. 760; *Bömer*, N. Jahrb. f. Min. Beilageb. VII. 1891. 517 (Quarz); *Molengraaff*, Z. f. Kryst. XIV. 1888. 173 und XVII. 1890. 137 (Quarz); *Gill*, ebendas. XXII. 1894. 110 (Quarz); *Daly*, Ref. im N. Jahrb. f. Min. 1900. II. 336 (Amphibole und Pyroxene). Eine vortreffliche Uebersicht gewährt die Schrift von *Baumhauer*, »Die Resultate der Aetzmethode in der krystallogr. Forschung, mit 12 Tafeln in Lichtdruck«, Leipzig 1894.

Bisweilen zeigen auch in der Natur vorkommende Mineralien Erscheinungen, welche man als Wirkungen einer mit natürlichen Corrosionsmitteln vor sich gegangenen Oberflächenätzung aufzufassen veranlasst ist: Aetzgrübchen, Aetzhügel, Prärosionsflächen. Selbstverständlich dürfen diese Vorkommnisse weder mit der S. 148 erwähnten treppenartigen Vertiefung der Flächen, noch mit der S. 144 besprochenen Drusigkeit verwechselt werden. Eine tief eingreifende Aetzung kann wohl eine wie zernagt aussehende Form im Gefolge haben. Am Magnetit werden bei der künstlichen Aetzung durch Säuren $\infty O$ und $O$ beinahe gleichmässig angegriffen, während die auf natürlichem Wege angeätzten Krystalle auf $\infty O$ ein Maximum, auf $O$ ein Minimum des Angegriffenseins erkennen lassen (*Becke*).

In den Kreis dieser Erscheinungen gehören auch wohl die auf natürlichem Wege sich bei der Zersetzung von Krystallen entwickelnden regelmässigen Verwitterungs- (oder Verstäubungs-)gestalten, deren oft scharfe Begrenzungsflächen mit den Symmetrieverhältnissen des Krystallsystems im Einklang stehen; vgl. auch § 128.

§ 93. **Bruch der Mineralien.** Wird ein Mineral nach Richtungen zerbrochen oder zerschlagen, in welchen keine Spaltbarkeit vorhanden ist, so entstehen Bruchflächen, die man kurzweg den Bruch nennt. Bei Mineralien von sehr vollkommener Spaltbarkeit, z. B. Kalkspath oder Bleiglanz ist es daher schwierig, eigentliche Bruchflächen zu beobachten oder hervorzubringen, zumal wenn die Spaltung nach mehren Richtungen gleich erfolgt. Je unvollkommener aber die Spaltbarkeit ist, um so bestimmter tritt der Bruch hervor, indem die Spaltungsflächen an sehr vielen Stellen durch Bruchflächen unterbrochen werden, und zuletzt nur noch an einzelnen Punkten sichtbar sind. Bei der Beschreibung des Bruchs hat man die allgemeine Form der Bruchflächen und ihre Beschaffenheit im Kleinen anzugeben. In ersterer Hinsicht erscheint der Bruch:

1) muschelig, wenn die Bruchflächen muschelähnliche Vertiefungen zeigen, wobei weiter flach- und tiefmuscheliger, gross- und kleinmuscheliger, vollkommen und unvollkommen muscheliger Bruch unterschieden wird;

2) eben, wenn die Bruchflächen ziemlich frei von Vertiefungen und Erhabenheiten sind, und sich in ihrer Ausdehnung einer Ebene nähern;

3) uneben, wenn dieselben regellos Erhöhungen und Vertiefungen zeigen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Nach der Beschaffenheit der Oberfläche erscheint der Bruch:

1) glatt, wenn die Bruchfläche ganz stetig ausgedehnt und frei von kleinen Rauhheiten ist;
2) splitterig, wenn die Bruchfläche kleine halbabgelöste Splitter zeigt; diese Splitter werden dadurch besonders sichtbar, dass sie in ihren scharfen Rändern lichter gefärbt und stärker durchscheinend sind; wie denn überhaupt eine deutliche Wahrnehmbarkeit dieses Bruches nur bei pelluciden Mineralien stattfinden kann; man unterscheidet übrigens nach der Grösse der Splitter fein- und grobsplitterigen Bruch; Feuerstein;
3) erdig, wenn die Bruchfläche lauter staubartige oder sandartige Theilchen wahrnehmen lässt; feinerdig und groberdig; kommt wohl bei Individuen nur im zerstörten oder zersetzten Zustand vor; Thon, Tripel, Kreide;
4) hakig, wenn dieselbe sehr kleine drahtähnliche Spitzen von hakenartiger Krümmung zeigt; findet sich nur bei dehnbaren gediegenen Metallen.

### 2. Härte der Mineralien.

§ 94. **Schwierigkeit ihrer Bestimmung.** Ausser der Bestimmung der relativen Cohärenz, wie sich solche in den Verhältnissen der Spaltbarkeit zu erkennen gibt, ist auch eine, wenigstens approximative Bestimmung der absoluten Cohärenz, oder der Härte der Krystalle und der Mineralien überhaupt von grosser Wichtigkeit. Unter der Härte eines festen Körpers versteht man den Widerstand, welchen er der Trennung seiner kleinsten Theile entgegensetzt.

Zu einer leichten, schnellen und für das gewöhnliche praktische Bedürfniss hinreichend sicheren Bestimmung der Härte steht kein anderes Mittel zu Gebot, als das Experiment, mit einer Stahlspitze oder auch mit dem scharfkantigen Fragment eines Minerals in das zu prüfende Mineral einzudringen, also dasselbe zu ritzen oder zu schaben. Da nun die Ursache des dabei geleisteten Widerstandes in der Cohärenz, oder in derjenigen Kraft zu suchen ist, welche die Theile des Minerals zusammenhält, und da diese Cohärenz in den Krystallen nach gewissen Richtungen ihre Minima hat, so wird natürlich auch die Härte an einem und demselben Krystall nach verschiedenen Richtungen mehr oder weniger verschieden sein müssen, was sich schon dadurch offenbart, dass an einem und demselben Krystall die Flächen verschiedener Krystallformen bei dem Ritzungs-Experiment oft einen sehr verschiedenen Widerstand erkennen lassen.

Aber auch eine und dieselbe Krystallfläche zeigt oft nach verschiedenen Richtungen mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten der Härte; und sogar dieselbe Richtung auf derselben Fläche verräth dergleichen Verschiedenheiten, je nachdem längs dieser Richtung das Ritzungs-Experiment in dem einen, oder in dem entgegengesetzten Sinne ausgeführt wird. Doch zeigen stets alle correlaten, d. h. alle derselben Form oder Partialform angehörigen Flächen ganz übereinstimmende Verhältnisse. Man würde also eigentlich bei Krystallen die Flächen, auf welchen, und die Richtung, nach welcher das Experiment angestellt worden ist, angeben müssen, dafern eine sehr genaue Bestimmung der Härte stattfinden sollte oder könnte. Da jedoch eine solche Bestimmung bei Anwendung der gewöhnlichen Ritzungsmethode ohnedies nicht zu hoffen ist, so muss

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

man sich mit einer ungefähren Bestimmung der mittleren Härte begnügen, und diese ist mit einer, dem nächsten Bedürfniss der Mineralogie hinreichend entsprechenden Genauigkeit durch das von *Mohs* angegebene Verfahren zu erhalten.

Schon *Huyghens* bemerkte, dass sich die Flächen der rhomboëdrischen Spaltungsstücke des Kalkspaths nach einer Richtung leichter ritzen lassen, als nach der anderen. Dieselbe Erscheinung ist später bei anderen Mineralien, z. B. am Gyps, Disthen und Glimmer erkannt, zuerst aber 1829 von *Frankenheim* nach ihrer Abhängigkeit von der Lage der Spaltungsflächen untersucht worden. Beim Flussspath sind die Oktaëderflächen weniger hart als die Würfelflächen; auf den Würfelflächen ist nach *Franz* die geringste Härte in der Richtung der Diagonalen, die grösste parallel den Kanten. Ein von *Seebeck* construirter und von *Franz* benutzter Apparat (Sklerometer) beruht darauf, dass sich über dem Mineral eine verticale Diamant- oder Stahlspitze befindet, welche durch aufzulegende Gewichte auf die zu prüfende Fläche hinabgedrückt wird; wenn man nun das auf einem Wagen befestigte Mineral in horizontaler Lage langsam unter dieser Spitze fortbewegt, so lässt die Menge der Gewichte, womit die Spitze belastet werden muss, damit auf der Fläche ein Strich erscheint, eine Vergleichung der Härte zu. Aus den mit einem ähnlichen Apparat 1854 ausgeführten sklerometrischen Untersuchungen des Kalkspaths von *Grailich* und *Pekárek* folgt das überraschende Resultat, dass sich in diesem Mineral der kleinste und grösste Härtegrad wie 1 : 10 verhalten. Ausführliche Beobachtungen stellte später *F. Exner* an 17 Substanzen an; die werthvollen Ergebnisse finden sich niedergelegt in einer von der Wiener Akademie gekrönten Preisschrift (Wien 1873). — *Pfaff* versuchte, die absolute Härte dadurch zu messen, dass man mit der horizontalen Schneide eines meisselförmigen Diamantsplitters bei mässiger Belastung vielmals über eine horizontale Krystallfläche abhobelnd hinfährt; wägt man den Krystall vor und nach dem Ritzen, so kann man aus der Gewichtsdifferenz der beiden Wägungen (dem Gewicht des weggeritzten Pulvers) und dem spec. Gewicht des Krystalls theoretisch die Tiefe der Hobelrinne berechnen. Damit verbindet dann *Pfaff* den weiteren Satz, dass die Härte der Mineralien genau im umgekehrten Verhältniss stehe zu der bei gleicher Belastung und gleicher Zahl der Gänge der Diamantschneide über die Krystallfläche erzeugten Tiefe der Hobelrinne. Mesosklerometer nennt *Pfaff* ein von ihm construirtes Instrument zur Messung der mittleren Härte. Es besteht im Wesentlichen darin, dass eine belastete feste Diamantspitze sich in eine darunter befindliche, vermittels eines Zahnrades in drehende Bewegung versetzte Krystallfläche einbohrt, und nun vermittels eines kleinen Fühlhebels die Tiefe, bis zu welcher der Bohrer eindrang, genau gemessen wird. Die Zahl der Umdrehungen, welche nöthig ist, um den gleichmässig nach allen Richtungen wirkenden Bohrer stets um den gleichen Betrag in den Krystall eindringen zu lassen, steht direct im Verhältniss zur Härte. Ein auf ähnlichem Princip beruhendes, mit einem Mikroskop zu verbindendes »Mikrosklerometer« construirte *Jaggar* (Z. f. Kryst. XXIX. 1898. 262). *Rosiwal* versuchte, die Härte durch Schleifen mit einer bestimmten Menge eines Normalpulvers bis zu dessen Unwirksamkeit zu messen, wobei die Härte umgekehrt proportional dem Volumverlust ist (Verh. geol. Reichsanst. Wien, 1896. 495).

Streng genommen würde sich also der mittlere Härtegrad eines krystallinischen Minerals nicht sowohl an dessen grösseren Krystallen oder Individuen, sondern an dessen kryptokrystallinischen Aggregaten, also an den sogenannten dichten Varietäten bestimmen lassen, in welchen jedes Individuum gleichsam auf einen materiellen Punkt reducirt ist, dessen Härte die mittlere Resultante aller der nach verschiedenen Richtungen vorhandenen Härtegrade darstellen würde.

§ 95. **Methode der Härtebestimmung nach *Mohs*.** Diese Methode beruht auf dem Axiom, dass von zwei Körpern, von welchen der eine den anderen

zu ritzen vermag, der ritzende härter ist als der geritzte. Dasselbe begründet die Aufstellung einer Härtescala, indem man mehre Mineralien von deutlich ausgesprochenen Härtedifferenzen in eine Reihe stellt, deren mit Zahlen bezeichnete Glieder als feste Vergleichungspunkte für alle übrigen Bestimmungen dienen. *Mohs* hat folgende allgemein angenommene zehngliedrige Scala vorgeschlagen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Härtegrad 1 | = Talk, | Härtegrad 6 | = Orthoklas, |
| » 2 | = Steinsalz oder Gyps, | » 7 | = Quarz, |
| » 3 | = Kalkspath, | » 8 | = Topas, |
| » 4 | = Flussspath, | » 9 | = Korund, |
| » 5 | = Apatit, | » 10 | = Diamant. |

Mit Ausnahme des Diamants, der sehr selten in Anwendung kommt, hat man grössere und kleinere Stücke dieser Mineralien vorräthig, um sie bei den Härtebestimmungen zu benutzen. Die Prüfung der Härte eines gegebenen Minerals geschieht nun in der Weise, dass man mit einem etwas scharfkantigen oder spitzigen Stück desselben die Glieder der Scala zu ritzen versucht, indem man von den härteren zu den minder harten herabsteigt, um nicht die Probestücke der unteren Härtegrade unnöthiger Weise zu zerkratzen. Dadurch bestimmt sich zuvörderst dasjenige Glied der Scala, dessen Härtegrad von dem des gegebenen Minerals noch eben übertroffen wird. Hierauf versucht man, ob das zu prüfende Mineral selbst von dem Mineral des nächst höheren Härtegrades wirklich geritzt wird, oder nicht. Im letzteren Falle hat es genau den nächst höheren Härtegrad; im ersteren Falle liegt seine Härte zwischen diesem und dem nächst niederen Härtegrad. Ist das zu prüfende Mineral eingewachsen oder nicht verfügbar in isolirten Bruchstücken, so versucht man dasselbe mit den Gliedern der Härtescala zu ritzen, wobei man von unten nach oben fortgeht, bis dasjenige Glied erreicht wird, welches eine Ritzung hervorbringt.

Das Resultat solcher Prüfung drückt man einfach durch Zahlen aus; fände man z. B., dass ein Mineral genau so hart ist, wie Orthoklas, so schreibt man: H. = 6; oder fällt seine Härte zwischen die des Orthoklases und Quarzes, so schreibt man: H. = 6,5. Dass nun diese Zahlen kein genaues Maass-Verhältniss der Härte ausdrücken können und sollen, dies versteht sich von selbst; auch würde man eben so gut Buchstaben oder sonstige Zeichen gebrauchen können, wenn nicht die Zahlenreihe den Vortheil gewährte, die successive Steigerung der Härtegrade einigermassen auszudrücken. Uebrigens sind die Härtedifferenzen zwischen den höheren Gliedern der Scala weitaus bedeutender, als zwischen den Anfangsgliedern.

Bei diesen Vornahmen muss allemal genau constatirt werden, ob thatsächlich ein Ritz entstanden ist oder nicht, und vor allem darf nicht ein von der angewandten scharfen Kante herrührender feiner Pulverstrich mit einem Ritz verwechselt werden. Ist die zu prüfende Fläche nicht völlig eben, so können auf ihr selbst durch eine weichere Kante oder Spitze kleine hervorragende Theilchen abgesprengt werden. Bei faserigen Mineralien kann ein anscheinendes Geritztwerden darauf beruhen, dass eine weichere Spitze die Fasern nur auseinanderreisst. Eine an der Oberfläche eingetretene Umwandlung der Substanz bringt dort eine Veränderung, meist eine Verminderung der Härte mit sich (Granat, Feldspath).

Mineralien von H. = 1 fühlen sich fettig an; solche von H. = 2 (nicht mehr solche von = 3) lassen sich noch mit dem Fingernagel ritzen; eine Kupfermünze

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hat die H. = 3, Fensterglas = 5; ein Messer ritzt noch Substanzen bis zur H. = 4; zwischen 6 und 7 beginnt die H., welche am Stahl Funkensprühen hervorruft.

Setzt man die Härte des Gusseisens = 1000, so ist sie nach *Calvert* und *Johnson*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| für Stahl | = 958 | für Aluminium | = 271 | für Cadmium | = 108 |
| » Stabeisen | = 948 | » Silber | = 208 | » Wismut | = 52 |
| » Platin | = 375 | » Zink | = 183 | » Zinn | = 27 |
| » Kupfer | = 304 | » Gold | = 167 | » Blei | = 16 |

Sowohl zur Controle des ersten durch Ritzen gefundenen Resultates, als auch zur genaueren Ermittelung des Härtegrades, wenn solcher zwischen zwei Glieder der Scala fällt, dient nun die Anwendung des ferneren Satzes von *Mohs*, dass von zwei Körpern ungefähr gleichen Volumens und ähnlicher Configuration, welche mit möglichst gleichem Druck auf einer feinen Feile gestrichen werden, derjenige der härtere ist, welcher einen schärferen Klang, einen grösseren Widerstand und ein spärlicheres Strichpulver gibt. Indem man so das Probestück mit einem, nach Form und Grösse ungefähr gleichen Stück sowohl des nächst höheren, als auch des nächst niederen Härtegrades auf der Feile vergleicht, unterstützt sich das Gefühl und Gehör des Beobachters gegenseitig, und es ist auch auf die Menge des abgefeilten Pulvers Rücksicht zu nehmen.

§ 96. **Allgemeine Ergebnisse der Härtebestimmungen.** Nach den bisherigen Untersuchungen, insbesondere denen von *Exner*, gelten folgende Sätze:

1) Gegensätze in der Härte werden überhaupt nur an solchen Krystallen beobachtet, welche eine Spaltbarkeit besitzen.
2) Die Krystallflächen, welche der vollkommensten Spaltbarkeit parallel gehen, sind überhaupt am wenigsten hart, diejenigen, auf denen die Spaltbarkeit senkrecht steht, am härtesten.
3) Auf einer Fläche, die der Spaltung parallel geht und von keiner weiteren Spaltrichtung getroffen wird, ist die Härte nach allen Richtungen gleich.
4) Eine Fläche, auf welcher die Spaltbarkeit senkrecht steht, besitzt in der Richtung parallel zur Spaltung die geringste, senkrecht zur Spaltung die grösste Härte.
5) Auf einer Fläche, welche schief von einer Spaltebene geschnitten wird, zeigt sich sogar eine Härtedifferenz längs derselben Linie: ritzt man von dem stumpfen Durchschnittswinkel gegen den scharfen zu, so offenbart sich die grössere Härte; wird umgekehrt die Härte in der Richtung von dem scharfen Durchschnittswinkel gegen den stumpfen zu geprüft, so ist sie geringer.

Um graphisch auf einer Krystallfläche die Grösse der Härte in einer bestimmten Richtung darstellen zu können, drückte *Exner* das zum Ritzen nothwendige Gewicht durch die relative Länge von Linien aus, welche vom Mittelpunkt aus gezogen werden; in der Richtung, in welcher bei 3 Gramm Belastung ein Ritz erfolgte, wurde eine dreimal so lange Linie aufgetragen, als in einer anderen, in welcher zum Ritzen blos 1 Gr. erforderlich war. Verbindet man die Enden sämmtlicher vom Mittelpunkt aus strahlenförmig auslaufender Linien, so wird die Härtecurve auf der geprüften Fläche erhalten. Zeigen sich keine Härtegegensätze nach verschiedenen Richtungen, so ist diese Curve ein Kreis; steht auf der untersuchten Fläche eine einzige Spaltbarkeit senkrecht, so gibt sie eine Ellipse; wird die Fläche von mehren Spaltrichtungen geschnitten, so liefert sie eine gelappte Figur, welche in der Richtung grösserer Härte eine Ausbuchtung, in derjenigen geringerer eine Einbuchtung zeigt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Auf der sechsseitigen Basis (*a* in Fig. 303) des monoklinen Glimmerkrystalls, welcher nur nach dieser Fläche Spaltbarkeit zeigt, erscheint nach Satz 3 die Härtecurve als Kreis; auf der Seitenfläche dieses Minerals (Fig. *b*) ist sie eine Ellipse, deren kürzere Axe parallel zur basischen Spaltbarkeit steht (Satz 4). Auf den Würfelflächen des vollkommen cubisch spaltbaren Steinsalzes (Fig. *c*) ist die Härtecurve vierlappig,

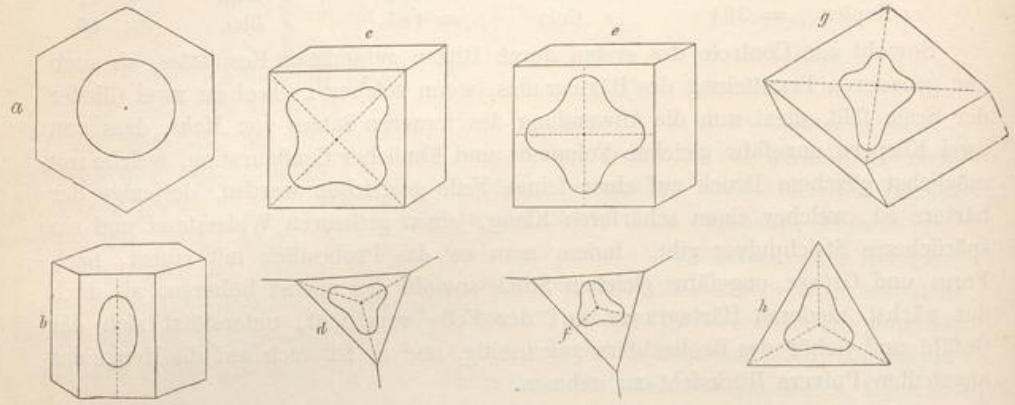



Fig. 303.

indem die Maxima der Härte den Diagonalen parallel sind (Satz 4). Wird an dem Steinsalzwürfel eine dreieckige Oktaëderfläche angeschliffen (Fig. *d*), so erscheint die geringste Härte senkrecht gegen die Combinationskante von Oktaëder und Würfel. Gerade umgekehrt liegen die Verhältnisse an dem oktaëdrisch spaltbaren regulären Flussspath. Auf seinen Würfelflächen (Fig. *e*) ist senkrecht zu den Kanten die Härte am grössten, in der Richtung der Diagonalen am geringsten; auf einer Oktaëderfläche desselben (Fig. *f*) ergibt sich hier senkrecht gegen die Combinationskante von Würfel und Oktaëder die grösste Härte. Der rhomboëdrisch spaltbare Kalkspath ist überhaupt auf diesen Spaltungsflächen am mindesten hart; auf ihnen (Fig. *g*) erscheint eine vierlappige Härtecurve, welche ihren schwächsten Lappen gegen die Polecke des Rhomboëders wendet; wird an dem Rhomboëder die gleichseitig-dreieckige Basis angeschliffen (Fig. *h*), so zeigt sie eine symmetrisch-dreilappige Härtecurve.

Wenn auch die Härtecurve sehr verschiedene Configuration besitzen kann, so entspricht doch ihre Symmetrie immer derjenigen der geritzten Fläche.

### 3. Tenacität und Elasticität der Mineralien.

§ 97. **Tenacität.** Die Qualität der Cohärenz oder die Tenacität lässt vorzüglich folgende Verschiedenheiten erkennen. Ein Mineral ist:

1) spröde, wenn sich jede, durch eine Stahlspitze, Feile oder ein Messer bewirkte Unterbrechung des Zusammenhangs von selbst nach vielen Richtungen weiter fortsetzt, so dass sich kleine Risse und Sprünge bilden und viele, zum Theil fortspringende Splitter ablösen, was meist mit Heftigkeit und einem knisternden Geräusch geschieht; Zinkblende, Feldspath;
2) mild, wenn sich die Unterbrechung des Zusammenhangs nur wenig fortsetzt, wobei die abgetrennten Theile nur pulverartig zermalmt erscheinen und ruhig liegen bleiben; Speckstein, Kupferglanz;
3) geschmeidig, wenn die Unterbrechung des Zusammenhangs genau nur so weit stattfindet, als das Instrument eingedrungen ist, dabei weder Splitter

noch Pulver entstehen, sondern die abgetrennten Theile ihren Zusammenhang behaupten; Silberglanz, Silber, Kupfer;

4) biegsam, wenn dünne Blättchen oder Stäbchen gebogen werden können, ohne nachher ihre frühere Form wieder anzunehmen; Chlorit, Talk;

5) elastisch, wenn dünne Blättchen oder Nadeln nach der Biegung, oder grössere Massen nach einer Zusammendrückung in ihre vorige Form und Lage zurückspringen; Glimmer, Asbest, Elaterit;

6) dehnbar, wenn es sich unter dem Hammer zu dünnen Blechen plätten oder auch zu Draht ausziehen lässt, ohne den Zusammenhang zu verlieren.

Nach *Haidinger* ordnen sich die Metalle bezüglich ihrer Streckbarkeit zu Draht in: 1. Gold, 2. Silber, 3. Platin, 4. Eisen, 5. Kupfer, 6. Zink, 7. Zinn, 8. Blei; nach ihrer Hämmerbarkeit in: 1. Gold, 2. Silber, 3. Kupfer, 4. Zinn, 5. Platin, 6. Blei, 7. Zink, 8. Eisen.

§ 98. **Elasticität.** Durch mechanische comprimirende oder dilatirende Kräfte kann Gestalt und Volumen eines festen (nicht starren) Körpers eine Veränderung, eine Deformation erfahren, wobei die verschiedenen Körper einen abweichenden Widerstand entgegensetzen. Sofern die deformirende, eine Annäherung oder Entfernung der kleinsten Theilchen hervorbringende Kraft eine gewisse Grenze nicht überschreitet, wird beim Aufhören der Einwirkung auch die Deformation selbst wieder rückgängig gemacht, der Körper nimmt also seine anfängliche Grösse und Form wieder an. Diese Fähigkeit nennt man seine Elasticität, die so wieder verschwindenden Veränderungen seine elastische Deformation, die Grenze, jenseits welcher aber dauernde Formveränderungen mit neuer stabiler Gleichgewichtslage der kleinsten Theilchen eintreten, die Elasticitätsgrenze; die Elasticität innerhalb der letzteren wird ausgedrückt durch den Elasticitätscoëfficienten.

Schneidet man aus einem Mineral Stäbchen, so kann man die durch angehängte Gewichte hervorgebrachte Verlängerung, die durch aufgelegte Gewichte erfolgende Verkürzung derselben messen. Eine Biegung erfahren horizontale Stäbchen, welche an einem Ende festgeklemmt, am anderen freien durch Gewichte belastet werden, oder welche an beiden Enden unterstützt und in der Mitte belastet sind; ferner kreisrunde Scheibchen, die auf 2 parallelen gleichen Sehnen aufliegen und in dem diesen parallelen Durchmesser belastet werden. Durch Gewichte lässt sich auch die Drehung bestimmen, welche das freie Ende eines am anderen Ende befestigten Stäbchens erfahren kann. Je grösser das zu einer vorübergehenden bestimmten Verlängerung, Zusammendrückung, Biegung, Drehung erforderliche Gewicht, desto grösser ist der Elasticitätscoëfficient des Körpers; er drückt aus, wie gross das Gewicht in Kilogramm sein muss, um quadratische Stäbe von 1 Quadr.-Mm. Querschnitt auf das Doppelte ihrer Länge auszudehnen oder auf die Hälfte ihrer Länge zusammenzudrücken.

In amorphen Mineralien ist die Elasticität nach allen Richtungen hin gleich, d. h. sie zeigen stets denselben Elasticitätscoëfficienten, in welcher Richtung auch die Stäbchen aus ihnen herausgeschnitten sein mögen. In den Krystallen aber ist die Elasticität nur in den krystallographisch gleichen Richtungen gleich, in krystallographisch ungleichen Richtungen aber verschieden.

*Voigt* und *Groth* fanden, dass beim Steinsalz sich der Elasticitätscoëfficient erheblich mit der Richtung ändert, z. B. senkrecht zu $\infty O \infty = 4170$, senkrecht zu $\infty O = 3400$, senkrecht zu $O = 3180$ kgr; beim Flussspath ergibt sich senkrecht zu $\infty O \infty = 13940$, senkrecht zu $\infty O = 9527$. Beim Alaun mit sehr kleiner Elasticität sind die

Zahlen für die Richtungen senkrecht zu $\infty O\infty = 1793$, zu $\infty O = 1998$, zu $O = 2035$ (*Beckenkamp*, Z. f. Kryst. X. 1885. 44). — Nach *Baumgarten*, welcher Kalkspathstäbchen prüfte, die nach verschiedenen Richtungen aus einem Rhomboëder herausgeschnitten waren, ist das Maximum des Elasticitätscoëfficienten parallel den Kanten des Rhomboëders und sind die Minima parallel den kurzen Diagonalen seiner Flächen; hier ist parallel $c = 5010$, senkrecht zu $c$ sehr ähnlich $= 4904$ (Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 152. S. 369). Beim Quarz ist dagegen parallel $c = 10304$, senkrecht dazu $= 7853$. Aehnliche sehr ausführliche Feststellungen sind von *Coromilas* über die Elasticitätsverhältnisse im Gyps und Glimmer gemacht worden (im Auszug in Z. f. Kryst. I. 1877. 407); vgl. auch *Koch* über Sylvin und Steinsalz in Ann. d. Phys. u. Chem. XVIII. 1883. 325. Ueber einen Apparat von *Warburg* und *Koch* zu Bestimmung der Elasticitätscoëfficienten sowie Anwendung desselben auf zur Axe senkrechte Platten von Kalkspath und Apatit vgl. *Vater* in Z. f. Kryst. XI. 1886. 549.

Eine allgemein gültige Beziehung zwischen der Elasticität und den Cohäsionsverhältnissen lässt sich zur Zeit nicht aufstellen. Krystalle, die fast gar keine Unterschiede in der Cohäsion zeigen, wie z. B. Quarz, können sehr bedeutende Gegensätze der Elasticität aufweisen, während anderseits z. B. die Alaune wohl Spaltbarkeit darbieten, aber nur geringe Unterschiede in der Elasticität. Die Richtung der Maxima und Minima der letzteren ändert sich nicht immer mit der Richtung der Spaltungsflächen: so ist bei Flussspath und Steinsalz die Richtung der Maxima und Minima die gleiche und doch spaltet der erstere nach O, das letztere nach $\infty O\infty$.

Drückt man, wie bei der graphischen Darstellung der Härte, jene Gewichte durch Längen von Linien aus, welche von der Mitte einer Krystallfläche aus in den betreffenden Richtungen gezogen werden und verbindet man die Enden dieser Linien durch eine Curve, so erhält man die Elasticitätscurve oder Elasticitätsfigur.

Hierher gehören auch aus älterer Zeit die schönen akustischen Untersuchungen von *Savart* und die gründlichen Forschungen *Neumann's*. *Savart* schnitt bei seinen Ermittelungen über die Schallschwingungen des Bergkrystalls Platten von 1 Linie Dicke und 24—27 L. Durchmesser in verschiedenen Richtungen aus demselben. Wären dieselben homogen wie Glas, so müssten sie unter gleichen Verhältnissen gleiche Knotenlinien und gleiche Töne geben. Allein auf den verschiedenwerthigen Flächen konnten die Töne um eine Quinte von einander abweichen. Vermöge des tetartoëdrischen Charakters des Bergkrystalls tönen auch drei Flächen der oberen scheinbar holoëdrischen Pyramide anders als die drei übrigen. Die Elasticität von Steinsalz und Eis hat *Reusch* in ähnlicher Weise aus der Tonhöhe schwingender Stäbe dieser Substanzen zu bestimmen versucht. *Groth* fand durch directe Messung ebenfalls die Schallgeschwindigkeit im Steinsalz in zwei 45° mit einander bildenden Richtungen verschieden.

### 4. Specifisches Gewicht oder relative Dichte.

§ 99. **Wichtigkeit und Bestimmung desselben.** Das specifische Gewicht, Eigengewicht oder Volumengewicht drückt das Verhältniss aus, in welchem das Gewicht eines Körpers zu dem Gewicht eines gleichen Volumens Wasser steht. Es liefert für die Mineralogie ein Merkmal ersten Ranges, weil verschiedene Mineralsubstanzen in den meisten Fällen verschiedenes, dagegen alle Varietäten eines und desselben Minerals bei derselben Temperatur sehr nahe gleiches specifisches Gewicht haben. In der Regel wird eine um so genauere Bestimmung erfordert, je niedriger das specifische Gewicht ist, während bei sehr schweren Körpern auch minder genaue Wägungen wenigstens zur Diagnose hinreichend sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei der Bestimmung des specifischen Gewichts der Mineralien sind besonders folgende Punkte zu berücksichtigen:

1) Das zu wägende Stück muss vollkommen rein, und frei von beigemengten festen oder flüssigen fremdartigen Substanzen sein;
2) dasselbe muss frei von Höhlungen und Porositäten sein; dies ist besonders dann zu beachten, wenn man eine zusammengesetzte Varietät zu wägen hat;
3) dasselbe muss vollkommen frisch und darf nicht mit Producten beginnender oder vollendeter Zersetzung vermengt sein;
4) dasselbe muss vor der Abwägung in Wasser sorgfältig benetzt und gleichsam mit Wasser eingerieben, oder auch im Wasser gekocht werden, um die der Oberfläche adhärirende Luft zu vertreiben;
5) saugt das Mineral Wasser ein, so muss man dasselbe sich völlig damit sättigen lassen, bevor man es im Wasser wägt.

Die erste Bedingung wird um so sicherer erfüllt, in je kleineren anscheinend reinen Stücken das Mineral angewendet wird. Freilich kann dieser Bedingung in sehr vielen Fällen gar nicht genau genügt werden, indem in den Mineralien so häufig fremde, unter dem Mikroskop nachweisbare Einschlüsse vorhanden sind, welche sich weder mechanisch noch chemisch entfernen lassen und nothwendig das specifische Gewicht beeinflussen müssen. Bei impelluciden Mineralien ist selbst der Nachweis der Reinheit oder Verunreinigung auch mikroskopisch nicht mit Sicherheit zu führen. Der zweite Punkt macht es oft rathsam und bisweilen nöthig, das Mineral zu pulverisiren, um alle Zwischenräume und Porositäten zu vernichten. Die vierte Bedingung kann bei allen, und muss bei pulverförmigen Mineralien durch Auskochen derselben im Wasser erreicht werden. Das fünfte Erforderniss endlich macht ebenfalls eine gehörige Zerkleinerung des Minerals nothwendig, um sicher zu sein, dass nicht noch im Inneren der Stücke wasserfreie Stellen geblieben sind.

Verschiedene Proben eines und desselben Minerals werden nur dann übereinstimmendes spec. Gew. zeigen, wenn sie nicht nur denselben Grad der Reinheit, sondern auch gleiche chemische Zusammensetzung besitzen. Die durch das Eintreten verschiedener isomorpher Zumischungen bedingte Variabilität der letzteren wird sich aber, wie z. B. beim Granat, Olivin, Pyroxen auch durch kleine Abweichungen im spec. Gew. geltend machen müssen. Trotz übereinstimmender chemischer Zusammensetzung ist bei den heteromorphen Substanzen (§ 148) das spec. Gew. für die einzelnen Verkörperungen verschieden.

Da die Dichte des Wassers selbst mit seiner Expansion oder Contraction bei Temperaturwechsel variirt, so sollte bei ganz genauen Untersuchungen Wasser von bestimmter Temperatur, nämlich von 4° C. genommen werden, wo es seine grösste Dichte hat. Für die meisten Resultate können aber Abweichungen von dieser Temperatur vernachlässigt werden, da sie sich nur in der dritten Decimale aussprechen würden.

Die Methoden zur Bestimmung des specifischen Gewichts sind:

1) Bestimmung mit der hydrostatischen Wage. Die Substanz wird auf einer solchen zuerst in der Luft gewogen, sodann an einem Faden, Haar oder Platindraht hängend in reines Wasser getaucht und in diesem gewogen. Werden die bei der ersten und zweiten Wägung erhaltenen Gewichte mit $g$ und $\gamma$ bezeichnet, so ist das spec. Gew. $= \frac{g}{g - \gamma}$, da dasselbe gleich ist dem absoluten Gewicht, dividirt durch den Gewichtsverlust, welchen das Mineral im Wasser erleidet.

2) Bestimmung mit dem Pyknometer, einem kleinen niedrigen Flacon, der mittels eines fein durchbohrten, eingeschliffenen und nach oben verlängerten Stöpsels genau geschlossen werden kann. Ist $M$ das Gewicht des als feine Splitter oder Körnchen vorhandenen Minerals, $G$ das Gewicht des Ganzen, nachdem das

Mineral in das leere Fläschchen eingetragen und der übrige Raum desselben genau mit reinem Wasser gefüllt wurde, $P$ das ein für allemal bestimmte Gewicht des blos mit Wasser ganz gefüllten Pyknometers, so ist das spec. Gewicht $= \frac{M}{P + M - G}$.

Ist das Mineral im Wasser löslich, so bestimmt man das specifische Gewicht desselben mit Beziehung auf eine andere Flüssigkeit von bekannter Dichtigkeit (z. B. Alkohol, Baumöl) und reducirt dann das Ergebniss auf Wasser. Ist das spec. Gew. eines Körpers in Alkohol $= 2{,}15$, das des Alkohols $= 0{,}79$, so ist das des Körpers in Wasser $= 0{,}79 \times 2{,}15 = 1{,}70$. Handelt es sich um ein flüssiges Mineral, so braucht man blos das Gewicht $F$ des mit demselben genau erfüllten Pyknometers zu bestimmen, sowie auch das Gewicht $L$ des ganz leeren Pyknometers; alsdann ist das spec. Gew. der Flüssigkeit $= \frac{F - L}{P - L}$.

Die Bestimmung mit der Senkwage oder dem *Nicholson*'schen Aräometer steht jetzt wegen ihrer geringen Genauigkeit wenig mehr im Gebrauch.

3) Eine Bestimmung des spec. Gewichts kann man bei manchen Mineralien auch mit Hülfe derjenigen schweren Lösungen vornehmen, deren man sich bei petrographischen Untersuchungen bedient, um Felsartengemengtheile auf Grund ihrer verschiedenen spec. Gewichte von einander zu trennen[1]). Besitzt eine solche schwere Flüssigkeit, etwa Kaliumquecksilberjodid-Lösung, ihrerseits z. B. das spec. Gew. 3, so wird Feldspath (2,6) darauf schwimmen, Topas (3,5) darin untersinken, ein Mineral aber, dessen spec. Gew. ebenfalls genau 3 ist, weder aufsteigen noch untersinken, sondern in jeder Lage gerade schwebend erhalten werden. Da man jener Flüssigkeit nun durch Verdünnung mit Wasser jedes beliebige spec. Gew. zwischen 3 und 1 ertheilen kann, so ist es, um das spec. Gew. eines zu prüfenden geeigneten Mineralfragments zu ermitteln, nur erforderlich, diese Verdünnung derart vorzunehmen, dass das Mineral genau suspendirt bleibt, und darauf das spec. Gew. der Lösung festzustellen, welches dann auch dasjenige des Minerals ist.

Von solchen schweren Flüssigkeiten stehen im Gebrauch: a) die Kaliumquecksilberjodid-Lösung, eine wässerige Lösung von Jodkalium und Jodquecksilber[2]), mit einem spec. Gew. bis zu 3,196 (Maximum im Winter, im Sommer 3,17); zuerst 1873 angegeben von *Sonstadt*, dann 1877 empfohlen durch *Church*, namentlich von *Thoulet* (Bull. soc. minéral. 1879. II. 17. 189), daher auch *Thoulet*'sche Lösung genannt; vgl. darüber *Goldschmidt* im N. Jahrb. f. Min. Beilageb. I. 1881. 179; über die Regeneration derselben *van Werveke* ebendas. 1883. II. 86. — b) die analoge Baryumquecksilberjodid-Lösung mit einem erreichbaren spec. Gew. von 3,58, angegeben von *Rohrbach* (ebendas. 1883. II. 186). — c) die Cadmiumborowolframiat-Lösung ($9\,WO^3$, $B^2O^3$, $2\,CdO$, $2H^2O + 16H^2O$) mit dem Maximalgewicht von 3,6, gewöhnlich ca. 3,28; zuerst benutzt von *D. Klein* (vgl. Bull. soc. minér. IV. 1881. 419, auch Z. f. Kryst. VI. 306); von *Mann* als besonders zweckmässig und haltbar empfohlen im N. Jahrb. f. Min. 1884. II. 172. — d) das käufliche Methylenjodid

1) Das Princip dieser Methode bei der Gesteinsuntersuchung besteht darin, dass man die zu trennenden Mineralien in eine spec. schwerere Flüssigkeit einträgt und durch allmähliches Verdünnen derselben successive die untersinkenden schwereren von den schwimmend bleibenden leichteren separirt.

2) Am einfachsten wird die concentrirte Lösung dadurch erhalten, dass man ein Gemenge der beiden Salze in dem Verhältniss $KJ : HgJ^2 = 1 : 1{,}24$ in kaltem Wasser löst (c. 500 gr der Salze auf 80 ccm Wasser), in der Porzellanschale auf dem Wasserbad bis zur Bildung einer Krystallhaut eindampft und nach dem Erkalten filtrirt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$CH^2J^2$, mit einem spec. Gew. bei 5° von 3,3485, bei 16° von 3,3243, empfohlen durch *R. Brauns* im N. Jahrb. f. Min. 1886. II. 72; das spec. Gew. kann durch Sättigung mit Jod und Jodoform bis 3,6 gebracht werden[1]). — Schon 1862 hatte Graf *Schaffgotsch* eine Lösung von salpetersaurem Quecksilber zur Bestimmung des spec. Gewichts von Mineralien vorgeschlagen.

Das Kaliumquecksilberjodid hat unter den vorgeschlagenen Flüssigkeiten zwar das geringste spec. Gew., doch den sehr erheblichen Vorzug, sich in jedem Verhältniss mit Wasser mischen und durch Eindampfen wieder auf das frühere spec. Gew. bringen zu lassen. Es ist wie das Baryumquecksilberjodid giftig und greift wie dieses die Instrumente an. Das Cadmiumborowolframiat ist viel schwieriger darzustellen und zu regeneriren, es greift die Carbonate an und das Maximalgewicht muss durch Schmelzen des Salzes in seinem Krystallwasser erzielt werden. Das Baryumquecksilberjodid hat ein sehr beträchtliches spec. Gew., aber bei der Verdünnung mit Wasser tritt eine Zersetzung ein. Das Methylenjodid besitzt ebenfalls ein hohes spec. Gew. (und hohen Brechungsquotienten), bleibt an der Luft unveränderlich und greift metallische Gegenstände nicht an, aber die Verdünnung kann nicht durch Wasser, sondern nur durch Benzol oder Xylol geschehen, und das spec. Gew. ändert sich ziemlich stark mit der Temperatur; auch bräunt sich die Lösung durch Erwärmen (welches erfolgt, wenn die mit Benzol verdünnte Flüssigkeit auf dem Wasserbad behandelt wird, um durch Abdestillation des Benzols die ursprüngliche Flüssigkeit wieder zu gewinnen), sowie durch langes Stehen im Sonnenlicht.

Um das mit demjenigen des suspendirten Materials übereinstimmende spec. Gew. der Flüssigkeit selbst zu bestimmen, bedient man sich am einfachsten und correctesten der zuerst von *Cohen* empfohlenen sog. *Westphal*'schen Wage (N. Jahrb. f. Min. 1883. II. 88). Der längere Arm dieser ungleicharmigen Wage trägt ein constantes Gewicht (Senkgläschen), an dem kürzeren Arm befindet sich ein Zeiger, welcher beim Hineinhängen dieses Gewichts in Wasser auf Null einspielt. Das Senkgläschen wird in die Flüssigkeit, in welcher der Mineralpartikel suspendirt ist, eingeführt und alsdann die Gleichgewichtslage des mit Theilung versehenen aufgetriebenen Wagebalkens in sehr kurzer Zeit mit Hülfe von 4 tarirten, dem längeren Arm aufgesetzten Reitern hergestellt; an der Lage der letzteren kann dann direct das spec. Gew. der Lösung bis zur dritten Decimale abgelesen werden. — Oder man bringt die auf den Mineralpartikel eingestellt gewesene Flüssigkeit in ein calibrirtes und genau tarirtes Glasgefäss von ca. 20—25 ccm Inhalt, stellt genau auf die Inhaltsmarke ein und wägt; das absolute Gewicht der Flüssigkeit, dividirt durch den Inhalt, ergibt bekanntlich direct das spec. Gewicht. — *Goldschmidt* schlug (N. Jahrb. f. Min. Beilageb. I. 215) vor, sich der sog. Indicatoren oder Schwimmer zu bedienen, d. h. Mineralstückchen von starker Erbsengrösse, deren individuelles spec. Gew. genau bekannt ist; dieselben werden in die Flüssigkeit hineingebracht, nachdem diese auf das zu prüfende Mineral eingestellt ist, oder man kann auch die Flüssigkeit zugleich mit dem Mineralpartikel auf die Indicatoren einstellen. Ueber weitere Methoden und Apparate von *W. Salomon* und *Sollas* vgl. *F. Zirkel*, Lehrb. d. Petrogr. I. 1893. 16; ebendas. auch über das Verfahren von *Thoulet* und von *Streng*, in schweren Flüssigkeiten das spec. Gew. von selbst schwereren Mineralkörnern zu prüfen.

§ 100. **Unterschied des krystallinischen und amorphen Zustandes.** Eine und dieselbe Substanz zeigt im Allgemeinen ein verschiedenes specifisches Gewicht, je nachdem sie im krystallisirten (krystallinischen) oder im amorphen Zustande

1) Nach *Retgers* erreicht eine gesättigte Lösung von Zinnjodid ($SnJ^4$) in Bromarsen ($AsBr^3$) bei 15° das spec. Gew. von 3,73. Er proponirte noch als sehr empfehlenswerth das geschmolzene Thalliummercuronitrat $TlHgN^2O^6$, welches schon bei 76° auf dem Wasserbad eine blassgelbe klare und wie Wasser dünnflüssige Schmelze vom spec. Gew. ca. 5,3 gibt; letztere kann einfach durch Zusatz von Wasser in jedem Verhältniss verdünnt werden, auch findet keine gegenseitige Zersetzung durch Sulfide statt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vorliegt, und zwar ist der letztere der specifisch leichtere; es ergibt sich dies, wenn man die specifischen Gewichte einzelner krystallisirter Mineralien mit denjenigen vergleicht, welche das glasig-amorphe Erstarrungsproduct der betreffenden künstlich (ohne Veränderung der chemischen Zusammensetzung) geschmolzenen Mineralien aufweist. So sind die specifischen Gewichte für:

| | krystallisirt | geschmolzen und glasig erstarrt |
|---|---|---|
| Rothen Granat von Grönland | 3,90 | 3,05 |
| Grossular vom Wiluifluss | 3,63 | 2,95 |
| Vesuvian von Egg | 3,45 | 2,957 |
| Adular vom St. Gotthard | 2,561 | 2,351 |
| Orthoklas von Hirschberg | 2,595 | 2,284 |
| Augit von Guadeloupe | 3,266 | 2,835 |
| Olivin von Fogo | 2,604 | 2,041 |
| Albit von Kirebinsk | 3,381 | 2,831 |

### 5. Von den optischen Eigenschaften der Mineralien.

§ 101. **Einfache und doppelte Strahlenbrechung.** Es ist bekannt, dass ein Lichtstrahl bei seinem Eintritt aus der Luft in einen tropfbar-flüssigen oder festen durchsichtigen Körper vermöge seiner veränderten Fortpflanzungsgeschwindigkeit eine Ablenkung von seiner Richtung, eine Brechung oder Refraction erleidet, sobald er nicht rechtwinkelig auf die Trennungsfläche beider Medien einfällt. Dasselbe wird daher auch in allen Fällen stattfinden müssen, wenn ein Lichtstrahl aus der Luft in ein pellucides Mineral eintritt. Die Winkel, welche der so auffallende und der gebrochene Strahl mit einer zur Oberfläche des Minerals senkrechten Geraden bilden — der Einfallswinkel ($i$) und der Brechungswinkel ($r$) — haben stets für eine und dieselbe Substanz ein constantes Verhältniss der Sinus, welches man Brechungsquotient oder Brechungsindex oder Brechungsexponent ($n$ oder $\mu$) nennt, indem $\frac{\sin i}{\sin r} = n$. Derselbe beträgt z. B. für Steinsalz 1,498, d. h. wenn ein Lichtstrahl aus der Luft in Steinsalz eintritt, so ist der Sinus des Einfallswinkels 1,498mal grösser als der Sinus des Brechungswinkels. Beim Granat, in welchem die Strahlen stärker gebrochen oder abgelenkt werden, welcher ein optisch dichteres Medium darstellt, ist er 1,815, beim Diamant 2,419 u. s. w. Für die allermeisten festen Mineralmedien liegt der Brechungsquotient zwischen 1 und 2. Die Lichtgeschwindigkeiten verhalten sich umgekehrt wie die Brechungsquotienten. Der Brechungsquotient ändert sich übrigens nicht nur mit der Substanz, sondern auch mit der Farbe, d. h. mit der Wellenlänge des einfallenden Lichtstrahls und zwar ist die Grösse der Brechung umgekehrt proportional der Wellenlänge; für violette Strahlen ist daher $n$ ein Maximum, für rothe ein Minimum. Diese Erscheinung heisst die Dispersion des Lichtes oder die Farbenzerstreuung und die Grösse derselben ist abweichend für verschiedene Medien.

Die Bestimmung der Brechungsquotienten kann auf verschiedenem Wege vorgenommen werden. Einmal an einem aus der Substanz geschliffenen Prisma, welches mit der scharfen Kante senkrecht gegen einen Limbus steht und woran die Minimalablenkung gemessen wird, die dasselbe auf das einfallende Licht ausübt. Sodann vermittels der Totalreflexion; das Verfahren beruht darauf, dass man aus der

Beobachtung des Grenzwinkels der totalen Reflexion auf der ebenen Fläche einer in Schwefelkohlenstoff getauchten Substanz die Brechungsquotienten der letzteren bestimmen kann, sofern dieselben kleiner sind, als die des Schwefelkohlenstoffs ($n = 1{,}6274$ bei 20° C.) bei derselben Temperatur; anstatt des Schwefelkohlenstoffs kann auch eine andere stark lichtbrechende Flüssigkeit, Kaliumquecksilberjodid oder Monobromnaphthalin verwandt werden[1]). — Ferner gab schon 1767 der *Herzog von Chaulnes* eine Methode an, wie sich vermittels eines Mikroskops der Brechungsquotient planparalleler Mineralplättchen bestimmen lässt. Bringt man zwischen einen im Mikroskop scharf eingestellten Punkt (z. B. auch eine Mikrometertheilung auf Glas) und das Objectiv die zu untersuchende Platte, so wird das Bild jenes Punktes ganz undeutlich oder kaum mehr sichtbar; es bedarf, um ihn wieder scharf zu erblicken, einer Tubushebung, deren Grösse $v$ allein abhängt von der Dicke $d$ der Platte und deren Brechungsquotienten $n$. Somit lässt sich letzterer aus $v$ und $d$ berechnen, indem sehr annäherungsweise $n = \frac{d+v}{d}$. Die Dicke der Platte kann mit einem Sphaerometer bestimmt, die Grösse der Verticalbewegung des Tubus an einer Kreistheilung der zu drehenden Mikrometerschraube des Mikroskops abgelesen werden.

Da ein durchsichtiger Krystall um so weniger dunkel umrandet erscheint, je geringer die Differenz zwischen seinem eigenen Brechungsquotienten und demjenigen des ihn umgebenden Mediums ist, so lässt sich sein Brechungsquotient manchmal dadurch angenähert bestimmen, dass er nach einander von Flüssigkeiten mit abweichendem bekanntem Brechungsquotienten umgeben wird, bis seine Randbegrenzung (und die Rauhheit seiner Oberfläche) ganz unmerklich wird; in diesem Falle ist der Brechungsquotient des Krystalls ungefähr derselbe wie der der angewandten Flüssigkeit (z. B. $n$ für Wasser 1,336, für Tetrachlorkohlenstoff 1,466, für Xylol 1,495, für Nelkenöl 1,544, für Zimmtöl 1,605, für Jodmethylen 1,740 u. s. w.); vgl. über das Detail der Methode *Schroeder van der Kolk*, Tabellen z. mikroskop. Bestimmung d. Mineralien nach ihrem Brechungsindex; Wiesbaden 1900.

Die meisten Krystalle zeigen jedoch diese Brechung des Lichtes in der Weise, dass der in sie einfallende Lichtstrahl zugleich einer Theilung in zwei verschieden stark abgelenkte Strahlen unterliegt, von welchen zwar oft der eine den Gesetzen der gewöhnlichen Brechung, der andere aber ganz eigenthümlichen Gesetzen unterworfen ist; weshalb man jenen den ordentlichen, diesen den ausserordentlichen Strahl nennt, und beide durch die Buchstaben $O$ und $E$ unterscheidet.

Die Krystalle des regulären Systems, holoëdrische wie hemiëdrische, sind allein hiervon ausgenommen, sie zeigen keine Doppelbrechung des Lichtes. In ihnen ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit desselben und demzufolge auch die Elasticität des Aethers nach allen Richtungen hin die gleiche, keine Direction hat vor einer anderen etwas voraus, und sie verhalten sich in dieser optischen Hinsicht

1) Einen Apparat für diese letztere Methode beschrieb *Kohlrausch* in Z. f. Kryst. II. 1878. 106. Eine zweckmässige Modification desselben wurde von *Klein* vorgenommen (N. Jahrb. f. Min. 1879. 880), während *Liebisch* angab, wie man auch ein Reflexionsgoniometer zu dem gleichen Gebrauch einrichten kann, und *Bauer* hervorhob, wie auch der bei dem *Fuess*'schen sog. Universalinstrument vorhandene Axenwinkelmessungsapparat fast ohne weitere Veränderung als Totalreflectometer zu benutzen ist (N. Jahrb. f. Min. 1882. I. 132). Ueber eine Abänderung des Verfahrens siehe *Feussner* in Z. f. Kryst. VII. 1883. 505. Vgl. auch *Ch. Soret* über ein Refractometer zur Messung der Brechungsexponenten und der Dispersion in Z. f. Kryst. VII. 1883. 529. — Eine andere Construction des Totalreflectometers als die von *Kohlrausch* herstammende ist von *Pulfrich* angegeben worden (*C. Pulfrich*, das Totalreflectometer, Leipzig 1890); dieselbe gestattet, die drei Hauptbrechungsquotienten nicht nur an den drei Hauptschnitten, sondern im Einklang mit *Soret*'s theoretischem Nachweis, an jeder beliebigen Schnittebene zu bestimmen. — Ueber das *Abbe*'sche »Krystallrefractometer« s. *Groth*, Physik. Krystallogr. 1895. 676.

wie amorphe, überhaupt unkrystallinische Körper. Diese einfach brechenden Medien (reguläre Krystalle und amorphe Substanzen) heissen auch isotrope. In den Krystallen der übrigen Systeme dagegen, in welchen auch nicht alle krystallographischen Axen gleichwerthig sind, ist die Aetherelasticität nach verschiedenen Richtungen verschieden, in ihnen ändert sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes mit der Richtung und sie besitzen die Eigenschaft der Doppelbrechung; sie heissen auch anisotrope. Diese Doppelbrechung kann allerdings nur selten, wie z. B. bei dem isländischen Kalkspath, unmittelbar wahrgenommen werden[1]) und ihr Dasein wird gewöhnlich nur auf Grund anderer, mit ihr zusammenhängender optischer Reactionen erkannt. Die Doppelbrechung eines Minerals ist natürlich um so stärker, je grösser die Differenz zwischen den Brechungsquotienten der beiden Strahlen ist.

Indem in den isotropen Medien die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes nur abhängig ist von seiner Schwingungszahl (oder Wellenlänge) und von der Natur der Substanz, dagegen unabhängig von der Fortpflanzungsrichtung, stellt die optische Elasticitätsfläche (Strahlenfläche oder Wellenfläche)[2]) hier eine Kugel dar, indem bei dieser jeder Querschnitt einen Kreis liefert; d. h., wenn in einem Punkt eines isotropen Mediums eine Lichtbewegung erregt wird, so pflanzt dieselbe sich radial in das umgebende Medium derart fort, dass zu einer bestimmten Zeit ein gleicher Bewegungszustand an allen denjenigen Punkten herrscht, welche auf einer Kugeloberfläche liegen, deren Centrum der Erregungspunkt ist. — Isotrope Medien besitzen nur einen einzigen constanten Brechungsquotienten für eine gegebene Wellenlänge.

§ 102. **Optische Axen.** In jedem doppeltbrechenden Krystall gibt es jedoch entweder eine Richtung, oder zwei Richtungen, nach welchen ein hindurchgehender Lichtstrahl keine Doppelbrechung erfährt, sondern ungetheilt bleibt. Diese Richtungen nennt man die optischen Axen, und unterscheidet demgemäss optisch-einaxige und optisch-zweiaxige Krystalle. Die optischen Axen sind also nicht einzelne Linien, sondern Richtungen, denen unendlich viele Linien parallel gehen. In einem isotropen Medium ist daher gewissermassen die Anzahl der optischen Axen unendlich gross. — Die Krystalle des tetragonalen und hexagonalen Systems, holoëdrische sowohl als hemiëdrische und hemimorphe, sind optisch-einaxig, die rhombischen, monoklinen, triklinen Krystalle optisch-zweiaxig. So stehen demnach die Erscheinungen der Doppelbrechung nicht nur mit den auf die krystallographischen Axen gegründeten Krystallsystemen überhaupt, sondern auch mit deren Hauptabtheilungen (S. 17) in genauem Zusammenhang.

Indem in den doppeltbrechenden, optisch anisotropen Krystallen die Elasticität des Lichtäthers nach verschiedenen Richtungen eine abweichende ist, setzt man demzufolge gewisse Richtungen grösserer oder kleinerer Aetherelasticität in denselben voraus, welche z. Theil in enger und gesetzlicher Beziehung zu den

---

1) An den durchsichtigen Stücken dieses sog. Doppelspaths aus Island wurde die Erscheinung zuerst im Jahre 1669 durch *Erasmus Bartholin* entdeckt; er beschrieb sie in der Schrift: Experimenta crystalli islandici disdiaclastici, quibus mira et insolita refractio detegitur. Havniae 1669. Bei anderen Substanzen fallen in Folge des geringen Unterschiedes zwischen den Brechungsquotienten der beiden gebrochenen Strahlen diese letzteren so nahe zusammen, dass das blose Auge sie nicht von einander trennen kann.

2) Es braucht kaum besonders betont zu werden, dass die optische Elasticität der Krystalle völlig verschieden ist von der in § 98 besprochenen gewöhnlichen oder rein mechanischen Elasticität.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

krystallographischen Axen stehen und welche man als die optischen Elasticitätsaxen bezeichnet. — Die optischen Axen und die Elasticitätsaxen sind in den Krystall-Individuen stets entsprechend der Symmetrie des inneren Baues derselben orientirt. Anisotrope Substanzen haben innerhalb gewisser Grenzen unendlich viele Brechungsquotienten; diejenigen für die ausgezeichneten Richtungen der optischen Elasticitätsaxen heissen Hauptbrechungsquotienten.

§ 103. **Optisch-einaxige Krystalle.** In ihnen geht die optische Axe, nach welcher keine Doppelbrechung des durchlaufenden Lichtstrahls erfolgt, parallel der krystallographischen Hauptaxe $c$, während in jeder anderen Richtung Doppelbrechung stattfindet. Dies verweist darauf, dass in diesen Krystallen die Aetherelasticität in der Direction der Hauptaxe verschieden ist von der in allen anderen Richtungen; wie aber die krystallographischen Nebenaxen $a$ sowohl im tetragonalen als hexagonalen System gleichwerthig sind, so geschieht es auch hier, dass senkrecht zu der Hauptaxe nach allen Richtungen hin die gleiche Elasticität wirkt und der Krystall optisch gleich beschaffen ist. Die Elasticität, welche mit der Hauptaxe zusammenfällt, ist entweder grösser oder kleiner als die senkrecht darauf wirkende. Man bezeichnet die Axe der grössten Elasticität mit $\mathfrak{a}$, die der kleinsten mit $\mathfrak{c}$. — Bei den einaxigen Krystallen muss die optische Axe, als krystallographische Haupt- oder Verticalaxe ihrer Richtung nach fixirt, für jede Lichtart oder Farbe dieselbe Lage haben, sie kann keine Dispersion zeigen.

Der ordentliche Strahl pflanzt sich in diesen Krystallen nach allen Richtungen hin mit gleicher Geschwindigkeit fort und deshalb ist sein Brechungsquotient stets constant, seine Elasticitätsfläche eine Kugel, wie bei jedem Strahl in einem optisch isotropen Medium; der Brechungsquotient für den (im Allgemeinen dem Sinusgesetz nicht mehr gehorchenden) ausserordentlichen Strahl ist aber variirend je nach der Richtung, in welcher dieser den Krystall durchläuft, seine Elasticitätsfläche ein Rotationsellipsoid, dessen Drehungsaxe die optische Axe oder krystallographische Haupt-Symmetrieaxe ist und welches entweder in den Polen seiner längeren oder denjenigen seiner kürzeren Axe jene Kugel berührt. Geht der Lichtstrahl senkrecht zur Hauptaxe hindurch, so ist die Differenz zwischen beiden Quotienten am grössten, sie nimmt ab mit dem Winkel, welcher mit der Hauptaxe gebildet wird, und parallel mit der Hauptaxe (in welcher Richtung ja beide Strahlen in einen zusammenfallen) ist der Brechungsquotient von $E$ gleich dem von $O$. — Alle Strahlen, die symmetrisch um die Hauptaxe gruppirt sind, besitzen gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit.

Man bezeichnet den constanten Brechungsquotienten von $O$ mit $\omega$, denjenigen des ausserordentlichen Strahls, welcher sich senkrecht zur Hauptaxe fortpflanzt, mit $\varepsilon$. — Selbstverständlich sind sowohl $\omega$ als $\varepsilon$ abhängig von der Wellenlänge, und ihr Werth wechselt daher mit der Farbe des Lichtes. — Nennt man $\mathfrak{v}$ die Geschwindigkeit des ordentlichen Strahls und $\mathfrak{e}$ die Geschwindigkeit desjenigen ausserordentlichen Strahls, welcher sich in der Richtung senkrecht zur optischen Axe fortbewegt, so ist $\mathfrak{v} = \frac{1}{\omega}$ und $\mathfrak{e} = \frac{1}{\varepsilon}$. Man unterscheidet nun die doppeltbrechenden einaxigen Krystalle als (vgl. Fig. 304 u. 305):

Negative (repulsive), wenn in den Krystallen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der Richtung der Hauptaxe kleiner ist, als in der Richtung senkrecht dazu; in ihnen ist also $\mathfrak{v} < \mathfrak{e}$ und $\omega > \varepsilon$; z. B. der Kalkspath, bei welchem $\omega = 1{,}654$ und $\varepsilon$ (senkrecht auf die Hauptaxe) $= 1{,}484$. Bei den negativen Krystallen ist die Aetherelasticität in der Richtung der Hauptaxe ein Maximum und $c = \mathfrak{a}$. Bei ihnen stellt die innere Elasticitätsfläche eine Kugel dar (für $O$), die äussere ein senkrecht auf die optische Axe abgeplattetes Rotationsellipsoid (für $E$), welche sich beide an den Enden der Hauptaxe berühren, die hier $\mathfrak{a}$ entspricht.

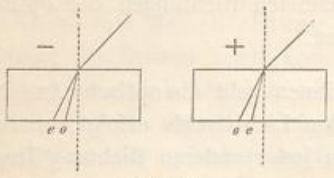


Fig. 304.

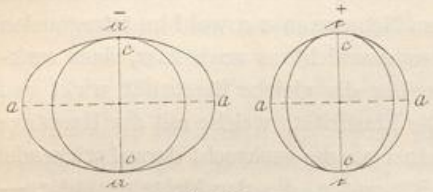


Fig. 305.

Positive (attractive), wenn in ihnen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der Richtung der Hauptaxe grösser ist als in der Richtung senkrecht dazu; in ihnen ist daher $\mathfrak{v} > \mathfrak{e}$ und $\omega < \varepsilon$; hierher gehört z. B. der Quarz, bei welchem $\omega = 1{,}548$ und $\varepsilon$ (senkrecht auf die Hauptaxe) $= 1{,}558$. Bei diesen positiven Krystallen ist die Elasticität des Aethers in der Richtung der Hauptaxe ein Minimum und $c = \mathfrak{c}$. Sie besitzen als innere Elasticitätsfläche ein nach der optischen Axe in die Länge gestrecktes Rotationsellipsoid (für $E$), als äussere eine Kugel (für $O$), welche sich beide an den Enden der hier $\mathfrak{c}$ entsprechenden Hauptaxe berühren. — Dieser Gegensatz zwischen positiv und negativ bedingt den sog. »optischen Charakter«.

Bei den negativen Krystallen ist die ausserordentliche Welle die schnellere, daher umschliesst das Rotationsellipsoid die Kugel; bei den positiven ist die ordentliche Welle die schnellere, deshalb umschliesst die Kugel das Rotationsellipsoid. — Da $\omega$ und $\varepsilon$ für verschiedene Farben verschiedene Werthe haben, so muss auch die Elasticitätsfläche für eine andere Farbe eine andere Krümmung, d. h. einen anderen Werth der Rotations- und der äquatorialen Axe besitzen; so kann es selbst der Fall sein, dass ein Krystall für eine Farbe optisch positiv, für eine andere optisch negativ ist; die Rotationsaxe, im ersteren Falle die längere, im zweiten die kürzere des Ellipsoids, bleibt aber als Hauptaxe der Richtung nach constant für alle Farben.

Für jede Krystall- oder Spaltungsfläche, welche als Eintrittsfläche des Lichtes dient, versteht man unter dem optischen Hauptschnitt diejenige Ebene, welche auf solcher Fläche normal und zugleich der optischen Axe parallel ist[1]). Der ordentliche Strahl führt hier seine Schwingungen senkrecht zum optischen Hauptschnitt aus, der ausserordentliche schwingt in dem optischen Hauptschnitt.

§ 104. **Optisch-zweiaxige Krystalle.** Die Krystalle des rhombischen, monoklinen und triklinen Systems erweisen sich ebenfalls als doppeltbrechend, doch weichen hier beide Strahlen von den Gesetzen der gewöhnlichen Brechung ab, indem sie beide einen mit der Richtung variabeln Brechungsquotienten besitzen,

1) Von dem optischen Hauptschnitt gilt dasselbe wie von den optischen Axen; er ist nicht eine einzelne Ebene, sondern die durch solche Ebene bestimmte Richtung, welcher unendlich viele Ebenen parallel liegen.

so dass in ihnen eigentlich gar kein ordentlicher Strahl mehr vorhanden ist. Zwei Richtungen, die beiden optischen Axen, gibt es hier, nach welchen keine Doppelbrechung erfolgt, indem die beiden Strahlen mit gleicher Geschwindigkeit und Schwingungsrichtung hindurchgehen[1]).

In den Krystallen dieser Systeme ohne Hauptaxe setzt man drei Axen von abweichender optischer Elasticität voraus, von welchen man die Axe der grössten Elasticität mit a, die der mittleren mit b, die der kleinsten mit c bezeichnet. Diese drei rechtwinkelig auf einander stehenden optischen Elasticitätsaxen fallen in ihrer Richtung nur in so weit mit den krystallographischen Axen zusammen, als diese letzteren Symmetrieaxen sind, woraus ein wesentlicher Unterschied zwischen den rhombischen, monoklinen und triklinen Krystallen folgt. Eine Ebene, welche durch je zwei Elasticitätsaxen gelegt wird, nennt man einen Hauptschnitt der Elasticitätsfläche, deren es demnach drei gibt. Bei den optisch-zweiaxigen Krystallen, welche keine Haupt-Symmetrieebene besitzen, kann keiner dieser 3 Hauptschnitte ein Kreis sein: für sie ist die Elasticitätsfläche ein dreiaxig-ungleichaxiges Ellipsoid, bei welchem sowohl Längsschnitte als Querschnitte Ellipsen sind. Entsprechend den drei Elasticitätsaxen hat man hier auch drei verschiedene Haupt-Brechungsquotienten $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ zu unterscheiden; $\alpha$ ist der Brechungsquotient für solche Strahlen, welche sich, indem die Vibrationen parallel a gehen, senkrecht zu a fortpflanzen, $\beta$ derjenige für die parallel b schwingenden und sich senkrecht zu b fortpflanzenden Strahlen, $\gamma$ der für diejenigen, welche parallel c schwingen und sich rechtwinkelig zu c fortpflanzen. Die Richtung der grössten Geschwindigkeit stimmt überein mit dem Quotienten der geringsten Brechung und umgekehrt.

Die beiden optischen Axen stehen senkrecht auf denjenigen kreisförmigen Schnitten, welche durch den Mittelpunkt des dreiaxigen Ellipsoids gelegt werden können, indem in einem solchen Schnitt die Elasticität nach allen Richtungen gleich gross ist. Sie bilden in diesen Krystallen mit einander einen Winkel, welcher nicht nur in den verschiedenen Mineralsubstanzen, sondern auch oft in den verschiedenen Varietäten einer und derselben Art sehr abweichende Werthe besitzt. Der Winkel ist meist verschieden von 90°, daher einerseits ein spitzer ($2Va$), anderseits ein stumpfer ($2Vo$). Eine den spitzen Winkel der optischen Axen halbirende Linie nennt man die spitze Bisectrix (Bisectrix schlechthin), die optische Mittellinie, die erste oder spitze Mittellinie; die Halbirungslinie des stumpfen Winkels heisst stumpfe Bisectrix, zweite oder stumpfe Mittellinie. Die beiden Bisectricen liegen daher in der Ebene der optischen Axen und sind senkrecht auf einander. Senkrecht auf der Ebene der optischen Axen steht die sog. optische Normale. Die beiden Bisectricen und diese Normale sind die drei Elasticitätsaxen. Immer ist die optische Normale auch die Axe der mittleren Elasticität (b), während abwechselnd in den verschiedenen Krystallen die beiden Mittellinien mit den Axen der grössten oder der kleinsten Elasticität zusammen-

1) Wenn auch in der Richtung von je einer dieser optischen Axen hier ebenfalls keine Doppelbrechung stattfindet, so besteht doch der Unterschied gegen die in der vorigen Abtheilung allein vorhandene einzige optische Axe, dass durch letztere unendlich viele Hauptschnitte gelegt werden können, während hier durch je eine der beiden optischen Axen nur ein Hauptschnitt geht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fallen (Fig. 306). Entspricht die spitze Bisectrix der Axe der grössten Elasticität (a), so heisst der Krystall negativ (Aragonit, Borax), coincidirt sie mit derjenigen der kleinsten Elasticität (c), so ist der Krystall ein positiver (Topas, Schwerspath, Gyps)[1]; a wird daher wohl auch die negative, c die positive Bisectrix genannt.

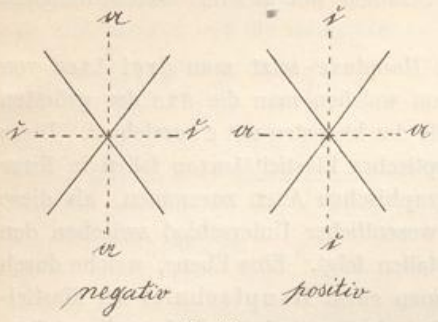


Fig. 306.

Da die Grösse des Winkels der optischen Axen (und des Winkels, den jede von ihnen mit einer Bisectrix bildet) von dem Verhältniss der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten $a : b : c$ (oder von dem Verhältniss der Hauptbrechungsquotienten $\alpha : \beta : \gamma = \frac{1}{a} : \frac{1}{b} : \frac{1}{c}$) abhängt, und da das Verhältniss dieser Grössen mit der Wellenlänge des Lichtes variirt, so sind auch die Winkel der optischen Axen für die verschiedenen Arten homogenen Lichtes (oder die verschiedenen Farben) nicht einander gleich. Diese Erscheinung, welche bei allen optisch-zweiaxigen Krystallen auftritt, nennt man die Dispersion der optischen Axen. Beim Syngenit beträgt z. B. (Temperatur 20°) der scheinbare Axenwinkel in Luft für Roth 41° 36′, Gelb 44° 23′, Grün 45° 37′, Blau 49° 45′.

Da der Winkel der optischen Axen in verschiedenen Varietäten einer und derselben optisch-zweiaxigen Substanz bei derselben Lichtart sehr verschieden sein kann, wie solches z. B. für den Topas und den Glimmer in sehr auffallender Weise der Fall ist, so lässt er sich auch nicht mit Sicherheit als ein Merkmal zur Unterscheidung benutzen. Auch zeigte *Des Cloizeaux*, dass ein und derselbe Orthoklaskrystall bei derselben Temperatur, in verschiedenen seiner Spaltungslamellen, ganz ausserordentliche Verschiedenheiten des Neigungswinkels der optischen Axen erkennen lässt. — Ebenso ist in gewissen optisch-zweiaxigen Krystallen die Lage der optischen Axenebene nicht immer constant; vielmehr schwankt sie bisweilen zwischen zwei auf einander rechtwinkeligen Richtungen; ja es kommt sogar vor, dass die Axen der verschiedenen Farben in zwei verschiedenen, jedoch auf einander rechtwinkeligen Ebenen liegen, wie dies z. B. am Orthoklas, Stilbit, Prehnit u. a. Mineralien beobachtet wird.

Im rhombischen System fallen die drei ungleichwerthigen rechtwinkeligen optischen Elasticitätsaxen $a > b > c$ ihrer Richtung nach für alle Farben und Temperaturen mit den krystallographischen Axen zusammen, selbstverständlich ohne dass bei der willkürlichen Aufstellung der Krystalle auch die längste Krystallaxe mit der Axe der grössten Elasticität zu coincidiren, oder a der Brachydiagonale (*a*), b der Makrodiagonale (*b*), c der Verticalaxe (*c*) zu entsprechen braucht. Stets ist also eine krystallographische Axe die Schwingungsrichtung der grössten, eine

[1] Denkt man sich in einem negativen zweiaxigen Krystall den durch die spitze Bisectrix (= a) halbirten Axenwinkel immer kleiner und zuletzt gleich Null werdend, so fallen die optischen Axen mit a zusammen und es ergibt sich die Beschaffenheit eines negativen einaxigen Krystalls, in welchem die einzige optische Axe abermals die Axe (a) der grössten Elasticität ist und b alsdann = c wird. Dieselbe Vorstellung geleitet von einem positiven zweiaxigen Krystall auf einen positiven einaxigen, dessen Hauptaxe zugleich die Axe der kleineren Elasticität c ist. Die optisch-einaxigen (tetragonalen und hexagonalen) Krystalle stellen also gewissermassen die Specialfälle der optisch-zweiaxigen dar, dass entweder $c = b$ (Charakter —) oder $a = b$ (Charakter +) ist. — Der mittlere Brechungsquotient $\beta$ liegt bei einem negativen Krystall näher an $\gamma$ als an $\alpha$ bei einem positiven näher an $\alpha$ als an $\gamma$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

andere die der kleinsten, die dritte diejenige der mittleren Lichtgeschwindigkeit, zwei der krystallographischen Axen sind hier immer die Bisectricen, und die Ebene der optischen Axen ist stets parallel einem der drei krystallographischen Axenebenen (Pinakoide) — alles entsprechend den Symmetrieverhältnissen dieses Systems, in welchem die 3 Hauptschnitte der Elasticitätsfläche identisch sind mit den 3 krystallographischen Axenebenen. So ist z. B. beim Olivin die Ebene der optischen Axen die Basis 0P, die ihren spitzen Winkel von 87° 46′ halbirende Bisectrix fällt mit der Brachydiagonale $a$, die stumpfe Bisectrix mit der Makrodiagonale $b$ zusammen, die Verticalaxe $c$ ist optische Normale; speciell ist $\mathfrak{a} = b$, $\mathfrak{b} = c$, $\mathfrak{c} = a$. — Die Dispersion der optischen Axen findet dergestalt statt, dass dieselben für alle Strahlen genau symmetrisch zur Bisectrix liegen; eine Dispersion (veränderliche Lage) der Elasticitätsaxen kann hier nicht eintreten, da dieselben zugleich krystallographische Axen sind.

Im rhombischen System können daher folgende Fälle vorkommen:

Optische Axenebene parallel 0P; alsdann $\left\{\begin{array}{l}\text{entweder } a = \mathfrak{a},\ b = \mathfrak{c} \\ \text{oder } \quad a = \mathfrak{c},\ b = \mathfrak{a}\end{array}\right\} c = \mathfrak{b}$

Optische Axenebene par. $\infty\bar{P}\infty$; alsdann $\left\{\begin{array}{l}\text{entweder } c = \mathfrak{a},\ b = \mathfrak{c} \\ \text{oder } \quad c = \mathfrak{c},\ b = \mathfrak{a}\end{array}\right\} a = \mathfrak{b}$

Optische Axenebene par. $\infty\breve{P}\infty$; alsdann $\left\{\begin{array}{l}\text{entweder } c = \mathfrak{a},\ a = \mathfrak{c} \\ \text{oder } \quad c = \mathfrak{c},\ a = \mathfrak{a}\end{array}\right\} b = \mathfrak{b}.$

Im monoklinen System fällt nur noch die Orthodiagonale (die auch krystallographisch bevorzugte einzige Axe der Symmetrie) mit einer der drei optischen Elasticitätsaxen zusammen, die beiden anderen liegen zwar innerhalb der zur Orthodiagonale senkrecht stehenden Symmetrieebene (dem Klinopinakoid), stehen aber hier zu den krystallographischen Axen nicht mehr in einer gesetzmässigen Beziehung und verändern in dieser Ebene ihre Lage mit der Farbe des Lichtes und der Temperatur (Dispersion der Elasticitätsaxen). Hier ist nur noch ein Hauptschnitt der Wellenfläche mit der einzigen geometrischen Symmetrieebene, nämlich $\infty\breve{P}\infty$ identisch. Die Orthodiagonale ist natürlich Elasticitätsaxe für Licht jeder Wellenlänge und kann als solche keine Dispersion erleiden. Die Ebene der optischen Axen ist hier entweder parallel oder rechtwinkelig zu der Symmetrieebene. Daraus ergeben sich folgende Fälle:

1. Die Ebene der optischen Axen liegt in der Symmetrieebene $\infty\breve{P}\infty$, welche demzufolge auch die spitze und stumpfe Bisectrix, die Axe der kleinsten und grössten Elasticität enthält, während die Orthodiagonale $b$ die Axe der mittleren Elasticität $\mathfrak{b}$ darstellt und optische Normale ist. Die Lage der optischen Axen und deren Bisectricen gegen die krystallographische Verticalaxe und Klinodiagonale ist nicht allgemein gesetzlich, sondern lässt sich jedesmal nur durch das Experiment feststellen (Gyps, Diopsid, Epidot).
2. Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht auf der Symmetrieebene. Dabei geht entweder
   a) die spitze Bisectrix parallel der Orthodiagonale; die stumpfe Bisectrix und die optische Normale fallen in die Symmetrieebene (Borax, Heulandit); oder es steht
   b) die spitze Bisectrix senkrecht auf der Orthodiagonale, während die stumpfe mit der letzteren zusammenfällt (Orthoklas).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Orthodiagonale fungirt also entweder als optische Normale (Fall 1), oder als spitze Bisectrix (Fall 2a), oder als stumpfe Bisectrix (Fall 2b); eine andere Orientirung ist nicht möglich.

Für die triklinen Krystalle, in welchen man auch drei auf einander senkrechte Elasticitätsaxen annimmt, lässt sich im Allgemeinen gar keine bestimmte Relation zwischen der Lage der optischen Axenebene und den krystallographischen Axen aufstellen, weil letztere ja nur ganz willkürlich gewählte Coordinaten sind; deshalb muss in jedem concreten Falle die Auffindung der Axenebene, der optischen Axen und ihrer Mittellinien durch Experimente versucht werden. Die optischen Elasticitätsaxen haben hier sämmtlich für jede Farbe und für jede Temperatur eine etwas andere Lage. Die Elasticitätsellipsoide für Licht von verschiedener Wellenlänge besitzen daher keine Axe mehr gemeinsam.

§ 105. **Polarisation des Lichtes.** Unter der Polarisation des Lichtes versteht man eine eigenthümliche Modification desselben, vermöge welcher seine fernere Reflexions- oder Transmissionsfähigkeit nach gewissen Seiten hin theilweise oder gänzlich aufgehoben wird. In einem planpolarisirten Strahl finden die transversalen Schwingungen sämmtlicher Aethertheilchen nur in paralleler Richtung, demnach nur in einer einzigen (zu einer Fortpflanzungsrichtung senkrechten) Ebene statt, während ein nicht polarisirter gewöhnlicher sich nach allen Seiten rings um seine Gangrichtung gleichartig verhält, also bei ihm die Aethertheilchen in unendlich vielen Richtungen schwingen. Polarisationsebene ist diejenige Ebene, zu welcher die Schwingungen eines polarisirten Strahls senkrecht erfolgen. Man kann das Licht sowohl durch Reflexion als auch durch Transmission polarisiren.

Lässt man z. B. einen Lichtstrahl auf einen an seiner Rückseite geschwärzten Glasspiegel unter dem Einfallswinkel von $54\frac{1}{2}^{\circ}$ auffallen, so zeigt er sich nach der Reflexion mehr oder weniger vollkommen polarisirt. Er hat nämlich seine fernere Reflexionsfähigkeit total verloren, sobald man ihn mit einem zweiten Spiegel (dem Prüfungsspiegel) unter demselben Einfallswinkel dergestalt auffängt, dass die Reflexionsebenen beider Spiegel auf einander rechtwinkelig sind. Dagegen findet noch eine vollständige Reflexion statt, wenn beide Reflexionsebenen einander parallel sind; sowie eine partielle Reflexion, wenn beide Ebenen irgend einen Winkel bilden, der zwischen $0^{\circ}$ und $90^{\circ}$ liegt. — Man nennt die Reflexionsebenen beider Spiegel auch die Polarisationsebenen derselben, und sagt, das Licht, welches vom ersten Spiegel reflectirt wird, sei nach der Richtung der Reflexionsebene desselben polarisirt, oder habe seine Polarisationsrichtung nach dieser Ebene. Demgemäss lässt sich die Thatsache des Fundamentalversuchs auch allgemein so darstellen: wenn ein durch Reflexion polarisirter Lichtstrahl eine zweite polarisirende Spiegelfläche trifft, so wird er im Maximum oder Minimum der Intensität reflectirt, je nachdem die beiden Polarisationsebenen parallel oder rechtwinkelig sind. — Unter dem Polarisationswinkel einer reflectirenden Substanz versteht man denjenigen Einfallswinkel des Lichtes, bei welchem die Polarisation desselben möglichst vollkommen erfolgt; so ist also $54\frac{1}{2}^{\circ}$ der Polarisationswinkel für gewöhnliches Spiegelglas. — *Brewster* fand, dass derjenige Einfallswinkel der Polarisationswinkel ($p$) ist, bei welchem der reflectirte Strahl auf dem gebrochenen senkrecht steht; tang $p$ = dem Brechungsquotienten.

Das Licht kann aber auch durch Transmission oder Brechung polarisirt werden. Lässt man z. B. auf ein System von parallelen Glasplatten einen Lichtstrahl unter $54\frac{1}{2}^{\circ}$ einfallen, so wird sich nicht nur, wie eben gezeigt, der reflectirte Strahl, sondern auch der transmittirte Strahl polarisirt erweisen. Allein die Polarisations-Richtung beider Strahlen ist wesentlich verschieden, indem der reflectirte Strahl nach

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einer Parallelebene, der transmittirte Strahl dagegen nach einer Normalebene der Einfallsebene polarisirt ist; man sagt daher, dass beide Lichtstrahlen auf einander rechtwinkelig polarisirt sind.

Auch eine jede Doppelbrechung des Lichtes ist zugleich mit einer Polarisation desselben verbunden, indem beide Strahlen, sowohl *O* als *E*, jedoch beide auf einander rechtwinkelig, und zwar *O* nach einer Parallelebene, *E* nach einer Normalebene des optischen Hauptschnitts der Eintrittsfläche polarisirt sind. Der ordentliche Strahl schwingt also senkrecht zum Hauptschnitt, der ausserordentliche parallel zu demselben oder in demselben. — Wenn jedoch ein Lichtstrahl den Krystall in der Richtung einer optischen Axe durchläuft, so erfolgt, zugleich mit dem Ausbleiben der Doppelbrechung, auch keine Polarisation des Lichtes und der Strahl verhält sich wie gewöhnliches (nicht polarisirtes) Licht.

Die beiden Strahlen *O* und *E* eines doppeltbrechenden Krystalls verhalten sich also auf ähnliche Weise zu einander, wie der reflectirte und der transmittirte Strahl der Glasplattensäule.

Ein jedes Polarisationsinstrument besteht hauptsächlich aus zwei Theilen, dem Polarisator, welcher dazu dient, gewöhnliches Licht in den polarisirten Zustand zu versetzen, ihm nur eine einzige Schwingungsrichtung zu verleihen, und sodann dem Analysator, vermittels dessen das polarisirte Licht entweder für sich selbst oder nach seinem Durchgang durch das zu untersuchende Mineral bezüglich der mit ihm vorgegangenen Veränderungen geprüft wird. Als Polarisator kann im Allgemeinen ein reflectirender Spiegel, ein das Licht transmittirender Glasplattensatz verwandt werden. Bei den hier in Frage kommenden Instrumenten pflegt man sich aber dazu eines doppeltbrechenden Mediums zu bedienen, welches von dem eintretenden Lichtstrahl in anderer als der Richtung einer optischen Axe durchlaufen wird; jener Strahl liefert dabei durch Doppelbrechung zwei polarisirte Strahlen, von denen der eine entfernt werden muss. Man erreicht dies durch die farblosen und durchsichtigen sog. *Nicol*'schen Prismen (Nicols), von denen eines als Polarisator, ein anderes als Analysator dient. Ein solches Prisma wird aus zwei eigenthümlich geschliffenen, mit Canadabalsam zusammengekitteten Kalkspathstücken hergestellt. Dasselbe hat die Eigenschaft, von den zwei Strahlen, in welche ein auffallender Lichtstrahl gespalten wird, nur einen, und zwar den ausserordentlichen Strahl im vollkommen polarisirten Zustande hindurchzulassen, während der ordentliche Strahl an der Balsamschicht total reflectirt und durch die geschwärzten Seiten des Prismas absorbirt wird. Gehen die optischen Hauptschnitte zweier hintereinander befindlicher Nicols parallel, so ist das Gesichtsfeld hell, denn der aus dem ersten Nicol (dem Polarisator) austretende einzige polarisirte Strahl *E*, welcher parallel der Hauptaxe schwingt, kann in dem zweiten Nicol (dem Analysator) keine Zerlegung erfahren, sondern muss diesen letzteren wieder als ausserordentlicher Strahl mit unveränderter Schwingungsrichtung durchlaufen. Stehen die Hauptschnitte der beiden Nicols aber senkrecht (gekreuzt), so erscheint das Gesichtsfeld dunkel; in diesem Falle gelangt nämlich der aus dem Polarisator kommende ausserordentliche Strahl mit Schwingungen in den Analysator, welche senkrecht zu dessen Hauptschnitt stehen, d. h. er tritt in ihn als ordentlicher Strahl ein, und muss demzufolge seitlich reflectirt und als solcher gänzlich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vernichtet werden. Je kleiner der Winkel der beiden Nicolhauptschnitte ist, desto heller, je mehr er sich 90° nähert, desto dunkler erscheint das Gesichtsfeld. — Neuerlich hat man den polarisirenden Prismen auch wohl eine etwas abweichende Construction gegeben, wodurch aber das Wesentliche ihrer Wirkung nicht verändert wird[1]).

Die hierher gehörigen Untersuchungen werden entweder im parallelen oder im convergenten polarisirten Licht ausgeführt. Das erstere wird erzeugt, indem man mit einem gewöhnlichen Mikroskop eine Polarisationsvorrichtung in der Weise verbindet, dass der polarisirende Nicol in fixer Stellung von unten her in den Objecttisch eingeführt wird, während man den analysirenden Nicol entweder gekreuzt in einen Schlitz des Tubus einführt, oder ihn in einem mit Gradeintheilung versehenen drehbaren Hut auf das Ocular oben aufsetzt. In diesem Falle gelangt das am Spiegel reflectirte Tageslicht durch den Polarisator als schmales und daher fast paralleles Lichtbündel in die Mineralplatte, welche also im parallelen polarisirten Licht untersucht wird.

Um nun anderseits sowohl die Untersuchung im convergenten Licht, im Lichtkegel, vornehmen zu können, als auch ein grösseres Gesichtsfeld zu erhalten, bedient man sich des sog. Nörremberg'schen Polarisationsinstruments, dessen Construction im Wesentlichen auf Folgendes hinausläuft: Am Fuss eines verticalen Stativs befindet sich als Polarisator entweder eine Spiegelcombination, oder ein Glasplattensatz, eine Turmalinplatte oder ein Nicol, wobei die drei letzteren ihr Licht durch einen Erleuchtungsspiegel beziehen. Die parallelen polarisirten Strahlen werden in einem darauf folgenden Linsensatz von kurzer Brennweite stark convergent gemacht und durchsetzen so das unmittelbar darüber befindliche Untersuchungsobject, aus welchem sie divergent austreten. Nun passiren sie ein weiter nach oben angebrachtes zweites Linsensystem, welches sie wieder schwächer convergent macht, und welches mit dem unteren ein möglichst grosses Gesichtsfeld, übrigens keine sehr bedeutende Vergrösserung, gewährt, weshalb das Instrument auch nur mit Unrecht Polarisationsmikroskop hiess. Am obersten Ende des Rohres befindet sich noch eine Loupe (Ocular), durch welche das entstandene reelle Bild als ein virtuelles erblickt wird. Als Analysator, der wie die beiden Linsensätze an dem Stativ verschiebbar ist, dient oben ein drehbarer Nicol, dessen Polarisationsebene alle Stellungen zu derjenigen des Polarisators annehmen kann. — Ueber

1) Platten des hexagonalen Turmalins, welche der Hauptaxe parallel geschliffen sind, erlangen bei einem gewissen Grade der Verdickung ebenfalls die Eigenschaft, dass von den beiden in ihnen durch Doppelbrechung entstandenen Strahlen nur der Strahl *E*, welcher nach 0R polarisirt ist, durchgelassen wird, indem *O* innerhalb des Minerals zur Absorption gelangt. Der Turmalin lässt also nur solche Schwingungen im Maximum durch, welche parallel seiner Hauptaxe gerichtet sind. Stehen die Hauptaxen zweier, hinter einander in einer Zange befindlicher Turmalinplatten parallel, so geht der Lichtstrahl durch beide wie durch eine einzige dickere Platte ungestört hindurch; werden aber die Hauptaxen senkrecht gekreuzt, so tritt der aus der einen kommende einzige Strahl *E* in die zweite als *O* ein und muss innerhalb der letzteren absorbirt werden. Senkrecht gekreuzte Turmalinplatten wirken daher wie ebenso gestellte Nicol'sche Prismen und erscheinen beim Durchblicken dunkel. Eine solche Turmalinzange hat den Nachtheil, dass sie nur gefärbtes Licht liefert.

Um zu erkennen, ob ein Strahl polarisirt ist, genügt es daher, ihn senkrecht auf ein Nicol'sches Prisma oder auf eine Turmalinplatte fallen zu lassen und die letzteren beiden Objecte um die Richtung des Strahles zu drehen; geht bei einer gewissen Stellung derselben das Licht nicht mehr hindurch, so ist dasselbe polarisirt (und führt seine Schwingungen senkrecht zur kurzen Diagonale des Nicols und zur Hauptaxe des Turmalins aus).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Einrichtung eines wirklichen Mikroskops als Instrument zur Untersuchung im convergenten polarisirten Licht vgl. S. 229. — Nach dem zweckmässigen Vorschlag von *Tschermak* wird das mit Nicols versehene Mikroskop, in welchem die Untersuchung im parallelen polarisirten Licht vorgenommen wird, Orthoskop, das die Untersuchung im convergenten Licht bedingende Instrument Konoskop genannt.

§ 106. **Untersuchungen im parallelen polarisirten Licht.** Dieselben bezwecken: 1) einfachbrechende und doppeltbrechende Blättchen zu unterscheiden; 2) in den letzteren die Lage der Elasticitätsaxen gegen die krystallographischen Axen zu bestimmen und somit das Krystallsystem abzuleiten; 3) den relativen Werth der Elasticitätsaxen, den sog. optischen Charakter zu bestimmen.

Unterschied von einfach- und doppeltbrechenden dünnen Mineralblättchen im weissen parallelen polarisirten Licht. Aufsuchung der Lage der Elasticitätsaxen. Zu diesen Untersuchungen dient, wie erwähnt, das gewöhnliche mit Nicols versehene Mikroskop, an welchem sich ein graduirter, mit Nonius versehener, horizontal drehbarer Tisch befindet, um dem Object eine verschiedene Lage gegen die Polarisationsebene ertheilen zu können. Wird nun ein dünnes planparalleles Blättchen eines einfach-brechenden Minerals (regulären Krystalls oder amorphen Körpers) auf den Objecttisch zwischen beide Nicols gebracht, deren Hauptschnitte oder Polarisationsebenen gekreuzt sind, so wird das Object völlig dunkel erscheinen wie in diesem Falle das Gesichtsfeld selbst, da der mit der Schwingungsrichtung des unteren Polarisators eintretende Strahl seinen Weg durch die isotrope Substanz mit gleicher Schwingungsrichtung fortsetzt und daher von dem gekreuzt stehenden Analysator ausgelöscht werden muss. Da die Aetherelasticität in dem Blättchen nach allen Directionen hin gleich ist, so wird auch dadurch, dass man dasselbe um seine eigene Axe dreht, oder dadurch, dass man eine von dem Mineral in anderer Richtung gewonnene Lamelle unterschiebt, keinerlei Veränderung eintreten. Wenn umgekehrt durch die parallele Stellung beider Nicolhauptschnitte das Gesichtsfeld hell erscheint, so wird das zwischengeschobene Blättchen keine andere Farbe aufweisen, als es auch im gewöhnlichen Licht besass.

Genau so wie einfachbrechende Lamellen verhalten sich zwischen gekreuzten (und parallelen) Nicols diejenigen von doppeltbrechenden einaxigen Substanzen, welche senkrecht zu der optischen Axe geschnitten sind. Für Strahlen, welche parallel der einzigen Hauptaxe den Krystall durchlaufen, erfolgt weder eine Doppelbrechung noch eine Polarisation, sondern sie gehen in dieser Richtung genau mit demselben Verhalten hindurch, wie durch ein überhaupt isotropes Medium. So erscheinen solche basischen Platten tetragonaler und hexagonaler Substanzen bei gekreuzten Nicols dunkel und bleiben dunkel bei einer vollen Horizontaldrehung um die eigene Axe. Die Frage, ob ein solcher einfachbrechender Schnitt ein basischer eines einaxigen Minerals ist, oder einem isotropen angehört, kann, wenn nur er allein vorliegt, erst im convergenten polarisirten Licht entschieden werden.

Da im tetragonalen und hexagonalen System die Basis die einzige Form ist, welche nur aus einem parallelen Flächenpaar besteht, welcher also auch eine einzelne Spaltungsfläche allein entsprechen kann, so muss jede von einem optisch-einaxigen

Krystall durch Spaltung erhaltene Lamelle ihre optische Axe senkrecht stehen haben und sich daher wie angegeben zwischen gekreuzten Nicols verhalten.

Dünne Schnitte senkrecht gegen eine optische Axe eines zweiaxigen Minerals erscheinen zwischen gekreuzten Nicols im Instrument für paralleles Licht bei totaler Horizontaldrehung aber nicht stets gleich dunkel, sondern im Gegentheil stets gleich hell, ohne dass Interferenzfarben auftreten; dieses Verhalten ist jedoch nur scheinbar abnorm, denn es folgt nothwendig aus der Thatsache, dass die optischen Axen zweiaxiger Körper Axen innerer konischer Refraction sind. Die Intensität des Lichtes ist abhängig von der Dicke des Schliffes und der Stärke der Doppelbrechung; dicke Platten sind zwischen gekreuzten Nicols ebenso hell, wie zwischen parallelen[1]).

Wenn dagegen das Blättchen nicht senkrecht zu einer optischen Axe geschnitten und doppeltbrechend ist, so zeigt es, mit Ausnahme gewisser besonderer, gleich zu erwähnender Stellungen sowohl zwischen gekreuzten als zwischen parallelen Nicols Farbenerscheinungen, chromatische Polarisation[2]). Sofern nämlich die Schwingungsebene des polarisirten Lichtstrahls mit dem optischen Hauptschnitt des doppeltbrechenden eingeschobenen Mediums irgend einen anderen Winkel bildet als 0° oder 90°, so erfolgt (in derselben Weise wie beim gewöhnlichen Licht) eine Zerlegung in zwei zu einander senkrechte Strahlen, welche, nach Reduction ihrer Schwingungen auf dieselbe Ebene, zur Interferenz gelangen. Die Farben, welche ein solches Object bei gekreuzten Nicols trägt, sind die complementären von denjenigen, die es bei parallelen aufweist (Roth im Gegensatz zu Grün, Blau zu Gelb u. s. w.).

Die Farbe, welche ein doppeltbrechendes, nicht senkrecht auf eine optische Axe geschnittenes Blättchen im weissen parallelen polarisirten Licht zwischen gekreuzten Nicols zeigt, ist abhängig von der Dicke des Blättchens, von der Lage desselben im Krystall und von der relativen Grösse der Elasticitätsaxen, resp. der Brechungsquotienten der Substanz. Ein Gypsblättchen von 0,13 mm Dicke erscheint purpurn, von 0,14 mm blau, von 0,16 mm grün, von 0,18 mm roth. Eine und dieselbe Substanz zeigt bei gleicher Dicke um so höhere Interferenzfarbe, je grösser die Differenz der zwei in dem Blättchen liegenden Elasticitätsaxen ist, denen die Schwingungen der Strahlen parallel gehen. Unter gleich dicken Schnitten eines optisch einaxigen Minerals muss daher derjenige die höchste Interferenzfarbe geben, welcher parallel der optischen Axe gerichtet ist; je mehr die Schnittrichtung sich der Basis nähert, desto mehr müssen die Interferenzfarben sinken. Bei einem zweiaxigen Mineral muss unter gleich dicken Schnitten derjenige die höchste Interferenzfarbe liefern, welcher senkrecht zur Axe der mittleren Elasticität steht, d. h. parallel der optischen Axenebene geht, weil in diesem Schnitt dann die Axen gerade der grössten und kleinsten Elasticität gelegen sind, und sich in ihm die grösste Differenz $(\gamma - \alpha)$ geltend macht.

Von zwei Substanzen mit verschiedenem Maass der Doppelbrechung, welche in gleich dicken Blättchen vorliegen, gibt diejenige mit schwächerer Doppelbrechung Farben, welche dem Anfang der Newton'schen Farbenscala näher stehen, als es bei der stärker doppeltbrechenden der Fall ist.

Wenn eine durch Spaltung erhaltene Lamelle einem rhombisch oder klinoëdrisch krystallisirten Mineral angehört, so entspricht ihre Spaltungsfläche in der Regel entweder der Basis oder einem der beiden verticalen Pinakoide; keine der beiden optischen Axen wird aber alsdann auf der Lamelle rechtwinkelig sein und die letztere muss daher in den meisten Stellungen zwischen den Nicols Farben aufweisen. Unter

1) Hierauf wurde zuerst von *Kalkowsky* hingewiesen, Z. f. Kryst. IX. 1885. 486.

2) Zur specielleren Erläuterung der Ursache dieser und folgender Erscheinungen wird auf die ausführlichen Lehrbücher der Physik oder physikalischen Krystallographie verwiesen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Erwägung des oben Angeführten kann man daher sehr leicht erkennen, ob man es mit einer optisch-einaxigen oder optisch-zweiaxigen Lamelle zu thun hat, woraus sich dann rückwärts ein Schluss auf den allgemeinen Charakter des Krystallsystems ziehen lässt.

Ist das doppeltbrechende Blättchen nicht gleichmässig dick, sondern keilförmig, so erscheint nicht eine einzige Farbe, sondern es folgen, der Dicke entsprechend, mehre Farben in Uebergängen aufeinander. Bei allzugrosser Dünne der doppeltbrechenden Lamelle sind die Interferenzfarben mitunter nicht lebhaft genug, um erkannt zu werden. Wenn man alsdann ein dünnes Glimmer- oder Gypsblättchen, welches für sich im polarisirten Licht gleichmässig und charakteristisch (z. B. mit dem empfindlichen Roth der ersten Ordnung) gefärbt erscheint, darüber deckt, so wird an den Stellen, wo die Lamelle darunter liegt, eine Veränderung dieser Farbe ersichtlich und damit die Doppelbrechung der Substanz selbst erwiesen sein. Eine isotrope Lamelle kann die Interferenzfarbe des Glimmerblättchens nicht ändern. Zu demselben Zweck schiebt man eine 3,75 mm dicke planparallele und senkrecht auf die optische Axe geschliffene Quarzplatte in einen über der Objectivlinse angebrachten Schlitz des Tubus und erzeugt durch Drehung des oberen Nicols das empfindliche Hellbläulichviolett oder Purpurviolett (die sog. Teinte de passage oder Teinte sensible im Anfang der dritten Ordnung) des circularpolarisirenden Quarzes; selbst ein sehr schwach doppeltbrechendes Object verändert diese charakteristische Farbe.

Speciell wird ein doppeltbrechendes, nicht senkrecht auf die optische Axe geschnittenes Blättchen in allen den überwiegenden Fällen bei gekreuzten Nicols Farben zeigen, wenn es eine solche Lage hat, dass die Elasticitätsaxen in seiner Fläche irgend einen schiefen Winkel mit dem optischen Hauptschnitt des Polarisators bilden. Die Intensität dieser Farbe ist weiterhin abhängig von der Neigung des optischen Hauptschnitts im Blättchen gegen die Hauptschnitte des Polarisators und Analysators, welche ihrerseits durch das Ocularfadenkreuz angezeigt zu werden pflegen. Dreht man das Blättchen horizontal um seine Axe, so bleibt die Art der Farbe gleich, aber die Intensität derselben wechselt und ist dann am grössten, wenn die Elasticitätsaxen des Blättchens mit den optischen Hauptschnitten der Nicols einen Winkel von 45° bilden; dies tritt bei einer vollen Horizontaldrehung des Blättchens viermal ein.

Fällt dagegen irgend eine Elasticitätsaxe mit dem optischen Hauptschnitt des polarisirenden Nicols zusammen, so erreicht die Intensität des Interferenzstrahls ihr Minimum, es werden dann selbst solche doppeltbrechende Blättchen keine besonderen Interferenzfarben aufweisen, sondern (bei parallelen Nicols nur hell oder eigenfarbig) bei gekreuzten Nicols nur dunkel erscheinen; denn — im Gegensatz zu dem Verhalten eines gewöhnlichen Strahls, welcher ein doppeltbrechendes Medium in einer anderen Richtung als der einer optischen Axe durchläuft — kann ein schon polarisirter Strahl in dem Blättchen dann keine weitere Zerlegung in zwei Strahlen erleiden und wird dasselbe unverändert (blos mit abweichender Fortpflanzungsgeschwindigkeit) passiren, sobald seine Schwingungsebene (also der optische Hauptschnitt des Polarisators) parallel der Richtung der grössten oder kleinsten Elasticität der Fläche des Blättchens liegt, welche ja die Schwingungsrichtungen für die dasselbe durchlaufenden Strahlen sind; die durch das Blättchen ungestört durchgegangene Schwingung gelangt alsdann in den Analysator, in welchem sie vermöge der Kreuzstellung desselben ausgelöscht wird. Dreht man nun das doppeltbrechende Blättchen aus der Dunkelstellung heraus, so erfolgt eine mit der

Drehung wachsende Aufhellung und Intensität der chromatischen Polarisation, bis der Drehungswinkel 45° beträgt. Bei weiterer Drehung verschwächt sich aber die Aufhellung und Farbe wieder und wird dann = 0 (d. h. es tritt wieder Dunkelheit ein), wenn der Drehungswinkel 90° misst; letzteres tritt also bei einer vollen Horizontaldrehung ebenfalls viermal ein.

Durch diese so zwischen gekreuzten Nicols vorgenommene Einstellung des Blättchens auf Dunkel, durch die Aufsuchung der sog. Auslöschungsrichtung ist es daher möglich, in optisch-einaxigen Blättchen dieser Art die Richtung der Hauptaxe, in optisch-zweiaxigen die Richtung zweier Elasticitätsaxen zu finden. So kann also auch dadurch die Frage entschieden werden, ob die durch die optische Reaction der Auslöschung ihrer Richtung nach erkennbaren optischen Elasticitätsaxen sämmtlich oder nur theilweise oder gar nicht mit den durch Contourenverlauf, Spaltbarkeit u. s. w. der Blättchen ihrer Lage nach angezeigten krystallographischen Axen zusammenfallen. Aus diesem Ergebniss lässt sich aber in vielen Fällen ein directer Schluss auf das Krystallsystem ziehen. Die Auslöschung heisst eine gerade, wenn sie parallel einer krystallographischen Axe erfolgt, anderenfalls ist sie eine schiefe. — Im Folgenden sind noch einige andere Methoden zur Ermittelung der Lage der Elasticitätsaxen angeführt.

Wenn man auf das Ocular eines Mikroskops eine senkrecht auf die optische Axe geschnittene Kalkspathplatte legt und den Analysator, in Kreuzstellung mit dem Polarisator darüber stülpt, so erscheint in dem Gesichtsfelde die (erst im Folgenden zu erläuternde) charakteristische Interferenzfigur der Kalkspathplatte, ein System buntfarbiger concentrisch-kreisförmiger Ringe, durchzogen von einem schwarzen schattigen Kreuz, dessen Arme mit dem Fadenkreuz im Ocular zusammenfallen. Diese Calcitplatte heisst deshalb auch die stauroskopische. Wird nun ein zu untersuchendes Mineralblättchen auf den Objecttisch gelegt, so tritt jene Interferenzfigur nur dann völlig ungestört und ganz symmetrisch hervor, sofern entweder in dem Object überhaupt keine Doppelbrechung erfolgt, oder sofern das doppeltbrechende Object eine solche Lage hat, dass seine beiden Elasticitätsaxen mit den Hauptschnitten der gekreuzten Nicols (also mit dem Fadenkreuz im Ocular) zusammenfallen. Bei allen anderen Lagen des Untersuchungsobjects stellt sich eine auffallende Störung der Calcit-Interferenzfigur ein. Es kommt also hier, zur Ermittelung der Lage der Elasticitätsaxen in dem Blättchen, darauf an, den Moment zu erfassen, in welchem bei der Drehung desselben die buntfarbige Interferenzfigur in ihrer normalen Symmetrie correct erscheint, und dies gelingt dem Auge meistentheils schon viel besser, als die Aufsuchung des Dunkelheits-Maximums. — Liegt eine zu untersuchende Krystallplatte so auf dem Objecttisch, dass eine Kante derselben parallel geht dem Hauptschnitt eines der Nicols, und ist in diesem Falle die Calcit-Interferenzfigur gestört, so zeigt der Winkel, um welchen bis zur Wiederherstellung der letzteren das Object gedreht werden muss, an, wie gross die Neigung ist zwischen einer Elasticitätsaxe im Krystall und der betreffenden Kante. Das Princip dieser stauroskopischen Untersuchung wurde schon 1855 durch *v. Kobell* angegeben.

*Brezina* ersetzte die stauroskopische, senkrecht auf die Axe geschliffene einfache Kalkspathplatte durch zwei nahezu senkrecht auf die Axe, d. h. ein wenig schief gegen die Basis geschliffene Kalkspathlamellen, welche so übereinandergelegt werden, dass die optischen Axen von beiden zwar in einer Ebene liegen, aber nach entgegengesetzter Seite geneigt sind; die Interferenzfigur dieser Combination ist überaus empfindlich, indem eine sehr geringe Divergenz zwischen der Elasticitätsaxe des Objects und dem optischen Hauptschnitt des Analysators eine bedeutende Verschiebung des Mittelbalkens hervorbringt. — Ein anderer Ersatz für die gewöhnliche stauroskopische

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Calcitplatte ist die *Calderon*'sche Doppelplatte. Dieselbe besteht aus zwei Theilen von Kalkspathrhomboëdern, welche zu einem künstlichen Zwilling aneinandergekittet und zu einer planparallelen Platte geschliffen sind, die mit einem Ocular verbunden zu sein pflegt. Liegt die Trennungsnaht der beiden Individuen parallel dem Hauptschnitt des einen der gekreuzten Nicols, so bleiben beide Hälften in allen den Fällen, wenn sonst die Calcit-Interferenzfigur durch ein zwischengeschobenes Object ungestört hervortreten würde, gleichmässig dunkelgrau, so dass die Trennungslinie überhaupt nicht sichtbar ist. Bei allen übrigen Stellungen des Objects tritt unverzüglich eine — der Störung der Interferenzfigur entsprechende — Aenderung in der Beschattung der beiden Plattenhälften hervor, die eine wird dunkel, die andere hell, oder beide erscheinen gleich hell. — Zum Ersatz von *Calderon's* Doppelplatte proponirte *Traube* zwei streifenförmige Viertelundulationsglimmerlamellen in der Weise nebeneinander zu legen, dass die optischen Axenebenen in beiden einen Winkel von 7° bilden.

Anstatt das Maximum der Dunkelheit oder die normale Calcit-Interferenzfigur u. s. w. zum Anhalt zu nehmen, kann man zur genaueren Bestimmung der Schwingungsrichtung auch auf eine bestimmte Farbe einstellen. Die letztere wird z. B. hervorgebracht, indem man in einen Schlitz des Tubus oberhalb des Objectivs eine parallel zur Hauptaxe geschliffene Quarzplatte von solcher Dicke und in einer 45°-Stellung ihrer Hauptaxe gegen die gekreuzten Nicols einschiebt, dass das Gesichtsfeld des Mikroskops gleichmässig mit dem charakteristischen hellbläulichen Violett oder Purpurviolett versehen erscheint. Diese Farbe bleibt nur unverändert, wenn auf dem Objecttisch in einen Theil des Gesichtsfeldes entweder ein isotroper Schnitt eingeführt wird, oder ein doppeltbrechender, welcher so gerichtet ist, dass seine Elasticitätsaxen mit den Nicolhauptschnitten zusammenfallen. In jeder anderen Stellung wird das doppeltbrechende Blättchen durch den Quarz eine von jenem Violett abweichende Farbe erhalten. Dreht man bis Blättchen und Gesichtsfeld gleichmässig gefärbt sind, so ist in diesem Moment jene Uebereinstimmung in der Richtung vorhanden. — Zu demselben Zweck kann auch irgend eine andere Platte eines doppeltbrechenden Minerals verwandt werden, dessen Interferenzfarbe empfindlich und leicht veränderlich ist, z. B. ein Glimmerblättchen oder Gypsblättchen, welches das Roth erster Ordnung zeigt. — An sich farblose Mineralien taugen natürlich für diese Prüfungen am besten.

Noch ein anderes Mittel, die Lage der Elasticitätsaxen in einem doppeltbrechenden Blättchen möglichst scharf zu bestimmen, ist die sog. *Bertrand*'sche Doppelquarzplatte. Dieselbe besteht aus zwei rechts- und zwei linksdrehenden Platten von senkrecht zur Axe geschnittenem Quarz (alle 4 gleich dick, etwa 2,5 mm), welche, je einen Quadranten darstellend, so zusammengekittet sind, dass die beiden rechten über Kreuz und die beiden linken über Kreuz liegen, also stets eine rechte Platte sich mit zwei linken berührt. Wird dann diese Combination so in das Ocular zwischen die erste und zweite Linse eingefügt, dass die als rechtwinkelig sich schneidende Linien erscheinenden Berührungsflächen der vier Stücke dem Fadenkreuz, d. h. den gekreuzten Nicolhauptschnitten genau parallel gehen, so sind die 4 Quadranten durchaus gleich gefärbt, bei der angegebenen Dicke ganz schwach bläulich. Die gleiche Färbung bleibt nach der Einschaltung eines doppeltbrechenden Mineralblättchens auf dem Objecttisch nur dann bestehen, wenn die in demselben liegenden Elasticitätsaxen genau parallel sind den Nicolhauptschnitten, also den Trennungslinien der Quadranten. Die kleinste Abweichung von dieser Richtung macht sich sofort in äusserst empfindlicher Weise dadurch kund, dass zwar die gegenüberliegenden gleichen Quadranten der Platte noch gleich, die anliegenden (rechten und linken) aber verschieden gefärbt sind. — Ueber eine andere empfindliche Quarzdoppelplatte vgl. *Stöber*, Z. f. Krystall. XXIX. 1898. 22.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass als optische Wirkungen eines Objects zwischen gekreuzten Nicols einander entsprechen: Einerseits Dunkelheit des Objects ohne weiteren Apparat, ungestörtes Hervortreten der Calcit-Interferenzfigur

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bei der stauroskopischen Platte, normales Auftreten der Interferenzfigur bei der Platte von *Brezina*, gleichmässige Dunkelheit der Platte von *Calderon*, Unveränderbleiben der Polarisationsfarbe einer Quarzplatte, übereinstimmende Färbung der vier Felder einer *Bertrand*'schen Doppelquarzplatte. Alle diese Erscheinungen treten hervor bei Schnitten, in denen überhaupt keine Doppelbrechung erfolgt, sowie bei solchen doppeltbrechenden, welche so gerichtet sind, dass je eine ihrer Elasticitätsaxen mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfällt. Anderseits sind unter einander gleichbedeutend: Chromatische Polarisation des Objects ohne weiteren Apparat, Störung der Calcit-Interferenzfigur, Verschiebung des Mittelbalkens in der Platte von *Brezina*, Aenderung in der Beschattung der Hälften in der Platte von *Calderon*, Aenderung der Polarisationsfarbe einer Quarzplatte, abweichende Färbung zweier anliegender Felder bei einer *Bertrand*'schen Doppelquarzplatte. Diese Erscheinungen verweisen allemal darauf, dass das untersuchte Object überhaupt doppeltbrechend und ferner derartig gelegen ist, dass keine seiner Elasticitätsaxen mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfällt.

Bestimmung des optischen Charakters im parallelen polarisirten Licht. Nachdem in einem doppeltbrechenden Blättchen durch die angegebenen Methoden die Lage der beiden optischen Elasticitätsaxen mit Bezug auf die krystallographischen Axen überhaupt festgestellt ist, kann es sich weiter um den sog. optischen Charakter desselben, d. h. um die Frage handeln, welche davon die Axe der grösseren und welche die der kleineren Elasticität ist. Dies wird ermittelt durch Vergleichung mit einem anderen Mineralblättchen, in welchem der relative Werth dieser beiden Richtungen, der optische Charakter, bekannt ist.

Man kann sich dazu z. B. einer parallel zur Hauptaxe geschnittenen Quarzplatte bedienen, welche bei gekreuzten Nicols in den Schlitz des Tubus so eingeschoben wird, dass ihre Hauptaxe mit den Nicolhauptschnitten 45° bildet und so dick ist, dass sie dann für sich das empfindliche Purpurviolett zeigt. In dem Quarz mit optisch positivem Charakter liegt die Axe der kleinsten Elasticität c parallel der in bekannter Richtung verlaufenden Hauptaxe. Nun wird auf dem drehbaren Objecttisch das zu untersuchende Blättchen in eine solche Stellung gebracht, dass seine Elasticitätsaxen ebenfalls 45° mit den gekreuzten Nicols bilden, wobei dann natürlich in beiden Medien die Elasticitätsaxen überhaupt sich decken oder im Allgemeinen parallel gehen. Sind es nun gleichwerthige Axen, welche zusammenfallen, so muss das Mineralblättchen (in Folge der Vergrösserung des Gangunterschiedes der Strahlen) wie eine Verdickung der Quarzplatte wirken, und die Interferenzfarbe der letzteren muss daher steigen, durch Violett nach Blau und Grün der II. Ordnung. Decken sich aber ungleichwerthige Elasticitätsaxen, so wirkt das Blättchen wie eine Verdünnung der Quarzplatte und ihre Interferenzfarbe muss durch Roth und Orange nach Gelb der I. Ordnung fallen.

Statt der Quarzplatte kann man auch in derselben Weise ein dünnes Glimmerblättchen einschieben, welches zweckmässig als ein oblonges Rechteck geschnitten ist, dessen Längsseite parallel geht der optischen Axenebene des Glimmers; letztere ist bei dem Glimmer die Axe der kleinsten Elasticität c, und wird zu den gekreuzten Nicols in die 45°-Stellung gebracht. Nun wird das Untersuchungsobject wieder so eingefügt, dass seine Elasticitätsaxen mit denen des Glimmers parallel gehen und wenn dann die Axe der kleinsten Elasticität mit jener bekannten kleinsten des Glimmers sich deckt, so muss die Interferenzfarbe des letzteren steigen; zeigt der Glimmer in der Diagonalstellung das Roth der I. Ordnung, so muss in diesem Falle sich dasselbe durch Violett in Blau der II. Ordnung verwandeln. Fällt umgekehrt die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Interferenzfarbe des Glimmers, von Roth durch Orange in Hellgelb der I. Ordnung, so beweist dies wieder, dass die grösste Elasticitätsaxe des Untersuchungsobjects parallel geht mit der kleinsten (der längeren Kante) des Glimmerblättchens.

Endlich kann man sich auch für solche Feststellungen bei stark doppeltbrechenden Medien eines Quarzkeils bedienen, an welchem eine Fläche genau parallel der Hauptaxe geschliffen ist, während die andere damit einen sehr kleinen Winkel bildet und die Schneide des sich verjüngenden Keils rechtwinkelig auf der Hauptaxe des Quarzes liegt. Die der Hauptaxe parallele lange Kante des Keils ist die Axe der kleinsten Elasticität c. Um die dünnste Schneide weniger zerbrechlich zu machen, ist der Keil auf eine Glasplatte aufgekittet. Dieser Quarzkeil wird, am besten zwischen Ocular und Analysator, bei gekreuzten Nicols eingeschoben und zwar so, dass seine Hauptaxe (lange Kante) 45° gegen die Nicolhauptschnitte steht. Wenn man nun den Quarzkeil in der Richtung von der Schneide nach dem Rücken zu vorwärts bewegt, so erblickt man in Folge der steigenden Dicke die ganze Reihe der Newton'schen Farben streifenartig nebeneinander, von dem Eisengrau und Lavendelgrau der ersten Ordnung bis in die zweite oder dritte Ordnung hinein. Das zu untersuchende Blättchen auf dem Objecttisch wird theilweise auch ins Gesichtsfeld gebracht und zwar wiederum in solcher Lage, dass seine Elasticitätsaxen 45° gegen die Nicolhauptschnitte geneigt sind. Dadurch muss die Farbe des Quarzkeils an der Stelle, wo das Blättchen darunter liegt, geändert werden und zwar tritt dann, wenn die Axe der kleinsten Elasticität des Blättchens parallel der Kante des Quarzkeils verläuft, dort eine Farbe höherer Ordnung auf, welche in dem Quarzkeil selbst erst an einer dickeren Stelle vorhanden ist. Sofern dagegen die durch das Blättchen hervorgebrachte örtliche Farbenänderung des Quarzkeils umgekehrt einer Farbe niederer Ordnung entspricht, wie sie bei dem Quarzkeil an einer dünneren Stelle erscheint, alsdann ist es in dem Blättchen die Axe der grössten Elasticität, welche der Keilkante parallel geht.

Bei einigen einaxigen Mineralien (z. B. Melilith) hat man sowohl ganz schwach positiv als ganz schwach negativ sich verhaltende Varietäten beobachtet, auch Zwischenglieder, welche überhaupt keine Doppelbrechung zeigen.

Bei der Bestimmung der Brechungsquotienten nach der Methode von *Chaulnes* (S. 209) gibt bei einaxigen Krystallen eine senkrecht auf die Hauptaxe geschnittene Platte darnach nur den Brechungsquotienten $\omega$ für den ordentlichen Strahl. An einer parallel mit der Hauptaxe geschnittenen Mineralplatte kann man aber die Brechungsquotienten für beide Strahlen, sowohl $\omega$ als $\varepsilon$ bestimmen, und zwar werden diese unterschieden durch den unterhalb des Objecttisches angebrachten polarisirenden Nicol (unter Weglassung des Analysators). Steht die in der Mineralplatte liegende Hauptaxe senkrecht auf der Schwingungsrichtung dieses Nicols, so ist der gefundene Brechungsquotient wiederum $\omega$, er muss also mit dem in einer basischen Platte ermittelten übereinstimmen. Wird darauf das Blättchen in seiner Horizontalebene um 90° gedreht, so dass seine Hauptaxe jetzt parallel mit dem Nicolhauptschnitt geht, so wird der Brechungsquotient $\varepsilon$ für den anderen Strahl erhalten. — Bei zweiaxigen rhombischen Krystallen sind zur Bestimmung der drei Brechungsquotienten nach der *Chaulnes*'schen Methode mindestens zwei planparallele Platten erforderlich, von denen jede, einem Pinakoid entsprechend, senkrecht auf einer optischen Elasticitätsaxe steht; dieselben werden wiederum nach Einfügung blos des polarisirenden Nicols untersucht. Jede derselben liefert, wenn eine darin liegende Elasticitätsaxe einmal dem Nicolhauptschnitt parallel geht, das anderemal darauf senkrecht steht, zwei Hauptbrechungsquotienten. Diese reduciren sich insgesammt auf drei, da einer derselben auf zwei Platten übereinstimmend gefunden wird: die eine Platte liefert z. B. $\alpha$ und $\beta$, die andere $\alpha$ und $\gamma$ oder $\beta$ und $\gamma$.

Der mittlere durchschnittliche Brechungsquotient ist bei den einaxigen Mineralien $= \frac{\varepsilon + 2\omega}{3}$, bei den zweiaxigen $= \frac{\alpha + \beta + \gamma}{3}$ oder $\beta$, wenn nur dieses bestimmt war.

Je höher die Brechungsquotienten sind, desto stärker reliefartig und mit desto dunklerer Umrandung treten in den Dünnschliffen die Mineralien im gewöhnlichen Licht hervor, desto mehr runzelig sieht ihre Oberfläche aus. Das Maass dieser Erscheinungen lässt also schon ungefähr auf die Höhe oder Niedrigkeit der Brechungsquotienten schliessen. Derjenige des Canadabalsams ist = 1,549.

Bei doppeltbrechenden Mineralien ist aber nicht nur die relative Höhe der Brechungsquotienten selbst, sondern auch ihr gegenseitiger Unterschied, d. h. das Maass oder die Stärke der Doppelbrechung, die Differenz zwischen $\omega$ und $\varepsilon$, sowie zwischen $\gamma$ und $\alpha$ sehr charakteristisch und für die Diagnose geeignet, indem damit die Intensität der Interferenzfarben zusammenhängt (vgl. S. 220). Aus der Höhe oder Niedrigkeit der letzteren innerhalb der Newton'schen Farbenscala kann man bei bekannter Dicke auf die Stärke oder Schwäche der Doppelbrechung schliessen und umgekehrt[1]).

Damit das Roth der ersten Ordnung entsteht, muss ein Blättchen von Chlorit ($\gamma - \alpha = 0{,}001$) die relativ sehr beträchtliche Dicke von 0,551 mm besitzen, während dasselbe Roth sich beim Andalusit ($\gamma - \alpha = 0{,}011$) schon bei einer Dicke von 0,05 mm, beim Muscovit ($\gamma - \alpha = 0{,}042$) selbst bei 0,013 mm, beim Rutil ($\omega - \varepsilon = 0{,}287$) bereits gar bei einem Blättchen von nur 0,00192 mm Dicke zeigen würde.

Mineralien (z. B. Zoisit, Melilith, Vesuvian), welche nur eine ausserordentlich schwache Doppelbrechung besitzen (und vielleicht für eine Farbe +, für eine andere — sind), zeigen zwischen gekreuzten Nicols nicht das Eisengrau im Anfang der I. Ordnung, sondern ein ganz eigenthümliches intensives Stahlgrau oder selbst Berlinerblau, welches von jedem anderen Blau der Farbenscala verschieden ist (sog. Ultra-Blau).

§ 107. **Untersuchungen im convergenten polarisirten Licht.** Diese Untersuchungen dienen allgemein dazu: 1) die einaxigen von den zweiaxigen Krystallen zu unterscheiden; 2) wiederum den relativen Werth der Elasticitätsaxen, den sog. optischen Charakter festzustellen; 3) die Dispersionen zu bestimmen; 4) den Winkel der optischen Axen zu messen; 5) kann dadurch auch für ein einfachbrechendes Blättchen ermittelt werden, ob es von einem überhaupt isotropen oder von einem einaxigen Mineral herstammt.

Interferenzbilder im convergenten polarisirten Licht. Etwas dickere planparallele Platten von doppeltbrechenden Krystallen, welche bei den optisch-einaxigen senkrecht auf die Hauptaxe, bei den zweiaxigen senkrecht auf eine der optischen Axen oder auf die Bisectrix geschnitten sind, offenbaren, namentlich wenn die Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator gekreuzt sind, im Nörremberg'schen oder einem anderen für solchen Zweck eingerichteten Polarisationsinstrument im convergenten Licht sehr schöne bunte Farbenringe, was darin begründet ist, dass die aus der Platte austretenden Lichtstrahlen, im oberen Nicol

1) *Michel Lévy*, welchem man eine grosse Menge von Bestimmungen auf diesem Gebiet und den Nachweis ihrer Bedeutsamkeit verdankt, hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, wie dadurch in manchen Fällen zwei Mineralien, deren sonstige optische Eigenschaften ähnlich sind, unterschieden werden können. So haben der Enstatit und der Hypersthen eine zweimal geringere Doppelbrechung als die monoklinen Glieder der Pyroxengruppe; ebenso unterscheiden sich der Zoisit vom Epidot, der Korund vom Turmalin u. s. w. — Eine bewundernswerth hergestellte polychromatische Tafel, auf welcher man aus der bekannten Dicke eines Minerals und der Höhe der Newton'schen Farben für dasselbe direct das Maass der Doppelbrechung und umgekehrt ablesen kann, enthält das Werk »Les minéraux des roches«, Paris 1888 von *Michel Lévy* und *Lacroix*.

auf eine Schwingungsebene reducirt, gegenseitig zur Interferenz gelangen. Die Art der an jedem Punkt sichtbaren Farbe hängt wesentlich von der Wegdifferenz der interferirenden Strahlen, somit von der Dicke der Lamelle und von der Richtung ab, in welcher die Strahlen hindurchgehen.

Bringt man nämlich, bei gekreuzten Polarisationsebenen, eine optisch-einaxige und normal auf die Hauptaxe gespaltene oder geschnittene Platte von geeigneter Dicke in den Polarisationsapparat, so sieht man im convergenten weissen Tageslicht im Analysator ein System kreisrunder, concentrischer, bunter Farbenringe, welches von einem schwarzen, schattigen Kreuz durchsetzt wird, wie es Fig. 307 zeigt, in welcher die concentrischen Ringe als regenbogenähnlich farbige Curven vorgestellt werden müssen, während das schwarze Kreuz zwar in der Mitte ganz dunkel und ziemlich scharf begrenzt, nach aussen zu aber immer weniger dunkel und gleichsam vertuscht erscheint.



Fig. 307.

Die Dunkelheit des Centrums wird dadurch erzeugt, dass diejenigen Strahlen, welche vom Polarisator her senkrecht auf die Platte fallen, also parallel der optischen Axe durchgehen, als ordentliche Strahlen in dem Analysator durch Totalreflexion vernichtet werden. Die Balken des Kreuzes sind den Schwingungsrichtungen des Polarisators und Analysators (dem Fadenkreuz) parallel. Dreht man die Platte in ihrer Ebene, so bleibt die Interferenzfigur in ihrer Erscheinung ganz unverändert, da jene gekreuzten Richtungen dabei dieselben bleiben, und in der Platte rings um die optische Axe alle radialen Richtungen gleich sind. — Dreht man aber den Analysator allmählich, bis die beiderseitigen Polarisationsebenen parallel geworden sind, so ändert sich die Phase des Bildes, indem das schwarze Kreuz verschwindet und statt seiner ein weisses Kreuz erscheint, die farbigen Ringe aber die Complementärfarbe der vorherigen annehmen, etwa so, wie es Fig. 308 zeigt.

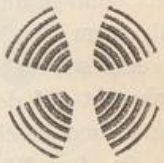


Fig. 308.

Bei gleich dicken Platten verschiedener Substanzen hängt der Durchmesser der Ringe von der Stärke der Doppelbrechung ab: die Ringe werden desto enger, je bedeutender die Differenz zwischen $\omega$ und $\varepsilon$ ist: der Kalkspath liefert viel engere Ringe als eine ebenso dicke Quarzplatte. Mit der Entfernung vom Centrum nimmt der Abstand der Ringe von einander ab.

Je dünner die untersuchte Platte ist, desto weiter fallen übrigens die Ringe auseinander, und so kommt es, dass man bei einer gewissen Dünne (durchschnittlich unter 1 mm) nur noch den centralen Theil der Interferenzfigur sieht und schon der erste Farbenring ausserhalb des Gesichtsfeldes liegt. Die im vorhergehenden Paragraph besprochenen Polarisationserscheinungen dünner Blättchen doppeltbrechender Mineralien im parallelen Licht sind eben weiter nichts, als der innerste Theil der Interferenzfiguren. — Betrachtet man die Ringe im homogenen Licht, z. B. durch ein rein roth gefärbtes Glas, so vermehrt sich ihre Anzahl sehr bedeutend, während sie zugleich dunkel oder anders gefärbt erscheinen.

Steht in dem Krystallschnitt die optische Axe nicht genau senkrecht, so erscheint das Interferenzbild aus dem Centrum des Gesichtsfeldes gerückt, bei stärkerer Neigung vielleicht so weit, dass nur ein Theil desselben, ein Arm des Kreuzes und ein Theil der Farbenringe sichtbar ist. Bei der Drehung des Schnittes beschreibt alsdann dies Interferenzbild einen Kreis, wobei aber stets der sichtbare Theil des Kreuzes oder Kreuzarmes die gleiche Form und die gleiche Orientirung parallel dem Fadenkreuz beibehält.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Platten, in beliebiger Richtung aus einem überhaupt nur einfachbrechenden (regulären oder amorphen) Mineral entnommen, können natürlich im convergenten polarisirten Licht eine solche Interferenzfigur nicht aufweisen, sondern bleiben zwischen gekreuzten Nicols dunkel, zwischen parallelen hell, weil hier eine Zerlegung oder Aenderung der Schwingungsebene der aus dem Polarisator austretenden Strahlen in keinem Falle erfolgen kann. Durch diesen Gegensatz kann man also erkennen, ob eine im parallelen polarisirten Licht isotrope Krystalllamelle regulär oder die Basis eines tetragonalen oder hexagonalen Individuums ist.

Schneidet man von einem optisch-zweiaxigen Krystall eine planparallele Platte von geeigneter Dicke senkrecht auf eine optische Axe, so erblickt man bei derselben Untersuchung im convergenten Licht zwischen gekreuztem Polarisator und Analysator ein System von elliptischen oder ovalen bunten Farbenringen, welches von einem schwarzen schattigen Streifen oder Balken durchsetzt wird, etwa so, wie es Fig. 309 zeigt, in welcher die concentrischen Ringe abermals buntfarbig zu denken sind; der schwarze Streifen, welcher in der Axenebene liegt, erscheint zwar in der Mitte schmal und scharf begrenzt, verbreitert und vertuscht sich aber nach aussen immer mehr. Dieses Ringsystem bildet sich also um die eine der optischen Axen. Dreht man die Platte in der Horizontalebene, so dreht sich auch der Streifen, aber in umgekehrter Richtung. Der Streifen ist stets dann gerade gestreckt und halbirt das Gesichtsfeld dann, wenn die Axenebene mit einem der Nicolhauptschnitte zusammenfällt; in allen anderen Positionen zeigt er eine schwach hyperbolische Krümmung. Steht die optische Axe nicht genau senkrecht auf der Schnittfläche, so erscheint das Axenbild an der Seite oder am Rande und beschreibt beim Drehen des Präparats einen Kreis.



Fig. 309.

In dem Nörremberg'schen Polarisations-Instrument ermöglicht es die Grösse des Gesichtsfeldes, dass man in solchen optisch-zweiaxigen Platten, deren Axenebene rechtwinkelig auf ihnen steht, die um beide Axen gebildeten Ringsysteme zugleich beobachten kann, selbst wenn der Winkel der optischen Axen recht gross ist. Wird also eine solche senkrecht auf die spitze Bisectrix geschnittene oder gespaltene Platte (z. B. von optisch-zweiaxigem Glimmer) zwischen beide Linsensysteme so eingelegt, dass ihre Axenebene der Polarisationsebene entweder des Polarisators oder des Analysators parallel ist, so erblickt man ein Bild, wie es etwa Fig. 310 zeigt. Beide Ringsysteme, deren Mittelpunkte den Austritten der optischen Axen entsprechen, erscheinen mit symmetrischer Figur und Lage neben einander zugleich, umgeben von lemniscatischen Farbenringen, und getrennt durch einen dunkeln Zwischenraum, während sich der die Axenaustrittspunkte verbindende schattige Streifen in der Mitte beider Systeme schmal und scharf begrenzt zeigt, weiter hinaus aber verbreitert und vertuscht. Es ist also auch hier gewissermassen ein schwarzes Kreuz vorhanden, wie in den optisch-einaxigen Krystallen, jedoch mit

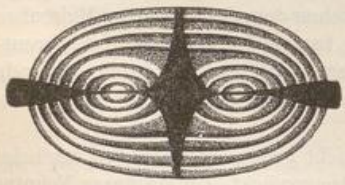


Fig. 310.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dem Unterschied, dass zwei Arme desselben sehr breit und kurz erscheinen, während die beiden anderen Arme sehr schmal beginnen und sich erst weiterhin ausbreiten. Das Kreuz ist daher, wenn auch symmetrisch, so doch nicht regelmässig, wie in den einaxigen Krystallen.

Die beiden dunkeln Balken entstehen natürlich dadurch, dass hier in diesen Richtungen die vom Polarisator kommenden Strahlen eine Zerlegung nicht erfahren und als ordentliche Strahlen in dem Analysator absorbirt werden. — Doch ist hervorzuheben, dass jene erwähnte Symmetrie der Figur und Lage nur dann stattfindet, wenn die beiden optischen Axen gleich geneigt gegen die Lamelle sind, wie dies in den Krystallen des rhombischen Systems und in denjenigen Krystallen des monoklinen Systems der Fall ist, deren Axenebene nicht parallel der Symmetrieebene ist. — Ist der Winkel der optischen Axen sehr klein, so nähert sich bei dieser Stellung die Interferenzfigur dem Bilde, welches ein optisch-einaxiger Krystall liefert.

Dreht man hierauf die Platte in ihrer eigenen Ebene so weit, bis ihre Axenebene mitten zwischen den Polarisationsebenen des Polarisators und Analysators zu liegen kommt, also mit jeder derselben den Winkel von 45° bildet, so verändert sich bei dieser Diagonalstellung die Erscheinung, und man erblickt ein Bild wie Fig. 311, in welchem beide Ringsysteme nebst den Lemniscaten vollständig zu übersehen sind, und jedes derselben von einem hyperbolischen schwarzen Streifen quer durchsetzt wird. Die Scheitel beider Hyperbeln erscheinen schmal und scharf begrenzt in der Mitte der Ringsysteme in je einem Axenaustritt, die gleichseitigen Arme oder Aeste derselben nach aussen verbreitert und vertuscht.



Fig. 311.

Die Grösse des Winkels der beiden optischen Axen ist maassgebend für die gegenseitige Entfernung der beiden Axenpunkte bei der Parallelstellung sowie der Hyperbelpole bei der Diagonalstellung; die Dicke des Blättchens hat darauf keinen Einfluss.

Steht aber die Bisectrix nicht genau senkrecht auf dem Schnitt, so zeigt das Gesammt-Interferenzbild zunächst eine excentrische Stellung; bei grösserer Abweichung erscheinen Theilbilder, ähnlich den für einaxige Krystalle angeführten. Allemal ist jedoch das Bild als das einer optisch-zweiaxigen Substanz charakterisirt durch das Drehen und die Krümmung der dunkeln Balken, sowie durch das Schliessen des Kreuzes und sein Auseinandergehen in Hyperbeln bei der Drehung des Präparats.

Da nun die meisten optisch-zweiaxigen Lamellen, deren Axenebene rechtwinkelig auf ihnen steht, diese gleichzeitige Wahrnehmung beider Ringsysteme gestatten, so gewährt das convergente polarisirte Licht ein vorzügliches Hülfsmittel zur Erkennung des optisch-zweiaxigen Charakters.

Um nun in dem mit Nicols versehenen Mikroskop an dem eingestellten dünnen Krystallblättchen die von demselben erzeugte Interferenzfigur sichtbar zu machen, wie sie bei dickeren Platten in dem für mikroskopische Untersuchungen nicht eingerichteten Nörremberg'schen Polarisationsinstrument erblickt wird, mit anderen Worten, um das Mikroskop in Stand zu setzen, vermittels desselben auch Beobachtungen im convergenten polarisirten Licht auszuführen, wird das Ocular entfernt und auf den

unteren Nicol eine starke Sammellinse (Condensor) aufgesetzt; das Objectiv muss recht stark gewählt werden. So sind es also, wie im Nörremberg'schen Polarisationsapparat stark divergente Strahlenbündel, welche aus dem Präparat austreten und in der Focalebene des Objectivs zu einem Luftbilde vereinigt werden. Die Interferenzfigur erscheint zwar klar und scharf, aber sehr verkleinert und in relativ beträchtlicher Entfernung. Zur Vergrösserung der Bilder dient eine über dem Objectiv im Tubus eingeschaltete schwache Linse, die *Bertrand*'sche Linse, welche etwas gehoben oder gesenkt werden kann, da die scharfe Einstellung des Interferenzbildes bei den verschiedenen Objectiven variirt. Belässt man das Ocular, so wird die Interferenzfigur durch eine über den Analysator gehaltene Loupe erblickt. — Um den Uebergang aus dem parallelen in das convergente polarisirte Licht so vorzunehmen, dass zur Aufsetzung des Condensors auf den Polarisator weder der letztere zurückgeschlagen noch das Object von der Stelle bewegt zu werden braucht, construirte *Wülfing* eine Vorrichtung, welche im N. Jahrb. f. Min. 1889. II. 199 beschrieben ist. Eine andere wurde von *R. Brunnée* (Voigt & Hochgesang) in Göttingen ausgeführt.

Bestimmung des optischen Charakters im convergenten polarisirten Licht. Die folgenden Untersuchungen können ebenfalls sowohl in einem Nörremberg'schen Polarisationsinstrument, als in einem für convergentes polarisirtes Licht eingerichteten Mikroskop vorgenommen werden, sofern letzteres die Axenbilder hinlänglich scharf und gross zeigt.

1. Bei einaxigen Krystallen. Um zu entscheiden, ob die Doppelbrechung einer einaxigen Lamelle positiv oder negativ ist, kann man sich eines sehr dünnen Blattes von optisch-zweiaxigem Glimmer bedienen, einer sog. Viertelundulationslamelle, d. h. einer von derjenigen Dicke, dass die durch Doppelbrechung eines senkrecht auffallenden Lichtstrahls entstehenden zwei Strahlen einen Gangunterschied von $\frac{1}{4}$ Wellenlänge ($\frac{1}{4}\lambda$) über eine beliebige Anzahl ganzer Wellenlängen erhalten. Dieses Viertelundulationsglimmerblatt wird bei der Untersuchung im convergenten Licht oberhalb der zu prüfenden Lamelle entweder unmittelbar unter den Analysator eingeschoben, oder in den Schlitz am unteren Ende des Tubus eingefügt, aber stets in solcher Lage, dass dessen (durch einen Pfeil markirte) Axenebene die beiden Polarisationsebenen unter 45° schneidet. Durch Einschaltung dieses Glimmerblatts trennt sich das schwarze Kreuz der Interferenzfigur in zwei Hyperbeln, deren Scheiteltangenten der Axenebene des Glimmers entweder parallel sind, oder dieselbe rechtwinkelig durchschneiden wie Fig. 312 zeigt. Im ersteren Falle hat die geprüfte Lamelle positive, im zweiten Falle negative Doppelbrechung. Bei den positiven Krystallen steht also die Verbindungslinie zwischen den beiden, als graue Punkte erscheinenden Hyperbelscheiteln gekreuzt (+) auf der Axenebene des Glimmerblatts, bei den negativen sind beide Linien parallel (=). Bei den ersteren erscheinen auch die concentrischen Ringe der Interferenzfigur erweitert in denjenigen Quadranten, durch welchen die Trace der optischen Axenebene des Glimmers nicht geht, bei den letzteren ist solches der Fall in den Quadranten, welche durch diese Trace halbirt werden. Doch sind diese Ringe oft überhaupt nicht sehr deutlich zu bemerken, und bei Substanzen von schwacher Doppelbrechung erscheinen auch wohl die grauen Punkte unbestimmt.

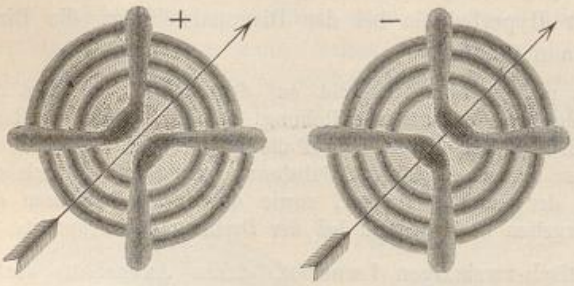


Fig. 312.

Man kann auch für eine basische einaxige Lamelle den Charakter der Doppelbrechung vermittels einer anderen basischen Platte bestimmen, deren Charakter bekannt ist. Wenn letztere durch Auflegung auf die zu untersuchende mit ihr combinirt wird und sich alsdann im convergenten polarisirten Licht die Ringe der Combination verengern und vermehren, so haben beide Platten (welche eben wie eine einzige verdickte wirken) dasselbe Zeichen; erweitern und vermindern sich aber die Ringe, wird also scheinbar eine Verdünnung der bekannten Platte hervorgebracht, so ist das Zeichen der Doppelbrechung für beide Platten entgegengesetzt. Als Hülfsplatte von bekanntem Charakter dient gewöhnlich der negative Kalkspath[1]).

2. Bei zweiaxigen Krystallen. Um über den positiven oder negativen Charakter der Doppelbrechung (in Betreff der spitzen Bisectrix) zu entscheiden, dazu kann man, wenigstens in denjenigen Fällen, wo die Lamelle im convergenten Licht beide Systeme von Farbenringen zeigt, auf ähnliche Weise gelangen, wie bei den optisch-einaxigen Krystallen, indem man nämlich ein Viertelundulationsglimmerblatt zwischen die zu prüfende Lamelle und den Analysator so einschaltet, dass die Axenebene des Glimmers mitten zwischen beiden Polarisationsebenen liegt, dieselben also wieder unter 45° schneidet. In der zu untersuchenden Platte liegen die Elasticitätsaxen parallel diesen Nicolhauptschnitten. Das unregelmässige schwarze Kreuz zerfällt dann abermals in zwei (unregelmässige) hyperbolische Schweife, deren Scheiteltangenten parallel oder rechtwinkelig mit der Axenebene des Glimmerblattes sind, je nachdem die Lamelle positive oder negative Doppelbrechung besitzt. Bei der auch hier erfolgenden Störung der Interferenzfigur der Platte sind in den abwechselnden Quadranten die Ringe verengert oder erweitert (Fig. 313). Wenn die optische Axenebene

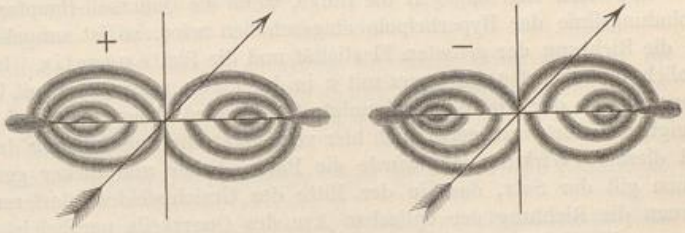



Fig. 313.

des Glimmers durch die Quadranten der verengerten Ringe geht, so ist die geprüfte Platte positiv, also ihre spitze Bisectrix Axe der kleinsten Elasticität; geht sie durch die Quadranten der erweiterten Ringe, so ist die Doppelbrechung negativ, d. h. die spitze Bisectrix ist die Axe der grössten Elasticität.

Im vorstehenden Falle ist angenommen, dass die zweiaxige Krystallplatte senkrecht zur spitzen Bisectrix geschnitten vorlag, indem ja nur dann zu erwarten ist, dass sie überhaupt in Luft die beiden Axenaustritte zeigen wird. Handelt es sich um eine senkrecht zur stumpfen Bisectrix geschnittene Platte, so würde das — allerdings meist nur in Oel zu beobachtende — Interferenzbild durch das Viertelundulationsglimmerblatt gerade die entgegengesetzte Veränderung erfahren, d. h. die oben für positiv angeführten Erscheinungen entsprechen negativem Charakter und umgekehrt.

---

1) *Rinne* schlug (N. Jahrb. f. Min. 1891. II. 21) vor, sich des Gypsblättchens vom Roth I. Ordn. zu bedienen, welches man auch im parallelen polarisirten Licht anwendet. Wird dasselbe so eingeschaltet, dass seine kleinste Elasticitätsaxe c zu den Nicols unter 45° steht, indem dieselbe den rechten oberen (positiven) Quadranten des Gesichtsfeldes halbirt, so wird das schwarze Kreuz der Interferenzfigur durch ein rothes ersetzt, die Ringe zerfallen in Ringstücke und zwar erweitern sich bei optisch positiven Krystallen diejenigen im positiven Quadranten, bei negativen die im negativen (linken oberen) Quadranten. Namentlich charakteristisch ist, dass an der Kreuzungsstelle der beiden Kreuzarme die Quadranten abwechselnd in blauen und gelben Tönen gefärbt erscheinen: liegt das Blau im + Quadranten, so ist die Doppelbrechung positiv, liegt das Blau im — Quadranten, so ist die Doppelbrechung negativ.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zur Ermittelung der relativen Grösse der optischen Elasticität kann man ferner jenen Quarzkeil zu Hülfe nehmen, dessen man sich auch bedient, um im parallelen polarisirten Licht die Bestimmung des optischen Charakters vorzunehmen (S. 225); an demselben ist bekanntlich eine Fläche genau parallel der Hauptaxe geschliffen, während die andere damit einen sehr kleinen Winkel bildet; die lange Kante des Keils (entsprechend der Hauptaxe) ist die Axe der kleinsten Elasticität, die Schneide des Keils liegt rechtwinkelig auf der Hauptaxe und mit ihr fällt die Axe der grössten Elasticität zusammen. Die zu prüfende, senkrecht auf die Bisectrix geschnittene Platte wird bei gekreuzten Nicols in der Diagonalstellung (so dass ihre Hauptschnitte 45° mit den Nicolhauptschnitten bilden, und die Hyperbeln auftreten) in den Apparat gebracht. Wird nun zwischen den Analysator und die Platte der Quarzkeil einmal so, dass seine Hauptaxe parallel der optischen Axenebene der Platte, das anderemal so, dass dieselbe senkrecht zu der letzteren geht, langsam eingeschoben, so tritt in dem einen oder anderen Falle eine Erweiterung der centralen Ringe ein. Erfolgt dieselbe in dem ersteren Falle — also wenn der Quarzkeil mit seiner langen Kante im Sinne der Verbindungslinie der beiden Hyperbelpole oder der stumpfen Bisectrix eingeführt wird —, so muss diese letztere das entgegengesetzte Zeichen haben, wie der positive Quarz, demnach negativ sein, während die spitze Bisectrix (auf welche die Angaben bezogen zu werden pflegen) die Richtung der kleinsten Elasticität und die Platte positiv ist. In diesem Falle deckt sich nämlich a im Quarz mit b in der Platte, und c im Quarz mit a in der Platte; der in der Platte beschleunigte Strahl wird daher im Quarz verzögert und der in jener verzögerte wird im Quarz beschleunigt; die Keilgestalt des bewegten Quarzes hat also dasselbe optische Ergebniss, als ob die Platte dünner und dünner gemacht würde. — Erweitern sich dagegen die Ringe, wenn die Quarzkeil-Hauptaxe senkrecht zur Verbindungslinie der Hyperbelpole eingeschoben wird, so ist umgekehrt die spitze Bisectrix die Richtung der grössten Elasticität und die Platte negativ. In diesem Falle fällt nämlich umgekehrt a im Quarz mit a in der Platte, c im Quarz mit b in der Platte zusammen; der in der Platte beschleunigte Strahl wird daher nun auch im Quarz bebeschleunigt, der dort verzögerte auch hier verzögert; die Einschiebung des Quarzes hat also jetzt dieselbe Wirkung, als würde die Platte dicker und dicker gemacht. — Im Allgemeinen gilt der Satz, dass in der Mitte des Gesichtsfeldes Interferenzcurven auftreten, wenn die Richtung der optischen Axe des Quarzkeils parallel ist der Richtung der grösseren Elasticität der Platte[1]).

§ 108. **Winkel der optischen Axen.** Die Interferenzfiguren optisch-zweiaxiger Krystalle dienen auch zur Bestimmung des Winkels der optischen Axen; für ihn ist ein Maass der Abstand der Axenaustrittspunkte, wie sie bei der Diagonalstellung einer senkrecht auf die (spitze) Bisectrix geschnittenen Platte als Hyperbelpole erscheinen (Fig. 311). Der für die Messung benutzte, sog. Axenwinkelapparat ist ein Instrument, welches wie ein horizontal liegendes Nörremberg'sches Polarisationsinstrument construirt ist, und ein Fadenkreuz im Ocular besitzt, in welchem zuerst der Centralpunkt des einen, dann derjenige des anderen Axenbildes auf den Kreuzpunkt eingestellt wird; die zu untersuchende Platte steht

1) Benutzt man nach dem Vorschlag von *Rinne* das S. 231 erwähnte Gypsblättchen vom Roth I. Ordn., welches unter 45° eingeschoben wird, so erleidet in dem diagonal gestellten Interferenzbild um die spitze Bisectrix eines zweiaxigen Krystalls die bestimmte Interferenzfarbe, welche das in der Mitte des Gesichtsfeldes befindliche grössere Feld besitzt, eine Veränderung. Erscheint in der Mitte des Gesichtsfeldes dann der höhere Polarisationston, wenn die leicht zu erkennende Ebene der optischen Axen senkrecht auf der Axe c des Gypsblättchens steht, so ist die Doppelbrechung positiv; erscheint der höhere Polarisationston, wenn die optische Axenebene parallel geht mit der Axe c des Gypses, so ist die Doppelbrechung negativ. Wird die Bestimmung an einer Platte senkrecht zur stumpfen Bisectrix vorgenommen, so kehren sich natürlich für die spitze Bisectrix die Zeichen der Doppelbrechung um.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit einem Theilkreis in Verbindung, an welchem die zwischen beiden Einstellungen erfolgte Drehung abgelesen wird. Ausserdem besitzt das Instrument eine Einrichtung, die Platte zu centriren und zu justiren. Je nachdem das Instrument mit Licht von abweichender Farbe beleuchtet wird, erhält man in Folge der Dispersion der optischen Axen verschiedene Ablesungen für beide Einstellungen, d. h. einen grösseren oder kleineren optischen Axenwinkel. — Der hier ermittelte Werth ist aber nur der scheinbare Winkel der optischen Axen in Luft. In der Platte $P$ (Fig. 314), welche senkrecht auf die spitze Bisectrix $M$ geschnitten ist, wird der wahre spitze Winkel, welchen die optischen Axen thatsächlich innerhalb des Krystallmediums mit einander bilden, nach dem Vorgang von *Des Cloizeaux* mit $2Va$ bezeichnet, während der durch die stumpfe Bisectrix $S$ halbirte stumpfe wirkliche Axenwinkel dann $2Vo$ ist ($a$ von aigu, spitz, $o$ von obtus, stumpf). Beim Austritt in die Luft wird indessen jeder Lichtstrahl, welcher die Platte in der Richtung der optischen Axe passirt hat, von dem Einfallsloth $M$ abgelenkt und bildet nun mit demselben den Winkel $E$. Daher ist $2Ea$ die Bezeichnung für den, durch directe Messung an einer senkrecht auf die Bisectrix geschnittenen Platte erhaltenen scheinbaren Axenwinkel in Luft, welcher immer grösser ist, als der wahre.

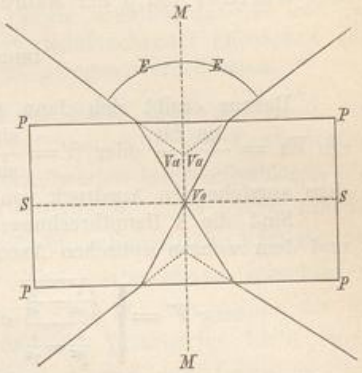


Fig. 314.

Dieser wahre Winkel der optischen Axen wird aus dem scheinbaren berechnet vermittels der Formel $\sin Va = \frac{1}{\beta} \sin Ea$, worin $\beta$ den Brechungsquotient des in der Richtung einer optischen Axe sich fortpflanzenden Strahls bedeutet, welcher senkrecht zu derselben mit einer der Axe der mittleren Elasticität entsprechenden Fortpflanzungsgeschwindigkeit schwingt.

Ist die scheinbare Divergenz der optischen Axen sehr gross, erreicht oder überschreitet $Va$ den Winkel der totalen Reflexion, so fallen die Ringsysteme vollständig ausserhalb des Gesichtsfeldes, und dann muss man zu anderen Hülfsmitteln seine Zuflucht nehmen, z. B. die Lamelle in einem stärker brechenden Medium, wie in Oel (statt in Luft) untersuchen, welches die totale Reflexion an der Grenze zwischen Platte und Luft aufhebt. Das Oel befindet sich in einem durchsichtigen Gefäss, welches in den Axenwinkelapparat eingeschaltet wird; die in ihm gemessenen scheinbaren Axenwinkel werden als $Ha$ und $Ho$ bezeichnet (von huile, Oel). Da beim Austritt des Lichtes in Oel keine so starke Brechung stattfindet, wie bei der in Luft, so ist der scheinbare Axenwinkel in Oel $Ha$ allemal kleiner als der scheinbare in Luft $Ea$. In solchen Oelen können auch sehr häufig die Axenpunkte auf Platten wahrgenommen werden, welche senkrecht zur stumpfen Bisectrix der wahren optischen Axen liegen.

Zeigt sich in Folge eines übergrossen optischen Axenwinkels auch bei den gewöhnlich gebrauchten Oelen kein Axenbild, so kann man als umgebendes Medium eine Kaliumquecksilberjodidlösung anwenden, welche bei einem spec. Gew. von ca. 3 einen Brechungsquotienten von ca. 1,7 besitzt. Andere so verwendbare Substanzen sind Schwefelkohlenstoff ($n =$ ca. 1,63), Naphthalinmonobromid. — Sehr stumpfe Axenwinkel können auch vermittels des Apparats von *Adams* und *Schneider* gemessen werden,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bei welchem eine Mineralplatte zwischen zwei halbkugelige drehbare Linsen eingefügt wird; dadurch wird der scheinbare Axenwinkel in Glas bestimmt.

Ist der Brechungsquotient $n$ des Oels (oder der anderen Flüssigkeit) bekannt, so gilt die Formel

$$\sin Va = \frac{n}{\beta} \sin Ha;$$

kann man an zwei Platten aus demselben Individuum, senkrecht auf die erste und zweite Mittellinie, sowohl $Ha$ als auch $Ho$ bestimmen, so lässt sich ohne Kenntniss des Werthes von $\beta$ der wahre Winkel der optischen Axen ermitteln nach der Formel

$$\text{tang } Va = \frac{\sin Ha}{\sin Ho}.$$

Daraus ergibt sich dann aber auch der Werth von $\beta$; denn nach Obigem ist $\sin Va = \frac{\sin Ea}{\beta}$ oder $\beta = \frac{\sin Ea}{\sin Va}$, wobei man $Ea$ direct beobachten und $Va$ aus dem vorstehenden Ausdruck von tang $Va$ berechnen kann.

Sind die 3 Hauptbrechungsquotienten $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ bekannt, so gilt zwischen ihnen und dem wahren optischen Axenwinkel $2V$ die Gleichung

$$\text{tang } V = \sqrt{\frac{\frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\beta^2}}{\frac{1}{\beta^2} - \frac{1}{\gamma^2}}} \text{ oder tang } V = \frac{\gamma}{\alpha} \sqrt{\frac{\alpha + \beta}{\beta + \gamma} \cdot \frac{\beta - \alpha}{\gamma - \beta}}.$$

Schon auf S. 214 wurde hervorgehoben, dass für verschiedene Farben die optischen Axenwinkel etwas verschiedenen Werth haben, und es handelt sich daher bei ganz sorgfältigen Bestimmungen darum, diese Werthe für die einzelnen Farben zu gewinnen. Das dabei zur Verwendung kommende möglichst monochromatische Licht wird durch gefärbte Flammen geliefert; die Flamme eines Bunsen'schen Gasbrenners wird vermittels Lithiumsalz ($Li^2SO^4$) einfarbig roth, Natriumsalz (Kochsalz, $NaCl$) einfarbig gelb, Thalliumsalz ($Tl^2SO^4$) einfarbig grün, schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak einfarbig blau gefärbt. Fast monochromatisches Roth gibt Licht, welches durch Kupferoxydulglas (auch durch eine Lösung von Eosin und Methylenblau) durchgeht. Chlornatrium kann durch Bromnatrium ersetzt werden, das nicht decrepitirt und grössere Helligkeit bewirkt[1]).

Man kann auch die Bestimmung des Winkels der optischen Axen für eine zur Bisectrix senkrechte Platte in dem Mikroskop vornehmen, wenn dasselbe durch Einschaltung eines Condensors und einer *Bertrand*'schen Linse (vgl. S. 230) auf convergentes polarisirtes Licht eingerichtet ist. Der Abstand der Axenaustritte, wie sie bei der Diagonalstellung der Platte als Hyperbelpole erscheinen, wird gemessen durch ein festes Ocularmikrometer, oder durch ein bewegliches Schraubenmikrometer (dessen Faden man erst mit dem einen, dann mit dem anderen Hyperbelpol in Verbindung bringt, worauf an der Mikrometerschraube die Distanz abgemessen wird), oder durch eine auf Papier entworfene Projection vermittels einer Camera lucida. Aus der gefundenen Lineargrösse $2D$ des Abstandes der beiden Pole erhält man den scheinbaren Winkel der optischen Axen in Luft $2E$ durch die Gleichung $\sin E = \frac{D}{K}$, worin $K$ einen Factor darstellt, der für ein bestimmtes, auf convergentes Licht eingerichtetes Mikroskop constant ist, und für dieses betreffende Instrument vorher festgestellt werden muss,

1) Ueber eine zweckmässige Lampe für monochromatisches Licht s. *Laspeyres*, Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 1882. 97. Ueber einen Spectralapparat zur Herstellung von intensivem monochromatischem Licht *Wülfing*, N. Jahrb. f. Min. Beilageb. XII. 1899. 343.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dann aber auch für alle weiteren Untersuchungen mit demselben eingesetzt werden darf. Man erhält diesen Werth $K$, indem zunächst in einem eigentlichen Axenwinkelapparat der Axenwinkel in Luft $2E$ für irgend eine beliebige, aber genau senkrecht zur Bisectrix geschnittene Platte bestimmt wird; alsdann wird für diese Platte in dem Mikroskop der Abstand der Hyperbelpole $2D$ gemessen. Man hat dann für das letztere Instrument $K = \frac{D}{\sin E}$, worin $D$ und $\sin E$ bekannt sind. — Zum möglichst scharfen und deutlichen Hervortreten des Interferenzbildes trägt eine zweckmässige Einstellung des Condensors und der *Bertrand*'schen Linse bei. Oberhalb und unterhalb des Präparats — zwischen dasselbe und das Objectiv, sowie zwischen dasselbe und den Condensor — kann man auch einen Tropfen stark lichtbrechender Flüssigkeit einfügen, deren Brechungsquotient natürlich in Betracht gezogen werden muss.

Dispersionserscheinungen. Allemal gilt der Satz, dass der Grad von Symmetrie, welcher einer Krystallfläche eigen ist, sich auch in der Configuration und den Dispersionserscheinungen des dadurch entstehenden Interferenzbildes ausspricht, und dass die Symmetrieebenen für die Krystallfläche auch solche für das Interferenzbild sind. Die für alle zweiaxigen Krystalle charakteristische Erscheinung, dass die optischen Axen für jede Lichtart oder Farbe eine etwas verschiedene Lage haben, die Dispersion der optischen Axen, wird bei Anwendung des gewöhnlichen weissen Lichtes in einem auf convergentes polarisirtes Licht eingerichteten Instrument überhaupt an der besonderen Figur und Lage gewisser isochromatischer Farbenzonen erkannt, wobei zunächst die Farben Roth und Blau berücksichtigt zu werden pflegen.

Wenn die den optischen Axenwinkel Halbirenden für alle Farben genau zusammenfallen, also nur eine Dispersion der optischen Axen stattfindet, so muss bei beiden Hyperbeln sowohl die Lebhaftigkeit als die Reihenfolge der Farben von innen nach aussen ganz genau übereinstimmen. Besitzt dagegen der Krystall auch noch eine Dispersion der Bisectricen, so können die Farbensäume bei beiden Hyperbeln nicht mehr gleich sein und gerade diese Ungleichheit bietet ein sehr vortreffliches und empfindliches Mittel zur Erkennung einer solchen Dispersion der Elasticitätsaxen, d. h. für das Ausgeschlossensein des rhombischen Systems. Specielleres siehe bei der Charakteristik der zweiaxigen Krystallsysteme.

§ 109. **Optische Charakteristik der regulären Krystalle und amorphen Mineralien.** Lamellen von durchsichtigen regulären Krystallen üben, in beliebiger Richtung denselben entnommen, auf das polarisirte Licht in der Regel gar keine Wirkung aus, weil sie nach allen Richtungen gleiche Elasticität und Fortpflanzungsgeschwindigkeit, daher auch nur einfache Lichtbrechung aufweisen. Diese isotropen Medien zeigen weder im parallelen noch im convergenten polarisirten Licht Interferenzfarben, speciell in dem letzteren auch keine Interferenzfigur, bleiben im parallelen bei gekreuzten Nicols während voller Horizontaldrehung stets völlig dunkel, stören niemals das schwarze Kreuz im Stauroskop u. s. w. Auf dieselbe Weise verhalten sich Lamellen durchsichtiger amorpher Mineralien. Die beiden wird man in Schnitten daran zu unterscheiden vermögen, dass die amorphen Substanzen weder einer krystallographischen Begrenzung noch einer Spaltbarkeit fähig sind, weshalb sie nur von ganz unregelmässigen Sprüngen durchzogen sein können; während die regulären Individuen ihre selbständige polygonale Formentwickelung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nur selten verleugnen und ihre vorhandene Spaltbarkeit sich in geradlinig verlaufenden Trennungen äussert.

§ 110. **Optische Charakteristik tetragonaler und hexagonaler Krystalle.** Dünne Lamellen dieser einaxigen Medien, welche man unter dem Mikroskop im parallelen polarisirten Licht untersucht, erscheinen, wenn sie senkrecht auf die Hauptaxe geschnitten sind, zwischen gekreuzten Nicols dunkel und verbleiben auch so bei Drehung in der Horizontalebene. Gehören sie aber Durchschnitten an, welche nicht senkrecht auf die Hauptaxe liegen, so werden sie bei gekreuzten und parallelen Nicols in den meisten Stellungen farbig; nur wenn die (ihrer Richtung nach leicht an den Contouren der Durchschnitte zu erkennende) Hauptaxe *c* mit dem optischen Hauptschnitt eines Nicols parallel geht, erweisen sie sich zwischen gekreuzten Nicols dunkel, zwischen parallelen hell, was bei einer vollen Horizontaldrehung viermal vorkommt. Die basischen Schnitte stören die stauroskopische Calcit-Interferenzfigur überhaupt nicht; die parallel oder schief gegen *c* geführten nur dann nicht, wenn die in der Lamelle liegende Hauptaxe mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfällt.

Auf allen Prismenflächen beider Systeme erscheint demnach gerade (d. h. den Prismenkanten parallele) Auslöschung, die Flächen der Pyramiden zeigen die eine Auslöschung parallel zur horizontalen Kante, auf den Flächen der Rhomboëder verlaufen die Auslöschungsrichtungen parallel den Diagonalen.

Im convergenten polarisirten Licht zeigen senkrecht auf die Hauptaxe geschliffene oder gespaltene Platten das System von kreisrunden farbigen Ringen mit dem schwarzen Kreuz, dessen Arme den Nicolhauptschnitten parallel gehen; diese Interferenzfigur bleibt bei einer Horizontaldrehung constant; das Dasein derselben unterscheidet diese einfachbrechenden Schnitte doppeltbrechender Substanzen von den Schnitten solcher, welche überhaupt nur einfachbrechend sind.

Alle anderen Schnitte weisen keine Interferenzfigur von solcher Symmetrie, Ausbildung und Constanz auf; auf parallel der Hauptaxe gehenden sieht man möglicherweise gestreckte hyperbolische Curven, die symmetrisch zur Hauptaxe liegen; liegen die Schnitte nicht besonders schief gegen die Hauptaxe, so tritt seitlich im Gesichtsfeld die Interferenzfigur der Basis hervor, welche sich bei Drehung am Rande des Schnittes fortbewegt, indem die Kreuzarme sich gewissermassen parallel mit sich selbst verschieben.

Ob das unter dem Mikroskop untersuchte Mineral dem tetragonalen oder hexagonalen System angehört, das kann man auf rein optischem Wege nicht, gewöhnlich aber dadurch ermitteln, ob es — neben den davon herstammenden doppeltbrechenden Durchschnitten — quadratisch oder hexagonal begrenzte Schnitte sind, welche sich als einfachbrechend erweisen. Die tetragonalen Individuen liefern als basische Schnitte auch wohl selten Oktogone, die hexagonalen Dreiecke oder Neunecke. Treten in den basischen Schnitten Risse, welche der Spaltbarkeit entsprechen, hervor, so sind es in den tetragonalen zwei zu einander rechtwinkelige gleichwerthige Systeme, in den hexagonalen drei, ebenfalls gleichwerthige Systeme.

Die anisotropen mehr oder weniger parallel der Hauptaxe geführten Längsschnitte sind sowohl im tetragonalen als im holoëdrisch-hexagonalen System zumeist oblong rechtwinkelig (entsprechend der Combination $\infty$P.0P) oder ungleichwinkelig sechsseitig (Combination $\infty$P.P, meistens nach $\infty$P in die Länge gezogen), nur sehr selten ungleichwinkelig achtseitig (Combination $\infty$P.P.0P). Polarisirende Quadrate sind hier Längsschnitte durch die tetragonale oder hexagonale Combination $\infty$P.0P, wobei die Krystalle ebenso dick als hoch sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

§ 111. **Optische Charakteristik rhombischer Krystalle.** Prüft man dünne, dem rhombischen System angehörige Durchschnitte in dem mit Nicols versehenen Mikroskop bei parallelem polarisirtem Licht, so werden dieselben, da die Elasticitätsaxen sämmtlich mit den krystallographischen zusammenfallen, jedesmal dann zwischen gekreuzten Nicols dunkel werden, sobald irgend eine der rechtwinkelig auf einander stossenden Umrisslinien, welche ja einer krystallographischen Axe parallel sind, mit einem Nicolhauptschnitt coincidirt. Diese gerade Auslöschung tritt bei einer vollen Horizontaldrehung viermal ein. In diesem Falle erscheint auch das schwarze Kreuz im Stauroskop unverändert. Sehr selten ist es selbstredend, dass der Schnitt des rhombischen Minerals gerade genau senkrecht auf einer optischen Axe steht, wobei er alsdann selbst bei einer vollen Drehung stets zwischen gekreuzten Nicols hell bleibt (vgl. S. 220). In allen übrigen Fällen, mit Ausnahme dieser beiden, erscheint der Schnitt zwischen gekreuzten und parallelen Nicols farbig und stört er die Interferenzfigur im Stauroskop.

Die Prismen- und die Pinakoidflächen zeigen also allemal gerade Auslöschung; der Querschnitt eines rhombischen Prismas besitzt seine Auslöschung parallel der längeren und kürzeren Diagonale. — In den Schnitten aus einer der drei Hauptzonen $0P : \infty\breve{P}\infty$, $0P : \infty\bar{P}\infty$, $\infty\bar{P}\infty : \infty\breve{P}\infty$ liegt die Auslöschung parallel zu denjenigen Begrenzungslinien oder Spaltrissen, welche einer krystallographischen Axe (Zonenaxe) parallel gehen. — Eine pinakoidale Spaltbarkeit kann parallele, eine prismatische Spaltbarkeit muss entweder parallele oder sich durchkreuzende Spaltrisse hervortreten lassen: zu den parallelen Spaltrissen liegt hier die Auslöschung stets parallel oder senkrecht, für die sich schneidenden halbirt sie den Winkel.

Ueber die im convergenten polarisirten Licht hervortretenden Interferenzbilder senkrecht auf die spitze Bisectrix in Parallel- und Diagonalstellung (auch senkrecht auf eine optische Axe) vgl. S. 228. Ist das rhombische Individuum spaltbar nach einem der zwei Pinakoide, welche rechtwinkelig auf der optischen Axenebene stehen, so wird die Normale der Spaltungslamelle entweder mit der spitzen oder mit der stumpfen Bisectrix zusammenfallen, und so wird man im ersteren Falle die beiden Ringsysteme im convergenten Licht deutlich erblicken, sobald der scheinbare (das heisst der in der Luft gemessene) Neigungswinkel der beiden optischen Axen ($2E$, im Gegensatz zu $2V$, dem wahren Axenwinkel) nicht grösser ist, als 120°. — Ist aber der Krystall nur spaltbar nach demjenigen Pinakoid, welches der Axenebene parallel liegt, so ist man meist genöthigt, zwei Platten zu schleifen, welche den beiden anderen Pinakoiden parallel sind, und von denen die eine, auf welcher die spitze Bisectrix senkrecht steht, die Beobachtung der beiden Ringsysteme jedenfalls gewährleistet. Nur wenn der Krystall nach einem dieser Pinakoide tafelartig ausgedehnt ist, wird man die Schleifung der entsprechenden Lamelle entbehren können. — Ist endlich der Krystall nach gar keinem der Pinakoide spaltbar oder tafelförmig ausgedehnt, so muss man vielleicht drei Platten schleifen, welche den drei Pinakoiden parallel sind, und wird dann in derjenigen Platte, auf welcher die Axenebene und die spitze Bisectrix normal sind, die beiden Ringsysteme beobachten können.

In dem Falle, dass in einem gegebenen Schnitt eines rhombischen Minerals das Interferenzbild nicht im Centrum des Gesichtsfeldes erscheint, steht derselbe natürlich nicht senkrecht auf der Bisectrix. Wenn einer der Balken aber dann noch bei

Parallelstellung das Gesichtsfeld symmetrisch halbirt, so geht der Schnitt dann wenigstens parallel einer Krystallaxe; tritt letzteres nicht ein, so ist der Schnitt ein solcher, dass er alle drei Axen in endlichen Abständen trifft.

In den Krystallen des rhombischen Systems offenbart sich die Dispersion der optischen Axen derart symmetrisch, dass die den verschiedenen Farben entsprechenden Axen in der gleichen Ebene liegen und mit der Bisectrix beiderseits gleiche Winkel bilden. Wenn nun bei Parallelstellung der Platte die innersten Ringe der beiden elliptischen Ringsysteme das Roth nach innen, das Blau nach aussen zeigen, oder wenn in der Diagonalstellung der Platte die Scheitel der beiden Hyperbeln auf der concaven Seite roth, auf der convexen Seite blau gesäumt erscheinen, so bilden die rothen Axen einen kleineren Winkel, als die blauen oder violetten Axen, was durch das Symbol $\rho < \upsilon$ ausgedrückt wird (Fig. 315). Wenn dagegen die Lage der rothen und der blauen Farbensäume die entgegengesetzte ist, so wird $\rho > \upsilon$, oder so würde der Axenwinkel für die rothen Strahlen grösser sein, als für die blauen Strahlen.

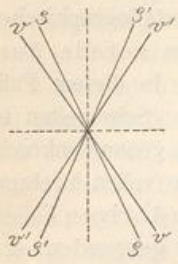


Fig. 315.

Bei rhombischen (wie überhaupt bei zweiaxigen) Krystallen kann die Dispersion so stark sein, dass die Axenebenen für zwei Farben rechtwinkelig gekreuzt sind; alsdann ändern sich die 3 Hauptbrechungsquotienten mit der Farbe so ungleich, dass der vorher kleinste der mittlere wird und umgekehrt (für eine gewisse Zwischenfarbe muss also der Krystall optisch einaxig werden). Bei dem rhombischen Brookit ist z. B. die Axenebene für Roth und Gelb 0P, für Grün dagegen $\infty\breve{P}\infty$, für alle Farben die Brachydiagonale $a$ spitze Bisectrix. Bei dem Goethit ist die Axenebene für Roth $\infty\bar{P}\infty$, für Gelb und Grün 0P, spitze Bisectrix für alle Farben die Makrodiagonale $b$. Bei dem rhombischen Lithiophilit-Triphylin von Grafton liegen die optischen Axen für Grün ($2V = 21^\circ 35'$) in 0P, für Roth ($2V = 15^\circ 3'$) in $\infty\bar{P}\infty$; für das dazwischen liegende Gelb ist $2V = 0$, fallen die beiden optischen Axen zusammen, ist das Mineral einaxig.

§ 112. **Optische Charakteristik monokliner Krystalle.** Monokline Mineralien zeichnen sich im parallelen polarisirten Licht dadurch aus, dass dieselben theils Schnitte liefern, in denen die Auslöschungen parallel und senkrecht zu den Symmetrierichtungen liegen (wie es im rhombischen System allerwegen der Fall), theils Schnitte, in denen die Auslöschung mit der Richtung der krystallographischen Axen nicht zusammenfällt (wie es im triklinen System durchgängig vorkommt). Wie das monokline System morphologisch in der Mitte steht zwischen dem rhombischen und triklinen, so vereinigt es gewissermassen in sich das in solcher optischer Hinsicht für beide Systeme Charakteristische.

Durchschnitte monokliner Mineralien, welche im parallelen polarisirten Licht untersucht werden, kann man im Gegensatz zu den rhombischen daran erkennen, dass bei der Horizontaldrehung des Durchschnitts dann Dunkelheit zwischen gekreuzten Nicols (im Stauroskop Herstellung des schwarzen Kalkspathkreuzes) eintritt, wenn irgend eine der Umrisslinien, welche einer krystallographischen Axe parallel geht, irgend einen schiefen Winkel mit einem Nicolhauptschnitt macht. Diese sog. schiefe Auslöschung beweist ja, dass nicht mehr, wie im rhombischen System, alle Elasticitätsaxen mit den krystallographischen coincidiren.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Lage der Elasticitätsaxen im monoklinen System erfordert es nun aber, dass zwischen gekreuzten Nicols Dunkelheit eintritt (und das Kreuz im Stauroskop ungestört erscheint), sobald die Orthodiagonale mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfällt. Die Orthodomen, das Orthopinakoid, die Basis bieten also hier gerade Auslöschung dar, welche parallel und senkrecht steht zu den monotomen, diagonal zu den prismatischen Spaltrissen; der Querschnitt eines Prismas löscht wie im rhombischen System parallel den Diagonalen aus, wenn die Schlifffläche der Symmetrie-Axe parallel ist. Blos in dieser orthodiagonalen Zone, in welcher allein auch Umrisse und Spaltbarkeit symmetrische Figuren bilden, liegen die Auslöschungen parallel und senkrecht zu den Symmetrierichtungen.

Auf dem Klinopinakoid erscheint stets schiefe Auslöschung, ebenfalls auf Schnitten aus der Zone $0P : \infty P\infty$ und $\infty P\infty : \infty P\infty$. In der prismatischen Zone hat die Auslöschungsschiefe je nach der Lage der Zone zu den optischen Axen und je nach der Orientirung der letzteren entweder ein Maximum auf dem Klinopinakoid und sie nimmt stetig ab, je mehr man sich dem Orthopinakoid nähert, auf welchem sie Null wird; oder sie nimmt vom Klinopinakoid aus nach der Querfläche anfangs zu bis zu einem Maximum, und dann erst ab bis zum Werth Null. — Das Maass der Auslöschungsschiefe auf Schnitten genau parallel dem Klinopinakoid, d. h. der Neigungswinkel einer Elasticitätsaxe zur Verticalaxe, ist für die verschiedenen monoklinen Mineralien sehr charakteristisch; dieser Winkel ist natürlich gleich demjenigen, welchen die andere Elasticitätsaxe mit der Normalen auf das Orthopinakoid bildet. Auf anderen schief auslöschenden Schnitten wechselt die Schiefe je nach der Richtung.

Was das Verhalten monokliner Krystalle im convergenten polarisirten Licht anbetrifft, so war von der dreifach abweichenden Lage der optischen Axenebene bereits S. 215 die Rede. Bei der Dispersion der optischen Axen wird die relative Grösse des Axenwinkels ($\rho > \upsilon$ oder $\rho < \upsilon$) an denselben Erscheinungen erkannt, wie bei der Interferenzfigur des rhombischen Systems (S. 238). Eine Dispersion der Elasticitätsaxen kann natürlich an der Orthodiagonale niemals eintreten, dagegen werden die in der Symmetrieebene liegenden beiden Elasticitätsaxen mehr oder weniger dispergirt. — Bei dem S. 215 erwähnten Fall 1 (optische Axenebene parallel der Symmetrieebene) liegen die optischen Axen für alle Farben zwar in derselben Ebene, aber die Bisectrix ist für jede Farbe eine andere, indem die Bisectricen längs der Richtung des Klinopinakoids zerstreut erscheinen (Geneigte Dispersion, Dispersion inclinée *Des Cloizeaux*'s). Fig. 316 zeigt (in $\infty P\infty$) $V$, die Halbirungslinie des Winkels $\upsilon o \upsilon'$, als spitze Bisectrix für die blauen Strahlen; $R$, halbirend den Winkel $\rho o \rho'$, als solche für die rothen Strahlen. Eine gemeinschaftliche Bisectrix für alle Wellenlängen existirt also nicht mehr. Bei Anwendung von weissem Licht ist in dem Interferenzbild die Vertheilung der Farben in den inneren Ringen und an den Hyperbelsäumen zwar noch symmetrisch zur Axenebene (d. h. zur Ebene der Bisectricen, der Symmetrieebene), aber nicht mehr zu einer darauf senkrechten Ebene; d. h. beide Augen der Lemniscaten sind rechts und links von der Symmetrieebene gleich, aber das vordere ist vom hinteren verschieden (1 in Fig. 317).

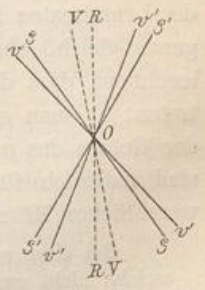


Fig. 316.

In den Fällen $2a$ und $2b$ (S. 215) — Orthodiagonale eine der beiden Bisectricen — kann nur die optische Normale und jedesmal diejenige Bisectrix dispergirt werden, welche nicht die Orthodiagonale ist. — In dem Falle $2a$ (Orthodiagonale spitze Bisectrix) müssen sich, in der Richtung der Axe $b$, also senkrecht auf das Klinopinakoid gesehen, die auf letzterem senkrecht stehenden Ebenen der optischen Axen für die verschiedenen Farben fächerförmig durchkreuzen: die Axenebene für rothes Licht und die für blaues Licht zeigen zu einander eine Verschiebung über Kreuz (Gedrehte oder gekreuzte Dispersion, D. tournante oder croisée *Des Cl.*, $2a$ in Fig. 317). Weil die Interferenzfigur in der einzigen Symmetrieebene liegt, existirt überhaupt keine Ebene mehr, mit Bezug auf welche sie symmetrisch wäre. Dagegen ist der Austrittspunkt der spitzen orthodiagonalen Bisectrix $b$ wenigstens noch insofern ein Punkt der Symmetrie, als, wenn man einen Punkt der Interferenzfigur mit jenem centralen Punkte derselben durch eine Linie verbindet und diese über jenen hinaus um sich selbst verlängert, die beiden Endpunkte dieser Linie gleiche Farben aufweisen. — Im Falle $2b$ (Orthodiagonale stumpfe Bisectrix) müssen gleichfalls die Ebenen der optischen Axen für alle Farben durch die Axe $b$ gehen, aber man spricht hier von der horizontalen Dispersion (D. horizontale *Des Cl.*), weil in der Richtung senkrecht auf die Axe $b$ oder senkrecht auf das Orthopinakoid gesehen, die Ebenen der optischen Axen für verschiedene Farben horizontal über einander zu liegen scheinen ($2b$ in Fig. 317). Die Farbenvertheilung ist hier noch, aber auch nur, symmetrisch zu dem Klinopinakoid, auf welchem ja in diesem Falle alle Axenebenen der verschiedenen Farben normal sind; in beiden Augen der Lemniscaten ist rechts und links von der Symmetrieebene die Farbenvertheilung genau gleich, aber jedes Auge ist vorn anders gefärbt als hinten. — Es ist einleuchtend, dass die gekreuzte und die horizontale Dispersion stets zusammen auftreten: ob man einer Substanz die eine oder andere zuschreibt, längt lediglich von der Grösse des optischen Axenwinkels ab. — Alle diese Dispersionserscheinungen sind natürlich für Krystalle des rhombischen Systems ausgeschlossen, worin ein wesentliches Mittel der Diagnose beruht.

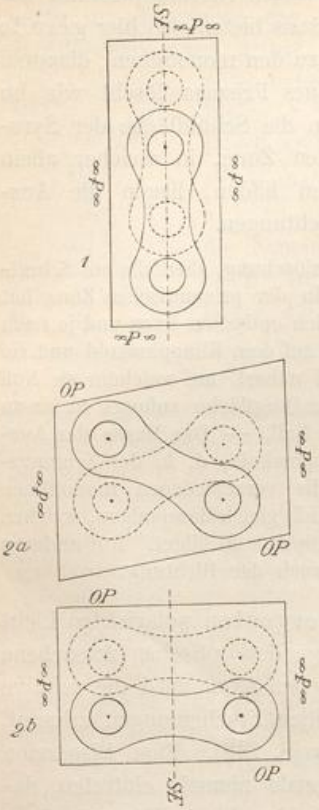


Fig. 317.

Bei einer sehr starken Dispersion der Bisectricen kann es geschehen, dass Schnitte, welche nicht ganz genau senkrecht auf der optischen Axenebene stehen, zwischen gekreuzten Nicols beim Drehen überhaupt in keiner Stellung auslöschen.

Besitzt der monokline Krystall, dessen optische Axenebene parallel $\infty\breve{P}\infty$ geht, deutliche klinopinakoidale Spaltbarkeit, so lässt sich in einer Spaltungslamelle desselben die Lage der beiden Bisectricen leicht bestimmen. Man braucht nämlich die Lamelle nur im parallelen polarisirten Licht zwischen gekreuzten Nicols einmal in

ihrer eigenen Ebene herumzudrehen und diejenigen beiden Richtungen zu bemerken, nach welchen sie das Maximum der Verdunkelung zeigt; diese beiden, auf einander rechtwinkeligen Richtungen sind es, in welche die Bisectricen fallen, und man wird finden, dass solche keine symmetrische Lage zu der Verticalaxe und Klinodiagonale haben; woraus denn folgt, dass auch die optischen Axen unsymmetrisch gegen diese beiden krystallographischen Axen liegen. Eine Spaltungslamelle von Gyps lässt dies sehr gut erkennen. Schleift man aus einem dickeren Krystall zwei Lamellen, welche auf der einen und auf der anderen Bisectrix rechtwinkelig sind, so wird wenigstens die eine derselben im convergenten pol. Licht die beiden Ringsysteme beobachten lassen. — Hätte man gefunden, dass eine der beiden Bisectricen ungefähr rechtwinkelig auf der Fläche des Orthopinakoids, oder der Basis, oder eines Hemidomas ist, und besitzt der Krystall nach derselben Fläche entweder eine tafelförmige Gestalt oder eine zweite Spaltbarkeit, so wird man im convergenten Licht entweder unmittelbar durch den Krystall, oder durch eine Spaltungslamelle beide Ringsysteme, jedoch mit unsymmetrischer Figur und Lage wahrnehmen. Dies zeigen z. B. manche durch das Orthopinakoid tafelige oder säulenförmige Diopsidkrystalle.

Besitzt der monokline Krystall im Falle $2a$ klinopinakoidale Spaltbarkeit, oder ist er tafelförmig nach dem Klinopinakoid, so sieht man durch eine Spaltungslamelle oder auch unmittelbar durch den Krystall selbst im convergenten pol. Licht meist beide Ringsysteme zugleich. — Zeigt ein prismatisches Spaltblättchen Axenaustritt, so steht er schief gegen die beiden Halbirungslinien des Gesichtsfeldes.

§ 113. **Optische Charakteristik trikliner Krystalle.** In dem triklinen System gibt es gar keine Fläche mit gerader Auslöschung; die Auslöschung liegt in allen Zonen im Allgemeinen schief gegen die Umrisslinien und die Spaltungsrisse. Bei den Durchschnitten durch trikline Krystalle ist die Interferenzfigur im Stauroskop stets gestört, wenn eine der krystallographischen Axen mit einem Nicolhauptschnitt parallel geht. Für jede Farbe haben die optischen Axen eine abweichende Lage in verschiedenen Ebenen und zugleich eine andere Mittellinie, es findet demnach hier eine Dispersion sowohl der Axen als der Axenebenen als der Mittellinien statt. Im convergenten polarisirten Licht ist daher die Interferenzfigur in Schnitten senkrecht gegen eine Bisectrix nicht nur von der entsprechenden eines rhombischen, sondern auch von derjenigen eines monoklinen Krystalls verschieden; die Farbenvertheilung ist hier unsymmetrisch sowohl mit Bezug auf die Projectionslinie der Axenebene, als hinsichtlich einer dazu Senkrechten, als auch unsymmetrisch zum Mittelpunkt des ganzen Axenbildes.

Anm. Bei den bisher angeführten Untersuchungen ist als Object gewöhnlich eine durch Schleifung oder Spaltung aus dem Mineral hergestellte dünne planparallele Lamelle vorausgesetzt worden. Zur Erkennung der Doppelbrechung, der Interferenzfigur, des optischen Charakters und des Pleochroismus, zur Aufsuchung der Auslöschungsrichtungen u. s. w. kann man aber auch, trotz ihrer Dicke und des Vorhandenseins von Flächen, Kanten und Ecken, kleinere ganze Krystalle, deren Bruchstücke, oder geschliffene Edelsteine verwenden, wenn für dieselben die Totalreflexion dadurch beseitigt wird, dass sie in ein Medium von nahezu gleicher Brechung getaucht sind. Man befestigt den Krystall als solchen in der zu untersuchenden Stellung mit Canadabalsam oder Wachs auf einem Objectträger, stülpt den Abschnitt einer Glasröhre darüber und füllt letztere mit Methylenjodid oder Kaliumquecksilberjodid. Eine Verdünnung mit Benzol erniedrigt den hohen Brechungsquotienten des ersteren (ca. 1,75), eine solche mit Wasser den des letzteren (ca. 1,72) bis zu dem des Minerals selbst. Auch Oele, Monobromnaphthalin können zur Verwendung kommen. Alsdann wird die Untersuchung im parallelen oder convergenten polarisirten Licht vorgenommen (*K. Klein*,



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sitzgsber. Berl. Akad. 1890. 347. 709; 1891. 435; 1895. 91. 1151. *Fuess* construirte dazu einen »Universaldrehapparat«.

§ 114. **Polarisationserscheinungen bei Zwillingen und Aggregationsformen.** Sämmtliche Zwillingsbildungen doppeltbrechender Mineralien mit geneigten Axensystemen geben im parallelen polarisirten Licht ihre Zusammensetzung aus mehren Individuen entweder durch Farbengegensätze oder durch Unterschiede der Helligkeit zu erkennen, wofern die Platte nicht parallel zur Verwachsungsebene gerichtet ist. Ist der Schnitt senkrecht zur Verwachsungsebene, so liegen die Auslöschungsrichtungen der einzelnen Individuen symmetrisch zu der Zwillingsnaht, z. B. in dem klinopinakoidalen Schnitt des Gypszwillings, Fig. 318. Polysynthetische Zwillinge mit lamellarer Ausbildung der Individuen liefern im polarisirten Licht gestreifte Schnitte, in denen die abwechselnden Lamellen übereinstimmende Auslöschung zeigen; Fig. 319 ist ein basischer Schnitt durch einen so nach $\infty\breve{P}\infty$ verzwillingten Plagioklas. Nach zwei Gesetzen gleichzeitig ausgebildete Zwillingsverwachsungen ergeben Schnitte mit gitterartiger oder parquettirter Zeichnung.

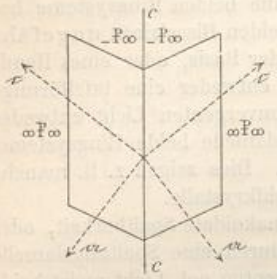


Fig. 318.


Fig. 319.

Ist die Schnittfläche genau oder nahezu parallel der Verwachsungsebene der Individuen und geht jeder transmittirte Lichtstrahl durch beide hindurch, so kann im parallelen polarisirten Licht zwischen gekreuzten Nicols in keiner Stellung völlige Dunkelheit eintreten. Wo bei schiefen Schnitten die Individuen an ihrer Grenze theilweise übereinandergreifen, fallen die Grenzen manchmal undeutlich aus. Unterscheiden sich die Individuen nur durch Grade der Helligkeit, so werden Farbengegensätze durch Einschaltung eines Gyps- oder Quarzblättchens hervorgebracht. — Im convergenten pol. Licht treten hier Axenbilder selbstverständlich nur dann hervor, wenn die einzelnen verzwillingten Individuen gross genug sind, um solche zu zeigen.

Alle Zwillinge des regulären Systems und die parallelaxigen des tetragonalen und hexagonalen können natürlich im polarisirten Licht überhaupt nicht optisch als solche erkannt werden.

Da, wo in den Aggregaten die feinen Individuen nicht parallel, sondern nach verschiedenen Richtungen gelagert sind, müssen die einzelnen derselben, sofern sie nicht isotrop sind, im polarisirten Licht gegenseitig verschieden gefärbt erscheinen. Bei dieser verschwommenen und schillernden, oft fleckig marmorirten sog. Aggregatpolarisation kann bei einer Horizontaldrehung selbstverständlich niemals der Fall eintreten, dass das ganze Aggregat zwischen gekreuzten Nicols gleichmässig dunkel wird.

Durch das Centrum geführte dünne Schnitte von radialfaserig oder -strahlig struirten Kugeln (oder Halbkugeln) zeigen, wenn das Aggregat homogen und jede Faser mit der anderen aequivalent ist, im parallelen polarisirten Licht oft zwischen gekreuzten Nicols ein dunkles (bisweilen blaugesäumtes) rechtwinkeliges Kreuz, dessen Arme von dem Mittelpunkt der Faserung ausgehen und meist in der Richtung der Polarisationsebenen der Nicols liegen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Diese letztere Erscheinung entsteht folgendermassen: In der durch das Centrum gehenden Platte, welche so dünn ist, dass sie nur aus einer ihrer Ebene parallelen Schicht von Fasern besteht, sind die letzteren alle radial und zugleich horizontal gerichtet. Gehören die Fasern nun einem einaxigen Mineral an, dessen Längsrichtung parallel der optischen Axe geht, oder einem zweiaxigen, dessen Längsrichtung ebenfalls irgend eine optische Elasticitätsaxe ist, so müssen gleichzeitig vier, um 90° verschieden gelegene Büschel ganz (oder fast ganz) paralleler Fasern — nämlich solche, deren Prismenaxen mit den Nicolhauptschnitten parallel gehen — gerade auslöschen und zusammen ein dunkles Kreuz bilden. Bei der Drehung des Präparats gelangen immer andere Fasern dazu, und dabei verbleibt das Kreuz natürlich an seiner Stelle; nur scheinbar bewegt es sich in umgekehrter Richtung mit derselben Geschwindigkeit, mit welcher das Präparat gedreht wird. In den durch das Kreuz gebildeten vier Quadranten liegen diejenigen Fasern, deren Elasticitätsaxen schief gegen die Nicolhauptschnitte gerichtet sind und hier ist je längs dem mittleren Radius die Helligkeit am grössten; das dunkle Kreuz kann daher auch nicht sehr scharf begrenzt sein, es verschwimmt allmählich in die hellen Quadranten. Bei parallelen Nicols gewahrt man ein unvollkommenes bräunliches Kreuz, dessen fleckenartige Aeste zwischen den verschwundenen Balken des ersteren liegen. Vermittels eines Gypsblättchens oder eines Quarzkeils kann man auch hier den optischen Charakter der Fasern bestimmen, wie an den Interferenzfiguren einaxiger Platten im convergenten Licht. — Sollten solche centralen Schnitte durch radialfaserige homogene Kugeln vorliegen, welche aus monoklinen oder triklinen Individuen bestehen, so würden die dunkeln, wiederum unter einander rechtwinkeligen Kreuzarme im Allgemeinen gegen die Nicolhauptschnitte mehr oder weniger schief geneigt sein, entsprechend dem Winkel, welchen die Elasticitätsaxe mit der Längsaxe der Fasern und der darauf stehenden Normalen bildet.

§ 115. **Wirkung der Temperaturerhöhung auf die optischen Eigenschaften.** Bei den im Folgenden erwähnten Erscheinungen wird vorausgesetzt, dass sie ohne chemische Veränderung der Substanz und ohne abnormen Wechsel der Molecularstructur erfolgen [1]).

1) Reguläre isotrope Krystalle bleiben isotrop bei jeder Temperatur und es kann bei ihnen nur der Brechungsquotient sich verändern; durch Temperaturerhöhung wird derselbe bei Steinsalz, Sylvin, Fluorit, Kalialaun kleiner, bei Diamant, Zinkblende grösser. — Reguläre Krystalle mit Circularpolarisation können dabei ihr Drehungsvermögen ändern; z. B. wird letzteres bei dem tetartoëdrischen Natriumchlorat verstärkt.

2) Optisch-einaxige (tetragonale und hexagonale) Krystalle behalten diesen Charakter bei jeder Temperatur; die einzige Veränderung beschränkt sich hier auf die Werthe der Brechungsquotienten $\omega$ und $\varepsilon$, also auf die Stärke der Doppelbrechung. Nach *Fizeau* vermindern sich für den Quarz bei der Erwärmung beide Quotienten (jedoch $\varepsilon$ in etwas höherem Grade als $\omega$), weshalb denn die Stärke der Doppelbrechung abnimmt; im Kalkspath dagegen wächst $\varepsilon$ mit der Temperatur sehr bedeutend, während $\omega$ kleiner wird, so dass hier die Doppelbrechung zunimmt; auch am Vesuvian, Beryll, Apatit ist eine Steigerung der Differenz von $\omega$ und $\varepsilon$ constatirt.

3) Bei den optisch-zweiaxigen rhombischen Krystallen erfahren die 3 Hauptbrechungsquotienten $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ durch die Erwärmung ungleiche Aenderungen, und damit ändert sich auch die Grösse des optischen Axenwinkels; jede der 3 optischen Elasticitätsaxen muss aber bei jeder Temperatur fortfahren, mit einer der 3 krystallographischen Axen zusammenzufallen, die Ebene der optischen Axen muss also immer

1) Ueber Constructionen von Erhitzungsapparaten vgl.: *H. Vogelsang*, Poggendorff's Annal. CXXXVII. 58; *R. Brünnée*, N. Jahrb. f. Min. 1890. II. 87; *K. Klein* (*R. Fuess*), ebendas. 1891. I. 65 und 68; *R. Fuess*, ebendas. Beilageb. VII. 406.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eine Symmetrie-Ebene bleiben. Für die Veränderung der Brechungsquotienten und des optischen Axenwinkels diene als Beispiel der Baryt:

| | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ | $2V$ für Roth |
|---|---|---|---|---|
| Bei 20° . . . . . | 1,63609 | 1,63712 | 1,64795 | 37° 28′ |
| 50° . . . . . | 1,63575 | 1,63678 | 1,64726 | 38° 43′ |
| 100° . . . . . | 1,63512 | 1,63612 | 1,64643 | 40° 15′ |
| 200° . . . . . | 1,63344 | 1,63474 | 1,64426 | 44° 18′ (204°) |

4) Bei den optisch-zweiaxigen monoklinen Krystallen ändert sich nicht nur $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ und der Winkel der optischen Axen, sondern meist auch die Ebene, in welcher die optischen Axen liegen, und damit kann sich auch die Lage derjenigen beiden optischen Elasticitätsaxen ändern, welche nicht mit der einzigen orthodiagonalen Symmetrie-Axe zusammenfallen; letztere muss aber immer ihren Charakter als Elasticitätsaxe bewahren, und das dreiaxige Elasticitäts-Ellipsoid vermag sich gewissermassen um dieselbe zu drehen.

Beim Glauberit liegen die optischen Axen anfangs senkrecht auf $\infty\breve{P}\infty$ (horizontale Dispersion, $\upsilon < \rho$); bei Erwärmung verkleinert sich der Axenwinkel, wird bei verschiedenen Temperaturen für die verschiedenen Farben $= 0$, und dann gehen die optischen Axen in der Ebene $\infty\breve{P}\infty$ wieder auseinander (mit geneigter Dispersion und $\upsilon > \rho$); die Lage der optischen Elasticitätsaxen verändert sich nicht merklich zwischen 0° und 100° Temperatur (*Laspeyres*).

| | für Blau | Grün | Gelb | Roth |
|---|---|---|---|---|
| Bei 5° opt. Axenwinkel = | 8° 51′ | 11° 42′ | 14° 8′ | 16° 6′ |
| » 22° » » = | 0° (bei 18°) | 8° 14′ | 11° 8′ | 13° 30′ |
| » 36° » » = | 8° 42′ | 0° | 8° 9′ | 11° 1′ |
| » 46° » » = | 11° 8′ | 7° 8′ | 0° | 8° 40′ |
| » 58° » » = | 13° 2′ | 10° 32′ | 7° 14′ | 0° |
| » 85° » » = | 10° 47′ | 15° 15′ | 13° 14′ | 10° 47′ |

Beim Gyps liegen in gewöhnlicher Temperatur die opt. Axen im Klinopinakoid und bilden 95° (geneigte Dispersion); mit steigender Temperatur vermindert sich dieser Winkel, indem sie sich mit ungleicher Geschwindigkeit einander nähern: bei 47° beträgt er nur = 76°, bei 95° nur = 39°; bei 116° beträgt er für die rothen Strahlen = 0°, für diese ist also der Gyps einaxig geworden. Bei dieser Temperatur sind aber die optischen Axen für die blauen Strahlen, für welche schon früher Einaxigkeit eingetreten ist, in einer auf $\infty\breve{P}\infty$ senkrechten Ebene auseinandergegangen; bei 120° gehen auch diejenigen für die rothen Strahlen in dieser Ebene auseinander (die Dispersion wird horizontal). — Der Syngenit wird bei Temperaturerhöhung einaxig und zwar erfolgt dies für Roth bei 143°, Gelb bei 160°, Blau bei 181,5°. — Im Adular vom St. Gotthard verkleinert sich ebenfalls der Axenwinkel bei der Erwärmung, wird hierauf Null und bei 200° Temperatur haben die wieder auseinandergegangenen Axen eine zu deren anfänglicher Ebene senkrechte Lage angenommen; bei der Abkühlung kehrt alles wieder in rückläufiger Reihenfolge zum ursprünglichen Zustand zurück; nach einer bis zur Rothgluth fortgesetzten Erhitzung bleibt aber die erfolgte Veränderung bei der Erkaltung permanent.

Krystalle, welche starke Dispersion der optischen Axen zeigen, sind auch oft gerade ausgezeichnet durch beträchtliche Veränderlichkeit des Axenwinkels mit der Temperatur.

5) Bei den optisch-zweiaxigen triklinen Krystallen kann sich nicht nur verändern $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, der Winkel und die Ebene der optischen Axen, sondern auch die Lage aller dreier optischer Elasticitätsaxen.

Bei gewissen Krystallen bringt die Erhitzung eine Veränderung der Molecularstructur und damit eine gänzliche Veränderung der optischen Charaktere hervor; so z. B. werden die (künstlichen) grünlichgelben rhombischen Krystalle des Antimonjodids

$SbJ^3$, auf ca. 114° erhitzt, roth und einaxig hexagonal. Hierher gehören auch die Veränderungen, welche durch Erhitzung am Leucit, Boracit, Tridymit vor sich gehen.

Tritt bei der Temperaturerhöhung aber eine Veränderung des chemischen Bestandes ein, so können die optischen Eigenschaften in hohem Grade andere werden, wie die Zeolithe zeigen, welche bei dieser Gelegenheit Wasser verlieren.

§ 116. **Optische Anomalieen.** Schon seit langer Zeit ist es bekannt, dass gewisse Mineralien optisch untersucht nicht dasjenige Verhalten zeigen, welches man mit Rücksicht auf ihre Formausbildung und ihre morphologische Zugehörigkeit zu dem einen oder anderen Krystallsystem bei ihnen voraussetzen sollte. So gibt es eine Reihe von Mineralien, welche sich nach Winkelwerthen und charakteristischer Entwickelung der Gestalt als Mitglieder des regulären Systems bekunden, gleichwohl aber deutliche Erscheinungen der Doppelbrechung und Polarisation aufweisen. Formell zum tetragonalen oder hexagonalen System gehörige Individuen kommen vor, welche dennoch in der Richtung der Hauptaxe eine Doppelbrechung offenbaren und sich als zweiaxig ergeben; formell rhombische Krystalle sind anomal, indem die optischen Elasticitätsaxen nicht alle in die krystallographischen Symmetrieebenen fallen. Vielfach jedoch zeigt sich, dass die abnormen Erscheinungen nur von gewissen Vorkommnissen eines und desselben Minerals dargeboten werden, andere dagegen sich ganz normal verhalten, oder dass die Anomalie sich nur auf gewisse Stellen einer Krystallplatte beschränkt. Manchmal ruft sie im polarisirten Licht eine Theilung in einzelne Felder und Sectoren hervor. — Umgekehrt sind auch Fälle bekannt, wo Substanzen von geringerer Symmetrie ein optisches Verhalten zeigen, wie es Individuen von höherer zukommt.

Für das optisch anomale Verhalten hat man im Lauf der Zeit mit mehr oder weniger Glück verschiedene Deutungsversuche gemacht[1]).

Anomalieen durch innere Spannungen. Dieselben werden durch mechanischen Druck oder Zug, schnelle Kühlung, einseitige Erwärmung hervorgebracht; ferner durch die Gegenwart von isomorphen Beimischungen.

*Brewster* hat zuerst beobachtet, dass die optischen Eigenschaften von Krystallen gestört werden, wenn ein mechanischer Druck auf sie ausgeübt wird. Steinsalz, Flussspath und Diamant werden doppeltbrechend, optisch einaxige Krystalle wie Kalkspath und Quarz werden zweiaxig. Durch Erhitzen können dieselben Veränderungen hervorgerufen werden. Später sind diese Versuche von *Reusch* und *Marbach*, von *Moigno* und *Soleil*, *Pfaff*, *Klocke*, *Bücking* u. A. weiter geführt worden[2]).

---

1) Eine übersichtliche und kritische Zusammenstellung aller damaligen Forschungen nebst vielen neuen Untersuchungen enthält die ausgezeichnete, von der F. Jablonowski'schen Ges. d. Wiss. gekrönte Preisschrift von *R. Brauns*, »Die optischen Anomalien der Krystalle«, Leipzig 1891.

2) Wie künstliche amorphe Körper, Leim, gelatinöse Substanzen, Harze oft entweder schon in Folge der beim Eintrocknen entstehenden Spannungen doppeltbrechend sind, oder durch geringen Druck und Zug doppeltbrechend werden, so zeigen auch mineralische Harze, Opale und andere amorphe Medien manchmal energische Doppelbrechung. — *Klocke* stellte aus Gelatine-Gallerte, welche im gespannten Zustand zum Eintrocknen gebracht wurde, Platten her, welche sowohl im parallelen als auch im convergenten polarisirten Licht alle optischen Eigenschaften der von optisch anomalen Krystallen herrührenden Platten besitzen und erweisen, dass ein gleichförmig comprimirter (oder dilatirter) isotroper Körper die Eigenschaften eines ein- oder zweiaxigen Krystalls annehmen kann (Ber. d. naturf. Ges. z. Freiburg VIII. 1881. 1). Auch *Benzaude* nahm wahr, dass Gelatine, wenn sie in reguläre Formen, z. B. in solche von 202 gegossen wird, in den nach der Festwerdung angefertigten Schnitten eine nahezu vollständige Nachahmung der Doppelbrechungserscheinungen gewisser regulärer Krystalle erkennen lässt. — Fäden, welche aus zähflüssigem Gummi gezogen werden, sind stark doppeltbrechend und zwar bei arabischem Gummi in Bezug auf die Längsrichtung positiv, bei Kirschbaumgummi negativ. Mischt man

Ein Steinsalzwürfel kann durch blos mit den Fingern ausgeübten Druck doppeltbrechend gemacht werden; jedoch erfolgt alsdann keine dauernde Veränderung, sondern bei dem Nachlassen des Drucks wird der Würfel wieder isotrop. Wird derselbe aber in einer Presse stärker zusammengedrückt, so bleibt er dauernd doppeltbrechend und zwar negativ einaxig. Sylvin wird durch Druck parallel einer Würfelnormale positiv, durch Druck parallel einer Oktaëdernormale negativ einaxig, gerade umgekehrt wie Flussspath. — *Reusch*, welcher schwach doppeltbrechende Alaune untersuchte und diese Eigenschaft auf innere, beim Wachsthum der Krystalle hervorgebrachte Contractionen und Spannungen zurückführte, konnte durch eine geeignete Pressung, welche jener Spannung entgegenwirkte, die Doppelbrechung für die Dauer des Drucks wieder aufheben. In den Alaunkrystallen macht sich die Doppelbrechung in der Weise geltend, als sei die Substanz des Krystalls innerhalb derjenigen Ebenen gespannt, parallel denen der schichtenartige Aufbau erfolgte. — Einfach brechende reguläre Mineralien wie Steinsalz werden bisweilen bei der Erzeugung der Schlagfigur (S. 191) um dieselbe herum doppeltbrechend, in Folge des hier ausgeübten Drucks. — *Jannettaz* brachte in ein leeres Selterswasser-Syphon feingepulverten regulären einfachbrechenden Kali-Alaun und füllte darauf die Flasche mit kohlensäurehaltigem Wasser. Nach Auflösung des Salzes an der Sonne wurde die Flasche an einen kühlen Ort gebracht, wo sich bald Alaunkryställchen ausschieden, welche unter dem Druck der Kohlensäure eine Doppelbrechung erlangt hatten, ohne sich von dem gewöhnlichen Alaun chemisch oder geometrisch zu unterscheiden. — Reguläre geschmeidige Krystalle von Chlorsilber, Bromsilber und Jodobromid, mit dem Messer zu dünnen Plättchen zusammengedrückt, zeigen nach *v. Lasaulx* im parallelen polarisirten Licht unregelmässige Systeme dunkler Hyperbeln und Aufhellung einzelner Stellen; schneidet man von einem Chlorsilber-Würfel (aus Schneeberg) ein Scheibchen ab, so zeigt sich dies ebenfalls doppeltbrechend. — In einfachbrechender Zinkblende kann man durch gelinden Druck sehr leicht doppeltbrechende, nach O verlaufende Streifen hervorrufen, welche den Charakter von Gleitflächen besitzen.

*Brewster* leitete die Polarisationserscheinungen, welche sich stellenweise im regulären Diamant, im amorphen Bernstein finden, von comprimirten Gasen ab, welche dort in Höhlungen eingeschlossen sind und durch Druck in der Molecularstructur der umgebenden Substanz Spannungen hervorrufen. Nach *Sorby* gehen aber die Interferenzerscheinungen im Diamant nicht von Hohlräumen, sondern von eingebetteten fremden Krystallen aus, welche rings um sich die gleichmässige Contraction des Diamants verhinderten. Auch *Jannettaz* bemerkte in einem übrigens isotropen Diamant um einen fremden kleinen Einschluss einen hellen doppeltbrechenden Hof, während von den Ecken des Einschlusses dunkle Banden ausstrahlten. *Klocke* macht darauf aufmerksam, dass im parallelen polarisirten Licht auftretende, bei der Drehung der Platte bewegliche schwarze Streifen für die Spannungsdoppelbrechung, wie sie z. B. um fremde Körper in isotropen Medien vorkommt, charakteristisch sind.

Bei allen diesen Verhältnissen ist es insbesondere zu beachten, dass es ausser den die abnormen Erscheinungen aufweisenden Individuen auch allemal solche äusserlich gleiche Krystalle derselben Substanz gibt, welche sich als ganz normal einfachbrechend erweisen. *Ben-Saude* erhielt aus einer theilweisen Auflösung von durchaus

beide Colloide in dünnflüssigem Zustand und lässt dann wieder bis zu demjenigen Consistenzgrade eintrocknen, bei dem sich aus der Masse bequem Fäden ziehen lassen, so kann man je nach dem Mischungsverhältniss alle Abstufungen im Grade und Sinne der Doppelbrechung und auch bei Zug und Druck optisch ganz neutrale Fäden herstellen (*Ambronn*).

Ein von zwei Seiten her gleichmässig zusammengepresster Würfel aus Glas gewinnt dieselben optischen Eigenschaften, wie ein negativer optisch einaxiger Krystall, dessen optische Axe in der Druckrichtung liegt. Durch eine ebensolche Spannung in einer bestimmten Richtung wird das Glas umgekehrt positiv doppeltbrechend. Wird eine kreisförmige Platte von Glas auf ihrer cylindrischen Randfläche mit einer sehr festen Schnur umwunden und diese sehr stark angezogen, so erscheint im parallelen polarisirten Licht eine ähnliche Interferenzfigur wie in den basischen Platten einaxiger Krystalle im convergenten Licht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

isotropem Steinsalz 1—3 Mm. grosse prächtig doppeltbrechende Steinsalzwürfelchen neben anderen, die sich im pol. L. ganz oder fast ganz unwirksam zeigten. Aus der Lösung eines doppeltbrechenden Krystalls schieden sich nach einander stark und weniger stark doppeltbrechende Krystalle ab. Es gelang ihm ferner, einen doppeltbrechenden Steinsalzkrystall in einer Kochsalzlösung so weiter wachsen zu lassen, dass einfachbrechende Substanz, ganz regelmässig orientirt, sich darum ansetzte. Die Doppelbrechung könne daher auch hier nur als eine auf gestörter Molecularstructur beruhende Anomalie erklärt werden (N. Jahrb. f. Min. 1883. I. 165).

Rücksichtlich des Zustandekommens der auf Spannungen begründeten optischen Anomalie regulärer Krystalle legt *K. Klein* in seinen Untersuchungen über die Doppelbrechung des regulären Granats (N. Jahrb. f. Min. 1883. I. 87; 1895. II. 68) besonderes Gewicht auf die Beziehungen zwischen der anomalen optischen Beschaffenheit und den Begrenzungselementen, der äusseren Form des Krystalls. Er constatirte, dass, wenn hier überhaupt Doppelbrechung auftritt, die Oktaëder sich bezüglich derselben anders verhalten, als die reinen Rhombendodekaëder, diese wieder anders als die reinen Ikositetraëder oder die Achtundvierzigflächner, und in den Combinationen dieser Formen kommen die für die letzteren charakteristischen optischen Structuren mit einander in Conflict. In einem und demselben Krystall finden sich isotrope und in optischem Sinne rhombische und trikline Schichten. Da auch nahezu und vollständig isotrope Krystalle vorkommen, so spreche dies dafür, dass die bei jenen anderen beobachtete optische Wirksamkeit nicht aus ursprünglicher Anlage resultirt, sondern secundären Umständen ihre Entstehung verdankt, insofern bei dem Act der Krystallisation, in einem kurzen Zeitmoment beim Festwerden nicht nur eine Contraction der Masse, ähnlich den Colloiden stattfindet (wofür vielfach Trennungsklüfte Zeugniss ablegen), sondern auch die Gestalt des vorhandenen Körpers selbst einen Einfluss auf diese Contraction geltend macht; indem der letztere auf einer gegebenen Fläche, nach Art ihrer Umgrenzungselemente, nach dem auf sie wirkenden Druck, nach Temperatur und Concentration der Lösung verschieden ist, wird er auch abweichende Wirkung äussern. Ueberwiegt der Einfluss der Begrenzungselemente (Kanten), so bildet sich eine Feldertheilung, präponderirt die Wirkung normal zur Fläche, so bleibt letztere einheitlich. — Auch nach *Ben-Saude* sind die Begrenzungselemente in erster Linie beim Zustandekommen der optischen Structur maassgebend; er that für den Analcim dar, dass die Form der einzelnen optischen Theile, deren für die Combination (∞O∞.202) 30, für 202 allein 24 vorhanden sind, mit den Veränderungen der äusseren Begrenzungen des Krystalls in zusammenhängender Weise sich verändert; verschwinden Flächen, so fallen Theile fort, treten Kanten auf, so erscheinen optische Grenzen. Von jeder Fläche aus geht nach der Mitte des Krystalls gewissermassen eine Pyramide, welche als Basis dieselbe Fläche hat und soviel Seiten besitzt, als Kanten die Fläche begrenzen. Jeder äusseren Kante am Krystall entspricht im Inneren eine optische Grenze, jeder Fläche ein optisches Feld. Schnitte parallel der Basis solcher Pyramiden aus der Oberfläche des Krystalls genommen, erscheinen annähernd einheitlich und unwirksam. Auch die Platten von Gelatinekörpern, welche in hohlen Krystallformen langsam zur Erstarrung gelangt waren, erwiesen sich bezüglich ihres Zerfalls in Sectoren mit einer Structur versehen, welche von den Begrenzungsflächen abhängig ist, und welche natürlich hier in dieser amorphen Substanz nicht durch krystallographisch verschiedene Richtungen bewirkt sein kann (N. Jahrb. f. Min. 1882. I. 41). — *Weinschenk* gewahrte übrigens an Grossularen des Gross-Venedigerstocks, dass auch da, wo in den körnigen Aggregaten Krystallform völlig fehlt, die doppeltbrechenden Sectoren genau in derselben Weise gegen einander abgegrenzt sind, wie es bei den wohlausgebildeten Krystallen der Klüfte und Drusen der Fall ist.

Für tetragonale und hexagonale Krystalle ist durch viele Untersuchungen festgestellt worden, dass dieselben, in der Richtung ihrer optischen Axe (also senkrecht auf die Basis) einem Druck unterworfen, stärkere oder schwächere Doppelbrechung gewinnen, aber immer optisch einaxig verbleiben. Wirkt der Druck senkrecht auf

die optische Axe (also parallel der Basis), so verändert sich die einaxige Interferenzfigur, die kreisförmigen Farbenringe verlängern sich elliptisch, das schwarze Kreuz geht in der Mitte in zwei Hyperbeln auseinander und es entsteht das Interferenzbild eines zweiaxigen Krystalls mit kleinem, aber bei Zunahme des Drucks sich (wenn auch nicht proportional) vergrösserndem Axenwinkel. Dabei gehen bei positiven Krystallen die beiden Axen in einer Ebene auseinander, welche der Druckrichtung parallel ist; es bleibt die frühere optische Axe die Schwingungsrichtung der kleinsten Lichtgeschwindigkeit und spitze Bisectrix, aus dem positiven einaxigen entsteht demnach ein ebenfalls positiver zweiaxiger Krystall. Bei den negativen Krystallen gehen die beiden optischen Axen umgekehrt in einer zur Druckrichtung senkrechten Ebene auseinander; die frühere optische Axe bleibt die der grössten Lichtgeschwindigkeit und der Krystall wird also auch negativ zweiaxig. Aus *Bücking*'s Untersuchungen über die Modification der optischen Verhältnisse der Krystalle unter dem Einfluss eines messbaren äusseren Drucks vermittels eines Schraubenpressapparats (Z. f. Kryst. VII. 1883. 558) geht hervor, dass bei einaxigen Krystallen die Grösse des durch den Druck entstehenden optischen Axenwinkels nicht von Anfang an proportional dem Druck zu- oder abnimmt, auch dass für die verschiedenen einaxigen Mineralien durch einen gleich hohen Druck ein verschiedener Axenwinkel entstand; bleibende Aenderungen konnte auch *Bücking* ebensowenig wie seine Vorgänger beobachten. — *Klocke* gibt an, dass eine das normale Axenbild zeigende Platte von (optisch positivem) Eis schon bei einfachem Druck zwischen den Fingern die Zweiaxigkeit in einer sehr deutlichen Weise offenbart; beim Nachlassen des Drucks vereinigen sich die Hyperbeln wieder zu dem schwarzen Kreuz (N. Jahrb. f. Min. 1879. 280). — *Wilh. Klein* fand, indem er einaxige Krystalle ungleichmässig einseitig erwärmte, dass das dunkle Kreuz der basischen Platten in eine Hyperbel gespalten wird, und zwar steht die Hyperbelaxe bei den positiven parallel, bei den negativen senkrecht zu der Richtung, in welcher die Wärme zugeführt wurde (Z. f. Kryst. IX. 1884. 38). — Von Belang ist die Wahrnehmung *Des Cloizeaux*'s, dass der Winkel der optischen Axen bei den an sich einaxigen Substanzen, welche nur durch gelegentliche Structur-Anomalieen zweiaxig erscheinen, bei der Temperaturerhöhung keine merklichen Veränderungen zeigt, während er bei wirklich zweiaxigen Krystallen dann meist bedeutenden Veränderungen unterworfen ist. Der tetragonale Apophyllit besitzt z. B. trotz der bisweilen vorkommenden Zweiaxigkeit dann beim Erwärmen einen unveränderten Axenwinkel.

Wenn *R. Brauns* die bemerkenswerthe Beobachtung gemacht hat, dass optische Anomalieen durch isomorphe Beimischung entstehen, so stellt er diesen Vorgang deshalb mit Recht den durch innere Spannungen erzeugten Erscheinungen an die Seite, weil es scheint, dass hier die isomorphe Mischung insofern die Ursache der optischen Abnormität sei, als deren Componenten nicht gleichzeitig in den Zustand des Festwerdens übergehen und dadurch unter Störung der Gleichgewichtslage Spannungen hervorgerufen werden, welche bei den einheitlichen Substanzen nicht beobachtet sind. Auch müssen Spannungen entstehen, wenn die Molecularvolumina von übereinander gelagerten isomorphen Schichten nicht genau gleich gross sind. Während bei den verschiedenen Alaunen, bei Bleinitrat und Baryumnitrat chemisch reine Krystalle vollkommen optisch isotrop sind, kommt die anomale Doppelbrechung nur bei solchen vor, denen ein isomorphes Salz beigemischt ist (N. Jahrb. f. Min. 1883. II. 102; 1885. I. 96). Alle Krystalle von reinem Kali-Thonerde-Alaun z. B. wurden als isotrop befunden, ebenso alle von reinem Ammoniak-Thonerde-Alaun; solche dagegen, die aus Lösungen entstanden waren, welche beide Substanzen gemischt enthielten, waren nach Maassgabe der Betheiligung der isomorphen Verbindung doppeltbrechend, am stärksten die aus einer, gleiche Gewichtstheile Kali- und Ammoniak-Alaun enthaltenden Lösung angeschossenen. Bei Bleinitrat und Baryumnitrat genügte schon eine verhältnissmässig geringe gegenseitige Beimengung, um Krystalle zu erhalten, welche stärker als die am stärksten activen gemischten Alaune doppeltbrechend ausfielen, während die reinen Salze ganz isotrop waren. Aus einer gemischten Lösung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wurden umgekehrt wieder isotrope Krystalle erhalten, wenn eine Entfernung des zugemischten isomorphen Salzes erfolgte. Die isomorphen Anwachsschichten, welche sich aus gemischten Lösungen über einem isotropen Alaunkrystall von einfacher Substanz absetzten, zeigten ebenfalls Doppelbrechung, sowie dass das Zerfallen in Sectoren durchaus abhängig war von der Form der Krystalle. Es kann nach diesen Untersuchungen keinem Zweifel unterliegen, dass das Auftreten der Doppelbrechung in den geprüften Krystallen mit dem Vorhandensein einer isomorphen Beimischung in einem ursächlichen Verhältniss steht. Durch die schichtweise wechselnde Zusammensetzung, welche ein aus einigermassen verschieden löslichen Componenten bestehender Mischkrystall besitzen muss, wird auch das bisweilen beobachtete, von der Mitte nach dem Rande zu erfolgende Zunehmen der Intensität der Doppelbrechung erklärt. Auf Grund der Wahrnehmung, dass die doppeltbrechenden Mischkrystalle von Ammoniak- und Kali-Alaun einen entgegengesetzten optischen Charakter besitzen als solche von Ammoniak- und Eisen-Alaun, gelang es, aus einer Lösung, welche diese drei Substanzen zusammen enthielt, dennoch isotrope Krystalle darzustellen, indem jene sich in ihrer Wirkung gewissermassen gegenseitig aufhoben[1]).

Für die durch isomorphe Beimischung anomalen Krystalle ist auch zufolge *R. Brauns* die Abhängigkeit der optischen Structur von der äusseren Begrenzung charakteristisch. In den hierher gehörigen regulären Krystallen geht von jeder Fläche eine Pyramide in das Innere, deren optisches Verhalten von der geometrischen Symmetrie dieser Fläche in auffallender Weise abhängt; in den betreffenden Anwachskegeln treten gewisse Druck- oder Zugkräfte auf, welche in deren Bezirk das optische Verhalten ändern. Die Mischkrystalle von Blei- und Baryumnitrat sind einfachbrechend nach den Würfelflächen, doppeltbrechend einaxig positiv nach den Oktaëderflächen, doppeltbrechend zweiaxig negativ nach den Flächen des Pentagondodekaëders. — *R. Brauns* findet eine solche Uebereinstimmung zwischen dem optischen Verhalten des Granats und der von ihm künstlich dargestellten doppeltbrechenden Alaunkrystalle, dass er geneigt ist, die Erscheinungen bei dem ersteren auch nur durch die verschiedene chemische Zusammensetzung, d. h. durch den Conflict isomorpher Mischungen zu erklären. Nach seiner Ansicht sind auch die optischen Anomalieen bei Haüyn, Sodalith, Chabasit, Turmalin, Apatit, Pyromorphit und Mimetesit, Vesuvian, Apophyllit, Topas wahrscheinlich auf isomorphe Beimischung zurückzuführen.

Anomalieen durch Dimorphie der Substanz. In diesem Falle hat die eine Modification der Substanz die äussere Form geliefert, während die andere Modification jetzt die innere Raumerfüllung bildet, so dass eine Discordanz zwischen morphologischer Ausbildung und optischem Verhalten besteht. Durch Aenderung der Temperatur kann aber in manchen Fällen die letztere zweite Modification innerhalb des bestehenden äusseren Rahmens in die erste ursprüngliche wieder übergeführt werden, und alsdann stehen Form und optische Reactionen wiederum im Einklang. So sind diese Anomalieen insofern von beschränkterer Art, als sie nur für bestimmte Temperaturen zur Geltung kommen. Im Allgemeinen ist die neue jetzt vorliegende Modification gegen die Form der alten gesetzmässig orientirt. In den bekannten Fällen besitzt die jetzige Modification niedrigere Symmetrie als die erste ursprüngliche, deren Gestalt, wenn auch bisweilen etwas deformirt, erhalten ist. Hier liegt demnach eine Art von Paramorphose vor. Solche Substanzen, welche durch Aenderung von Temperatur und Druck beliebig oft aus der einen in eine andere Modification übergeführt und rückgewandelt werden können, sind

1) Die Ergebnisse aus diesen Wahrnehmungen lassen sich nicht in dem Sinne umkehren, dass überhaupt isomorphe Mischungen optische Anomalieen im Gefolge haben müssen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von *O. Lehmann* enantiotrope genannt worden. Ist mit der Umwandlung eine nur geringe Volumenänderung verbunden, so entstehen Spannungen, die sich durch Sprünge oder Verschiebungen nach Gleitflächen theilweise ausgleichen.

*Mallard* hat 1882 die bemerkenswerthe Beobachtung gemacht, dass der unter gewöhnlichen Umständen bei äusserlich vollkommen regulärer Form dennoch aus doppeltbrechenden rhombischen Theilen bestehende Boracit bei einer bestimmten höheren Temperatur (ca. 265° C.) plötzlich, und zwar für alle Farben, in der That einfachbrechend wird, in noch höherer Temperatur auch isotrop bleibt, wogegen dann aber bei verminderter Temperatur nahezu dieselbe frühere Feldertheilung mit ihrer optischen Zweiaxigkeit wieder zurückkehrt. Es ist daher wohl anzunehmen, dass anfänglich eine Entstehung der regulären Form unter entsprechender Anordnung der Molecüle erfolgte, welche aber bei sinkender Temperatur nicht bestehen blieb; es änderte sich die Gleichgewichtslage unter Ausbildung einer neuen, der rhombischen, mit welcher Zwillingsbildung Hand in Hand ging; durch höhere Erwärmung kann dann wieder die der Form ursprünglich entsprechende reguläre Anordnung der Theilchen erreicht werden. Bei sechsseitigen Blättchen von Tridymit, welche anfänglich als wirklich dem hexagonalen System zugehörig aufgefasst, dann aber bei optischer Untersuchung als ein zwillingsmässig verschränktes Aggregat rhombischer Theilchen erkannt wurden, verschwinden schon bei mässigem Erhitzen (ca. 130°) die Zwillingsgrenzen, und die der äusseren Form entsprechende einfache Brechung stellt sich ein. Hierher gehört ferner der Leucit, in dessen Schnitten die sehr complicirte lamellare polysynthetische Verzwillingung rhombischer Individuen bei beginnender Rothgluth plötzlich verschwindet; bei sinkender Temperatur kehren die Lamellen und Felder, oft in geänderter Vertheilung wieder zurück (*K. Klein*). Die auf den Krystallflächen vorhandenen Streifen und Knicke gehen ebenfalls in hoher Temperatur verloren. — Bei dem äusserlich regulär geformten Perowskit, welcher in seiner inneren Structur grosse Aehnlichkeit mit Boracit darbietet, ist es aber bis jetzt noch nicht gelungen, in hoher Temperatur die rhombischen verzwillingten Lamellensysteme verschwinden zu lassen.

Anomalieen durch Ueber- oder Nebeneinanderlagerung von verschieden orientirten Lamellen. Lamellen eines minder symmetrischen Systems können wohl so mit einander verwachsen, dass in den aufeinanderfolgenden Lamellen nahezu gleichartige Richtungen vertauscht und gleichnamige optische Elasticitätsaxen gekreuzt erscheinen. Durch solche Ueberlagerung wird eine Compensation ungleichnamiger optischer Elasticitätsaxen bewirkt und die Krystalle nähern sich auch in ihrem optischen Verhalten demjenigen höher symmetrischer Individuen.

*E. Reusch* hat gezeigt, dass man, wenn zweiaxige Glimmerblättchen mit gekreuzten optischen Axenebenen über einander geschichtet werden, die Interferenzerscheinungen einaxiger Krystalle (mit oder ohne Circularpolarisation) nachahmen kann. Das Verhalten solcher Glimmercombinationen im parallelen und convergenten polarisirten Licht entspricht, weil die ungleichnamigen optischen Elasticitätsaxen sich völlig compensiren, durchaus demjenigen einaxiger Krystalle, wenn die Blättchen unendlich dünn und nach bestimmten Gesetzen regelmässig gekreuzt sind. Ist dies aber nicht der Fall, sind die Lamellen vielmehr verschieden dick und nicht im regelmässigen Wechsel gekreuzt, so verhalten sich die Combinationen verschieden, an manchen Stellen scheinen sie einaxig, an anderen geben sie gestörte Interferenzbilder und gleichen mehr oder weniger zweiaxigen Krystallen. Beim Pennin kann man so nach *Tschermak* in fast ununterbrochener Reihenfolge die Entwickelung der Einaxigkeit aus der Verwachsung zweiaxiger Lamellen verfolgen. — Wird auf ein Kalkspathspaltungsstück R ein zweites gleich dickes in einer um 180° abweichenden Stellung gelegt, so dass also ein künstlicher Zwilling mit R als Zwillingsebene gebildet wird, so erfährt der durch diese

Doppelplatte gerade hindurchgehende Strahl keine Doppelbrechung; Platten von ungleicher Dicke schwächen die Doppelbrechung. — In der Natur wird das Zustandekommen der Mimesie (§ 61) dadurch unterstützt, dass die den Aufbau bedingenden minder symmetrischen Theile eine Molecularstructur und eine Form besitzen, welche der äusseren höher symmetrischen Krystallgestalt sehr nahe steht.

Zeigen Krystalle an einzelnen Stellen vollkommene Einaxigkeit, an anderen Zweiaxigkeit mit wechselndem Axenwinkel und variirender Lage der Axenebene, so muss nach *Mallard* bei ihnen auf eine Zusammensetzung aus dünnen, einander unter schiefen Winkeln innig und zwillingsartig durchkreuzenden Lamellen von geringerer oder keiner Symmetrie geschlossen werden, auch wenn die mikroskopische Beobachtung solche nicht nachweisen kann. Damit hänge es alsdann auch zusammen, dass Krystalltheile bei einer schwächeren Vergrösserung optisch völlig homogen erscheinen, sich aber bei stärkerer in ein regelmässiges Aggregat höchst feiner Zwillingslamellen von niedriger Symmetrie auflösen, so dass das Zusammenauftreten von optisch sich ungleich verhaltenden Stellen bei einer äusserlich scheinbar einfachen Krystallform zurückgeführt würde auf eine abweichend grosse Entwickelung der einzelnen zwillingsverwachsenen Theile. Zeigt ein Krystall von regulärer Form Doppelbrechung, so sei dies unter allen Umständen ein sicherer Beweis dafür, dass er nur scheinbar regulär, aber in Wirklichkeit aus Theilchen von einer geringeren Symmetrie aufgebaut ist, deren Grad optisch ermittelt werden muss. Als Beispiel dieser Anschauungen *Mallard*'s mag der Granat dienen, dessen Krystalle bald einfachbrechend sind, bald doppeltbrechend mit verschiedenem Verhalten. Ein $m$O$n$ bestehe aus 48 zweiaxigen triklinen Individuen, deren spitze Bisectrix schief steht zu jeder Fläche. Bei einem $m$O$m$, welches aus 24 zweiaxigen Individuen zu bestehen scheine mit der spitzen Bisectrix senkrecht zu je einer Fläche, sei jedes dieser Individuen schon ein Zwillingsgebilde jener triklinen Primitivformen. Ebenso verhalte es sich bei den 12 zweiaxigen Individuen, aus denen $\infty$O, bei den 8 einaxigen, aus denen O zusammengesetzt erscheine (eine optische Axe senkrecht auf jeder Oktaëderfläche). Je inniger und feiner die Zwillingsverwachsung, desto höher die optische Symmetrie. In den isotropen Granaten sei die Zwillingsverwachsung eine so feine, dass die darin befindlichen Molecülschichten in ihrer optischen Wirkung sich vollkommen compensiren und demzufolge auf das polarisirte Licht gar nicht wirken. Der Analcim und Flussspath sei aus 3 tetragonalen oder vielmehr aus 12 rhombischen, der Alaun aus 8 hexagonalen Individuen aufgebaut. Diese Hypothese *Mallard*'s ist von Einigen ganz oder theilweise anerkannt, von Anderen in ihrer Allgemeinheit mit guten Gründen eingehend bestritten worden[1]). Vgl. darüber das S. 245 citirte Werk von *Brauns*, der selbst ein Gegner derselben ist.

Abweichungen von den normalen optischen Verhältnissen können auch durch unvollkommenen Parallelismus der krystallographischen Axen bei solchen Krystallen entstehen, welche aus zahlreichen Subindividuen aufgebaut sind.

---

1) Dass der bei gewöhnlicher Temperatur aus rhombischen Individuen bestehende Boracit bei 265° plötzlich isotrop wird (S. 250), will *Mallard* nicht durch Rückkehr zu der regulären Modification, sondern dadurch erklären, dass in dieser höheren Temperatur die Zwillingsverwachsung eine so innige und reichliche wird, dass der Krystall einfachbrechend erscheint.

Mit obigen Vorstellungen verknüpft sich bei *Mallard* eine eigenthümliche Anschauung über die Dimorphie. Nach ihm hat jede chemische Verbindung stets nur eine einzige Krystallform und die dimorphen höher symmetrischen Modificationen entstehen durch zwillingsartige Verwachsung der einzelnen minder symmetrischen Molecülschichten; so betrachtet er den isländischen Doppelspath nur als ein Aggregat kleinster, in verschiedenem Sinne gekreuzter Krystalllamellen von nicht höherer Symmetrie als derjenigen des Aragonits; gegen diese Supposition erhebt der Gegensatz der specifischen Gewichte zwischen Kalkspath und Aragonit sofort Einspruch. Auch der Umstand, dass die verschiedenen Modificationen eines und desselben Salzes oft sehr deutlich verschiedene Löslichkeit besitzen, dürfte schon allein die Annahme ausschliessen, dass die höher symmetrische Modification aus zwillingsartig verwachsenen Molecülschichten einer minder symmetrischen aufgebaut sei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei einaxigen Krystallen zeigen die basischen Platten örtlich Defigurationen der farbigen Ringe, namentlich stellt der innerste centrale Ring nicht mehr eine ganz stetige Curve dar, wie dies bei wirklich zweiaxigen Lamellen der Fall ist, sondern besteht aus zwei einander nicht genau correspondirenden Kreisbogen.

Bei den vorstehenden Erklärungen handelt es sich darum, dass die Krystalle sich nicht oder nicht mehr im krystallologischen Gleichgewicht befinden. Wenn bei Erhaltung der äusseren Form eine innere chemische Veränderung der Substanz eingetreten ist und im Gefolge derselben das optische Verhalten ein anderes wird, so kann dies nicht als eine optische Anomalie bezeichnet werden. So verändert sich bei wasserhaltigen Mineralien (z. B. Zeolithen) die optische Beschaffenheit durch Wasserentziehung; oder es steht der reguläre Haüyn innerlich zu einem Haufwerk natrolithischer Fäserchen um und zeigt in Folge dessen Aggregatpolarisation.

§ 117. **Circularpolarisation.** Die Circularpolarisation besteht darin, dass in gewissen Krystallen die Schwingungsebene des polarisirten Lichtes gedreht wird, und zwar für Strahlen von verschiedener Wellenlänge um verschieden grosse Winkel. Die Aetherschwingungen erfolgen daher hier nicht wie sonst lediglich in bestimmten Ebenen, sondern es wird ihnen eine rotirende kreisförmige Bewegung verliehen. Die Eigenschaft wurde zuerst 1811 von *Arago* am Quarz entdeckt, 1817 von *Fresnel* erklärt. Am Quarz, bei welchem in Folge seiner tetartoëdrischen Ausbildung überhaupt enantiomorphe, rechts und links gebildete Krystalle zu unterscheiden sind, gibt sie sich in der Richtung der Hauptaxe, also in den basischen Krystallplatten im convergenten polarisirten weissen Tageslicht besonders durch folgende Erscheinungen zu erkennen:

1) Die kreisrunden Farbenringe des Interferenzbildes erscheinen zwar wie in jeder anderen optisch-einaxigen Platte, allein das schwarze Kreuz ist in seinem centralen Theile völlig unsichtbar und nur nach aussen hin mehr oder weniger zu bemerken. Ferner erweist sich das von dem innersten Ringe umschlossene kreisrunde Feld nicht mehr weiss, sondern gleichmässig gefärbt; und zwar hängt die Art der Farbe von der Dicke der Platte ab, weshalb sie in gleichdicken Platten dieselbe, in ungleichdicken Platten verschieden ist. Die Farbe ist diejenige, welche die Platte auch im parallelen Licht zeigen würde.

Blos ganz dünne Platten lassen noch den mittleren Theil des Kreuzes erkennen; sobald ihre Dicke 0,35 Millimeter erreicht hat, so fehlt dieser Theil gänzlich in dem Bilde der isochromatischen Ringe.

2) Dreht man den Analysator nach rechts oder nach links, so verändert sich die Farbe des centralen Feldes und es findet zugleich eine Theilung der farbigen Ringe in vier Bogen, sowie eine Erweiterung oder eine Verengung derselben statt. Stammt die Quarzplatte von einem rechtsgebildeten Krystall, so verändert sich bei einer Drehung des Analysators nach rechts die Farbe in dem Sinne von Roth durch Gelb, Blau nach Violett und es erweitern sich die Ringe. Rührt die Platte von einem linksgebildeten Krystall, so verändert sich die Farbe des Mittelfeldes bei derselben Analysatordrehung nach rechts in dem umgekehrten Sinne von Violett durch Blau, Gelb nach Roth und die Ringe verengen sich. Die übereinstimmenden Erscheinungen wie eben für die rechten Krystalle würden hier durch eine umgekehrte Drehung des Analysators nach links erhalten. Platten aus rechten Krystallen drehen daher auch die Polarisationsebene nach rechts (d. h. im Sinne des Uhrzeigers), solche aus linken dieselbe nach links.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3) Legt man zwei gleichdicke aber enantiomorphe Platten über einander, so zeigen sie im Polarisationsapparat als verzerrtes Interferenzbild die sog. *Airy*'schen Spiralen, wie dies auch bisweilen von Platten natürlicher Quarzzwillinge (sog. brasilianisches Gesetz) dargeboten wird.

Um den Sinn der Circularpolarisation zu bestimmen, kann man auch zwischen die Platte und den Analysator ein Viertelundulationsglimmerblatt (S. 230) so einschalten, dass dessen optische Axenebene mit den beiden gekreuzten Nicolhauptschnitten 45° bildet; alsdann erscheint im Interferenzbild eine Spirale, welche vom Centrum ausgeht und nach rechts oder nach links gewunden ist; der Sinn der Drehung entspricht dem Sinne der Circularpolarisation.

Im parallelen weissen Tageslicht wird bei keiner Stellung der Nicols zu einander Dunkelheit der Quarzplatte hervorgebracht; dass dann die Platte stets farbig hell erscheint, kommt davon her, dass für die verschiedenen Farben des weissen Lichtes das Drehungsvermögen ein abweichendes ist, und somit bei jeder Nicolstellung immer nur eine Farbe ausgelöscht werden kann, die übrigen verbleibenden daher eine Mischfarbe erzeugen. Beobachtet man aber im homogenfarbigen Licht, z. B. im rothen, indem man rothes Glas vor das Auge hält, so tritt Dunkelheit ein, nachdem man den Analysator aus der Kreuzstellung heraus um einen gewissen Winkel gedreht hat, welcher von der Dicke der Quarzplatte abhängig ist; im Natriumlicht erfolgt bei einer 1 Mm. dicken Quarzplatte Dunkelheit bei einer Drehung um 22°, bei einer doppelt so dicken Platte Dunkelheit bei einer Drehung um 44°. Bei anderfarbigem Licht (oder bei einer Substanz von anderem Drehungsvermögen) muss zur Erzeugung der Dunkelheit um andere Winkel gedreht werden.

Wegen der Erklärung aller dieser Erscheinungen muss auf die Lehrbücher der Physik überhaupt, oder der Optik insbesondere verwiesen werden. Die Eigenschaft der Circularpolarisation wird, soweit bis jetzt bekannt, von Krystallen nur in Richtungen gezeigt, in denen sonst keine Doppelbrechung erfolgt, also einerseits von regulären, anderseits von tetragonalen und hexagonalen Krystallen in basischen Platten dargeboten; an rhombischen, monoklinen, triklinen Krystallen ist die Erscheinung noch nicht nachgewiesen. Nach *Des Cloizeaux* weist unter den Mineralien der Zinnober gleichfalls alle Wirkungen der Circularpolarisation auf (und zwar mit etwa 15mal so grossem Drehungsvermögen als der Quarz), wie sie denn auch bei einer Anzahl von künstlichen Krystallen und bei manchen Flüssigkeiten vorkommt. Die natürlichen und künstlichen Krystalle, welche Circularpolarisation zeigen, sind formell enantiomorph entwickelt, besitzen daher keinerlei geometrische Symmetrieebene. Dennoch decken sich beide Erscheinungen insofern nicht vollkommen, als es auch enantiomorphe Substanzen gibt, z. B. die regulär-tetartoëdrischen Nitrate von Blei, Baryum, Strontium, welche weder als Krystalle noch in Lösungen die Polarisationsebene des Lichtes drehen (*L. Wulff*, Z. f. Kryst. IV. 1880. 141). Auch ist z. B. an den zur trapezoëdrischen Hemiëdrie des hexagonalen Systems gerechneten Substanzen ein optisches Drehungsvermögen nicht nachgewiesen worden.

Interessante Beobachtungen über die Erzeugung der Circularpolarisation in zweiaxigem Glimmer stammen von *Reusch*. Schichtet man eine grössere Anzahl (12—36) Blättchen zweiaxigen Glimmers von möglichst gleicher, sehr geringer Dicke derart aufeinander, dass die (zur Fläche der Blättchen etwa senkrecht stehende) optische Axenebene jedes neu hinzugefügten Blättchens gegen die des darunter liegenden um 120° im Sinne des Uhrzeigers (nach rechts) gedreht ist, so dreht diese Glimmercombination die Polarisationsebene eines senkrecht hindurchgehenden Strahls ebenfalls nach rechts: sie verhält sich im Polarisationsapparat ähnlich wie eine senkrecht zur Axe geschnittene Platte rechtsdrehenden Quarzes. Wurde im entgegengesetzten Sinne wendeltreppenähnlich aufgeschichtet, so ist die Combination linksdrehend. — *Sohncke* sieht die Ursache für das optische Drehungsvermögen von Krystallen und das Auftreten derselben in enantiomorphen Formen in einer inneren Structur derselben, welche einer

solchen Glimmercombination analog ist (Entwickel. einer Theorie d. Krystallstructur. 1879. § 41).

§ 118. **Pleochroismus.** Man versteht darunter die Eigenschaft pellucider Krystalle, im durchfallenden Licht nach verschiedenen Richtungen eine verschiedene Farbe oder eine abweichende Intensität derselben Farbe zu zeigen. Die Farbe eines solchen Krystalls kommt davon her, dass von dem auffallenden weissen Licht nur die Strahlen, welche eben seine Farbe bilden, durchgelassen, die anderen absorbirt oder verschluckt werden[1]). Da in den regulären Krystallen (sowie in den amorphen Körpern) diese Absorption nach allen Richtungen hin gleich ist, so können dieselben auch keinen Pleochroismus aufweisen. In den doppeltbrechenden Krystallen ist aber diese Absorption gewisser Lichtstrahlen nach den Hauptrichtungen ungleich, und für sie ist daher die Erscheinung des Pleochroismus nothwendig, welche sich in den optisch-einaxigen als Dichroismus, in den optisch-zweiaxigen als Trichroismus äussert. Diese Absorption steht im engsten Zusammenhang mit der Doppelbrechung. Wie die beiden einen doppeltbrechenden einaxigen Krystall durchlaufenden Strahlen einen abweichenden Brechungsquotienten besitzen, so erleiden sie auch eine verschiedene Absorption, und wie ferner der Brechungsquotient für den ordinären Strahl constant ist, der für den extraordinären aber mit der Richtung zur Hauptaxe wechselt, so ist auch der Absorptionscoëfficient für den ersteren constant, während er für den letzteren mit der Richtung variirt. In der Richtung, in welcher keine Doppelbrechung erfolgt, tritt daher auch keine Absorptionsverschiedenheit zweier Strahlen auf. Manche Krystalle, z. B. Turmaline, Berylle, Cordierite weisen die nach verschiedenen Richtungen stattfindenden Farbendifferenzen schon dem freien Auge im gewöhnlichen Tageslicht auf.

Die Schwingungsrichtungen, welche für eine bestimmte Farbe der grössten, mittleren und kleinsten Absorption entsprechen (die Axen der Absorption, wie man sie mit *Laspeyres* nennen könnte), sind in den dichroitischen Krystallen parallel und rechtwinkelig der Hauptaxe; unter den trichroitischen Krystallen entspricht in dem rhombischen System die verschiedene Absorption den drei Hauptelasticitätsaxen, welche bekanntlich hier mit den drei krystallographischen Axen zusammenfallen, weshalb denn hier rechtwinkelig auf den drei Hauptschnitten die Farbenverschiedenheit erscheint. Nach den Untersuchungen von *Laspeyres* (Z. f. Kryst. IV. 1880. 454) und *Ramsay* (ebendas. XIII. 1888. 97) fällt in monoklinen Krystallen zwar noch eine Absorptionsaxe mit derjenigen Hauptelasticitätsaxe zusammen, welche hier krystallographische Symmetrieaxe ist, wogegen die beiden anderen

1) Das Sonnenlicht, welches durch eine Platte z. B. von Granat gegangen ist, liefert bei der Untersuchung mit dem Prisma ein Spectrum, welches zahlreiche Unterbrechungen in der Form dunkler Bänder zeigt, zum Beweis, dass eine Anzahl verschiedener Lichtarten beim Durchgang durch die Platte völlig absorbirt worden ist, während die übrigbleibenden nach dem Austreten eine Mischfarbe erzeugen.

Wenn nun ein tetragonaler Zirkonkrystall in der Richtung der Hauptaxe durchblickt, rothbraun, senkrecht darauf durchblickt, spargelgrün erscheint, so kommt dies daher, dass die ordentlichen Strahlen, welche senkrecht zur Hauptaxe schwingen, absorbirt werden, mit Ausnahme derjenigen, welche eben zusammen das Braun liefern, während die ausserordentlichen, welche parallel der Hauptaxe schwingen, absorbirt werden bis auf solche, welche zusammen das Grün erzeugen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Absorptionsaxen, welche in der Symmetrieebene liegen, nicht mit den beiden übrigen optischen Hauptelasticitätsaxen zusammenzufallen brauchen. Im triklinen System braucht zwischen den drei Hauptabsorptionsrichtungen und den Hauptelasticitätsaxen überhaupt keine Coincidenz stattzufinden.

*Haidinger* hat zur Untersuchung der Erscheinungen ein besonderes Instrument, das Dichroskop, angegeben; dasselbe besteht im Wesentlichen aus einem länglichen Kalkspath-Rhomboëder, steckend in einer Hülse, welche an dem Ocularende eine vergrössernde Linse, an dem Objectivende eine Metallplatte mit kleiner quadratischer Oeffnung besitzt, die beim Durchblicken doppelt erscheint. Mittelst desselben kann man die nach verschiedenen Richtungen austretenden Farben in die beiden Strahlen *O* und *E* neben- und auseinander legen.

Durchblickt man mit vorgehaltenem Dichroskop einen optisch-einaxigen Krystall in der Richtung der optischen Axe, also senkrecht auf die Basis, so wird man zwei gleichgefärbte Quadratbilder wahrnehmen, da in dieser Direction keine Doppelbrechung stattfindet und die beiden Bilder von gleich (und zwar in der Ebene senkrecht zur Hauptaxe) schwingenden Strahlen (*O*) herrühren. Man nennt diesen Farbenton Farbe der Basis; sie ist also lediglich bedingt durch die Absorption, welche der ordentliche Strahl erfährt. Rechtwinkelig auf eine prismatische Fläche des Krystalls aber zerlegt das Dichroskop den Farbenton in zwei senkrecht auf einander polarisirte Strahlen verschiedener Färbung oder Intensität, von welchen der das eine Quadratbild erzeugende (*O*) wieder der Farbe der Basis entspricht, also parallel derselben schwingt, der andere aber, parallel der Hauptaxe schwingend (*E*), in dem zweiten Bilde die sog. Farbe der Axe zur Anschauung bringt. Nur wenn eine Diagonale des Kalkspathprismas mit der optischen Krystallaxe einen Winkel von 45° bildet, erscheinen die beiden Bilder gleichgefärbt. — Mit der Neigung der Schwingungsrichtung gegen die Hauptaxe geht die Farbe des ausserordentlichen Strahls allmählich in die Farbe des ordentlichen über. — Neuere Vervollkommnungen des *Haidinger*'schen Dichroskops haben Wesen und Zweck des sinnreichen kleinen Apparats nicht erheblich verändert.

Bei Objecten, welche in dünngeschliffenen Blättchen unter dem Mikroskop untersucht werden, pflegt man aber, wie zuerst *Tschermak* 1869 vorschlug, den Pleochroismus dadurch zu beobachten, dass man nur den unteren Nicol feststehend einfügt und eine Horizontaldrehung des Präparats vornimmt. Jene Farbengegensätze, welche man an den beiden Quadratbildchen des *Haidinger*'schen Dichroskops nebeneinander erhält, treten hier bei der Drehung nacheinander hervor. Indem man einmal die eine und einmal die andere Elasticitätsaxe des Krystalldurchschnitts mit dem Hauptschnitt des polarisirenden Nicols parallel stellt, werden in der Krystallplatte hintereinander die beiden, ihren Schwingungsrichtungen entsprechenden Absorptionsrichtungen hervorgerufen.

Liegt eine optisch-einaxige, senkrecht auf die Hauptaxe geschnittene Platte vor, so wird man bei der Drehung überhaupt keinen Farbengegensatz gewahren, da in dem Blättchen keine Doppelbrechung stattfindet und der Farbenton wieder blos bedingt wird von derjenigen Absorption, welche der ordentliche, in der Ebene senkrecht zur Hauptaxe schwingende Strahl *O* erfährt; man erhält also als constanten Farbenton die Farbe der Basis. Eine parallel der Hauptaxe vertical geschnittene Platte wird sich aber als dichroitisch erweisen; richtet man die darin gelegene krystallographische Hauptaxe *c* senkrecht auf den Nicolhauptschnitt, so erscheint die Platte mit derjenigen Farbe, welche der Absorption des ordentlichen Strahls (welcher wieder parallel der Basis schwingt) entspricht; man wird also hier abermals genau dieselbe Farbe vor sich haben, welche auch eine basische Platte überhaupt zeigt. Wird dagegen in der vertical geschnittenen einaxigen Platte die Hauptaxe *c* parallel mit dem Nicolhauptschnitt

gestellt, so offenbart sich die abweichende Absorption, welche dem ausserordentlichen (parallel der Hauptaxe schwingenden) Strahl $E$ zukommt; letztere entspricht somit der Farbe der Axe. Um den Dichroismus einaxiger Krystalle zu prüfen, genügt daher eine parallel der Hauptaxe geschnittene Platte, indem sie beide Farben ergibt. Bildet die Hauptaxe $c$ 45° mit dem Hauptschnitt des Nicols, so erscheint eine Farbe, welche zwischen derjenigen der Basis und der Axe gelegen ist.

Pennin zeigt z. B. dem unbewaffneten Auge parallel der Hauptaxe eine schön grüne (Basis-) Farbe, senkrecht dazu erscheint er braunroth; die dichroskopische Untersuchung zerlegt diesen letzteren Farbenton in die Basisfarbe Grün ($O$) und die Axenfarbe Orangeroth ($E$). Andere ausgezeichnet dichroitische Krystalle sind Apatit, Turmalin, Zirkon, Rutil, Sapphir in gewissen Varietäten. Bei dem hexagonalen Turmalin wird der ordentliche, senkrecht zur Hauptaxe schwingende Strahl ganz oder fast ganz absorbirt, der ausserordentliche, parallel derselben schwingende z. B. mit lichtgraulichblauer Farbe durchgelassen; steht in den Verticalschnitten die Hauptaxe $c$ senkrecht auf dem Nicolhauptschnitt, so erscheint der Turmalin fast schwarz oder dunkelrothbraun. Da bei diesem negativ doppeltbrechenden Mineral $\mathfrak{a} = c$, und $\mathfrak{c}$ senkrecht auf $c$ ist (vgl. S. 212), so kann man dies Verhalten auch durch die Angabe ausdrücken: $\mathfrak{a}$ lichtgraulichblau, $\mathfrak{c}$ fast vollkommen dunkel. Die grössere Stärke der Absorption wird auf die übliche Weise zum Ausdruck gebracht: es ist also bei dem Turmalin in dieser Hinsicht $O > E$ und $\mathfrak{c} > \mathfrak{a}$.

Im Allgemeinen besteht die *Babinet*'sche Regel noch immer zu Recht, dass dem Strahl mit stärkerer Geschwindigkeit (dem schwächer gebrochenen) eine geringere Absorption zukommt, als dem langsameren (stärker gebrochenen).

Bei den trichroitischen rhombischen Krystallen erfolgt die Farbenverschiedenheit nach den drei krystallographischen Axen oder was dasselbe sagt, nach den drei optischen Elasticitätsaxen. Man muss daher hier drei Axenfarben unterscheiden, d. h. die Farben, welche durch die Absorption der nach den drei Elasticitätsaxen schwingenden weissen Lichtstrahlen entstehen; je zwei und zwei Axenfarben liefern zusammengemischt die drei Flächenfarben, die man beim Durchblicken rechtwinkelig auf je ein Pinakoid im gewöhnlichen Tageslicht mit freiem Auge wahrnimmt. Schneidet man aus einem rhombischen Krystall ein rechtwinkeliges Parallelepiped (Fig. 320), in welchem z. B. $\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$ die drei Elasticitätsaxen (mit den krystallographischen $c$, $a$ und $b$ zusammenfallend), $A$, $B$, $C$ die darauf senkrechten Pinakoidflächen darstellen, so ist, wie die Zerlegung im Dichroskop darthut, die Farbe der Fläche $A$ gemischt aus den beiden Axenfarben $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$, die Flächenfarbe $B$ gemischt aus $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$, die Flächenfarbe $C$ gemischt aus $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$. So ist z. B. bei dem Cordierit $\mathfrak{a}$ blassgelb, $\mathfrak{b}$ graublau, $\mathfrak{c}$ dunkelblau und daher in Folge der betreffenden Mischung $A$ blau, $B$ blassblau, $C$ gelblichweiss. Die Axenfarbe $\mathfrak{a}$ erscheint auf den Flächen $B$ und $C$, $\mathfrak{b}$ auf $A$ und $C$, $\mathfrak{c}$ auf $A$ und $B$, wie Fig. 321 zeigt, in welcher $\mathfrak{a}$ durch ein gestricheltes, $\mathfrak{b}$ durch ein punktirtes, $\mathfrak{c}$ durch ein schwarzes Feld nebst den Schwingungen dargestellt ist. Mit Rücksicht auf die Stärke der Absorption ist daher bei dem Cordierit $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$, oder bezogen auf die hier mit den Elasticitätsaxen zusammenfallenden krystallographischen Axen: Makrodiagonale $b >$ Brachydiagonale $a >$ Verticalaxe $c$. Bei optisch zweiaxigen Körpern genügen also zwei Platten zur Bestimmung der drei Farben, welche Schwingungen parallel den drei Elasticitätsaxen entsprechen. — Die drei Flächenfarben des Diaspors sind pflaumenblau, violblau, spargelgrün. — Da ein Krystall in jeder Richtung, welche nicht mit einem der drei Hauptschnitte zusammenfällt, eine zwischen derjenigen der drei Axenfarben liegende Absorption besitzt, so existiren also in ihm eigentlich alle auf diese Weise möglichen Farbentinten,

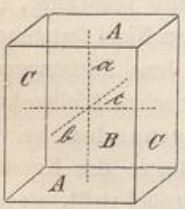
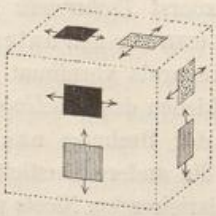


Fig. 320.


Fig. 321.

und es sind daher die Ausdrücke Dichroismus und Trichroismus strenggenommen nicht ganz richtig.

Bei Angaben über den Pleochroismus sollte immer die Dicke der untersuchten Platte hervorgehoben werden, da diese auf den Grad des Pleochroismus, sowie auf die Art der Farbe von Einfluss ist.

*Sénarmont* gelang es zuerst, Krystalle einer an sich farblosen Substanz künstlich mit Pleochroismus auszustatten, indem er dieselben aus einer gefärbten Lösung gefärbt entstehen liess, z. B. Krystalle von salpetersaurem Strontium durch beigemischte Lösung von Fernambukholz.

Wird eine senkrecht auf eine optische Axe geschnittene Platte eines Krystalls mit kräftigem Pleochroismus dicht vor das Auge gehalten und gegen den hellen Himmel gerichtet, so gewahrt man beim Durchblicken mit freiem Auge auf farbigem Grunde zwei dunkle Büschel (*Haidinger*'s idiophane Axenbilder, Polarisationsbüschel, epoptische Figuren), welche gewissermassen eine veränderte Form von Axenbildern sind; sie besitzen die Lage der im convergenten polarisirten Licht erscheinenden dunkeln Hyperbeln, erweisen sich indessen viel breiter, sind symmetrisch zur Ebene der optischen Axen gerichtet und durch einen hellen Zwischenraum getrennt. Eine Spaltungslamelle von Epidot (parallel 0P, senkrecht auf eine opt. Axe) zeigt so zwei braune Büschel auf grünem Grunde, eine orientirte Platte von brasilianischem Andalusit braunrothe Büschel auf blassgrünem Grunde, eine solche von Cordierit wohl dunkelblaue Büschel auf hellblauem Grunde (vgl. *Bertin*, Z. f. Kryst. III. 1879. 448, auch ebendas. 645. 646). Bei basischen Platten einaxiger Krystalle erscheint wohl ein abweichend gefärbter Fleck.

§ 119. **Farbenwandlung, Asterismus, Lichtfiguren und Irisiren.** Einige krystallinische Mineralien zeigen nach gewissen Richtungen sehr lebhafte, buntfarbige oder schillernde Lichtreflexe, welche in den angrenzenden Richtungen schwächer werden, und weiterhin gänzlich verschwinden; man hat diese Erscheinung mit dem Namen Farbenwandlung belegt, während sie vielleicht richtiger Farbenschiller genannt werden könnte. Sie kommt z. B. auf den brachypinakoidalen Spaltungsflächen buntfarbig am Labradorit und fast kupferroth am Hypersthen vor. Varietäten des Adulars und des Chrysoberylls lassen gleichfalls nach bestimmten Richtungen einen bläulichen Lichtschein wahrnehmen.

*H. Vogelsang* hat gezeigt, dass der blaue Lichtschein der Substanz des Labradorits eigenthümlich angehört und wahrscheinlich als ein Polarisationsphänomen zu erklären ist, hervorgebracht vermöge des Durchgangs gebrochener Strahlen aus einer Zwillingslamelle in eine andere, deren Schwingungsebenen mit jener nicht zusammenfallen; während die gelben und rothen Reflexe durch zahlreiche interponirte schwarze Mikrolithen und gelblichrothe Lamellen, die grünen und violetten Reflexe aber durch eine Vereinigung der letzteren mit dem blauen Lichtschein erzeugt werden (*Archives Néerlandaises*, tome III. 1868). Die Mikrolithen (längsgerichtet parallel der Kante $P:M$) und die Lamellen (eingelagert parallel $M$) gehören wahrscheinlich dem Titaneisen und Eisenglanz an. *Th. Scheerer* that dar, dass die Erscheinung am Hypersthen durch zahlreiche braune bis schwarze Lamellen und nadelförmige Gebilde eines fremden Minerals bedingt ist, welche metallartigen Glanz besitzen. Dieselben liegen wenigstens grösstentheils mit ihren platten Tafelflächen parallel der vollkommensten Spaltbarkeit ($\infty\breve{P}\infty$) und sind mit ihrer Längserstreckung meist senkrecht zur Verticalaxe; eine geringere Menge hat ihre Hauptausdehnung parallel mit letzterer oder ist mit ihren längeren Kanten ca. 30° gegen die Verticalaxe geneigt. Diese Interpositionen bestehen wohl am wahrscheinlichsten aus primärem Titaneisen, nicht, wie früher vermuthet wurde, aus Diallag oder Brookit oder Pseudobrookit.

Mit dieser Farbenwandlung sehr nahe verwandt ist das Schillern des sogenannten Sonnensteins, welches nach *Scheerer* durch eine ähnliche Interponirung vieler

sehr dünner lichtgelber, orangefarbiger, blutrother und schwarzer Eisenglanzschüppchen (nach *Kenngott* durch Goethitschuppen) verursacht wird; wie denn überhaupt eine solche Interponirung mehrfach vorkommt und derartige Lichtphänomene zur Folge hat. *E. Reusch* erklärte die Schillererscheinung gewisser Krystalle aus sehr feinen, die ganze Masse des Krystalls durchsetzenden Spaltungs- oder Absonderungs-Klüften, welche gegen die äussere Fläche geneigt sind, und bewies die Richtigkeit dieser Ansicht durch Experiment und Rechnung. An Feldspathen entspricht ein ausgezeichneter eigenthümlicher Farbenschiller oder Lichtschein einer feinen Theilbarkeit parallel einem steilen positiven Querdoma von der Form $7\breve{P}\infty$ oder $8\breve{P}\infty$. — *Judd* fasst die Schillererscheinungen (»Schillerization«), wie sie beim Labradorit, Hypersthen, Bronzit, Diallag u. s. w. vorkommen, als Resultat eines secundären Vorgangs auf: in grosser Erdtiefe habe der dort herrschende Druck dem circulirenden Wasser eine solche gesteigerte Lösungsfähigkeit verliehen, dass, ähnlich den künstlichen Aetzfiguren, Höhlungen von der Form negativer Krystalle längs gewissen krystallographischen Ebenen (den »Ebenen chemischer Schwäche«) entstanden und in diese Höhlungen nun gewisse Substanzen, die aus dem Mineral selbst oder aus benachbarten Mineralien ausgelaugt wurden, theilweise abgesetzt seien, ein Process, mit welchem sich ein schillernder Glanz auf den Flächen verknüpfe (vgl. darüber *F. Zirkel*, Lehrb. d. Petrogr. I. 1893. 164).

Was das bunte Farbenspiel des edlen Opals betrifft, so hat *Brewster* angegeben, dass in seiner Masse eine Menge mikroskopischer Poren lagenweise nach drei verschiedenen Richtungen vertheilt, und dass die Verschiedenheit der Farben von der abweichenden Grösse dieser Poren abhängig sei. *Behrens* konnte indessen von solchen Poren nichts wahrnehmen, und sucht die Ursache des Farbenspiels in eingebetteten, sehr dünnen und oft gekrümmten reflectirenden Opal-Lamellen von etwas anderer Brechbarkeit (Sitzungsber. d. Wien. Akad., Bd. 64, Decbr. 1871). *Tschermak* möchte die Erscheinung von der Gegenwart feiner Sprünge und Risse herleiten.

An die Farbenwandlung schliesst sich ferner auch, wegen seiner Abhängigkeit von der Krystallform oder Textur, der Asterismus an. So nennt man nämlich den eigenthümlichen, nach bestimmten Richtungen orientirten Lichtschein, welchen gewisse Mineralien im reflectirten oder transmittirten Licht erkennen lassen, und namentlich manche Sapphirkrystalle (die sogenannten Sternsapphire) in der Form eines sechsstrahligen Sternes zeigen, wenn man durch eine basische Platte des rhomboëdrischen Minerals eine Lichtflamme betrachtet, oder auf den halbkugelig über die Hauptaxe geschliffenen Sapphir blickt. *Volger* hat ausgeführt, dass in diesem Falle die Erscheinung in einer vielfach wiederholten, lamellaren Zwillingsbildung begründet sei, während nach *Tschermak* der Effect höchst wahrscheinlich von ungemein feinen röhrenförmigen Hohlräumen herrührt, welche parallel den Seiten des sechsflächigen Prismas auftreten. Auch gehört hierher der schielende Lichtstreifen, welchen die feinfaserigen Varietäten des Chrysotils, Faserkalks, Fasergypses u. a. Mineralien quer über die Fasern, und der kreisförmige Lichtschein, welchen sie zeigen, wenn sie halbkugelig geschliffen werden.

Dieselben Erscheinungen wiederholen sich in der unter dem Namen Katzenauge bekannten, von parallelen Amiantfasern durchwachsenen (oder vielleicht auch bisweilen blos feinfaserigen) Varietät des Quarzes. In allen diesen Fällen sind sie in der faserigen Textur der betreffenden Mineralien begründet. Ihre Theorie ist nahe dieselbe, wie die der sogenannten Höfe oder Halos. Vgl. *Volger* über Asterismus. Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 19. 1856. 103; *Babinet*, Comptes rendus, 1837. 762,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

*G. Rose* fand den sehr ausgezeichneten sechsstrahligen Asterismus eines zweiaxigen Glimmers von South-Burgess in Canada, welcher beim Betrachten einer Kerzenflamme durch das Glimmerblatt hervortritt, veranlasst durch die Interponirung zahlloser kleiner, breitsäulenförmiger Krystalle, deren Axen sich meist unter 60° schneiden, und welche nach *Des Cloizeaux* ebenfalls Glimmer sind, womit sich *Rose* später einverstanden erklärte, während er früher geneigt war, sie für Disthen zu halten. *Tschermak* stellt indessen, wohl mit Recht, die Glimmernatur dieser Einlagerungen in Abrede. Der von Tafeln braunen Phlogopit-Glimmers aus Ontario dargebotene scharfe Asterismus (6 hellere, 6 schwächere Strahlen) wird durch ein Gitter farbloser nadelförmiger Rutilprismen bedingt, welche den Flächen ∞P, ∞P∞, ∞P3, ∞P∞ des Glimmers parallel eingelagert sind. In anderen Glimmern erzeugen haarförmige Gebilde von Turmalin durch ihre regelmässige Anordnung den Asterismus. Nach *H. Vogelsang* zeigen Dünnschliffe des Labradorits, welche der Fläche ∞P∞ parallel sind, wenn man eine Kerzenflamme durch sie betrachtet, einen vielstrahligen Stern, in welchem besonders zwei Strahlen sehr hell sind; auch er erklärt diesen Asterismus durch die Wirkung der sehr zahlreich interponirten Mikrolithen.

Hält man eine künstlich geätzte Krystallfläche (§ 92), welche mit kleinen ebenflächigen Eindrücken bedeckt ist, nahe vor das Auge, und betrachtet darauf das Bild einer etwas entfernter befindlichen Flamme, so gewahrt man sich kreuzende Lichtstreifen, oder mehrstrahlige Sterne. Diese eigenthümlichen orientirten Reflexe werden die *Brewster*'schen Lichtfiguren genannt. Jede Wandung des Aetzeindrucks erzeugt einen Reflex, und da die Eindrücke unter einander parallel sind, so erscheint die Lichtfigur mit so viel Aesten, als Flächen an den Vertiefungen vorhanden sind. Da letztere ferner in ihrer Symmetrie mit derjenigen der geätzten Fläche übereinzustimmen pflegen, so entspricht auch die Gestalt der Lichtfigur selbst dieser Symmetrie. Krumme Lichtbögen erscheinen, wenn bei den Aetzeindrücken stumpf zu einander geneigte Flächen zu einer Krümmung verschwimmen.

Anstatt an den geätzten Krystallflächen selbst, kann man die Lichtfiguren gleichfalls an davon angefertigten Hausenblase-Abdrücken wahrnehmen, welche vermöge ihrer Durchsichtigkeit auch die Betrachtung derselben im durchfallenden Licht gestatten. In ähnlicher Weise ergeben auch feindrusig ausgebildete natürliche Krystallflächen verschiedengestaltete, aber gesetzmässig orientirte Lichtreflexe. — Ueber die Lichtfiguren vgl. *Brewster*, Edinburgh Transactions Bd. 14. 1837 und Philos. Magaz. 1853; *v. Kobell*, Sitzgsber. d. bayer. Akad. 1863. 60; *Haushofer*, Asterismus u. Lichtfig. des Calcits, München 1865; *Fr. Solger*, N. Jahrb. f. Min. Beilageb. XIII. 1901. 469.

Aus dem Vorstehenden geht hervor, dass es sich bei den Phänomenen des Farbenschillers, des Asterismus, der Lichtfiguren um Lichtreflexe an kleinen Flächen handelt, welche einerseits innerlich an eingelagerten festen fremden Körpern oder an Hohlräumen oder an Grenzflächen von Zwillingslamellen oder an den das Mineral zusammensetzenden Fasern auftreten, anderseits aber in Folge einer eigenthümlichen Beschaffenheit der Oberfläche dort vorhanden sind.

Die von *Stokes* als Fluorescenz bezeichnete Farbenerscheinung kommt im Mineralreich nur selten vor, obgleich sie zuerst und besonders auffallend am Flussspath (Fluorit) beobachtet wurde. Sie besteht darin, dass das Innere des Körpers unter dem Einfluss der Bestrahlung Licht von einer anderen Farbe aussendet als die Oberfläche, indem der bei der Absorption scheinbar verloren gehende Lichttheil in Licht von einer anderen (meist grösseren) Wellenlänge umgesetzt wird.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lässt man in Flussspath von Cumberland, welcher im durchfallenden Licht meergrün, im auffallenden schön blau erscheint, im dunkeln Raum durch eine Sammellinse einen Lichtkegel eintreten, so leuchtet dieser in dem oberen Theile der Substanz mit prächtig blauer Farbe. Geht dieses Licht auch durch einen zweiten Flussspath, so wird in letzterem das Blau nicht mehr erregt. Mancher sicilianische Bernstein kann blau, Erdöl grün fluoresciren. Kalkspath fluorescirt bei hinreichend starker Bestrahlung durch Sonnen- oder elektrisches Licht mit schön ziegelrother Farbe; am stärksten wird die Fluorescenz durch die grünen Strahlen erregt, rothe Strahlen sind wirkungslos.

Das Irisiren endlich ist eine Erscheinung, welche lediglich durch das Dasein feinster Klüfte und Risse bedingt wird, längs welcher sich sehr zarte Blättchen abgelöst haben, die das Licht zur Interferenz bringen, und daher, wie dünne Lamellen überhaupt, halbkreisförmig oder bogenförmig verlaufende, concentrische regenbogenähnliche Farbenzonen erzeugen. Sie entstehen besonders leicht in gut spaltbaren krystallinischen Mineralien parallel den oft perlmutterglänzenden Spaltungsflächen, können aber auch nach anderen Richtungen und ebenso in Mineralien von gar keiner oder von schwieriger Spaltbarkeit hervorgebracht werden.

### 6. Glanz, Farbe und Pellucidität der Mineralien überhaupt.

§ 120. **Allgemeine Bemerkungen über diese Eigenschaften.** Glanz, Farbe und Pellucidität sind drei optische Eigenschaften, welche für die krystallinischen und amorphen Mineralien zugleich betrachtet werden können, und wegen ihrer leichten und sicheren Wahrnehmbarkeit einen grossen Werth besitzen, weshalb sie durchaus nicht vernachlässigt werden dürfen, wenn sie auch keine schärfere, mathematisch-physikalische Bestimmung zulassen, wie dies mit den meisten bisher betrachteten Eigenschaften der Fall war.

Unter dem Glanz der Körper versteht man die, durch die spiegelnde Reflexion des Lichtes von ihren mehr oder weniger glatten Oberflächen, in Verbindung mit zerstreutem Licht hervorgebrachte Erscheinung, sofern man dabei von der Farbe abstrahirt.

*Dove* hat gezeigt, dass auch das von den Körpern zerstreute Licht bei der Erzeugung des Glanzes mit im Spiele ist. Schon die qualitativen Unterschiede des Metallglanzes, Glasglanzes u. s. w. deuten darauf hin, dass die Mitwirkung eines von den Körpern ausgehenden Lichtes erfordert wird, und dass das blos äusserlich gespiegelte Licht zur Hervorbringung des Glanzes nicht ausreicht.

Unter der Farbe der Körper versteht man dagegen diejenige eigenthümliche Erscheinung, welche das von ihnen reflectirte oder transmittirte Licht, abgesehen von Glanz und Helligkeit, zu verursachen pflegt.

Die Pellucidität endlich ist die Fähigkeit eines Körpers, das Licht zu transmittiren; das Gegentheil dieser Eigenschaft lässt sich als Opacität bezeichnen.

Die qualitativen Verschiedenheiten, welche in Betreff des Glanzes und der Farbe stattfinden, lassen sich nicht durch Begriffe, sondern nur durch unmittelbare Wahrnehmung zum Bewusstsein bringen, weil die Modalität, das So oder Anders ihrer Erscheinung lediglich in der Art und Weise der durch sie erregten sinnlichen Affection begründet ist. Daher kann man die mancherlei Varietäten des Glanzes und der Farbe nur empirisch kennen lernen, indem man sie wiederholt an solchen Körpern beobachtet, an denen sie besonders ausgezeichnet vorkommen.

§ 121. **Metallischer und nicht-metallischer Habitus.** Man gelangt nun leicht zur Anerkennung zweier Hauptverschiedenheiten des Eindrucks, welche sich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sowohl bei dem Glanz als auch bei der Farbe geltend machen, und von grosser Bedeutung für die Physiographie der anorganischen Körper erweisen. Es sind dies die Verschiedenheiten des metallischen und des nicht-metallischen Glanzes, der metallischen und der nicht-metallischen Farbe; Verschiedenheiten, welche zum Theil dem Gegensatz der Opacität und Pellucidität entsprechen. Zwar ist es nach dem Vorigen nicht wohl möglich, diesen Unterschied durch Definitionen auszudrücken; allein die Anschauung nöthigt zu seiner Anerkennung, und man muss sich daher empirisch die Kenntniss von Dem verschaffen, was man unter der einen oder der anderen Art des Glanzes und der Farbe versteht.

Diese Hauptverschiedenheiten beider Eigenschaften, sowie die Verschiedenheit des pelluciden und opaken Zustandes begründen nun aber den wichtigen Gegensatz des metallischen und des nicht-metallischen Habitus. Man schreibt nämlich einem Körper metallischen Habitus zu, wenn derselbe zugleich metallischen Glanz, metallische Farbe und völlige Undurchsichtigkeit zeigt; nicht-metallischen Habitus dagegen, wenn sowohl der Glanz als die Farbe nicht-metallisch sind, und ausserdem noch Pellucidität vorhanden ist. Halbmetallischer oder metalloidischer Habitus findet statt, wenn nur zwei jener Eigenschaften vorliegen, besonders aber, wenn der Körper nicht völlig opak ist.

Dieser Gegensatz des metallischen und nicht-metallischen Habitus gibt sich dem einmal damit vertraut gewordenen Auge in jedem Falle auf den ersten Blick zu erkennen, lässt sich an dem kleinsten Körnchen wie an grösseren Stücken eines Minerals mit Leichtigkeit und Sicherheit auffassen, und gewinnt daher nicht nur für die Diagnose der einzelnen Mineralarten, sondern auch für die Charakteristik grösserer Gruppen eine hohe Wichtigkeit.

Wenn sich auch nicht läugnen lässt, dass Uebergänge aus dem metallischem in den nicht-metallischen Habitus vorkommen, wie ja solche durch den metalloidischen Habitus zugestanden werden, so tritt doch in der Mehrzahl der Fälle jener Gegensatz so bestimmt hervor, dass man ihn nicht fallen lassen darf. Er ist übrigens derselbe, welcher bekanntlich in der Chemie die erste Eintheilung der Elemente begründete, und auch auf dem Gebiet dieser Wissenschaft noch einen gewissen Werth behauptet, obgleich er sich für einzelne Elemente nicht ganz scharf durchführen lässt. Dieser Unterschied gewinnt aber auch Bedeutung für viele chemische Verbindungen, und ganz besonders für die Mineralien, bei denen der metallische Habitus in der Regel auch mit grossem specifischem Gewicht und mit gewissen Modalitäten der chemischen Constitution verbunden ist.

§ 122. **Grade des Glanzes.** Der Glanz zeigt Verschiedenheiten nach Quantität und Qualität, nach der Stärke und Art. Seine Stärke ist zwar von mancherlei Zufälligkeiten (z. B. von Glätte oder Rauhigkeit, Compactheit oder Lockerheit, Grösse des Korns) abhängig und daher oft von geringerer Wichtigkeit; indessen benutzt man zur Unterscheidung der verschiedenen Grade folgende Ausdrücke:

1) Starkglänzend; das Mineral reflectirt das Licht sehr vollständig, und gibt in Krystallflächen oder Spaltungsflächen scharfe und lebhafte Spiegelbilder der Gegenstände; Zinkblende, Bergkrystall, Kalkspath.

2) Glänzend; die Reflexion ist weniger intensiv und die Bilder sind nicht scharf und lebhaft, sondern nebelig und matt; dieser Grad kommt sehr häufig vor.

3) Wenigglänzend; die Reflexion ist noch schwächer und gibt nur einen

allgemeinen Lichtschein, in welchem die Bilder der Gegenstände gar nicht mehr zu unterscheiden sind; ebenfalls sehr häufig.

4) Schimmernd; auch der allgemeine Lichtschein ist verschwunden, und es treten nur einzelne Punkte lebhafter hervor; Bleischweif, dichter Kalkstein, Alabaster, überhaupt die meisten mikrokrystallinischen Aggregate.

5) Matt; das Mineral ist ohne allen Glanz, wie z. B. Kreide, Thon, Kaolin.

§ 123. **Arten des Glanzes.** Die Art des Glanzes, aus welcher ein, dem gespiegelten Licht, durch Beimischung zerstreuten Lichtes, von dem reflectirenden Körper ertheilter eigenthümlicher Charakter hervorleuchtet, ist jedenfalls wichtiger, als der Grad desselben. Es scheint übrigens hinreichend, folgende, durch allmähliche Abstufungen in einander verlaufende Arten zu unterscheiden:

1) Metallglanz; der sehr intensive und ganz eigenthümliche Glanz der Metalle; er ist stets mit relativ vollkommener Reflexion sowie völliger Undurchsichtigkeit verbunden und wichtig als einer der Factoren des metallischen Habitus. Man unterscheidet wohl noch vollkommenen und unvollkommenen Metallglanz, welcher letztere schon anderen Arten des Glanzes mehr oder weniger genähert und recht ausgezeichnet am Anthracit zu beobachten ist.

2) Diamantglanz; der ebenfalls sehr intensive und lebhafte Glanz des Diamants, welcher auch an manchen Varietäten der Zinkblende, des Bleicarbonats u. a. Mineralien vorkommt; bei sehr geringen Graden der Pellucidität nähert er sich oft dem Metallglanz und heisst dann metallartiger Diamantglanz.

3) Glasglanz; der Glanz des gewöhnlichen Glases; findet sich am Quarz, Beryll und sehr vielen anderen Mineralien; wohl die häufigste Art des Glanzes.

4) Fettglanz; der Glanz eines mit einem fetten Oel bestrichenen Körpers; sehr ausgezeichnet im frischen Bruch des Eläoliths, Schwefels (auch Pechsteins).

5) Perlmutterglanz; der eigenthümliche milde Glanz der Perlmutter; Gyps, Schaumkalk, Stilbit, überhaupt häufig auf solchen Flächen, denen eine sehr vollkommene Spaltbarkeit oder lamellare Zusammensetzung entspricht, zumal bei geringeren Graden der Durchsichtigkeit; er ist die Folge von Totalreflexion des Lichtes an zarten, mit Luft erfüllten Blätterdurchgängen. Eine glasglänzende Glimmertafel wird durch Biegung perlmutterglänzend, wenn dabei eine Aufblätterung feiner Theilchen erfolgt. Bisweilen nähert sich, falls das Mineral eine Farbe trägt, dieser Glanz dem Metallglanz und erscheint dann als metallartiger Perlmutterglanz; Hypersthen, Glimmer.

6) Seidenglanz; eine wenig intensive, oft nur schimmernde Abart des Glanzes, welche begründet ist in der Reflexion oder Beugung des Lichtes an vielen parallelen Fasern oder an zwei sich durchschneidenden Spaltungsrichtungen; Amiant, Fasergyps.

Nach *Haidinger* wird der Grad des Glanzes durch die mehr oder weniger vollkommene Ebenheit und Politur der Oberfläche, die Art des Glanzes durch die Strahlenbrechung und Polarisation bestimmt, welche die Körper ausüben. Glatte Krystallflächen sollen nur drei Arten des Glanzes, nämlich Glasglanz, Diamantglanz und Metallglanz zeigen, indem der Fettglanz und Perlmutterglanz bei vollkommen glatten Flächen homogener Krystalle gar nicht vorkommt. Fettglanz ist stets ein schwächerer, mit geringer Pellucidität, mit Zurücktreten einer Spaltbarkeit sowie mit kleinmuscheligem Bruch verbundener Glanz, welcher sich an den Glasglanz und Diamantglanz anschliesst. Der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Perlmutterglanz aber ist nicht die reine Spiegelung von der Oberfläche, sondern das Resultat der Spiegelung vieler über einander liegender Lamellen eines durchsichtigen Körpers. Die Art des Glanzes ist aber auch eine Function des Refractionsvermögens; daher zeigen Körper mit geringem Brechungsquotienten (1,3—1,8) Glasglanz, solche von stärkerer Brechung (1,9—2,5) Diamantglanz, endlich solche von sehr starkem Brechungsvermögen (2,5 und darüber) Metallglanz.

Krystallographisch gleichwerthige Flächen verhalten sich rücksichtlich der Stärke und Art des Glanzes meistentheils gleich; wie anderseits bei der nämlichen Substanz der Glanz ungleichwerthiger Flächen verschieden ist, zeigen z. B. Apophyllit und Kalkspath, deren basische Endflächen Perlmutterglanz, deren Prismen Glasglanz besitzen. Diese charakteristische Differenz des Glanzes erleichtert oft nicht nur die Deutung der Flächen, sondern auch die Erkennung des Minerals. Theoretisch dürfte der Glanz aller ungleichwerthigen Flächen eine Verschiedenheit besitzen, deren verschwindende Feinheit aber meistens unserer Wahrnehmung entgeht.

§ 124. **Unterschied der farbigen und der gefärbten Mineralien.** Die sämmtlichen Mineralien zerfallen rücksichtlich der Fähigkeit, das Licht farbig zu reflectiren oder zu transmittiren, in folgende drei Abtheilungen:

1) Farbige oder idiochromatische Mineralien; es sind solche, die in allen Formen ihres Vorkommens eine sehr bestimmte Farbe zeigen, welche ihrer Substanz wesentlich angehört, davon untrennbar ist, und daher für alle Varietäten als eine charakteristische Eigenschaft zu betrachten ist; Metalle, Kiese, Glanze, viele Metalloxyde und metallische Salze.

2) Farblose Mineralien; solche, die in der reinsten Form ihres Vorkommens, oder in ihrer normalen Ausbildung ohne alle Farbe, also wasserhell oder weiss sind; Eis, Steinsalz, Kalkspath, Quarz, Adular, überhaupt viele Haloidsalze und Sauerstoffsalze mit nicht schwermetallischen Basen.

3) Gefärbte oder allochromatische Mineralien; solche Varietäten farbloser Mineralien, welche theils durch chemisch aufgelöste oder mechanisch beigemengte Pigmente (z. B. Metalloxyde, Kohlenstoff, bituminöse Substanzen, Partikel farbiger Mineralien), theils durch die Zumischung isomorpher farbiger Substanzen eine Färbung erhalten haben[1]). Ihre Farbe kann daher eine sehr verschiedene sein und wird niemals das Mineral überhaupt, sondern nur gewisse Varietäten desselben charakterisiren. So sind z. B. durch zufällige Pigmente gefärbt alle nicht-farblosen Varietäten von Quarz, Kalkspath, Flussspath, Gyps, Feldspath; durch das Eintreten isomorpher farbiger Bestandtheile entstehen die zahlreichen grünen, braunen, rothen, schwarzen Varietäten vieler Silicate, welche in anderen Varietäten farblos sind: Pyroxen, Amphibol, Granat.

Der Malachit ist als solcher grün-farbig, der Smaragd (durch Chromgehalt) grüngefärbt. — Ist die färbende Substanz in bedeutender Menge zugegen, so kann sie

---

1) Die gefärbten Krystalle, die trotz der Färbung völlig homogen sind, indem auch bei stärkster Vergrösserung keine körperlichen pigmentirenden Einschlüsse in farbloser Substanz hervortreten, werden von *van't Hoff* zu den »festen Lösungen« gezählt. So gelten auch die gefärbten Krystalle von Rutil und Zinnstein, welche Eisenoxyd enthalten, als feste Lösungen von $Fe^2O^3$ in $TiO^2$ und $SnO^2$.

Ueber die Ursachen der Färbung, insbesondere ob dieselbe auf organische oder unorganische Substanzen zurückzuführen, herrscht zur Zeit für manche Mineralien noch Unsicherheit; vgl. z. B. die entgegenstehenden Angaben von *Weinschenk* (Z. d. geol. Ges. XXXXVIII. 1896. 704; Min. u. petr. Mitth. XIX. 1900. 144), sowie von *v. Kraatz-Koschlau* u. *Wöhler*, ebendas. XVIII. 1899. 304. 447, von *Koenigsberger* ebendas. 148, von *Nabl* ebendas. 273.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

andere physikalische und chemische Eigenschaften, z. B. specifisches Gewicht, Härte, Löthrohrverhalten, beeinflussen. Freilich reicht oft eine höchst spurenhafte Quantität derselben hin, eine recht intensive Färbung hervorzubringen, deren Ursache nachzuweisen dann der chemischen Analyse schwer fällt. So z. B. werden die prachtvoll rothen, gelben, grünen, blauen Farben des Flussspaths durch die Gegenwart weniger hundertstel Procent eines dilut vorhandenen Kohlenwasserstoffs hervorgebracht. Die braunen Desmine und Chabasite von Arendal und Striegau in Schlesien sind nach *Websky* ebenfalls durch organische Substanz gefärbt; die Chabasite des letzteren Fundorts färben sich beim Erhitzen im geschlossenen Rohr schwärzlich und lassen eine kleine Menge einer Theersubstanz überdestilliren.

Liegt ein Pigment vor, welches durch Erhitzen zur Verflüchtigung gelangt, so kann dadurch einem gefärbten Mineral seine Färbung benommen werden. Anderseits färbt sich z. B. farbloses, eine Spur von Eisen haltendes Steinsalz beim Erhitzen in *K*- oder *Na*-Dämpfen blau (*Kreutz* und *Giesel*). Auch Kathodenstrahlen färben das Steinsalz, aber nur oberflächlich, blau. Die Glieder der Haüyngruppe werden durch einfaches Erhitzen (*H. Vogelsang*) oder durch Erhitzen in Schwefeldampf (*A. Knop*) schön blau gefärbt.

§ 125. **Arten der metallischen und nicht-metallischen Farben.** Von metallischen Farben werden folgende unterschieden:

Rothe: kupferroth; gelbe: bronzegelb, messinggelb, goldgelb, speisgelb; braune: tombakbraun; weisse: silberweiss, zinnweiss; graue: bleigrau (und zwar rein, weisslich, röthlich, schwärzlich bleigrau), stahlgrau; schwarze: eisenschwarz.

Die nicht-metallischen Farben lassen sich mit *Werner* unter die acht Hauptfarben weiss, grau, schwarz, blau, grün, gelb, roth und braun bringen, deren jede durch eine Varietät, als die reinste Charakterfarbe repräsentirt wird, während die übrigen Varietäten eine Beimischung anderer Farben zeigen. Die von *Werner* hervorgehobenen Varietäten sind folgende[1]):

a) weisse Farben: schneeweiss, röthlichweiss, gelblichweiss, grünlichweiss, bläulichweiss, graulichweiss;
b) graue Farben: aschgrau, grünlichgrau, bläulichgrau, röthlichgrau, gelblichgrau, rauchgrau (bräunlichgrau), schwärzlichgrau;
c) schwarze Farben: graulichschwarz, sammtschwarz, bräunlichschwarz (pechschwarz), röthlichschwarz, grünlichschwarz (rabenschwarz), bläulichschwarz;
d) blaue Farben; schwärzlichblau, lasurblau, violblau, lavendelblau, pflaumenblau, berlinerblau, smalteblau, indigblau, himmelblau;
e) grüne Farben: spangrün, seladongrün, berggrün, lauchgrün, smaragdgrün, apfelgrün, pistaziengrün, schwärzlichgrün, olivengrün, grasgrün, spargelgrün, ölgrün, zeisiggrün;
f) gelbe Farben: schwefelgelb, strohgelb, wachsgelb, honiggelb, citrongelb, ockergelb, weingelb, isabellgelb, erbsengelb, pomeranzengelb;
g) rothe Farben: morgenroth, hyacinthroth, ziegelroth, scharlachroth, blutroth, fleischroth, carminroth, cochenillroth, rosenroth, carmoisinroth, pfirsichblüthroth, colombinroth, kirschroth, bräunlichroth;
h) braune Farben: röthlichbraun, nelkenbraun, haarbraun, kastanienbraun, gelblichbraun, holzbraun, lederbraun, schwärzlichbraun.

Jede besondere Farbe ist verschiedener Intensitäten oder Abstufungen fähig, zu deren Bezeichnung die Beiworte hoch, tief, licht, dunkel, blass gebraucht werden, und welche zum Theil Uebergänge aus einer Farbe in eine andere verwandte

1) Die Charakterfarbe ist jedesmal gesperrt gedruckt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vermitteln. Neuerdings bezieht man sich vielfach auf die »Internationale Farbenscala von *Radde* in Hamburg«, welche sehr scharfe Bezeichnungen gestattet.

§ 126. **Mehrfache Färbung und Farbenzeichnung.** Bei den gefärbten Mineralien ist auch die, zuweilen vorkommende zweifache oder mehrfache Färbung sowie die sogenannte Farbenzeichnung zu berücksichtigen. Gewöhnlich zeigt zwar ein und dasselbe Individuum in seiner ganzen Ausdehnung auch nur eine und dieselbe Farbe; bisweilen jedoch kommen nicht nur verschiedene Nüancen einer und derselben Hauptfarbe, sondern sogar verschiedene Hauptfarben an einem und demselben Krystall vor. Dabei verschwimmen die beiden Farben entweder unregelmässig in einander, oder ihre Grenze hat einen regelmässigen Verlauf und geht dann gewissen äusserlich auftretenden oder möglichen Krystallflächen parallel. Im letzteren Falle fand die Ablagerung der verschiedenen färbenden Stoffe durch die Krystallisationskraft in einer besonderen Richtung statt, oder sie steht mit dem successiven schalenförmigen Wachsthum der Krystalle im Zusammenhang (vgl. § 68).

So sind Bergkrystalle an einem Ende wasserhell, am anderen gefärbt, Diopside, Berylle, Turmaline, Pyromorphite an beiden Enden anders gefärbt; Flussspathe bestehen aus abwechselnden weissen und blauen, Schwerspathe aus weissen und rothen umhüllenden Schalen.

Weit häufiger findet sich diese mehrfache Färbung an Aggregaten, zumal von mikro- und kryptokrystallinischer Ausbildung, indem verschiedentlich gefärbte Partieen eines und desselben feinkörnigen, faserigen oder dichten Minerals durch einander gemengt sind, oder lagenweise mit einander abwechseln. Nach der Figur, Grösse und Anordnung der verschiedentlich gefärbten Theile bestimmen sich die mancherlei Arten von Farbenzeichnung, welche man als punktirte, gefleckte, gewolkte, geflammte, geaderte, gestreifte, gebänderte, wellenförmige, ringförmige, wurmförmige, festungsartige, breccienähnliche und ruinenähnliche Farbenzeichnung unterschieden hat. Andere Zeichnungen werden durch Einmengung von organischen Formen bedingt.

Einige pellucide Mineralien besitzen die Eigenschaft, im transmittirten Licht eine andere Farbe zu zeigen, als im reflectirten Licht; wie z. B. mancher Flussspath, Glimmer, Opal. Manches Rothgültigerz sieht von aussen metallisch bleigrau, im durchfallenden Licht nicht-metallisch cochenillroth aus.

§ 127. **Farbe und Glanz des Striches.** Viele Mineralien zeigen im fein zertheilten oder pulverisirten Zustand eine ganz andere Farbe als in compacten Massen; z. B. Eisenkies, Eisenglanz, Chromeisenerz, Manganblende. Ja, es scheint, dass, mit Ausnahme der gediegenen Metalle, die meisten Mineralien von metallischem Habitus diese Eigenschaft besitzen. Da sich nun die Farbe des Pulvers am leichtesten dadurch prüfen lässt, dass man das Mineral auf einer weissen Platte von Porzellanbiscuit oder auf einer Feile streicht, so pflegt man auch die Farbe des Pulvers schlechthin den Strich der Mineralien zu nennen. Die Strichfarbe ist ein sehr wichtiges Merkmal nicht nur für die leichte Erkennung vieler Mineralarten, sondern auch für die Unterscheidung des farbigen und gefärbten Zustandes bei Mineralien von nicht-metallischem Habitus. Es lässt sich nämlich bei diesen gewöhnlich als ein Merkmal der Farbigkeit betrachten, wenn Strich und Masse

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dieselbe oder doch eine sehr ähnliche Farbe besitzen, während der Strich der gefärbten Mineralien in der Regel schmutzig-weiss oder lichtgrau zu sein pflegt, welche Farbe auch das Mineral in Masse zeigen mag.

Verreibt man das auf einem Biscuittäfelchen erhaltene Strichpulver noch mit der Ecke eines anderen solchen Täfelchens weiter, so kann man die meisten anfangs schwarz erschienenen Striche in farbige verwandeln (*Schroeder v. d. Kolk*, Centralbl. f. Mineral. 1901. 75). — Manche Mineralien, welche an und für sich wenig glänzend, schimmernd oder matt sind, erlangen einen stärkeren Glanz, wenn sie mit einer stumpfen Stahlspitze geritzt, oder auf einer feinen Feile gestrichen werden; bei sehr niedrigen Härtegraden reicht oft der Druck des Fingernagels hin, um diesen Strichglanz hervorzubringen; man sagt dann, das Mineral werde im Strich glänzend.

§ 128. **Veränderung der Farbe.** Einige Mineralien zeigen eine allmähliche Veränderung ihrer Farbe, wenn sie der Einwirkung des Lichtes, der Luft und der Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Dieser Vorgang betrifft entweder nur die Oberfläche, oder ergreift die Masse des Minerals mehr oder weniger tief einwärts, ist aber wohl in beiden Fällen gewöhnlich als die Folge einer chemischen Einwirkung zu betrachten. Bei einer blos oberflächlichen Farbenänderung sagt man, das Mineral sei angelaufen, weil es gleichsam nur mit einem farbigen Hauch überzogen ist, unter welchem die ursprüngliche Farbe durch den Strich sogleich zum Vorschein gebracht wird; es hat sich an der Oberfläche eine äusserst zarte Schicht von fremder Zusammensetzung (z. B. von Eisenoxydhydrat) ausgebildet, welche oft in den Farben dünner Blättchen spielt. Man unterscheidet hierbei, ob das Mineral einfarbig, wie z. B. Silber, Arsen, Wismut, Magnetkies, oder bunt (regenbogenfarbig, pfauenschweifig, taubenhälsig) angelaufen ist, wie Kupferkies, Buntkupferkies, Eisenglanz, Antimonglanz, Steinkohle. — Die in das Innere eindringende Farbenänderung gibt sich gewöhnlich entweder als eine Verbleichung, wie am Chrysopras, Rosenquarz, Topas, Cölestin, oder als eine Verdunkelung der ursprünglichen Farbe zu erkennen, wie am Braunspath, Eisenspath und Manganspath; in diesem letzteren Falle findet endlich eine gänzliche Verfärbung des Minerals statt, welche mit einer chemischen Veränderung desselben verbunden ist.

Vgl. über die mancherlei Modalitäten und Ursachen des Anlaufens der Mineralien *Hausmann* im N. Jahrb. f. Min. 1848. 326. Interessant ist die zuweilen vorkommende Erscheinung, dass bei krystallisirten Mineralien nur die Flächen gewisser Krystallformen bunt angelaufen sind, während sich auf den Flächen der übrigen Formen die Farbe unverändert erhalten hat. So gibt es z. B. Bleiglanzkrystalle (Cubo-Oktaëder) mit stahlblau angelaufenen Oktaëderflächen und frischen Würfelflächen. Ueberhaupt scheint das Anlaufen auf den der Spaltbarkeit entsprechenden Flächen weniger leicht als auf solchen zu erfolgen, welche die Ebene der Spaltbarkeit durchschneiden (wie ein schieferiges Gestein senkrecht gegen die Schieferung am leichtesten verwittert). — Eine eigenthümliche, in sehr bestimmten kreisförmigen oder elliptischen Figuren eintretende Farbenveränderung oder mehlähnliche Trübung ist von *Pape* an mehren wasserhaltigen Salzen, in Folge ihres beginnenden Wasserverlustes, beobachtet und nach ihrer krystallonomischen Gesetzmässigkeit erkannt worden (Ueber das Verwitterungsellipsoid und die chemischen Axen der Krystalle, in Ann. d. Phys. u. Ch. Bd. 124, 125, 133 und 135); doch stellt die Propagationsform der Verwitterung innerhalb der rhomboëdrischen Krystalle, nicht, wie angegeben, eine Kugel, sondern zufolge *Sohncke* ein Rotationsellipsoid dar. *Tschermak* zieht vor, die Erscheinung nicht als Verwitterung, sondern als Verstäubung zu bezeichnen. (Vgl. auch S. 197.) — *Blasius* wies nach, dass unter gewissen Versuchsbedingungen

bei der Behandlung wasserhaltiger Krystalle mit starkem Alkohol nicht nur kreisförmige oder ellipsoidische Figuren entstehen, sondern auch eckige, welche, den Aetzfiguren analog, der Symmetrie der Krystalle gehorchen (Z. f. Kryst. X. 1885. 221).

§ 129. **Verschiedene Grade der Pellucidität.** Die Pellucidität kann sich in sehr verschiedenen Graden kund geben, weshalb man sich hüten muss, um nicht durch schwache Grade derselben zu einer Verneinung ihres Vorhandenseins überhaupt verleitet zu werden. Dunkle Färbung und vielfache Aggregation wirken nothwendig dahin, die höheren Grade der Pellucidität herabzudrücken, und daher kommt es, dass ein und dasselbe Mineral in hellfarbigen und krystallisirten Varietäten klar und durchsichtig erscheint, während es in dunkelfarbigen und feinkörnig zusammengesetzten Varietäten ganz trübe und undurchsichtig sein kann; Kalkspath und Kalkstein, Bergkrystall und Eisenkiesel. Durch zahlreiche Risse und Sprünge oder Poren können selbst die klarsten und durchsichtigsten Mineralien getrübt werden. Die verschiedenen Abstufungen der Pellucidität sind:

1) Durchsichtig; das Mineral ist so pellucid, dass man durch dasselbe die Gegenstände deutlich sehen und z. B. eine Schrift lesen kann; ist es zugleich farblos, so heisst es wasserhell.
2) Halbdurchsichtig; das Mineral lässt zwar noch die Gegenstände, jedoch nicht mehr in deutlich unterscheidbaren Umrissen erkennen.
3) Durchscheinend; das Mineral lässt noch in grösseren Stücken einen allgemeinen und unbestimmten Lichtschein wahrnehmen.
4) Kantendurchscheinend; das Mineral lässt nur in Splittern oder in den scharfen Kanten grösserer Stücke einen Lichtschein durchschimmern.
5) Undurchsichtig; das Mineral lässt selbst in Splittern und scharfen Kanten keinen Lichtschein erkennen.

Das Undurchsichtige darf wohl nicht mit dem Opaken verwechselt werden, denn ein und dasselbe Mineral kann in verschiedenen Varietäten zwar alle Grade der Pellucidität besitzen (z. B. Pyroxen, Amphibol), aber wohl nicht zugleich pellucid und opak sein. Die Dicke spielt übrigens eigentlich eine zu bedeutende Rolle, als dass die vorstehenden Unterscheidungen von besonderer Schärfe und grossem Gewicht sein könnten. So ist manches Mineral in dickeren Stücken nur durchscheinend, in dünneren halbdurchsichtig, als ganz dünnes Blättchen vielleicht vollkommen durchsichtig. Dünne Blättchen des als undurchsichtig geltenden Eisenglanzes erweisen sich als blutroth durchscheinend. Der echte splitterige Bruch liefert allemal einen Beweis, dass noch Pellucidität vorhanden ist, wenn auch das betreffende Mineral undurchsichtig erscheinen sollte. — Dass sogar die Metalle in sehr dünnen Lamellen pellucid sind, scheint nach den Untersuchungen von *Faraday* ausser allem Zweifel zu stehen, indem er sich überzeugte, dass die feinsten Membranen von Gold unter dem Mikroskop vollkommen stetig ausgedehnt erscheinen und dennoch ein grünes Licht durchlassen; ähnlich verhielten sich dünne Membranen von Silber. Schon früher hatte *Dupasquier* gezeigt, dass Gold, Silber, Kupfer und andere Metalle in sehr dünn geschlagenen Blättchen ein blaues Licht transmittiren. Nach *Melsens* wird Quecksilber, wenn man es wie Seifenwasser zu dünnen Blasen auftreibt, ebenfalls durchscheinend. Anderseits sind indessen die feinsten mikroskopischen Partikelchen des Magneteisens von 0,001 Mm. Durchmesser völlig impellucid. — Im Allgemeinen dürfte bei den Mineralien Pellucidität und specifisches Gewicht im umgekehrten Verhältniss stehen, indem die meisten undurchsichtigen auch die specifisch schwereren sind, und umgekehrt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

An einem und demselben Individuum sind manchmal mehre Pelluciditätsgrade ausgebildet, eine Erscheinung, welche den in § 126 erwähnten Farbenverschiedenheiten auch mit Bezug auf Vertheilung und Ursache sehr ähnlich ist.

Von *Doelter* wurde das Verhalten der Mineralien gegenüber den *Röntgen*'schen X-Strahlen geprüft (N. Jahrb. f. Min. 1896. II. 87; 1897. I. 256). Die Durchlässigkeit der verschiedenen Mineralien für dieselben ist sehr abweichend; als vollkommen durchlässig ergaben sich z. B.: Borsäure, Bernstein, Graphit, Diamant, Phenakit; stark durchlässig: Korund, Kaolin, Kryolith; halbdurchlässig: Albit, Quarz, Enstatit, Topas, Diopsid; wenig durchlässig: Leucit, Muscovit, Steinsalz, Flussspath; fast undurchlässig: Gyps, Turmalin, Kalkspath, Apatit, Zinkblende, Titanit, Zoisit; undurchlässig: Almandin, Beryll, Epidot, Magneteisen, Schwefel, Pyrit, Zirkon, Zinnober; ganz undurchlässig: Baryt, Senarmontit, Auripigment, Realgar. Daraus ergibt sich, dass die Durchlässigkeit im Allgemeinen weder von dem spec. Gewicht noch von der chemischen Zusammensetzung abhängt. Edelsteine und ihre Nachahmungen können auf Grund ihrer ganz abweichenden Durchlässigkeit unterschieden werden. Eine ungleiche Absorption der Strahlen in doppeltbrechenden Krystallen nach verschiedenen Richtungen konnte von *Röntgen*, *Arnold*, *B. Walther* u. A. bis jetzt nicht constatirt werden.

§ 130. **Phosphorescenz der Mineralien.** Anhangsweise sei hier noch die Phosphorescenz, oder die unter gewissen Umständen bei relativ niedriger Temperatur eintretende, von einer Substanzveränderung unabhängige Lichtentwickelung der Mineralien erwähnt. Dieselbe lässt sich hervorrufen:

1) Durch Insolation oder Bestrahlung. Viele Mineralien leuchten im Dunkeln, nachdem sie vorher eine Zeit lang dem Sonnenlicht, oder auch wohl nur dem gewöhnlichen Tageslicht ausgesetzt worden sind. Die meisten Diamanten und der gebrannte Baryt sind in dieser Hinsicht vorzüglich ausgezeichnet; doch leuchten auch Strontianit, Aragonit, Kalkspath und Kreide, desgleichen Steinsalz, Fasergyps, Flussspath; wogegen Quarz und die meisten Silicate dieser Eigenschaft ermangeln. — Unter der Einwirkung von Röntgenstrahlen zeigen viele Mineralvorkommnisse ein Aufleuchten (Luminescenz), besonders intensiv gewisse Flussspathe (grünes Licht ausstrahlend), Diamanten und Scheelite (blaues), Apatit (gelbes), einige Zirkone, Autunit (*Keilhack*, Z. geol. Ges. L. 1898. 131).
2) Durch Erwärmung. Die meisten durch Insolation phosphorescirenden Mineralien werden durch Erwärmung gleichfalls leuchtend; doch haben diese Fähigkeit noch viele andere Mineralien, auf welche die Bestrahlung allein ohne Einfluss ist. Die dazu erforderliche Temperatur ist verschieden. Bei manchen Topasen, Diamanten und Flussspathen reicht schon die Wärme der Hand hin; andere Varietäten von Flussspath erfordern 60 bis 100°, der Phosphorit 100°, der Kalkspath und viele Silicate 200 bis 370°. Gewisse faserige Wollastonitvarietäten phosphoresciren beim Erhitzen stark mit grüngelbem Licht.
3) Durch Elektricität. Manche Mineralien (z. B. grüner Flussspath und gebrannter Baryt) gelangen dadurch zur Phosphorescenz, dass man mehre elektrische Funken durch sie schlagen lässt.
4) Durch mechanische Einwirkung. Viele Mineralien entwickeln Licht, wenn sie gestossen, gerieben, gespalten oder zerbrochen werden. So

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

leuchten schon manche Varietäten der Zinkblende und des Dolomits, wenn man sie nur mit einer Schreibfeder kratzt, oder mit dem Messer schabt, Quarzstücke, wenn man sie an einander reibt, Glimmertafeln, wenn man sie nach der Spaltungsrichtung rasch auseinander reisst.

Der grüne Flussspath (Chlorophan) bleibt nach der Insolation oft wochenlang selbstleuchtend. Merkwürdigerweise haben die rothen (die durch rothes Glas auffallenden) Strahlen die Eigenschaft, die durch Bestrahlung mit weissem Sonnenlicht z. B. am Diamant erregte Phosphorescenzfähigkeit zu schwächen oder ganz auszulöschen. — Die Phosphorescenz durch Erwärmung ist zuerst an dem sog. Bologneserspath, einem strahlig-faserigen Baryt erkannt worden, welcher durch künstliche Umwandlung in Schwefelbaryum diese Eigenschaft erhält. — *Nöggerath* beschrieb die prachtvoll rothe Lichterscheinung, welche harte, zumal durchscheinende Mineralien während der Bearbeitung in den Achatschleifereien von Oberstein und Idar zeigen (Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 150, S. 325). — *B. Stürtz* untersuchte mit vielem Erfolg die Phosphorescenzerscheinungen, welche eine Reihe von Mineralien im hohen Vacuum erkennen lassen, ebendas., Neue Folge Bd. VIII. 1879.

### 7. Thermische Eigenschaften der Krystalle.

§ 131. **Wärmestrahlung.** Die in einen Körper eindringenden Wärmestrahlen, welche ebenfalls als Wellenbewegungen des Aethers zu betrachten sind, werden bekanntlich, wie die Lichtstrahlen, theils reflectirt, theils absorbirt, theils transmittirt. Solche Körper, welche die Wärmestrahlen möglichst vollkommen hindurchlassen, sich also gegen sie verhalten wie die durchsichtigen Körper gegen die Lichtstrahlen, nennt man diatherman, solche, welche keine Wärmestrahlen transmittiren, atherman. Mit diesen Beziehungen hängt die Pellucidität oder Impellucidität gar nicht zusammen: dunkle, fast undurchsichtige Bergkrystalle erweisen sich z. B. diatherman, durchsichtige Alaunplättchen nahezu ganz atherman.

Steinsalz ist, soweit bekannt, das diathermanste Mineral. Die meisten Metalle sind atherman; *Knoblauch* hat indessen gezeigt, dass ganz dünne Blättchen von Gold, Silber und Platin, welche Lichtstrahlen von bestimmter Farbe durchlassen, auch Wärmestrahlen den Durchgang gestatten. — Uebrigens gibt es wie beim Licht Wärmestrahlen von verschiedener Brechbarkeit (sog. Wärmefarben), welche auch eine ungleiche Absorption erleiden. Das Steinsalz ist es wieder, welches fast alle Wärmefarben mit gleicher Intensität durchlässt, sich also hierin wie ein nahezu farbloses Mineral gegen das Licht verhält, während z. B. der fast ganz athermane Alaun nur gewisse Wärmefarben transmittirt, die anderen absorbirt und mit Bezug auf diese letzteren daher wärmefarbig ist.

Wie die Lichtstrahlen, so unterliegen auch die Wärmestrahlen in allen Krystallen, mit Ausnahme der regulären, einer Doppelbrechung, welche indessen in der Richtung der optischen Axen ebenfalls nicht erfolgt. Damit hängt auch die erkannte Polarisation der Wärmestrahlen zusammen.

Die beiden Wärmestrahlen sind wie die Lichtstrahlen rechtwinkelig auf einander polarisirt. Wenn durch eine Steinsalzlinse parallele Wärmestrahlen auf zwei Glimmerblättchen auffallen, so geht, wenn die Polarisationsebenen der letzteren gekreuzt sind, ein Minimum, wenn sie parallel sind, ein Maximum von Wärme hindurch.

§ 132. **Ausdehnung der Krystalle durch Erwärmung.** Die Mineralien werden durch Wärme bedeutend weniger ausgedehnt als die Flüssigkeiten; dehnt sich das Wasser bei der Erwärmung von 0° auf 100° um den 23ten, das Quecksilber

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

um den 55ten Theil seines Volumens aus, so beträgt diese Ausdehnung beim Steinsalz nur den 247ten, beim Diamant nur den 8480ten Theil.

Nach *Mitscherlich*'s grundlegenden Beobachtungen dehnen sich die Krystalle des regulären Systems durch Erwärmung nach allen Richtungen gleichmässig aus, wogegen die Krystalle der übrigen Systeme nach verschiedenen Richtungen eine ungleichmässige Ausdehnung erfahren, und folglich einer theilweisen oder allseitigen Veränderung ihrer Kantenwinkel unterworfen sind, deren Grösse von der Temperatur abhängig ist. Mit alleiniger Ausnahme der regulären bleiben demnach die Krystallgestalten bei einer Aenderung der Temperatur sich selbst nicht geometrisch ähnlich.

So fand *Mitscherlich*, dass die Polkante der rhomboëdrischen Spaltungsstücke des Kalkspaths, welche bei 10° C. 105° 4′ misst, nach einer Temperaturerhöhung um 100° nur noch 104° 56′ gross, also um 8′ schärfer geworden ist; das Rhomboëder wird sonach etwas spitzer, woraus denn folgt, dass sich der Kalkspath in der Richtung seiner Hauptaxe stärker ausdehnt, als in der Richtung der Nebenaxen[1]). Dasselbe Verhältniss, wenn auch in geringerem Grade, erkannte *Mitscherlich* für die Rhomboëder des Eisenspaths und des Magnesits. — Quarz dehnt sich bei der Erwärmung um 100° parallel der Hauptaxe um 0,000781, senkrecht dazu um 0,001419 seiner Länge aus. — Dagegen zeigten die Krystalle des Aragonits, welche dem rhombischen System angehören, nach allen drei Axen eine ungleichmässige Ausdehnung; ebenso die monoklinen Krystalle des Gypses, welche sich besonders stark in der Richtung der Orthodiagonale ausdehnen, weshalb denn die klinodiagonalen Seitenkanten aller Prismen, und die klinodiagonalen Polkanten aller Hemipyramiden mit steigender Temperatur immer stumpfer werden.

Aehnliche Beobachtungen sind später von Anderen an anderen Krystallen angestellt worden, und liessen auf ähnliche Resultate gelangen[2]), so dass man die folgenden, von *Fizeau* aufgestellten Gesetze als allgemein gültig betrachten kann:

1) In den Krystallen des regulären Systems ist die lineare Ausdehnung nach allen drei Hauptaxen gleich gross; die Winkel, welche von den Flächen gebildet werden, sind also hier unabhängig von der Temperatur.
2) In den Krystallen des tetragonalen und hexagonalen Systems ist die lineare Ausdehnung nach der Richtung der Hauptaxe verschieden von jener nach der Richtung der Nebenaxen, welche dagegen ihrerseits eine gleich grosse Ausdehnung erfahren; dabei braucht jedoch die Axe der grössten Ausdehnung durch die Wärme nicht mit der Axe der grössten optischen Elasticität zusammenzufallen.
3) In den Krystallen der übrigen Systeme ist die lineare Ausdehnung nach allen drei Axen ungleich.

---

1) In welcher letzteren Richtung er sich nach *Fizeau* sogar contrahirt, was nach demselben Beobachter für den Beryll in der Richtung der Hauptaxe stattfindet.

Eisenglanz dehnt sich bei Temperaturen über −5,7° am meisten in der Richtung der Nebenaxen, bei solchen unter −5,7° am meisten in der Richtung der Hauptaxe aus. Von zwei Eisenglanzstäben, der eine parallel, der andere senkrecht auf *c* geschnitten, die bei 0° gleich lang sind, würde beim Sinken der Temperatur der letztere zunächst kürzer werden, bei −11,4° sind beide Stäbe wieder gleich lang. Ein Eisenglanzkrystall würde bei +18° und bei −29,4° dieselben Winkelwerthe zeigen (*H. Bäckström*).

2) Compt. rend., T. 62, S. 1101, und Ann. d. Phys. u. Ch. Bd. 135, 1868. 372; vgl. auch *Pfaff*, ebendas., Bd. 104, S. 171 u. Bd. 107, S. 151; *Beckenkamp* (Adular, Anorthit, Axinit), Z. f. Kryst. V. 1881. 436 und VI. 1882. 450; *Fletcher*, Z. f. Kryst. IV. 1880. 337; VIII. 1884. 455; *E. Blasius*, Ann. d. Phys. u. Chemie, N. F. XXII. 528; *Schrauf* (Schwefel), Z. f. Kryst. XII. 1887. 321.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Richtung der stärksten Ausdehnung, diejenige der schwächsten und eine zu beiden senkrechte Richtung von mittlerer Ausdehnung liefern die drei thermischen Axen. Im rhombischen System fallen dieselben mit den krystallographischen zusammen, sind also bei jeder Temperatur dieselben. Im monoklinen entspricht wenigstens eine derselben der orthodiagonalen Normale auf die Symmetrieebene, die zwei anderen liegen irgendwo in der Symmetrieebene; im triklinen ist die Lage ganz unbestimmt.

Bei den tetragonalen und hexagonalen Krystallen ändern sich die Winkel aller zur Hauptaxe geneigten Formen, der Pyramiden, der Rhomboëder, dagegen bleiben constant die Winkel der Prismenzone sowie die rechten Winkel zwischen dieser letzteren und der Basis. Im rhombischen System verändern sich alle Winkel mit Ausnahme der rechten zwischen je zwei Pinakoiden sowie der rechten zwischen einem Pinakoid und einer prismatischen oder domatischen Zone. Im monoklinen bleiben nur die rechten Winkel, welche andere Flächen mit der Symmetrieebene bilden; im triklinen, wo es keine rechten Winkel gibt, verändern sich alle Winkel. Die Aenderungen der Krystallwinkel finden bei stetiger Aenderung der Temperatur auch stetig statt.

Eine Kugel, aus regulärem Steinsalz geschliffen, wird daher bei Temperaturerhöhung zwar einen grösseren Durchmesser erhalten, aber stets eine Kugel bleiben. Eine solche aus einem tetragonalen oder hexagonalen Krystall gestaltet sich dabei zu einem Rotationsellipsoid mit zwei Axenwerthen um, dessen Drehungsaxe die Hauptaxe ist; beim Quarz ist es ein nach der letzteren abgeplattetes, beim Kalkspath ein darnach verlängertes Rotationsellipsoid. Eine Kugel aus rhombischem Aragonit oder monoklinem Feldspath formt sich zu einem dreiaxigen Ellipsoid um.

Wie sich aus Vorstehendem ergibt, und von *Grailich* und *v. Lang* durch theoretische Untersuchungen gezeigt wurde, finden die durch stetige und bedeutende Steigerung oder Verminderung der Temperatur bedingten Dimensionsänderungen der Krystalle immer in der Weise statt, dass dabei sowohl die Zonen, als auch das Krystallsystem unverändert bleiben. Sie nennen dies das Gesetz der Erhaltung der Zonen und des Krystallsystems. Die Rationalität der Parameterverhältnisse ist ebenfalls unabhängig von der Temperatur.

§ 133. **Wärmeleitung der Krystalle.** Die Wärmeleitungsfähigkeit ist für verschiedene Mineralien sehr abweichend; setzt man dieselbe beim Silber = 100, so beträgt sie beim Kupfer nur 73,6, beim Gold 53,2, Zink 19, Zinn 14,5, Eisen 11,9, Blei 8,5, Platin 8,4, Wismut 1,8 (*Wiedemann* und *Franz*); Marmor leitet die Wärme noch minder gut als Wismut; zu den schlechtesten Wärmeleitern, welche sich sehr warm anfühlen, gehören gewisse organische Substanzen wie Bernstein.

Mit den vorher beschriebenen Ausdehnungsverhältnissen der Krystalle stimmen die von *Duhamel*, *Sénarmont*[1]) u. A. über die Wärmeleitung derselben

1) *Sénarmont* steckte durch das Centrum mit Wachs überzogener Krystallplatten einen Draht, dessen Ende erwärmt wurde; das Schmelzen des Wachses stellte graphisch die Fortpflanzung der Wärme dar und zeichnete in jedem Augenblick auf der Platte eine isotherme Curve, welche z. B. auf den Flächen regulärer Krystalle ein Kreis, bei einem tetragonalen Krystall auf 0P ebenfalls ein Kreis, dagegen auf ∞P eine Ellipse ist. Die Curven der Ausbreitung einer gleichen Temperatur auf Krystallflächen sind eben allgemein Ellipsen, welche sich als Durchschnitte der Fläche mit einem für den ganzen Krystall vorhandenen Ellipsoid ergeben. Beim Quarz ist das Verhältniss der Ellipsenaxen auf ∞P senkrecht und parallel zu $c = 10 : 13$. Zur Darstellung sehr scharfer und feiner Isothermen nimmt man nach *W. Voigt* am besten Elaïdinsäure mit einem geeigneten Zusatz von Wachs und Terpentin. — *Röntgen* (Z. f. Kryst. III. 1879. 17) erhielt dieselben Curven auf ähnliche Weise, indem er behauchte Krystallplatten vom Mittelpunkt aus durch eine heisse Metallspitze erwärmte (wobei die Hauchschicht um die Spitze herum in einer scharfbegrenzten kreisrunden oder ellipsenähnlichen Figur zuerst verdunstete), und die Grenze, bis wohin die Abtrocknung nicht vorgedrungen war, durch dann aufgestreuten

angestellten Beobachtungen sehr gut überein, welche das Resultat ergaben, dass die Propagationsform der Wärmewellen (oder die Gestalt der isothermen Fläche) in den regulären Krystallen wie in den amorphen Medien durch eine Kugelfläche, in den tetragonalen und hexagonalen Krystallen durch ein verlängertes oder abgeplattetes Rotationsellipsoid dargestellt wird, dessen Axe mit der krystallographischen Hauptaxe zusammenfällt, während solche in den rhombischen, monoklinen und triklinen Krystallen (wie es scheint stets) durch ein dreiaxiges Ellipsoid bestimmt wird; und zwar fallen im rhombischen System die drei abweichenden Werthe der Leitungsfähigkeit mit den krystallographischen Axen zusammen, wogegen sie im monoklinen System zwar auch noch rechtwinkelig stehen, aber hier nur eine Ellipsoidaxe mit einer krystallographischen, nämlich mit der Orthodiagonale coincidirt (vgl. die Analogie mit der Form und Lage der optischen Elasticitätsfläche § 101, 103, 104).

Die Richtung der grössten Wärmeleitungsfähigkeit braucht natürlich nicht mit derjenigen der grössten Ausdehnung durch die Wärme zusammenzufallen. *Jannettaz* befand mit nur sehr wenigen Ausnahmen die Wärmeleitung grösser in der Richtung der Spaltbarkeit, als senkrecht dazu; eine durch schalige Zusammensetzung herbeigeführte Theilbarkeit ist dagegen ohne Einfluss auf die Wärmeleitung.

### 8. Elektricität der Mineralien.

§ 134. **Elektricität durch Reibung und Druck.** Die Elektricität kann in den Mineralien entweder durch Reibung, oder durch Druck, oder durch Erwärmung erregt werden. Dabei ist jedoch immer zu berücksichtigen, ob das Mineral ein Leiter oder ein Nichtleiter der Elektricität ist, weil es im ersteren Falle einer vorherigen Isolirung bedarf, wenn sich die Erscheinung offenbaren soll. Zur Wahrnehmung derselben dienen kleine, sehr empfindliche Elektroskope, wie z. B. das von *Haüy* vorgeschlagene, welches aus einer leichten, beiderseits in eine kleine Kugel endigenden, und mittels eines Karneolhütchens auf einer Stahlspitze horizontal ruhenden Metallnadel besteht. Bei feineren Untersuchungen muss man andere Elektroskope, wie z. B. das von *Bohnenberger* oder *Behrens* oder das Elektrometer von *Thomson* anwenden.

Alle Mineralien werden durch Reibung elektrisch; die erlangte Elektricität ist aber bald positiv (wie die am geriebenen Glas), bald negativ (wie die am geriebenen Harz), nach Umständen, welche zum Theil sehr zufällig sind, wie denn z. B. die meisten Edelsteine positiv oder negativ elektrisch werden, je nachdem ihre Oberfläche glatt oder rauh ist. Auch durch Schaben, Zerreissen, Spalten wird Elektricität erregt; spaltet man Glimmer, Gyps, so erweist sich die eine Spaltungsfläche positiv, die andere negativ. — Ferner werden auch durch Druck manche Mineralien elektrisch; am stärksten der, durch seine doppelte Strahlenbrechung ausgezeichnete wasserhelle Kalkspath, dessen Spaltungsstücke schon durch einen

Bärlappsamen noch bemerkbarer machte. *Jannettaz* hat für das *Sénarmont*'sche Verfahren einen verbesserten complicirten Apparat construirt (Bull. soc. minéral. I. 1878. 19). Ueber eine fernere Methode zur Untersuchung der Wärmeleitung s. *W. Voigt*, Wiedem. Annalen Bd. 60. 1897. 350. — In gepresstem amorphem Glas (oder Porzellan) vergrössert sich, wie *Sénarmont* zeigte, die Wärmeleitung in der Druckrichtung, weshalb denn hier auf den Flächen ebenfalls elliptische Isothermenlinien erscheinen.

schwachen Druck zwischen den Fingern eine sehr merkliche und stets positive Elektricität entwickeln. Auch Topas, Aragonit, Flussspath, Bleicarbonat, Quarz u. a. besitzen diese Eigenschaft, jedoch in weit geringerem Grade.

§ 135. **Elektricität durch Erwärmung.** Durch Erwärmung oder überhaupt durch Temperaturänderung wird die Elektricität in den Krystallen schlecht leitender Mineralien erregt, von welchen man daher sagt, dass sie pyroëlektrisch sind. Die Erscheinung zeigt sich nur während eines Wechsels der Temperatur und nicht während dieselbe constant bleibt. Dabei sind beiderlei Elektricitäten auf der Oberfläche in verschiedener Weise vertheilt, immer aber steht die elektrische Erregung derart mit der Symmetrie des Krystalls in Beziehung, dass die gleichen Flächen, Kanten und Ecken sich auch unter einander übereinstimmend verhalten[1]). Es treten jedoch an jeder einzelnen Stelle successive beide Elektricitäten auf, die eine bei der Erwärmung, die andere, nachdem auf kurze Zeit unelektrischer Zustand geherrscht hat, bei der darauf folgenden Erkaltung. Für die Bezeichnung pflegt man diejenige Elektricität namhaft zu machen, welche sich bei der Abkühlung kund gibt. Doch ist die Vertheilung der Elektricität nicht bei allen Vorkommnissen desselben Minerals übereinstimmend, auch kann das Verhalten durch unvollständige Ausbildung oder durch bedeutende Verletzung der äusseren Gestalt mehr oder weniger modificirt werden.

Aus *Hankel*'s grossen Untersuchungsreihen[2]) müssen einige Beispiele hervorgehoben werden, wobei sich die Angaben auf diejenige Elektricität beziehen, welche an den vorher erwärmten Krystallen während der Abkühlung auftritt.

Holoëdrische reguläre Krystalle zeigen überhaupt keine Pyroëlektricität. — In den tetragonalen und hexagonalen Krystallen bedingt der Gegensatz zwischen Hauptaxe und Nebenaxen die Art der Vertheilung der entgegengesetzten Elektricitäten; an beiden Enden der Hauptaxe wird sich die eine, und ringsum rechtwinkelig von ihr die andere Elektricität entwickeln. So zeigen die vollständig ausgebildeten Vesuviankrystalle vom Wilui auf den Flächen 0P und P positive, auf den Prismenflächen negative Elektricität; ähnliches ergaben die Krystalle des Apophyllits von Andreasberg, Poonah, Bergenhill u. a. O., sowie die sibirischen Berylle und Smaragde; bei den kurzen Beryllkrystallen von Elba und bei den aufgewachsenen Vesuvianen von Ala verhielt es sich dagegen umgekehrt. Auch die meisten untersuchten Kalkspathkrystalle bieten an den Enden der Hauptaxe positive, auf den prismatischen Seitenflächen negative Elektricität dar; die eigenthümlich gestalteten Krystalle von Derbyshire

1) *Kundt* schlug in sinnreicher Weise vor, in dem Moment, in welchem die durch Temperaturveränderung (oder durch Druck) auf einem Krystall hervorgerufene elektrische Vertheilung bestimmt werden soll, denselben mit einem Gemenge von Schwefel und Mennige zu bestäuben, welches durch ein engmaschiges Sieb von Baumwolle hindurchgesiebt oder vermittels eines besonderen Apparats als eine von einem Luftstrom hervorgebrachte Wolke zugeführt wird. Bei diesem Vorgang wird bekanntlich das Schwefelpulver negativ, die Mennige positiv elektrisch, und ebenso wie bei den *Lichtenberg*'schen Figuren setzt sich nun der negative gelbe Schwefel auf die positiven, die positive rothe Mennige auf die negativen Theile der Krystalloberfläche, wobei die Vertheilung der beiden Pulver ein sehr anschauliches Bild von der elektrischen Anordnung auf der Oberfläche gibt. Je stärker die elektrische Spannung auf den Oberflächenstellen ist, desto reichlicher häuft sich das rothe oder gelbe Pulver auf ihnen an.

2) *Hankel* hat bis 1896 nicht weniger als zwanzig umfangreiche Abhandlungen unter dem Titel »Elektrische Untersuchungen« in den Abh. der k. sächs. Ges. d. Wissensch. veröffentlicht, von denen sich die meisten auf die Pyroëlektricität der Krystalle, insbesondere auf die polare, beziehen. Vgl. ferner die Untersuchungen von *F. Beijerinck* über das Leitungsvermögen der Mineralien für Elektricität, ihre Unterscheidung in Leiter und Isolatoren, N. Jahrb. f. Min., Beilageb. XI. 403.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

weisen indessen eine umgekehrte Vertheilung der Elektricität auf. Bei den meisten Apatitkrystallen sind ebenfalls die Endflächen positiv, die Seitenflächen negativ, doch gibt es auch hier abweichende Beispiele eines entgegengesetzten Verhaltens. — An vollständig ausgebildeten Topaskrystallen erweisen sich z. B. die Enden der Verticalaxe und die brachydiagonalen Seitenkanten nebst den angrenzenden Flächentheilen positiv, dagegen die makrodiagonalen Seitenkanten und deren Angrenzungen negativ. Sind aber die Krystalle, wie dies ja gewöhnlich der Fall ist, abgebrochen und an dem einen Ende durch eine Spaltungsfläche begrenzt, so zeigt sich diese Spaltungsfläche gleichwie die makrodiagonalen Seitenkanten negativ, während das entgegengesetzte Ende der Verticalaxe und beide brachydiagonalen Seitenkanten positiv bleiben. — Beim Baryt sind, wenn das Spaltungsprisma als $\infty P$ aufgefasst wird, die Enden der Verticalaxe positiv, die Enden der beiden Horizontalaxen negativ, und die Enden der in der Basis liegenden Zwischenaxen wieder positiv. Doch wird die elektrische Spannung nebenbei noch von der verschiedenen Ausbildung der Krystalle beeinflusst: nach den Enden derjenigen Diagonale hin, nach welcher das Wachsthum des Krystalls stattgefunden hat, nimmt sie stets in negativem Sinne zu oder in positivem ab. — Am Aragonit, welcher fast immer in Zwillingen ausgebildet ist, erscheinen die Flächen des Prismas $\infty P$ längs den brachydiagonalen Seitenkanten positiv, diejenigen des Brachypinakoids $\infty \breve{P}\infty$ negativ, die des Brachydomas $\breve{P}\infty$ theils negativ, theils positiv, theils unelektrisch. — Der Gyps ist auf $\infty \breve{P}\infty$ stets negativ, auf den verticalen Prismen $\infty P$ und $\infty \breve{P}2$, sowie auf der Hemipyramide P positiv. Beim Adular sind im Allgemeinen die Flächen an beiden Enden der Verticalaxe ($0P$ und $\breve{P}\infty$), sowie die orthodiagonalen Seitenkanten oder das Klinopinakoid ($\infty \breve{P}\infty$) positiv, die verticalen Prismenflächen $\infty P$ negativ; ganz analog verhält sich der Albit. Bei den Diopsiden waltet indessen der Unterschied ob, dass die piemontesischen Krystalle auf $\infty \breve{P}\infty$ positiv, auf $\infty \breve{P}\infty$ negativ elektrisch sind, während die äusserlich gleichgestalteten Individuen aus Tirol gerade umgekehrte Vertheilung zeigen.

Sehr beachtenswerth ist es nun, dass in gewissen Mineralien während einer Temperaturänderung die beiden entgegengesetzten Elektricitäten zugleich an zwei oder mehren einander gegenüberliegenden bestimmten Stellen des Krystalls erregt werden, welche Modification der Erscheinung mit dem Namen der polaren Pyro- (oder Thermo-) Elektricität bezeichnet wird. Diese Stellen nennt man die elektrischen Pole und es treten auch hier an jedem Pol successiv beide Elektricitäten auf. Um dies Verhältniss auszudrücken, haben *G. Rose* und *Riess* vorgeschlagen, die Pole als analog- oder antilog-elektrische Pole zu bezeichnen, je nachdem sie durch Erwärmung positiv oder negativ elektrisch werden; bezogen auf die Erscheinungen während der Abkühlung würde daher der negative Pol der analoge, der positive der antiloge sein. — Dazu gesellt sich nun die weitere Thatsache, dass, wie dieses polare Verhalten gleichsam einen Ausnahmefall im Bereich der Pyroëlektricität darbietet, so auch die dasselbe aufweisenden Krystalle auf diejenigen Krystallgruppen beschränkt sind, in denen eine Hemimorphie zur Geltung kommt, oder welche sonst in Folge der Theilflächigkeit eines Symmetriecentrums entbehren. Krystallographisch an ihren Enden ungleichwerthige Axen sind es hier, welche gleichzeitig an ihren Enden ungleichnamige Elektricität entwickeln und somit auch als elektrische Axen bezeichnet werden. Die elektrischen Spannungen an den beiden Enden dieser Axe sind von gleicher Stärke und unabhängig von der Länge der Krystalle, aber proportional dem Querschnitt und dem Maass der Temperaturänderung; nach dem Zerbrechen erscheinen sie auch auf den Trennungsflächen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Es war ein Zufall, dass gerade zuerst die polare Pyroëlektricität an ausgezeichneten Beispielen untersucht wurde und ein Verdienst *Hankel*'s, gezeigt zu haben, dass die Pyroëlektricität als solche gar nicht an jene hemimorphen Krystalle allein gebunden, sondern, wie hervorgehoben, sehr wahrscheinlich eine allgemeine Eigenschaft der Krystalle sei. Die interessante Erscheinung der polaren Pyroëlektricität ist zuerst und schon seit längerer Zeit am Turmalin beobachtet worden. Bei der Abkühlung erscheint positive Elektricität da, wo die Polkanten, negative da, wo die Flächen des Hauptrhomboëders auf die Flächen des senkrechten dreiseitigen Prismas aufgesetzt sind; im Allgemeinen findet sich am flächenreicheren Ende des Turmalins positive, am flächenärmeren Ende negative Elektricität, in der Mitte der Krystalle eine elektrisch-neutrale horizontale Zone. Fig. 322 zeigt den nach der Anm. auf S. 273 bestäubten



Fig. 322.

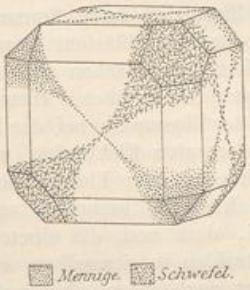



Fig. 323.

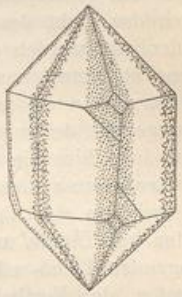


Fig. 324.

Krystall. *Gaugain* fand, dass der Turmalin über eine gewisse Temperatur hinaus so leitend wird, dass die sich ausgleichenden Elektricitäten gar nicht mehr zu beobachten sind. — Bei den aufgewachsenen Krystallen des Kieselzinks (Fig. 12, S. 31) ist stets das obere durch Domen und basisches Pinakoid charakterisirte Ende negativ, die untere Pyramidenspitze positiv elektrisch (vgl. auch *Bauer* und *Brauns*, N. Jahrb. f. Min. 1889. I. 1). Der rhombisch-hemimorphe Struvit besitzt ebenfalls eine stark polar-elektrische Axe in der Richtung seiner Verticalaxe. — Der Boracit hat 8 Pole, welche den Ecken des Hexaëders entsprechen; seine Krystallformen sind durch den Gegensatz der positiven und negativen Tetraëder u. s. w., überhaupt durch die mit der Hemiëdrie verbundene Entzweiung der trigonalen Zwischenaxen gewissermassen hemimorphisch in der Richtung dieser Axen; die Ecken mit den grösseren glatten Tetraëderflächen werden beim Abkühlen positiv, die mit den kleineren matteren negativ (*Hankel* a. a. O. VI. 1857; *Mack* in Z. f. Kryst. VIII. 1884. 503); vgl. Fig. 323. Auch die Zinkblende besitzt 4 elektrische Axen in den Richtungen der 4 dreizähligen Symmetrieaxen. — Ein einfacher Quarzkrystall wird an den Prismen- und Pyramidenkanten, an welchen die Trapez- und Rhombenflächen auftreten, negativ, an den abwechselnden positiv elektrisch (Fig. 324); seine trapezoëdrische Tetartoëdrie lässt sich, wie *Hankel* hervorhob, auch als ein Hemimorphismus in der Richtung der drei Nebenaxen deuten, welche dadurch in je zwei ungleichwerthige Hälften zerfallen. Der häufige Aufbau scheinbar einfacher Krystalle aus mehren Individuen complicirt diese Erscheinungen (vgl. auch *v. Kolenko* in Z. f. Kryst. IX. 1884. 1). Andere hemimorphe und polar-elektrische Krystalle sind Prehnit und Spangolith.

Wenn bei Substanzen, welche sich z. B. durch die Aetzeindrücke als zweifellos hemimorph erweisen, dennoch Krystalle vorkommen, die scheinbar nicht hemimorph ausgebildet sind, so ist dies durch Zwillingsbildung nach einer auf der Axe der Hemimorphie senkrecht stehenden Fläche zu erklären und solche Krystalle werden dann auch an beiden Enden dieser Axe gleichnamige Elektricität entwickeln.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ebenso wie durch Temperaturveränderung werden nach *J.* und *P. Curie* die an beiden Enden einer Symmetrieaxe verschiedenartig entwickelten Krystalle auch durch einen in der Richtung dieser Axe wirkenden Druck entgegengesetzt polarelektrisch (Comptes rendus Bd. 91. 294. 383; Bd. 92. 186. 350; Bd. 93. 204). Diese durch Pressung hervorgerufene Erscheinung wurde Piëzoëlektricität genannt und da eine Compression wie eine Temperaturverminderung, eine Dilatation wie eine Temperaturerhöhung wirkt, so entsprechen auch bei beiden Vorgängen die erregten gleichnamigen Elektricitäten einander. Turmalinkrystalle zeigen bei der Pressung senkrecht zu 0R an beiden Enden abweichende Elektricität und zwar wird das Ende, welches bei der Abkühlung positiv wurde, alsdann ebenfalls positiv, beim Nachlassen des Druckes wird es negativ, wie beim Erwärmen. Quarz verhält sich ganz übereinstimmend.

Elektricität durch Belichtung oder Bestrahlung (Aktinoëlektricität) hat *Hankel* zuerst am Flussspath, namentlich an den grünen Krystallen von Weardale constatirt; durch das Licht des bedeckten Himmels, durch Sonnenbestrahlung oder elektrisches Kohlenlicht werden die Mitten der Würfelflächen negativ elektrisch, die elektrische Intensität nimmt nach den Rändern der Flächen zu ab, und geht dann dort, sowie an den Ecken oft in eine geringe positive über. Diese Vertheilung sei gerade entgegengesetzt derjenigen, welche der Flussspath bei der Erwärmung aufweist; daher ist denn auch hier die Qualität der erregten Elektricität nach der Belichtung und bei der Erwärmung dieselbe. Die Erregung der Elektricität erfolge durch einen Vorgang, bei welchem der Farbstoff der Krystalle betheiligt sei (a. a. O. XII. 1879. 203) Später hat *Hankel* nachgewiesen, dass auch die einen einfachen Bergkrystall durch dringenden Licht- oder Wärmestrahlen in demselben eine elektrische Spannung hervorrufen, der Vertheilung und Art nach genau übereinstimmend mit der bei der Abkühlung entstehenden pyroëlektrischen (ebendas. XII. 1881. 459). Die Erregung ist proportional der Intensität der Strahlung und wesentlich abhängig von der Strahlengattung[1]).

§ 136. **Leitungsfähigkeit der Elektricität.** Ueber die Leitungsfähigkeit der Krystalle hat *G. Wiedemann* sinnreiche Untersuchungen angestellt; er bestreute die Flächen mit einem feinen, schlechtleitenden Pulver (Mennige, Lycopodium-Samen) und leitete durch eine Nähnadelspitze die positive Elektricität einer Leidener Flasche auf den Krystall; alsdann wird das Pulver von der Spitze aus nach allen Richtungen mit einer der Leitungsfähigkeit entsprechenden Intensität fortgestossen. Auf den Flächen isotroper Körper (z. B. von Glas, regulärem Alaun, Fluorit u. s. w.) wurde dadurch eine kreisförmige Stelle entblösst, zum Beweise, dass sich in solchen Medien die Elektricität nach allen Directionen gleichmässig fortpflanzt. Ein Kreis erscheint auch auf den basischen Pinakoiden der tetragonalen und hexagonalen Krystalle, wogegen auf den Prismenflächen derselben elliptische Figuren freigelegt werden, welche auch auf allen Flächen der rhombischen, monoklinen und triklinen Krystalle resultiren. Die Analogie mit der Fortpflanzung der Wärme und des Lichtes leuchtet von selbst ein; nach *Wiedemann* scheint auch speciell die Richtung, in welcher sich die Elektricität am schnellsten verbreitet, mit jener der schnellsten Lichttransmission zusammenzufallen.

---

1) *C. Friedel* und *J. Curie* geben an, dass durch Bestrahlung und durch directe Wärmeleitung im Quarz die gleiche elektrische Vertheilung hervorgebracht werde und sind der Ansicht, dass die auftretende Elektricität in beiden Fällen nur die Folge einer ungleichmässigen Erwärmung resp. Abkühlung und einer damit verbundenen ungleichmässigen Dilatation resp. Compression sei, es sich also nur um eine piëzoëlektrische Erscheinung handle. *Hankel* hat dagegen nochmals darauf hingewiesen, dass nach seinen Beobachtungen sowohl bei Erwärmung als bei Abkühlung die Aktinoëlektricität der Pyroëlektricität entgegengesetzt sei, und dass auch die aktinoëlektrischen Spannungen nicht durch ungleiche Erwärmung entstehen können.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zu denselben Resultaten ist auch *Sénarmont* gelangt, welcher die Krystallfläche mit Zinnfolie belegte und den Lichtschein, welcher sich auf ihr rings um die zuleitende Spitze bildete, im luftverdünnten Raum oder im Dunkeln beobachtete. Vgl. auch die Versuche *v. Kobell*'s (Münch. Gel. Anzeigen, 1850, Nr. 89 und 90).

Thermoëlektricität. Wenn man zwei sehr gute mineralische Leiter der Elektricität, z. B. Kupfer, Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Magnetit mit einander in Berührung bringt und die entgegengesetzten freien Enden durch einen Metalldraht verbindet, alsdann die Stelle, wo die beiden Mineralien sich berühren, erwärmt, so erhält man einen elektrischen Strom (Thermostrom), dessen Vorhandensein an einem in den Draht eingeschalteten Galvanometer durch Ablenkung einer Magnetnadel controllirt werden kann (Thermoëlektricität). Diejenige der beiden Substanzen, nach welcher sich der Strom alsdann hinbewegt, heisst positiv mit Bezug auf die andere; bei der Abkühlung der Contactstelle fliesst der Strom in umgekehrter Richtung von der positiven zur negativen. Je nach der Stärke des bei gleich grosser Erwärmung der Contactstelle entstehenden Stromes werden die metallischen Substanzen in eine Reihe geordnet, an deren einem positiven Ende Antimon, an deren anderem negativen Ende Wismut steht; beide liefern also einen sehr starken, bei der Erwärmung vom Wismut zum Antimon gehenden Strom. Bei anderen Mineralien ist der Strom um so stärker, je mehr das positive dem Antimon, und das negative dem Wismut genähert ist. Krystallographisch differente Flächen verhalten sich dabei abweichend: erhitztes Kupfer liefert einen stärkeren Strom, wenn es mit $\infty$R als wenn es mit 0R eines Eisenglanzkrystalls berührt wird. Die thermoëlektrische Kraft hängt aber auch bei ganz demselben Mineral in sofern von der Richtung ab, als Stäbchen, die aus einem einzigen, sehr gut leitenden Krystall in verschiedenen Richtungen herausgeschnitten sind, schon unter sich einen Thermostrom hervorbringen können, indem sie sich wie zwei abweichende Substanzen verhalten, wie dies von *Svanberg*, *Franz* und *Bäckström* (Z. f. Kryst. XVII. 1890. 424) nachgewiesen wurde. Bei einem holoëdrisch regulären Krystall sind aber alle Richtungen gleich, er liefert durch Gegenübersetzung derselben keinen Thermostrom.

Sehr merkwürdig aber verhält sich dagegen der dodekaëdrisch-hemiëdrisch reguläre Eisenkies, indem ein Theil seiner Krystalle noch positiver ist als Antimon, ein anderer Theil noch negativer als Wismut, so dass die Berührung zweier so verschiedener Krystalle einen noch stärkeren Thermostrom erzeugt, als Antimon mit Wismut; bei den positiven Krystallen zeigt das Pentagondodekaëder $\frac{\infty O 2}{2}$ eine Streifung parallel den ungleichlangen Würfelkanten und ist $\infty O \infty$ sowie $\frac{30\frac{3}{2}}{2}$ insbesondere entwickelt; bei den negativen Krystallen verläuft jene Streifung parallel den Höhenlinien der Pentagone und pflegt das Ikositetraëder 202 häufig aufzutreten.

### 9. Magnetismus.

§ 137. Die Fähigkeit, auf die Magnetnadel einzuwirken, findet sich zwar nur bei wenigen Mineralien, wird aber gerade für diese ein sehr charakteristisches Merkmal. Sie ist jedenfalls in einem Gehalt von Eisen begründet und hat dadurch auch insofern einigen Werth, wiefern sie uns über die Anwesenheit dieses Metalls belehrt. Es äussert sich aber diese Wirkung auf die Magnetnadel entweder als einfacher, oder als polarer Magnetismus, je nachdem der Körper auf beide Pole der Nadel durchaus nur anziehend, oder stellenweise nur auf einen Pol anziehend, auf den anderen dagegen abstossend wirkt. Meteoreisen, Magneteisen, Magnetkies, Almandin u. a. Mineralien mit bedeutendem Gehalt von Eisenoxydul zeigen den einfachen Magnetismus mehr oder weniger lebhaft; dasselbe gilt von verschiedenen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

anderen eisenhaltigen Mineralien, nachdem man sie geglüht hat. Das Magneteisen zeigt aber auch bisweilen polaren Magnetismus, und verhält sich dann wie ein wirklicher Magnet; nach *v. Kokscharow* besitzt auch das Platin von Nischne-Tagilsk oft sehr intensiven polaren Magnetismus.

Man unterscheidet auch die magnetischen Körper als retractorische und attractorische, je nachdem sie nur vom Magnet angezogen werden, oder selbst Eisen (als Feilspäne) anziehen. Die meisten magnetischen Mineralien verhalten sich nur retractorisch, was manche erst dann erkennen lassen, wenn man ihr Pulver mit einem Magnetstab in Berührung bringt. Zur Entdeckung sehr schwacher magnetischer Reactionen dient die von *Haüy* angegebene Methode des doppelten Magnetismus.

Sehr wichtig wird der Gegensatz zwischen magnetischen und unmagnetischen Substanzen bei der Trennung von Mineralgemengen, wie sie in den Gesteinen vorliegen. Mit grossem Vortheil bediente sich *Fouqué* zuerst dabei des Elektromagneten, mittels dessen es z. B. vortrefflich gelingt, eisenhaltige Mineralien, wie Magnetit, Augit, Olivin von den eisenfreien, z. B. Feldspathen, Quarz zu separiren [1]).

*Faraday* hat bekanntlich zuerst solche Körper, welche, frei zwischen den Polen eines Magneten schwebend, ihre längste Dimension in die Verbindungslinie dieser Pole bringen, sich also axial stellen, als paramagnetische, diejenigen, welche ihre längste Dimension darauf senkrecht richten, also eine äquatoriale, transversale Stellung einnehmen, als diamagnetische bezeichnet; vom Magneten werden daher die ersteren (z. B. Stäbchen von eisenhaltigem Glas) angezogen, die letzteren (z. B. Stäbchen von eisenfreiem Glas) abgestossen. In den Krystallen ist nun auch die Stärke des Para- oder Diamagnetismus von der Richtung innerhalb derselben abhängig und zwar ergibt sich nach den Untersuchungen zuerst von *Plücker*, dann von *Grailich* und *v. Lang* Folgendes, in genauer Uebereinstimmung mit den optischen und thermischen Verhältnissen:

1) die regulären Krystalle (wie die amorphen Körper) zeigen nach allen Richtungen hin gleichen Grad dieser Eigenschaft, mögen sie nun para- oder diamagnetisch sein.

So ist das Magneteisen nach allen Richtungen gleich paramagnetisch. Eine Kugel aus solchen magnetisch isotropen Substanzen nimmt daher zwischen den Polen keine bestimmte Stellung an. — Wie amorphe Substanzen durch Druck Doppelbrechung erlangen, so können durch denselben auch diese hier in Rede stehenden Eigenschaften bei ihnen eine bestimmte Orientirung gewinnen.

2) die tetragonalen und hexagonalen Krystalle besitzen in der Richtung der Hauptaxe entweder den stärksten oder schwächsten Para- oder Diamagnetismus; in allen darauf senkrechten Richtungen herrscht dann umgekehrt das Minimum oder Maximum dieser Eigenschaften.

Daher stellt sich die Richtung der optischen Axe a) wenn der Krystall paramagnetisch ist: axial, sobald sie dem Maximum, äquatorial, sobald sie dem Minimum des Magnetismus entspricht; b) wenn der Krystall diamagnetisch ist: axial, sobald sie mit dem Minimum, äquatorial, sobald sie mit dem Maximum des Diamagnetismus

1) Namentlich wenn man sich des von *Paul Mann* construirten Apparats bedient: aus dem unteren Glashahn einer oben trichterförmig erweiterten verstellbaren Bürette fliesst ein ruhiger Strom von Wasser mit den darin suspendirten Gesteinspartikelchen über die messerschneideartig zugeschärften Pole eines hufeisenförmigen Elektromagneten in ein daruntergestelltes Becherglas (N. Jahrb. f. Min. 1884. II. 182).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zusammenfällt. — Eisenspath, Turmalin und Vesuvian, alle einaxig, sind paramagnetisch, doch stellt sich die Hauptaxe bei dem ersten axial, bei den beiden anderen äquatorial. Der diamagnetische Kalkspath stellt die Hauptaxe axial, das ebenfalls rhomboëdrische und diamagnetische Wismut dieselbe äquatorial.

3) die Krystalle der übrigen Systeme zeigen eine dreifach verschiedene Richtung des stärksten, mittleren und schwächsten Para- und Diamagnetismus.

Beim rhombischen Aragonit, welcher drei nach senkrechten Richtungen verschiedene Hauptmagnetisirungscoëfficienten besitzt, wirkt die Verticalaxe *c* am stärksten, die Brachydiagonale *a* am schwächsten abstossend diamagnetisch.

§ 138. **Schlussbemerkung.** Aus den vorstehenden Erläuterungen ist es ersichtlich, in welchem genauen und gesetzmässig-nothwendigen Zusammenhang die verschiedenen physikalischen Beziehungen der Krystalle sowohl unter einander, als mit deren morphologischen Eigenschaften stehen. Licht, Wärme, Elektricität pflanzen sich auf völlig übereinstimmende Weise in den Krystallen fort, und die Krystallsysteme ordnen sich in ganz dieselben Abtheilungen, mag man nun als Argument der Gruppirung die optischen oder die thermischen, magnetischen u. s. w. Verschiedenheiten zu Grunde legen. Damit steht es alsdann auch in Verbindung, dass, wenn für einen Krystall z. B. die optischen Eigenschaften bekannt sind, man im Voraus allgemein bestimmen kann, wie derselbe z. B. die Wärme in sich fortpflanzen, oder auf welche Weise er sich durch die Wärme ausdehnen wird. Es ergibt sich ferner, dass jede geometrische Symmetrieebene eines Krystalls zugleich eine physikalische ist, dass zwei krystallographisch gleichwerthige Richtungen desselben dies auch in physikalischer Beziehung sind.

### 10. Physiologische Merkmale der Mineralien.

§ 139. **Geschmack, Geruch und Gefühl, welche manche Mineralien verursachen.** Unter dem Ausdruck physiologische Merkmale pflegt man diejenigen Eigenschaften zu begreifen, welche gewisse Mineralien durch den Geschmacksinn, den Geruchsinn, oder das Gemeingefühl erkennen lassen. Die zu ihrer Bezeichnung dienenden Ausdrücke werden der Sprache des täglichen Lebens entlehnt und bedürfen kaum einer besonderen Erwähnung.

So zeigen die meisten im Wasser sehr auflöslichen Mineralien auf der Zunge einen mehr oder weniger auffallenden Geschmack, welcher als salzig, süsslich, bitter, scharf u. s. w. unterschieden wird. — Einige Mineralien hauchen schon an und für sich einen eigenthümlichen Geruch aus, wie z. B. der Asphalt und der Schwefel. Andere lassen einen solchen Geruch erst verspüren, nachdem sie mit dem Hammer geschlagen oder auch stark gerieben worden sind; wie z. B. der Pyrit, das gediegene Arsen und der Stinkstein. Noch andere zeichnen sich durch einen thonigen oder bitterlichen Geruch aus, wenn sie angehaucht oder befeuchtet werden; wie z. B. die Thone, und überhaupt viele pelitische Mineralien, auch manche Hornblende u. a.; dieser Geruch der thonigen Mineralien wird von darin enthaltenen ammoniakalischen Stoffen hergeleitet. — Bei der Betastung mit den Fingern lassen manche Mineralien ein eigenthümliches Gefühl erkennen, indem sich einige fettig (z. B. Talk, Graphit), andere dagegen rauh oder mager anfühlen (z. B. Tripel, Kreide). Auch die in der specifischen Wärme und dem Wärmeleitungsvermögen begründete Verschiedenheit des mehr oder weniger kalten Anfühlens ist bisweilen beachtet worden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Endlich zeigen mehre amorphe und pelitische Mineralien die Eigenthümlichkeit, an der feuchten Zunge mehr oder weniger fest zu haften oder zu adhäriren, was in der hygroskopischen Eigenschaft derselben begründet ist; so z. B. die den Namen Hydrophan tragende Varietät des Opals, viele Varietäten von Bol und Steinmark.

---

# Dritter Abschnitt.

## Von den chemischen Eigenschaften der Mineralien.

§ 140. **Wichtigkeit derselben.** Da die chemischen Eigenschaften sich lediglich auf die Substanz der Mineralien beziehen, und gänzlich unabhängig von der Form derselben sind, so kommt auch bei der Betrachtung dieser Eigenschaften der Unterschied des krystallisirten, aggregirten und amorphen Zustandes gar nicht in Rücksicht. Indessen pflegt bei krystallinischen Mineralien das eigentliche Wesen ihrer Substanz in den frei auskrystallisirten Varietäten am reinsten ausgeprägt zu sein, so dass man die Gesetzmässigkeit der chemischen Zusammensetzung eines solchen Minerals gewöhnlich sicherer aus seinen krystallisirten, als aus seinen aggregirten Varietäten erkennen wird.

Aber auch die krystallisirten Varietäten werden der chemischen Analyse nicht immer das vollkommen reine Bild ihrer Substanz gewähren, weil die mikroskopischen Untersuchungen gelehrt haben, dass die Individuen vieler Mineralarten mit Mikrolithen anderer Mineralien, oder mit kleinen Partikeln der umgebenden Gesteinsmasse oder anderen verunreinigenden Gebilden erfüllt sind. Wenn dergleichen Einschlüsse in grosser Menge vorhanden sind, dann müssen sie nothwendig das Resultat der Analyse der sie einschliessenden Krystalle mehr oder weniger alteriren.

Die Mineralogie hat es bei der Betrachtung der chemischen Natur der Mineralien besonders mit zwei Gegenständen zu thun, mit ihrer chemischen Constitution und mit ihren chemischen Reactionen. In der ersteren lernen wir das chemische Wesen der Mineralien, in den Reactionen aber die, in solchem Wesen begründeten chemischen Eigenschaften derselben kennen, welche zugleich sehr werthvolle Merkmale zur Bestimmung und Unterscheidung der Mineralien darbieten. Die chemische Constitution eines Minerals kann blos durch eine genaue quantitative Analyse erkannt werden, deren Ausführung dem Chemiker als solchem anheimfällt. Die chemischen Reactionen führen nur mehr oder weniger genau auf die Kenntniss der qualitativen Zusammensetzung.

Die Mineralogie muss die Resultate der chemischen Untersuchung der Mineralien benutzen, wenn sie die Physiographie ihres Objects vollständig geben will. Denn wenn irgend etwas zur Charakterisirung der Natur eines anorganischen Körpers gehört, so sind es seine chemische Zusammensetzung und seine wichtigeren chemischen Reactionen; die Mineralogie, als Naturgeschichte der Mineralien, hat eben eine Darstellung derselben nach allen ihren Eigenschaften zu liefern. Die gegentheilige Ansicht früherer Zeit beruhte entweder auf einer unrichtigen Vorstellung von der Aufgabe der Naturgeschichte, oder auf einer keineswegs naturgemässen Parallelisirung der Mineralien mit den lebenden Organismen. Auf der anderen Seite darf man aber nicht

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vergessen, dass es die Mineralogie mit den Körpern, und nicht lediglich mit der Substanz derselben zu thun hat, dass also eine blose chemische Kenntniss der Mineralien nicht das ist, was der Mineralogie genügen kann. Wer in dem Mineral nur eine Substanz anerkennt, der ist Demjenigen zu vergleichen, welcher in einer Marmorstatue nur kohlensauren Kalk sieht.

# I. Abtheilung. Von der chemischen Constitution der Mineralien.

## 1. Elemente, ihre Zeichen und Atomgewichte.

§ 141. Man kennt gegenwärtig ca. 70 Elemente oder bisher unzerlegte Stoffe, welche sich, soweit sie genauer bekannt sind, nach gewissen Eigenschaften in folgende Abtheilungen bringen lassen:

I. Nicht-metallische Elemente (sogenannte Metalloide); meist gasige oder feste Körper, welche letztere nur selten metalloidischen Habitus besitzen, und schlechte Leiter der Elektricität und Wärme sind;
   1) gewöhnlich gasig: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Helium, Argon, Chlor, Fluor;
   2) gewöhnlich flüssig: Brom;
   3) gewöhnlich fest: Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel, Bor, Selen, Jod, Silicium.

II. Metallische Elemente; bei gewöhnlicher Temperatur feste Körper (mit Ausnahme des Quecksilbers); in der Regel von metallischem Habitus und von grossem Leitungsvermögen für Elektricität und Wärme.

A. Leichte Metalle; sie haben ein specifisches Gewicht unter 5, und grosse Affinität zum Sauerstoff.
   a) Alkalimetalle; Kalium, Natrium, Lithium, Cäsium, Rubidium, Baryum, Strontium, Calcium.
   b) Erdmetalle; Magnesium, Lanthan, Yttrium, Erbium, Scandium, Beryllium, Aluminium, Zirkonium.

B. Schwere Metalle; sie haben ein specifisches Gewicht über 5, und lassen sich folgendermassen eintheilen:
   a) unedle, oder für sich nicht reducirbare Metalle:
      α) spröde und schwer schmelzbar: Thorium, Titan, Tantal, Niobium, Wolfram, Molybdän, Vanadium, Chrom, Uran, Mangan, Cerium, Didymium;
      β) spröde und leicht schmelzbar oder verdampfbar: Arsen, Antimon, Tellur, Wismut, Thallium, Germanium;
      γ) dehnbare unedle Metalle: Zink, Cadmium, Gallium, Zinn, Blei, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Indium, Ruthenium;
   b) edle, oder für sich reducirbare Metalle: Quecksilber, Silber, Gold, Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium.

Obgleich sich die Eintheilung der Elemente in nicht-metallische und metallische Elemente, und die der letzteren in leichte und schwere Metalle nicht ganz scharf und

consequent durchführen lässt, und obgleich sie, wie *Rammelsberg* sagt, für die Chemie unbrauchbar ist, weil der Begriff Metall ein rein physikalischer sei, so ist und bleibt sie doch für die Mineralogie, Metallurgie und die ganze berg- und hüttenmännische Praxis von der grössten Wichtigkeit.

Die Elemente pflegt man auch einfache Radicale zu nennen.

§ 142. **Atomgewichte und Zeichen der Elemente.** Wie alles in der Natur, so sind auch die mancherlei Verbindungen der Elemente mathematischen Gesetzen unterworfen, indem eine wahrhaft chemische Verbindung zweier Elemente keineswegs in unbestimmt schwankenden, sondern nur in bestimmt abgemessenen Gewichtsverhältnissen derselben erfolgt. Zwar können sich je zwei Elemente meistentheils in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbinden, aber jedenfalls findet das Gesetz statt, dass, wenn das Gewichtsverhältniss auf einer ihrer Verbindungsstufen $= m : n$ ist, für gleiches Gewicht $m$ des einen Elements die den übrigen Verbindungsstufen entsprechenden Gewichtsgrössen des anderen Elements Multipla oder Submultipla von $n$ nach rationalen und sehr einfachen Zahlen sind.

Diese empirisch ermittelte Gesetzmässigkeit ist eine nothwendige Folge der atomistischen Constitution der Materie. Alle physikalischen und chemischen Erscheinungen nöthigen zu der theoretischen Annahme, dass die verschiedenen einfachen und zusammengesetzten Körper zunächst aus sehr kleinen Theilen bestehen, welche sich nicht unmittelbar berühren, und Molecüle genannt werden. Ein Molecül ist also die kleinste physikalisch untheilbare Menge eines Körpers, welche überhaupt selbständig gedacht werden kann. Die absolute Grösse der Krystallmolecüle ist unbekannt, aber gewisse Schlussfolgerungen gestatten bei dimorphen Körpern wenigstens Vermuthungen über die relative Moleculargrösse derselben. Diese Molecüle betrachtet man aber wiederum zusammengesetzt aus den kleinsten Theilchen der Elemente, welche man Atome nennt, indem man unter dem Atom eines Elements die kleinste Menge desselben versteht, welche zur Bildung eines Molecüls beitragen kann. Das Molecül einer Verbindung kann daher durch chemische Mittel weiter gespalten werden.

Jedem Molecül und jedem Atom muss ein bestimmtes, unabänderliches Gewicht eigen sein. Verbindet sich ein Element mit einem anderen in mehr als einem Verhältniss, so muss in den Molecülen der verschiedenen Verbindungen die Anzahl der Atome jedes Elements in einem bestimmten, aber von einander verschiedenen Verhältniss stehen; das Gesammtgewicht der einzelnen Elemente aber muss in allen Fällen ein Multiplum der Gewichte der einzelnen Atome sein.

Indem man nun zunächst die im gas- oder dampfförmigen Zustand bekannten Körper berücksichtigt, und die theoretische Voraussetzung einführt, dass solche in diesem Zustand bei gleich grossem Volumen, gleichem Druck und gleicher Temperatur gleich viele Molecüle enthalten, so gelangt man auf die Folgerung, dass die bei demselben Druck und derselben Temperatur bestimmten specifischen Gewichte der gas- und dampfförmigen Körper auch die relativen Gewichte ihrer Molecüle oder ihre Moleculargewichte sind.

Bestimmt man ferner diese Moleculargewichte verschiedener gasförmiger Körper und zugleich die elementare Zusammensetzung derselben, d. h. die

Gewichtsmengen der in dem Molecül enthaltenen einzelnen Elemente, so gelangt man durch Vergleichung dieser letzteren Gewichtsmengen zur Kenntniss der Atomgewichte der Elemente. Unter dem Atomgewicht eines Elements versteht man nämlich die kleinste relative Gewichtsmenge desselben, welche zur Bildung des Molecüls einer es selbst enthaltenden Verbindung beitragen kann.

Auf diese Weise fand man z. B., dass einem Gewichtstheil Wasserstoff

| | | |
|---|---|---|
| für das Chlor . . . . . | 35,37 | Gewichtstheile |
| für den Sauerstoff . . . . | 15,88 | » |
| für den Kohlenstoff . . . . | 11,97 | » |
| für den Stickstoff . . . . | 14,01 | » |

als die relativen Atomgewichte dieser Elemente entsprechen.

Da nun aber sehr viele Elemente im gasförmigen Zustand oder auch in dergleichen Verbindungen gar nicht bekannt sind, und folglich direct nicht auf ihre Molecular- und Atomgewichte untersucht werden können, so sind deren Atomgewichte mittelbar, theils aus der sehr wahrscheinlichen Voraussetzung, dass sich isomorphe Elemente in ihren isomorphen Verbindungen im Verhältniss ihrer Atomgewichte vertreten, theils aus dem annähernd gesetzmässigen Verhältniss zwischen specifischer Wärme und Atomgewicht erschlossen worden.

Es ist in mancher Hinsicht gleichgültig, welches Elementes Atomgewicht zur Grundlage für den Werth der übrigen gewählt wird. Früher nahm man den Wasserstoff mit dem kleinsten Atomgewicht als 1 an, in neuerer Zeit ist es üblich geworden, von dem Sauerstoff mit der Zahl 16 auszugehen, wodurch das Atomgewicht des Wasserstoffs = 1,01 wird. Um nun aber die Zusammensetzung eines aus zweien oder mehren Elementen bestehenden Körpers kurz und bestimmt auszudrücken, dazu dient die stöchiometrische Bezeichnung der Elemente.

Jedes Element erhält nämlich ein Zeichen, welches entweder der Anfangsbuchstabe seines lateinischen Namens, oder derselbe, mit noch einem anderen verbundene Buchstabe ist; so wird z. B. O das Zeichen des Sauerstoffs oder Oxygens, H das Zeichen des Wasserstoffs oder Hydrogens, P das Zeichen des Phosphors, Pb das Zeichen des Bleies. — Diese Zeichen haben aber auch zugleich eine stöchiometrische Bedeutung, indem sie das einfache oder ein Mal gesetzte Atomgewicht des betreffenden Elements ausdrücken; es bedeutet also O ein Atom Sauerstoff, Pb ein Atom Blei u. s. w. In den Verbindungen wird durch Ziffern, welche dem Zeichen des Elements hinzugefügt werden, die Anzahl der Atome ausgedrückt, mit denen es sich an dem Molecül betheiligt. So gibt die Formel des Wassers $H^2O$ an, dass darin 2 Atome (2,02 Gewichtstheile) Wasserstoff mit 1 Atom (16 Gewichtstheilen) Sauerstoff zu einem Molecül (18,02 Gewichtstheilen) Wasser verbunden sind.

Die Zeichen und Atomgewichte der Elemente sind nun folgende[1]):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Aluminium | Al . . . . . | 27,1 | Baryum | Ba . . . . . | 137,4 |
| Antimon | Sb (Stibium) . | 120 | Beryllium | Be . . . . . | 9,1 |
| Argon | Ar . . . . . | 39,9 | Blei | Pb (Plumbum) . | 206,9 |
| Arsen | As . . . . . | 75 | Bor | B . . . . . | 11 |

1) Die Zahlen beruhen auf den 1899 gefassten Beschlüssen der Deutschen chemischen Gesellschaft.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brom | Br | . . . . . | 79,96 | Palladium | Pd | . . . . . | 106 |
| Cadmium | Cd | . . . . . | 112 | Phosphor | P | . . . . . | 31 |
| Cäsium | Cs | . . . . . | 133 | Platin | Pt | . . . . . | 194,8 |
| Calcium | Ca | . . . . . | 40 | Quecksilber | Hg | (Hydrargyrum) | 200,3 |
| Cer | Ce | . . . . . | 140 | Rhodium | Rh | . . . . . | 103 |
| Chlor | Cl | . . . . . | 35,45 | Rubidium | Rb | . . . . . | 85,4 |
| Chrom | Cr | . . . . . | 52,1 | Ruthenium | Ru | . . . . . | 101,7 |
| Didym | Di | . . . . . | 142 | Samarium | Sa | . . . . . | 150 |
| Eisen | Fe | (Ferrum) . | 56 | Sauerstoff | O | (Oxygenium) | 16 |
| Erbium | Er | . . . . . | 166 | Scandium | Sc | . . . . . | 44,1 |
| Fluor | F | . . . . . | 19 | Schwefel | S | (Sulphur) . . | 32,06 |
| Gallium | G | . . . . . | 70 | Selen | Se | . . . . . | 79,1 |
| Germanium | Ge | . . . . . | 72 | Silber | Ag | (Argentum) | 107,93 |
| Gold | Au | (Aurum) . | 197,2 | Silicium | Si | . . . . . | 28,4 |
| Helium | He | . . . . . | 4 | Stickstoff | N | (Nitrogenium) | 14,04 |
| Indium | In | . . . . . | 114 | Strontium | Sr | . . . . . | 87,6 |
| Iridium | Ir | . . . . . | 193 | Tantal | Ta | . . . . . | 183 |
| Jod | J | . . . . . | 126,85 | Tellur | Te | . . . . . | 127 |
| Kalium | K | . . . . . | 39,15 | Thallium | Tl | . . . . . | 204,1 |
| Kobalt | Co | . . . . . | 59 | Thorium | Th | . . . . . | 232 |
| Kohlenstoff | C | (Carbonium) . | 12 | Titan | Ti | . . . . . | 48,1 |
| Kupfer | Cu | (Cuprum) . | 63,6 | Uran | U | . . . . . | 239,5 |
| Lanthan | La | . . . . . | 138 | Vanadin | V | . . . . . | 51,2 |
| Lithium | Li | . . . . . | 7,03 | Wasserstoff | H | (Hydrogenium) | 1,01 |
| Magnesium | Mg | . . . . . | 24,36 | Wismut | Bi | (Bismuthum) | 208,5 |
| Mangan | Mn | . . . . . | 55 | Wolfram | W | . . . . . | 184 |
| Molybdän | Mo | . . . . . | 96 | Yttrium | Y | . . . . . | 89 |
| Natrium | Na | . . . . . | 23,05 | Zink | Zn | . . . . . | 65,4 |
| Nickel | Ni | . . . | 58,7 | Zinn | Sn | (Stannum) . | 118,5 |
| Niobium | Nb | . . . . . | 94 | Zirkonium | Zr | . . . . . | 90,6 |
| Osmium | Os | . . . . . | 191 | | | | |

§ 143. **Valenz der Elemente.** Unter der Valenz oder chemischen Werthigkeit der Elemente versteht man das bestimmte Bindungsvermögen, welches die Atome jedes Elements anderen Atomen gegenüber zeigen; man nennt die Elemente ein-, zwei-, drei- und vierwerthig, je nachdem ein Atom derselben 1, 2, 3 oder 4 Atome des Wasserstoffs als des zum Maass genommenen Normalelements zu binden oder zu ersetzen vermag. So verbindet sich ein Atom Cl mit 1 Atom H, ebenso auch ein Atom F oder Br mit 1 Atom H, und man bezeichnet diese Elemente daher als einwerthige.

Einwerthige Elemente sind H, K, Na, Li, Rb, Cs, J, Br, Cl, F, Ag. Dieselben verbinden oder ersetzen sich gegenseitig auch stets zu einem Atom.

1 Atom Sauerstoff bindet aber nicht 1, sondern 2 Atome Wasserstoff, ebenso 2 Atome K, überhaupt 2 Atome eines einwerthigen Elements; der chemische Werth des Sauerstoffatoms ist also doppelt so gross, wie der des Wasserstoffatoms, und man nennt daher den Sauerstoff und diejenigen Elemente, welche sich hierin ebenso verhalten, zweiwerthige. Solche sind: Ba, Ca, Sr, Mg, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Cd, Hg, Te, Se, S. Die einzelnen Atome der Elemente dieser Reihe sind untereinander äquivalent, gleichwerthig: $O = 2Cl = 2H = Ca = 2Na$.

Die Werthigkeit eines Elements wird gewöhnlich aus seinen Verbindungen mit Chlor oder Wasserstoff ermittelt. B, Au, Ce, Y, N, P, As, Sb, Bi werden gewöhnlich

als dreiwerthige Elemente bezeichnet, weil die wichtigen Verbindungen derselben ($NH^3$, $PH^3$, $PCl^3$, $AsCl^3$, $BiCl^3$ u.s.w.) einer solchen Werthigkeit entsprechen[1]); demgemäss ist $Sb = 3H$; $2Sb = 3S$. Vierwerthige Elemente sind C, Si, Sn, Ti, Pt, weil sie in z. B. $SiCl^4$, $TiCl^4$, $CH^4$ vier Atome Cl oder H binden. Auch fünfwerthige Elemente hat man erkannt.

Es ist indessen zu bemerken, dass diese Verhältnisse nicht immer sofort klar erkannt werden können, weil 1) wahrscheinlich die Werthigkeit keine constante, den Elementen an und für sich zukommende Eigenschaft, sondern eine wechselnde Grösse ist[2], und 2) mehre Atome desselben Elements sich miteinander zu einem Molecül verbinden können, welches bei einigen Elementen dieselbe Werthigkeit wie das Atom, bei anderen eine von dieser verschiedene besitzt.

Die Werthigkeit der Elemente pflegt man wohl auch durch römische Ziffern auszudrücken, welche man über das Zeichen derselben setzt, z. B. $\overset{I}{Cl}$, $\overset{II}{O}$, $\overset{III}{Bi}$, $\overset{IV}{Si}$. — Die gegenseitige Bindung der Atome stellt man durch Striche dar, von denen jeder eine Valenzeinheit bedeutet.

R ist das allgemeine Zeichen für ein Element. Nach dem Obigen vertreten sich, um in dem Molecül den chemischen Gleichgewichtszustand zu erhalten, in Verbindungen nur solche Gruppen, deren Product aus Atomzahl und Werthigkeit gleich ist, also $\overset{I}{2R} = \overset{II}{R}$, $\overset{I}{4R} = \overset{IV}{R} = \overset{II}{2R}$ u. s. w.

Zwei Elemente von verschiedener Werthigkeit können sich aber auch in Verbindungen zu einer festeren Atomgruppe vereinigen, die dann als solche mit derjenigen Werthigkeit fungirt, welche jener Differenz entspricht; so ist die Gruppe $\overset{II\ I}{[OH]}$ (Hydroxyl) einwerthig und kann z. B. Cl oder F ersetzen; ebenso die Gruppe $\overset{V\ I}{[NH^4]}$ einwerthig, wie dieselbe in dem Chlorammonium $[NH^4]Cl$ dieselbe einwerthige Rolle spielt, wie Na allein im Chlornatrium NaCl. Andere Beispiele sind die ebenfalls einwerthigen $\overset{II\ I}{[MgF]}$ im Wagnerit, $\overset{III\ II}{[AlO]}$ in vielen basischen Silicaten, die zweiwerthige $\overset{III\ I}{[AlF]}$ im Amblygonit. Man nennt derartige Gruppen, in welchen die vorhandenen Verwandtschaftseinheiten nicht befriedigt sind, und welche also den Elementen gleich wirken, zusammengesetzte Radicale; sie sind im Folgenden mit einer eckigen Klammer umfasst.

Eisen, Mangan, Aluminium, Chrom treten vielfach in Verbindungen auf, in denen zwei ihrer Atome sechs Valenzen besitzen, z. B. $Fe^2Cl^6$, $Al^2O^3$, $Cr^2O^3$. Man hat diese zwei eng zusammengehörigen Atome wohl Doppelatome genannt, und kann ihr Vorhandensein durch eine Umschliessung mittels einer gerundeten Klammer $(Al^2)$, $(Fe^2)$ ausdrücken. — Ausserdem tritt besonders das Eisen in anderen Verbindungen auf, in denen es zweiwerthig erscheint.

Vielfach werden die Verbindungen der Metalle von wechselnder Valenz gegenseitig durch eine charakteristische Silbe unterschieden: so heissen Verbindungen des einwerthigen Kupfers Cuproverbindungen, z. B. CuCl Cuprochlorid, die des zweiwerthigen

1) N, P, As, Sb, Bi gelten auch als fünfwerthig, wobei dann die Verbindungen $NH^3$, $PCl^3$ als ungesättigt erscheinen. So wird unter Valenz mitunter das Maximum der Valenz verstanden.

2) So ist auch das Kupfer in der Verbindung CuCl einwerthig, in $CuCl^2$ zweiwerthig, das Eisen in $FeCl^2$ zweiwerthig, in $FeCl^3$ dreiwerthig.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Cupriverbindungen, z. B. $CuCl^2$ Cuprichlorid; ebenso $Cu^2O$ (Kupferoxydul) Cuprooxyd, CuO (Kupferoxyd) Cuprioxyd. Das zweiwerthige Eisen liefert Ferroverbindungen, z. B. $FeCl^2$ Ferrochlorid, oder FeO, das höher dreiwerthige Ferriverbindungen, z. B. $FeCl^3$ Ferrichlorid, oder $Fe^2O^3$.

### 2. Chemische Constitution der Mineralien.

§ 144. **Unorganische Verbindungen.** Unter der chemischen Constitution eines Minerals versteht man die gesetzmässige Zusammensetzung desselben aus bestimmten Elementen nach bestimmten Proportionen. Einige wenige Mineralien sind ihrer chemischen Constitution nach als einfache Körper, als blose Elemente zu betrachten, wenn sie auch kleine Beimengungen anderer Substanzen enthalten; dahin gehören z. B. der Schwefel, der Diamant, der Graphit und mehre gediegene Metalle, wie Gold, Silber, Kupfer, Antimon, Arsen, Wismut, Quecksilber, Platin. Bei weitem die meisten Mineralien sind jedoch zusammengesetzte Körper oder chemische Verbindungen von Elementen. Schon aus der Definition von Mineral (§ 1) folgt, dass die eigentlichen Mineralien unorganische Verbindungen sein werden, während organische Verbindungen nur im Gebiet der Fossilien und als mancherlei Zersetzungsproducte derselben zu erwarten sind, wie z. B. in den Kohlen, Harzen und organisch-sauren Salzen.

Obgleich die Mineralien unorganische Verbindungen sind, so können sie doch oft kleine Quantitäten von Stoffen organischer Herkunft enthalten, welche in ihrer Masse ganz gleichmässig diffundirt sind. Wenn man dergleichen Mineralien im Glasrohr erhitzt, so verspürt man einen empyreumatischen Geruch, und erhält sogar bisweilen bituminöse Destillate, welche meist Ammoniak enthalten, das sich aus dem Stickstoff der organischen Substanz bildet. Etliche Mineralien verdanken ihre Farbe solchen Beimengungen organischer Stoffe (S. 264). Aus den Untersuchungen von *Delesse* geht hervor, dass gewisse Varietäten von Fluorit, Quarz, Opal, Chalcedon, Topas, Baryt, Calcit, Gyps u. a. Mineralien mehr oder weniger Stickstoff enthalten, welcher den von diesen Mineralien aufgenommenen organischen Substanzen angehört (*De l'Azote et des matières organiques dans l'écorce terrestre*, Paris 1861). Nach *H. Erdmann* beträgt der Stickstoffgehalt procentarisch im Yttrotitanit 0,018, im Orthit 0,014, im Columbit und Ytterspath ca. 0,006, im Fergusonit, Monazit, Aeschynit ca. 0,005. — Helium und Argon finden sich namentlich im Cleveït (aus welchem das erstere um 110° entwickelt wird), auch im Malakon; Helium noch im Fergusonit, Monazit, Samarskit (in diesen bis 1,5 ccm per Gramm), Columbit, Tantalit, Polykras.

§ 145. **Säuren, Basen, Salze.** Für die vorliegenden Zwecke mag es, um zu einem allgemeinen Verständniss der Mineralzusammensetzung zu gelangen, genügen, folgende Sätze und Entwickelungen der Chemie hervorzuheben.

Man unterscheidet zwei Hauptarten von chemischen Verbindungen des Wasserstoffs: die Säuren (Hydrosäuren) und die Basen (Hydrobasen), von welchen die ersteren blaues Lackmuspapier röthen, die letzteren das rothe bläuen.

Eine Säure ist eine wasserstoffhaltige Verbindung, deren Wasserstoff leicht ganz oder theilweise durch Metalle ersetzt werden kann. Der mit diesem Wasserstoff verbundene Rest, den man Radical nennt, enthält ein elektronegatives Element, nämlich entweder ein Halogen (Cl, Br, J, F), oder Sauerstoff oder Schwefel. Ist R das Zeichen eines (elektronegativen) Elements, so ist die allgemeine Formel

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

für die so hervorgehenden drei Classen von Säuren, diejenigen mit einem Halogen allein, die Oxysäuren und die Sulfosäuren:

Wasserstoffsäuren = HR, Oxysäuren = $H^mRO^n$, Sulfosäuren = $H^mRS^n$.

Die Wasserstoffsäuren sind die Verbindungen von H mit Cl, Br, J und F; selten sind die Sulfosäuren; Beispiele der sehr zahlreichen Oxysäuren sind: $HNO^3$ Salpetersäure, $H^2SO^4$ Schwefelsäure, $H^2CO^3$ Kohlensäure, $H^3PO^4$ Phosphorsäure, $H^4SiO^4$ Kieselsäure. Die Säuren werden je nach der Anzahl ihrer ersetzbaren Wasserstoffatome ein-, zwei-, drei-, vierbasische (mono-, di-, tri-, tetrahydrische) genannt. Man stellt sich die Constitution der Oxysäuren so vor, dass man in ihnen Verbindungen sieht, in welchen 1 oder 2 oder 3 Sauerstoffatome zur Hälfte durch ebensoviel Atome Wasserstoff, zur Hälfte durch eine Atomgruppe (Säureradical) gebunden sind, welche 1 oder 2 oder 3 Atomen eines einwerthigen Elements äquivalent ist.

Wenn aus einer Oxysäure der Wasserstoff in Verbindung mit Sauerstoff als Wasser ausgeschieden wird, so entsteht ein Säure-Anhydrid[1]). Bei ein- und dreibasischen Säuren sind zu diesem Vorgang zwei Molecüle erforderlich; z. B.

$2(HNO^3) - H^2O = N^2O^5$, Salpetersäure-Anhydrid,
$H^2SO^4 - H^2O = SO^3$, Schwefelsäure-Anhydrid,
$2(H^3PO^4) - 3H^2O = P^2O^5$, Phosphorsäure-Anhydrid,
$H^4SiO^4 - 2H^2O = SiO^2$, Kieselsäure-Anhydrid.

Die Säure-Anhydride stellen demzufolge Sauerstoffverbindungen (Oxyde) von Elementen dar.

Ebenso gehen aus den Sulfosäuren durch Ausscheidung von Schwefelwasserstoff $H^2S$ die Anhydride hervor, welche Schwefelverbindungen der Elemente sind; z. B. $2(H^3AsS^4) - 3H^2S = As^2S^5$.

Im Mineralreich sind sowohl Anhydride von Oxysäuren bekannt, z. B. das der Kieselsäure ($SiO^2$) als Quarz, das der Titansäure ($TiO^2$) als Rutil, als auch Anhydride von Sulfosäuren, z. B. $As^2S^3$ (Auripigment), $Sb^2S^3$ (Antimonglanz).

Eine Basis, z. B. Na[OH], ist eine einwerthiges Hydroxyl (OH)-haltige Verbindung, deren Hydroxylrest eines Austausches gegen Säureradicale fähig ist; das daneben vorhandene Element ist ein Metall, also elektropositiv. Von diesen eigentlichen sauerstoffhaltigen (Oxy-) Basen unterscheidet man wohl die sog. Sulfobasen, welche aus einem Metall, Schwefel und Wasserstoff bestehen. Meist ist in den Basen die Anzahl der Wasserstoffatome gleich der Anzahl der Sauerstoffatome oder Schwefelatome. Bezeichnet R ein elektropositives Element, so ist die allgemeine Formel für die Glieder der beiden Classen: $R[OH]^n$ und $R[SH]^n$.

Betreffs der Constitution der Oxybasen (und Sulfobasen) gilt die Vorstellung, dass 1, 2 oder 3 Atome Sauerstoff (oder Schwefel) zur Hälfte durch ebensoviel Atome Wasserstoff, zur Hälfte durch ein denselben gleichwerthiges Metallatom gebunden sind; nach der Valenz desselben unterscheidet man ein-, zwei-, drei-, vierwerthige (-hydrische) u. s. w. Basen (Hydroxyde und Hydrosulfüre); z. B.:

---

1) Vormals wurde dies als die eigentliche Säure bezeichnet.

Natriumhydroxyd $= \overset{I}{Na}[OH]$, monohydrisch,
Baryumhydroxyd $= \overset{II}{Ba}[OH]^2$, dihydrisch,
Wismuthydroxyd $= \overset{III}{Bi}[OH]^3$, trihydrisch,
Baryumhydrosulfür $= \overset{II}{Ba}[SH]^2$, dihydrisch.

Hydroxyde kommen im Mineralreich in etlicher Anzahl vor, z. B. Brucit $Mg[OH]^2$, Hydrargillit $Al[OH]^3$, Sassolin $B[OH]^3$. Auch andere, welche man aus den vorstehenden als durch theilweisen Wasserverlust hervorgegangen sich vorstellen kann, z. B. Diaspor $AlO[OH]$, entstanden aus $Al[OH]^3$ durch Abspaltung von 1 Mol. $H^2O$; ebenso Goethit $FeO[OH]$. — Wasserstoffhaltige Sulfobasen (Hydrosulfüre), welche den Hydroxyden entsprächen, kommen in der Natur nicht vor.

Wenn aus einer Oxybasis der Wasserstoff in Verbindung mit Sauerstoff als Wasser ($H^2O$) gänzlich ausgeschieden wird, so nennt man die restirende Verbindung ein Basisanhydrid[1]; sie ist das Oxyd eines Metalls, z. B.

Natriumhydroxyd $2Na[OH] - H^2O = Na^2O$, Natriumoxyd, Natron,
Zinkhydroxyd $Zn[OH]^2 - H^2O = ZnO$, Zinkoxyd,
Wismuthydroxyd $2Bi[OH]^3 - 3H^2O = Bi^2O^3$, Wismutoxyd.

Die Oxyde, die Verbindungen eines Elements mit Sauerstoff, werden, nach der geringeren oder grösseren Menge Sauerstoff, als Suboxyd, Oxydul, Oxyduloxyd, Oxyd, Super- oder Hyperoxyd unterschieden; z. B. $Pb^2O$ Bleisuboxyd, $MnO$ Manganoxydul, $Mn^2O^3$ Manganoxyd, $MnO^2$ Mangansuperoxyd, $Fe^3O^4 = FeO.(Fe^2)O^3$ Eisenoxyduloxyd.

Analog geht so aus einer Sulfobasis durch Ausscheidung von $H^2S$ als Anhydrid ein Schwefelmetall hervor, z. B.

$2Na[SH] - H^2S = Na^2S$, Schwefelnatrium,
$Ba[SH]^2 - H^2S = BaS$, Schwefelbaryum.

Oxyde, und zwar sowohl der leichten als der schweren Metalle, spielen eine grosse Rolle im Mineralreich, z. B. Rothkupfererz $Cu^2O$, Periklas $MgO$, Bleioxyd $PbO$, Rothzinkerz $ZnO$, Korund $Al^2O^3$, Eisenglanz $Fe^2O^3$. — Auch basische Schwefelmetalle sind weit verbreitet, z. B. Bleiglanz $PbS$, Kupferglanz $Cu^2S$, Silberglanz $Ag^2S$, Zinnober $HgS$, Zinkblende $ZnS$, Rothnickelkies $NiAs$.

Ein Salz ist eine Verbindung, welche bei gegenseitiger Einwirkung einer Säure und Basis dadurch entsteht, dass an die Stelle des (ersetzbaren) Wasserstoffs in der Säure ein (elektropositives) Metall von derselben Werthigkeit tritt. Ebenso viel Wasserstoffatome wie in der Säure ersetzt werden, treten aus der Basis mit der entsprechenden Menge Sauerstoff als Wasser dabei aus.

Demzufolge verlangt 1 Mol. einer zweibasischen Säure entweder 1 Mol. einer zweiwerthigen Basis, oder 2 Mol. einer einwerthigen Basis; 1 Mol. einer vierbasischen Säure erfordert entweder 4 Mol. einer einwerthigen, oder 2 einer zweiwerthigen, oder 1 Mol. einer vierwerthigen Basis. So werden in der Schwefelsäure $H^2SO^4$ die 2 Atome Wasserstoff entweder durch 2 Atome des einwerthigen Kaliums, oder durch 1 Atom des zweiwerthigen Zinks ersetzt, und es bildet sich $K^2SO^4$ oder $ZnSO^4$.

---

1) Die Basisanhydride oder Anhydroxyde sind das, was man früher Basis nannte.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Je nach den erwähnten drei Arten von Säuren bezeichnet man die daraus hervorgehenden Salze als Haloidsalze, Oxysalze (Sauerstoffsalze) und Sulfosalze.

Ein Haloidsalz ist das Salz einer Säure von einfachem Radical, z. B. NaCl, AgJ, $CaF^2$ (entstanden aus HCl, HJ, 2(HF). Beispiele von Haloidsalzen (Chloride, Bromide, Jodide, Fluoride) aus dem Mineralreich sind die häufigen Kochsalz und Flussspath, die seltenen Chlorsilber, Chlorquecksilber, Fluormagnesium.

Die Oxysalze stellen die zahlreichste Classe der Mineralverbindungen dar. Man bezeichnet sie nach dem Säureradical als Carbonate (z. B. $CaCO^3$, $FeCO^3$), Sulfate (z. B. $BaSO^4$, $PbSO^4$), Nitrate (z. B. $KNO^3$), Borate, Phosphate, Arsenate, Chromate, Tantalate, Molybdate ($PbMoO^4$), Silicate (z. B. $Mg^2SiO^4$). Die Anzahl der natürlich vorkommenden Silicate allein ist grösser, als die aller übrigen Oxysalze zusammengenommen.

Für mehre Oxysalze sind die betreffenden Säuren (Hydrosäuren) unbekannt; so kennen wir zwar die Schwefelsäure $H^2SO^4$, aber nicht die Kohlensäure $H^2CO^3$, sondern blos ihr Anhydrid (vgl. S. 287) $CO^2$; ebenfalls nicht die arsenige Säure $H^3AsO^3$, sondern nur ihr Anhydrid $As^2O^3$.

Früher ging man von der Ansicht aus, dass die Oxysalze binäre Verbindungen seien, zusammengesetzt aus zwei sauerstoffhaltigen Körpern: der Basis und der Säure; so fasste man den Kalkspath ($CaCO^3$) auf als bestehend aus der Basis CaO und der Säure $CO^2$, den Schwerspath ($BaSO^4$) als bestehend aus BaO und $SO^3$. Diejenigen Verbindungen, welche man jetzt als Säureanhydride betrachtet ($CO^2$ und $SO^3$), wurden für die eigentlichen Säuren, die jetzigen Basisanhydride (CaO und BaO) für die eigentlichen Basen gehalten. Für die Bezeichnung der Salze bildete man aus dem Namen der Säure ein Adjectivum, welches man dem Namen der Basis vorsetzte, sprach also von kohlensaurem Kalk und von schwefelsaurem Baryt.

Die Sulfosalze (Schwefelsalze) gehen ebenso, wie die Oxysalze aus den Oxysäuren, aus den Sulfosäuren hervor. Die natürlich im Mineralreich vorkommenden bestehen aus Schwefel, aus Antimon (Arsen oder Wismut) und einem elektropositiven Metall (Silber, Kupfer, Blei, seltener Eisen oder einem anderen); z. B. Miargyrit, $AgSbS^2$, dunkles Rothgültigerz $Ag^3SbS^3$, Zinckenit $PbSb^2S^4$, Dufrenoysit $Pb^2As^2S^5$, Klaprothit $Cu^6Bi^4S^9$. Die entsprechenden Sulfosäuren (z. B. $HSbS^2$, $H^3SbS^3$, $H^6Bi^4S^9$) und Sulfobasen indessen, deren Vorhandensein diese Salze voraussetzen, sind unbekannt; wir kennen nur deren Anhydride, die einfachen Schwefelverbindungen oder Sulfide, z. B. $As^2S^3$, $Sb^2S^3$, $Ag^2S$, $Cu^2S$, PbS.

Diese Anhydride sind es, in welchen man auch hier früher die eigentlichen Sulfobasen und Sulfosäuren sah; die Sulfosalze erachtete man demzufolge gemäss der dualistischen Auffassung ebenfalls als aus einer elektropositiven sog. Sulfobasis und einer elektronegativen Sulfosäure gebildet; so z. B. wurde $PbSb^2S^4$ aufgefasst als zusammengesetzt aus $PbS + Sb^2S^3$; ferner $Ag^3SbS^3$ als bestehend aus $3Ag^2S + Sb^2S^3$; oder $Pb^2As^2S^5$ als $2PbS + As^2S^3$. In jeder dieser älteren Formeln ist das erste Glied die sog. Sulfobasis, das zweite die sog. Sulfosäure. Diese frühere Schreibweise ist indessen auch jetzt noch immer von praktischem Nutzen und sie mag nebenher beibehalten werden, sofern man sich nur erinnert, dass sie nicht theoretisch begründet ist.

Werden in einer Säure alle Wasserstoffatome durch Metallatome ersetzt, so bildet sie mit diesen ein neutrales oder normales Salz; z. B. unter den Oxysalzen $K^2SO^4$, gebildet vermittels Ersetzung des $H^2$ in $H^2SO^4$ durch $K^2$; ebenso $CaCO^3$, oder $KNO^3$. Ein solches Salz geht aus äquivalenten Mengen von Säure und Basis

hervor; es kann auch aufgefasst werden als eine Basis (normales Hydroxyd), in welcher die sämmtlichen Hydroxyle durch Säureradicale vertreten sind.

Entspricht die Werthigkeit des Metalls nicht direct derjenigen der Wasserstoffatome in der Säure, so müssen von der letzteren mehre Molecüle zur Ableitung des neutralen Salzes in Anspruch genommen werden; um z. B. aus der Phosphorsäure $H^3PO^4$ ein neutrales Salz des zweiwerthigen Calciums zu erhalten, sind 2 Mol. derselben erforderlich: $H^6[PO^4]^2$ liefern dann $Ca^3[PO^4]^2$; $PbCl^2$ ist ein neutrales Haloidsalz aus 2(HCl). — Ein neutrales Sulfosalz ist z. B. Rothgültigerz $Ag^3AsS^3$, abgeleitet aus $H^3AsS^3$; oder Boulangerit $Pb^3Sb^2S^6$, abgeleitet aus 2 Mol. der Sulfosäure $H^3SbS^3$ durch Ersatz von $H^6$ durch $Pb^3$.

Ist aber in der Säure nur ein Theil des Wasserstoffs durch Metallatome ersetzt, so heisst die Verbindung ein saures Salz, welches also noch durch Metall vertretbaren Wasserstoff enthält. Empirisch ist dasselbe mithin neutrales Salz + 1 oder $n$ Molecülen Säure. So ist z. B. saures Kaliumsulfat: $(K^2SO^4 + H^2SO^4) = HKSO^4$, entstanden aus $H^2SO^4$, in welchem nur 1 Atom H durch 1 Atom K ersetzt ist; die Phosphorsäure $H^3[PO^4]$ liefert das saure Calciumphosphat $HCa[PO^4]$; die Kohlensäure $H^2CO^3$ das saure Calciumcarbonat (Bicarbonat) $H^2CaC^2O^6$. Dioptas $H^2CuSiO^4$ ist das saure Kupfersalz der Kieselsäure $H^4SiO^4$. Einbasische Säuren und einwerthige Basen können miteinander keine sauren, sondern nur neutrale Salze liefern. Die Lösungen der sauren Salze röthen gewöhnlich blaues Lackmuspapier.

Wird umgekehrt eine Basis mit einer Säure unvollständig gesättigt, oder wird zu dem neutralen Salz noch Basis hinzugefügt, so dass nicht nur alle Wasserstoffatome der Säure durch Metall ersetzt werden, sondern dies noch Hydroxylreste mit sich bringt, so entsteht ein basisches Salz; empirisch ist ein solches eine Verbindung eines neutralen Salzes mit 1 oder $n$ Molecülen Basis.

Ein Beispiel eines basischen Haloidsalzes, in welchem das Hydroxyl einer Basis nur zum Theil durch einen Säurerest ersetzt ist, gibt der Laurionit $Pb[OH]Cl$, dadurch entstanden zu denken, dass in $Pb[OH]^2$ nur 1[OH] durch Cl vertreten wird (die Formel kann auch als Verbindung des neutralen Haloidsalzes mit Basis, $PbCl^2.Pb[OH]^2$ geschrieben werden.

Eine Gruppe von basischen Salzen kann auch von einer Säure abgeleitet werden, in welcher der Wasserstoff nicht durch Metall, sondern durch basische Atomgruppen, wie die einwerthigen [Mg.OH], [Zn.OH], [AlO], [Al.$OH^2$], die zweiwerthigen [$Pb^2O$], [Al.OH] ersetzt ist.

Beispiele sind: Malachit (darstellbar durch $CuCO^3.Cu[OH]^2$ oder auch) $[Cu.OH]^2CO^3$, indem in $H^2CO^3$ die 2 Wasserstoff durch 2 des einwerthigen [Cu.OH] ersetzt sind. — Adamin ($= Zn^3[AsO^4]^2.Zn[OH]^2$ oder) $Zn[Zn.OH]AsO^4$, indem in $H^3AsO^4$ von den 3 Wasserstoff 2 durch 1 Zn, 1 durch das einwerthige [Zn.OH] ersetzt werden. — Lanarkit ($= PbSO^4.PbO$ oder) $[Pb^2O]SO^4$, abgeleitet von $H^2SO^4$ durch Ersatz von 2H durch das zweiwerthige [$Pb^2O$]. — Andalusit ($Al^2SiO^5$) ist so in der Schreibweise $Al[AlO]SiO^4$ das basische Salz der Orthokieselsäure $H^4SiO^4$.

Hierher gehören auch die wasserstofffreien basischen Haloidsalze (Oxychloride), z. B. Matlockit ($= PbCl^2.PbO$ oder) $[Pb^2O]Cl^2$, abgeleitet von $2HCl$ durch Ersatz von 2H durch das zweiwerthige [$Pb^2O$].

Ein Beispiel eines basischen Sulfosalzes wäre der Jordanit, $Pb^4As^2S^7$, deutbar als $Pb^3As^2S^6.PbS$; das erste Glied ist neutrales Salz der Sulfosäure $H^3AsS^3$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Doppelsalze sind moleculare, nach festen Verhältnissen erfolgende Verbindungen von zwei oder mehren verschiedenartigen Salzen, die keine freien Valenzen darbieten. Dieselben erscheinen, meist wasserhaltig, im Mineralreich als:

1) Verbindungen von zwei Sauerstoffsalzen, z. B. Glauberit $Na^2SO^4.CaSO^4$; Syngenit $K^2SO^4.CaSO^4 + H^2O$; Kali-Alaun $K^2SO^4.Al^2S^3O^{12} + 24H^2O$; oder das dreifache Salz Polyhalit $K^2SO^4.MgSO^4.2CaSO^4 + 2H^2O$.
2) Verbindungen von einem Sauerstoffsalz und einem Haloidsalz, z. B. Kainit $MgSO^4.KCl + 3H^2O$.
3) Verbindungen von zwei Haloidsalzen, z. B. Kryolith $6NaF.Al^2F^6$; Carnallit $KCl.MgCl^2 + 6H^2O$.
4) Verbindungen von zwei Sulfosalzen, z. B. Bournonit.

In den Doppelsalzen pflegen die einzelnen nur durch schwache Anziehungen mit einander verbunden zu sein, z. B. beim Glauberit, welcher in Wasser zu Natriumsulfat und Gyps zerfällt. Für die wahren Doppelsalze ist es wahrscheinlich, dass die einzelnen darin enthaltenen Verbindungen für sich in einer Lösung bestanden, und dann erst im Augenblick der Krystallisation, mit oder ohne Wasseraufnahme, sich vereinigt haben. Da aber in den meisten Fällen hierfür der wirkliche Beweis noch fehlt, so werden dergleichen Substanzen vielfach mit demselben Recht auch als chemische Verbindungen betrachtet. Für den Alaun ist allerdings die Doppelsalznatur deshalb wahrscheinlich, weil zufolge *Thomsen* beim Zusammentreffen einer Lösung mit Gehalt von $Al^2[SO^4]^3$ und einer solchen mit $K^2SO^4$ keine merkliche Wärmeentwicklung erfolgt, wie dies bei jeder wirklichen chemischen Verbindung stattfindet. Uebereinstimmend verhält es sich beim Carnallit. — Uebrigens werden die Doppelsalze noch dadurch charakterisirt, dass sich die physikalischen Eigenschaften derselben (im Gegensatz zu den isomorphen Mischungen) aus denjenigen der betreffenden Componenten nicht ableiten lassen.

Die eigentlichen Doppelsalze müssen übrigens von den isomorphen Mischungen getrennt gehalten werden; dies sind Vereinigungen von Salzen, bei welchen die einzelnen Glieder untereinander isomorph sind und sich in beliebigen Verhältnissen gegenseitig vertreten können, z. B. Olivin $xMg^2SiO^4 + yFe^2SiO^4$; Wolframit $xMnWO^4 + yFeWO^4$.

Sehr selten sind im Mineralreich die Verbindungen von einem schwefel- und einem sauerstoffhaltigen Glied, z. B. Rothspiessglanz oder Antimonblende $Sb^2S^2O$, welches eine Verbindung von 2 Mol. Schwefelantimon und 1 Mol. Antimonoxyd ($2Sb^2S^3.Sb^2O^3$) ist; oder der Voltzin $Zn^5S^4O$, eine Verbindung von 4 Mol. Schwefelzink und 1 Mol. Zinkoxyd ($4ZnS.ZnO$).

§ 146. **Bedeutung des Wassers in den Mineralien.** Sehr viele Mineralien liefern beim schwächeren oder stärkeren Erhitzen Wasser; der Grund davon ist nach den jetzigen Vorstellungen ein dreifacher, indem nämlich 1) das Mineral mechanisch zwischen seinen Partikeln Wasser eingeschlossen enthält (vgl. Flüssigkeitseinschlüsse § 69); 2) das Wasser als solches in Krystallen molecular eingelagert ist, und 3) das Wasser überhaupt nicht als solches ursprünglich in den Krystallen vorhanden ist, sondern erst in starker Hitze durch den Zusammentritt von atomistisch gebundenem Wasserstoff und Sauerstoff darin entsteht.

Solche Körper, welche den Wasserdampf aus der Luft anziehen, z. B. das Kochsalz mit einem Gehalt an Chlormagnesium, heissen hygroskopische. Dies



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mechanisch aufgenommene Wasser nennt man auch Decrepitationswasser, weil in Folge seiner Ausdehnung beim Erwärmen die Krystalle decrepitiren.

Grösseres Interesse verdient das in den Krystallen vorhandene Krystallwasser, von welchem man gewöhnlich annimmt, dass es als $H^2O$ vermöge der Wirksamkeit molecularer (d. h. Krystallisations-) Kräfte in verdichtetem Zustand gesetzmässig zwischen den Molecülen der Substanz gelagert ist; es gilt die Vorstellung, dass es nur durch schwache Anziehung angefügt, nicht aber durch Valenzen angekettet sei. Sehr viele Oxysalze (unter den Mineralien z. B. Glaubersalz, Soda, Tinkal, Alaun, Gyps, Haarsalz, Vitriole) nehmen nämlich bei ihrem Uebergang aus dem gelösten Zustand in den krystallinischen eine gewisse Menge Wasser auf, welches zum Bestehen ihrer Krystallgestalt unentbehrlich ist. Seine Menge beträgt ein oder mehre Molecüle, und hängt im Allgemeinen, wie namentlich künstliche Salze zeigen, oft von der Temperatur ab, bei welcher die Substanz krystallisirt.

1 Mol. Krystallwasser wird auch mit aq. (aqua) bezeichnet. So ist Gyps $CaSO^4 + 2H^2O$, ganz anders krystallisirend, als das wasserfreie Kalksulfat; Bittersalz $MgSO^4 + 7H^2O$; Glaubersalz $Na^2SO^4 + 10H^2O$; Natrolith $Na^2Al^2Si^3O^{10} + 2H^2O$. — Das Natriumsulfat (schwefelsaures Natron) schiesst künstlich aus derselben Auflösung wasserfrei und als Hydrat mit verschiedenen Molecülen Krystallwasser an, je nachdem die Temperatur höher oder niedriger ist. — Aus einer gesättigten Lösung von Chlornatrium entstehen bei gewöhnlicher Temperatur wasserfreie Kochsalzwürfel NaCl, bei Temperaturen unter 0° C. monokline Krystalle von der Zusammensetzung $NaCl + 2H^2O$. — Verdampfen einer heissen Lösung des rhombischen Bittersalzes $MgSO^4 + 7H^2O$ liefert monokline Krystalle der Substanz $MgSO^4 + 6H^2O$.

Das Krystallwasser wird aus den dasselbe enthaltenden Körpern meistens leicht getrennt, sei es durch bloses Liegen an trockener Luft (z. B. Kupfervitriol, Eisenvitriol), oder durch mässiges Erhitzen. Die wasserfrei gewordenen Substanzen nehmen dasselbe aber gern unter geeigneten Umständen, bei Berührung mit Wasser oder feuchter Luft wieder auf.

Der Gyps nimmt zwar diejenigen Quantitäten Wasser, welche bei einer Erhitzung zwischen 100° und 200° ausgetrieben sind, beim Befeuchten wieder auf und regenerirt sich wieder zu Gyps. Ist aber durch stärkeres Erhitzen auch die letzte Wassermenge verloren gegangen, so hat er sich »todtgebrannt«, d. h. er nimmt nun beim Befeuchten überhaupt kein Wasser mehr auf, bleibt blos Calciumsulfat.

Manche Salze, welche reich an Krystallwasser sind, besitzen für die einzelnen Molecüle desselben verschiedene Anziehung und lassen dasselbe so beim Erhitzen ruckweise oder in Pausen entweichen. Der Eisenvitriol $FeSO^4 + 7H^2O$ verliert beim ersten Erhitzen 3 Mol. Wasser, bei der ferneren Temperatursteigerung stockt die Wasserabgabe, dann entweichen 3 weitere Mol., und erst nach einer abermaligen Pause verschwindet beim stärksten Erhitzen das letzte Mol. Wasser. Dies Verhalten würde durch die Formel $FeSO^4 + H^2O + 3H^2O + 3H^2O$ ausgedrückt. Diejenige für das Bittersalz mit ebenfalls 7 Mol. Wasser wäre darnach $MgSO^4 + H^2O + 5H^2O + H^2O$, die abermals abweichende für den Zinkvitriol $ZnSO^4 + H^2O + H^2O + 5H^2O$ (zufolge *Müller-Erzbach*). Der Kupfervitriol verliert von seinen 5 Mol. Wasser bei 100° vier, das fünfte geht erst bei 200° weg.

Ganz anders verhält es sich nun mit demjenigen Wasser, welches zwar auch beim Erhitzen einer Substanz zum Vorschein kommt, aber nach aller Wahrscheinlichkeit nicht fertig gebildet als solches darin präexistirte, sondern ein Product des Erhitzens ist, indem es erst in Folge einer inneren Umsetzung entsteht,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche in einer wasserstoff- und sauerstoffhaltigen Verbindung erfolgt. Man stellt sich vor, dass seine beiden Bestandtheile in unmittelbarer chemischer, d. h. atomistischer Verbindung mit den Atomen der Substanz vorhanden sind, welche H und O als Hydroxyl [OH] enthält. Im Allgemeinen wird dieses Wasser erst in der Glühhitze frei und von der desselben beraubten Substanz nicht wieder direct aufgenommen; es heisst auch Hydratwasser, Constitutionswasser, basisches oder chemisch gebundenes Wasser.

Zu solchen Verbindungen gehören die Basen oder Hydroxyde (S. 287) mit den allgemeinen Formeln $\overset{I}{R}[OH]$, $\overset{II}{R}[OH]^2$, $\overset{III}{R}[OH]^3$ u. s. w., welche, indem sie durch Verbindung von $H^2$ mit O Wasser austreten lassen, zu Basisanhydriden oder Metalloxyden werden. Das natürlich und krystallisirt als Hydrargillit vorkommende Aluminiumhydroxyd (die Basis der Thonerdesalze) $Al[OH]^3$ verliert erst bei 200° Wasser und zwar zunächst nur 2 Molecüle, wodurch es sich in $AlO[OH]$ verwandelt, eine Verbindung, welche auch als Diaspor natürlich vorkommt. Diese fängt dann ihrerseits erst bei einer Erhitzung auf mehr denn 450° an sich zu zersetzen, und erst in starker Glühhitze entweicht das letzte Mol. Wasser, nach dessen Abgabe sie zu $Al^2O^3$, dem Thonerdeanhydrid (sog. Thonerde) wird. Auch der mit dem Diaspor isomorphe Manganit $MnO[OH]$ gibt erst in starker Glühhitze das durch Zusammentritt gebildete Wasser ab; ebenso verhält sich der Goethit $FeO[OH]$.

Früher war man der Ansicht, dass das Wasser in derartigen H und O enthaltenden Mineralien als solches, als Krystallwasser präexistire, und schrieb daher die Formel des Hydrargillits $(Al^2)O^3 + 3H^2O$; die des Diaspors $(Al^2)O^3 + H^2O$; die des Goethits $(Fe^2)O^3 + H^2O$.

Das Wasser entweicht also auch als Product beim Erhitzen derjenigen Mineralien, welche als basische Salze Verbindungen von neutralen Carbonaten, Sulfaten, Phosphaten, Arsenaten mit Hydroxyden sind (vgl. S. 290); z. B. Malachit $CuCO^3.Cu[OH]^2$; Zinkblüthe $ZnCO^3.2Zn[OH]^2$; Libethenit $Cu^3[PO^4]^2.Cu[OH]^2$. Hierher gehört auch der sehr belehrende Brochantit, $CuSO^4.3Cu[OH]^2$, welcher erst bei 300° Wasser verliert und dann nach *Ludwig* in der That ein Gemenge von Kupfersulfat und Kupferoxyd zurücklässt.

Vormals hielt man auch dies hier entstehende Wasser für als solches präexistirendes Krystallwasser und schrieb demzufolge die Formel des Malachits $2CuO.CO^2 + H^2O$; die der Zinkblüthe $3ZnO.CO^2 + 2H^2O$.

Sehr bemerkenswerth ist das Wasser, welches aus gewissen Silicaten erst in starker Glühhitze frei wird; *Damour* zeigte zuerst, dass der stets als wasserfrei erachtete Euklas alsdann 6 pCt. Wasser verliert; ferner ist dies der Fall beim Turmalin, Epidot, Vesuvian, Staurolith, Talk u. s. w. Dieses Verhalten geleitet auf die Vorstellung wasserstoffhaltiger Silicate. Doch ist es nicht exact festzustellen, ob jene Mineralien das Wasser nicht etwa als solches enthalten.

Immerhin ist es in vielen Fällen schwer zu entscheiden, ob das entweichende Wasser Krystallwasser oder ein Product ist, so dass mancherlei Zweifel und Unsicherheit betreffs der von ihm gespielten Rolle bestehen. Im Allgemeinen hält man, wie schon angeführt, daran fest, das erst in der Glühhitze entweichende Wasser als ein Product zu betrachten, obschon einerseits mitunter ein Theil unzweifelhaften Krystallwassers noch in grosser Hitze hartnäckig gebunden bleibt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und es anderseits auch hydroxylhaltige Verbindungen gibt, welche schon in verhältnissmässig niedriger Temperatur sich zu zersetzen und Wasser zu liefern anfangen. Eine allgültige experimentelle feste Grenze zwischen Krystallwasser und sog. chemisch gebundenem Wasser kann vorläufig nicht gezogen werden.

Die Annahme eines bestimmten Temperaturgrades als Grenzscheide zwischen beiden, unterhalb deren das Krystallwasser, oberhalb deren das Constitutionswasser entweichen soll, ist ziemlich willkürlich. Auch das chemisch gebundene Wasser wird als solches erst allmählich, nicht sämmtlich bei einer bestimmten Minimaltemperatur abgegeben. Eine wichtigere Unterscheidung würde die Wiederaufnahmefähigkeit eines Theiles des Wassers sein, welches dann wohl als Krystallwasser zu betrachten wäre, obgleich es nicht als ausgeschlossen gelten kann, dass auch chemisch gebundenes Wasser wieder aufnahmefähig ist.

Die sehr verschiedenen Temperaturen, in welchen bei gewissen Mineralien erst der eine und dann der andere Theil Wasser frei wird, haben die Schlussfolgerung erzeugt, dass hier das Wasser theilweise als Krystallwasser vorhanden sei, theilweise als Product erst entstehe. So entweicht aus dem Serpentin, welcher im Ganzen 2 Mol. Wasser enthält, die Hälfte desselben schon bei schwachem Glühen, die andere Hälfte erst nach längerem und starkem Glühen. *Rammelsberg* zog daher vor, seine Formel nicht $Mg^3Si^2O^7 + 2H^2O$, sondern $H^2Mg^3Si^2O^8 + H^2O$ zu schreiben. Eine ähnliche Vorstellung verbindet man auch z. B. mit der Constitution des Wavellits, wenn man seine Formel nicht $(Al^2)^3P^4O^{19} + 12H^2O$, sondern $4Al[PO^4].2Al[OH]^3 + 9H^2O$ schreibt, ihn also als bestehend auffasst aus Aluminiumphosphat, Aluminiumhydroxyd und 9 Mol. Krystallwasser.

Namentlich gilt das Vorstehende noch bezüglich mancher wasserhaltiger Zeolithe; der Stilbit z. B. führt auf die Zusammensetzung $CaAl^2Si^6O^{16} + 6H^2O$; von seinen ca. 16 pCt. Wasser (6 Mol.) werden bei 200° Temperatur erst 14,5 pCt. (5 Mol.) ausgetrieben, und nur diese, welche von dem Mineral auch wieder aufgenommen werden können, erachtet man als Krystallwasser; die letzten Procente des Wassers (1 Mol.) entweichen erst in der Glühhitze als Product, und darnach gestaltet sich die Formel des Stilbits zu $H^2CaAl^2Si^6O^{17} + 5H^2O$. Uebereinstimmend damit beobachtete *Mallard*, dass der Verlust der ersten Mol. Wasser von ganz graduellen Aenderungen in der Orientirung und dem Winkel der optischen Axen begleitet ist, unter Erhaltung der krystallinischen Structur; die nach der Erhitzung der freien Luft ausgesetzte Stilbitplatte nimmt nach 24 Stunden wieder den ursprünglichen optischen Zustand an, während sie den durch Erhitzung hervorgebrachten behält, wenn man sie in Canadabalsam einkittet und so die Wasseraufnahme durch den Luftzutritt verhindert.

Uebrigens ist es nicht zu leugnen, dass durch die Vorstellung von wasserstoffhaltigen Silicaten manche früher (als man Wasser als solches darin voraussetzte) unerklärliche Beziehungen des Isomorphismus leicht begreiflich werden, und dass in vielen Fällen die Constitution der betreffenden Mineralien sich vereinfacht, indem z. B. der Wasserstoff als Vertreter von Alkali- oder alkalischen Erdmetallen aufgefasst wird.

§ 147. **Ableitung der Formel.** Die quantitative Analyse gewährt Aufschluss über die Gewichtsverhältnisse der in einem Mineral vorhandenen Stoffe, indem man das Mineral entweder direct in seine Bestandtheile zerlegt und diese gewogen werden, oder indem es zwar auch zerlegt, aber jeder Stoff in eine neue Verbindung übergeführt wird, welche alsdann zur Gewichtsbestimmung gelangt. Nach Ausführung dieser Analyse ist es die Aufgabe, die Zusammensetzung des Minerals durch eine Formel auszudrücken. Wenn man die aus der Analyse sich ergebenden procentarischen Gewichtsmengen der einzelnen Elemente durch die Atomgewichte der betreffenden dividirt, so erhält man die relative Anzahl der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Atome, mit welcher das Element an der Mineralverbindung betheiligt ist. Gibt die Analyse die Oxyde, so werden deren Procente durch die Moleculargewichte dividirt, z. B. diejenigen der Kieselsäure $SiO^2$ durch $28{,}4 + (2 \times 16) = 60{,}4$; die der Thonerde $Al^2O^3$ durch $(2 \times 17{,}1) + (3 \times 16) = 102{,}2$. Abweichungen von der hier erforderlichen Einfachheit der Verhältnisszahlen können ihren Grund in einer Verunreinigung des untersuchten Minerals durch beigemengte fremde Substanzen, oder in einer bereits eingetretenen theilweisen Umwandlung desselben, oder in Fehlern und Versäumnissen bei der chemischen Analyse, oder in der nicht absolut richtigen Bestimmung der Atomgewichte selbst besitzen. Da die Mineralformel nur die wesentlichen Bestandtheile enthalten soll, so werden mitanalysirte unzweifelhafte mechanische Beimengungen und Verunreinigungen, sowie augenscheinlich blos zufällig vorhandene fremde Stoffe in der Regel abgezogen und die Zahlen der Analyse dann wieder auf 100 Procent berechnet.

Sind gewisse Elemente nur in sehr kleinen Quantitäten vorhanden, so werden sie bei der Berechnung der Formel mit denjenigen vorwaltenden vereinigt, welche sie als gleichwerthig gewissermassen ersetzen; so werden sehr geringe Mengen von $K^2O$ zu $Na^2O$, von $Fe^2O^3$ zu $Al^2O^3$, von Fe zu Co, von $As^2O^5$ zu $P^2O^5$ gezählt und umgekehrt.

Ein Eisenkies von der Grube Heinrichssegen bei Müsen lieferte nach *Schnabel* 46,5 pCt. Eisen und 53,5 pCt. Schwefel; da nun das Atomgewicht von Fe = 56, dasjenige von S = 32,06, so verhalten sich die Atome von Fe und S wie $\frac{46{,}5}{56} : \frac{53{,}5}{32{,}06}$ = 0,8304 : 1,669, oder wie 1 : 2,01, wofür man unbedenklich 1 : 2 setzen kann. Es ist daher der Eisenkies Doppeltschwefeleisen, $FeS^2$. Umgekehrt lässt sich nun hieraus die procentarische Zusammensetzung des normalen oder idealen Eisenkieses berechnen, welche 46,70 pCt. Eisen und 53,30 Schwefel ergibt; jene Analyse hatte also 0,20 pCt. Eisen zu wenig, und 0,20 Schwefel zu viel geliefert.

Kupferglanz, von *Scheerer* analysirt, ergab an Procenten: 79,12 Kupfer, 20,36 Schwefel (und 0,28 Eisen, von welchem bei der auszuführenden Berechnung abgesehen wird). Das Atomverhältniss von Cu (Atg. 63,6) und S ist daher $\frac{79{,}12}{63{,}6} : \frac{20{,}36}{32{,}06}$ = 1,244 : 0,635 oder 2 : 1,021; der Kupferglanz daher Halbschwefelkupfer $Cu^2S$.

Bei der Analyse des Weissbleierzes vom Griesberg in der Eifel erhielt *Bergemann*: 83,51 pCt. Bleioxyd und 16,36 Kohlensäure; das Erz besteht daher in Procenten aus 77,52 Blei, 4,46 Kohlenstoff, 17,89 Sauerstoff; und diese drei Stoffe stehen vermöge ihrer Atg.e in dem Atomverhältniss $\frac{77{,}52}{206{,}9} : \frac{4{,}46}{12} : \frac{17{,}89}{16} = 0{,}374 :$ 0,372 : 1,117, oder 1 : 1 : 3, weshalb das Weissbleierz $PbCO^3$ ist. Auf dieselbe Formel gelangt man auch, wenn die in der Analyse angegebenen Sauerstoffverbindungen zu Grunde gelegt werden; alsdann ist 83,51 durch das Verbindungsgewicht des Bleioxyds ($PbO = 206{,}9 + 16$) = 222,9, sowie 16,36 durch das der Kohlensäure ($CO^2 = 12 + 32$) = 44 zu dividiren. Da das Verhältniss der Quotienten 0,374 : 0,372 = 1 : 1, so ist das Weissbleierz nach älterer Schreibweise $PbO.CO^2$.

Während bei den vorstehenden Substanzen die berechnete Formel keine weitere Deutung zulässt oder bedarf, erscheint eine solche bei anderen Verbindungen möglich oder angemessen.

Dunkles Rothgültigerz aus Mexico besteht nach *Wöhler* in Procenten aus 60,2 Silber, 21,8 Antimon, 18,0 Schwefel. Das Atomverhältniss der drei Stoffe ist

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

demnach $\frac{60,2}{107,93} : \frac{21,8}{120} : \frac{18,0}{32,06} = 0,558 : 0,182 : 0,560$, oder $3 : 1 : 3$; es ist somit das Rothgültigerz $Ag^3SbS^3$ und sein Moleculargewicht nach dieser Formel $(3 \times 107,93) + 120 + (3 \times 32,06) = 539,97$. — Man sieht hier schon, dass es das Silbersalz einer Sulfosäure und zwar der sulfantimonigen Säure $H^3SbS^3$ (3Ag statt 3H) ist; jedoch kann man dasselbe auch nach etwas älterer Auffassung (S. 289) als eine Verbindung von Schwefelsilber (der Sulfobasis) mit Schwefelantimon (der Sulfosäure) betrachten; da nun das erstere $Ag^2S$, das letztere $Sb^2S^3$ ist, so würde dann die Formel des Erzes (durch Multiplication sämmtlicher Atomquotienten mit 2) als $Ag^6Sb^2S^6$ gedacht werden, welche sich darauf in $3Ag^2S.Sb^2S^3$ auseinanderlöst; bei dieser Deutung ist aber auch sein Moleculargewicht $2 \times 539,97 = 1079,94$.

*Berthier* untersuchte einen Feldspath (Adular) vom St. Gotthard; die angegebene Zusammensetzung und die daraus berechneten Elemente sind in Procenten folgende:

| | | | | Atomgew. | Quot. |
|---|---|---|---|---|---|
| Kieselsäure | 64,49 = | Silicium | 30,32 | 28,4 | 1,069 |
| Thonerde | 18,48 = | Aluminium | 9,80 | 27,1 | 0,362 |
| Kali | 17,03 = | Kalium | 14,14 | 39,15 | 0,362 |
| | | (Sauerstoff | 45,74) | 16 | 2,859 |

Da sich also die Atome von Kalium, Aluminium, Silicium und Sauerstoff wie $0,362 : 0,362 : 1,069 : 2,859$, oder wie $1 : 1 : 3 : 8$ verhalten, so wäre der Adular, indem nichts über die Moleculargrösse bekannt ist, $KAlSi^3O^8$. Unter der Annahme aber, dass eine Aluminium-Verbindung 2 Atome $Al = (Al^2)$ oder ein Multiplum davon enthält, ergäbe sich durch Verdoppelung der Atomzahlen der Adular als $K^2(Al^2)Si^6O^{16}$.

Ob in der Formel eines Salzes die Basis oder die Säure vorangestellt wird, ob man schreibt $BaSO^4$ oder $SO^4Ba$, ist an sich gleichgültig; hier ist dem z. Z. noch viel weiter verbreiteten ersteren Verfahren der Vorzug gegeben.

Formeln dieser Art, welche blos die in der Verbindung enthaltenen Elemente einfach nach deren gegenseitigem Atomverhältniss aufzählen, heissen empirische Formeln. Sie sind es, welche bei einer grossen Reihe von Mineralsubstanzen (z. B. bei den meisten Silicaten) das einzig sicher Festgestellte ergeben. Da eine solche Formel aber nur ein gegenseitiges Verhältniss der Stoffe darstellt, so kann sie an sich in allen ihren Gliedern mit jeder beliebigen Zahl multiplicirt (oder vermittels Division durch eine gemeinsame Zahl vereinfacht) werden. Während man gewöhnlich den Ausdruck mit den kleinsten Coëfficienten schreibt, pflegt man in anderen Fällen — wenn man eine wahrscheinliche, die Grösse des Molecüls berücksichtigende Molecularformel zu geben beabsichtigt, oder wenn die Molecularformel verwandter natürlicher oder künstlicher Verbindungen dazu auffordert, oder wenn man der Gruppirungsweise der Stoffe gerecht zu werden gedenkt — höhere Atomverhältnisszahlen anzunehmen. So gibt man wohl dem Rutil den Ausdruck $Ti^2O^4$ (nicht $TiO^2$), weil er mit dem Zirkon $ZrSiO^4$ isomorph ist, zieht vor, den Kupferkies $Cu^2Fe^2S^4$ (nicht $CuFeS^2$) zu schreiben, weil er als die Verbindung $Cu^2S.Fe^2S^3$ gedeutet wird. Doch muss bedacht werden, dass die directe Ermittelung der thatsächlichen Molecularformel unzweifelhaft nur auf Grund der Bestimmung der Dampfdichte gelingt und daher für Mineralien sozusagen ausgeschlossen ist.

Da die empirischen Formeln namentlich bei der Betheiligung zahlreicher Elemente oft keinen raschen und rechten Ueberblick über die Zusammensetzung einer Verbindung gewähren, so ist manchmal eine andere Formulirung bequemer, welche das nähere Analysenresultat zum Ausdruck bringt und die gefundenen Anhydride

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

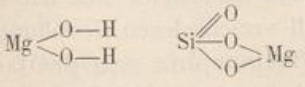
der Basen und Säuren als solche aufführt. So würde die obige Formel des Feldspaths $K^2(Al^2)Si^6O^{16}$ nach letzterer Schreibweise zu $K^2O$, $(Al^2)O^3$, $6SiO^2$, d. h. er ergibt bei der Analyse 1 Mol. Kali, 1 Mol. Thonerde, 6 Mol. Kieselsäure[1]).

Ausserdem hat sich noch hin und wieder die frühere dualistische Schreibweise erhalten (S. 289), welche auf der elektrochemischen Theorie von *Berzelius* beruht und auch in der Nomenclatur noch vielfach zur Geltung kommt. Zwar als solche theoretisch unberechtigt, bringt sie ebenfalls das Analysenresultat zum Ausdruck und prägt sich in vielen Fällen besonders leicht dem Gedächtniss ein.

Die Constitutionsformeln oder Structurformeln sind solche, welche zugleich die Gruppirung der in einer Verbindung enthaltenen Atome ausdrücken, indem sie nebenbei ein Bild davon geben, in welcher Weise die einzelnen Atome oder Atomgruppen im Molecül aneinander gelagert und gebunden sind.

Die empirische Formel des Calciumcarbonats $CaCO^3$ besagt nur, dass im Molecül dieser Verbindung 1 At. Calcium, 1 At. Kohlenstoff, 3 At. Sauerstoff vorhanden sind; die Constitutionsformel $O=C\begin{smallmatrix}O\\O\end{smallmatrix}Ca$ drückt aber ausserdem noch aus, dass das Kohlenstoffatom mit den Sauerstoffatomen direct, mit dem Calciumatom indess nur durch Vermittelung zweier Sauerstoffatome verbunden ist. Jeder der Striche drückt eine Valenzeinheit aus. Die Constitutionsformeln für Brucit ($H^2MgO^2$), Enstatit ($MgSiO^3$), Olivin ($Mg^2SiO^4$), Leucit ($KAlSi^2O^6$), Boulangerit ($Pb^3Sb^2S^6$) würden sein:

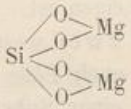
Brucit



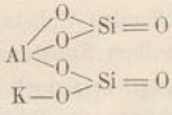
Enstatit



Olivin



Leucit



Boulangerit



Zwar bei manchen Mineralien, aber nur bei verhältnissmässig wenigen Silicaten ist es bis jetzt möglich gewesen, eine befriedigende Constitutionsformel (oder rationelle Formel) zu gestalten, und selbst wo dies bei den letzteren der Fall ist, kann der stricte Beweis für ihre Richtigkeit nach unseren bisherigen Kenntnissen keineswegs immer erbracht werden[2]); sehr häufig sind verschiedene Arten der Verkettung möglich, z. B. schon viererlei bei dem einfachen Aluminiumsilicat $Al^2SiO^5$. Die Unsicherheit wird dadurch gesteigert, dass in den meisten Fällen nicht bekannt ist, ob einer Verbindung das einfachste oder ein höheres Moleculargewicht zukommt, z. B. im letzteren Falle $Al^4Si^2O^{10}$ zu setzen ist. — *Tschermak* hat für mehre Silicate darauf hingewiesen, wie der ganz allmähliche Verlauf der natürlichen Umwandlungsprocesse zu einem Einblick in die Constitution dieser Verbindungen verhelfen

1) Es ist einleuchtend, dass solche Formeln mit noch grösserem Recht empirische genannt werden können. Selbstredend schliesst jene obige Formulirung keineswegs die Behauptung ein, dass Kaliumoxyd, Aluminiumoxyd u. s. w. als solche in dem Feldspath zugegen seien. Formeln dieser Art geben auch mehr Aufschluss zur Beurtheilung der chemischen Reactionen.

2) Die Schwierigkeit, die chemische Structur dieser complicirter zusammengesetzten Substanzen zu erforschen, ist vor Allem in deren grosser Beständigkeit begründet: im Gegensatz zu den organischen, einen allmählichen Abbau des Molecüls gestattenden Verbindungen sind die Veränderungen, welche man auf chemischem Wege künstlich an diesen Mineralien hervorbringen kann, sofort und lediglich derart energisch, dass dieselben dadurch völlig zerstört, und in Endproducte zerfällt werden, welche bei den verschiedenen gleichartig sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kann[1]) und *K. Haushofer* hat, in dieser Richtung weitergehend, ein besonderes Werk über die Constitution der natürlichen Silicate veröffentlicht[2]).

§ 148. **Heteromorphie.** Ein paar, mit der chemischen Constitution der Mineralien innigst verbundene und für die Beurtheilung ihres Wesens äusserst wichtige Erscheinungen sind die Heteromorphie und Isomorphie.

Heteromorphie (oder Heteromorphismus, Polymorphie, Pleomorphie) ist die Fähigkeit einer und derselben (einfachen oder zusammengesetzten) Substanz, trotz gleicher procentarischer Zusammensetzung in wesentlich verschiedenen Formencomplexen zu krystallisiren. Mit dieser Verschiedenheit des morphologischen Charakters und der damit verknüpften Abweichung auch des inneren Aufbaus tritt aber zugleich eine Verschiedenheit der physischen Eigenschaften ein, und zwar nicht nur jener, welche wie z. B. die optischen blos Consequenzen der abweichenden Krystallisation sind, sondern auch des specifischen Gewichts, der Löslichkeit, der Härte und des Schmelzpunkts (wenn auch die Gegensätze hinsichtlich der letztgenannten drei Verhaltungsweisen, ebenso wie diejenigen bezüglich der Oxydations- und Lösungswärme, nur selten dargethan werden können). So zeigt, obschon die Analyse dieselben Resultate ergibt, das ganze Wesen ein durchaus verschiedenes Gepräge, und man könnte noch besser sagen, die Heteromorphie sei die Fähigkeit einer und derselben Substanz, wesentlich verschiedene Körper darzustellen, wodurch die amorphen Vorkommnisse zugleich mit erfasst werden. Streng genommen ist es also nicht blos eine Heteromorphie, sondern ein Heterosomatismus, welcher den betreffenden Substanzen eigen ist. Meistens handelt es sich nur um die Fähigkeit derselben Substanz, in zwei wesentlich verschiedenen Gestaltungen aufzutreten (Dimorphie); doch sind auch Fälle von Trimorphie, von dreifach abweichender Verkörperungsfähigkeit einer Substanz bekannt. — Uebrigens ist es für den Begriff der Heteromorphie nicht erforderlich, dass die verschiedenen Gestalten auch verschiedenen Krystallsystemen angehören: selbst in einem und demselben Krystallsystem ist die Heteromorphie erfüllt, sofern nur die beiden oder mehren Formencomplexe Grunddimensionen besitzen, welche abweichend und — weil sonst das Gesetz der rationalen Axenschnitte verletzt würde — nicht aufeinander zurückzuführen sind, sowie in physikalischer Hinsicht, z. B. im spec. Gewicht differiren.

In mehren Fällen lässt sich die Erscheinung durch das Experiment künstlich hervorrufen, indem ein und dieselbe Substanz unter verschiedenen Umständen zur Krystallisation in den abweichenden Formencomplexen gebracht werden kann.

Die erste entschiedene Hinweisung auf diese merkwürdige Erscheinung gab *Mitscherlich*, indem er zeigte, dass der Schwefel, wenn er aus dem geschmolzenen Zustand herauskrystallisirt, monokline Krystallformen von brauner Farbe und spec. Gew. 1,97 habe, während er, wie der natürlich vorkommende, rhombisch mit gelber Farbe und spec. Gew. 2,1 krystallisirt, sobald er sich auf dem Wege der Sublimation bildet oder durch Verdunsten seiner Lösung in Schwefelkohlenstoff erhalten wird[3]).

1) Mineral. Mittheilungen, ges. v. *Tschermak*, 1871. 93.

2) Die Constitution der natürl. Silicate auf Grundlage ihrer geologischen Beziehungen. Braunschweig 1874. — Vgl. auch *W. Vernadsky*, Zur Theorie d. Silicate, Z. f. Kryst. XXXIV. 1901. 37.

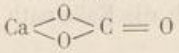
3) Nach *Pasteur* kann übrigens der Schwefel auch aus Schwefelkohlenstoff in gewöhnlicher Temperatur als monokline Prismen krystallisiren. *Barilari* erhielt durch Verdunstenlassen

Eine der frühesten Beobachtungen der Dimorphie ist sodann diejenige des kohlensauren Kalks, welcher rhomboëdrisch als Kalkspath, rhombisch als Aragonit krystallisirt, ferner diejenige des Eisenbisulfids als Eisenkies und Markasit.

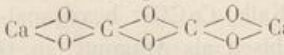
Die als Heteromorphie bezeichnete Erscheinung, die Verschiedenheit der Krystallformen bei den empirisch gleich zusammengesetzten Körpern, kann nach unseren heutigen Vorstellungen zur Erklärung allgemein auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden; bei Atomverbindungen auf: a) verschiedene Anordnung einer gleichen Zahl von gleichartigen Atomen im chemischen Molecül (chemische Isomerie, Metamerie); b) verschiedene Zahl gleichartiger Atome im chemischen Molecül (chemische Polymerie); sodann bei Molecülverbindungen auf: a) verschiedene Lage der chemischen Molecüle im physikalischen Molecül (physikalische Isomerie, Metamerie); b) verschiedene Zahl der chemischen Molecüle im physikalischen Molecül (physikalische Polymerie).

Der Umstand, dass bei der Umwandlung der monoklinen Schwefelmodification in die rhombische eine ganz bestimmte Wärmemenge frei wird, macht es wahrscheinlich, dass es zweierlei Krystallmolecüle dieses Elementes gibt, welche aus einer verschieden grossen Anzahl von Atomen zusammengesetzt sind und zwar die des rhombischen Schwefels vermuthlich aus einer grösseren Anzahl als die des monoklinen, zuerst aus dem Schmelzfluss festgewordenen. — So hat man auch vorgeschlagen, das Molecül des Aragonits doppelt so gross anzunehmen ($Ca^2C^2O^6$) als das des Kalkspaths ($CaCO^3$) und die beiden Structurformeln zu schreiben:

Kalkspath



Aragonit



Folgendes sind die bis jetzt unmittelbar bekannt gewordenen Fälle der Heteromorphie im Mineralreich; wo sie im Gebiet desselben Krystallsystems erfolgt, ist das abweichende Axenverhältniss der Grundformen angegeben.

Kohlenstoff, C: regulär als Diamant (spec. Gew. = 3,52); hexagonal als Graphit (spec. Gew. = 2,25)[1]).

Schwefelzink, ZnS: regulär als Zinkblende (sp. G. = 4,0); hexagonal als Wurtzit (sp. G. = 3,98).

---

einer Mischung von Alkohol und Schwefelammonium monokline Krystalle von Schwefel, welche sich bald trübten und in die rhombische Modification übergingen. Umgekehrt berichtet *vom Rath* über bis 5 Mm. grosse rhombische Schwefelkrystalle ($P.\breve{P}\infty$), welche durch *Jacob* aus dem Schmelzfluss dargestellt wurden, sowie über die von *Silvestri* beobachteten gleichfalls rhombischen Krystalle, welche bei einem Brande der Grube Floristella durch Schmelzung entstanden. *Gernez* erhielt aus übersättigter Lösung in Toluol oder Benzol durch Eintauchen eines Krystalls der einen oder der anderen Modification die ganze Masse in demselben Krystallsystem. — *J. Reicher* wies nach, dass es für die beiden Schwefelmodificationen eine dem Schmelzpunkt analoge Umwandlungstemperatur gibt, oberhalb welcher sich der rhombische Schwefel in monoklinen, unterhalb welcher sich umgekehrt der monokline in rhombischen umwandelt; diese Temperatur ist bei einem Druck von 4 Atmosphären nicht weit von 95,6° entfernt.

1) Diamant und Graphit nehmen auf dem Gebiete der Dimorphie insofern eine besondere Stellung ein, als bei ihnen diejenige vollständige und durchgängige Verschiedenheit vorliegt, welche man bei den Elementen Allotropie nennt und hier durch die verschiedene Menge von Atomen im Molecül erklärt. Abgesehen von der Differenz der Krystallform und des spec. Gewichts ist der Diamant durchsichtig, nicht metallisch, von Härte 10, ein Nichtleiter der Elektricität; der opake Graphit hat metallischen Habitus, Härte 1 und leitet die Elektricität. Beide ergeben auch selbst abweichende Reactionen, indem nach *Brodie* Graphit, aber nicht Diamant, mit Kaliumchlorat und Salpetersäure zu Graphitsäure oxydirbar ist. — Ausserdem bildet der Kohlenstoff noch eine dritte amorphe Modification, wie sie in der Holzkohle vorliegt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eisenbisulfid, $FeS^2$: regulär als Eisenkies (sp. G. = 5,1); rhombisch als Markasit (sp. G. = 4,86).

Doppelarsennickel, $NiAs^2$: regulär als Chloanthit (sp. G. = 6,6); rhombisch (nach *Breithaupt*) als Weissnickelkies (sp. G. = 7,14).

Schwefelarsenkupfer, $Cu^3AsS^4$: rhombisch als Enargit; monoklin als Luzonit.

Schwefelantimonsilber, $Ag^3SbS^3$: hemimorph-rhomboëdrisch als Antimonsilberblende (sp. G. = 5,8); monoklin als Feuerblende (sp. G. = 4,2).

Schwefelantimonblei(-silber), $(Pb, Ag^2)^5Sb^4S^{11}$: monoklin als Freieslebenit (sp. G. = 6,53); rhombisch als Diaphorit (sp. G. = 5,90).

Jodsilber, AgJ: hexagonal als Jodit; regulär-tetraëdrisch als Miersit.

Kieselsäure, $SiO^2$: hexagonal als Quarz (sp. G. = 2,66)[1]; rhombisch (hexagonal, s. S. 250) als Tridymit (sp. G. = 2,3); vgl. auch Cristobalit.

Titansäure, $TiO^2$: tetragonal als Rutil ($a : c = 1 : 0,6442$; sp. G. = 4,25); ferner tetragonal als Anatas ($a : c = 1 : 1,7784$; sp. G. = 3,9); rhombisch als Brookit (sp. G. = 4,05). Beispiel von Trimorphie[2].

Antimontrioxyd, $Sb^2O^3$: regulär als Senarmontit (sp. G. = 5,3); rhombisch als Weissspiessglanz (sp. G. = 5,6).

Arsentrioxyd (arsenige Säure), $As^2O^3$; regulär als Arsenikblüthe (sp. G. = 3,7); monoklin als Claudetit (sp. G. = 3,85).

Eisensulfat, $FeSO^4 + 7H^2O$: monoklin als Eisenvitriol; rhombisch als Tauriscit (nach *Volger*).

Kohlensaurer Kalk, $CaCO^3$: hexagonal-rhomboëdrisch als Kalkspath (sp. G. = 2,7); rhombisch als Aragonit (sp. G. = 2,9)[3].

Thonerdesilicat, $Al^2SiO^5$: rhombisch als Andalusit ($a : b = 0,9861 : 1$; sp. G. = 3,16); ausserdem in anderer rhombischer Form als Sillimanit ($a : b = 0,6873 : 1$; sp. G. = 3,24); triklin als Disthen (sp. G. = 3,66).

Kalithonerdesilicat, $KAlSi^3O^8$: monoklin als Orthoklas (vgl. den speciellen Theil); triklin als Mikroklin.

Wismutsilicat, $Bi^4Si^3O^{12}$: regulär als Eulytin; monoklin als Agricolit.

Niobsaures Eisen, $FeNb^2O^6$: tetragonal als Mossit; rhombisch als Columbit.

Tantalsaures Eisen, $FeTa^2O^6$: tetragonal als Tapiolit; rhombisch als Tantalit.

Vgl. ausserdem noch im systematischen Theil: Kobaltglanz (regulär) und Glaukodot (rhombisch). — Speiskobalt (regulär) und Spathiopyrit (rhombisch). — Zinnober (trapezoëdrisch-tetartoëdrisch hexagonal) und Metacinnabarit (tetraëdrisch regulär). — Korynit (regulär) und Wolfachit (rhombisch). — Pachnolith und Thomsenolith (beide verschieden monoklin). — Laurionit (rhombisch) und Paralaurionit (monoklin). —

1) Unter dem krystallinisch-faserigen Chalcedon, dem Quarzin und Lutecit verbergen sich noch andere Ausbildungsweisen der Kieselsäure.

2) Die verwandte Zinnsäure ist sogar tetramorph: die als Zinnstein natürlich vorkommende entspricht blos dem Rutil; *Wunder* aber hat Krystalle derselben von der Form des Anatases, *Daubrée* solche von der Form des Brookits (Comptes rendus, T. 29. 227) künstlich dargestellt; *Michel Lévy* und *Bourgeois* gelang die Darstellung von hexagonaler Zinnsäure in starkglänzenden bis 1 Mm. grossen Tafeln, als Rückstand der mit heissem Wasser ausgelaugten Schmelze von Zinnsäure und Natriumcarbonat. Auf ähnliche Weise erzeugten sie auch Zirkonsäure in hexagonalen tridymitähnlichen Lamellen, nachdem *Nordenskiöld* aus Borax auskrystallisirte tetragonale Zirkonsäure erhalten hatte. Der in Brasilien und Ceylon vorkommende Baddeleyit ist nach *Hussak* und *Fletcher* monokline Zirkonsäure.

3) Ueber noch zwei andere neuerdings aufgeführte Modificationen des Calciumcarbonats, Conchit und Ktypeït, s. den Anhang.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bleivitriol (rhombisch) und (?) Sardinian (nach *Breithaupt* monoklin). — Scheelbleierz (tetragonal) und Raspit (monoklin). — Granat (regulär) und Partschin (monoklin). — Zoisit (rhombisch) und Epidot (monoklin). — Enstatit (rhombisch mit $\infty P = 87^{\circ}$) und Anthophyllit (rhombisch mit $\infty P = 124\frac{1}{2}^{\circ}$). — Analcim (regulär) und Eudnophit (rhombisch?).

Unter den künstlich dargestellten Verbindungen ist die Heteromorphie noch weiter verbreitet; so z. B. bei dem salpetersauren Kali, dem traubensauren Lithion u. s. w. — Ein Beispiel dafür, dass von einer dimorphen Substanz nur die eine Modification in dem Mineralreich auftritt, die andere blos künstlich dargestellt worden ist, liefert das Halbschwefelkupfer $Cu^2S$, welches als natürlicher Kupferglanz rhombische, bei der künstlichen Erzeugung auch reguläre Krystalle bildet. Solcher Fälle liegen recht zahlreiche vor; vgl. z. B. noch Natronsalpeter und Kalisalpeter.

Die verschiedenen Modificationen einer heteromorphen Substanz unterscheiden sich im Allgemeinen:

1. durch die Krystallform und die damit unmittelbar zusammenhängenden physikalischen Eigenschaften (optisches Verhalten, Spaltbarkeit u. s. w.);
2. durch nicht mit der Form direct zusammenhängende physikalische Eigenschaften, wozu als mehr oder weniger bekannt gehören können: a) specifisches Gewicht (vgl. S. 299 und 300); b) Härte; z. B. der Gegensatz von Diamant und Graphit; Aragonit ist merkbar härter als Calcit; geringfügige Unterschiede treten wegen der unvollkommenen Methoden für die Härtebestimmung nicht so deutlich hervor. c) Leitung der Elektricität; reguläres $Cu^2S$ leitet dieselbe weit weniger gut als rhombisches (Kupferglanz); Graphit ist ein Leiter, Diamant nicht; d) Schmelzpunkt, wenn auch hier nur selten Gegensätze nachweisbar sind; rhombischer Schwefel schmilzt bei 113°, monokliner bei 120°; e) Oxydations- und Lösungswärme; die Lösungswärme des regulären Antimonoxyds in Flusssäure beträgt 9,5, die des rhombischen 10,1 Calorieen;
3. durch das chemische Verhalten (ebenfalls nicht überall nachzuweisen): bei Aragonit und Calcit verhalten sich die Zeiten, in denen gleiche Mengen beider Mineralien von Salzsäure gelöst werden, wie 16 : 25; Kieselsäure ist als Quarz unlöslich in Kalilauge, als Tridymit darin löslich; Diamant wird von Oxydationsmitteln nicht merklich angegriffen, Graphit von ihnen zerstört; Wurtzit wird von kalter conc. Salzsäure viel rascher zersetzt als Zinkblende; Andalusit verwittert auf natürlichem Wege leicht, Disthen schwer (doch zeigen die beiden nach ihrem sonstigen Verhalten gegenüber künstlichen Reagentien nur ganz unerhebliche Unterschiede); Markasit fällt viel rascher der Oxydation und Vitriolescirung anheim, als Eisenkies;
4. durch die Umstände, unter denen sie entstehen; hier können von Belang sein: Temperatur, Druck, Concentration des Mediums, anderweitige Beschaffenheit des Mediums (z. B. Reinheit desselben oder gleichzeitige Gegenwart von fremden Substanzen, sog. Lösungsgenossen), unbewegter oder bewegter Zustand des Mediums, Geschwindigkeit der Bildung. Nach *G. Rose*, *H. Credner*, *M. Bauer* und *H. Vater* scheidet sich $CaCO^3$ aus kohlensäurehaltigem Wasser als Kalkspath ab: a) aus reiner kalter Lösung (als R); b) durch Diffusion aus Lösungen eines Kalksalzes ($CaCl^2$) und Carbonats ($KHCO^3$) sogar wenn ein Sulfat oder Baryumsalz als Lösungsgenosse vorhanden ist; c) aus alkalisilicathaltigen Lösungen (flächenreiche Krystalle). Dagegen als Aragonit: a) aus reiner heisser Lösung (langprismatische spiessige Krystalle); b) durch Verdunsten einer Lösung, die Strontiumcarbonat, ein Blei- oder Baryumsalz oder Gyps enthält[1]). — Antimonoxyd bildet aus Lösungen bei hoher

1) Da man Kalksinter findet, die aus abwechselnden Lagen von Kalkspath und Aragonit bestehen, und wohl bei derselben Temperatur gebildet worden sind, so kann nicht immer eine

Temperatur rhombische, bei niedriger reguläre Krystalle; bei der Oxydation antimonhaltiger Mineralien vor dem Löthrohr entstehen nach *H. Fischer* beide Formen gleichzeitig und zwar die reguläre an den kühleren, die rhombische an den heisseren Stellen. Wird Titansäure in der Phosphorsalz-Löthrohrperle gelöst, so kann man in höherer Temperatur mikroskopische Formen von Rutil, in niedrigerer solche von Anatas herauskrystallisiren lassen. Aus $MgSiO^3$-reichen Schmelzen entsteht bei langsamer Abkühlung rhombischer Enstatit, bei schneller ein monoklines oder triklines Magnesiumsilicat von derselben chemischen Zusammensetzung. In geschmolzenem Eisen gelöster Kohlenstoff krystallisirt daraus unter gewöhnlichem Atmosphärendruck als Graphit, unter hohem als Diamant.

Recht merkwürdig ist, dass sich die Heteromorphieen einer und derselben Substanz bisweilen unter anscheinend ganz übereinstimmenden Verhältnissen neben einander ausgebildet haben; so kommt an der Vorderen Eichamspitze in Tirol auf Gängen in einem stark zersetzten Chloritschiefer Brookit, Anatas und Rutil zusammen vor, ja nach *Weinschenk* finden sich diese drei Modificationen der Titansäure hin und wieder neben einander in demselben Quarzkrystall eingeschlossen. Auch zu Magnet Cove in Arkansas erscheinen alle drei vereinigt.

Die verschiedenen Verkörperungen einer und derselben Substanz zeigen bisweilen die Fähigkeit und Neigung, auch unter Erhaltung der äusseren Form innerlich in einander umzustehen, eine Paramorphose (S. 180) zu bilden. Mitunter ist man im Stande, künstlich die eine Modification in die andere überzuführen: wird z. B. Quarz scharf geglüht, so verwandelt er sich nach *G. Rose* in ein Aggregat von Tridymit, unter Erniedrigung seines spec. Gew. von 2,66 auf 2,3; Aragonit (sp. G. = 2,94) wird durch Erhitzen auf etwa 300° zu Kalkspath (sp. G. = 2,72); dabei beträgt die Umwandlungswärme 0,3 Calorieen. Anatas, längere Zeit erhitzt, gewinnt das spec. Gew. des Brookits, beide noch stärker geglüht, nehmen das des Rutils an; bei dem Abkühlen bleibt Rutil bestehen. Andalusit und Cyanit gehen bei 1320° bis 1380° in Sillimanit über.

Ein ähnliches Verhalten zeigt das rhombische Kalisulfat, welches, wie *Mallard* erkannte, oberhalb 650° für alle Farben (negativ) einaxig wird, sonach in die hexagonale Modification übergeht; auch das hexagonale Jodsilber verwandelt sich nach ihm und *Le Chatelier* bei 146° in die reguläre Modification, wie das dann eintretende isotrope Verhalten zeigt; dabei ändert sich die Farbe von Gelb in Roth.

Bemerkenswerth ist die bisweilen wahrgenommene Erscheinung, dass die Krystallformen dimorpher Substanzen, wenn sie auch verschiedenen Systemen angehören, doch in gewissen Zonen grosse Aehnlichkeit der Winkel zeigen.

Dies findet z. B. in auffallender Weise bei dem monoklinen und triklinen Kalifeldspath, bei den rhombischen und monoklinen Pyroxenen, bei rhombischen und monoklinen Gliedern der Vitriolgruppe statt. Der rhombische Zoisit ist vorwiegend entwickelt nach einem Prisma von 116° 26′, während an dem heteromorphen monoklinen Epidot 0P und $P\infty$, unter 116° 18′ gegeneinander geneigt, vorherrschen.

Von einer weiteren Ausdehnung der Heteromorphie auf Grund von Verhältnissen der Isomorphie kann erst im folgenden Paragraph die Rede sein. Erfahrungen aber, welche man beim Studium der optischen Structur von Krystallen gemacht hat, sind

---

Verschiedenheit der Temperatur als Ursache der verschiedenen Verkörperung der Substanz Calciumcarbonat angenommen werden. Dass die Aragonitform nicht oder nicht lediglich auf die Anwesenheit von Strontiumcarbonat in der Lösung zu schieben ist, zeigt die Thatsache, dass Kalkspath mit Strontiangehalt analysirt wurde.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ferner ebenfalls geeignet, den Kreis heteromorpher Substanzen in eigenthümlicher Weise zu erweitern: nach S. 250 wird angenommen werden müssen, dass die Boracitsubstanz gleichfalls dimorph ist; die eine Modification bildet bei gewöhnlicher Temperatur einen genau würfelförmigen Complex doppeltbrechender (rhombischer) Zwillingslamellen, die andere ist jene isotrope reguläre, in welche bei höherer Temperatur der Krystall versetzt wird. Aehnlich verhält sich Tridymit, Leucit, Cristobalit.

§ 149. **Isomorphie.** So bezeichnet man die Fähigkeit zweier oder mehrer (einfacher oder zusammengesetzter) verschiedener Substanzen von ähnlicher chemischer Constitution, in den Formen eines und desselben Formencomplexes zu krystallisiren oder ähnliche, und in ihren Grunddimensionen sehr nahe stehende Krystallformen zu bilden. Mit dieser Identität oder Aehnlichkeit der morphologischen Verhältnisse pflegt nun auch zugleich eine Aehnlichkeit derjenigen physischen Eigenschaften gegeben zu sein, welche von der Krystallform abhängen. *Mitscherlich* war es, welcher 1819 durch seine Beobachtungen an phosphorsauren und arsensauren Salzen die Lehre von der Isomorphie oder vom Isomorphismus zuerst begründete und den Satz aufstellte, dass analog zusammengesetzte Substanzen gleiche Krystallform besitzen. Die Zusammengehörigkeit ähnlicher Mineralien wird dadurch anschaulich gemacht und in ihren Ursachen erfasst.

Die Isomorphie findet zuvörderst für sehr viele regulär krystallisirende Substanzen statt, welche unter Erfüllung der übrigen Bedingungen in der That als isomorph gelten können, sobald nur der Charakter des Krystallsystems derselbe ist, d. h. sobald sie entweder holoëdrisch, oder in gleicher Weise hemiëdrisch ausgebildet sind (z. B. viele gediegene Metalle; Spinell, Chromit und Magnetit; Pyrit und Glanzkobalt). Da jedoch für alle regulären Mineralien die Dimensionen der Grundformen identisch sind, so ist die Isomorphie zwar vollständig vorhanden, aber grossentheils von geringerem Interesse. — Weit wichtiger wird die Erscheinung in den übrigen Krystallsystemen, deren Formencomplexe durch eine Dimensionsverschiedenheit der Grundform getrennt werden, und nur dann als wirklich isomorph (im engeren Sinne) zu betrachten sind, wenn die Grunddimensionen, wo nicht völlig, so doch sehr nahe dasselbe Verhältniss zeigen. In diesen Systemen findet nämlich grösstentheils keine wirkliche Isomorphie, d. h. keine absolute Identität der Form mit völlig gleichen Dimensionen, sondern nur Homöomorphie, d. h. eine sehr grosse Aehnlichkeit der Form mit beinahe gleichen Dimensionen statt.

Die wichtigsten Fälle der Isomorphie bei den nicht-regulären Mineralien bilden folgende Gruppen, deren einzelne Glieder analog zusammengesetzt sind:

Zirkon, Rutil, Polianit, Zinnstein; tetragonal, holoëdrisch;

| | | | |
|---|---|---|---|
| Zirkon | $ZrSiO^4$ | $a : c = 1 : 0{,}6404$ | Spaltb. nach $\infty P$ mehr oder weniger vollkommen. |
| Rutil | $TiTiO^4$ | » $= 1 : 0{,}6442$ | |
| Polianit | $MnMnO^4$ | » $= 1 : 0{,}6647$ | |
| Zinnstein | $SnSnO^4$ | » $= 1 : 0{,}6724$ | |

Scheelit, Scheelbleierz, Wulfenit; tetragonal, pyram.-hemiëdr.; hemim.
Kupferuranit und Zeunerit; tetragonal.
Wurtzit und Greenockit; hexagonal.
Arsennickel und Antimonnickel; hexagonal.
Korund und Eisenglanz (auch künstliches $Cr^2O^3$); hexagonal, rhomboëdr.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kalkspath[1]), Manganspath, Eisenspath, Magnesitspath, Zinkspath; hexagonal, rhomboëdrisch;

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Kalkspath | $CaCO^3$ | Polkantenw. | von R | = 105° 5′ | Spaltb. nach R. |
| Manganspath | $MnCO^3$ | » | » | = 106° 56′ | |
| Eisenspath | $FeCO^3$ | » | » | = 107° 0′ | |
| Magnesitspath | $MgCO^3$ | » | » | = 107° 22′ | |
| Zinkspath | $ZnCO^3$ | » | » | = 107° 40′ | |

Apatit, Pyromorphit, Mimetesit, Vanadinit; hexagonal, pyramidal-hemiëdrisch.
Arsen, Tellur, Antimon, Wismut; hexagonal, rhomboëdrisch.
Willemit, Phenakit und Troostit; hexagonal, rhomboëdrisch.
Antimonsilberblende und Arsensilberblende; hexagonal, rhomboëdrisch; hemim.
Alunit und Jarosit; hexagonal, rhomboëdrisch.
Antimonglanz, Wismutglanz und Selenwismut; rhombisch.
Skleroklas, Zinckenit, Emplektit und Wolfsbergit; rhombisch.
Arsenkies und Wolfachit; rhombisch.
Enargit und Famatinit; rhombisch.
Aragonit, Cerussit, Strontianit, Witherit; rhombisch mit Zwillingsbildung.

| | | $\infty P : \infty P$ | $\breve{P}\infty : \breve{P}\infty$ | Spaltb. |
|---|---|---|---|---|
| Aragonit | $CaCO^3$ | 116° 12′ | 108° 26′ | $\infty\breve{P}\infty$ deutl., $\infty P$ unvollk. |
| Cerussit | $PbCO^3$ | 117° 14′ | 108° 16′ | $\infty P$ zieml. deutl. |
| Strontianit | $SrCO^3$ | 117° 19′ | 108° 12′ | $\infty P$ deutl. |
| Witherit | $BaCO^3$ | 117° 48′ | 107° 44′ | $\infty P$ deutl., $\infty\breve{P}\infty$ unvollk. |

Schwerspath, Cölestin und Bleivitriol; rhombisch ohne Zwillingsbildung.
Manganit, Goethit und Diaspor; rhombisch.
Olivin, Forsterit, Fayalit, Tephroit, Monticellit, Glaukochroit; rhombisch.
Skorodit, Strengit und Reddingit; rhombisch.
Olivenit, Libethenit, Adamin; rhombisch.
Bittersalz und Zinkvitriol; rhombisch (hierher auch der künstliche Nickelvitriol).
Glaserit und Mascagnin; rhombisch.
Eisenvitriol und Kobaltvitriol; monoklin (hierher auch der künstliche Manganvitriol).
Vivianit und Kobaltblüthe (Hörnesit, Symplesit, Cabrerit); monoklin.
Pikromerit und Cyanochrom; monoklin.

Vgl. noch: Jamesonit, Dufrenoysit und Cosalit. — Parisit und Cordylit. — Mossit und Tapiolit. — Tantalit und Columbit. — Childrenit und Eosphorit. — Erinit, Dihydrit und Mottramit. — Wagnerit und Triploidit. — Kalkuranit, Uranocircit und Uranospinit. — Epidot, Piemontit, Hancockit und Orthit. — Harmotom, Desmin und Phillipsit. — Datolith, Homilit (Euklas) und Gadolinit. — Kentrolith und Melanotekit.

Von künstlichen Salzen sei als Beispiel aufgeführt die monokline Gruppe:

| | $a : b : c$ | $< \beta$ |
|---|---|---|
| $K^2Mg[SO^4]^2 + 6H^2O$ | 0,7420 : 1 : 0,5003 | 104° 55′ |
| $K^2Zn[SO^4]^2 +$ » | 0,7446 : 1 : 0,5098 | 105° 27′ |
| $K^2Fe[SO^4]^2 +$ » | 0,7512 : 1 : 0,5111 | 104° 16′ |
| $K^2Ni[SO^4]^2 +$ » | 0,7374 : 1 : 0,4965 | 105° 3′ |

1) Wie insbesondere *Tschermak* hervorhob, ist der Kalkspath mit den übrigen rhomboëdrischen Carbonaten eigentlich blos in der Krystallform und in der groben Spaltbarkeit ähnlich, während sich in allen übrigen Cohäsionserscheinungen, wie in den Aetzeindrücken, der Hervorbringung von Gleitflächen und Schlagfiguren ein durchgreifender Unterschied geltend macht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

| | $a : b : c$ | $< \beta$ |
|---|---|---|
| $K^2Co[SO^4]^2 + 6H^2O$ | 0,7327 : 1 : 0,4705 | 104° 43′ |
| $K^2Cu[SO^4]^2 +$ » | 0,7701 : 1 : 0,4932 | 108° 4′ |
| $[NH^4]^2Mg[SO^4]^2 +$ » | 0,7376 : 1 : 0,4891 | 107° 6′ |
| $Tl^2Mg[SO^4]^2 +$ » | 0,7422 : 1 : 0,5002 | 105° 52′ |

Es gibt Elemente, mit deren Vorhandensein in bestimmten Verbindungen sehr häufig eine Isomorphie der letzteren Hand in Hand geht, wenn auch diese Elemente als solche untereinander keineswegs sämmtlich isomorph sind. Reihen solcher Elemente sind:

Einwerthig: Cl, Br, J, auch F; ferner K, Na, Li; in einfachen Verbindungen auch $[NH^4]$ und K. — Zweiwerthig: S, Se, auch Te; weiterhin Be, Mg, Zn, Fe, Mn, Co, Ni; sodann Sr, Ba, Pb, bisweilen auch Ca. — Dreiwerthig: Al, Fe, Mn, Cr. — Vierwerthig: Zr, Ti, Sn, auch Si. — Fünfwerthig: P, As, V, Sb, auch Bi. — Sechswerthig: Mo, W, Cr. — Einwerthig und zweiwerthig: Ag und Cu, Na und Ca. — Dreiwerthig und vierwerthig: Al und Si in mehren Silicaten.

Innerhalb eines und desselben (nicht-regulären) Krystallsystems können hemiëdrische und tetartoëdrische Substanzen isomorph sein, wie das Beispiel des rhomboëdrisch-hemiëdrischen Eisenglanzes (Polkantenwinkel von $R = 86°$) und des die rhomboëdrische Tetartoëdrie zeigenden Titaneisens ($R = 85° 55'$) erweist, deren Substanzen auch zweifellose Mischkrystalle bilden.

Bei der Abgrenzung der Erscheinungen der Isomorphie sind, da es sich nicht um Identitäten, sondern nur um Aehnlichkeiten handelt, zwei Fragen zu beantworten, erstens wie weit der Begriff der morphologischen Aehnlichkeit, zweitens wie weit derjenige der chemischen Analogie gefasst werden soll.

Die morphologische Aehnlichkeit wird zunächst überall da zugegeben werden, wo Formen vorliegen, welche demselben Krystallsystem angehören und direct einander sehr nahekommende Winkeldimensionen besitzen. Wie gross in letzterer Hinsicht die Differenzen sein können, um noch das Vorhandensein einer Isomorphie anzuerkennen, muss von der speciellen Beurtheilung, namentlich der sonstigen übereinstimmenden Formentwickelung, von dem Gewicht der vorhandenen chemischen Analogie, von der Fähigkeit, sich an isomorphen Mischungen zu betheiligen, von der Auffassung verwandter Erscheinungen abhängen. So gelten Goethit und Manganit (rhombisch) noch als isomorph, obschon bei dem ersteren $\infty P$ 94° 53′ und $\breve{P}\infty$ 117° 30′, bei dem letzteren $\infty P$ 90° 40′ und $\breve{P}\infty$ 122° 50′ misst (demnach nicht unbeträchtliche Abweichungen vorliegen), weil der erstere $FeO[OH]$, der letztere entsprechend $MnO[OH]$ ist, und Eisen- und Manganverbindungen sonst so oft zweifellos isomorph sind; ebenso werden Markasit ($FeS^2$) und Arsenkies ($FeSAs$) als isomorph betrachtet, trotzdem die Winkel der Grundprismen bei beiden um 5° 7′ differiren.

Anderseits hat man aber auch innerhalb desselben Krystallsystems Mineralien von analoger Zusammensetzung dann noch als isomorph bezeichnet, wenn sie zwar ganz verschiedene Formen besitzen, aber diese Formen, indem auch sonst der allgemeine Habitus ähnlich ist, wenigstens noch nach rationalen und einfachen Verhältnissen aus einander ableitbar sind. Von diesem Gesichtspunkt aus galten z. B. die nach der allgemeinen Formel $RSiO^3$ zusammengesetzten monoklinen Mineralien Augit und Hornblende als isomorph, weil das Axenverhältniss $a : b : c$ bei dem ersteren 1,090 : 1 : 0,589, bei der zweiten 0,532 : 1 : 0,294 ist, somit sowohl die Axen $a$ als auch die Axen $c$ sich bei Augit und Hornblende wie ca. 2 : 1 verhalten. Das Hornblendeprisma (124° 30′) würde, am Augitprisma (87° 6′) auftretend, den einfachen Ausdruck $\infty \breve{P}2$ gewinnen, das Augitprisma in Combination mit dem Hornblendeprisma als $\infty \breve{P}2$ erscheinen; auch in den anderen Zonen sind so Hornblendeflächen an

Augitkrystallen krystallonomisch möglich und umgekehrt. — Ja *Rammelsberg* nannte Topas (Axen-Verh. nach ihm 0,528 : 1 : 0,954) und Andalusit (A.-V. = 0,998 : 1 : 0,701), beide rhombisch krystallisirend, isomorph, weil die Axen *a* im Verhältniss 1 : 1,9, die *c* im Verhältniss 4 : 3 stehen. *G. Linck* geht auf diesem Gebiet noch weiter und setzt Eisenspath und Titaneisen mit gänzlich abweichender Spaltbarkeit und Grundform als isomorph, indem bei dem ersteren der Winkel $8R : 0R = 82^{\circ}\ 28'$, bei letzterem der Winkel $5R : 0R = 82^{\circ}\ 52'$, auch 4R des einen und $\frac{5}{2}R$ des anderen beinahe gleiche Neigung zu 0R haben. Bei solchen gezwungenen Zusammenstellungen erhebt sich natürlich die Frage, weshalb die betreffenden Substanzen ihren Isomorphismus, sofern dieser factisch und begründet existiren sollte, nicht in einer augenscheinlicheren Weise zum Ausdruck bringen, sondern ihn nur in solchen Winkelverhältnissen gewissermassen latent besitzen, die an den Formen selbst kaum je verkörpert erscheinen. In der Krystallreihe jeder Substanz wird sich am Ende ein Winkel finden oder als möglich berechnen lassen, der mit irgend einem anderen bei einer zweiten Substanz sich nahezu deckt. Die Rolle, welche die aus guten Gründen gewählte Grundform spielt, darf bei diesen Vergleichungen nicht aus dem Auge verloren werden.

Endlich aber hat man noch den Begriff der Isomorphie dahin zu erweitern versucht, dass dieselbe überhaupt nicht nothwendig eine Identität des Krystallsystems, sondern nur eine Gleichheit oder Annäherung der Dimensionen (gewisser Kantenwinkel) erfordere, wie dies zuerst 1843 von *Laurent* ausgesprochen wurde. Bei dieser Auffassung würden also die Schranken zwischen den Krystallsystemen kein Hinderniss für die Anerkennung der »Isomorphie« bilden. Sofern aber die eigentliche Isomorphie eine Gleichheit oder Aehnlichkeit des Krystallaufbaus in sich schliesst, müssen solche Fälle, wo bei chemisch mehr oder weniger analog constituirten Substanzen blos eine sehr grosse Aehnlichkeit der Kantenwinkel ohne Uebereinstimmung des Krystallsystems vorliegt, als aus ihrem Rahmen ausgeschlossen gelten. Letztere Erscheinung ist daher auch mit dem besonderen Namen des Isogonismus bezeichnet worden. Ein Beispiel desselben gibt sich darin kund, dass Substanzen, welche der allgemeinen Formel $\overset{II}{R}SiO^3$ entsprechen, mit einem Prismenwinkel von 86°—87° in drei verschiedenen Systemen krystallisiren, als Enstatit und Hypersthen rhombisch, als Augit und seine Abarten monoklin, als Rhodonit triklin, und dass auch sonst, trotz der Abweichung des Systems gewisse einzelne Zonen überraschend ähnliche Winkelverhältnisse aufweisen[1]).

Es fragt sich aber nicht nur, wie weit der Begriff der morphologischen Zusammengehörigkeit, sondern auch, wie weit derjenige der Constitutions-Analogie im chemischen Sinne gefasst werden soll. Zunächst wird eine Verbindung mit einer anderen als analog constituirt gelten müssen, in welcher ein oder mehre Elemente durch ein oder mehre gleichwerthige völlig übereinstimmend ersetzt werden, so dass auch die Atomzahl beider Verbindungen dieselbe ist; z. B. $Al^2O^3$ (Korund) und $Fe^2O^3$ (Eisenglanz); $FeCO^3$ (Eisenspath) und $MnCO^3$ (Manganspath); $SnO^2$ (Zinnstein) und $TiO^2$ (Rutil); auch $Ca^5P^3O^{12}Cl$ (Apatit) und $Pb^5As^3O^{12}Cl$ (Mimetesit); in der That sind die betreffenden Mineralien vollkommen isomorph. Mit Recht wird aber eine Analogie in der chemischen Zusammensetzung auch da noch erblickt, wo ungleichwerthige Elemente sich z. B. in der Weise vertreten, dass in der einen Verbindung 1 Atom eines zweiwerthigen Elements an der Stelle von 2 Atomen eines einwerthigen

---

1) Ein anderes ausgezeichnetes Beispiel dieser Erscheinung liefern die beiden künstlichen Salze jodsaures Kalium $KJO^3$ und jodsaures Ammonium $[NH^4]JO^3$, beide analog constituirt; das erstere krystallisirt im Oktaëder des regulären Systems, welches Kantenwinkel von 109°28′ besitzt; das letztere weist als Grundform eine tetragonale Pyramide auf, deren Polkantenwinkel 109°7′, deren Randkantenwinkel 110°12′ messen, also nur ausserordentlich wenig von jenem ersteren Werth abweichen. In einem ähnlichen Verhältniss stehen das wirklich hexagonale schwefelsaure Kali-Lithion (K, $Li.SO^4$) und das analog constituirte, geometrisch beinahe hexagonale ($\infty P = 119°57'$) rhombische schwefelsaure Ammoniak-Lithion ($NH^4$, $Li.SO^4$).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Elements in der anderen steht, überhaupt sich so ersetzen, dass, unabhängig von der Atomzahl, der chemische Wirkungswerth derselbe bleibt; demnach wäre z. B. $\overset{II}{Pb}S$ (Bleiglanz) analog constituirt mit $\overset{I}{Ag^2}S$ (Silberglanz); ferner $Be\overset{II}{(Al)^2}O^4$ (Chrysoberyll) mit $\overset{I}{H^2}(Al^2)O^4$ (Diaspor); das Mol. hat zwar bei ersterem 7, bei letzterem 8 Atome, die Summe der chemischen Werthe (16) ist aber bei beiden gleich. Ein anderes Beispiel einer unmittelbaren Isomorphie, wie sie bei atomistisch ungleichartigen und nur vermöge der Aequivalenz relativ-analog zusammengesetzten Verbindungen zu Stande kommt, bietet diejenige zwischen KCl und $[NH^4]Cl$ (worin die Gruppe $[NH^4]$ einwerthig wie K ist), oder die zwischen den künstlichen Salzen $K^2Mg.2SO^4 + 6H^2O$ und $[NH^4]^2Mg.2SO^4 + 6H^2O$. Eine Analogie derselben Art existirt ferner z. B. zwischen dem Salz zwei- und vierwerthiger Elemente und einem Sesquioxyd, z. B. zwischen den beiden vollkommen isomorphen $\overset{II}{Fe}\overset{IV}{Ti}O^3$ (Titaneisen) und $\overset{VI}{(Fe^2)}O^3$ (Eisenglanz); oder zwischen $\overset{II}{Be}\overset{VI}{(Al^2)}O^4$ (Chrysoberyll) und $\overset{II}{R^2}\overset{IV}{Si}O^4$ (Olivin). — $CaWO^4$ (Scheelit, tetragonal mit dem Axenverhältniss $a : c = 1 : 1{,}537$) ist absolut isomorph mit der künstlich dargestellten Verbindung $\overset{I}{[NH^4]}\overset{VII}{J}O^4$ (tetragonal, A.-V. = 1 : 1,537). — Hierher gehört auch die vollkommene Isomorphie der beiden triklinen Feldspathe Albit $(\overset{I}{Na}\overset{III}{Al}\overset{IV}{Si^3}O^8)$ und Anorthit $(\overset{II}{Ca}\overset{III}{Al^2}\overset{IV}{Si^2}O^8)$; die Valenzensumme für $Na + Al + 3Si = 16$, die für $Ca + 2Al + 2Si$ ebenfalls 16. In ähnlicher Weise kann wohl in Verbindungen $Na^2$ durch die zweiwerthige Gruppe [AlCl] gewissermassen ersetzt werden[1]).

Einige Beispiele im Mineralreich lassen die Möglichkeit einer isomorphen Vertretung von Fluor (und Chlor) durch Hydroxyl erkennen und erst durch diese Annahme haben sich einfache Formeln ergeben; so sind isomorph $Mg[MgF]PO^4$ Wagnerit und $(Mn,Fe)[(Mn,Fe)OH]PO^4$ Triploidit; dieselbe Ersetzung zeigt sich auch bei Topas, Apatit, Prosopit, der Gruppe des Humits. Sie kommt zum Ausdruck sowohl in chemischer Hinsicht durch das wechselnde Quantitätsverhältniss von F, Cl und OH, als in krystallographischer durch das sich demgemäss ändernde Axenverhältniss[2]).

Sehr bemerkenswerth ist es übrigens, dass es auch gewisse Mineralien gibt, welche zu zweien oder dreien in ihrer ganzen Formentwickelung überaus nahe übereinstimmen, ohne dass bei ihnen weder die engere noch die weitere, weder die

---

1) Hier mag auch das vielbesprochene Verhältniss von $CaCO^3$ (Kalkspath) und $NaNO^3$ (Natronsalpeter) erwähnt werden. Die beiden Mineralien sind überaus genähert in der rhomboëdrischen Form (R = 105°5′ und 106°33′), beide mit starker negativer Doppelbrechung, spaltbar nach R; auch die übrigen Cohäsionsverhältnisse des Natronsalpeters stimmen zufolge *Tschermak* ganz mit denen des Kalkspaths überein: durch Pressung entstehen Gleitflächen nach $-\frac{1}{2}R$, durch Eindrücken einer Messerklinge Zwillinge nach $-\frac{1}{2}R$, ferner sind die Schlagfiguren und Aetzeindrücke ganz ident. Ausserdem erkannten *G. Rose* und *Sénarmont*, dass ein rhomboëdrisches Spaltungsstück von Kalkspath innerhalb einer gesättigten Lösung von Natronsalpeter wie in seiner eigenen Substanz rhomboëdrisch fortwächst. Alle diese Beziehungen sprechen für die Thatsächlichkeit einer Isomorphie. Doch ist dieselbe auch bezweifelt worden. *Groth* will dieselbe nicht anerkennen, da von der Möglichkeit, dass salpetersaure und kohlensaure Salze isomorphe Mischungen bilden würden, keine Rede sein könne; *Frankenheim* betrachtete jenes Fortwachsen nur als ein scheinbares, da es sich in Wirklichkeit blos um eine anfängliche gesetzmässige und dann weiter fortgesetzte Verwachsung verschiedener Mineralien handle, wie etwa zwischen Staurolith und Cyanit. Nimmt man übrigens den Stickstoff mit *Kopp* als fünfwerthig an, so besitzen $\overset{II\,IV\,II}{CaCO^3}$ und $\overset{I\,V\,II}{NaNO^3}$ nicht nur gleiche Atomzahl (5) sondern auch gleiche Summe der Werthigkeiten (12). Nicht ohne Belang für die Wirklichkeit einer Isomorphie wären die beiden ferneren Thatsachen, dass der künstliche Natronsalpeter auch eine rhombische Form hat, welche mit dem anderen Calciumcarbonat, dem rhombischen Aragonit, gleiche Gestalt besitzt und dass nach *G. Rose* ein Aragonitkrystall in einer Lösung rhombischen Kalisalpeters weiterwächst.

2) Bei den künstlich krystallisirten Benzolderivaten konnte jedoch *G. Fels* eine wirklich isomorphe Ersetzung wenigstens von Cl, Br oder J durch OH nicht constatiren (Z. f. Kryst. XXXII. 1900. 359).

absolute noch die relative Analogie in der Constitution vorläge. So wären z. B. ihrer Form nach isomorph: Aragonit, Bournonit und Kalisalpeter; Augit, Borax und Glaubersalz; Anatas und Chlorquecksilber; Schwefel und Skorodit — alles Mineralien, deren chemische Natur gar keinen gegenseitigen Vergleich gestattet. Hier ist daher mit analoger Krystallform keine chemische Beziehung verknüpft, also auch keine Isomorphie vorhanden.

Das entscheidende Merkmal für die wirkliche Isomorphie zweier analog zusammengesetzter Substanzen besteht darin, dass sie die Fähigkeit besitzen, zusammen zu krystallisiren, und sowohl (als »isomorphe Mischungen«) gemeinschaftlich in variirenden Verhältnissen einen homogenen Krystall aufzubauen, welcher nicht etwa ein mechanisches Gemenge ist, als auch anderseits einzeln aus der gegentheiligen Lösung wie aus der eigenen weiter zu wachsen.

*Kopp* definirt daher isomorphe Verbindungen als »solche, deren Substanzen in der Art mit gleichem Krystallbildungsvermögen ausgestattet sind, dass sie in gleicher Weise, eine an Stelle einer anderen, mit gleichem Erfolg zu der Bildung eines Krystalls beitragen können«. *Retgers* stellt an die wirkliche Isomorphie noch das Erforderniss, dass die physikalischen Eigenschaften der Mischkrystalle continuirliche Functionen ihrer chemischen Zusammensetzung bilden (vgl. S. 313 f.)[1].

So mischen sich $CaCO^3$ und $MgCO^3$ in variabeln Proportionen und erzeugen homogene Individuen. — Hängt man einen Krystall von dunkel weinrothem Chromalaun in eine gesättigte Lösung von farblosem Kalialaun, so wächst er darin, wie in seiner eigenen Substanz fort. Doch hat *Klocke* darauf aufmerksam gemacht, dass ein Alaun in isomorpher Lösung anfänglich niemals direct so weiterwächst, wie in seiner eigenen Lösung, indem er sich zunächst mit einzelnen getrennten, scharf begrenzten Fortwachsungen bedeckt, und erst wenn diese seitlich an einander geschlossen sind, der Krystall sich also nun in seiner eigenen Lösung befindet, geht der Weiterabsatz geschlossen und glattflächig vor sich.

Für die Auffassung der Isomorphie ist die Thatsache bemerkenswerth, dass in einer übersättigten Salzlösung hineingebrachte Krystalle eines isomorphen Salzes, aber auch nur diese, eine sofortige Krystallisation hervorbringen; so z. B. krystallisirt aus einer übersättigten Lösung von $MgSO^4 + 7H^2O$ das Salz heraus durch Einbringen fester Theile von $ZnSO^4 + 7H^2O$, oder $NiSO^4 + 7H^2O$; inactiv, d. h. die Ausscheidung nicht bewirkend, verhalten sich z. B. $Na^2SO^4 + 10H^2O$. Das letztere Salz wird alsdann seinerseits zum Krystallisiren gebracht durch $Na^2SeO^4 + 10H^2O$, nicht durch $MgSO^4 + 7H^2O$. Gewöhnlicher Alaun gelangt unter solchen Umständen zum Krystallisiren durch Chromalaun, Eisenalaun, nicht aber durch andere reguläre Krystalle, wie Chlornatrium, ein Hinweis darauf, dass es, abgesehen von der Form, auch auf die Aehnlichkeit der Constitution ankommt.

Die nähere Ursache der Isomorphie muss in dem analogen Aufbau des Krystallmolecüls, in der völligen oder doch nahezu völligen Congruenz der Structurformen erblickt werden.

---

1) Bei Annahme dieses Satzes würde allerdings für das Mineralreich die Anzahl der als isomorph wirklich nachweisbaren Substanzen sehr gering bleiben, theils weil natürlich vorkommende Mischkrystalle nicht bekannt sind, oder wo sie auftreten, die Mischungsreihe für solche Feststellungen zu klein ist, theils weil die Untersuchung der physikalischen Eigenschaften auf Schwierigkeiten stösst (z. B. des spec. Gewichts wegen vorhandener Verunreinigungen, der optischen wegen Impellucidität). — Es ist sehr fraglich, ob es gerechtfertigt ist, dann die Isomorphie zu bezweifeln, wenn trotz aller sonstigen Uebereinstimmung von Substanzen keine Mischungen derselben vorzukommen pflegen. So kennt man allerdings bis jetzt keine Mischungen der Substanzen von Rutil, Zinnstein, Zirkon, obschon für diese durchaus analog zusammengesetzte Gruppe Axenverhältniss, Formausbildung, Zwillingsverwachsung auf die vollendete Isomorphie hinweisen. Eine sehr geringe Neigung zur Mischung ist auch bei den offenbar isomorphen beiden Rothgültigerzen vorhanden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschieden beantwortet wird die namentlich bei den regulären Mineralien zur Geltung kommende Frage, ob auch Identität der Spaltbarkeit zu den Erfordernissen der Isomorphie gehört; bei der Bejahung derselben könnte dann Steinsalz und Flussspath, oder Chlorsilber und Steinsalz nicht als isomorph betrachtet werden, was allerdings in beiden Fällen annehmbar erscheint; anderseits spricht aber für die Verneinung jener Frage, dass es unangemessen wäre, die Isomorphie von Spinell (mit mangelnder) und Automolit (mit vollkommener oktaëdrischer Spaltbarkeit) oder diejenige der tetraëdrischen Zinkblende ZnS (mit dodekaëdrischer) und der tetraëdrischen Manganblende MnS (mit hexaëdrischer Spaltbarkeit) läugnen zu müssen. Vgl. auch die S. 304 aufgeführten Unterschiede in der Spaltbarkeit bei den zweifellos isomorphen Witherit, Aragonit, Cerussit.

Isomorphe Körper pflegen hinsichtlich der auf ihren Flächen hervorgerufenen Aetzfiguren nahe übereinzustimmen, doch können sie aber auch Verschiedenheiten zeigen, wenigstens was die Lage der Aetzeindrücke betrifft. So lässt der Kalkspath nach dem Aetzen mit Salzsäure auf seinen Spaltungsrhomboëderflächen deutliche dreiseitige gleichschenkelige Vertiefungen erkennen, welche ihre Spitze der Polecke des Rhomboëders zuwenden. Umgekehrt (mit der Basis nach der Polecke) liegen die durch Aetzen mit kochender Salzsäure auf den Spaltungsflächen des isomorphen Eisenspaths erzeugten, etwas langgedehnten dreiseitigen gleichschenkeligen Vertiefungen. Dies lässt auf eine entsprechende Aehnlichkeit oder Verschiedenheit der Structur und der Molecularformen dieser Körper schliessen (vgl. dazu die Anmerk. auf S. 304). — Aehnliche Abweichungen kommen nach *Jannettax* bezüglich des thermischen Verhaltens isomorpher Krystalle vor; beim Kalkspath fällt das Maximum der Wärmeleitung mit der Hauptaxe zusammen, während es beim Dolomit und Magnesitspath normal zur Hauptaxe geht; beim Baryt und Cölestin ist das Wärmeleitungs-Minimum zwar normal zur Hauptspaltungsfläche $\infty\breve{P}\infty$, die beiden anderen Axen sind aber mit einander vertauscht, indem das Maximum beim Baryt die Brachydiagonale, beim Cölestin die verticale Axe ist. — Aragonit und Strontianit einerseits, Cerussit und Witherit anderseits, alle formell isomorph, optisch negativ und die spitze Bisectrix parallel der Verticalaxe besitzend, unterscheiden sich dadurch, dass in den beiden ersten die optische Axenebene parallel $\infty\bar{P}\infty$ und $\rho < \upsilon$, in den letzteren jene Ebene parallel $\infty\breve{P}\infty$ und $\rho > \upsilon$ ist. Künstliches Kaliumchromat $K^2CrO^4$ hat positiven und Kaliumsulfat $K^2SO^4$ negativen Charakter der Doppelbrechung.

Isodimorphie herrscht zwischen zwei oder mehren Substanzen, wenn von ihnen eine jede zwei dimorphe Modificationen aufweist, und diese wiederum unter sich zu je zwei in gleicher Weise isomorph sind: die eine Substanz besitzt die beiden Dimorphieen A und B, die andere diejenigen A′ und B′, und A ist dann mit A′, B mit B′ isomorph. So sind Kalisalpeter und Natronsalpeter isomorph sowohl im Bereich des hexagonal-rhomboëdrischen als des rhombischen Systems; die Sulfate von Mg, Zn, Ni, Co, Fe, je mit 7 Mol. $H^2O$ (entweder natürlich vorkommend oder künstlich dargestellt) sämmtlich einerseits rhombisch-, anderseits monoklinisomorph. Eine isodimorphe Gruppe bilden auch $TiO^2$ (tetragonal als Rutil, rhombisch als Brookit) und $SnO^2$ (tetragonal als Zinnstein, rhombisch künstlich erhalten). Ferner das Eisenmetaniobat $FeNb^2O^6$ (tetragonal als Mossit, rhombisch als Columbit) und das Eisenmetatantalat $FeTa^2O^6$ (tetragonal als Tapiolit, rhombisch als Tantalit).

Die Verhältnisse der Isomorphie sind dazu angethan, allerhand Schlussfolgerungen betreffs der Heteromorphie aufzustellen, wodurch dem Kreise der heteromorphen Substanzen eine wesentliche Erweiterung zu Theil werden würde. Die rhomboëdrischen Carbonate von Mg, Fe, Mn, Zn sind mehr oder weniger isomorph mit $CaCO^3$ als Kalkspath; die rhombischen Carbonate von Ba, Sr, Pb sind isomorph mit $CaCO^3$ als Aragonit; wegen der Dimorphie von $CaCO^3$ ist es daher an sich wahrscheinlich, dass

die übrigen als rhomboëdrisch bekannten Carbonate auch in der rhombischen Aragonitform, und umgekehrt die bis jetzt nur als rhombisch bekannten auch in der rhomboëdrischen Kalkspathform krystallisiren können, wenngleich die wirkliche Zweigestaltigkeit bis jetzt sicher blos bei dem Kalkcarbonat angetroffen wurde. In der That hat auch der Plumbocalcit, eine Mischung von $CaCO^3$ und $PbCO^3$, die Form des Kalkspaths, zur Unterstützung jener Folgerung, dass das Bleicarbonat als solches rhomboëdrisch krystallisiren könne; auch gibt es rhomboëdrische Kalkspathe mit einem Gehalt an $SrCO^3$ oder an $BaCO^3$. In solchem Falle, wo es sich nicht um eine offenbare Dimorphie reiner krystallisirter Substanzen handelt, sondern die Dimorphie nur durch eine Betheiligung an Mischkrystallen realisirt und zu erschliessen wäre, redet *Brauns* von Kryptodimorphie; $PbCO^3$, $SrCO^3$, $BaCO^3$ wären also kryptodimorph, $CaCO^3$ offen dimorph. — Die Silicate $Mg^2SiO^4$, $Fe^2SiO^4$, $Mn^2SiO^4$ und deren Mischungen sind isomorph rhombisch (Forsterit, Fayalit, Olivin, Tephroit); die entsprechenden $Zn^2SiO^4$ (Willemit), $Be^2SiO^4$ (Phenakit) isomorph rhomboëdrisch. Da nun im Tephroit auch $Zn^2SiO^4$ vorkommt, und da es umgekehrt ein rhomboëdrisches, dem Willemit isomorphes Mineral gibt, der Troostit, in welchem neben $Zn^2SiO^4$ stets $Mn^2SiO^4$ (oft auch $Mg^2SiO^4$ und $Fe^2SiO^4$) vorkommt, so darf man glauben, die neutralen Silicate von Mg, Fe, Mn auch in der rhomboëdrischen Willemitform, diejenigen von Be, Zn auch in der rhombischen Olivinform zu finden. — Das Kupfer krystallisirt regulär, das Zink künstlich hexagonal, gleichwohl sind die künstlichen Legirungen $Cu^mZn^n$ (Messing, Rothguss) regulär; daraus würde folgen, dass auch das Zink regulär krystallisiren könne. Zinn ist nur tetragonal, Eisen nur regulär bekannt; dennoch sind die Legirungen $Fe^mSn^n$ tetragonal. Sehr sonderbar ist, dass Goldamalgam $Au^2Hg^3$ tetragonal ist, da doch sowohl Gold als Quecksilber nur regulär krystallisiren und auch das Silberamalgam dem regulären System angehört.

Wenn überhaupt, wie dies häufig der Fall ist, analog constituirte Verbindungen wider Erwarten nicht isomorph sind, so liegt die begründete Vermuthung nahe, dass dies eine Folge ihrer Hetermorphie ist, und wir von den zwei Gestalten bis jetzt nur bei der einen Verbindung die eine, bei der anderen die andere kennen.

Mitunter hat sich die Richtigkeit derartiger Speculationen bestätigt. $Ag^2S$ war bekannt als regulärer Silberglanz, das analog constituirte $Cu^2S$ als rhombischer Kupferglanz, und ausserdem war $Cu^2S$ künstlich in regulärer Form erhalten sowie im regulären Jalpait mit $Ag^2S$ zusammenkrystallisirt gefunden worden; der Schluss lag somit nahe, dass auch umgekehrt $Ag^2S$ rhombisch krystallisiren könne, wie es in der That bei dem rhombischen Silberkupferglanz $Cu^2S + Ag^2S$ der Fall ist. — Schwefelzink ZnS krystallisirt gewöhnlich regulär als Zinkblende, das so ähnliche Schwefelcadmium CdS hexagonal als Greenockit; diese Differenz musste Wunder nehmen, bis man ZnS auch in hexagonalen Krystallen künstlich darzustellen vermochte und natürlich als Wurtzit fand; es ist darnach kaum zweifelhaft, dass es auch umgekehrt reguläres CdS gibt. — Der für sich anfangs nur rhombisch bekannte Zinkvitriol krystallisirt mit monoklinem Eisenvitriol in monoklinen Mischkrystallen; schien er deshalb auch selbst monokliner Form fähig zu sein (wie der analog zusammengesetzte Magnesiavitriol thatsächlich rhombisch und monoklin dimorph war), so wurde er später in monokliner Gestalt künstlich dargestellt.

Dass bei einer durch solche Folgerungen supponirten Hetermorphie eine Substanz dennoch bis jetzt blos in der einen Form gefunden wurde, dies liegt möglicherweise daran, dass diese es ist, welche der stabileren Gleichgewichtslage der Molecüle entspricht, während die andere, bis jetzt nur vorauszusetzende Modification mit unbeständigerem Molecularzustande verknüpft ist (wie z. B. die monokline Form des Schwefels) und sie sich deshalb nur in Mischungen kundgibt, wo sie sich an eine andere stabile und eminent krystallisationsfähige isomorphe Substanz anlehnen kann. So scheint das Bleicarbonat nur da rhomboëdrisch krystallisiren zu können, wo es sich mit Kalkspathsubstanz an dem Aufbau eines Individuums betheiligt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anm. 1. Als Morphotropie bezeichnete *Groth* diejenige Einwirkung auf die Form, welche bei einer krystallisirbaren Substanz vermöge der Substitution des Wasserstoffs durch andere Atome oder Atomgruppen in gesetzmässiger Weise hervorgerufen werde. Bei den von ihm zunächst an organischen Substanzen darüber angestellten Untersuchungen hat sich die Aenderung theilweise derart herausgestellt, dass bei rhombisch krystallisirten Substanzen zwei Axen fast ihre Werthe behalten, und nur die dritte sich stärker verändert. Mit der Substitution von Cl gegen H im rhombischen Benzol stellt sich das monokline System ein; in der Derivatenreihe des Naphthalins bringen Br und Cl gleiche morphotropische Wirkung hervor, sind isomorphotrop.

Betrachtet man die Morphotropie als die aus der partiellen Aenderung der Zusammensetzung resultirende gesetzmässige Aenderung der Form, so würde dieselbe gewissermassen einen speciellen Fall der Isomorphie darstellen. Sie würde abhängen von der Art des neu eintretenden Atoms oder Atomcomplexes, von der Disposition der zum Ausgang gewählten Substanz, solche Veränderungen an sich zu erfahren, von dem Maass der Symmetrie-Eigenschaften, welche sie besitzt, wohl auch von der Grösse des Molecüls. Die morphotropische Wirkung könnte über die Schranken hinwegsetzen, welche die geometrischen und physikalischen Eigenschaften zwischen den einzelnen Krystallsystemen aufrichten. — Hauptsächlich haben diese Betrachtungen Bedeutung für die Krystallisation der organischen Kohlenstoffverbindungen und anderer künstlich erzeugter Substanzen. Immerhin hat sich herausgestellt, dass vielfach in den homologen Derivaten sich die morphotropische Kraft der eintretenden Gruppen nicht in derselben gleichsinnigen Weise geltend macht, also die Beziehungen nicht constant sind[1]).

Anm. 2. Eine Untersuchung der monoklinen Doppelsalze von der allgemeinen Form $\overset{I\,II}{R}\overset{I}{R}[SO^4]^2 + 6H^2O$, wobei $\overset{I}{R} = K$, Rb, Cs und $\overset{II}{R} = Mg$, Zn, Cd, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, sowie der neutralen Sulfate und der Selenate von K, Rb, Cs, hat *Tutton* zu dem wichtigen Schluss geführt, dass hier die morphologischen und physikalischen Eigenschaften dieser isomorphen Substanzen Functionen des Atomgewichts der unter einander vertauschbaren, derselben Gruppe des periodischen Systems angehörigen Elemente sind (Z. f. Kryst. XXI. 1893. 491; XXIV. 1895. 1; XXVII. 1897. 113; XXIX. 1898. 63; vgl. auch *Muthmann* über die Permanganate jener Alkalimetalle, ebendas. XXII. 1894. 527). Nach *G. Linck*'s Annahme ist dies eine allgemein gesetzliche Thatsache, welche er als katamere Eutropie oder Eutropie schlechthin bezeichnet (ebendas. XXVI. 1896. 280).

§ 150. **Isomorphe Mischungen.** Eine für die Chemie wie für die Mineralogie äusserst wichtige (auch schon im vorigen Paragraph angedeutete) Thatsache ist es, dass isomorphe Elemente oder Verbindungen in schwankenden und unbestimmten (d. h. stöchiometrisch nicht abgemessenen) Verhältnissen zu einem homogen erscheinenden Individuum zusammenkrystallisiren können, welches dann vermöge seiner Form mit in die isomorphe Gruppe hineingehört. Hier finden

---

1) Auffallend ist das gegensätzliche Verhalten von Ca einerseits, Mg, Fe, Mn, Zn anderseits. Die Form der Carbonate, Sulfate, Silicate ändert sich oft nur in ganz geringfügiger Weise, wenn statt des Mg die entsprechenden Mengen von Fe, Mn, Zn eintreten. So sind z. B. $MgSiO^3$ und $FeSiO^3$ im rhombischen Enstatit und Hypersthen völlig isomorph. Dagegen verändert sich die Krystallform ganz erheblich, wenn anstatt des Mg das Ca in die Verbindung eintritt: das analoge $CaSiO^3$ ist als Wollastonit monoklin und auch sonst mit den vorigen formell nicht zu vergleichen. Ebenso sind Magnesitspath $MgCO^3$ und Eisenspath $FeCO^3$ durchaus isomorph, während Kalkspath $CaCO^3$ zwar auch morphologisch und in der Spaltbarkeit übereinstimmt, aber in anderen Cohäsionsverhältnissen (Schlagfigur, Aetzfigur) abweicht. Der Gegensatz zeigt sich auch darin, dass in der Spinellgruppe $\overset{II\,III}{R}R^2O^4$ das zweiwerthige R aus Mg, Fe, Mn, Zn bestehen kann, aber Ca nie in diese Verbindungen eintritt. — Die Carbonate von Ca, Ba, Sr, Pb sind zwar alle völlig isomorph, aber das Sulfat von Ca (Anhydrit) kann nicht als isomorph mit den Sulfaten von Ba, Sr, Pb gelten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

also übereinstimmend constituirte und struirte Krystallmolecüle einer wie einer anderen Substanz beim Wachsthum des Krystalls als Bausteine gleichmässig Verwendung. Der frühere Sprachgebrauch drückte dies auch so aus, dass in einer und derselben chemischen Verbindung isomorphe Bestandtheile sich gegenseitig vertreten oder für einander vicariiren können, ohne dass dadurch die Krystallform und die von dieser abhängigen physischen Eigenschaften eine wesentliche Veränderung erleiden.

Ein Beispiel einer solchen isomorphen Mischung ist ein rhombischer Olivinkrystall, welcher aus den isomorphen Silicaten $Mg^2SiO^4$ (der Substanz des Forsterits) und $Fe^2SiO^4$ (derjenigen des Fayalits) besteht (vgl. S. 310). Oder ein aus einer Lösung von Bittersalz, Zinkvitriol und Manganvitriol gewachsener Krystall, welcher alle drei isomorphen Sulfate gleichzeitig enthält und die rhombische Form der letzteren selbst darbietet; bei der Analyse würde derselbe daher die Zusammensetzung $x(MgSO^4 + 7H^2O) + y(ZnSO^4 + 7H^2O) + z(MnSO^4 + 7H^2O)$ liefern. — Die Mischkrystalle sind von ganz homogener Beschaffenheit und das Vorhandensein einer Mischung tritt erst durch die chemische Analyse und deren Vergleichung mit der Zusammensetzung anderer isomorpher Substanzen hervor[1]). Das Verhältniss der Componenten ändert sich stetig mit der Zusammensetzung der Lösung, aus welcher sich die Mischkrystalle absetzen. — Das schwankende Mischungsverhältniss und die Isomorphie der zusammensetzenden Glieder unterscheidet die isomorphen Mischungen von den constanten Molecularverbindungen der Doppelsalze, welche auch nach allen Erfahrungen niemals mit einem ihrer Componenten isomorph sind und einen Schmelzpunkt besitzen, der in gar keiner Beziehung zu den Schmelzpunkten der letzteren steht. — *Nepomuk Fuchs* hat bereits 1815 vor der Entdeckung der Isomorphie auf das Verhältniss der sog. vicariirenden Bestandtheile aufmerksam gemacht.

Die Formeln der isomorphen Mischungen werden oft so geschrieben, dass das den einzelnen zusammenkrystallisirten Gliedern Gemeinsame nur einmal gesetzt wird; so bedeutet z. B. $(Ca, Mg, Fe)CO^3$ eine isomorphe Mischung von $CaCO^3$, $MgCO^3$ und $FeCO^3$. Bei der Ableitung der Formel werden die aus den Analysenresultaten und den Atomgewichten sich ergebenden Verhältnisszahlen (S. 294) für alle sich gleichsam isomorph vertretenden Elemente oder Verbindungen zusammengefasst und dann als gemeinsamer Quotient betrachtet.

Sehr viele Mineralien sind als isomorphe Mischungen zu deuten, z. B. die Fahlerze, zahlreiche andere Schwefelmetalle, Glieder der Spinell-, der Kalkspathgruppe, die meisten Granaten, Turmaline, Amphibole, Pyroxene, Plagioklase u. s. w. Die Erkenntniss ihrer Zusammensetzung gelingt nur von dem Gesichtspunkt aus, dass sie eben isomorphe Mischungen von Grundverbindungen darstellen. Die spärliche Gegenwart mancher anscheinend fremder Stoffe, die früher wohl als Verunreinigungen galten, erklärt sich durch das Zugemischtsein isomorpher Substanz, z. B. die geringen Quantitäten von Mg im Kalkspath, von Ca im Albit, von Na im Anorthit, von Sr im Baryt u. s. w. — Für manche isomorphe Mischungen sind

1) Die Erscheinung, dass ein Krystall aus schalenförmig sich umhüllenden Schichten von etwas abweichender chemischer Zusammensetzung und gewöhnlich auch verschiedener Farbe besteht (§ 68), kann nicht als isomorphe Mischung aufgefasst werden; die einzelnen Schichten desselben stellen allerdings gewöhnlich als solche isomorphe Mischungen in verschiedenen Verhältnissen dar.

Die Mischungsfähigkeit zweifellos isomorpher Substanzen scheint übrigens manchmal nicht in ganz beliebiger Weise, sondern nur innerhalb gewisser Grenzen stattzufinden; so hebt *Weinschenk* hervor, dass Eisenoxydulgranaten mit wenig Kalk, und Kalkgranaten mit wenig Eisenoxydul vorhanden sind, während solche, in denen FeO und CaO in annähernd gleicher Menge auftreten, bisher völlig unbekannt sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

übrigens die Grundverbindungen als solche isolirt noch nicht aufgefunden worden, z. B. die Verbindung $FeSiO^3$, welche sich mit Enstatit-Substanz ($MgSiO^3$) in den Mineralien Bronzit und Hypersthen mischt. Namentlich in der so zahlreichen Gruppe der Silicate übt das gleichzeitige Vorhandensein verschiedener isomorpher Verbindungen vorzüglich dann einen sehr wesentlichen Einfluss auf den Habitus derselben aus, wenn anscheinend die Oxyde schwerer Metalle für Erden und Alkalien eintreten. In diesem Falle müssen nämlich die übrigen, von der Krystallform nicht unmittelbar abhängigen physischen Eigenschaften, wie z. B. Härte, specifisches Gewicht, Farbe, Glanz und Pellucidität grösseren oder geringeren Veränderungen unterliegen; wofür u. A. der Pyroxen, Amphibol, Granat, Epidot sehr auffallende Belege liefern, indem ihre Varietäten z. Th. ausserordentlich abweichend erscheinen. Diese Verschiedenheiten des Habitus können jedoch nicht zu einer specifischen Trennung berechtigen, so lange sie für die morphologischen Eigenschaften gar nicht, für die physischen und chemischen aber nur innerhalb solcher Grenzen stattfinden, dass die durch sie bedingten verschiedenen Varietäten durch allmähliche Uebergänge mit einander verknüpft werden.

Wenn zwei Verbindungen von analoger chemischer Constitution sich in verschiedenen Verhältnissen mischen und dabei doch Krystalle von übereinstimmender Form erzeugen, so darf man daraus umgekehrt auf die Isomorphie dieser Verbindungen schliessen. Vgl. auch S. 308.

Merkwürdig ist es, dass, während in gewissen Silicaten die Zumischung von isomorphen Metallsilicaten zur Regel gehört, in anderen Silicaten fast gar keine Spur oder doch nur sehr selten etwas von diesem Verhältniss zu finden ist (Feldspathe, Zeolithe).

Was die Molecularstruktur eines isomorphen Mischkrystalls anbelangt, so ist die Vorstellung, denselben als aus den Molecülen der beiden isomorphen Substanzen aufgebaut zu betrachten, wohl berechtigter als diejenige, dass er aus gleichartigen Molecülen bestehe, von denen jedes schon die betreffende Mischung darstellt.

Wenn *van't Hoff* die isomorphen Mischkrystalle zu den »festen Lösungen« rechnet, in welchem Falle schon die einzelnen Molecüle als gemischt gelten müssten, so werden die bisherigen Beobachtungen vielfach als nicht genügend zu einem exacten Beweis dieser Anschauung betrachtet. Während nämlich die Eigenschaften der festen Lösungen im Allgemeinen nicht additiv sind, erweisen sich diejenigen der isomorphen Mischkrystalle auf vielen Gebieten gerade als rein additiv. Doch sind diese Fragen zur Zeit noch nicht erledigt, wie denn nach *Bodländer* bei den letzteren der Gang der Schmelzpunkte ein anderer ist, als er sich aus den Gesetzen für feste Lösungen ergeben würde, dagegen nach *Sommerfeldt* Löslichkeit und Lösungswärme, als nicht additive Eigenschaften zu Gunsten der Auffassung von *van't Hoff* sprechen.

Von vielem Interesse sind die Fragen, wie sich die Krystallform der isomorphen Mischung zu derjenigen ihrer Grundverbindungen im Specielleren verhält und in welchem Einklang die physikalischen Eigenschaften der ersteren mit denen der letzteren stehen.

Da die Grundverbindungen immer kleine Differenzen ihrer Dimensionsverhältnisse aufweisen, so sollte man wohl in formeller Hinsicht erwarten, dass die Krystalle der Mischungen sich nicht nur innerhalb dieser Grenzunterschiede halten, sondern auch der Form derjenigen Grundverbindung am nächsten anschliessen, welche am reichlichsten bei der Mischung betheiligt ist. Nur in sehr wenigen Fällen zeigt sich diese

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Voraussetzung einer geometrischen Continuität erfüllt; anderseits kennt man manche Belege dafür, dass das Verhältniss zweier isomorpher Verbindungen in einer Mischung mit der krystallographischen Entwickelung nicht im Einklang steht. So gibt es rhomboëdrische Mischungen von $MgCO^3$ und $FeCO^3$, welche, obschon der Polkantenwinkel der ersten Grundverbindung stumpfer ist ($107^o\ 30'$) als der der zweiten ($107^o\ 0'$), dennoch einen um so schärferen Polkantenwinkel besitzen, je grösser das Verhältniss des Mg ist. *Groth* hat sogar gefunden, dass bei den rhombischen isomorphen Mischungen von überchlorsaurem Kali ($KClO^4$) und übermangansaurem Kali ($KMnO^4$) die Kantenwinkel zum Theil gar nicht innerhalb derjenigen Differenzen fallen, welche die beiden Grundverbindungen aufweisen. *Neminar* that auch für den Baryto-Cölestin dar, dass seine Winkel keineswegs zwischen denen seiner Grundverbindungen (Baryt und Cölestin) schwanken. Nach *M. Bauer* liegen ebenso bei den Gliedern der Olivinreihe die Winkelwerthe der eisenreichen Mischungen nicht zwischen denen des Fayalits und Forsterits, sondern ausserhalb derselben (N. Jahrb. f. Min. 1887. I. 35). — Isomorphe Mischungen können auch gebildet werden von Substanzen, welche hinsichtlich der Theilflächigkeit abweichen, z. B. von dem rhomboëdrisch-hemiëdrischen Eisenglanz und dem rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Titaneisen.

Die optische Beschaffenheit der isomorphen Mischungen erweist sich häufig geregelt nach derjenigen der zusammengetretenen Verbindungen. Doch ist zum Zusammenkrystallisiren isomorpher Substanzen eine völlige Uebereinstimmung der optischen Charaktere nicht unbedingt erforderlich. — Bei den optisch einaxigen Mineralien besitzen die vereinigten Componenten gewöhnlich gleichartigen Charakter; wäre dies nicht der Fall, so würde theoretisch eine gleichmässige Mischung eines optisch positiven und eines optisch negativen Gliedes isotrop ausfallen (vgl. unten), und mit dann wachsender Betheiligung eines abweichend beschaffenen Gliedes die Doppelbrechung zunehmen. — Auch bei rhombischen isomorphen Mischungen haben die einzelnen Componenten in der Regel gleichartige optische Orientirung und die Differenz beschränkt sich blos auf die Grösse des Axenwinkels; *Penfield* erwies z. B. auf diesem Gebiet beim Topas einen Zusammenhang zwischen dem Werth des optischen Axenwinkels und dem Maass des gegenseitigen Ersatzes von Fluor und Hydroxyl. — Beim Variiren des Axenwinkels kann es vorkommen, dass z. B. die Verticalaxe $c$ in der einen Mischung die spitze Bisectrix, in der anderen, bei der Aufstellung ebenso gerichteten und die Elasticitätsaxen in gleicher Orientirung besitzenden Mischung die stumpfe Bisectrix darstellt, daher der optische Charakter der Doppelbrechung verschieden ist und auch das Symbol $\rho : \upsilon$ sich gegensätzlich verhält. In diesem Falle zeigt sich wohl eine Abhängigkeit des optischen Axenwinkels von dem Verhältniss der Mischung. So fand *Tschermak*, dass in der Bronzitreihe, welche Mischungen von $MgSiO^3$ und $FeSiO^3$ darstellt, mit der Zunahme der zweiten Verbindung, also dem Wachsen des Eisengehalts, auch der positive Axenwinkel sich vergrössert, so dass hier theils positiv (eisenarme), theils negativ (eisenreiche) sich verhaltende Exemplare vorkommen. Bei ungleichförmiger Mischung könnte dann der Krystall an einer Stelle positives, an einer anderen negatives Verhalten zeigen. — Es kann aber auch der seltene Fall eintreten, dass die Axenebene in den beiden Componenten ihrer Lage nach nicht übereinstimmt. Die beiden isomorphen Salze rechtsweinsaures Natrium-Kalium (Seignettesalz) und rechtsweinsaures Natrium-Ammonium (Ammonium-Seignettesalz) besitzen zwar gleiche Axenwinkel und $\rho > \upsilon$, aber die optische Axenebene ist in dem ersteren $\infty\breve{P}\infty$, in dem letzteren $\infty\bar{P}\infty$; dennoch mischen sich die beiden und nach *Sénarmont* zeigen die Mischkrystalle bei wachsendem Gehalt an dem Ammoniumsalz immer kleinere Axenwinkel, bis bei einem bestimmten Gehalt zuerst der Axenwinkel für Roth, dann derjenige für Violett $= 0$ wird und bei noch steigendem Gehalt die Axen wiederum und zwar in einer zu der anfänglichen senkrechten Ebene ($\infty\bar{P}\infty$) auseinandergehen. — Ferner zeigt auch die Aragonitgruppe (s. S. 309), dass entschiedene Isomorphie vorkommen kann — und auch isomorphe Mischungen möglich sind — selbst wenn die optischen Eigenschaften sich nicht alle genau decken.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ein Beispiel hierher gehöriger Beziehungen liefert folgende Tabelle über die Glieder der Olivingruppe, Mischungen von $Fe^2SiO^4$ und $Mg^2SiO^4$ (nach *Penfield* und *Forbes*):

| | FeO in % | $2V$, gemessen über $a = b$ | $\beta$ für gelb |
|---|---|---|---|
| Fayalit, Rockport | 68,1 | 49° 50′ | 1,864 |
| Hortonolith, Monroe | 47,3 | 69° 24′ | 1,791 |
| Olivin, Auvergne | 13,0 | 89° 36′ | 1,692 |
| » Vesuv | 12,6 | 89° 42′ | ? |
| » Hawaii | 10,3 | 91° 2′ | ? |
| » Aegypten | 9,2 | 91° 19′ | 1,678 |
| » Neu-Mexico | 8,6 | 91° 24′ | ? |
| » Unbekannt | ? | 92° 14′ | 1,678 |
| » Ostindien | ? | 92° 45′ | 1,670 |
| Forsterit, Vesuv | 2 | 93° 50′ | 1,657 |

Mit der Abnahme des Eisengehalts nimmt der opt. Axenwinkel $2V$ constant zu und zwar erfolgen die Aenderungen viel schneller am Fe-reichen als am Mg-reichen Ende der Reihe. Mit der Verminderung von Fe nimmt der mittlere Brechungsquotient $\beta$ ab, sowie auch die Stärke der Doppelbrechung. Bei einem FeO-Gehalt von ca. 12 pCt. wird $2V$ etwa 90° für gelbes Licht. Olivine mit einem grösseren FeO-Gehalt als 12 pCt. haben $a = b$ zur spitzen Bisectrix und sind negativ, solche mit geringerem FeO-Gehalt haben $c = a$ zur spitzen Bisectrix und sind positiv.

Aehnlich verhält es sich bei den isomorphen Mischungen des monoklinen Systems. Hier braucht sich bei den Componenten nur zu decken, dass eine Elasticitätsaxe die Orthodiagonale ist und die beiden anderen in der Symmetrieebene liegen. Ein Beispiel von der Beeinflussung der specielleren optischen Beschaffenheit durch das Mischungsverhältniss liefern die der Diopsidreihe angehörigen Silicate $CaMgSi^2O^6$ und $CaFeSi^2O^6$. In beiden geht die optische Axenebene parallel dem Klinopinakoid, aber der Winkel $c : a$ ist in der ersteren Substanz 51° 6′, in der letzteren 44° 4′. In den Mischkrystallen ist nun, wie abermals *Tschermak* zeigte, dieser Winkel kleiner als 51° 6′ und nähert er sich um so mehr dem Werthe von 44°, je mehr von der zweiten eisenhaltigen Substanz darin vorhanden ist; zugleich wird auch hier, wie beim Bronzit (s. oben) mit dem Eisengehalt der positive Axenwinkel grösser (Min. Mittheil. 1871. 17). — Im triklinen System können die sich mischenden Substanzen im Allgemeinen optisch ganz verschieden sein. Für die Plagioklase, welche Mischungen von Albit und Anorthit sind, hat aber *Schuster* nachgewiesen, dass sich Orientirung, Dispersion und Axenwinkel entsprechend dem Mischungsverhältniss ändert (vgl. den speciellen Theil); hier ist es z. B. möglich, aus der regelmässigen Aenderung des auf den Spaltflächen abzumessenden Auslöschungswinkels direct das Mischungsverhältniss und damit die chemische Zusammensetzung zu bestimmen.

Wird durch isomorphe Mischung eine innere Spannung erzeugt, so kann der Mischkrystall sich optisch anders verhalten als die beiden Componenten: zwei als solche einfachbrechende Alaune liefern doppeltbrechende Mischkrystalle (S. 248).

*Dufet* stellte mehre Mischungen von isomorphem Nickel- und Magnesiavitriol dar und fand, dass der mittlere Brechungsquotient mit Zunahme des einen höheren Brechungsquotienten besitzenden Nickelsalzes fortwährend proportional wächst; nach ihm verhalten sich die Differenzen zwischen den Brechungsquotienten einer Mischung zweier isomorpher Salze und denjenigen der reinen Salze selbst umgekehrt wie die Anzahl der in der Mischung enthaltenen Aequivalente beider Salze. Auch *Soret* zeigte, dass bei Mischungen von Kalium- und Ammonium-Alaun eine Proportionalität der Brechungsquotienten vorliegt; vgl. auch die obigen Angaben über die Olivingruppe; die Brechungsquotienten des Alstonits $(Ba, Ca)CO^3$ liegen allerdings nicht zwischen denen des Witherits und Aragonits. — *Mallet* betrachtet es als in der That erwiesen, dass die optischen Eigenschaften der isomorphen Mischungen durch einfache Summation der Einzelwirkungen der sich mischenden Körper zu Stande kommen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

*Bodländer* untersuchte isomorphe Gemische zweier circularpolarisirender Substanzen (unterschwefelsaures Blei und Strontium) und fand das optische Drehungsvermögen proportional mit der chemischen Zusammensetzung der Salzgemische.

Bei den wirklich isomorphen Mischungen scheint sich das spec. Gewicht gemäss dem procentarischen Verhältniss der Componenten zu regeln. In der Plagioklasgruppe variirt es so genau mit dem Mischungsverhältniss, dass bei reinen und frischen Substanzen direct aus dem einen auf das andere ein Schluss gezogen werden kann. Dasselbe ist zufolge *Retgers* an Mischkrystallen von Kaliumsulfat und Ammoniumsulfat sowie an solchen von Kaliumalaun und Thalliumalaun, ferner von Magnesiumvitriol und Eisenvitriol der Fall. — *Fr. W. Küster* befand den Schmelzpunkt isomorpher Mischungen zwischen den Schmelzpunkten der reinen Componenten liegend und aus diesen berechenbar nach der Mischungsregel unter Zugrundelegung des molecularen Verhältnisses (Z. f. phys. Chem. V. 1890. 605; VIII. 1891. 577).

Anm. Ob eine moleculare Mischung zweier chemisch und krystallographisch einander völlig fernstehender Substanzen zu einem homogenen Krystall möglich sei, ist noch Gegenstand der Controverse. Vorkommnisse, welche hierher zu gehören scheinen und wegen der vollständigen gegenseitigen Abweichung der Componenten nicht als isomorphe Mischungen im gewöhnlichen Sinne gelten können, selbst wenn dieser Begriff die weiteste Ausdehnung erfährt, hat man Mischungsanomalieen genannt. So bildet der farblose reguläre Salmiak mit sonst monoklinem Eisenchlorid ($FeCl^3 + 7H^2O$) braune doppeltbrechende Würfel. Ob sich hier eine unbekannte reguläre Form des Eisenchlorids trotz des Constitutionsgegensatzes mit Salmiak mischt, oder ob es sich um »feste Lösungen« von doppeltbrechendem Eisenchlorid in Salmiak handelt, oder ob im Salmiak intramoleculare Hohlräume, die mit Eisenchlorid gefüllt sind, vorliegen, oder ob die beiden nicht isomorphen Substanzen dennoch eine der isomorphen gleiche wirkliche Mischfähigkeit besitzen — diese Fragen sind zur Zeit noch nicht endgültig erledigt. Nach *Doss* können auch rhomboëdrische Calcitindividuen eine moleculare Beimischung von Gyps führen, indem in den gypshaltigen Calciten weder eingewachsene Gypspartikel noch flüssige Einschlüsse von Gypslösung erkennbar sind.

## II. Abtheilung. Von den chemischen Reactionen der Mineralien.

§ 151. **Wichtigkeit derselben.** Unter dem Namen der chemischen Reactionen der Mineralien sind alle diejenigen Erscheinungen und Veränderungen begriffen, welche die Mineralien zeigen, wenn sie entweder auf dem trockenen oder auf dem nassen Wege auf ihre qualitative Zusammensetzung geprüft werden. Dazu bedarf es nur solcher Operationen, welche mit sehr kleinen Quantitäten des Minerals sowie mittels kleiner und einfacher Apparate ausgeführt werden. Es liefern aber diese chemischen Reactionen äusserst wichtige Merkmale zur Bestimmung und Unterscheidung der Mineralien; Merkmale, welche einen um so grösseren Werth besitzen, weil sie von der besonderen Ausbildungsform der Mineralien gänzlich unabhängig sind, und an jedem kleinen Splitter oder Korn zu einer Erkennung derselben gelangen lassen. — Da nun bei verbreiteteren Mineralien die wichtigeren Reactionen besonders angegeben werden sollen, und die Erscheinungen, durch welche sich diese letzteren kund geben, wesentlich auf den Reactionen der einzelnen Bestandtheile der Mineralien beruhen, so kann sich die folgende allgemeine Betrachtung zunächst nur auf die Reactionen der wichtigeren Bestandtheile beziehen, wobei vorzugsweise die Prüfung vor dem Löthrohr berücksichtigt werden soll.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kleine Stücke von der Grösse eines Hanfkorns, feine Splitter von einem halben cm Länge sind gewöhnlich vollkommen ausreichend, wenigstens für die Prüfungen auf dem trockenen Wege, bei welchen in der Regel die Anwendung grösserer Stücke nicht einmal rathsam ist. — Auf welche Weise die quantitative Analyse der Mineralien, die Trennung und die Quantitätsbestimmung der einzelnen Bestandtheile vorgenommen wird, darüber können sich die vorliegenden »Elemente« nicht verbreiten.

### 3. Prüfung der Mineralien auf dem trockenen Wege.

§ 152. **Prüfung auf Schmelzbarkeit und flüchtige Bestandtheile.** Zur Prüfung der Mineralien auf dem trockenen Wege dient das Löthrohr, mittels dessen die Hitze einer Lampenflamme auf einen kleinen Raum concentrirt und folglich bedeutend erhöht werden kann. Indem die Einrichtung und Manipulation des Löthrohrs sowie der übrigen Apparate als bekannt vorausgesetzt wird, mag nur in Erinnerung kommen, dass man die Probe (d. h. einen Splitter oder ein kleines Körnchen des zu prüfenden Minerals) der Flamme entweder mit einer Platinzange, oder auch auf einer Unterlage von Holzkohle oder Platindraht darbietet, und dass die Flamme selbst eine chemisch verschiedene Wirkung ausübt, je nachdem sie hauptsächlich als gelbe oder als blaue Flamme hervorgebracht wird, und je nachdem man nur die Spitze derselben auf die Probe richtet, oder diese letztere ganz in die Flamme eintaucht (Oxydations- und Reductionsfeuer)[1]. Uebrigens behandelt man die zu prüfende Substanz theils für sich, theils mit verschiedenen Reagentien, und schliesst aus den Erscheinungen, welche sich in beiden Fällen zu erkennen geben, auf ihre qualitative chemische Zusammensetzung.

Für sich erhitzt man die Probe:

a) im Kolben (oder in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre) über der Flamme einer Spirituslampe oder eines Bunsen'schen Brenners, um zu sehen, ob sich etwas auch ohne Zutritt der Luft verflüchtigt und an den kühleren Stellen condensirt.

Hierbei entweicht das vorhandene Wasser und setzt sich im Halse des Röhrchens wieder ab; flüchtige Säuren (arsenige, antimonige Säure) entweichen und röthen ein in die Mündung gehaltenes Streifchen von blauem Lackmuspapier; Schwefel, Arsen, Quecksilber sublimiren; Antimon- und Tellur-Verbindungen geben einen weissen Rauch, u. s. w. Weiterhin kann sich hierbei zeigen: Phosphorescenz, ein Aufglühen (z. B. beim Gadolinit), eine Farbenveränderung (Limonit), eine eintretende Schmelzung.

b) im beiderseits offenen, etwas geneigt gehaltenen Glasrohr, um zu sehen, ob etwa beim Durchströmen der Luft flüchtige Oxyde oder Säuren sich bilden.

Auf diese Weise erkennt man durch das Reagenspapier, durch den Geruch oder die Beschaffenheit des Sublimats die meisten Schwefel-, Selen-, Tellur-, Antimon-, Arsen- und Wismut- sowie Quecksilber-Verbindungen; Kohle verbrennt beim Glühen an der Luft, alle organischen Verbindungen zersetzen sich beim Erhitzen, die meisten unter Abscheidung von Kohle.

---

1) Der nicht leuchtende heissere Flammentheil am Ende der Löthrohrflamme hat wegen des directen Zuströmens der Luft einen Ueberschuss von Sauerstoff und wirkt daher oxydirend; man erzeugt ihn am besten, wenn die Spitze des Löthrohrs ein wenig in die Flamme eingeführt wird. In dem leuchtenden Flammentheil bringen die vorhandenen glühenden Kohletheilchen und der Mangel an Sauerstoff eine Reduction hervor, welche am besten vermittelt wird, wenn man die Löthrohrspitze in geringer Entfernung von der Flamme hält.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

c) auf Kohle, um die Gegenwart von Arsen (im Reductionsfeuer), oder von Selen und Schwefel (im Oxydationsfeuer) zu entdecken, welche sich durch den Geruch zu erkennen geben; Antimon, Zink, Blei und Wismut werden durch den Sublimatbeschlag erkannt, mit welchem sich die Kohle durch die Wirkung der äusseren Flamme in der Umgebung der Probe bedeckt[1]); aus manchen Metalloxyden und Schwefelmetallen lässt sich in der inneren Flamme das Metall (Blei, Kupfer, Zinn) regulinisch darstellen.

d) in der Platinzange, im Oehre eines Platindrahts oder auf Kohle, um ihre unmittelbare Schmelzbarkeit zu prüfen, wobei jedoch alle ausserdem stattfindenden Erscheinungen (Aufschäumen, Anschwellen, Aufblähen, Leuchten, Funkensprühen, Färbung der Flamme) mit zu berücksichtigen sind.

Rücksichtlich ihrer Schmelzbarkeit verhalten sich die Mineralien sehr verschieden; einige schmelzen selbst in grösseren Körnern leicht, andere schwieriger, noch andere nur in feinen Splittern oder scharfen Kanten, und manche sind vor dem Löthrohr ganz unschmelzbar. Bei diesen Versuchen hat man auch besonders darauf zu achten, ob die Löthrohrflamme während der Erhitzung und Schmelzung der Probe eine auffallende Färbung zeigt, welche für manche Substanzen sehr charakteristisch ist. — Die Beschaffenheit des Schmelzungsproducts ist ebenfalls zu bemerken: ob dasselbe als Glas (klares oder blasiges), als Email, oder als Schlacke erscheint u. s. w. Sehr viele, und zumal krystallisirte Mineralien, zerknistern oder decrepitiren mehr oder weniger heftig in der Hitze, weshalb es rathsam ist, sie zuvörderst im Kolben zu erhitzen, um die kleinen Splitter nicht zu verlieren, welche dann weiter auf geeignete Art zu prüfen sind.

Um die Schmelzbarkeit etwas genauer zu bestimmen, dazu schlug *v. Kobell* eine Scala der Schmelzbarkeit vor, deren sechs Grade durch folgende Mineralien dargestellt werden: Antimonglanz (schmilzt schon an der blosen Lichtflamme); Natrolith (schmilzt nur in feinen Nadeln an der Lichtflamme); Almandin (schmilzt nicht mehr an der Lichtflamme, aber recht gut vor dem Löthrohr zu einem Kügelchen); Strahlstein (schmilzt noch in feinen Splittern vor dem Löthrohr ziemlich gut zu rundem Köpfchen); Orthoklas (schmilzt dann schon recht schwer); Bronzit (rundet sich dann nur an den schärfsten Kanten etwas ab). Quarz ist so völlig unschmelzbar. Der Gebrauch dieser Scala setzt voraus, dass man einen Splitter der Probe zugleich mit dem Splitter eines der genannten Mineralien in der Zange fasst und der Flamme darbietet. *Plattner* unterscheidet folgende fünf Abstufungen der Schmelzbarkeit: 1) leicht zur Kugel schmelzend; 2) schwer zur Kugel schmelzend; 3) leicht in Kanten schmelzbar; 4) schwer in Kanten schmelzbar; 5) unschmelzbar.

Nach *Ralph Cussak* beträgt der Schmelzpunkt bei: Bleiglanz 727°, Axinit und auch Zoisit 995°, Cyanit 1090°, Staurolith 1115°, Zinnstein 1127°, Adular 1168°, Albit 1172°, Augit und Hornblende 1190°, Andalusit 1209°, Apatit 1227°, Vesuvian 1230°, Almandin 1265°, Strahlstein 1280°, Enstatit 1295°, Leucit 1298°, Olivin 1378°, Quarz 1425°, Rutil 1560°. — In der Knallgasflamme schmilzt Bronzit mit Leichtigkeit; auch schmilzt Platin, dessen Schmelztemperatur zu 2500° angenommen wird. — *Spezia* verstärkte die Wirkung des gewöhnlichen Leuchtgas-Löthrohrs durch einen unter 25 Mm. Quecksilberdruck stehenden Sauerstoffstrom; eine ganze Menge von Mineralien, welche bei dem gewöhnlichen Verfahren unschmelzbar sind, wird dadurch

1) Diese und andere Sublimationsproducte können, auf einem Objectträger aufgefangen, mikroskopisch und mikrochemisch untersucht werden; vgl. *V. Goldschmidt*, Z. f. Kryst. XXI. 1893. 329.

geschmolzen, z. B. Korund, Quarz, Spinell, Chrysoberyll, Cyanit, Sillimanit, Olivin, Phenakit, Perowskit, Molybdänglanz.

Sehr interessant und sogar wichtig für die Diagnose mancher Mineralien sind die von *G. Rose* ausgeführten Untersuchungen über die Bildung mikroskopischer Krystalle gewisser Bestandtheile der Mineralien, wenn solche vor dem Löthrohr in Borax oder Phosphorsalz geschmolzen oder aufgelöst worden sind. Während der Erkaltung der Schmelzprobe scheiden sich dann gewisse Bestandtheile in vollkommen ausgebildeten Krystallen aus, welche in der vorher platt gedrückten Perle unter dem Mikroskop genau zu erkennen sind. Auf diese Weise erhielt *G. Rose* 1867 z. B. in der Boraxperle die Oxyde des Eisens in den Formen des Eisenglanzes oder Magneteisens und die Titansäure nach Maassgabe der Temperatur in der Form des Rutils; die von *G. Rose* als Anatas bestimmten Kryställchen sind indessen nach *Wunder* Rhomboëder des Titannatriumphosphats $Ti^2Na[PO^4]^3$; doch ist es später *Doss* gelungen, auch wirklichen Anatas in der Phosphorsalzperle darzustellen, und zwar in nicht allzuhoher Temperatur durch relative Erniedrigung des $P^2O^5$-Gehalts, indem z. B. wiederholt oxydirt und reducirt, sowie von neuem Titansäure zugesetzt wird. Vor allem wichtig ist auf diesem Gebiete der Aufsatz von *W. Florence* »Darstellung mikroskopischer Krystalle in Löthrohrperlen« (N. Jahrb. f. Miner. 1898. II. 112), welcher eine grosse Menge praktischer Handgriffe mittheilt und für die Diagnose der Ausscheidungsproducte viel Neues bietet.

Bestimmte Färbungen der äusseren Flamme, bei Erhitzung der Probe in der Spitze der inneren Flamme, bringen folgende Substanzen hervor:

carminroth: Lithium; purpurroth: Strontium; orangeroth: Calcium;

röthlichgelb: Natrium; violett: Kalium;

gelblichgrün: Baryum; zeisiggrün: Borsäure; bläulichgrün: Phosphorsäure; smaragdgrün: Kupferoxyd; rein grün: Thallium;

hellblau: Arsen; grünlichblau: Antimon; azurblau: Chlorkupfer, Selen.

In manchen Fällen wird die Färbung der Flamme durch Befeuchtung der Probe mit Salzsäure oder Schwefelsäure (bisweilen auch durch einen Zusatz von Chlorsilber) gesteigert oder doch nachhaltiger gemacht.

Sind Natron und Kali neben einander vorhanden, so verdeckt die gelbe Färbung die violette; um die letztere dennoch hervortreten zu lassen, blickt man nach *Bunsen*'s Vorschlag durch ein blaues Kobaltglas oder durch eine parallelwandige mit Kupferoxydammoniak-Lösung gefüllte Flasche; in beiden »Lichtfiltern« werden die gelben Strahlen zurückgehalten, während die violetten durchgehen.

Die bei Verbrennung gewisser Stoffe entstehenden Färbungen der Flamme haben bekanntlich durch die Spectralanalyse eine ganz ausserordentliche Bedeutung gewonnen. Die Analyse der Flammenfarbe wird mittels eines Spectroskops unternommen, nachdem man das Mineralpulver mit etwas Salzsäure oder Schwefelsäure (oder bei schwieriger Zersetzbarkeit mit etwas Fluorammonium und Schwefelsäure) auf einem Platinblech angemacht, von dem Gemisch etwas in das Oehr eines Platindrahtes aufgenommen und in den Saum eines *Bunsen*'schen Brenners gebracht hat. — Wenn man den elektrischen Funken eines durch einen starken Inductionsapparat geladenen Condensators zwischen zwei kleinen, von Pincetten mit Platinspitzen gehaltenen Stückchen eines Minerals, welches metallisch leitet oder auch nur im Funken flüchtig ist, überspringen lässt, so sind im Spectrum des Funkens durch ein gewöhnliches Spectroskop mit einem Prisma die charakteristischen Linien der einzelnen Bestandtheile des Minerals, nicht nur der Metalle, sondern auch der Metalloide, direct sichtbar. Bei nichtleitenden Mineralien wird eine kleine feingepulverte Probe in einem Platinlöffelchen mit $Li^2CO^3$ zum Schmelzen erhitz und auf diese lässt man den elektrischen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Funken überspringen (*de Gramont*, vgl. Z. f. Kryst. XXVII. 1897. 622; XXXII. 1900. 637).

§ 153. **Reagentien.** Die wichtigsten Reagentien, welche bei der Prüfung der Mineralien vor dem Löthrohr ihre Anwendung finden, sind folgende:

1) Soda (doppelt-kohlensaures Natron oder Natriumbicarbonat). Dieses Salz dient zur Auflösung des Baryts, der Kieselsäure und vieler Silicate, ganz besonders aber zur Reduction der Metalloxyde. Für diesen letzteren Zweck wird die Probe pulverisirt, mit feuchter Soda zu einem Teig geknetet und dieser auf Kohle im Reductionsfeuer behandelt. Meist zieht sich das Natron in die Kohle, weshalb nach beendigter Operation die mit ihm erfüllte Kohlemasse höchst fein pulverisirt und das Kohlepulver durch Wasser sorgfältig fortgespült werden muss, worauf das Metall am Boden des Mörsers sichtbar wird. Als Reductionsmittel sind das neutrale oxalsaure Kali und das Cyankalium noch vorzuziehen.

2) Borax (zweifach-borsaures Natron); diese Substanz, welche selbst zu klarem Glas (Perle) schmilzt, hat, wie die folgende, die Eigenschaft, in der Schmelzhitze Metalloxyde aufzulösen, welche ihr eine besondere, als Kennzeichen dienende Färbung mittheilen[1]). Die Substanzen werden im Oehr eines dünnen Platindrahts geschmolzen, die Mineralien als kleine Splitter oder als Pulver zugesetzt. Man beobachtet, ob letztere sich leicht oder schwer, ob mit oder ohne Brausen lösen, ob eine, und welche Farbe in dem Schmelzproduct zum Vorschein kommt, wobei das Verhalten sowohl im Oxydationsfeuer als im Reductionsfeuer, auch das Aussehen in der Hitze oder Kälte zu berücksichtigen ist.

3) Phosphorsalz (phosphorsaures Natron-Ammoniak); ist vorzüglich wichtig zur Unterscheidung der Metalloxyde, deren Farben mit ihm weit bestimmter hervorzutreten pflegen, als mit Borax[2]). Auch ist es ein gutes Reagens zur Erkennung der Silicate, deren Kieselsäure von den Basen abgeschieden wird und in dem geschmolzenen Phosphorsalz in Form eines sog. Skeletts ungelöst bleibt.

Zu bemerken ist, dass die Schwefelmetalle und Arsenmetalle vor der Prüfung mit Borax, Phosphorsalz oder Soda erst auf Kohle geröstet werden müssen, um ihren Schwefel- oder Arsengehalt zu entfernen, und sie selbst zu oxydiren. Ist wegen allzu reichlichen Zusatzes der Probe die Borax- oder Phosphorsalzperle zu opak ausgefallen, um die charakteristische Farbe zu zeigen, so kann man sie im heissen Zustande mit dem Hammer ausplätten, oder zu einem Faden ausziehen, oder sie kalt zerkleinern und einen Theil mit neuem Flussmittel behandeln.

Andere nur in besonderen Fällen zur Anwendung kommende Reagentien sind:

1) Verglaste Borsäure (Anhydrid der Borsäure), ist unentbehrlich zur Entdeckung der Phosphorsäure.

2) Saures schwefelsaures Kali, im wasserfreien Zustande, dient zur Entdeckung von Lithion, Borsäure, Fluor, Brom und Jod, sowie zur Zerlegung titansaurer, tantalsaurer und wolframsaurer Verbindungen. *Websky* empfiehlt es auch als Reagens und Aufschliessungsmittel für geschwefelte Erze und analoge Verbindungen.

---

1) Borax ($Na^2B^4O^7 + 10H^2O$) entwässert sich beim Schmelzen unter Aufblähen; die Borsäure treibt in der Gluthhitze andere Säuren aus und gibt mit Metallen schmelzbare Verbindungen, welche mit borsaurem Natrium besonders leicht schmelzbare Doppelsalze der Metaborate liefern; z. B. $Na^2B^4O^7 + CuO = Cu[BO^2]^2 + 2NaBO^2$.

2) Phosphorsalz ($H[NH^4]NaPO^4$) verliert in der Hitze Wasser und Ammoniak und wird zu metaphosphorsaurem Natrium ($NaPO^3$), welches Metalloxyde klar löst; z. B. $NaPO^3 + CuO = NaCuPO^4$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3) Kobaltsolution (verdünnte Auflösung von salpetersaurem Kobaltoxydul) oder auch trockenes oxalsaures Kobaltoxyd, dient besonders zur Erkennung der Thonerde, Magnesia und des Zinkoxyds, jedoch nur bei weissen oder bei solchen Mineralien, welche nach dem Glühen im Oxydationsfeuer noch weiss sind, indem beim Glühen mit der Solution charakteristische Farben auftreten.

4) Oxalsaures Nickeloxydul, führt zur Entdeckung von Kali in Salzen, welche zugleich Natron und Lithion enthalten.

5) Zinn, in Form von Stanniolstreifen, dient zur Beförderung vollkommener Reduction der Metalloxyde; besser wirkt noch ein Körnchen Zinnchlorür.

6) Eisen, in Form von Claviersaiten, zur Erkennung von Phosphorsäure.

7) Silber, als Silberblech, zur Erkennung von löslichen Schwefelmetallen.

8) Kupferoxyd, zur Erkennung von Chlor und Jod.

9) Lackmus- und Fernambuk-Papier.

### 4. Prüfung der Mineralien auf nassem Wege.

§ 154. **Eintheilung der Mineralien nach ihrer Auflöslichkeit.** Die Prüfung der Mineralien auf dem nassen Wege gründet sich auf die Wechselwirkung der verschiedenen Säuren und Basen, wenn solche im Zustand der wässerigen Flüssigkeit mit einander in Conflict treten. Daher ist es auch die erste Bedingung, die zu untersuchenden Mineralien dieses Zustandes fähig zu machen, wenn sie nicht schon an und für sich im Wasser auflöslich sind. Hieraus ergibt sich folgende Eintheilung: 1) im Wasser auflösliche Mineralien, Hydrolyte; 2) in Salzsäure oder Salpetersäure auflösliche oder zersetzbare Mineralien; 3) weder im Wasser noch in den genannten Säuren auflösliche Mineralien.

Was man im gewöhnlichen Sprachgebrauch Auflösung nennt, besteht bekanntlich aus zwei verschiedenen Vorgängen. Wird Steinsalz NaCl durch Behandlung mit Wasser entfernt, so entsteht eben eine Lösung von NaCl in Wasser; deshalb kann ein in die gesättigte Lösung gebrachter Steinsalzkrystall darin weiterwachsen, und beim Verdunsten der Lösung scheidet sich wieder NaCl ab. Wenn dagegen Eisenoxyd $Fe^2O^3$ durch Behandlung mit Salzsäure als solches verschwindet, so ist dies nur eine scheinbare Lösung desselben: thatsächlich wird nicht $Fe^2O^3$ in Salzsäure gelöst, sondern es wird durch letztere zersetzt, und so entsteht eine neue Verbindung, das Eisenchlorid $Fe^2Cl^6$, welches nun seinerseits in Wasser gelöst erscheint. Dies erhellt auch daraus, dass in jener Lösung ein Krystall von Eisenoxyd nicht weiterwachsen kann und die Lösung beim Verdunsten nicht etwa wieder Eisenoxyd, sondern Eisenchlorid abscheidet.

Die im Wasser leicht auflöslichen sind nicht sehr zahlreich; es sind Säuren (Sassolin, arsenige Säure), einige Sauerstoffsalze (Soda, Glaubersalz, Thonerdesulfate, Eisensulfate, Alaune, Vitriole, Salpeter), sowie einige Haloidsalze, namentlich Chloride (Steinsalz, Sylvin, Salmiak); sie finden sich nur da, wo sie vor Zutritt des Wassers geschützt sind. Andere wenige Mineralien sind schwer im Wasser löslich, z. B. Gyps, andere langsam, wie Kieserit.

Die im Wasser leicht löslichen Mineralien zeichnen sich durch starken Geschmack auf der Zunge aus. Die Löslichkeit im Wasser wird befördert durch Pulvern der Substanz, meist auch durch Erhöhung der Temperatur, durch Anwendung von Druck[1]).

1) Doch darf die Einwirkung des Drucks nicht überschätzt werden. Nach den Versuchen von *Spezia* scheint bei geringer Temperatur ein selbst sehr hoher Druck die Löslichkeit in Wasser nicht zu befördern; nur bei der Anwendung auch von hoher Temperatur kommt hoher Druck zur Geltung, indem er die Lösung einigermassen unterstützt.

— Uebrigens sind wohl die meisten, wenn nicht alle anderen Mineralien in überaus geringen Spuren im Wasser löslich. So haben die Gebrüder *W. B.* und *R. E. Rogers* dargethan, dass eine ganze Menge von Mineralien, wie Feldspath, Chalcedon, Glimmer, Augit, Hornblende, Turmalin, Axinit, Olivin die ihnen beigelegte absolute Unlöslichkeit im Wasser nicht besitzt; namentlich tritt dies hervor, wenn die Mineralien im sehr fein gepulverten Zustand vom Wasser angegriffen werden. Darauf beruht auch die alkalische Reaction, welche das mit Wasser befeuchtete Pulver vieler als unlöslich geltender Mineralien auch schon ohne vorhergegangenes Glühen auf rothem Lackmuspapier erkennen lässt (*Kenngott*, N. Jahrb. f. Miner. 1867. 77 u. 302). Besonders stark reagiren Apophyllit, Pektolith, Natrolith, Sodalith, auch Epidot, Serpentin. Man kann auch die alkalische Reaction durch die Färbung ersichtlich machen, welche eine Mineralprobe auf einem Uhrglas wenigen Tropfen von destillirtem Wasser ertheilt, die mit einem Tropfen von Phenolphtaleïnlösung versetzt sind.

Aus Doppelsalzen kann wohl ein Theil als im Wasser löslich herausgezogen werden, während ein darin unlöslicher oder schwerlöslicher Rest zurückbleibt; so wird aus Glauberit $Na^2SO^4$ gelöst und $CaSO^4$ bleibt als Gyps zurück.

Diejenigen Mineralien, welche nicht im Wasser auflöslich sind, prüft man zunächst auf ihr Verhalten gegen Säuren. Dadurch werden sehr viele derselben entweder gänzlich aufgelöst, oder so zersetzt, dass die Abscheidung gewisser Bestandtheile oder Producte erfolgt. Man bedient sich dabei der Chlorwasserstoffsäure oder auch der Salpetersäure, welche letztere z. B. vorzuziehen ist, wenn der äussere Habitus des Minerals vermuthen, oder eine vorläufige Prüfung vor dem Löthrohr erkennen lässt, dass man es mit einer Metall-Legirung, einem Schwefelmetall oder Arsenmetall zu thun hat. Auf diese Weise werden die Carbonate, Phosphate, Arsenate, Chromate, sehr viele wasserhaltige, sowie auch manche wasserfreie Silicate, viele Schwefelmetalle, Arsenmetalle und andere Metallverbindungen auflöslich gemacht.

Die in Säuren vollständig auflöslichen Mineralien lösen sich entweder ohne Gasentwickelung (z. B. Eisenglanz, Brauneisenerz, Atacamit, etliche Sulfate, viele Arsenate und Phosphate), oder mit Gasentwickelung, wenn bei dem Lösungsprocess ein gasförmiger Bestandtheil entweder entweicht (Kohlensäure) oder erzeugt wird (Chlor, Schwefelwasserstoff, Stickstoffoxyde).

Was die letztere Erscheinung betrifft, so lösen sich in Chlorwasserstoffsäure unter Entwickelung von

Kohlensäure (also mit Brausen) alle Carbonate, z. B. Kalkspath, Eisenspath;

Chlor alle Manganerze, ferner Chromate (Rothbleierz) und Vanadinate;

Schwefelwasserstoff manche Schwefelmetalle (Zinkblende, Antimonglanz, Magnetkies); das Gas bräunt feuchtes Bleipapier (mit einer Lösung von essigsaurem Blei getränktes Filtrirpapier); über andere Schwefelmetalle vgl. unten.

Wasserstoff gediegene Metalle, Eisen, Kupfer.

In Salpetersäure sind unter Entwickelung von Stickstoffoxyd NO (welches an der Luft rothe Dämpfe von Stickstoffdioxyd $NO^2$ oder Untersalpetersäure erzeugt) löslich viele Elemente, namentlich Metalle und deren Legirungen, ferner niedere Oxyde, wie Magneteisen, Rothkupfererz. — Gold, Platin, Zinnober sind nur in Königswasser löslich. — In Ammoniak lösen sich mit blauer Farbe die Carbonate, Sulfate, Arsenate, Phosphate des Kupfers, der Atacamit. — Eine wässerige Lösung von Kalilauge löst Schwefel, Realgar, Auripigment, Antimonglanz, Antimon- und Arsentrioxyd, Carbonate von Blei und Zink. Ueber die Löslichkeit metallhaltiger Verbindungen in siedender Cyankalium-Lösung s. *Lemberg*, Z. geol. Ges. LII. 1900. 488.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Viele Mineralien sind nun aber in Säuren nicht vollständig, sondern durch eine erfolgende Zersetzung nur theilweise löslich, wobei dann gewisse Körper als unlösliche Bestandtheile oder Erzeugnisse abgeschieden werden.

So verhalten sich die Schwefelmetalle gegen Salpetersäure, indem aus ihnen das Metall in Lösung geht, dagegen ein Theil des Schwefels abgeschieden wird, während ein anderer Theil sich in Schwefelsäure verwandelt; dabei bilden sich rothe Dämpfe von Stickstoffdioxyd. Bei Gegenwart von Schwefelantimon scheidet sich antimonige Säure, oder deren Verbindung mit Antimonsäure ab.

Hierher gehört ferner die Zersetzung von Silicaten, Titanaten, Wolframaten durch Chlorwasserstoffsäure, wobei das Anhydrid der Kieselsäure, Titansäure, Wolframsäure abgeschieden wird. Namentlich ist dies Verhalten wichtig bei manchen weit verbreiteten Silicaten; bei ihnen wird die Kieselsäure entweder im gallertartigen Zustand (z. B. bei Nephelin, Sodalith, Analcim, Kieselzinkerz, Cerit — die sog. gelatinirenden Silicate) oder im mehr pulverigen Zustand ausgeschieden (z. B. bei Leucit, Apophyllit, Stilbit, Harmotom, Natrolith); alle Basen gehen dabei als Chlorverbindungen in Lösung. Bisweilen bleibt auch die Kieselsäure in der Form des ursprünglichen Minerals zurück, z. B. als Fasern bei der Zersetzung von faserigem Serpentin.

Zu denjenigen Mineralien endlich, welche weder im Wasser, noch in den genannten Säuren auflöslich oder dadurch direct zersetzbar sind, gehören Schwefel, Diamant, Graphit, Oxyde von leichten und schweren Metallen (Korund, Diaspor, Spinell, Chromeisen, Quarz, Zinnstein, Rutil, Zirkon), einige Fluor- und Chlorverbindungen (z. B. Flussspath), einige Sulfate (Schwerspath, Cölestin, Bleivitriol) und Phosphate (z. B. Amblygonit), Boracit, ganz besonders aber zahlreiche Silicate, z. B. die meisten Feldspathe, die Augite, Hornblenden, Glimmer, Granaten, Turmaline; ferner Topas, Andalusit, Epidot, Vesuvian, Cyanit, Chlorit u. s. w.

Derlei unzersetzbare Verbindungen werden namentlich aufgeschlossen, d. h. ganz oder theilweise in Chlorwasserstoffsäure und Wasser löslich gemacht:

Durch Zusammenschmelzen mit kohlensauren Alkalien im Platintiegel und Zersetzung des Schmelzproducts vermittels Chlorwasserstoffsäure (Quarz, Silicate, Schwerspath).

Durch Zusammenschmelzen mit Aetzalkalien im Silbertiegel und Behandlung der Masse mit Wasser (Zinnstein, Spinell, Korund).

Durch Zusammenschmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali im Platintiegel (Korund, Spinell, Titanate, Tantalate, Niobate).

Durch Zusammenschmelzen mit Borax oder Borsäure (Silicate).

Durch Erhitzen mit Fluorwasserstoffsäure oder Fluorammonium und Behandlung mit Schwefelsäure (Silicate).

Durch Schmelzen mit saurem Fluorkalium (Titanate, Tantalate, Niobate).

Mehre dieser Mineralien werden auch aufgelöst oder zersetzt, wenn man sie mit Chlorwasserstoffsäure oder Schwefelsäure in Röhren einschliesst und sie alsdann längere Zeit auf 200°—300° erhitzt.

Auch gibt es Silicate, z. B. Granat, Vesuvian, Epidot, Axinit, welche, im natürlichen Zustand von Säuren ganz unangreifbar, dadurch unter Abscheidung von Kieselsäuregallert leicht zersetzt werden, wenn man sie stark geglüht oder geschmolzen hat. Das amorphe glasige Schmelzproduct ist eben eine ganz andere Modification derselben Substanz, als ihr krystallinischer Zustand, wie sich dies auch durch das abweichende specifische Gewicht derselben gegenüber demjenigen der krystallinischen Ausbildungsweise zu erkennen gibt (vgl. S. 208).

Der Umstand, dass die Anzahl derjenigen Felsarten-Gemengtheile, welche der Einwirkung von Chlorwasserstoffsäure und Fluorwasserstoffsäure Widerstand leisten, eine sehr geringe ist (z. B. Zirkon, Spinell, Rutil, Turmalin, Andalusit), wird bei



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

petrographischen Untersuchungen mit Vortheil dazu angewandt, solche Mineralien durch eine Behandlung des zerkleinerten Gesteins mit jenen Säuren von den dadurch zur Lösung oder Zersetzung gelangenden getrennt zu erhalten.

Wegen der Aufzählung und Beschreibung der einzelnen Reagentien sowohl als auch der Reactionen der Bestandtheile der Mineralien muss auf die Werke über qualitative chemische Analyse verwiesen werden.

### 5. Prüfung der Mineralien auf ihre wichtigsten Elemente.

### § 155. Prüfung auf nicht-metallische Elemente und deren Sauerstoff-Verbindungen[1].

**Wasser;** dasselbe wird ganz oder theilweise durch Erhitzen der Probe im Kolben ausgetrieben, in dessen oberem Theile es sich niederschlägt; wo es jedoch als Product entsteht (S. 293), da entweicht es nur durch starkes Glühen.

**Salpetersäure;** die salpetersauren Salze verpuffen auf glühender Kohle; ausserdem geben sie, beim Erhitzen mit saurem schwefelsaurem Kali, salpetrige Säure, die an Farbe und Geruch zu erkennen ist.

**Schwefel** und **Schwefel-Verbindungen** entwickeln auf Kohle oder im offenen Glasrohr schwefelige Säure; Schwefelarsen und Schwefelquecksilber sublimiren im Kolben; einige Schwefelmetalle, wie z. B. Eisenkies, verflüchtigen einen Theil ihres Schwefels, wenn sie im Kolben erhitzt werden. Alle Schwefelmetalle geben nach dem Erhitzen mit Eisenpulver im Kölbchen Schwefelwasserstoff, welcher ein mit Bleilösung getränktes Papier schwarz färbt.

Schwefelsäure und jeder noch so geringe Schwefelgehalt werden entdeckt, wenn man ein ganz kleines Fragment des Minerals mit 2 Th. Soda und 1 Th. Borax auf Kohle im Reductionsfeuer schmilzt, die geschmolzene Masse auf ein blankes Silberblech legt und mit etwas Wasser befeuchtet, wodurch das Silber braun oder schwarz gefärbt wird. Indessen verhält sich Selen und Tellur auf ähnliche Weise.

Aeusserst empfindlich ist die von *Dana* vorgeschlagene Methode. Man schmilzt nämlich die Probe auf Kohle mit Soda im Reductionsfeuer, bringt sie auf ein Uhrglas mit einem Tropfen Wasser, und setzt ein kleines Körnchen von Nitroprussidnatrium hinzu, worauf die von *Playfair* beobachtete Purpurfärbung eintritt. Auf nassem Wege, oder in Solutionen ist die Schwefelsäure am sichersten durch Chlorbaryum zu erkennen, welches einen schweren, weissen, in Salzsäure und Salpetersäure unauflöslichen Niederschlag bildet. Einen ähnlichen Niederschlag bewirkt essigsaures Blei, doch wird derselbe in heisser concentrirter Salzsäure aufgelöst.

Um zu entscheiden, ob das Mineral Schwefel oder Schwefelsäure hält, dazu dient folgendes von *v. Kobell* vorgeschlagene Verfahren. Man kocht die pulverisirte Probe in Kalilauge ein, erhitzt bis zur beginnenden Schmelzung des Kalis, löst auf, filtrirt, und steckt in das Filtrat ein Stück blankes Silber, welches sich schwärzt, wenn der Schwefel als solcher vorhanden war. Auf diese Weise lässt sich der Schwefelgehalt im Haüyn, Helvin und Lasurstein nachweisen.

**Phosphorsäure.** Die meisten phosphorsauren Verbindungen färben, nachdem ein etwa vorhandener Wassergehalt durch Glühen entfernt worden, die Löthrohrflamme für sich blaugrün, zumal nach vorheriger Befeuchtung mit Schwefelsäure; nur muss der Versuch im Dunkeln angestellt werden; die Reaction ist noch bei einem Gehalt von 3 Procent erkennbar. Bei grösserem Gehalt wird die Probe mit Borsäure auf Kohle im Oxydationsfeuer geschmolzen, in die glühende Perle ein Stückchen Eisendraht gesteckt und darauf das Ganze im Reductionsfeuer behandelt. Dadurch bildet

1) Obgleich in diesen Elementen zunächst nur das Löthrohrverhalten der Mineralien berücksichtigt werden soll, so mögen doch bei den wichtigeren Bestandtheilen einige Reactionen zu ihrer Erkennung auf nassem Wege in Erinnerung gebracht werden. — Für dieses Kapitel schien es zweckmässiger, sich theilweise noch der älteren Bezeichnungsweise zu bedienen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sich Phosphoreisen, welches nach Abkühlung der Perle als eisenschwarzes, dem Magnet folgsames Korn herausgeschlagen werden kann. Diese Reaction gilt jedoch nur bei Abwesenheit von Schwefelsäure, Arsensäure oder durch Eisen reducirbarer Metalloxyde.

Um ganz geringe Mengen Phosphorsäure nachzuweisen, wird die durch Erhitzen vollständig entwässerte Substanz mit einem Stückchen Magnesiumdraht oder auch mit einem Stückchen Natrium in einem Glasröhrchen erhitzt. Bei Anwesenheit von Phosphorsäure entsteht unter lebhafter Feuererscheinung Phosphor-Magnesium resp. -Natrium, welche dann beim Befeuchten mit Wasser und Zerdrücken den höchst charakteristischen Geruch des Phosphorwasserstoffgases entwickeln (*Bunsen*). — Auf nassem Wege ist die Phosphorsäure dadurch nachzuweisen, dass sie mit schwefelsaurer Magnesia bei Zusatz von Chlorammonium und überschüssigem Ammoniak einen weissen, krystallinischen, in Säuren, aber nicht in Ammoniak, sehr wenig in Salmiak auflöslichen Niederschlag gibt, und dass der durch essigsaures Blei bewirkte Niederschlag, vor dem Löthrohr geschmolzen, zu einem krystallisirten Korn erstarrt. Schneller und sicherer ist sie an dem gelben Präcipitat durch überschüssiges molybdänsaures Ammoniak zu erkennen, welche Reaction freilich nur bei der einen Modification der Phosphorsäure eintrifft, übrigens aber auch mit der Kieselsäure und in der Hitze mit der Arsensäure sich einstellt. Bei Gegenwart der Kieselsäure wird man behufs deren Abscheidung die zu prüfende Lösung unter Zusatz von Salzsäure oder Salpetersäure bis zur Trockniss verdampfen, den Rückstand mit dem Molybdat im Ueberschuss versetzen.

**Selen** und **Selensäure** verrathen sich sogleich durch den höchst auffallenden faulen Rettiggeruch (auch durch eine schön blaue Flamme) im Oxydationsfeuer, und durch den grauen, metallisch glänzenden Beschlag auf Kohle; auch kann man das Selen durch Röstung der Probe im Glasrohr leicht als rothes Sublimat ausscheiden.

**Chlor** und **Chloride.** Man schmilzt Phosphorsalz mit so viel Kupferoxyd, dass die Perle sehr dunkelgrün wird; mit dieser Perle wird die Probe zusammengeschmolzen, worauf sich die Flamme röthlichblau färbt, bis alles Chlor ausgetrieben ist. Einige andere Kupfersalze zeigen zwar für sich, aber nie mit Phosphorsalz eine ähnliche Reaction. Ist nur sehr wenig Chlor vorhanden, so muss die Probe in Salpetersäure aufgelöst (und zu dem Ende, wenn sie nicht schon auflöslich ist, vorher mit Soda auf Platindraht geschmolzen) werden; die mit Wasser verdünnte Solution gibt dann mit Silbernitrat Niederschlag von Chlorsilber. — Ueberhaupt ist das Chlor in Solutionen am sichersten durch diesen Niederschlag zu erkennen, welcher erst weiss ist, sich aber am Licht allmählich bräunt und schwärzt, übrigens leicht in Ammoniak, aber nicht in Salpetersäure auflöst.

**Jod** und **Jodide** ertheilen, auf dieselbe Art mit Phosphorsalz und Kupferoxyd behandelt, der Flamme eine sehr schöne und stark grüne Farbe; auch geben sie im Kolben mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen violette Dämpfe. — In Solutionen gibt Jod mit salpetersaurem Silber zwar einen ähnlichen Niederschlag wie Chlor, derselbe ist jedoch gelblich gefärbt und in Ammoniak sehr schwer auflöslich. Die blaue Farbe des Jod-Amylums ist bekanntlich das sicherste Erkennungsmittel, und am leichtesten dadurch nachzuweisen, dass man das Mineral in einem Probirglas mit concentrirter Schwefelsäure übergiesst und im oberen Ende des Glases einen mit Stärkekleister bestrichenen Streifen Papier befestigt, der dann durch die Joddämpfe gefärbt wird.

**Brom** und **Bromide** färben, ebenso mit Phosphorsalz und Kupferoxyd geschmolzen, die Flamme grünlichblau. Mit saurem schwefelsaurem Kali im Kolben geschmolzen geben sie Bromdämpfe, welche an der rothgelben Farbe und dem eigenthümlichen Geruch erkennbar sind. Wird ein bromhaltiges Mineral mit conc. Schwefelsäure behandelt und Stärkekleister darüber gebracht, so färbt sich derselbe nach einigen Stunden pomeranzgelb.

**Fluor;** ist es in geringer Menge und blos accessorisch in einem wasserhaltigen Mineral vorhanden, so braucht man die Probe nur für sich im Kolben zu erhitzen, in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dessen offenes Ende ein Streifen feuchtes Fernambukpapier gesteckt worden ist; das Glas wird angegriffen und das Papier strohgelb gefärbt. Wenn aber das Fluor reichlicher zugegen ist, so kann dieselbe Reaction nur dadurch erhalten werden, dass man die Probe mit geschmolzenem Phosphorsalz im offenen Glasrohr erhitzt, und dabei einen Theil der Flamme in das Rohr streichen lässt.

Auf nassem Wege ist das Fluor am sichersten dadurch nachzuweisen, dass man die pulverisirte Probe mit concentrirter Schwefelsäure in einem kleinen Platintiegel erwärmt, welcher mit einer Glasplatte bedeckt wird, die vorher mit einer dünnen Wachsschicht überzogen wurde, in welche man mit einer Holzspitze Linien einzeichnete, um den Glasgrund stellenweise zu entblössen. Nach einiger Zeit findet man das Glas an diesen Stellen geätzt. Nach *Nicklès* ist es jedoch besser, eine Platte von Bergkrystall anzuwenden, weil die Schwefelsäuredämpfe für sich allein auf das Glas wirken.

**Borsäure;** man mengt die pulverisirte Probe mit 1 Th. Flussspath und 4½ Th. saurem schwefelsaurem Kali und schmilzt das Gemeng; im Augenblick der Schmelzung färbt sich die Flamme vorübergehend gelblichgrün (durch Fluorbor). Dieselbe Färbung der Flamme geben fast alle borsäurehaltigen Mineralien, wenn ihr mit Schwefelsäure befeuchtetes Pulver in der blauen Flamme erhitzt wird. — Auf nassem Wege ist die Borsäure dadurch nachzuweisen, dass man die Probe mit Schwefelsäure erhitzt, dann Alkohol hinzufügt und diesen anzündet; die Flamme wird durch die mit dem Alkohol verdampfende Borsäure sehr deutlich grün gefärbt.

**Kohle;** pulverisirt und mit Salpeter erhitzt verpufft sie und hinterlässt kohlensaures Kali. Die Kohlensäure ist auf trockenem Wege nicht wohl nachzuweisen, weshalb zu ihrer Erkennung die Probe mit Salzsäure behandelt wird, wobei die Kohlensäure unter Aufbrausen als farbloses Gas entweicht, welches Lackmus vorübergehend röthet und Kalk- oder Barytwasser trübt. Ist Kohlensäure in Solutionen vorhanden, so erkennt man sie daran, dass Kalkwasser und Barytwasser Niederschläge geben, welche sich in Säuren unter Aufbrausen auflösen.

**Kieselsäure;** bleibt für sich unverändert; wird von Borax sehr langsam, von Phosphorsalz sehr wenig, dagegen von Soda unter starkem Aufbrausen ganz zu klarem Glas aufgelöst; mit Kobaltsolution geglüht erhält sie schwache bläuliche Färbung. Die Silicate werden vom Phosphorsalz mit Hinterlassung der Kieselsäure zersetzt, welche als Pulver oder als Skelett in der Perle schwimmt; ausserdem schmelzen sie grossentheils mit Soda zu klarem Glas.

Die Kieselsäure findet sich in zwei Modificationen, von welchen die eine (amorphe) in Wasser und Säuren löslich ist, während die andere (krystallinische) nur von Flusssäure angegriffen wird. Jene wird auch in kochender Kalilauge leicht, diese nur sehr schwierig aufgelöst. Was die Silicate betrifft, so werden viele derselben von Salzsäure zersetzt, und zwar um so leichter, je stärker die Basis, je geringer der Gehalt an Kieselsäure, und je grösser der Wassergehalt ist. Dabei zieht die Salzsäure entweder nur die Basis aus, indem die Kieselsäure als Gallert oder als Pulver zurückbleibt, oder sie löst auch die Kieselsäure mit auf, welche dann erst bei dem Abdampfen der Solution eine Gallert bildet. Sehr viele Silicate sind aber unauflöslich in Säuren, und müssen daher durch Schmelzen mit kohlensauren Alkalien aufgeschlossen werden, wobei sich die Kieselsäure mit dem Alkali verbindet. Die hierauf gebildete Lösung gibt bei dem Abdampfen erst eine Gallert und endlich einen trockenen Rückstand, dessen in kochender Salzsäure unauflöslicher Theil sich wie Kieselsäure verhält.

## § 156. Prüfung auf Alkalien und Erden.

**Ammoniak** verräth sich sogleich durch seinen Geruch, wenn die Probe mit Soda im Kolben erhitzt wird. Reibt man ammoniakhaltige Salze mit Kalkhydrat zusammen, oder erwärmt man solche mit Kalilauge, so wird das Ammoniak gleichfalls ausgetrieben, und gibt sich sowohl durch seinen Geruch, als auch durch seine Reaction auf feuchtes Curcumapapier, sowie durch die weissen Nebel zu erkennen, welche entstehen, wenn man ein mit Salzsäure befeuchtetes Glasstäbchen über die Probe hält.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Natron** ist in den Mineralien daran zu erkennen, dass die Probe während des Schmelzens oder starken Glühens die äussere Flamme röthlichgelb färbt und auffallend vergrössert. Spectroskopisch leicht erkennbar. — In den Solutionen, welche Natron enthalten, gibt dasselbe mit Platinchlorid und schwefelsaurer Thonerde und Weinsäure keinen Niederschlag. Das Natron wird überhaupt auf nassem Wege mehr durch negative als durch positive Merkmale charakterisirt, und seine Anwesenheit ist, ebenso wie die des Lithions, leichter vor dem Löthrohr zu erkennen.

**Lithion** wird, wenn es nicht in zu geringer Menge vorhanden ist, durch die schöne carminrothe Färbung der Flamme erkannt, welche die Probe während des Schmelzens hervorbringt; bei geringem Lithiongehalt tritt nach *Turner* dieselbe Färbung ein, wenn man die pulverisirte Probe mit einem Gemeng von 1 Th. Flussspath und 1½ Th. schwefelsaurem Kali schmilzt. Doch wird diese Reaction durch die Anwesenheit von Natron gestört; der 7 pCt. Lithion haltende Amblygonit zeigt daher nur die gelbe Färbung der Flamme. Spectroskopisch auch in Spuren nachweisbar. — Lithion gibt in Solutionen mit Platinchlorid, schwefelsaurer Thonerde und Weinsäure keinen Niederschlag; wohl aber, wenn die Lösung nicht zu sehr verdünnt ist, mit kohlensaurem Natron, noch leichter mit phosphorsaurem Natron.

**Kali;** wenn es allein, d. h. ohne Natron oder Lithion vorhanden ist, lässt es sich dadurch erkennen, dass die Probe, in der Spitze der blauen Flamme erhitzt, eine violette Färbung der äusseren Flamme bewirkt. Diese Reaction wird bei gleichzeitiger Anwesenheit von Natron oder Lithion gestört, tritt jedoch hervor, wenn man die Flamme durch ein Kobaltglas betrachtet (vgl. S. 319). Gleichfalls ist das Kali noch nachzuweisen, wenn man die Probe in einem durch Nickeloxydul braun gefärbten Boraxglas schmilzt, welches durch Kali bläulich wird. — In den concentrirten Auflösungen der Kalisalze erkennt man das Kali daran, dass es mit Platinchlorid einen citrongelben, krystallinischen schweren Niederschlag von Kaliumplatinchlorid, mit Weinsäure einen weissen, krystallinisch-körnigen Niederschlag von saurem, weinsaurem Kali, mit schwefelsaurer Thonerde nach einiger Zeit einen Niederschlag von Alaunkrystallen bildet. Sollte auch Ammoniak vorhanden sein, so muss dies vorher ausgetrieben werden. Das Kali ist sehr häufig nur auf nassem Wege nachzuweisen, weil seine Reactionen vor dem Löthrohr durch Natron unscheinbar werden. Vermuthet man also in einem Silicat ausser Natron auch Kali, so mengt man die feinpulverisirte Probe mit dem doppelten Volumen Soda, schmilzt das Gemeng auf Kohle (in einer Vertiefung), pulverisirt die geschmolzene Masse, löst sie in Salzsäure, dampft ein, löst den Rückstand in wenig Wasser, und versetzt dann die Lösung mit den oben genannten Reagentien.

**Baryt;** der kohlensaure Baryt schmilzt leicht zu einem klaren, nach dem Erkalten milchweissen Glas; der schwefelsaure Baryt ist sehr schwer schmelzbar, reducirt sich aber auf Kohle im Reductionsfeuer zu Schwefelbaryum. In seinen Verbindungen mit Kieselsäure kann der Baryt nicht wohl auf trockenem Wege erkannt werden. Spectroskopisch leicht erkennbar. — Die Auflösungen eines Barytsalzes geben mit Schwefelsäure und mit Gypssolution sogleich einen feinen, weissen, in Säuren und Alkalien unauflöslichen Niederschlag; ebenso mit Kieselfluorwasserstoffsäure einen farblosen krystallinischen Niederschlag.

**Strontian;** der kohlensaure schmilzt nur in den äussersten Kanten, und bildet dabei staudenförmige, hell leuchtende Ausläufer; der schwefelsaure schmilzt ziemlich leicht im Oxydationsfeuer, und verwandelt sich im Reductionsfeuer in Schwefelstrontium, welches in Salzsäure aufgelöst, eingetrocknet und mit Alkohol übergossen, die Flamme des letzteren schön roth färbt. In anderen Verbindungen muss die Prüfung auf nassem Wege erfolgen. Spectroskopisch leicht erkennbar. — Solutionen, welche Strontian enthalten, geben zwar mit Schwefelsäure und mit Gypssolution ein Präcipitat, jedoch nicht sogleich, sondern erst nach einiger Zeit; dagegen wird der Strontian durch Kieselfluorwasserstoffsäure gar nicht gefällt. Die salzsaure Lösung des Strontians ertheilt auf die angegebene Weise der Alkoholflamme eine carminrothe Farbe. Sind

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in einem Mineral Baryt und Strontian zugleich vorhanden, so stellt man eine salzsaure Solution derselben her, dampft ein, glüht den Rückstand, pulverisirt und digerirt ihn mit Alkohol, welcher das Chlorstrontium auflöst, das Chlorbaryum dagegen unaufgelöst zurücklässt.

**Kalk** findet sich in so manchfaltigen Verbindungen, dass kein allgemeines Verfahren zu seiner Nachweisung auf trockenem Wege angegeben werden kann; der kohlensaure Kalk wird für sich kaustisch, und reagirt dann alkalisch; schwefelsaurer Kalk verwandelt sich auf Kohle im Reductionsfeuer in Schwefelcalcium, welches ebenfalls alkalisch reagirt. — Kalk präcipitirt mit Schwefelsäure nur aus concentrirten Solutionen, mit Oxalsäure oder oxalsaurem Ammoniak aber auch bei sehr starker Verdünnung, mit Kieselfluorwasserstoffsäure gar nicht. Weil jedoch Baryt und Strontian mit Oxalsäure gleichfalls ein Präcipitat geben, so muss man solche, wenn sie zugleich mit Kalk vorhanden sind, vorher durch schwefelsaures Kali trennen. Uebrigens färbt Chlorcalcium die Flamme des Alkohols gelblichroth. Spectroskopisch leicht erkennbar.

Enthält ein Magnesiasalz nur sehr wenig Kalk, so ist solcher nach *Scheerer* durch oxalsaures Ammoniak nicht mehr nachzuweisen; wohl aber gelingt ihre Trennung sehr gut, wenn man das Salz in ein neutrales schwefelsaures Salz verwandelt, im Wasser auflöst, und dann vorsichtig unter stetem Umrühren Alkohol zusetzt, bis eine schwache Trübung entsteht; nach einiger Zeit hat sich aller Kalk als Gyps abgeschieden. Nach *Sonstadt* wird aus einer Solution, welche Kalk und Magnesia zugleich enthält, der erstere durch wolframsaures Natron gefällt, wenn die Mischung bis 42° erwärmt wird, während die Magnesia gelöst bleibt; diese Reaction erfolgt noch deutlich, wenn 1000 Theile Magnesiasalz gegen 1 Theil Kalksalz vorhanden sind.

**Magnesia** ist für sich, als Hydrat, als Carbonat und in einigen anderen Verbindungen dadurch zu erkennen, dass die Probe mit Kobaltsolution oder oxalsaurem Kobalt geglüht lichtroth wird. — Magnesia wird weder durch Schwefelsäure noch durch Oxalsäure oder Kieselfluorwasserstoffsäure gefällt; dagegen gibt sie durch phosphorsaures Natron mit Zusatz von Chlorammonium und überschüssigem Ammoniak einen weissen krystallinischen Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, der in Säuren löslich ist.

**Thonerde,** welche für sich ganz unveränderlich ist, kann in vielen ihrer Verbindungen daran erkannt werden, dass die erhitzte Probe mit Kobaltsolution befeuchtet und abermals stark erhitzt eine schöne blaue Farbe erhält. — Thonerde wird durch Kali als ein weisser voluminöser Niederschlag gefällt, welcher sich in einem Uebermaass von Kali leicht und vollständig auflöst, aus dieser Auflösung aber durch Salmiak wiederum gefällt wird. Kohlensaures Ammoniak bewirkt gleichfalls ein Präcipitat, welches jedoch im Uebermaass nicht löslich ist.

**Beryllerde** und **Yttererde** lassen sich in ihren Verbindungen vor dem Löthrohr nicht füglich erkennen und erfordern daher die Anwendung des nassen Weges; dasselbe gilt von der Zirkonsäure und dem Thoroxyd, obgleich die Mineralien, in welchen diese Substanzen vorkommen, z. Th. durch ihr Verhalten vor dem Löthrohr recht gut charakterisirt sind. — Beryllerde verhält sich gegen Kali wie Thonerde; dagegen ist ihr Verhalten zu kohlensaurem Ammoniak insofern verschieden, wiefern im Ueberschuss desselben das gebildete Präcipitat löslich ist, wodurch sich die Beryllerde von der Thonerde unterscheiden und trennen lässt. — Yttererde wird durch Kali gefällt, ohne im Uebermaass desselben wieder aufgelöst zu werden, während sie sich gegen kohlensaures Ammoniak wie Beryllerde verhält. — Zirkonsäure verhält sich gegen Kali wie Yttererde, und gegen kohlensaures Ammoniak wie Beryllerde; durch concentrirtes schwefelsaures Kali wird aus ihren Lösungen ein Doppelsalz von Zirkonsäure und Kali gefällt, welches in reinem Wasser sehr wenig auflöslich ist. Nach *Bailey* schlägt concentrirtes Wasserstoffsuperoxyd das Zirkon aus einer Lösung von Zirkonsäure in überschüssiger Schwefelsäure sogleich und völlig in Form einer höheren Oxydationsstufe $Zr^2O^5$ nieder; da Wasserstoffsuperoxyd weder Eisen und

Thonerde noch Titan fällt, so gestattet diese Reaction, kleine Mengen von $ZrO^2$ in den Mineralien unmittelbar von den genannten Elementen zu trennen.

## § 157. Prüfung auf Arsen, Antimon, Tellur, Wismut und Quecksilber.

Die schweren Metalle und deren Oxyde sind als Bestandtheile der Mineralien vor dem Löthrohr grossentheils leicht zu erkennen. Es seien daher für die wichtigsten dieser Metalle in aller Kürze die Reactionen angegeben, welche für sie besonders charakteristisch sind.

Gediegen **Arsen** verflüchtigt sich auf der Kohle zu Dämpfen von Suboxyd, die an ihrem knoblauchähnlichen Geruch zu erkennen sind; auch sublimirt es im Glaskolben. Schwefelarsen verhält sich ähnlich. Die meisten Arsenmetalle geben auf Kohle im Reductionsfeuer einen von der Probe weit entfernten weissen, durch erneutes Anblasen leicht zu vertreibenden Beschlag, oder auch (bei grösserem Arsengehalt) graulichweisse Dämpfe von knoblauchähnlichem Geruch; einige Arsenmetalle sublimiren im Kolben metallisches Arsen. Sämmtliche Arsenmetalle aber entwickeln im offenen Glasrohr arsenige Säure, die Arsen- und Schwefel-Metalle zugleich schwefelige Dämpfe. — Viele arsensaure Salze geben mit Soda auf Kohle im Reductionsfeuer sehr deutlich den Geruch nach Arsen-Suboxyd, auch färben sie in der Zange erhitzt die äussere Flamme hellblau; die arsensauren Erdsalze sublimiren z. Th. metallisches Arsen, wenn sie mit Kohlepulver im Kolben erhitzt werden.

Manche Arsenverbindungen und arsensaure Salze erfordern zur Nachweisung des Arsens eine Behandlung auf nassem Wege, welche dadurch vorbereitet wird, dass man die pulverisirte Probe mit dem drei- bis sechsfachen Volumen Salpeter im Platinlöffel schmilzt, wobei arsensaures Kali entsteht. Die geschmolzene Masse wird mit Wasser digerirt, die Auflösung in einem Probirglas concentrirt, mit einigen Tropfen Schwefelammonium versetzt, geschüttelt, und das gebildete Schwefelarsen durch verdünnte Salzsäure gefällt, das Präcipitat abfiltrirt, getrocknet und mit einem Gemeng von Cyankalium und Soda im Kolben geglüht, wobei sich metallisches Arsen sublimirt. — Eine sehr empfindliche Reaction auf Arsen besteht darin, dass dasselbe in salzsaurer Lösung einer Wasserstoffentwickelung ausgesetzt, auf Filtrirpapier, welches mit concentrirter Silbernitratlösung getränkt ist, einen gelben Fleck gibt.

**Antimon** schmilzt leicht auf Kohle, verdampft dann und umgibt sich dabei mit weissem, krystallinischem Antimonoxyd (antimoniger Säure); der Beschlag ist dick, bildet sich in der Nähe der Probe und kann nicht so leicht wie der Arsenbeschlag durch erneutes Anblasen vertrieben werden; über Schwefelammonium gehalten, wird der weisse Beschlag orangeroth. Im Kolben sublimirt Antimon nicht. Im offenen Glasrohr verbrennt es langsam mit weissem Rauch, der am Glas ein Sublimat bildet, das von einer Stelle zur anderen verflüchtigt werden kann (doch nicht so leicht wie der Arsenbeschlag). Dieselbe Reaction geben die meisten Mineralien, in welchen Antimon mit Schwefel und mit Metallen verbunden ist. Antimonoxyd schmilzt leicht, verdampft, wird auf Kohle reducirt, und färbt dabei die Flamme schwach grünlichblau. — Ist das Antimon als Oxyd oder als Säure vorhanden, so ist es bisweilen gut, die Probe mit Soda zu mengen und auf Kohle im Reductionsfeuer zu behandeln, worauf dann der charakteristische Beschlag sichtbar wird.

**Wismut** schmilzt sehr leicht, verdampft dann, und beschlägt die Kohle mit gelbem Oxyd. Im Kolben sublimirt es nicht. Im Glasrohr gibt es keinen Dampf, umgibt sich aber mit geschmolzenem Oxyd, welches warm dunkelbraun, kalt hellgelb erscheint. Dieses Verhalten und die sehr leichte Reducirbarkeit des Oxyds lassen das Wismut auch in seinen Verbindungen leicht erkennen. — In Solutionen bildet Wismutoxyd mit Schwefelwasserstoff einen schwarzen Niederschlag, und wird durch Kali oder Ammoniak als weisses Hydrat gefällt, das im Uebermaass des Fällungsmittels nicht gelöst wird; reichlicher Zusatz von Wasser bewirkt einen weissen Niederschlag von schwer löslichem basischem Salz. Schwefelwismut gibt nach *v. Kobell* mit Jodkalium auf Kohle erhitzt einen rothen Beschlag.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Tellur** schmilzt sehr leicht, verdampft auf Kohle und umgibt sich mit einem weissen, rothgesäumten Beschlag, welcher in der Reductionsflamme mit blaugrünem Licht verschwindet; im Kolben sublimirt es metallisch; im Glasrohr gibt es dicke Dämpfe und einen weissen Anflug von telluriger Säure, der sich zu kleinen klaren Tropfen schmelzen lässt. — Zur Erkennung des Tellurs auf nassem Wege gibt *v. Kobell* folgende Methode an. Man übergiesst das Erzpulver in einem Probirglas, von 4 bis 5 Linien Durchmesser und 6 Zoll Länge, einen Zoll hoch mit concentrirter Schwefelsäure und erwärmt über der Spiritusflamme; bei der ersten Einwirkung der Wärme wird die Säure von Tellur, Sylvanit und Tetradymit roth gefärbt; bei stärkerer Erhitzung verschwindet die Farbe wieder. Setzt man zu der rothen Flüssigkeit Wasser, so bildet sich ein schwärzlichgraues Präcipitat von Tellur, und die Flüssigkeit wird farblos. Der Nagyagit gibt eine trübe, bräunliche Flüssigkeit, welche, sich selbst überlassen, hyacinthroth wird, mit Wasser aber dasselbe Verhalten zeigt, wie vorher angegeben wurde.

**Quecksilber;** alle Quecksilberverbindungen sublimiren metallisches Quecksilber, wenn sie mit einem Zusatz von Zinn oder Soda im Kolben erhitzt werden.

## § 158. Prüfung auf Zink, Blei, Zinn und Cadmium.

**Zink;** man behandelt die Probe mit Soda auf Kohle, wodurch das Zink metallisch ausgetrieben, aber zugleich wieder (und zwar bei grösserem Gehalt mit bläulichgrüner Flamme) zu Oxyd verbrannt wird, welches die Kohle beschlägt; der Beschlag erscheint in der Wärme gelb, nach dem Erkalten weiss, wird aber mit Kobaltsolution geglüht schön grün gefärbt, und lässt sich im Oxydationsfeuer nicht weiter verflüchtigen. — In Solutionen ist das Zinkoxyd am sichersten daran zu erkennen, dass es durch Kali als weisses gelatinöses Hydrat gefällt wird, welches im Uebermaass des Kali leicht wieder aufgelöst, aus dieser Auflösung aber durch Schwefelwasserstoff als weisses Schwefelzink gefällt werden kann.

**Blei.** In seinen Verbindungen mit Schwefel und anderen Metallen wird es an dem in der Wärme dunkelcitrongelben, erkaltet schwefelgelben Beschlag von Bleioxyd erkannt, welcher sich im Oxydationsfeuer auf der Kohle absetzt. In den Bleisalzen verräth sich das Blei, bei Behandlung mit Soda auf Kohle im Reductionsfeuer, sowohl durch den Beschlag von Bleioxyd, als auch durch Reduction von metallischem Blei. — Die Solutionen der Bleisalze sind farblos, und geben mit Schwefelwasserstoff ein schwarzes Präcipitat. Durch Salzsäure wird weisses Chlorblei gefällt, welches von Ammoniak keine Veränderung erleidet, in vielem heissen Wasser aber auflöslich ist. Mit Schwefelsäure erfolgt ein weisser, mit chromsaurem Kali ein gelber Niederschlag.

**Zinn;** dasselbe findet sich wesentlich nur im Zinnkies und Zinnstein; es gibt sich durch den weissen Beschlag von Zinnoxyd zu erkennen, welcher auf der Kohle dicht hinter der Probe abgesetzt wird, und sich weder im Oxydations- noch im Reductionsfeuer vertreiben lässt. Dieser Beschlag nimmt durch Kobaltsolution eine bläulichgrüne Farbe an, welche jedoch von der des Zinkoxyds sehr verschieden ist. Das Oxyd kann übrigens mit Soda zu kleinen metallischen dehnbaren Kügelchen reducirt werden, was selbst dann gelingt, wenn das Zinn nur in sehr kleinen Quantitäten, als accessorischer Bestandtheil, vorhanden ist. — Schmilzt man ganz minimale Mengen von Zinnstein in der Reductionsflamme mit einer Kupferperle zusammen, so nimmt dieselbe eine rubinrothe Färbung an; Rutil und Zirkon bewirken dies nicht.

**Cadmium.** Dieses in manchen Varietäten der Zinkblende und des Galmei, sowie im Greenockit vorkommende Metall ist daran zu erkennen, dass sich die Kohle im Reductionsfeuer (nach Befinden unter Zusatz von Soda) mit einem rothbraunen bis pomeranzgelben Beschlag bedeckt. Die saure Lösung gibt mit Schwefelwasserstoff citrongelben, in Schwefelammonium unlöslichen Niederschlag.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## § 159. Prüfung auf Mangan, Kobalt, Nickel und Kupfer.

**Mangan.** Dasselbe ist in solchen Mineralien, welche kein anderes, die Flüsse färbendes Metall enthalten, sehr leicht nachzuweisen, indem die mit Borax oder Phosphorsalz auf Platindraht im Oxydationsfeuer behandelte Probe ein durch Manganoxyd schön amethystfarbiges Glas liefert, welches im Reductionsfeuer farblos wird; diese Reaction erfolgt im Allgemeinen leichter mit Borax, als mit Phosphorsalz. Sind jedoch andere Metalle vorhanden, so mengt man die fein pulverisirte Probe mit 2 bis 3 Mal so viel Soda, und schmilzt das Gemeng auf Platinblech im Oxydationsfeuer, wodurch es eine blaugrüne Farbe (von mangansaurem Natron) erhält. Diese letztere Reaction ist überhaupt das sicherste Erkennungsmittel des Mangans, und gewährt den Nachweis auch eines sehr kleinen Mangangehalts, wenn man der Probe etwas Salpeter zusetzt. — Aus den Auflösungen seiner Salze wird das Manganoxydul durch Kali (oder Ammoniak) als weisses Hydrat gefällt, welches an der Luft allmählich schwarzbraun, und durch kohlensaures Ammoniak nicht wieder aufgelöst wird. Die Reaction mit Soda ist übrigens immer entscheidend. — In der Phosphorsäure hat *v. Kobell* ein sehr gutes Reagens auf Mangan erkannt; alle Manganerze und manganhaltige Verbindungen geben nämlich, wenn sie mit concentrirter Phosphorsäure in einer Platinschale bis zur Syrupsdicke eingekocht werden, entweder unmittelbar (wie die eigentlichen Manganerze, der Franklinit und Manganepidot) oder nach Zusatz von Salpetersäure (wie fast die sämmtlichen übrigen manganhaltigen Mineralien) eine violette Farbe.

**Kobalt** ist gewöhnlich sehr leicht nachzuweisen. Hat das betreffende Mineral metallischen Habitus, so wird die Probe erst auf Kohle geröstet, und dann mit Borax im Oxydationsfeuer behandelt, wodurch ein Glas von sehr schöner blauer Farbe erhalten wird, welche von Kobaltoxydul herrührt. Kobalthaltige Mineralien von nichtmetallischem Habitus schmilzt man sofort mit Borax. In manchen Fällen (wenn nämlich zugleich Mangan, Eisen, Kupfer oder Nickel vorhanden ist) tritt die blaue Farbe erst dann deutlich hervor, wenn das Glas eine Zeit lang im Reductionsfeuer erhitzt worden ist. — Die Salze des Kobaltoxyduls geben eine hellrothe Solution, aus welcher Kali ein blaues flockiges Präcipitat niederschlägt, welches an der Luft olivengrün wird, und durch kohlensaures Ammoniak wieder aufgelöst werden kann. Ausserdem geben neutrale Lösungen von Kobaltoxydul nach Zusatz von etwas Essigsäure mit salpetrigsaurem Kali einen charakteristischen gelben Niederschlag von salpetrigsaurem Kobaltoxyd-Kali (Unterschied von Nickel).

**Nickel.** Gewöhnlich ist die Gegenwart dieses Metalls sehr leicht daran zu erkennen, dass die im Glasrohr oder auf Kohle geröstete Probe mit Borax im Oxydationsfeuer ein Glas gibt, welches heiss röthlich- bis violettbraun, kalt gelblich bis dunkelroth ist (von Nickeloxydul); ein Zusatz von Salpeter verändert die Farbe in blau, wodurch sich das Nickeloxyd vom Eisenoxyd unterscheidet. Im Reductionsfeuer verschwindet die Farbe, und das Glas wird graulich von fein zertheiltem Nickelmetall, besonders leicht bei Zusatz von etwas Zinn. Die Reactionen mit Phosphorsalz sind ähnlich, doch verschwindet die Farbe des Glases nach der Abkühlung fast gänzlich. — Die Solutionen der Nickeloxydsalze haben eine hellgrüne Farbe und geben mit Kali ein hellgrünes Präcipitat von Nickeloxydhydrat, welches an der Luft unveränderlich ist, von kohlensaurem Ammoniak aber wiederum aufgelöst wird.

**Kupfer.** Dasselbe ist in den meisten Fällen dadurch zu erkennen, dass die (bei metallischem Habitus des Minerals vorher geröstete) Probe mit Borax oder Phosphorsalz im Reductionsfeuer ein undurchsichtiges braunrothes Glas liefert, was nöthigenfalls durch einen kleinen Zusatz von Zinn befördert wird. Bei sehr geringen Mengen von Kupfer wird die Perle hoch purpurroth. Im Oxydationsfeuer behandelt erscheint das Glas heiss grün, kalt blau. Mit Soda erhält man metallisches Kupfer. — Oft lässt sich ein kleiner Gehalt an Kupfer dadurch entdecken, dass man die Probe mit Salzsäure befeuchtet und in der Oxydationsflamme erhitzt, wobei die äussere Flamme schön grünlichblau gefärbt wird. — Die Solutionen der Kupferoxydsalze sind blau

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oder grün und geben mit Schwefelwasserstoff einen bräunlichschwarzen Niederschlag; Ammoniak bewirkt anfangs einen blassgrünen oder blauen Niederschlag, der sich im Uebermaass desselben mit prächtiger blauer Farbe auflöst. Cyaneisenkalium gibt, auch bei grosser Verdünnung, einen dunkelbraunen Niederschlag, und Eisen fällt das Kupfer metallisch.

## § 160. Prüfung auf Silber, Gold, Platin und dessen Begleiter.

**Silber** ist als gediegenes Silber sogleich zu erkennen, und lässt sich aus vielen seiner Verbindungen auf Kohle leicht darstellen. Andere Verbindungen und solche Schwefelmetalle, in denen das Silber nur als accessorischer Bestandtheil vorhanden ist, untersucht man folgendermassen. Die pulverisirte Probe wird mit Boraxglas und Probirblei gemengt, und auf Kohle in einer Vertiefung derselben erst im Reductionsfeuer geschmolzen, dann aber eine Zeit lang im Oxydationsfeuer behandelt, wodurch zunächst ein silberhaltiges Bleikorn (Werkblei) erhalten wird. Dieses Werkblei wird nun in einer kleinen, vorher ausgeglühten Capelle aus Knochenasche im Oxydationsfeuer geschmolzen und abgetrieben (d. h. zumeist in Glätte PbO verwandelt), und endlich das so erhaltene silberreiche Bleikorn in einer zweiten Capelle feingetrieben, wobei sich die Glätte in die Capelle zieht und das Silberkorn rein zurücklässt. Einige Mineralien geben bei diesem Verfahren ein kupferhaltiges oder goldhaltiges Silberkorn. — Aus seiner salpetersauren Solution wird Silber durch Salzsäure als weisses käsiges Chlorsilber niedergeschlagen, welches am Licht allmählich schwarz wird, sich in Ammoniak löst, und aus der Lösung wieder als Chlorsilber gefällt werden kann.

**Gold** ist als gediegenes Gold hinreichend charakterisirt, und kann aus seinen Tellurverbindungen (auf Kohle) leicht ausgeschieden werden. Ist das so erhaltene Metallkorn weiss, so hält es mehr Silber als Gold und muss dann in einem Porzellanschälchen mit etwas Salpetersäure erwärmt werden, in welcher sich das Korn schwarz färbt und das Silber allmählich auflöst, sobald das Gold nur den vierten Theil oder noch weniger beträgt. Ist der Goldgehalt grösser, so wendet man Salpetersalzsäure an, durch welche das Gold ausgezogen wird. — Aus der Solution des Goldes in Salpetersalzsäure wird durch Zinnchlorür, mit etwas Zinnchlorid versetzt, Goldpurpur, durch Eisenvitriol metallisches Gold gefällt.

**Platin** und die mit ihm vorkommenden Metalle lassen sich auf trockenem Wege nicht von einander trennen. Nur das Osmiridium wird zerlegt, wenn man dasselbe mit Salpeter im Kolben stark erhitzt, wodurch sich Osmiumsäure entwickelt, welche an ihrem äusserst stechenden Geruch erkannt wird. — Das gewöhnliche Platinkörnergemeng löst sich in erhitzter Salpetersalzsäure auf, mit Hinterlassung der Osmiridiumkörner; aus der Solution wird das Platin durch Salmiak als Zweifach-Chlorplatin-Ammonium gefällt, worauf die abgedampfte und wieder verdünnte Lösung durch Cyanquecksilber das Palladium als gelbweisses Cyanpalladium ausscheidet, während Jodkalium einen braunschwarzen Niederschlag von Jodpalladium erzeugt. Die Trennung des Rhodiums beruht darauf, dass sich dasselbe in schmelzendem saurem schwefelsaurem Kali auflöst, was mit Platin und Iridium nicht der Fall ist.

## § 161. Prüfung auf Cerium, Eisen, Chrom, Vanadium und Uran.

**Cerium** lässt sich in solchen Mineralien, welche kein anderes die Flüsse färbendes Metall (namentlich kein Eisenoxyd) enthalten, leicht dadurch erkennen, dass die Probe im Oxydationsfeuer mit Borax und Phosphorsalz ein rothes oder dunkelgelbes Glas gibt, dessen Farbe jedoch bei der Abkühlung sehr licht wird und im Reductionsfeuer verschwindet. Ceroxyd ist oft mit Lanthanoxyd und Didymoxyd verbunden.

**Eisen;** das Oxyd und Oxydhydrat wird vor dem Löthrohr schwarz und magnetisch. Uebrigens ist das Verhalten zu den Flüssen sehr entscheidend, indem die eisenhaltigen Mineralien mit Borax im Oxydationsfeuer ein dunkelrothes, nach dem Erkalten hellgelbes, im Reductionsfeuer ein olivengrünes bis berggrünes Glas liefern, welche letztere Reaction durch einen Zusatz von Zinn befördert wird. Doch

sind hierbei noch einige Rücksichten zu nehmen, wenn zugleich Kobalt, Kupfer, Nickel, Chrom, Uran oder Wolfram vorhanden sein sollte. Die Reactionen mit Phosphorsalz sind ähnlich. Ist das Eisen mit Schwefel oder Arsen verbunden, so muss die Probe vorher geröstet werden.

Die Eisenoxydulsalze geben eine grünliche Solution, aus welcher das Oxydul durch Kali (oder Ammoniak) als Hydrat gefällt wird, welches erst weiss ist, bald aber schmutziggrün und zuletzt gelblichbraun wird; kohlensaurer Kalk bringt keine Fällung hervor. Ferrocyankalium (Kaliumeisencyanür) bewirkt einen voluminösen bläulichweissen Niederschlag, der sich an der Luft blau färbt, während Ferridcyankalium (Kaliumeisencyanid) einen sehr schönen blauen Niederschlag gibt. — Die Eisenoxydsalze dagegen geben gelbe Solutionen, aus welchen das Oxyd durch Kali (oder Ammoniak) als flockiges braunes Hydrat gefällt wird; kohlensaurer Kalk veranlasst gleichfalls ein Präcipitat. Ferrocyankalium bewirkt einen sehr schönen blauen, Ferridcyankalium dagegen gar keinen Niederschlag.

**Chrom.** Die meisten chromhaltigen Mineralien zeigen die sehr entscheidende Reaction, dass sie, mit Borax oder Phosphorsalz geschmolzen, ein Glas liefern, welches nach dem Erkalten schön smaragdgrün erscheint, obgleich es warm gelblich oder röthlich zu sein pflegt. Gewöhnlich zeigt sich diese Reaction am besten im Reductionsfeuer; wenn jedoch Blei oder Kupferoxyd vorhanden ist, im Oxydationsfeuer. Bei einem geringen Chromgehalt ist man oft genöthigt, das Verfahren auf dem nassen Wege zu Hülfe zu nehmen. — In Solutionen ist das Chromoxyd gewöhnlich schon durch die grüne Farbe angezeigt: durch Kali wird dasselbe als bläulichgrünes Hydrat gefällt, welches sich im Uebermaass des Fällungsmittels wieder auflöst. Sehr sicher wird der Chromgehalt mancher Mineralien dadurch erkannt, das man die Probe mit dem dreifachen Volumen Salpeter schmilzt, wodurch chromsaures Kali gebildet wird, welches, durch Wasser ausgezogen, mit essigsaurem Blei ein gelbes Präcipitat von chromsaurem Blei liefert.

**Vanadium,** als Vanadinsäure, gibt mit Borax oder Phosphorsalz auf Platindraht geschmolzen ein Glas, das im Oxydationsfeuer gelb oder braun, im Reductionsfeuer schön grün ist; das Verhalten im Oxydationsfeuer lässt das Vanadium vom Chrom unterscheiden.

**Uran.** In den meisten uranhaltigen Mineralien wird dieses Metall an dem Verhalten der Probe mit Phosphorsalz erkannt, welches im Oxydationsfeuer ein klares, gelbes, im Reductionsfeuer ein schönes grünes Glas liefert. Mit Borax sind die Reactionen dieselben wie des Eisens. — Nach der Methode von *Bunsen* werden die Uranverbindungen mit zweifach schwefelsaurem Kali am Platindraht geschmolzen, die Schmelze dann mit einigen Körnchen krystallisirten kohlensauren Natrons zerrieben und befeuchtet, darauf mit Filtrirpapier aufgesogen; auf diesem entsteht nach dem Befeuchten mit Essigsäure durch Blutlaugensalz ein brauner Fleck.

## § 162. Prüfung auf Molybdän, Wolfram, Tantal und Titan.

**Molybdän;** dieses, nur in wenigen Mineralien vorkommende Metall gibt sich dadurch zu erkennen, dass die Probe im Reductionsfeuer mit Phosphorsalz ein grünes, mit Borax dagegen ein braunes Glas liefert, wodurch es sich von anderen Metallen unterscheidet, welche mit Borax gleichfalls ein grünes Glas geben. Der Molybdänbeschlag ist weiss, wird aber bei der Berührung mit der Reductionsflamme blau. — *Bunsen* gibt als Probe auf Molybdän folgendes Verfahren an: Man schmilzt die fein zerriebene Probe mit Soda am Platindraht zusammen, digerirt diese Masse mit ein paar Tropfen Wasser in der Wärme und saugt dann die Flüssigkeit mit Filtrirpapier auf. Wird ein Theilchen dieses Papiers mit Salzsäure und einem Tropfen Blutlaugensalz befeuchtet, so erhält es rothbraune Farbe. Ein anderes Papierstückchen wird mit Zinnchlorür befeuchtet in der Wärme blau (wird es gelb, so muss noch etwas von der ursprünglichen Lösung zugesetzt werden). Ein drittes Papierstückchen wird durch Schwefelammonium gebräunt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Wolfram;** kommt im Mineralreich wohl nur als Wolframsäure vor, welche in einigen Fällen daran zu erkennen ist, dass die Probe mit Phosphorsalz im Oxydationsfeuer ein farbloses oder gelbliches, im Reductionsfeuer dagegen ein sehr schönes blaues Glas liefert, welches, so lange es warm ist, grün erscheint. Ist jedoch Eisen vorhanden, so wird das Glas nicht blau, sondern blutroth. — Auch gilt folgendes Verfahren: Man schmilzt die Probe mit 5mal soviel Soda im Platinlöffel, löst in Wasser auf, filtrirt und versetzt das Filtrat mit Salzsäure, wodurch die Wolframsäure gefällt wird, welche kalt weiss, erwärmt citrongelb erscheint. — Wolframitpulver löst sich in siedender concentrirter Schwefelsäure zu klarer Flüssigkeit, welche beim Erkalten schön blau wird, und aus dieser Lösung scheidet sich durch Zusatz von Wasser Wolframsäurehydrat als voluminöse weisse Masse ab, welche bei längerem Stehen oder Kochen in gelbe Wolframsäure übergeht.

**Tantal,** als Tantalsäure, ist vor dem Löthrohr schwierig zu erkennen; sie wird von Phosphorsalz leicht und in grosser Menge zu einem farblosen Glas aufgelöst, welches bei der Abkühlung nicht unklar wird, und färbt sich mit Kobaltsolution nicht blau. Dieses Verfahren lässt allerdings die Tantalsäure von der Beryllerde, Yttererde, Zirkonerde und Thonerde unterscheiden; zu ihrer wirklichen Erkennung gelangt man jedoch am besten auf folgende Art: Man schmilzt die Probe mit doppelt so viel Salpeter und 3mal so viel Soda im Platinlöffel, löst auf, filtrirt, und versetzt das Filtrat mit Salzsäure, wodurch sich die Tantalsäure als weisses Pulver abscheidet, welches erhitzt nicht gelb wird. — Eine saure Lösung von Niobium, gekocht mit metallischem Zinn, gibt eine blaue Farbe.

**Titan,** als Titansäure und Titanoxyd; die erstere lässt sich im Anatas, Rutil, Brookit und Titanit dadurch nachweisen, dass die Probe mit Phosphorsalz im Oxydationsfeuer ein Glas gibt, welches farblos ist und bleibt, im Reductionsfeuer aber ein Glas, welches heiss gelb erscheint, während des Erkaltens indess durch roth in schön violett übergeht. Ist jedoch Eisen vorhanden, so wird das Glas braunroth, was erst nach dem Zusatz von etwas Zinn in violett übergeht. Nach *Riley* soll ein Zusatz von etwas Zink in allen Fällen noch wirksamer sein.

Eine sehr scharfe Reaction auf ganz geringe Mengen von Titansäure erhält man dadurch, dass die titanhaltige Probe vorsichtig an einem Platindraht mit einem Korn entwässerten Kaliumbisulfats zusammengeschmolzen, die Schmelze auf einen Porzellanscherben gebracht und mit einem Tropfen Wasserstoffsuperoxyd in wässeriger Lösung befeuchtet wird; alsdann erhält die Probe und die Lösung, je nach der Menge der vorhandenen Titansäure, eine gelbe bis orangerothe Färbung, welche durch die Bildung einer höheren Oxydationsstufe des Titans bedingt wird. — Bringt man einen Partikel von Rutil in eine Phosphorsalzperle, so zeigt dieselbe sofort die charakteristische violette Färbung der Titanverbindungen, die bei Zusatz von Zinn noch etwas intensiver wird; der manchmal damit leicht zu verwechselnde Zirkon verändert, auch nach längerer Einwirkung der Reductionsflamme, die Phosphorsalzperle nicht im mindesten, welche ganz farblos bleibt (*Sandberger*).

Im Titaneisen wird das Titan daran erkannt, dass die Probe in Salzsäure gelöst und die Solution mit etwas Zinn gekocht wird, wodurch sie die violette Farbe des Titanoxyds erhält; nach der Reduction färbt die salzsaure Lösung das Curcumapapier nicht mehr braun (was bei Zirkonsäure der Fall ist). Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt gibt Titaneisen eine blaue Farbe. — Nach *G. Rose* lässt sich in den Eisenerzen ein Titangehalt dadurch nachweisen, dass man das Erz mit Phosphorsalz in der äusseren Flamme schmilzt, die geschmolzene Masse noch heiss mit der Zange platt drückt, und dann unter das Mikroskop bringt, welches in derselben deutlich ausgeschiedene Krystalle (nicht von Anatas, sondern zufolge *Wunder*) von Titansäure-Natriumphosphat $Ti^2Na[PO^4]^3$ erkennen lässt.

Aus salpetersaurer Lösung können Titansäure und Zirkonsäure durch Zusatz von Aceton getrennt werden, indem dann die erstere vollständig ausfällt, die letztere gelöst bleibt (*Ad. Lindner*).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

### 6. Mikrochemische Prüfung.

§ 163. **Verfahren bei derselben.** Vielfach ist der Mineralog in die Lage versetzt, mikrochemische Reactionen, qualitative Prüfungen im kleinsten Maassstabe, vorzunehmen. Der Unterschied zwischen diesen selbstverständlich in ihrer Ausdehnung beschränkteren und den makrochemischen beruht blos darin, dass es bei ihnen das bewaffnete Auge ist, welches die zu prüfenden Objecte, die daran erfolgenden Veränderungen und die etwaigen neu hervorgerufenen Producte erkennt. Die Probirröhrchen, Bechergläser, Kolben, Abdampfschalen werden hier durch den gläsernen Objectträger, ein Platinblech, ein kleines Uhrglas, einen kleinen Glastrog ersetzt, und die Reagentien mit einer feinen Pincette oder einer Capillarpipette aufgetragen. An einem Dünnschliff oder einem kleinen Mineralfragmentchen lassen sich so Löslichkeitsverhältnisse in verschiedenen Säuren, Einwirkung von Reagentien auf die erhaltene Lösung, Entwickelung von Gasen, Bildung von Kieselgallert u. s. w. beobachten.

Das Gelatiniren mit Salzsäure wird an der Abnahme der Pellucidität, an dem Aufhören der Polarisationserscheinungen und einem schleimigen Aufquellen des Minerals erkannt; die gebildete Gallert ist einer starken Imbibition mit farbiger Fuchsinlösung fähig. Bei Behandlung eines zersetzbaren natronhaltigen Silicats mit Salzsäure bilden sich unter dem Mikroskop Kochsalzwürfelchen.

Sollen solche Reactionen an einer gewissen bestimmten Stelle eines blos mit einer Canadabalsamschicht bedeckten Dünnschliffs vorgenommen werden, so wird die feine Oeffnung eines durchlochten Deckgläschens gerade über das zu prüfende Theilchen geschoben, das Deckgläschen unter Erwärmen fest angedrückt und der Canadabalsam aus der Oeffnung vermittels eines in Spiritus oder in Aether getauchten Pinsels entfernt; dadurch erhält man ein Loch zur Einführung des Reagens, welches auf keine andere Stelle des Präparats wirken kann. Bei grösseren Partikeln kann man auch mit einer feinen Nadel direct die gerade deckende feste Canadabalsamschicht entfernen und so lediglich das zu untersuchende Theilchen bloslegen.

Namentlich von *Lemberg* stammt eine Anzahl von Methoden, zur Erkennung und gegenseitigen Unterscheidung von Mineralien auf deren Oberfläche Reactionsproducte zu erzielen. Um in einem Gemenge von Brucit und Carbonaten beide Mineralien zu unterscheiden, erhitzte er das Präparat auf einem Platinblech bis zum Wasserverlust des Brucits und behandelte es nach dem Abkühlen mit einer Lösung von Silbernitrat; die Brucittheile färben sich alsdann in Folge der von ihnen bewirkten Ausfällung von Silberoxyd bräunlich bis schwarz, die Carbonate bleiben unverändert (Z. geol. Ges. XXIV. 1872. 226). — Wirkt auf Körner des chlorhaltigen Minerals Sodalith eine gleichzeitig 4% Salpetersäure und 2% Silbernitrat enthaltende Lösung 10 Minuten lang ein, so lagert sich auf ihnen ein zwar dünner aber gut haftender Ueberzug von AgCl ab; wird dieser rasch mit Pyrogallol zu Silber reducirt, so erscheint der Sodalith durch die Kruste des letzteren ganz undurchsichtig (ebendas. XLII. 1890. 738). — Behandelt man Calcit mit Chloraluminiumlösung in der Kälte, so wird auf ihm Thonerdehydrat rasch und vollständig gefällt, welches dann durch eine Blauholzlösung bleibend violett gefärbt erscheint; auf Dolomit erfolgt jener Absatz und diese Färbung nicht oder nur ganz spurenhaft (ebendas. XL. 1888. 357; vgl. auch XLIV. 1892. 224, LII. 1900. 488).

Von besonderem Belang, auch für petrographische Untersuchungen, sind aber diejenigen mikrochemischen Methoden, durch welche beim Verdunsten charakteristisch krystallisirte mikroskopische Producte der Reaction hervorgerufen und zur Erkennung des dieselben bedingenden, in der Mineralprobe enthaltenen Elements verwerthet werden. Die Reaction darf nur für ein bestimmtes

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Element ganz allein gültig sein und muss selbst bei minimalen Mengen eines Stoffs zum Vorschein kommen; die durch Einwirkung des Reagens entstehenden Krystalle müssen als solche durch Form und optisches Verhalten leicht und sicher erkannt werden (Aggregationsformen, dendritische Bildungen, Skelett- und Zerrgestalten sind nur ausnahmsweise charakteristisch, vielfach aber ganz verschiedenartigen Verbindungen gemeinsam)[1].

Die zunächst vorliegende Aufgabe, das zu prüfende Material in Lösung zu bringen, erfolgt bei den Nicht-Silicaten, z. B. Carbonaten, vielen Erzen, nach den bekannten Methoden. Um insbesondere die Silicate fähig zu machen, die in ihnen enthaltenen Substanzen zur Erzeugung von krystallisirten Reactionsproducten abzugeben, bedient man sich namentlich folgender Methoden:

1) Der zu prüfende Partikel wird mit Kieselfluorwasserstoffsäure $H^2SiF^6$ behandelt, welche beim Verdunsten Fluorwasserstoff entwickelt und dadurch Silicate, selbst ohne Anwendung der Wärme sehr energisch zersetzt. Kalium, Natrium, Lithium, die Metalle der alkalischen Erden, sowie Eisen und Mangan bilden dabei krystallisirbare Fluorsiliciumsalze, welche durch ihre Formen unterschieden werden (Verfahren von *Bořicky*).

Auf einem mit einer Balsamschicht überzogenen Objectträger (oder auf einem durchsichtigen Schwerspathplättchen) fügt man zu der stecknadelkopf- oder hirsekorngrossen Mineralprobe einen Tropfen Kieselflusssäure und untersucht nach dem Eintrocknen die krystallisirten Reactionsproducte; besser trocknet man bei mässiger Hitze ein, löst den Rückstand in einem Tropfen destillirten Wassers und bringt diese Lösung mit einem Haarröhrchen auf einem Objectträger zur langsamen Verdunstung und Umkrystallisation. Das Kieselfluorkalium bildet z. B. reguläre Krystalle (meist Würfel), das Kieselfluornatrium hexagonale (Prisma mit Basis oder mit Pyramide), das Kieselfluormagnesium rhomboëdrische, das Kieselfluorcalcium spindelförmige Gestalten.

2) Man zersetzt den Partikel in einem winzigen Platinschälchen mit Flusssäure und führt die gebildeten trocknen Fluoride durch Abdampfen mit Schwefelsäure in Sulfate über, aus deren Lösung alsdann durch directen Zusatz von Reagentien mikroskopische Krystallisationsproducte erhalten werden (Verfahren von *Behrens*). — Auch können Reactionen vorgenommen werden mit den Chloriden, in welche die Basen der Silicate übergeführt wurden (*Streng*).

3) Die Probe wird zum Zweck des Aufschliessens in der Schlinge eines Platindrahts oder einem Platintiegelchen mit anderen Substanzen zusammengeschmolzen, je nach der Natur des Minerals mit Soda, Phosphorsalz, Fluorkalium, saurem schwefelsaurem Kali, salpetersaurem Kali u. s. w., die

---

1) Von zusammenfassenden Schriften sind zu nennen:

*E. Bořicky*, Elemente einer neuen, chemisch-mikroskopischen Mineral- u. Gesteinsanalyse. Prag 1877.

*Behrens*, Mikrochemische Methoden zur Mineralanalyse. Amsterdam 1884. — Essai d'une méthode d'analyse qualitative microchimique (Annales de l'école polytechnique de Delft VI. 1890. 82). — A manual of microchemical analysis. London and New York 1894. — Anleitung z. mikrochemischen Analyse. 2. Aufl. Hamburg und Leipzig 1899.

*Fuchs-Brauns*, in Anleitung zum Bestimmen der Mineralien. Giessen 1898. 69—109.

*K. Haushofer*, Mikrochemische Reactionen. Braunschweig 1885. Auch in Leitfaden f. d. Mineralbestimmung. Braunschweig 1892.

*Klement* und *Renard*, Réactions microchimiques à cristaux et leur application en analyse qualitative. Bruxelles 1886.

*A. C. Huysse*, Atlas zum Gebrauch bei d. mikrochemischen Analyse. Anorgan. Theil. Leiden 1900.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

entstandene Schmelze nach Maassgabe ihrer Beschaffenheit mit Wasser oder Schwefelsäure u. s. w. aufgelöst oder ausgelaugt und darauf in der Lösung ein krystallisirtes Reactionsproduct erzeugt.

Die vollkommensten Krystallisationen finden sich gewöhnlich in der Grenzzone der beiden sich berührenden Flüssigkeiten oder am Rande der Flüssigkeit ausserhalb der Hauptmasse des Niederschlags. Anfangs sich bildende oft undeutliche Krystalle kann man dadurch theilweise wieder in Lösung überführen, dass man mit einem spitzen Platindraht die Lösung aus dem inneren Theil des Tropfens über den Rand hinwegführt; dadurch entstehen oft in der Nähe desselben die deutlichsten Krystalle. — Sehr schwer lösliche Stoffe liefern bisweilen blos dann Krystalle, wenn das Reagens und die zu prüfende Lösung sich nur sehr langsam vermischen; zu diesem Behuf bringt man die beiden Tröpfchen derselben weit von einander entfernt auf den Objectträger, setzt einen grösseren Wassertropfen zwischen beide, und verbindet nun jeden der beiden Tropfen mit zwei gegenüberliegenden Punkten des Wassertropfens. Eine ähnliche Diffusion lässt sich auch bewirken, wenn die beiden Tropfen durch einen feuchten Leinenfaden oder ein Stückchen Glasfaden mit einander verbunden werden.

Eine specielle Aufzählung der für die einzelnen Elemente charakteristischen mikroskopischen Krystallisationsproducte kann an dieser Stelle nicht gegeben werden und es mögen nur etliche Beispiele zur weiteren Kennzeichnung des Verfahrens folgen.

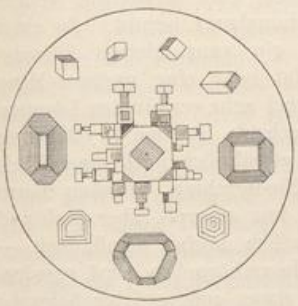


Fig. 325.

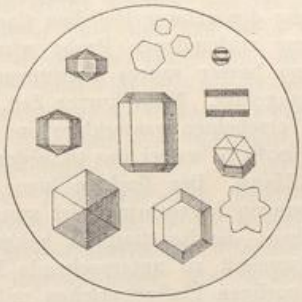


Fig. 326.

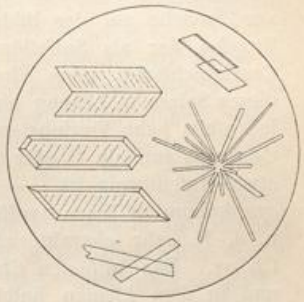


Fig. 327.

Kalium. Bei der Behandlung mit Kieselflusssäure entstehen reguläre wasserhelle aber schwach lichtbrechende Kryställchen von $K^2SiF^6$, meist $\infty O\infty$, auch $O$, $\infty O$ und Combinationen (Fig. 325). — In der nach Aufschliessung mit Flusssäure erhaltenen Chlorid- oder Sulfatlösung bildet ein Tröpfchen von Platinchlorid gelbe scharfe, stark lichtbrechende reguläre Kryställchen von Kaliumplatinchlorid $K^2PtCl^6$ ($O$, $\infty O\infty$, auch $\infty O$ in Combination). — Natrium. Aus der kieselflusssauren Lösung bilden sich beim Eintrocknen hexagonale farblose Kryställchen von Kieselfluornatrium, $Na^2SiF^6$ (die Combinationen $\infty P.0P$ oder $\infty P.P$, mit stumpfer Pyramide), welche bald auf der Prismenfläche, bald auf der Basis liegen, sehr schwach doppeltbrechend und optisch negativ sind (Fig. 326). Nach *Behrens* kann man anstatt der Kieselfluorwasserstoffsäure auch Kieselfluorammonium als Reagens wählen, wobei die dickeren Individuen des gebildeten Natriumsalzes eine sehr charakteristische schwach rosenrothe Färbung gewinnen. — Die Entstehung der sehr charakteristischen Kryställchen kann umgekehrt auch zur Erkennung von Silicium oder Fluor dienen. — Als anderes empfindliches Reagens auf gelöste Natriumsalze schlug *Streng* das essigsaure Uranyl vor. Von dem festen pulverisirten Salz werden einige Körnchen gleichzeitig mit einem Tröpfchen Essigsäure der auf Natron zu untersuchenden Probe zugesetzt; es entstehen alsdann zahlreiche sehr scharf ausgebildete, schwach gelbliche und völlig isotrope Tetraëder von essigsaurem Uranylnatrium, die während des Wachsens meist noch das Gegentetraëder und Rhombendodekaëder entwickeln. — Calcium lässt sich



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mikroskopisch nachweisen als Gyps, als Oxalat, als Carbonat und als Kieselfluorcalcium. Die empfindlichste Reaction beruht auf der Bildung von Gyps (Fig. 327), auch dadurch ausgezeichnet, dass sie durch die Gegenwart irgend eines anderen Stoffes nicht beeinträchtigt wird. — Bei dem nach dem *Behrens*'schen Verfahren erhaltenen Probetropfen scheiden sich, sofern er aus einem kalkhaltigen Mineral Calciumsulfat enthält, beim Verdunsten freiwillig Gypskryställchen aus, dünne Säulchen $\infty P.\infty \breve{P}\infty.-P$, meist auf $\infty \breve{P}\infty$ liegend, auch rosettenförmige Gruppen oder Garben. Am Rande des Tropfens zeigen sich oft grössere Kryställchen auch in den bekannten Schwalbenschwanzzwillingen. Mit dieser Reaction sind 0,0005 mg CaO nachweisbar. — Magnesium. Das charakteristischste Reactionsproduct sind die rhombisch-hemimorphen Krystalle des Magnesium-Ammoniumphosphats $NH^4MgPO^4 + 6H^2O$ (Struvit, Fig. 14), welche aus neutralen salmiakhaltigen oder schwach ammoniakalischen Lösungen von Magnesiasalzen entweder durch Natriumphosphat oder durch phosphorsaures Ammonium-Natrium (Phosphorsalz) erzeugt werden. Umgekehrt dient die Reaction zur Erkennung von Phosphorsäure. — Das beim Eintrocknen der kieselflusssauren Lösung (*Bořicky*) sich ausscheidende Kieselfluormagnesium $MgSiF^6 + 6H^2O$ erscheint in farblosen Rhomboëdern, deren Polecken durch 0R abgestumpft sind und in Combinationen von $R.\infty P2$, oder $R.\infty P2.0R$. Die Krystalle sind scharfkantig, optisch positiv, stark doppeltbrechend und polarisiren mit den grellen Farben der 2. Ordnung; auf der Basis liegend geben sie ein sehr deutliches Interferenzbild. — Aluminium. *Behrens* schlug, um Thonerde nachzuweisen, eine vorzügliche Methode vor, welche auf der Bildung des schwer löslichen Caesiumalauns beruht. Zu einem Tropfen der als Sulfatlösung vorhandenen Probe wird ein ganz kleines Körnchen Caesiumchlorid, nach *Streng* besser saures Caesiumsulfat oder eine geringe Menge dieses Salzes in Lösung hinzugefügt. Nach kurzer Zeit, bei sehr verdünnten Lösungen jedenfalls beim Verdunsten, erscheinen wasserklare und scharfe isotrope Krystalle von Caesiumalaun als O oder $O.\infty O\infty$, wobei das Oktaëder gewöhnlich nach einer Fläche etwas tafelförmig ist. — Eisen. Der flockige blaue Niederschlag, welchen Ferrocyankalium in Eisenoxydlösungen hervorbringt, ist zwar nur amorph, aber doch auch u. d. M. sehr charakteristisch; die Reaction ist bekanntlich höchst empfindlich. — Chlor. Das auf den Chlorgehalt zu untersuchende Mineralkörnchen wird gepulvert und in dem kleinen halbkugeligen Platintiegelchen mit etwas concentrirter Schwefelsäure übergossen (dadurch unzersetzbare Substanzen müssen zuerst durch Schmelzen mit Soda aufgeschlossen werden). Auf das Platinschälchen wird ein Deckglas gelegt, welchem auf der unteren Seite ein kleiner Wassertropfen angehängt ist, während es von obenher durch einen grösseren Wassertropfen gekühlt wird. Die bei mässigem Erwärmen entweichende Salzsäure wird in dem unteren Tropfen aufgefangen. Nach Beendigung des kleinen Destillationsprocesses wird der obere Kühltropfen mit einer Capillarpipette oder Filtrirpapier entfernt, das Deckglas umgekehrt auf einen Objectträger gelegt und mitten in den Rest des kleinen unten befindlich gewesenen Wassertropfens ein Körnchen Thalliumsulfat gebracht. Alsdann bilden sich sehr schnell reguläre Kryställchen von Thalliumchlorid, Oktaëder und die Combination $O.\infty O$; bei schwächerer Vergrösserung sind sie wegen ihres starken Brechungsvermögens im durchfallenden Licht fast schwarz, im auffallenden weiss (*Behrens*). — Man kann auch die Probe mit möglichst wenig concentrirter Schwefelsäure zersetzen, auf dem Objectglas ein gleiches Volumen Wasser hinzufügen und in dem Sulfattropfen durch Silbernitrat Chlorsilber fällen, welches aber hierbei als ganz undurchsichtige Körnchen und Flocken völlig uncharakteristisch u. d. M. erscheinen würde; man löst daher den Niederschlag auf dem Objectglas in einer eben zureichenden Menge Ammoniak und lässt die Lösung verdunsten; dabei bilden sich dann meist gut entwickelte reguläre, stark lichtbrechende Kryställchen von Chlorsilber, vorherrschend $\infty O\infty$ und O, auch beide in Combination, seltener mit $\infty O$ (*Haushofer*).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

# Vierter Abschnitt.

## Von den Lagerstätten und dem Vorkommen der Mineralien.

§ 164. **Allgemeines.** Lagerstätte ist die althergebrachte Bezeichnung für die natürliche Fundstätte eines Minerals unter Berücksichtigung sowohl der Art und Weise, wie es dort allein oder in Begleitschaft mit anderen Mineralien vorkommt und sich gebildet hat, als auch des geologischen Charakters, welcher derjenigen Masse eigen ist, an der es sich betheiligt. In letzterer Hinsicht wird in Betracht gezogen, in welcher Form sich die zusammengefügten Mineralien übereinstimmender oder abweichender Art im Grossen darbieten und wie sich diese Aggregate als besondere Glieder für den Aufbau der Erdkruste kundgeben.

Ein kleiner Theil der Mineralien ist auf Erden ganz ausserordentlich weit und daneben sehr reichlich verbreitet. Dazu gehört zunächst der Quarz, welcher bisweilen allein oder fast ganz allein Gebirge aufbaut, in Verbindung mit anderen Mineralien sich an der Zusammensetzung weithin herrschender Felsarten betheiligt und auch auf besonderen Lagerstätten eines der häufigsten Vorkommnisse ist. Mit ihm wetteifert der Kalkspath, aus welchem in erster Linie die so ausgedehnten Kalksteingebiete bestehen und der auch sonst eine überaus intensive und massenhafte Verbreitung besitzt. An dritter Stelle dürften die Glieder der Feldspathgruppe stehen, welche ebenfalls höchst ausgedehnte Gesteinsmassen hauptsächlich zusammensetzen helfen, ferner die Glimmerarten, Hornblende u. s. w. — Anderen Mineralien ist zwar eine sehr weite Verbreitung, aber keine besondere Reichlichkeit eigen. Dazu gehört z. B. der Apatit, welcher, abgesehen von einzelnen Localitäten, wo er in grösserer Ansammlung vorhanden ist, in den allermeisten Felsgesteinen getroffen wird, freilich nur in der Form vereinzelter und spärlicher, dazu in der Regel blos mikroskopischer Kryställchen. Eine ähnliche ausgedehnte und constante, aber als solche geringfügige Vertheilung zeigen gewisse Eisenerze, welche die Gesteine braun und gelb, roth oder schwarz färben (Brauneisen, Rotheisen, Magnetit); hierher gehören auch die kohligen Pigmente. — Noch andere Mineralien sind nur an gewissen Stellen der Erde, hier aber in grösserer Mengenentfaltung gefunden worden, wie z. B. die Vorkommnisse des Kryoliths in Grönland. Massen von Rothzinkerz kommen nur bei Sterling Hill und Mine Hill in New-Jersey vor. Der Enargit ist an mehren Orten Südamerikas ein fast gemeines Kupfererz, in Asien gar nicht, in ganz Europa nur an dem Matzenköpfl bei Brixlegg in Tirol und am Lehocza-Berg bei Parád in Ungarn als äusserste Rarität bekannt. Unter diese Gruppe fallen auch die Gesteinsgemengtheile Nephelin, Leucit, Haüyn, Melilith, ferner der Diamant. — Endlich gibt es solche Mineralien, die sowohl ausserordentlich selten, als dann auch nur in höchst spärlicher Quantität, als vereinzelte Individuen auftreten, z. B. der Euklas.

Allgemein ist, im Gegensatz zu den Pflanzen und Thieren, das Auftreten der Mineralien natürlich sowohl von den geographischen Zonen als von dem Niveau unabhängig; doch sind etliche im Zusammenhang mit ihrer chemischen Natur vorwiegend an die Oberfläche gebunden, und das massenhafte Vorhandensein des leicht löslichen Natronsalpeters in Peru wird z. B. durch die dortige Regenlosigkeit bedingt.

Gegenden, die aus Eruptivgesteinen und krystallinischen Schiefern aufgebaut sind, bieten entweder als solche, oder vermöge der namentlich mit jenen verknüpften besonderen Lagerstätten im Allgemeinen einen viel grösseren Reichthum an verschiedenartigen Mineralien dar, als Areale, die aus sedimentären Schichten bestehen; insbesondere liefern jüngere Sedimente sehr wenig Material für die Sammlungen.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

§ 165. **Ursprüngliche und secundäre Lagerstätten.** Die Mineralien und ihre Vereinigungen befinden sich da, wo sie jetzt erscheinen, entweder auf ihrer primären Lagerstätte, d. h. noch an demjenigen Orte, wo sie ursprünglich ihre Form durch Verfestigung angenommen haben, oder sie werden auf secundärer Stätte angetroffen, also an anderem Ort als dem ihrer anfänglichen Entstehung. Die ersteren werden auch die authigenen, d. h. die an Ort und Stelle gebildeten, die letzteren die allothigenen, die ursprünglich irgendwo anders befindlich gewesenen genannt. So finden sich die Quarzkörner im Granit auf primärer, diejenigen des Sandsteins auf secundärer Stätte. Diese Gegensätze werden dadurch bewirkt, dass das Material der primären Lagerstätte im Laufe der Zeit eine Zerstörung erfährt und zu Schutt zerkleinert wird, worauf fluthendes Wasser die gebildeten Trümmer in der Form von Fragmenten, gerundeten Rollstücken, Grus, sandähnlichen Massen wegführt und an anderen Orten wiederum zum Absatz bringt. Hier lagert dasselbe alsdann nach dem Transport entweder als lose lockere Anhäufungen, oder es wird wieder zu einer festen Masse verkittet, zu einer Breccie mit scharfkantigen, zu einem Conglomerat mit rundlich abgeschliffenen Bruchstücken, zu einem Sandstein, zu einem Schiefer. Mineralien von geringer Härte, von geringem spec. Gewicht und von grösserer chemischer Angreifbarkeit werden als solche bei diesen Ortsveränderungen minder gut erhalten bleiben können als die harten, die schweren und chemisch widerstandsfähigen. Letztere werden daher insbesondere auch auf secundärer Lagerstätte gefunden und zwar hier in mehr angereicherter Vertheilung als es auf der primären der Fall war. Beispiele bieten das Vorkommen von allothigenem gediegen Gold, Platin, Diamant, Zinnstein, Magneteisen, Chromeisen, Spinell, Sapphir, Rubin, Zirkon, Cordierit, Granat in den Flusssandanschwemmungen, im Quarzgeröll und Quarzsand. Alle diese metallischen Substanzen oder Edelsteine waren ursprünglich in mehr oder weniger benachbarten Gebirgsgesteinen als Einsprengungen oder auf besonderen Lagerstätten innerhalb derselben vorhanden. Die werthvolle Mineralien enthaltenden secundären Lagerstätten nennt man auch Seifengebirge oder plusiatische Ablagerungen.

§ 166. **Paragenesis, Succession.** Nur sehr selten wird eine Lagerstätte lediglich von Mineralindividuen einer und derselben Art gebildet, in der Regel besteht eine solche aus einer Vereinigung mehrer verschiedener Mineralarten. Während es bei den secundären Lagerstätten eine Wirkung des Zufalls ist, welche Mineralien in Folge der Zusammenschwemmungsprocesse als benachbart nebeneinander geführt werden, herrschen auf vielen der ursprünglichen Lagerstätten abweichende Verhältnisse, indem die Association der daran sich betheiligenden Mineralien nicht als zufällig gelten kann, sondern charakteristisch oder gar gegenseitig bedingt ist. Diese ausgesprochenen Beziehungen des Nebeneinandervorkommens sind in erster Linie genetischer Art. Die vergesellschafteten Mineralien lassen bald eine gleichzeitige, bald eine ungleichzeitige Entstehung und zwar oft in einer gewissen Reihenfolge wahrnehmen, häufig sind sie nicht von einander unabhängig, sondern das eine ist aus dem anderen hervorgegangen. *Breithaupt* hat daher mit einer trefflich gewählten Bezeichnung diese Verhältnisse paragenetische genannt, und für irgend ein Mineral bilden die begleitenden Mineralien, welche eine Betrachtung unter solchen Gesichtspunkten zulassen, seine Paragenesis.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Thatsache, dass an sehr verschiedenen Orten auf gleichartiger Lagerstätte die gegenseitige Combination einzelner Mineralarten mit übereinstimmenden Verhältnissen der relativen Aufeinanderfolge und Abstammung in auffallender Wiederholung wiederkehrt, zeigt, dass die Paragenesis nicht zufällig, sondern in der Natur begründet ist.

Das typische Nebeneinandervorkommen von Mineralien wird oft durch die chemische Zusammensetzung bedingt. So pflegt sich auf den Zinnerzgängen eine Vergesellschaftung von Flussspath, Apatit, Lithionglimmer, Topas, Turmalin einzustellen, Mineralien, welche sämmtlich Fluor enthalten. In dem Gestein Phonolith sind drei Mineralien combinirt, Nephelin, Haüyn, Aegirin, für welche alle ein Natrongehalt charakteristisch ist. Auf dem Gebiet der Felsarten wird der Mineralbestand überhaupt häufig von sehr deutlichen paragenetischen Verhältnissen beherrscht.

Die gleichzeitige Entstehung zweier verbundener Mineralarten wird daran erkannt, dass sowohl die Individuen der einen auf denen der anderen lagern oder aufsitzen, als auch das Umgekehrte stattfindet; dass hier das eine Mineral Eindrücke von den Formen des anderen zeigt, dort das letztere solche von dem ersteren; dass das eine Mineral Einschlüsse in dem anderen bildet und dieses umgekehrt auch wieder als Einschlüsse in jenem vorkommt.

Viel häufiger aber ist ein Altersunterschied der zusammen vorkommenden Mineralien, eine sog. Succession wahrzunehmen, z. B. wo Krystalle eine abweichend beschaffene Unterlage blos bedecken, wo ein Mineral krustenartig das andere überzieht oder mehre lagenförmig übereinander folgen. Auf den Erzgängen kommt die Succession als eine ganz allgemein verbreitete Erscheinung vor, die auch hier zuerst in ihrer Bedeutung erkannt worden ist. Bei diesen Ausfüllungen ehemaliger Spalten sind die Absätze, welche zuerst die Wände des Nebengesteins bedeckt haben, allemal älter als die in der Mitte des Gangkörpers auftretenden. Auf vielen Erzgängen sind z. B. Quarz und Bleiglanz die älteste Bildung, darauf folgen als ziemlich gleichzeitiger Absatz Kupferkies und Zinkblende, als jüngstes Glied in dieser Succession treten Kalkspath und Braunspath auf. Auch in den massigen Felsarten offenbaren die zusammensetzenden Mineralarten, dass sie nicht gleichzeitig, sondern nacheinander verfestigt worden sind, wie denn z. B. in den Graniten die Quarzkörner in der Regel erst dann Gestalt gewonnen haben, nachdem die Feldspathe und Glimmer bereits als solche festgeworden waren.

Oft lässt sich nachweisen oder wahrscheinlich machen, dass auch die Art und Weise der Succession zusammenhängt mit chemischen Beziehungen, insbesondere mit der Löslichkeit. In den salzführenden Formationen ist das Steinsalz als jüngere Bildung gewöhnlich über eine Unterlage von Gyps ausgebreitet, weil, wenn beide Substanzen zusammen in einem Meerwasser gelöst sind, der darin schwerer lösliche Gyps früher zur Abscheidung kommen muss, als das leichter lösliche Steinsalz; das Steinsalz selbst wird hin und wieder oben noch bedeckt von Carnallit, Sylvin, Kieserit u. a. Substanzen, welche noch leichter im Wasser löslich sind. Auf ähnlichen Gegensätzen beruht es auch, wenn so oft in rundlichen Hohlräumen und Spalten der im Wasser höchst schwierig lösliche Quarz den ersten Absatz bildet, der dann von dem viel leichter löslichen Kalkspath überkrustet wird.

In unzähligen Fällen sind die paragenetischen Beziehungen zugleich epigenetische, d. h. das Nebeneinandervorkommen zweier Mineralien ist dadurch

zu deuten, dass das eine aus dem anderen entstanden ist, was sich dann auch in der Succession ausspricht. Die Thatsächlichkeit solcher Abstammung hat man insbesondere zuerst an den Pseudomorphosen erkannt.

Wo Kobaltkies von Kobaltblüthe, Speiskobalt von Pharmakolith, Rothkupfererz von Malachit, Olivin von Serpentin, Feldspath von Thon, Bleiglanz von Anglesit begleitet wird, da ist allemal die letztere Substanz aus der ersteren durch Umwandlung hervorgegangen. Die Paragenesis von Kupferkies, Brauneisen und Malachit ist so zu erklären, dass der ältere Kupferkies zur Entstehung der beiden letztgenannten Mineralien Veranlassung gegeben hat.

Bei den Successionen kann es vorkommen, dass auf derselben Lagerstätte eine Mineralart nicht nur ein einziges Glied in der Reihenfolge darstellt, sondern dass sie zu wiederholten Malen gebildet wurde, getrennt durch zeitliche Intervalle oder durch den Absatz anderer Mineralien. Bei solchen Repetitionen sind dann wohl die gleichzeitig entstandenen Individuen, deren Complex man eine Generation nennt, unter einander übereinstimmend beschaffen, die zeitlich von einander verschiedenen durch etwas abweichende Ausbildung charakterisirt.

Auf vielen Erzgängen ist die erste Generation des Kalkspaths trübe, von einfacher krystallographischer Form (z. B. nur R3 und R zeigend), die zweite Generation, welche vorwiegend in Drusen sitzt, wasserklar, krystallographisch viel reichlicher entwickelt. — Bei den Felsarten, welche einen ursprünglichen Gehalt an primärem Quarz besitzen, kommt es vor, dass sich durch nachträgliche Umwandlungsprocesse später auch noch secundärer Quarz in dem Gesteinsgewebe entwickelt. — Häufig finden sich in Ablagerungen losen Quarzsandes die trüben rundlichen oder eckigen Quarzkörner von einer wasserhellen klaren Rinde später abgesetzten Quarzes unter übereinstimmender optischer Orientirung überkrustet. — In vielen Kalksteinen sind die in der Masse entstandenen Sprünge und Spältchen durch eine im Lauf der Zeit erfolgte Abscheidung von reinem Kalkspath aus Gewässern wieder zugewachsen oder ausgeheilt worden.

§ 167. **Eintheilung der Lagerstätten.** Die Lagerstätten, auf denen sich die Mineralien finden, sind theils allgemein verbreitete und in grosser räumlicher Ausdehnung auftretende, wozu in erster Linie die Gesteine oder Felsarten gehören, theils besondere, welche nur unter gewissen Verhältnissen und an gewissen Orten vorkommen und dann auch in der Regel geringere Ausdehnung besitzen, z. B. die Lager, Erzgänge, Imprägnationen, Höhlenausfüllungen, Contactbildungen, Fumarolenabsätze. Beide Abtheilungen, von denen die letztere immer an die erstere gebunden auftritt, lassen auch nach ihrem Mineralgehalt, nach ihrer Erscheinungsweise und Entstehung eine Auseinanderhaltung zu.

§ 168. **Gesteine als Lagerstätten der Mineralien.** Diejenigen verschiedenen Aggregate von Mineralien, welche in charakteristisch sich wiederholender Zusammensetzung als solche geologisch selbständige Massen darstellen und so zu dem Aufbau der äusseren Erdkruste in wesentlicher und hervorragendster Weise beitragen, nennt man Gesteine, Felsarten oder Gebirgsarten, mögen dieselben nun im festen Zustand oder als lose und lockere Anhäufungen die geologischen Raumkörper erfüllen. Jedes Gestein ist das Product eines besonderen geologischen Processes, welcher entweder seiner Art oder seinem Wesen nach, oder seinem Wirkungsraume nach oder seiner Wirkungszeit nach oder durch mehre dieser Momente zusammengenommen charakterisirt ist. Petrographie ist

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Name für die allgemeine Lehre von den Gesteinen. Aus dieser sehr umfangreichen Disciplin kommen hier nur solche Punkte zur kurzen Erwähnung, welche sich auf die Gesteine als allgemeine Lagerstätten der Mineralien beziehen.

Krystallinische Gesteine sind diejenigen, welche lediglich aus krystallinischen, an Ort und Stelle festgewordenen Mineralindividuen gebildet werden. Klastische Gesteine dagegen bestehen aus zusammenverbundenen Fragmenten von Felsarten oder Mineralien, wobei das Material dieser Trümmer ursprünglich an einem anderen Ort ein Glied der Erdkruste dargestellt hat.

Die Gesteine, welche Aggregate von krystallinischen Mineralien sind, zerfallen in zwei Gruppen, die einfachen und gemengten Gesteine. Die ersteren sind solche, deren ganze Masse wesentlich nur aus Individuen einer und derselben Mineralart besteht, z. B. Kalkstein, der nur oder fast nur aus Körnern von Kalkspath, Quarzit, der so blos aus Quarz zusammengesetzt ist, Gypsgestein, Steinsalz als Gestein. Gemengte Gesteine heissen diejenigen, an deren Zusammensetzung mehre Mineralarten gleichzeitig wesentlichen Antheil haben; so ist z. B. Granit ein gemengtes Gestein, weil er ein constantes Aggregat von Feldspath, Quarz und Glimmer ist; Syenit, weil er wesentlich aus Feldspath und Hornblende gebildet wird.

Die einzelnen Mineralien, welche die Gesteine bilden, heissen die Gemengtheile. Diejenigen Mineralien, welche den Begriff eines bestimmten Gesteins feststellen, indem sie zu seiner Constituirung erforderlich sind, werden die wesentlichen Gemengtheile genannt; solche sind z. B. für den Granit der Quarz, Feldspath und Glimmer, welche zugegen sein müssen, damit der Name Granit gerechtfertigt ist; fehlte in dem Gemenge der Feldspath, so läge eben kein Granit vor. Ausser den Mineralien dieser Kategorie kommen aber sowohl in den einfachen als in den gemengten Gesteinen häufig in geringerer Quantität noch andere vor, die nicht zu denjenigen gehören, durch welche das Wesen des Gesteins bedingt wird, deren Gegenwart an dem allgemeinen Gesteinscharakter nichts ändert und welche in dieser Hinsicht ebenso gut fehlen könnten; man führt dieselben als accessorische, zufällige oder unwesentliche Gemengtheile auf.

So findet sich häufig in dem Syenit accessorisch Titanit, in dem Kalkstein Serpentin u. s. w., und die mikroskopische Untersuchung vermehrt in der Regel die Anzahl dieser unwesentlichen Gemengtheile noch beträchtlich. In dem Granit sind u. a. accessorisch bekannt: Turmalin, Apatit, Zirkon, Granat, Titanit, Rutil, Flussspath, Topas, Zinnstein, Spinell, Beryll, Spodumen, Columbit, Gadolinit, Orthit, Magnetit, Eisenkies, Eisenglanz, Magnetkies, Molybdänglanz. Gewisse accessorische Gemengtheile, wie z. B. Magneteisen und Apatit sind in grossen Abtheilungen der Gesteinswelt fast allgegenwärtig. Anderseits sind es aber nach unseren bisherigen Erfahrungen nicht beliebige andere Mineralien, welche in einem gegebenen Gestein accessorisch auftreten, sondern der Kreis der hier vorhandenen Möglichkeiten ist oft nicht sonderlich weit begrenzt. Für irgend ein Gestein scheint es nach Maassgabe seiner eigenen chemischen Zusammensetzung und der bei seiner Bildung obwaltenden Verhältnisse eine besondere Schaar von Mineralien zu geben, aus welcher die neben den wesentlichen vorhandenen accessorischen Gemengtheile entnommen zu werden pflegen. Ja es gibt Mineralien, welche in geradezu charakteristischer Weise in diesem oder jenem Gestein accessorisch zugegen sind oder Gesteine, in welchen dieser oder jener accessorische Gemengtheil selten vermisst wird. Eine solche Rolle spielt z. B. der Perowskit in den melilithreichen Gesteinen. Manche Gesteine erweisen sich verhältnissmässig sehr reich an accessorischen Gemengtheilen, wie z. B. gewisse Granite, die Eläolithsyenite,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gneisse, während andere, z. B. Quarzporphyre, Pyroxenandesite relativ arm daran befunden werden. — Da den accessorischen Mineralien das übrige Gesteinsgemenge gewissermassen wie eine fremde Masse gegenübersteht, so haben sie in der Regel mehr und besser als die Individuen des letzteren ihre eigene Krystallform zu entwickeln vermocht, und wo diese einer verschiedenen Gestaltung fähig ist, da zeigt sich mitunter eine gewisse Abhängigkeit von der Beschaffenheit des betreffenden Gesteins, wie denn z. B. die accessorischen Granaten in den schieferigen Schichtgesteinen (Chloritschiefern, Glimmerschiefern) in der Regel als $\infty O$, in dem nicht schieferigen massigen Granit gewöhnlich als $2O2$ krystallisirt auftreten. — Es ist natürlich, dass diejenigen Mineralien, welche für gewisse Gesteine wesentliche Gemengtheile ausmachen, in anderen accessorisch erscheinen können und umgekehrt.

Weiterhin werden die an einem Gestein betheiligten Mineralien genetisch als primäre und secundäre Gemengtheile unterschieden. Die ersteren sind diejenigen, welche bei der anfänglichen Festwerdung desselben (als wesentliche oder als accessorische) zur Ausbildung gelangt sind, die letzteren solche, welche innerhalb des gegebenen Gesteins im Laufe der Zeit erst nachträglich entstanden, sei es dass primäre Gemengtheile einer allmählichen Umwandlung in andere Substanzen anheimfielen, oder dass in leere Hohlräumchen durch Vermittelung des durchtränkenden Wassers neues Mineralmaterial bis zur theilweisen oder gänzlichen Erfüllung derselben einwanderte.

So sind die in den Diabasen vorhandenen Kalkspathe und Chlorite keine primären, sondern secundäre Gemengtheile, indem sie durch eine Umwandlung des primären Augits geliefert wurden; eine ähnliche Rolle spielt der Epidot in Syeniten und Graniten, der darin erst nachträglich durch eine Alteration der Hornblende entstanden ist. Manchmal ist die Production der secundären Mineralien ganz scharf in dem Rahmen der primären vor sich gegangen, so dass vollständige Pseudomorphosen der ersteren nach den letzteren vorliegen; manchmal sind die secundären Substanzen aber auch allenthalben regellos im Gestein umher verstreut, ja sogar nicht selten bald in diesem bald in jenem Gemengtheil, mit welchem sie genetisch in gar keiner Beziehung stehen, durch Einwanderung zum Absatz gelangt, oder es haben die betreffenden, bei der Zersetzung eines Gemengtheils gelieferten Substanzen auf angrenzende Mineralien reagirt und mit denselben wieder andere neue secundäre Producte erzeugt.

Die einzelnen Gemengtheile, welche ein Gestein zusammensetzen, sind bald ohne weiteres deutlich von einander zu unterscheiden und zu erkennen, bald so klein und innig mit einander verbunden, dass dem blosen Auge ihre Unterscheidung nicht mehr gelingt, und die Masse wie homogen erscheint. Im ersteren Falle ist das Gestein phaneromer, im letzteren, wo das Mikroskop den Mineralbestand feststellen muss, kryptomer. — Diejenigen Gemengtheile, welche mehr oder weniger scharf rundum selbständig auskrystallisirt sind, heissen automorph (oder idiomorph); solche, deren äussere Umgrenzung nicht durch die eigene Krystallisationskraft, sondern durch andere fremde Ursachen, namentlich den Contact mit bereits als fest vorhandenen nachbarlichen Individuen bedingt ist, xenomorph (oder allotriomorph).

In manchen Gesteinen erscheinen ausser den wesentlichen und accessorischen Gemengtheilen noch Mineralaggregate, welche in ihrer Beschaffenheit von der eigentlichen Gesteinsmasse abweichen und gleichfalls nicht zur wesentlichen Zusammensetzung derselben gehören. Man pflegt sie mit *Naumann* als accessorische

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bestandmassen zu begreifen. Dazu gehören, als direct an die Gesteinsmasse gebunden, in erster Linie die Concretionen und die Secretionen.

Die Concretionen sind zur Annahme kugeliger, linsen- oder nierenförmiger Gestalt hinneigende accessorische Aggregate, welche sich innerhalb eines Gesteins durch Zusammenziehung eines von ihm verschiedenen Materials um einen Punkt herum gebildet haben; die äussersten peripherischen Theile der Concretion müssen daher als zuletzt entstanden gelten. Die zusammensetzenden Mineralindividuen sind fast immer nur von einer und derselben Art, bald grösser und nach aussen hin als Krystallgruppen zum Theil frei ausgebildet, bald sehr klein und innig mit einander verwachsen.

Beispiele liefern concretionäre Krystallgruppen von Gyps, Eisenkies, Markasit in Thonen und Mergeln, Krystallgruppen von Kupferlasur in Sandsteinen, von Auripigment im Mergel, von Aragonit im Thon. Kugelige, sphäroïdische, traubige, linsenähnliche, nierenförmige Concretionen von feinkörniger, feinstrahliger oder scheinbar dichter Zusammensetzung bilden z. B. Gyps, Markasit, Faserbaryt in Mergeln und Thonen, Thoneisenstein im Sandstein, Brauneisen im Lehm, Mergelmassen (Septarien) im Thon, thoniger Sphärosiderit und Eisenkies im Schieferthon, Feuerstein in der Kreide, Menilit im Klebschiefer.

Die als Secretionsformen erscheinenden accessorischen Bestandmassen bildeten sich immer innerhalb eines präexistirenden hohlen Raumes, und zwar in der Weise, dass dieser Hohlraum gewisse wässerige Ausscheidungen aus dem umgebenden Gebirge oder fremde Infiltrationen aufnahm, aus denen die Mineralabsätze vor sich gingen. Indem so die den Wandungen des Hohlraums zunächst liegenden Theile der Secretion die zuerst abgelagerten waren, und überhaupt der ganze Bildungsprocess von aussen nach innen erfolgte, finden sich auch in der Mitte der Secretionen, in dem inneren Theil des oft nicht gänzlich ausgefüllten leeren Raumes vielfach ausgebildete Krystalle, deren Spitzen sich immer nach innen zu wenden, während die Enden der die Concretionen gruppenförmig zusammensetzenden Mineralien stets nach aussen gekehrt sind. Ein weiterer Unterschied zwischen beiden Gebilden beruht noch darin, dass an der Zusammensetzung einer Secretion vielfach mehre, oft zahlreiche Mineralarten oder Varietäten theilnehmen. Zweierlei Gestaltungen sind es, unter denen die Secretionen hauptsächlich als accessorische Bestandmassen der Gesteine auftreten: Mandeln oder Geoden, die Ausfüllung von rundlichen, Trümer oder Adern, diejenigen von spaltenartigen hohlen Räumen.

Was den Hohlraum anbelangt, in welchem Secretionen sich abgesetzt haben, so ist derselbe von verschiedener Entstehung. Die eigentlichen Mandeln sind Ausfüllungen von leeren Blasenräumen, welche sich innerhalb der noch zähen, im teigartigen Fluss gewesenen eruptiven Gesteinsmasse, durch die Expansion der sich in derselben entwickelnden Gase und Dämpfe ausbildeten. Die Blasenräume waren von sehr vielfacher Gestalt: bald kugel-, bald birnförmig, bald mandelförmig, bald nach einer Richtung langgestreckt schlauchförmig, bald an einem, bald an beiden Enden keilförmig zugeschärft, bald ganz unregelmässig gestaltet. Oft besteht die ganze Mandel nur aus einer mehr oder weniger dicken Kruste, welche die Innenwand des Blasenraums überzieht. Häufig sind die Mandeln, zumal die kleineren, gänzlich von einem einzigen Mineral gebildet, bestehen z. B. blos aus Quarz oder Chalcedon, aus Kalkspath oder aus Grünerde; nicht minder häufig erfüllen aber auch mehre Mineralien oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mehre Varietäten desselben Minerals den ehemaligen Hohlraum, je nachdem das eintretende Gewässer seinen Gehalt an gelösten Mineralstoffen veränderte. Dann stellen die einzelnen verschiedenen Absätze meistens concentrische Lagen dar, die oft so fein sind, dass viele hundert mit einander abwechseln, wie dies in sehr schöner Ausbildung z. B. die Achatmandeln der Melaphyre mit ihren zahllosen zarten, verschieden gefärbten Streifen erweisen. Das Innere dieser Achatmandeln bietet sehr häufig eine Krystalldruse, auch eine Stalaktitendruse dar und die Krystalle, welche so in den Hohlraum der Mandel hineinragen, sind oft fast vollständig ausgebildet, so dass die Mandeln eine sehr ergiebige Fundstätte wohlkrystallisirter Mineralien gewähren. Die verbreitetsten Mandelmineralien sind Quarz, Amethyst, Chalcedon, Kalkspath, Braunspath, Grünerde, Delessit, verschiedenartige Zeolithe, Schwerspath. Manchmal lassen sich noch in den Mandeln die Wege nachweisen, durch welche die mineralbildenden Lösungen in das Innere gelangt sind; man nennt sie Infiltrationsöffnungen oder Einspritzlöcher. Die concentrischen Lagen biegen sich nämlich an solchen Punkten gegen den Rand der Mandel zu in der Richtung nach aussen hin um.

Die später zu Mandeln ausgefüllten Blasenräume sind hauptsächlich in den kieselsäurearmen Eruptivgesteinen zur Ausbildung gelangt. Die kieselsäurereicheren zeigen keine solche Neigung zur Bildung von Blasen, deren Ausfüllung hier überdies deshalb nicht so leicht erfolgte, weil die dazu nöthigen löslichen Substanzen aus solchen Gesteinen nur in weit geringerer Menge ausgezogen werden konnten. — Die rundlichen Hohlräume, in welchen sich Secretionen abgelagert haben, können aber auch in einigen Fällen dadurch entstanden sein, dass grössere Krystalle oder einzelne Partieen aus der Gesteinsmasse ausgewittert sind. Ein solcher Vorgang darf nicht mit der eigentlichen Mandelbildung verwechselt werden.

Die Trümer oder Adern sind plattenförmige Secretionen, von ebenen oder gekrümmten Flächen begrenzt; sie sind die auf wässerigem Wege abgesetzten Ausfüllungsmassen präexistirender Spalten und Risse und es wurden somit auch von ihnen, wie bereits erwähnt, die äussersten Theile zuerst, die innersten Theile zuletzt gebildet. Kalkspath, Braunspath, Chalcedon, Quarz, Hornstein treten am vorwaltendsten innerhalb der Gesteine in solchen Formen auf, welche in Entstehung und Ausbildung eine grosse Verwandtschaft mit den in grösseren Dimensionen als besondere Lagerstätten vorkommenden Mineral- und Erzgängen zeigen. Sehr häufig ist ganz analog wie in den Mandeln der innerste Theil nicht ausgefüllt worden, und man sieht dann deutlich, wie die krystallinischen, stengeligen und faserigen Individuen, welche meistens das Trum zusammensetzen, gegen die Mitte zu in freie Krystallenden auslaufen, wodurch immer eine mehr oder weniger scharf ausgeprägte Gliederung desselben in zwei correspondirende symmetrische Hälften hervortritt. Die Dimensionen dieser Bildungen wechseln in der Dicke von der des Papiers bis zu vielen Zollen; je grösser ihre Dünne ist, desto geringer ist gewöhnlich ihre Ausdehnung in die Länge. An ihren Enden keilen sie sich meistens aus. — Ausserdem kommen noch andere ganz ungestaltete Secretionsmassen vor, welche man unter dem Namen Nester begreift; sie sind innerhalb gänzlich unregelmässig geformter Hohlräume zum Absatz gelangt und entweder vollständig aus krystallinischen Bildungen zusammengesetzt oder als Drusen ausgebildet.

Das ganze Reich der Gesteine kann man, vorwiegend von geologischen Gesichtspunkten aus, eintheilen in: 1) Massige eruptive Erstarrungsgesteine; 2) krystallinische Schiefer; 3) Sedimentärgesteine krystallinischer (oder jetzt wenigstens nicht mehr klastischer) Beschaffenheit; 4) Klastische Gesteine. Diese Abtheilungen müssen nun, soweit sie als Lagerstätten von Mineralien in Betracht kommen, im Einzelnen etwas näher charakterisirt werden.

§ 169. **Massige eruptive Erstarrungsgesteine.** Das Material derselben ist im plastischen Zustande aus dem tieferen Erdinnern emporgestiegen: theils hat es blos unterirdische Spalten und unregelmässig gestaltete grössere Hohlräume

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erfüllt, oder es ist auf Schichtungsfugen und geotektonischen Absonderungsklüften zwischen die krystallinischen Schiefer und sedimentären Massen eingedrungen, ohne aber jemals die Erdoberfläche zu erreichen (plutonische Gesteine, Tiefengesteine); theils ist es bei seiner Emporbewegung auf Spalten thatsächlich auch an die Oberfläche und hier zur Ablagerung gelangt (vulkanische Gesteine, Ergussgesteine). Das plutonische Gestein ist daher nur unterirdisch in der Tiefe, nicht auch oberirdisch erstarrt, das Material des vulkanischen sowohl oberirdisch, als auch in den der Erdoberfläche zunächst gelegenen Ergusskanälen unterirdisch verfestigt. Eine eigentliche Schichtung ist diesen Massen fremd. In der Art, wie das Erstarrungsgestein jetzt vorkommt, gibt sich die Natur der Lagerstätten zu erkennen, welche das Eruptivmagma unmittelbar vor seiner Festwerdung eingenommen hat. Man kann die Einzelfälle zusammenfassen in:

A. Endogene oder subterrane Lagerstätten; der Bildungsvorgang ist entweder Injection in vorgebildete Hohlräume oder Intrusion in Räume, welche sich das eingepresste Magma durch Auseinandertreiben des Gesteins selber schuf; hierher gehören: a) Gänge; b) Stöcke; c) Intrusivlager; d) Lakkolithen. Diese Lagerstätten gelangen nur dann zur Beobachtung, wenn sie durch Abtragung der Oberfläche, durch Erosion angeschnitten werden. — B. Exogene oder superficielle Lagerstätten; gebildet durch Ejection und Effusion des überquellenden Magmas an die Erdoberfläche: e) Decken; f) Ströme; g) Kuppen.

Gänge von eruptiven Felsarten sind Ausfüllungen von früheren, in irgend einem festen Gestein gerissenen Spalten; sie werden von beiden Gruppen, den plutonischen wie den vulkanischen Gliedern dargeboten und stellen sich als mehr oder weniger plattenförmige Parallelmassen dar, welche sowohl die geschichteten als die massigen Gesteine unter irgend einem Winkel, je nach dem Verlauf der ursprünglichen Spalte mit sog. durchgreifender Lagerung durchschneiden. Grössere Gänge senden häufig von ihrer Hauptmasse kleinere keilförmige Ausläufer in das Nebengestein aus, meist von geringer Mächtigkeit und kurzer Erstreckung (Apophysen, Ramificationen). Die an einem eruptiven Gesteinsgang sich betheiligenden Mineralien zeigen sehr häufig in der Nachbarschaft des Nebengesteins (an den Salbändern) kleinere Dimensionen als in der Gangmitte, was mit der an den Wänden der ehemaligen Spalte beschleunigten Abkühlung und Verfestigung zusammenhängt. Bisweilen ist auch zwischen Mitte und Salbändern desselben Ganges ein Gegensatz in dem Mineralgehalt beobachtet worden; so ist z. B. in Minettegängen der Olivin in der Mitte höchst spärlich und undeutlich krystallisirt, an den Rändern sehr reichlich und von scharfen Formen; Granitgänge erweisen sich gerade an den Salbändern in hohem Grade reich an dunkelm Glimmer oder accessorischem Turmalin oder Granat. Auch haben sich wohl an den Salbändern primäre Mineralien ausgebildet, die der Gangmitte überhaupt ganz fremd sind.

Eruptive Stöcke sind irreguläre Intrusivmassen von bedeutenden Dimensionen und meist rundlichem oder elliptischem Querschnitt, welche mit durchgreifender Lagerung das Nebengestein durchsetzen und wenn dasselbe ein geschichtetes ist, keinerlei conformes oder paralleles Angeschmiegtsein dieser Schichten um ihren eigenen Körper erkennen lassen, sondern ganz quer in solchem Gebirge stecken. Die seitlichen Begrenzungsflächen nach der Tiefe zu haben meist steile, oft senkrechte Lage; z. B. Granitstöcke im Thonschiefergebiet.

Intrusivlager heissen plattenförmige Massen von Eruptivgestein, welche (in vielen Fällen von einer grossen gang- oder stockartigen Eruptivmasse aus) zwischen die Schichten des Nebengesteins, wo der relativ geringste Widerstand obwaltete, eingepresst wurden, jetzt also innerhalb des letzteren als mehr oder weniger regelmässige

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und parallele aber fremdartige Einbettungen erscheinen. Intrusive Lager von Diabas, Melaphyr u. s. w. in Sandsteinen, Kalksteinen, Schiefern.

Lakkolith ist die Bezeichnung für eine dem Ursprung nach mehr den Intrusivlagern als den Stöcken verwandte unterirdische Eruptivablagerung von brotlaibähnlicher, unten mehr flacher und wagerechter, oben sanft gewölbter, oder von glockenähnlicher Gestalt, welche zwischen vorhandene ältere Schichtgesteine auf Grund deren theilweiser Emporlüftung eingedrungen und dort zu einer solchen mehr oder weniger regelmässig eingelagerten Kuppel erstarrt ist. Im Gegensatz zu den Stöcken schmiegen sich die umgebenden Schichten conform um die seitliche und obere Begrenzung des Lakkolithen herum, der erst später durch Denudation aus dieser Hülle herausgeschält wurde. Granit.

Decken sind mächtige und ausgedehnt verbreitete Oberflächenablagerungen von ausgeflossenen, meist auf Gangspalten emporgeförderten Eruptivgesteinen, die nach allen Richtungen hin mehr oder weniger horizontal liegen, und einen allseitigen Zusammenhang besitzen oder besessen haben. Oft finden sich mehre, ja manchmal zahlreiche und weit ausgebreitete Effusivdecken übereinandergelagert, wodurch ein ganzes System derselben erscheint. In sedimentären Gebirgen können die Decken als eingeschaltete Parallelmassen erscheinen, wenn sie nach ihrem Erguss von jüngeren Ablagerungen bedeckt wurden. Basalt, Quarzporphyr, Melaphyr, Diabas.

Als Ströme bezeichnet man aufgelagerte Oberflächenergüsse von Eruptivgesteinen (Lava), die nach einer Dimension, nach der der Länge eine vorwaltende Ausbildung zeigen und dabei in dieser Richtung sich mit einer meist geringen Neigung abwärts erstrecken. Von einem vulkanischen Eruptionspunkt ausquellend hat sich die ursprünglich zähflüssige Gesteinsmasse stromartig auf dem geneigten Terrain fortbewegt, auf welchem sie alsdann zur Erstarrung gelangte. Lavaströme der Jetztzeit, ältere basaltische, trachytische, andesitische Ströme.

Eine Kuppe in der besonderen Bedeutung einer eigenthümlichen oberflächlichen Lagerungsform von Eruptivgestein, ist ein kegel- oder glockenförmiger Berg, welcher in isolirter Stellung über die nächste Umgebung aufragt und dabei ursprünglich annähernd in dieser Form durch eine an Ort und Stelle erfolgte Aufstauung des aus dem Erdinnern emporgedrungenen Eruptivmaterials entstanden ist. Manchmal erweisen sich die Kuppen auch als blosgelegte Ausfüllungsmassen von vulkanischen Eruptionscanälen, deren äussere, aus lockereren Materialien bestehende Umgebung zerstört und weggeführt worden ist. Die Ursprünglichkeit und Individualität solcher Kuppen wird durch den Verlauf der innerlichen säulenförmigen oder plattenförmigen Absonderung dargethan, welcher mit der äusseren Gestalt im Zusammenhange steht. Kuppen von Basalt, Phonolith, Trachyt.

Von krystallinischen Bildungen treten als wesentliche mineralische Gemengtheile der eruptiven Massengesteine vorzugsweise Silicate und Quarz auf. Unter den Silicaten spielen die Hauptrolle: monokliner Feldspath, trikline Feldspathe, monokline und rhombische Pyroxene, Amphibole, Biotit, Olivin, Nephelin und Leucit; spärlicher und wie auch schon die zuletzt genannten von mehr localer Bedeutung sind darunter: Muscovit, Sodalith, Haüyn, Melilith, Granat, Turmalin, Cordierit, Titanit. Andere nur untergeordnet, aber weit verbreitet vorkommende Mineralien sind zunächst: Apatit, Magnetit, Titaneisen, Eisenglanz, Zirkon, Rutil, Tridymit; schliesslich Glieder der Spinellgruppe, Metallsulfide (namentlich des Eisens). Carbonate, wie auch Epidot und Chlorit sind meistens secundär und treten überhaupt hier nicht als wesentliche Gemengtheile auf. Die hauptsächlichsten Gemengtheile der massigen Eruptivgesteine lassen sich auf Grund ihrer chemischen Natur und der Rolle, welche sie spielen, in folgender Weise gruppiren:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1) Feldspathige Silicate, thonerdereich, alkalihaltig, magnesiafrei, eisenfrei, relativ leicht, rein meist farblos: monokliner und trikliner Feldspath, Nephelin, Sodalith, Leucit, Melilith;
2) Magnesia und Eisen haltige Silicate, meist alkalifrei oder -arm, meist thonerdearm oder -frei, relativ schwer, meist gefärbt: Pyroxene, Amphibole, Biotit, Olivin;
3) Freie Kieselsäure: Quarz (und Tridymit);
4) Erzmineralien und accessorische Gemengtheile: Magnetit, Titaneisen, Eisenglanz, Apatit, Rutil, Zirkon, Titanit u. s. w.

Eine Hauptregel der Mineralcombination beruht darin, dass in Folge des chemischen Gegensatzes in erster Linie ein Glied der ersten Gruppe (oder mehre) neben einem Gliede (oder mehren) der zweiten Gruppe zur Ausbildung gelangen, wobei alsdann in spärlicherer Begleitung Glieder der vierten Gruppe sich einzustellen pflegen und das Glied der dritten Gruppe entweder vorhanden ist, oder fehlt. — Das Quantitätsverhältniss der einzelnen wesentlichen Gemengtheile ist innerhalb einer und derselben Eruptivmasse nicht constant, es findet ein allmähliches Zurücktreten, ja Verschwinden einzelner Hauptgemengtheile, auch ein Eintreten neuer statt. Leukokrat heisst ein Gestein, wenn in ihm die farblosen, melanokrat, wenn in ihm die dunkler gefärbten Gemengtheile vorwalten.

Hinsichtlich der gegenseitigen Association der vorwaltenden oder charakteristischen krystallinischen primären Gemengtheile der Erstarrungsgesteine lassen sich folgende Sätze aussprechen.

1) Der Quarz begleitet häufiger kieselsäurereiche als kieselsäurearme Feldspathe; am häufigsten ist er neben vorwiegendem Alkalifeldspath, Orthoklas, Mikroklin, Oligoklas, am seltensten neben vorwaltendem Anorthit; im Allgemeinen nimmt seine Menge ab mit dem abnehmenden Kieselsäuregehalt und dem zunehmenden Kalkgehalt des begleitenden vorwiegenden Feldspaths.
2) Quarz tritt nicht auf neben vorwaltendem Leucit oder Nephelin oder Melilith; hiervon ist bis jetzt eine Ausnahme nicht gefunden, so dass dies zur Zeit als ein wirkliches Gesetz gelten muss, — allerdings fast das einzige dieser Art.
3) Das Verhältniss von Orthoklas und Plagioklas ist derart, dass sich gewöhnlich neben dem vorwaltenden ersteren der letztere findet, während der vorwaltende letztere bisweilen (aber in mehr accessorischer Weise) von dem ersteren begleitet wird. Namentlich sind es kieselsäurereichere Plagioklase, neben denen der Orthoklas vorkommt. Die Association von Orthoklas mit Labradorit und Anorthit ist entschieden viel seltener.
4) Die in einem Gestein reichlich vorhandenen Plagioklase können untereinander verschieden zusammengesetzt sein.
5) Nephelin und Leucit kommen in den jüngeren Eruptivgesteinen häufig neben einander vor und zwar sowohl begleitet von monoklinem Kalifeldspath als von triklinem Kalknatronfeldspath. In den älteren Massengesteinen ist der Nephelin mehr mit Kalifeldspath als mit Plagioklas combinirt, in den jüngeren Nephelingesteinen gleichmässiger mit beiden. Der Leucit findet sich in den jüngeren Eruptivgesteinen durchgängig wohl mehr mit Plagioklas als mit Orthoklas combinirt. Aeltere Gesteine mit noch erhaltenem Leucit sind überhaupt zur Zeit nur spärlich bekannt.
6) Für den Melilith ist nur eine reichlichere Combination mit den feldspathähnlichen Silicaten (Nephelin und Leucit), nicht mit den eigentlichen Feldspathen, Orthoklas oder Plagioklas, bekannt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

7) In quarzhaltigen und quarzfreien Eruptivgesteinen mit vorwaltendem Orthoklas findet sich sowohl Amphibol als Pyroxen, doch ist wohl der erstere im Allgemeinen hier häufiger als der letztere.
8) Vorwaltender Plagioklas, neben welchem Quarz fehlt oder auftritt, ist sowohl mit Amphibol als mit Pyroxen combinirt; doch scheinen die kieselsäureärmeren Plagioklase eine grössere Neigung zu besitzen, sich mit Pyroxen als mit Amphibol zu vergesellschaften.
9) Monokline und rhombische Pyroxene können neben einander auftreten; so können auch thonerdehaltige Pyroxene von thonerdefreien begleitet werden.
10) Sowohl Amphibol als Pyroxen können in leucit- und nephelinhaltigen Gesteinen auftreten; doch ist Pyroxen ausserordentlich viel häufiger als Amphibol der Begleiter von Leucit und Nephelin.
11) Magnesiaglimmer fehlt weder den Gesteinen mit Kalifeldspath, noch denen mit Kalknatronfeldspath und ist gleichmässig in beiden verbreitet; im Allgemeinen scheint er mehr die Begleitschaft von Hornblende als die von Augit zu lieben.
12) Kaliglimmer findet sich fast nur in gleichmässig-körnigen, nicht-porphyrischen Massengesteinen und ist hier hauptsächlich an solche mit vorwaltendem Kalifeldspath und Quarz gebunden, den plagioklasreichen fast vollständig fremd.
13) Olivin ist neben Quarz äusserst selten, desgleichen neben vorwaltendem Orthoklas; neben Hornblende erscheint er ungemein spärlich, sehr häufig dagegen neben Augit.
14) Titanit scheint sich im Allgemeinen reichlicher in hornblende- als in augitführenden Gesteinen zu finden.
15) Magnetit kann jede andere Mineralcombination begleiten; er pflegt um so reichlicher zu sein, je basischer die letztere ist.
16) Apatit kann ebenfalls in jeder Mineralcombination auftreten, aber man kann nicht sagen, dass seine Quantität mit der Constitution des Gesteins zusammenhinge.
17) Auch Zirkon kann überall verbreitet sein, mehr scheint er an die kieselsäurereicheren als an die basischeren Gesteine gebunden.
18) Perowskit findet sich mit besonderer Vorliebe in der Begleitschaft von Melilith.

Die beiden hauptsächlichsten Gesichtspunkte, nach denen die Classification und Benennung der Eruptivgesteine vorgenommen wird, sind zunächt die mineralogische Zusammensetzung und die Structur, wozu dann noch als weiteres Eintheilungsprincip auf dem Gebiete der Effusivgesteine das geologische Alter tritt.

Was die makroskopische Structur betrifft, so ist vor allem der Gegensatz zwischen der gleichmässig-körnigen Structur einerseits, der porphyrischen und dichten anderseits hervorzuheben. Bei der ersteren besteht das Gestein aus lauter krystallinischen Individuen, die zumeist annähernd übereinstimmend gross und nach allen drei Richtungen ziemlich ebenmässig entwickelt sind; bei der porphyrischen Structur liegen in einer, dem blosen Auge unentwirrbaren sog. dichten Grundmasse grössere Mineralindividuen deutlich hervortretend ausgeschieden; die dichte (aphanitische) Structur ist vorhanden, wenn überhaupt sämmtliche Mineraltheilchen so klein und fein sind, dass das Gestein dem blosen Auge wie eine homogene Masse erscheint. Die vulkanischen Gesteine sind auch oft porös oder mandelsteinartig, ferner in Folge einer sehr raschen Erstarrung zum grössten Theil einer glasigen oder halbglasigen Ausbildung fähig (Obsidian, Bimsstein, Pechstein, Perlit)[1].

Die folgende Tabelle gibt eine allgemeine Uebersicht über die in den Eruptivgesteinen insbesondere vorkommenden Mineralcombinationen, welche für den vorliegenden Zweck genügen dürfte und keine erschöpfende Specialisirung beabsichtigt[2].

1) Auf weitere Auseinanderhaltungen, sowie auf eine Schilderung der mikroskopischen Structurverhältnisse der Eruptivgesteine kann hier nicht eingegangen werden.

2) Abgekürzt bedeutet: Q. Quarz. Orth. Orthoklas. Plag. Plagioklas. Neph. Nephelin. Leuc. Leucit, Mel. Melilith, Ho. Hornblende, Aug. Augit, rh. Pyr. rhombischer Pyroxen, Diall. Diallag. Gl. Glimmer, Ol. Olivin.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

| Charakteristische Mineralcombination | | Gleichmässig-körnig (vorwieg. plutonisch) | Porphyrisch und glasig (vorwiegend vulkanisch) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ältere Reihe (vortertiär) | jüngere Reihe (tertiär u. nachtertiär) |
| mit vorwieg. Alkalifeldsp. | Orth. + Q. + Gl. | Granit | Quarzporphyr | Rhyolith |
| | Orth. + Ho., Aug., Gl. | Syenit | Orthoklasporphyr | Trachyt |
| | Orth. + Neph. | Eläolithsyenit | Eläol.-Syenitporph. | Phonolith |
| mit vorwieg. Kalknatron- oder Natronkalk-feldspath | Plag. + Ho. ± Q. | Diorit, Quarzd. | Hornbl.-Porphyrit | Andesit, Dacit |
| | Plag. + Gl. ± Q. | | Glimm.-Porphyrit | |
| | Plag. + Aug. ± Q. | Diabas, Quarzd. | Diabasporphyrit | Augitandesit |
| | Plag. + Aug. + Ol. | Olivindiabas | Melaphyr | Plag.-Basalt |
| | Plag. + rh. Pyr. | Norit | Noritporphyrit | Hypersthenandesit |
| | Plag. + Diall. ± Ol. | Gabbro | — | Diallagandesit |
| | Plag. + Neph. + Aug. | Therolith | — | Neph.-Tephrit |
| | Plag. + Neph. + Ol. + Aug. | Therolith | — | Neph.-Basanit |
| | Plag. + Leuc. + Aug. | — | — | Leuc.-Tephrit |
| | Plag. + Leuc. + Ol. + Aug. | — | — | Leuc.-Basanit |
| | Plag. + Korund | Kyschtymit | — | — |
| ohne eigentlichen Feldspath | Neph. + Aug. | Ijolith | — | Nephelinit |
| | Neph. + Aug. + Ol. | — | — | Neph.-Basalt |
| | Leuc. + Aug. | — | — | Leucitit |
| | Leuc. + Aug. + Ol. | Missourit | — | Leuc.-Basalt |
| | Mel. + Aug. + Ol. | — | — | Melil.-Basalt |
| | Ol. + Pyr. (Ho.) | Olivingesteine (Peridotite) | | |
| | Rhomb. + monokl. Pyr. | Pyroxengesteine (Websterit) | | |

Die genaue Betrachtung eines Eruptivgesteins lehrt, dass die dasselbe zusammensetzenden Mineralarten nicht alle gleichzeitig festgeworden sind, sondern gewisse derselben in einem früheren, andere in einem späteren Stadium der Erstarrung, wobei vielfach die Bildungsperioden der einzelnen ein gegenseitiges Uebergreifen offenbaren, die Krystallisation einer Mineralart schon anfing, bevor diejenige einer anderen ganz ihr Ende erreicht hatte. Gewisse Mineralien, welche hier auf Hohlräume oder Spalten beschränkt sind und gleichwohl nicht als secundäre Producte gelten können, sondern immerhin mit zu dem primären Gesteinsbestand gehören, scheinen weniger der eigentlichen Consolidation des eruptiven Magmas als vielmehr sublimatorischen Vorgängen während der letzten Phasen der Verfestigung ihre Entstehung zu verdanken; hierher gehören manche Gruppen von Tridymit, gewisse Vorkommnisse von Hypersthen, Sodalith, Pseudobrookit, von Hornblende (auf Poren von Vesuvlaven), wohl auch solche von Topasen und Granaten (vgl. S. 373).

§ 170. **Krystallinische Schiefer.** Die Abtheilung der krystallinischen Schiefer begreift ihrer Hauptsache nach jene sehr mächtigen krystallinischen und schieferig struirten Gesteinsmassen ohne eruptive Lagerung, welche, bis jetzt stets fossilfrei befunden, als die Unterlage der ältesten fossilführenden, klastisch-sedimentären Formationen erscheinen, für welche sich aber nicht direct durch örtlichen Zusammenhang und Uebergang nachweisen lässt, dass sie blose

Structurmodalitäten oder durch secundäre Einwirkungen hervorgebrachte Veränderungsproducte von massigen Eruptivgesteinen sind. Sie erscheinen in einer Weise abgelagert, welche von der echten Schichtung der Sedimentärgesteine in keiner Hinsicht unterschieden werden kann. Der Mineralbestand besitzt im Allgemeinen sehr grosse Aehnlichkeit mit dem der Eruptivgesteine; hier wie dort herrschen monokline und trikline Feldspathe, Quarz, Glimmer, Hornblenden, Pyroxene, begleitet von Eisenerzen, Apatit, Titanit u. s. w. Doch deckt sich der Mineralgehalt keineswegs allenthalben, wie denn z. B. Nephelin, Leucit, Melilith, Haüyn, Tridymit, braune basaltische Hornblende von dem Bestand der krystallinischen Schiefer ausgeschlossen erscheinen, während z. B. die in den letzteren so verbreiteten Mineralien Chlorit, Talk, Paragonit, Sericit, Epidot, Zoisit, rhombischer Amphibol, Cyanit wenigstens nicht zu dem primären Bestand der Erstarrungsgesteine gehören, hingegen in den krystallinischen Schiefern als mit den anderen Gemengtheilen aequivalent auftreten. Glimmerige Mineralien spielen hier eine viel grössere Rolle als dort. Auch sind die Verhältnisse der Mineralcombination vielfach ganz andere. Eine fernere Eigenthümlichkeit beruht in dem überaus häufigen Auftreten von schicht- und namentlich linsenförmigen Einlagerungen untergeordneter Gesteinsmassen in denjenigen krystallinischen Schiefern, welche wie Gneiss, Glimmerschiefer, Phyllit die Hauptrolle spielen; hierher gehören die Lager oder lenticulären Vorkommnisse von Quarzit, körnigem Kalkstein und Dolomit, Amphibolit, Eklogit, Olivinfels, Gabbro, Granatgestein, Chloritschiefer, Magnetit, sowie viele andere seltenere. Diese genetisch untrennbaren Einlagerungen, welche wie grosse Kerne von den umgebenden Schichten häufig augenähnlich umschmiegt werden, zeigen in ihrer linsenartigen Erstreckung einen Parallelismus mit der Schieferigkeit der letzteren, sowie mit ihrem Wechsel im Mineralgehalt, sind auch vielfach durch Uebergänge mit ihnen verbunden.

Zu diesen krystallinischen Schiefern gehören Gesteine mit vorwiegendem Feldspath und Quarz (Gneisse, Granulit), solche mit vorwaltendem Glimmer, Chlorit, Talk (Glimmerschiefer, Phyllit, Chloritschiefer, Topfstein, Talkschiefer), Amphibolgesteine (Strahlsteinschiefer, Hornblendeschiefer, Glaukophanschiefer), Pyroxengesteine, Eklogit, Epidotgesteine, Granatfels, ein Theil der Gabbros, Olivingesteine, Serpentine, Quarzite, körnige Kalke und Dolomite; Erzgesteine, namentlich von Eisenglanz und Magnetit; Graphitschiefer.

§ 171. **Krystallinische Sedimentgesteine.** Dieselben stellen einen Theil der Materialien zum Aufbau der sedimentären Formationen dar, befinden sich aber nicht, wie die Conglomerate, Breccien, Tuffe, Sandsteine, in einem augenscheinlich klastischen Zustande, wenn sie auch z. Th. ihre jetzige krystallinische Beschaffenheit erst im Laufe der Zeit durch Umbildung eines ursprünglich klastischen Detritus erlangt haben sollten. Die meisten sind zur Hauptsache in dem Medium des Wassers entstanden, sei es als directer chemischer Absatz aus Lösungen (z. B. Steinsalz, Gyps), oder als mechanisches Sediment, welches später Umkrystallisirung erfuhr (z. B. Quarzit, Kalkstein). Daher ist ihre typische Ablagerungsform auch die einer Schicht, welche in erkennbarer Weise durch periodisch übereinandergelagerten Bodensatz gebildet wurde.

Hierher gehören als wesentliche Glieder die Gesteine Steinsalz, Flussspath, Kryolith, Kalkstein mit seinen vielen Varietäten (wie körniger, dichter, oolithischer

Kalkstein, Kalktuff, Kreide u. s. w.), Dolomit, Anhydrit, Gyps, Phosphorit, Quarzit, Kieselschiefer, Hornstein u. a. kieselige Massen, Erzgesteine, wie Rotheisen, Brauneisen, Eisenoolith, Bohnerz, Eisenspath, Magneteisen. Als Anhang die zwar nicht krystallinischen, aber auch nicht klastischen Kohlengesteine, wie Anthracit, Steinkohle, Braunkohle, Torf, auch Brandschiefer.

§ 172. **Klastische Gesteine.** Sie bestehen vorwiegend aus Material, welches von der Zertrümmerung bereits präexistirender fester Gesteine oder von der Zerkleinerung des Ergussmaterials vulkanischer Eruptionen herstammt. Die in diesen Gesteinen vorkommenden Mineralien befinden sich daher nicht mehr auf primärer sondern auf secundärer Lagerstätte. Das Medium, in welchem der fragmentare Detritus zusammengeführt wurde und dessen Sedimentirung erfolgte, ist meist das Wasser, bisweilen die Luft.

Hauptsächliche Vertreter sind als Glieder der Sedimentärformationen die Conglomerate, Breccien und Tuffe der Eruptivgesteine (z. B. von Granit, Porphyr, Diabas, Trachyt, Bimsstein, Basalt, der gröbere und feinere Vulkanschutt), Breccien und Conglomerate von Quarzit, Kalkstein, Feuerstein; polygene, d. h. aus sehr abweichendem klastischem Gesteinsmaterial bestehende Conglomerate; ferner namentlich Sandsteine, Sande, Grauwacke, Thonschiefer, Schieferthon, Kaolin, Thon, Lehm, Löss, Mergel.

§ 173. **Besondere Lagerstätten der Mineralien.** Dieselben sind nach Form, Ausdehnung, Mineralgehalt und Entstehung sehr verschiedenartig und lassen sich zur Hauptsache unter folgenden Kategorieen unterbringen:

1. Lager. Parallelmassen von abweichendem Mineralgehalt, welche in der Regel in den Verband eines geschichteten Gesteins auf übereinstimmende Weise mit gleicher Richtung der Ausdehnung eingeschaltet, auch oberflächlich ausgebreitet sind. Besitzen dieselben grössere Dimensionen, so fällt ihr Material ebenfalls schon unter den Begriff des Gesteins. Die Lager werden bald lediglich aus nichtmetallischen Substanzen zusammengesetzt, z. B. Kalkstein-, Gyps-, Quarzitlager, bald fast gänzlich aus metallhaltigen Substanzen, z. B. Lager von Brauneisenstein, Sphärosiderit, Magnetit, Kiesen, bald aus einer Mengung beider, z. B. Gold oder Platin führende Sandlager. Die beiden letzteren Gruppen heissen auch Erzlager, sofern unter Erz diejenigen Mineralien verstanden werden, welche vermöge ihrer Natur und ihres Vorkommens eine technische Darstellung von nützlichen schweren Metallen mit Vortheil gestatten[1]).

Lager, welche aus einem technisch nutzbaren Material bestehen, heissen auch wohl Flötze, z. B. Kalkstein-, Steinkohlen-, Sphärosiderit-, Kupferschieferflötz. — Die Bildung der Lager scheint im Allgemeinen, abgesehen von den besonderen Fällen, wo in ihnen Umwandlungsproducte vorliegen, unter ähnlichen Verhältnissen erfolgt zu sein, unter denen auch die darunter und darüber befindlichen Schichten gebildet wurden. Den typischen Lagern fehlt die bei den Gängen vorkommende symmetrische Zusammensetzung gänzlich.

1) Ueber Erzlagerstätten im Allgemeinen s. *B. v. Cotta*, Die Lehre von d. Erzlagerst. 2. Aufl. 2 Bde. Freiberg 1859—61; *Grimm*, Die Lagerstätten d. nutzbaren Mineralien, Prag 1869; *v. Groddeck*, Die Lehre von d. Lagerstätten d. Erze, Leipzig 1879; *Sandberger*, Untersuchungen über Erzgänge, Wiesbaden, 1. Heft 1882, 2. Heft 1885; *Stelzner*, Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch. XXXI. 1879. 644; Die Lateralsecretionstheorie und ihre Bedeutung für das Přibramer Ganggebiet. Freiberg 1889; *R. Beck*, Lehre von den Erzlagerstätten, Berlin 1901.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Mineralgänge, Erzgänge. Spalten entstehen in der Erdkruste durch Berstung, theils in Folge von Dislocationen, gebirgsbildenden Faltungen, Stauungen und Verschiebungen, Aufbrüchen und Einstürzen, zum geringeren Theil auch durch volumvermindernde Contraction bei der Verfestigung (Abkühlung und Austrocknung). Von den mit eruptiver Gesteinsmasse erfüllten Spalten, den Gesteinsgängen war schon S. 347 die Rede. In anderen Gebirgsspalten hat ein Absatz von Mineralien stattgefunden, deren Aggregation nicht unter den Begriff des Gesteins fällt. Dies sind die sog. Mineralgänge, und ihr Ausfüllungsmaterial besteht, ähnlich wie bei den Lagern, bald aus nicht-metallischen Verbindungen, z. B. Gänge von Kalkspath, Quarz, Schwerspath, Flussspath (eigentliche Mineralgänge, taube Gänge im bergmännischen Sinne), bald betheiligen sich an ihm Mineralien von der Natur eines Erzes in mehr oder minderem Maasse (Erzgänge). Letztere verdienen auch wegen ihrer mehr abwechselnden Zusammensetzung besondere Hervorhebung.

Die Körper der Erzgänge sind sehr häufig als regelmässige Parallelmassen ausgebildet, verlaufen aber auch, je nach den Contouren und Dimensionen der früheren Spalten, in minder vollkommen geformte Massen, keilen sich nach den Seiten aus, wechseln in der Dicke ab, entsenden Verästelungen (Trümer). Salband ist der alte bergmännische Name für die Grenzfläche des Ganges gegen sein Nebengestein. Gewisse Erzgänge bestehen lediglich aus Erzen, werden z. B. ganz von Eisenspath, Brauneisen erfüllt; bei den anderen gemengten heisst das Material der nicht-metallhaltigen Mineralien im Gegensatz zu den Erztheilen die Gangart, z. B. Quarz, Hornstein, Flussspath, Kalkspath, Braunspath, Schwerspath, auch Stücke des Nebengesteins.

Alle Längendimensionen sind möglich, von kurzen Schnürchen bis zu meilenweit anhaltenden Gängen, ebenso alle Verhältnisse der Weite (Mächtigkeit), von den nur papierdicken goldführenden Tellurgängen des Barbarabaues bei Offenbánya bis zu 50 M. und darüber mächtigen Gängen. Die längste Gangspalte, die den Oberharz fast o. w. durchsetzt und mit verschiedenen Namen belegt wird (Rosenhöfer, Rosenbüscher, Schulthaler Gang), lässt sich nach *v. Groddeck* auf 16,35 Km streichender Länge verfolgen. — Die Gangspalten verlaufen bisweilen gerade längs der Grenze zweier verschiedener Felsarten, häufiger quer gegen die Schichtung als parallel derselben, vielfach treten sie ohne Unterbrechung aus einem Gestein in das angrenzende hinüber.

Wie in den Gesteinen so zeigen sich auch in den Erzgängen gewisse Mineralien vorzugsweise häufig mit einander verbunden, z. B. Zinkblende und Bleiglanz, Kupferkies und Eisenkies, Kobalt- und Nickelerze, Zinnstein und Wolframerze, Schwerspath und Flussspath, Kalkspath und Quarz. Im Allgemeinen offenbaren die Erzgänge eine viel manchfaltigere Mineralzusammensetzung als die Erzlager, wenn auch in ihnen die Silicate nur in verschwindender Menge aufzutreten pflegen; letzteres scheint daher zu kommen, dass bei der Erfüllung der Erzgangspalten Bicarbonate und freie Kohlensäure eine grosse Rolle spielten, welche etwa hineingelangende silicatische Lösungen unter Abscheidung von Quarz zersetzten und so deren eigenen Absatz verhinderten.

Bald erscheinen die Erze als kleine rundliche oder eckige Partieen ohne regelmässige Anordnung mit der Gangart verwachsen oder in deren Masse, manchmal in grosser Feinheit, eingesprengt, bald lässt der Gang als solcher eine bandartige, symmetrisch-lagenförmige Zusammensetzung erkennen, indem die einzelnen Gangmineralien und Erzarten verschiedene getrennte Lagen bilden, die den ehemaligen Spaltenwänden parallel laufen und sich von diesen aus nach der Mitte zu auf beiden Seiten in gleicher Weise wiederholen, so dass im normalsten Falle

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dieselben Lagen in gleicher Reihenfolge zweimal im Gange vorhanden sind, jedoch mit Ausnahme der mittelsten Lage, welche bei einem Geschlossensein für sich allein besteht. Wo diese Lagen Krystallbildungen zeigen, richten sich die Enden der Krystalle in der Regel von beiden Seiten des Ganges gegen seine Mitte.

Fig. 328 zeigt eine solche Ausbildung des Drei Prinzen Spat-Ganges bei Freiberg nach *v. Weissenbach*; darin bedeuten: *a* und *d* Zinkblende, *b* Quarz, *c* und *h* Flussspath, *e* und *g* Schwerspath, *f* und *i* Eisenkies, *k* Kalkspath, *l* eine innere Druse.

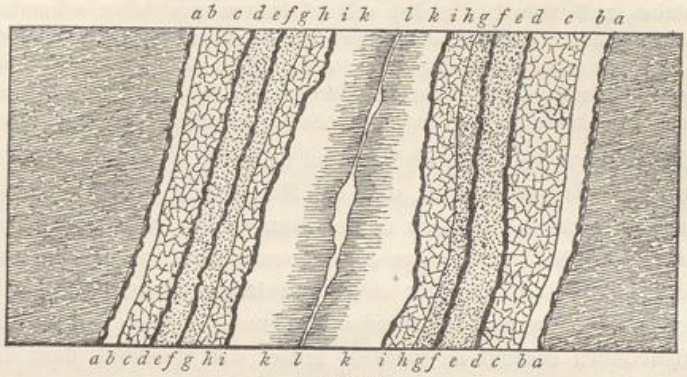



Fig. 328.

Diese Erscheinungen verweisen auf eine successive Erfüllung des Gangraumes, sowie auf eine gleichzeitige Bildung der correspondirenden Lagen, welche die jedesmalige Wand der durch fortschreitenden Absatz sich verengenden Spalte überdeckten. Abweichungen von dieser symmetrischen Zusammensetzung können bisweilen dadurch erklärt werden, dass ein wiederholtes späteres Aufreissen von Klüften innerhalb des Gangkörpers selbst und eine nachträgliche Ausfüllung derselben stattfand.

Drusig ist die Beschaffenheit der Erzgänge, wenn sie von zahlreichen unregelmässigen, meist eckigen und auf ihren Wänden mit Krystallisationen bedeckten Hohlräumen durchzogen sind, die sich namentlich gegen die Mitte hin in grösserer Ausdehnung finden. Bruchstücke des Nebengesteins, die oft recht reichlich in der Gangmasse liegen, sind in gewissen Fällen von concentrischen und zugleich radialkrystallinischen Lagen verschiedener Erz- und Gangarten umwachsen und breccienartig mit einander verbunden. Die den fremden fragmentaren Kern umhüllenden Mineralsubstanzen zeigen ähnliche Aufeinanderfolge wie bei dem Uebereinanderkrystallisiren in den symmetrischen Lagencomplexen oder in den Drusenräumen.

Uebrigens ist die Vertheilung der Erze in den Gängen vielfach keine sonderlich regelmässige, sondern oft recht ungleich, so dass darnach in demselben Gang arme oder taube Regionen oder Mittel und anderseits Erzmittel, Erzfälle, Veredelungen, Adel unterschieden werden.

Wenn ein Gang aus einem Nebengestein in ein benachbartes anderes ohne Unterbrechung fortsetzt, so findet trotzdem in vielen Fällen keine Veränderung in der Natur der Gangart und der Erze statt; anderseits erweisen sich aber auch wohl die letzteren von der Beschaffenheit des Nebengesteins abhängig, wie z. B. in Cornwall derselbe Gang innerhalb des Thonschiefers vorwiegend Kupfererze, innerhalb des Granits hauptsächlich Zinnerze führt, die goldhaltigen Quarzgänge der Trachytgesteine Siebenbürgens beim Eintritt in abweichendes Nebengestein ihr Gold einbüssen. In Cumberland und Derbyshire sind die Bleierzgänge, wo sie den Kohlenkalk durchsetzen, mächtig und



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

reich, während sie in den mit den Kalklagern abwechselnden eruptiven Melaphyrbänken nur in der Form schwacher unbauwürdiger Trümer erscheinen. — Contactgänge heissen diejenigen, welche, vielfach als Verwerfungsspalten charakterisirt, gerade auf der Grenze zweier verschiedener Gesteinsarten verlaufen, ohne sich in eine derselben hineinzuerstrecken; z. B. der Bleierzgang von Haus Baden bei Badenweiler auf der Grenze von Buntsandstein und Granit, viele Rotheisensteingänge des Erzgebirges an der Grenze von Granit und Glimmerschiefer. — Gangzug ist eine Gruppe von mehren nahe beisammen gelegenen und mehr oder weniger parallel gerichteten Gängen.

Von einem Stockwerk wird geredet, wenn eine stockförmige Ablagerung eines Massengesteins, z. B. Granit, Porphyr sehr dicht von reichlichen schmalen Erzgängen durchschwärmt und ausserdem auch längs derselben zu beiden Seiten selbst mit Erz erfüllt ist, ferner noch unabhängig von den steilen Gängen lagerförmige erzhaltige Zonen übereinanderfolgend das Gestein durchziehen (zinnerzführende Stockwerke von Geier, Zinnwald, Altenberg im Erzgebirge, Schlaggenwald in Böhmen, Cornwall).

Was die Bildung der Mineralgänge und namentlich der Erzgänge anbetrifft, so gilt es zur Zeit als unbestritten, dass das Material der meisten aus wässerigen Solutionen abgesetzt ist, die sich in den Gangspalten bewegten. Dafür spricht einerseits die erwähnte lagenförmige Zusammensetzung, anderseits der Nachweis, dass eine sehr grosse Zahl der hier entgegentretenden Mineralien in der That fähig ist, künstlich unter gewissen Umständen auf nassem Wege unter Zuhülfenahme geeigneter Reactionen erzeugt zu werden; ferner der Umstand, dass die Annahme anderweitiger Bildungsvorgänge auf grosse Unwahrscheinlichkeiten stösst. Verdunstung des Wassers, Entweichen der die Löslichkeit bedingenden Kohlensäure, Reactionen beim Zusammentreffen verschiedener Solutionen — bei den Schwefelmetallen z. B. die Einwirkung schwefelwasserstoffhaltiger Gewässer — haben insbesondere die Abscheidung bewirkt (vgl. auch § 175).

Der Absatz der Erze in den Gängen hängt wesentlich davon ab, dass lösliche metallische Verbindungen durch Gewässer in sie geführt und darin als schwererlösliche abgeschieden werden. Die schwerstlöslichen Verbindungen der Metalle, Metalloxyde, Metalloxydhydrate, gewisse Metallsalze, finden sich in den Erzen. Das allgemeine chemische Gesetz, dass stets die schwerstlöslichen Verbindungen entstehen, wenn verschiedene Lösungen auf einander reagiren, kommt daher auch in den Gängen zur Geltung, und dadurch wird wieder umgekehrt die Bildung der Erze auf nassem Wege höchst wahrscheinlich gemacht. Leichtlösliche metallische Verbindungen, welche in die Spalten gelangen, sind wie *G. Bischof* mit Recht sagt, dort für die Erzbildung verloren, wenn sie nicht mit anderen Substanzen zusammentreffen und mit ihnen schwerlösliche Verbindungen bilden.

Bezüglich der Frage über die Herkunft der mit Mineralsubstanzen beladenen Gewässer nimmt die sog. Infiltrationstheorie aufsteigende, zum Theil mit hoher Temperatur versehene Mineralquellen in Anspruch, während nach der sog. Lateralsecretionstheorie die in die Spalten geführten Lösungen aus dem Nebengestein selbst stammen und als Sickerwasser ihren Weg von oben nach unten genommen haben. Die erstere Ansicht stützt sich darauf, dass die Stoffe, welche sich an den Mineralien der Gangspalten betheiligen, fast sämmtlich auch in dem Wasser aufsteigender Quellen nachgewiesen wurden. Gegen diese Infiltrationstheorie wird geltend gemacht, dass, soweit unsere Erfahrungen reichen, Quellen, die in Spalten aufsteigen, an den Wänden derselben überhaupt keine Absätze irgend welcher Art zu erzeugen vermögen, sondern solche nur an der Erdoberfläche abscheiden: seit undenklichen Zeiten sieht man an denselben Punkten der Oberfläche vor wie nach Mineralquellen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in ungeschwächter Stärke ausfliessen, während doch, wenn auch nur ein unendlich kleiner Bruchtheil von den im Wasser gelösten Stoffen in dem Quellenspalt selbst zum Absatz gekommen wäre, dieser sich durch Ausfüllung längst hätte verstopfen müssen. — Für die zweite, von *G. Bischof* nachdrücklich vertheidigte Ansicht von der Lateralsecretion ist späterhin namentlich *Sandberger* eingetreten; nach ihm enthalten Glimmerarten, Hornblenden, Augite, Olivine zahlreicher krystallinischer Gesteine in der That kleine Mengen von Kupfer, Blei, Zinn, Kobalt, Nickel, Wismut, Silber, Arsen, Antimon, und steht dieser Gehalt bisweilen mit der Erzführung der in solchen Felsarten aufsetzenden Gänge im Einklang. Wenn die schweren Metalle aus ihrer Heimat auswandern und sich in den Spalten fixiren und anreichern sollen, so müssen sie in Verbindungen, die im Wasser löslich sind, übergeführt werden. Dass solche Lateralsecretionen in den Gesteinen, welche selbst dazu das Material bieten, von statten gehen, zeigen die den dichten Kalkstein durchziehenden Kalkspathadern, die Trümer von Quarz in Thonschiefern und krystallinischen Schiefern, die Füllung der Mandelhohlräume mit verschiedenen Mineralien (Achat, Quarz, Grünerde, Carbonate), die Absätze von Zeolithen in den Blasenräumen der Basalte und Phonolithe. *Sandberger* hob hervor, dass in dem porphyrartigen Granit des Schwarzwalds, dessen schwer verwitterbarer Feldspath blos minimale Mengen von Baryt enthält, nur sehr wenige Schwerspathgänge aufsetzen, dass letztere überall vorkommen, wo der nicht porphyrartige Granit, dessen leichter angreifbarer Feldspath 0,22% Baryt führt, verwittert ist, dass aber die mächtigsten Schwerspathgänge an den Gneiss gebunden sind, in dessen Feldspath gar 0,81% Baryt nachgewiesen wurde. — Freilich hält es manchmal sehr schwer, den Erzreichthum zahlreicher benachbarter Gänge lediglich und direct aus dem umgebenden Nebengestein abzuleiten, welches vielleicht nur auf geringe Erstreckung hin sich in einem thatsächlich zersetzten Zustande befindet. Nach *Stelzner*, welcher auch die Richtigkeit der von *Sandberger* für den Nachweis der Metalle in den Silicaten angewandten Methoden bestreitet, liesse sich die übereinstimmende Metallführung der przibramer Gänge und ihrer Nebengesteine ebenso gut durch eine Einwanderung der Metalle in die letzteren von den Gangspalten aus erklären, wie durch eine Auswanderung der Metalle aus den Nebengesteinen in die Gangspalten. Für die freiberger Blei- und Silbergänge stellt er eine Entstehung durch blose Lateralsecretion durchaus in Abrede (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1896. 377). Uebrigens wird niemals eine einzelne Theorie auf die sämmtlichen Erzgänge Anwendung finden können.

Die früheren Annahmen, dass das Material der Erzgänge auf dem Wege der gasigen Sublimation in den Spalten zum Absatz gelangt (Sublimationstheorie) oder darin als geschmolzene Masse aufgestiegen sei (Injectionstheorie), besitzen zur Zeit für die verbreitetsten und typischsten Vorkommnisse keine Geltung mehr, indem die Natur vieler Erze und namentlich die der Gangarten (wie Quarz, Kalkspath, Flussspath, Schwerspath) einer solchen Bildungsweise widerspricht.

Auf den Erzgängen ist die Paragenesis, das Nebeneinandervorkommen der einzelnen Gang- und Erzarten, sowie die gegenseitige Succession derselben zwar im Allgemeinen höchst abweichend, aber örtlich zeigt sich auf den verschiedenen Gängen einer und derselben Gegend doch wohl in dieser Hinsicht eine regelmässige Constanz, ein Verhältniss, welches *Breithaupt* als Erzformation bezeichnete. Beispiele solcher constanten Paragenesis und Succession sind nach ihm:

Quarz, Eisenspath, Bleiglanz, Bournonit, Kupferkies. Neudorf am Harz.
Quarz, Bleiglanz, Zinkblende, Eisenspath, Kupferkies. Freiberg i. S.
Quarz, Bleiglanz, Braunspath, Bleiglanz, ged. Silber. Freiberg i. S.
Quarz, Speiskobalt, Flussspath, Silberglanz, Rothgültigerz. Schneeberg.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Quarz, Bleiglanz, Flussspath, Polybasit, drahtförmiges Silber, Kalkspath. Himmelfahrt bei Freiberg.
Quarz, Zinnstein, Topas, Apatit, Flussspath. Ehrenfriedersdorf, Erzgebirge.
Quarz, Eisenglanz, Flussspath, Eisenspath. Altenberg, Erzgebirge.
Quarz, Antimonglanz, Baryt. Felsöbánya, Ungarn.
Quarz, Tellurglanz, Zinkblende, Quarz. Nágyag, Siebenbürgen.
Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende, Braunspath. Rodna, Siebenbürgen.
Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Eisenkies, Amethyst, Gold. Porkura, Siebenb.
Quarz, Zinkblende, Rothgültigerz, Markasit. Schemnitz, Ungarn.
Quarz, Eisenspath, Bleiglanz, Fahlerz, Zinkblende, Kupferkies, Kalkspath. Przibram.
Flussspath, Schwerspath, Kupferkies, Ankerit. Freiberg i. S.

Das Material der Erzgänge fällt im Laufe der Zeit in den der Erdoberfläche genäherten Theilen manchen Veränderungen anheim; in Folge der Einwirkung der Atmosphärilien, der kohlensäurehaltigen Tagewasser, des Sauerstoffzutritts findet hier eine Umwandlung insbesondere der Schwefel- und Arsenmetalle statt, welche zur Bildung von entsprechenden Metalloxyden, Oxydhydraten, zahlreichen, oft wasserhaltigen Metallsalzen führt. Daneben gehen seltener, wohl unter Mithülfe organischer Substanzen, auch Reductionen zu gediegenen Metallen von statten. Diese Veränderungen greifen oft in ansehnliche Tiefe, bis zu 50, 100 und mehr Mtr. hinab; unterhalb dieser Zone findet sich dann, durch Uebergänge verbunden, die Region der geschwefelten Erze, in welchen in den meisten Fällen der primäre Erzabsatz zu erblicken ist.

Da auf so vielen Gängen von Kupfer-, Blei-, Silber-, Golderzen diese Erze von eisenhaltigen Kiesen (Eisenkies, Kupferkies, Magnetkies, Arsenkies) oder Eisenspath begleitet werden und diese letzteren Mineralien bei der von der Oberfläche her wirkenden Veränderung Brauneisen in grosser Menge liefern, so entsteht die Erscheinung, dass reiche Erzgänge am Ausgehenden einen »eisernen Hut« besitzen, in welchem sich als Umwandlungsproducte der anderen jeweiligen Erze auch wohl ged. Kupfer, Rothkupfer, Malachit, Kupferlasur, Weissblei, Bleivitriol, ged. Silber, Chlorsilber, ged. Gold finden.

3. An die Mineral- und Erzgänge schliessen sich zunächst als besondere Lagerstätten anderweitige gänzliche oder theilweise Ausfüllungen von nicht gerade spaltenförmigen, sondern mehr rundlichen und auch nicht so ausgedehnten Höhlungen, welche bald selbst den Charakter von Klüften, bald denjenigen von Auswaschungsräumen, von blasigen Auftreibungen des Gesteins oder sonstigen Lücken in demselben besitzen.

Bei Raibl in Kärnten liegen z. B. meist in der Nähe von Klüften grosse unregelmässige Höhlungen im Dolomit, erfüllt mit Bleiglanz, Schalenblende, Eisenkies und Dolomit, in concentrisch krustenförmigen, den Hohlraumswänden parallelen Absätzen. Die Bohnerzablagerungen füllen vielfach ausgedehnte trichter- oder kesselförmige Weitungen im Kalkstein aus. — Hierher gehören ferner als partielle Füllungen die Tropfstein- oder Stalaktitenbildungen von kohlensaurem Kalk in den Cavitäten der Kalksteingebirge, die Austapezierungen von Höhlungen im Gneiss und Granit mit grösseren Quarz- und Feldspathindividuen (sog. Krystallkeller), die Absätze von Zeolithen, Kalkspath, Aragonit, verschiedenen Quarzarten in den umfangreicheren Blasenräumen der Eruptivgesteine. Viele dieser Bildungen leiten anderseits hinüber zu den S. 345 als accessorische Bestandmassen der Felsarten angeführten Nestern, Trümern, Mandeln.

4. Concentrationen. In diesen und den folgenden Vorkommnissen sind weitere Arten von besonderen Minerallagerstätten zu erblicken. — Nicht selten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

geschieht es, dass Mineralien, welche als primäre accessorische Gemengtheile in Gesteinen spärlich vertheilt sind, örtlich darin in solcher Anreicherung concentrirt auftreten, dass sie die Hauptmasse darstellen. Handelt es sich dabei um Erzpartikel, so kann local eine förmliche Erzlagerstätte hervorgehen. Diesen Charakter besitzen z. B. die Ansammlungen von Magneteisen in Syeniten, Gabbros und Noriten, die bald fast ganz rein, bald noch mit anderen Mineralien vermengt sind. Eine verwandte, in ganz kleinem Maassstab erfolgte Bildung liegt in den S. 345 erwähnten Concretionen vor. In allen diesen Fällen ist — im Gegensatz zu den folgenden Imprägnationen — die Concentration von Anfang an mit der Bildung des Gesteins genetisch verbunden gewesen.

5. Als Imprägnation bezeichnet man die Erscheinung, dass in die Masse eines vorhandenen Gesteins eine zugeführte metallische oder nicht metallische Mineralart derart nachträglich eingedrungen ist, dass sie die Poren und feinen Zwischenräume erfüllt, die Gesteinmasse gewissermassen durchtränkt hat. Die Räume, über welche sich solche Imprägnationen hin erstrecken, sind verschieden begrenzt, bald haben sie eine schichtenförmige Gestalt, bald sind es ganz unregelmässige wolkige Partieen, an deren Grenze dann auch die Imprägnation allmählich sich verschwächt und ihr Ende erreicht.

Sandstein, Thon, Mergel sind so z. B. mit Gyps, Baryt u. s. w. erfüllt, ältere Tuffablagerungen mit Kieselsäure oder Opal durchtränkt. Dieselben Mineralien, welche als Imprägnationen auftreten, erscheinen auch öfters in demselben Gestein als vereinzelte Aggregate in der Form von accessorischen Bestandmassen. — Substanzen, die nachweisbar im Gestein selbst durch Zersetzung entstanden sind und sich innerhalb desselben angesiedelt haben, z. B. die secundären Kalkspaththeilchen oder Chloritstäubchen in den umgewandelten Diabasen oder Melaphyren, wird man nicht füglich zu den imprägnirenden zählen können.

In krystallinischen Schiefern sind zonenförmige Erfüllungen mit Erzpartikelchen, welche als Imprägnationen gelten, kein seltenes Vorkommniss. Kupferkies, Eisenkies, Zinkblende u. a. Sulfide, Magneteisen spielen hier eine solche Rolle. Feine Körnchen von Magnetit oder Eisenkies bilden in Skandinavien die sog. Fahlbänder, gleichmässige Imprägnationen, welche bestimmten Zonen des steilaufgerichteten Gneissschichtensystems mit parallelem Streichen oft auf meilenweite Erstreckung hin folgen; innerhalb dieser Zonen können sich auch die Erztheilchen zu flach linsenförmigen Lagerstätten anreichern, die dann so in dem Fahlband eingelagert sind, dass die Flächen ihrer grössten Ausdehnung parallel verlaufen der Schichtung des Gneisses. Ausser den genannten Erzen betheiligen sich auch Magnetkies, Kupferkies, Zinkblende, Kobaltkies, Bleiglanz an der Zusammensetzung. Für den Kongsberger Bergbau haben diese Fahlbänder in so fern grosse Wichtigkeit, als die die Gneissschichten quer durchsetzenden jüngeren Silbererzgänge nur wo sie auch durch die Fahlbänder gehen, vorzüglich reich, ausserhalb derselben aber sehr arm an Silbererzen zu sein pflegen.

Zu solchen Imprägnationen werden z. B. weiter noch gerechnet: die goldhaltigen Zonen in den Chlorit- und Glimmerschiefern der Tauernkette; die Bleiglanzknötchen im Buntsandstein von Mechernich und Commern in der n. Eifel; die Erfüllungen von Sandsteinen der permischen Formation mit manchfachen Kupfererzen (Malachit, Lasur, Rothkupfer, ged. Kupfer, Kupferkies, Kupferglanz u. s. w.); das Vorkommen von Quecksilbererzen in den schwarzen bituminösen Schiefern von Idria.

Bisweilen ist von den beiden Seitenflächen eines Ganges aus, obschon derselbe als solcher deutlich begrenzt erscheint, das Nebengestein bis auf gewisse Erstreckung hin mit Erz mehr oder weniger imprägnirt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die sog. Erzstöcke (in kleineren Dimensionen Butzen genannt) sind Erzanhäufungen, die sich durch ihre ganz unregelmässig geformte Gestalt von den typischen Lagern und Gängen, durch ihre deutliche Abgrenzung gegen das Nebengestein von den Imprägnationen und Concentrationen unterscheiden. Dennoch scheinen sie theils einen lagerartigen, theils einen gangartigen Charakter (oder wenigstens im letzteren Falle denjenigen einer Hohlraumausfüllung) zu besitzen (liegende und stehende Stöcke); die Zusammensetzung ist vielfach eine manchfaltigere als bei den Erzlagern. — Contactstöcke heissen solche irreguläre Ablagerungen dieser Art, die gerade an der Grenze verschiedener Gesteine auftreten, wie der Stock von Silber-, Blei-, Kupfer-, Kobalterzen von Tunaberg in Schweden zwischen Gneiss und Kalkstein.

6. Verdrängungen. Gewisse Erzlagerstätten sind mit grösster Wahrscheinlichkeit dadurch entstanden, dass örtlich eine theilweise Umwandlung einer nicht metallischen Gesteinsmasse in Erz stattgefunden hat, die erstere durch das letztere nach Art der Pseudomorphosen verdrängt worden ist. Die Umwandlung pflegt von Kluftflächen oder von Hohlraumwänden aus um sich zu greifen, und die so herausgebildeten besonderen Lagerstätten besitzen daher meist eine sehr unregelmässige butzen- oder taschenähnliche Form.

U. a. kommen namentlich Zinkerze auf diese Weise vor. In Oberschlesien lässt der innige Verband der verschiedenen Galmeierze (Zinkspath, Kieselzink) und Zinkblende mit dem Kalkstein und Dolomit des unteren Muschelkalks in sehr deutlicher Weise erkennen, dass dieselben nur Producte der Umwandlung der letzteren Carbonatgesteine sind. Analoges wiederholt sich zu Raibl in Kärnten. Auf der Zinkerzlagerstätte von Wiesloch in Baden findet sich als Erweis desselben Ursprungs auch die Kalkmasse der Versteinerungen des Muschelkalks in Galmei verändert. — Anderswo sind es irreguläre Vorkommnisse von manganhaltigen Brauneisensteinen oder von Manganerzen (Psilomelan, Manganit, Pyrolusit, Wad), welche als pseudomorphosenähnliche Bildungen nach Kalksteinen gelten müssen. — Es ist nicht ausgeschlossen, dass auch als Gänge bezeichnete Lagerstätten bei näherer Untersuchung als solche Verdrängungen erkannt werden, welche längs einer Spalte erfolgten und sich auf beiden Seiten derselben bis zu ziemlich übereinstimmender Entfernung in das Gestein hinein erstreckten.

Bei den übrigen, z. Th. grossartigen Umwandlungsprocessen, bei denen die secundäre Substanz die primäre total ersetzt und deren Ablagerungsform als solche beibehalten hat (wo sich z. B. ein Durchbruch von Olivinfels in Serpentin, ein Lager von Anhydrit in Gyps, ein Gang von Eisenspath in Brauneisen metamorphosirt hat), wird man nicht von einer besonderen Lagerstätte reden können.

7. Contactmetamorphische Lagerstätten. Eine besondere Art und Weise des Auftretens von Mineralien wird örtlich dadurch hervorgerufen, dass ein Gestein in der Berührung mit einer durchbrechenden Eruptivmasse mehr oder weniger tiefeingreifende Veränderungen erfahren hat, in Folge deren hier Mineralien in ihm entstanden sind, welche dasselbe in seinem normalen, unbeeinflussten Zustande nicht enthält. Dieser sog. Contactmetamorphismus erfolgt sowohl an dem anstehenden durchsetzten Gestein als an isolirten Bruchstücken desselben, welche von der Eruptivmasse abgesprengt und allseitig umhüllt wurden. Im ersteren Falle ist die Intensität der Veränderung am grössten unmittelbar an der Grenze der wirkenden Eruptivmasse, mit zunehmender Entfernung von derselben verschwächt sie sich immer mehr. Eine Eruptivmasse von rundlichem Oberflächen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

querschnitt wird daher von einem sog. Contacthof umgeben, einer meist mit der Grenze conform verlaufenden Zone, welche nach aussen bis dahin reicht, bis wohin sich die Veränderung noch als erkennbar geltend macht, und dort in das normal verbliebene Nebengestein übergeht. Die verschiedenen Gesteine zeigen je nach ihrem Material eine abweichende Empfänglichkeit für solche Contactmetamorphosen.

In dem Contact mit eruptivem Granit wird z. B. in dem anstehenden gewöhnlichen Thonschiefer eine Neubildung von Andalusit, Chiastolith, Cordierit, Granat, Pyroxen, Turmalin hervorgerufen, auch entstehen Individuen von Biotit, Quarz, Feldspath, Rutil, Graphit, welche als solche nicht in dem ursprünglichen Thonschiefer vorhanden waren. Diese Veränderungen haben sich hier bisweilen bis auf eine Entfernung von 2—3 Km von der Granitgrenze hin fortgepflanzt. Eine besondere Entfaltung der granitischen Contactwirkung besteht darin, dass auf Spalten des benachbarten zerklüfteten Schiefergebirges eine wahrscheinlich durch Exhalationen vermittelte Ansiedlung von Turmalin und Topas, sowie eine Verdrängung anderer Mineralien durch diese beiden stattfindet; auch Zinnstein, Fluorit und fluorhaltiger Glimmer entsteht bei dieser Gelegenheit. — Der von Granit berührte gewöhnliche dichte Kalkstein erfährt — in der Regel nur auf kürzere Erstreckung hin — eine Umkrystallisirung zu körnigem Marmor; war der Kalkstein unrein, so entwickeln sich in dem Marmor gleichzeitig als Contactmineralien Granat, Vesuvian, Wollastonit, Skapolith, Gehlenit, Epidot, Zoisit, Pyroxene, Amphibole, Axinit, Spinell, Anorthit u. s. w. (Südnorwegen, Pyrenäen), ja die Bildung dieser metamorphischen Producte kann so reichlich erfolgen, dass sehr feinkörnige innige Aggregate derselben zu Stande kommen, welche von dem anfänglich vorhanden gewesenen Kalkcarbonat fast gar nichts mehr enthalten (sog. Kalksilicathornfelse). Im Contact mit Granit sind Brauneisensteinlager in Magneteisen und Rotheisen, Diabastuffe in amphibolschieferähnliche Massen verwandelt. Aehnliche Contacterscheinungen wiederholen sich bei Syeniten (wo z. B. in Südtirol die Contactmarmore bisweilen auf 3 M. Abstand von dem Eruptivgestein Granat, Vesuvian, Pyroxen, Epidot, Axinit, Spinell, Anorthit, Biotit, Monticellit, Gehlenit, Brucit, Brandisit enthalten), bei Dioriten (Oravicza, Dognacska und Csiklova im Banat, Adamellostock in den Südostalpen), gewissen Diabasen. Verbunden mit jenen körnigen Contactmarmoren, in letzteren völlig eingeschlossen oder an der Grenze des Eruptivgesteins, treten auch an manchen Orten nesterförmige oder stockähnliche Contacterzlagerstätten auf, charakterisirt durch Eisenspath, Magnetit, Kupferkies, Buntkupfer, Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende u. s. w., begleitet von Granat, Strahlstein, Wollastonit, Axinit u. s. w. (Christiania und Drammen in Norwegen, Banat, Rodna und Offenbánya in Siebenbürgen, Bogoslowsk am Ural). — Effusive Eruptivmassen, wie Basalte verschiedener Art, Trachyte, haben namentlich an den eingeschlossenen Bruchstücken fremder Gesteine neben zum Theil ähnlichen auch etwas andere Contactmetamorphosen hervorgebracht, welche sich, je nach dem beeinflussten Material zumal in einer Neubildung von Augit, Spinell, Hypersthen, Tridymit, Korund, Cordierit, Magnetit, Eisenglanz aussprechen. Zu den Contactproducten gehören auch die losen Blöcke vom Monte Somma, Kalksteine, welche in der Erdtiefe durch die vulkanische Action des Vesuvs verändert, mit manchfaltigen Silicaten erfüllt, und dann ausgeworfen wurden. — Braunkohlen und Steinkohlen, welche von einem pyrogenen Eruptivgestein durchbrochen oder stückweise eingehüllt wurden, sind einem Veränderungsprocess unterlegen, der mit der Bildung künstlicher Cokes verglichen werden kann.

8. Anderweitige besondere Lagerstätten. Endlich können noch als besondere Kategorieen des Mineralvorkommens folgende Bildungen gelten, die durch ihre Entstehungsweise und ihr örtliches Auftreten charakterisirt sind:

Mineralien als oberflächliche Quellenabsätze, wie Kalktuff, Erbsenstein, Kieselsinter, Raseneisenstein und Eisenocker, Gyps, Schwefel.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eisenocker wird hier gebildet, indem das in dem kohlensäurehaltigen Quellwasser gelöste $FeCO^3$ sich bei der Abscheidung unmittelbar unter Entweichen von Kohlensäure und Hydroxydirung in Eisenoxydhydrat $2Fe^2O^3.3H^2O$ verwandelt; Schwefel, indem der Schwefelwasserstoff der Quellen durch den Sauerstoff der Luft zerlegt wird ($H^2S + O = S + H^2O$). Heisse Quellen des Yellowstone Park in Nordamerika setzen ausser Schwefel auch Auripigment und Realgar ab, die von den Sulphur Banks in Californien Zinnober. Eine Sinterhaut auf Felsen bei den Thermen von Olette in den Ostpyrenäen ist nach *Des Cloizeaux* derber Stilbit. — Aus den Sickerwassern in Erzgruben bilden sich stalaktitische Zapfen von Aragonit (Eisenblüthe), Zinkvitriol, in seltenen Fällen Zinkblüthe, Zinkspath, Weissbleierz, Eisenkies.

Mineralien als Absätze in Seen. Dieselben können im Allgemeinen nur da entstehen, wo die Seen zwar einen Zufluss aber keinen Abfluss besitzen; der mit den Gewässern in Lösung hineingeführte gesammte Salzgehalt verbleibt daher dem Seebecken und gelangt zur theilweisen Ausscheidung, wenn die Verdunstung seiner Oberfläche die Wasserzufuhr übersteigt. Das am schwersten lösliche Salz setzt sich in erster Linie ab.

So bilden sich aus den Salzseen Absätze von Kochsalz und Gyps (aralokaspische Depression, Krym, todtes Meer, Bitterseen des Suezkanals, grosser Salzsee in Utah); aus den Natronseen, welche neben Natroncarbonat stets Chlornatrium und Natriumsulfat gelöst enthalten, solche von Thermonatrit, Soda, Trona, Gaylussit (Wansee, Gegend von Theben, Nevadaplateau); aus den ebenfalls chlornatriumhaltigen Boraxseen Krusten oder im Schlamm bis zu 2—3 Zoll grosse rundum gebildete Krystalle von Borax (Tibet, Nepal, Persien, Californien); ferner auch Sulfate wie Thenardit, Hanksit, Sulfohalit oder das Kalknatronborat Ulexit.

Mineralsubstanzen, direct abgeschieden durch organische Wesen. Durch die Lebensthätigkeit der Meeresthiere wird das im Meerwasser gelöst enthaltene Calcium in den Schalen und festen Körpertheilen derselben als Kalkcarbonat abgeschieden und zwar hauptsächlich als Kalkspath, in geringerem Maasse als Aragonit. Die Schalen der Mollusken, Echinodermen u. s. w. bilden Muschelbänke, die Korallen Riffe und Inseln in der Tropenzone; Anhäufungen von kalkigen Foraminiferenschälchen (insbesondere Globigerina) lagern in ungeheurer Ausdehnung als ein kreideähnlicher Kalkschlamm auf dem Grunde der Tiefsee.

Wie Korallenriffe, so sind auch in früheren Erdperioden solche fast lediglich aus Foraminiferenschalen bestehende Absätze gebildet worden (z. B. die Fusulinenkalke des marinen Carbons, die Orbitulinen- und Miliolidenkalke der Kreide, die Nummulitenkalke des Eocäns, die Amphisteginenkalke des älteren Neogens).

In ähnlicher Weise scheiden ebenfalls im Meere lebende Algenvegetationen (Nulliporen oder Lithothamnien, sowie gequirlte Siphoneen, wie Gyroporella) Kalkcarbonat aus und incrustiren damit fortwährend ihre äussere Membran; auch durch ihre Zusammenhäufung gehen Riffe und Bänke von kohlensaurem Kalk hervor.

Anderseits sind es im süssen Wasser der Quellen und Bäche lebende Algen, Conferven und Moose, welche, wenn dasselbe viel Kalkbicarbonat gelöst enthält, den kohlensauren Kalk in der Weise abscheiden, dass sie dem Bicarbonat Kohlensäure entziehen, um den zu ihrem Wachsthum nothwendigen Kohlenstoff zu gewinnen; das eines Theils der Kohlensäure beraubte Bicarbonat wird dadurch zu unlöslichem Carbonat und zwar ist es gewöhnlich Aragonit, der sich in zarten, meist zwillingsförmig verwachsenen Kryställchen auf den Pflanzen absetzt. So entsteht der lockere Kalktuff; werden die Zwischenräume auch mit Kalk erfüllt und dadurch die Absätze compact, so hat dieser Vorgang nichts mehr mit der Vegetation zu thun.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wasserhaltige amorphe Kieselsäure von opalartiger Beschaffenheit wird durch den Lebensprocess der pflanzlichen Diatomeen (Bacillarien) des Süsswassers zur Abscheidung gebracht, indem sie aus dieser Substanz ihre mikroskopischen Kieselpanzer aufbauen; aus solchen Diatomeenschälchen bestehen die festeren oder mehr lockeren oder mehlähnlichen Absätze des Polirschiefers, des Tripels, der Kieselguhr. Nach *Weed* wird an den heissen Quellen des Yellowstone National Park in Nordamerika die Bildung des Kieselsinters (Geyserits) zum Theil auch durch Algen und Moose bewirkt. Im Meerwasser scheiden Radiolarien (Rhizopoden), auch Spongien ebenfalls amorphe Kieselsäure ab; manche kieselige Schichten älterer Formationen (z. B. Hornstein) bestehen zum grössten Theil aus den Resten dieser Organismen, wobei vielfach die Kieselsäure krystallinisch geworden und durch strahligen Quarz ersetzt ist. — Gewisse Diatomeen, wie Melosira (Gallionella) ferruginea bauen ihre Panzer aus Eisenoxydhydrat auf und geben zur theilweisen Bildung der sog. Seeerze in Schweden Veranlassung. — Aus Sulfat-, z. B. gypshaltigen Lösungen vermögen die Algenarten Beggiatoa, Oscillaria, Ulothrix sowie gewisse Bacterien direct Schwefel abzuscheiden.

Anm. Wo die drei letztgenannten besonderen Lagerstätten grössere Mächtigkeit und Verbreitung gewinnen, fallen sie schon in das Bereich der Gesteine.

Mineralien, gebildet durch vulkanische Sublimationen, in Krateren, auf Spalten und Höhlen der Lavaströme, als rindenartige Incrustate, wie die Chlorverbindungen Kochsalz, Salmiak, Chloreisen, Chlorkupfer, Chlorblei, ferner Schwefel, Realgar, Borsäure. Der Schwefel ist bald ein directes Sublimationsproduct, bald durch Zersetzung von schwefeliger Säure und Schwefelwasserstoff ($SO^2 + 2H^2S = 3S + 2H^2O$), bald durch solche von Schwefelwasserstoff und Sauerstoff ($H^2S + O = S + H^2O$) entstanden. Die Chloride werden bei der herrschenden hohen Temperatur oft durch den ausgehauchten Wasserdampf zersetzt und so sublimiren auch indirect Oxyde, wie Eisenglanz, Magnetit, Magnoferrit, Tenorit, Periklas; ferner sublimiren Sulfate (Anhydrit, Gyps, Mascagnin) in Folge der Zersetzung der Chloride durch schwefelige Säure resp. Schwefelsäure; weiterhin Fluoride wie Flussspath, Hieratit, Nocerin. Ueber die Sublimation von Silicaten s. S. 351, 373.

Mineralien, entstanden durch Fumarolen- und Solfatarenthätigkeit in der Nähe der Vulkane.

Unter dem Einfluss der Aushauchungen von Wasserdampf, Schwefelwasserstoff, schwefeliger Säure und daraus hervorgehender Schwefelsäure werden die Bodengesteine zersetzt und Sulfate wie Gyps, Alaun, Alunit, Glaubersalz, Schwefelmetalle wie Eisenkies, Krusten von Schwefel gebildet, Knollen und Rinden von opalartiger Kieselsäure abgeschieden. Die Gesammtheit der Umbildungen und Zersetzungen durch vulkanische Gase fasste *Bunsen* als pneumatolytische Processe zusammen.

Mineralien, entstanden in Folge von natürlichen Brennprocessen, indem durch Selbstentzündung in Brand gerathene eisenkiesreiche Steinkohlen- und Braunkohlenlager auf das deckende Gesteinsmaterial eingewirkt haben.

In den bei solcher Gelegenheit einer Anschmelzung unterworfenen Schieferthonen von Commentry in Frankreich haben sich Cordierit, Anorthit, Augit, Spinell neu entwickelt. Am Nord-Saskatchewanfluss in Canada sind in Thon- und Sandschichten eingeschlossene Eisencarbonat-Concretionen durch ein in Brand gerathenes Steinkohlenflötz zu metallischem Eisen reducirt worden. Anderswo entstehen bei derlei Vorgängen Schwefel, Realgar und Auripigment, Salmiak, Arsenolith als Sublimationen.

Mineralien, als Ausblühungen oder Efflorescenzen vorkommend, wie Salpeter, Alaun, Eisenvitriol, Soda, Glaubersalz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mineralien als Versteinerungs- oder Vererzungsmaterial fossiler animalischer oder vegetabilischer Ueberreste, wie Kalkspath, Quarz, Hornstein, Opal, Flussspath, Siderit, Eisenkies, Zinkblende, Brauneisen, Kupferglanz, Zinnober, Vivianit (vgl. § 84).

---

# Fünfter Abschnitt.

## Von der Bildungsweise der Mineralien.

Von besonderem Interesse ist die Frage nach der Entstehung der in der Natur vorkommenden krystallisirten Mineralien; ohne Kenntniss der Bildungsgeschichte kann die Kenntniss des Objects nicht als völlig abgeschlossen gelten.

§ 174. **Künstliche Nachbildung der Mineralien.** Es ist klar, dass man der Lösung jener Frage ein gutes Theil näher rückt, wenn es gelingt, die mineralischen Krystalle auf künstlichem Wege in übereinstimmenden Formen zu erzeugen. Doch ist es eben so einleuchtend, dass die Darstellung einer krystallisirten Verbindung künstlich sehr wohl nach einer bestimmten Methode erfolgen kann, ohne dass nun dieselbe in der Natur auf genau demselben Wege entstanden zu sein braucht. Ja in vielen Fällen gestattet es die Art und Weise des Vorkommens und der Vergesellschaftung eines Minerals in der Natur überhaupt nicht, zur Erklärung seiner Bildung denjenigen Weg in Anspruch zu nehmen, auf welchem man es bis jetzt durch das künstliche Experiment nachzuahmen vermochte.

Diese Versuche beruhen im Allgemeinen darauf, dass entweder die Elemente synthetisch direct oder indirect zu einer Verbindung zusammengefügt, oder anderseits die Bedingungen erfüllt werden, unter denen eine bereits existirende Verbindung feste Krystallform anzunehmen bestrebt ist. Die einzelnen Vorgänge, um welche es sich hier handelt, sind[1]):

**1. Moleculare Umlagerungen.**

a) freiwillig.

Silber ist, wie Eisen, im Stande, seine Structur zu verändern und durchaus krystallinisch zu werden. Die monoklinen Krystalle des Schwefels werden bei gewöhnlicher Temperatur nach einigen Tagen undurchsichtig, blassgelb, und bestehen dann aus einem Aggregat rhombischer Pyramiden, oder zerfallen zu einem aus solchen Pyramiden bestehenden Pulver.

b) in hoher Temperatur, wodurch z. B. *G. Rose* Quarz (spec. Gew. 2,65) in Tridymit (spec. Gew. 2,3) umwandelte.

---

1) Vgl. *C. W. C. Fuchs*, Die künstlich dargestellten Mineralien. Gekrönte Preisschrift. Haarlem 1872.
*A. Daubrée*, Études synthétiques de géologie expérimentale. Paris 1879.
*Fouqué* und *Michel Lévy*, Synthèse des minéraux et des roches. Paris 1882.
*L. Bourgeois*, Reproduction artificielle des minéraux. Paris 1884.
*J. H. L. Vogt*, Studier over Slagger. Stockholm 1884.
*R. Brauns*, Chemische Mineralogie. Leipzig 1896.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

c) in Flüssigkeiten.

So lagern sich amorphe Kügelchen von kohlensaurem Kalk unter Wasser zu Rhomboëderchen von Kalkspath um; schwarzes amorphes Schwefelquecksilber liefert in Kalilauge oder Schwefelalkalien rothen krystallinischen Zinnober.

d) in Gasströmen.

*H. Ste. Claire-Deville* und *Troost* verwandelten amorphe Metalloxyde in jedem Gasstrom in krystallisirte Verbindungen, z. B. $Mn^3O^4$ in Wasserstoff zu Hausmannit; so wurden auch prachtvolle Krystalle von Zinnstein durch Ueberleiten eines langsamen Stromes von Chlorwasserstoff über amorphes Zinnoxyd in der Rothgluth erhalten; andere von Rutil durch Hinstreichen eines Fluorwasserstoffstroms über amorphe Titansäure in einer glühenden Porzellanröhre. *Debray* formte weisses pulveriges Kalkwolframat $CaWO^4$ in krystallisirten Scheelit um.

**2. Lösung in Flüssigkeiten.**

a) Verflüchtigung des Lösungsmittels in einer Temperatur bis zu 180°.

Krystallisation der im Wasser gelösten Salze, wie Chlornatrium, Gyps, Vitriole, Alaun. Ausscheidung von rhombischem Schwefel aus seiner Lösung in Schwefelkohlenstoff.

b) Ausscheidung durch Verlust eines Gases, dessen Gegenwart im Lösungsmittel die Lösung selbst bewirkt oder unterstützt.

Ausscheidung des kohlensauren Kalks aus seiner Lösung in kohlensäurehaltigem Wasser durch Entweichen der Kohlensäure.

c) Ausscheidung einer Substanz beim Erkalten einer damit in höherer Temperatur übersättigten wässerigen Lösung.

Wird z. B. arsenige Säure in kochendem Wasser bis zur Sättigung desselben aufgelöst, so scheiden sich beim Erkalten dieser Lösung Krystalle von Arsenblüthe aus; ebenso verhält sich Borsäure u. s. w.

d) Ausscheidung aus einer durch hohe Temperatur und hohen Druck vermittelten nassen Lösung.

Nach *Wöhler* löst sich der mit Wasser in eine Röhre eingeschlossene Apophyllit bei 180°—190° unter einem Druck von 10—12 Atmosphären auf und krystallisirt beim Erkalten allmählich wieder heraus. *v. Schulten* erhielt Analcimkrystalle, als in einem geschlossenen Gefäss bei ca. 190° C. eine Auflösung von Natronsilicat oder Natronlauge bei Gegenwart eines thonerdehaltigen Glases erhitzt wurde. *Sénarmont* beobachtete, dass frisch gefällter schwefelsaurer Baryt in doppeltkohlensaurem Natron oder in Chlorwasserstoffsäure etwas löslich ist, und, damit in einer zugeschmolzenen Glasröhre 60 Stunden lang auf 250° erhitzt, sich an der Wand in mikroskopischen Schwerspathkrystallen wieder ausscheidet. Wenn nach demselben Forscher Schwefelwismut mit einer Lösung von Schwefelkalium in eine Glasröhre eingeschmolzen wird, so löst sich dasselbe bei einer Erhitzung auf 200° auf, und krystallisirt beim Erkalten als schöne kleine Individuen von Wismutglanz. Ebenso wird amorphes Schwefelarsen durch doppeltkohlensaures Natron bei 150° im Glasrohr zu krystallisirtem Realgar. *Doelter* hat später diese Versuche fortgesetzt und z. B. aus Cerussit, mehre Tage lang in zugeschmolzener Glasröhre im Wasserbad bei 80°—90° mit Schwefelwasserstoffwasser behandelt, kleine Bleiglanzwürfel erhalten.

*Schafhäutl* erzielte 1845 im papinschen Topf, in welchem frisch gefällte Kieselsäure gelöst war, beim Verdunsten nach 8 Tagen Quarz als $\infty$P.P krystallisirt. *Sénarmont* stellte Quarz dar, indem er Kieselsäure im Zustande des Ausscheidens in Wasser löste, das mit Kohlensäure angeschwängert oder mit verdünnter Salzsäure versetzt war, und eine solche Lösung in verschlossenen Gefässen langsam bis auf 130°—300°

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erhitzte. Nach *W. Bruhns* bedarf es nur einer 10stündigen Einwirkung von Wasser mit etwas Fluorammonium auf Glaspulver oder amorphe wasserhaltige oder wasserfreie Kieselsäure im geschlossenen Platinrohr bei ca. 300°, um sehr hübsche (selbst bis 0,8 Mm lange) Quarzkryställchen zu erhalten. Derselbe gewann Tridymitblättchen in der bekannten dachziegelähnlichen Gruppirung, als auf feingepulverten Kalifeldspath im geschlossenen Platinrohr wässerige Flusssäure 53 Stunden lang bei 300° einwirkte. Zahlreiche ähnliche Bildungen müssen hier übergangen werden.

e) Ausscheidung durch gegenseitige Zersetzung wässeriger Lösungen.

Je nach der Temperatur und dem Concentrationsgrade scheidet sich Kalkspath oder Aragonit ab, wenn verdünnte Lösungen von kohlensaurem Natron und Chlorcalcium zusammengebracht werden ($Na^2CO^3 + CaCl^2 = CaCO^3 + 2NaCl$).

Um bei solchen gewöhnlichen Processen nicht die üblichen amorphen oder ganz undeutlich- oder nur mikroskopisch-krystallinischen Niederschläge zu erhalten, sondern besser gebildete Krystalle zu erzielen, ist vor Allem eine möglichst verlangsamte Vereinigung der Flüssigkeiten erforderlich. So stellte *Macé* in gewöhnlicher Temperatur Bleivitriolkrystalle dar, indem er in eine Lösung von salpetersaurem Blei längs eines als Heber dienenden Fadens langsam gelösten Eisenvitriol aus einem anderen Gefäss eindringen liess; Schwerspathkrystalle erhielt er durch ebenso erfolgende Einwirkung von Eisenvitriol auf salpetersauren Baryt, indem $BaN^2O^6 + FeSO^4 = BaSO^4 + FeN^2O^6$. *Drevermann* gelang die Darstellung krystallisirter sehr schwer löslicher Salze durch Diffusion: er brachte je ein pulverförmiges Salz (z. B. chromsaures Kali und salpetersaures Blei) auf den Boden ziemlich hoher Glascylinder, füllte dieselben mit Wasser und stellte sie neben einander sorgfältig in ein grösseres Becherglas, in welches so viel Wasser gegossen wurde, dass dieses über beide Cylinder hinausstand; durch die nach oben stattfindende Diffusion war nach einigen Monaten dann das salpetersaure Blei in das Becherglas gelangt, und es bildeten sich nun am Rande des mit chromsaurem Kali gefüllten Cylinders schöne Krystalle von Rothbleierz ($PbN^2O^6 + K^2CrO^4 = PbCrO^4 + 2KNO^3$). Ebenso wurden Krystalle von Weissbleierz und von Bleivitriol erhalten. — *Flach* brachte ein Stück Stangenschwefel in eine alkalische Bleilösung und beobachtete, dass im Lauf eines Jahres mit blosem Auge erkennbare Bleiglanzwürfel entstanden waren.

Die Ausscheidung anderer Substanzen durch gegenseitige Zersetzung nasser Lösungen erfolgt besser in höherer Temperatur und unter höherem Druck. *Sénarmont* erzeugte so Eisenspath aus Lösungen von schwefelsaurem Eisenoxydul und kohlensaurem Natron ($FeSO^4 + Na^2CO^3 = FeCO^3 + Na^2SO^4$); Manganspath aus solchen von Manganchlorür und kohlensaurem Natron in verschlossenen Glasröhren bei 160°; Malachit aus Lösungen von schwefelsaurem Kupfer und doppeltkohlensaurem Natron bei 150°; Kupferkies aus Chlorkupfer und Chloreisen in Schwefelkalium bei 250°; doch waren die Producte meist nur krystallinische Niederschläge.

f) Ausscheidung aus nassen Lösungen durch langsame Reduction.

Zu den durch organische Substanz vermittelten Reductionsproducten gehören die Absätze von Schwefelmetallen, wie Eisenkies, Zinkblende, Kupferglanz auf Grubenholz, welches dieselben aus den betreffenden Vitriollösungen erzeugt hat. — Anorganische Stoffe, wie Eisenvitriol, salpetersaures Quecksilberoxydul, auch Oxalsäure, dienen zur Reduction von Gold, Silber, Platin aus ihren Lösungen; aus salpetersaurem Wismut wird durch Zink oder Eisen das Wismut gefällt.

g) Ausscheidung aus wässerigen Lösungen durch Elektrolyse.

Darstellung von Silber, Blei und vielen anderen Metallen, indem der elektrische Strom Metallsalze zersetzt und gediegene Metalle abscheidet. — Eine Säule, gebildet aus einem Stück Eisenkies und einem Stück Bleiglanz in Seewasser scheidet zufolge *Skey* Kupfer aus einer seiner Sulfatlösungen ab. Silber wird aus einer Silberlösung durch Eisenkies in nadelförmigen Krystallen abgeschieden (*Mering*).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

h) Einwirkung von Lösungen auf feste Körper[1]).

*Becquerel* tauchte Gypsplatten in eine schwache Lösung von doppeltkohlensaurem Natron; es erfolgte eine allmähliche Umsetzung zu kohlensaurem Kalk und schwefelsaurem Natron, und Krystalle des ersteren setzten sich als Aragonit auf den Gypsplatten ab. Ferner legte er Eisenplatten in eine wässerige Lösung von phosphorsaurem Ammoniak, worauf sich dieselben mit krystallinischem phosphorsaurem Eisenoxydul (Vivianit) überzogen. — Weissblei bildete sich durch monatelange Einwirkung einer Lösung von Bleinitrat auf Kalkstein. — Kupferlasur durch Einwirkung von Kupfersulfat auf Marmor in verschlossener Glasröhre bei 150°—190°. — Wirkt eine Lösung von Kupferchlorid auf Kalkspath, so wandelt sich letzterer in Malachit um. — *Debray* erhielt Kupferlasur durch Einwirkung von salpetersaurem Kupfer auf Kreide im Glasrohr bei 7 Atmosphären, aber ohne erhöhte Temperatur. Bleiglanz, der 10 Monate lang in einer nicht sehr concentrirten Lösung von Kupfervitriol lag, bedeckte sich mit Anglesit und Brochantit. Schwerspath, der sich monatelang in einer Auflösung von Soda bei 150° befunden hatte, war dann in Witherit pseudomorphosirt. Durch Wasser, in welchem NaCl enthalten ist, kann Plagioklas in Skapolith umgewandelt werden.

### 3. Schmelzung.

a) Krystallisation aus homogenen geschmolzenen Massen.

So krystallisiren Metalle, z. B. Kupfer, Silber, Blei, aus ihrer geschmolzenen Masse heraus. Schöne Krystalle von Schwefel und Wismut erhält man aus dem Schmelzfluss, wenn man diesen langsam an der Oberfläche erstarren lässt und dann den noch flüssigen inneren Rest ausgiesst.

Aus künstlichen Schlacken, wie dieselben bei Hüttenprocessen entstehen, scheiden sich beim Erkalten, namentlich in Drusen, manchmal krystallisirte Silicate aus, so insbesondere eisenreiche Olivine, Pyroxene, Humboldtilith, Melilith, Wollastonit, Glimmer.

Aus geschmolzenen Silicaten krystallisiren wohl ganz andere Mineralien heraus; so erstarrt geschmolzene Hornblende als Augit. Granat scheint aus seiner eigenen Schmelze nicht wieder herauskrystallisiren zu können; es tritt eine Spaltung ein, und beim Abkühlen entstehen verschiedene andere Verbindungen, nach *Doelter* und *Hussak* namentlich Meionit und Melilith, Anorthit, Kalk-Olivin, Kalk-Nephelin, ferner Eisenglanz und Spinell (letzterer namentlich da, wo sich Glas ausbildet). Die Umschmelzungsproducte des Vesuvians sind dieselben wie beim Granat. Eine Orthoklasschmelze liefert aber überhaupt keine krystallinische Substanz, sondern stets amorphes Glas.

Durch absichtliches Zusammenschmelzen der betreffenden zusammensetzenden Bestandtheile hat man ebenfalls beim Erkalten des Flusses Krystalle erhalten; so schmolz *Mitscherlich* Kieselsäure, Kalk und Magnesia in dem erforderlichen Verhältniss und erzeugte Augitkrystalle; durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Schwefel bildete er Schwefelkupfer $Cu^2S$ in regulären Oktaëdern (das natürliche $Cu^2S$, der Kupferglanz, krystallisirt rhombisch); Antimonglanz krystallisirt bei der langsamen Abkühlung der aus Schwefel und Antimon zusammengeschmolzenen Masse.

Vor Allem sind aber hier die glücklichen und ausserordentlich wichtigen Resultate von *Fouqué* und *Michel Lévy* zu erwähnen: sie schmolzen künstliche Gemenge der chemischen Bestandtheile verschiedener Mineralien in einem Platintiegel im *Schloesing*schen Ofen zusammen, brachten, sobald die Masse im homogenen Schmelzfluss war, den Tiegel über eine Glasbläserlampe und setzten ihn 48 Stunden lang einer dem Schmelzfluss möglichst nahe kommenden constanten Temperatur aus, worauf dann ohne weitere Vorsichtsmaassregeln Erkaltung eintrat. Sie erzeugten so eine Menge der gerade für die Felsarten wichtigsten Mineralien, verschiedene Feldspathe, Leucit, Nephelin, Granat, Magnetit, mit allen Details der mikroskopischen Structur und der

1) Dieser Vorgang ist zu vergleichen dem unter 3h angeführten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

etwaigen Zwillingsbildungen, ausserdem auch Mineralgemenge, welche den natürlichen Felsarten völlig gleichen. *J. Morozewicz* hat so 1899 aus geeigneten Schmelzflüssen ferner Korund, Spinell, Sillimanit, Cordierit, Haüyn, Sodalith krystallisiren lassen (Min. u. petr. Mitth. XVIII. 1899. 1 und 105); vgl. auch die Untersuchungen von *C. Schmutz*, N. Jahrb. f. Min. 1897. II. 124 und von *K. Bauer*, ebendas. Beilageb. XII. 1899. 535.

b) Ausscheidung aus einer künstlich zusammengeschmolzenen Masse, welche in hoher Temperatur die Krystallisation eines gewissen Bestandtheils gestattet.

*Debray* erhielt so Magneteisenkrystalle durch Zusammenschmelzen von phosphorsaurem und schwefelsaurem Eisen; *Kuhlmann* brachte gleichfalls Magneteisenkrystalle durch Zusammenschmelzen von schwefelsaurem Eisen und Chlorcalcium zu Stande, *Heintz* Boracitkrystalle durch Zusammenschmelzen der Bestandtheile mit einem Ueberschuss von Chlormagnesium und Chlornatrium.

c) Krystallisation durch Ausscheidung beim Erstarren aus solchen Körpern, welche geschmolzen als Lösungsmittel der betreffenden Substanzen dienen.

Auf diese Weise sind sehr viele Mineralien künstlich dargestellt worden; die entstandenen Krystallisationen können aus dem erstarrten Schmelzfluss isolirt werden, wenn letzterer zum anderen Theil in Wasser löslich ist, z. B. geschmolzenes Kochsalz als Lösungsmittel gewählt wurde. *G. Rose* löste 1869 Kieselpulver in geschmolzenem Phosphorsalz oder kohlensaurem Natron und erhielt bei der Erstarrung ausgeschiedene Krystalle von Tridymit; das so im Phosphorsalz gelöste Eisenoxyd bildet beim Erkalten mikroskopische Individuen von Eisenglanz; in ähnlicher Weise kann man die Krystallisation auch aus geschmolzenem Chlorcalcium oder Steinsalz erhalten. — *Forchhammer* bediente sich des geschmolzenen Chlornatriums als Lösungsmittel für Apatit und gewann diesen in der erstarrten Schmelze nach Lösung des Salzes krystallisirt. *L. Bourgeois* erhielt Calcit, Witherit und Strontianit krystallisirt ausgeschieden aus einem Schmelzfluss dieser Substanzen mit gleichen Theilen von Chlornatrium und Chlorkalium. Sulfate von Baryt, Strontian, Kalk lösen sich nach *A. Gorgeu* mit Leichtigkeit in geschmolzenem Manganchlorür auf und krystallisiren später heraus.

Quarz krystallisirt auf diese Weise, indem amorphe Kieselsäure in einem Schmelzfluss gelöst wird, für welchen *Hautefeuille* Natriumwolframat oder Lithiumwolframat, ferner Alkaliphosphat oder Fluoralkalien, *Parmentier* Natriummolybdat, *Margottet* Chlorlithium wählte. *Hautefeuille* erzielte auch messbare Krystalle von Nephelin ($\infty$P.0P) durch Auskrystallisiren seiner in geschmolzenem Natriumvanadinat aufgelösten Bestandtheile; ferner Tridymit, Orthoklas, Albit, Leucit; auch Wolframsäureanhydrid befördert in hohem Grade das Auskrystallisiren. *Gorgeu* schmolz die Bestandtheile des Mangangranats in Chlormagnesium als Lösungsmittel und gewann scharfe Ikositetraëder des Minerals. *W. Luzi* erhielt sechsseitige Graphitkrystalle aus schmelzendem Silicat ausgeschieden, indem er ungefähr 1 Theil Kaliglas, $\frac{1}{2}$ Theil Flussspath und etwas Lampenruss zusammenschmolz und die Schmelze dann langsam erstarren liess. Hierher gehören auch die von *Doelter* vorgenommenen Productionen von Glimmern, welche leicht dargestellt werden können, wenn ein die Elemente des Glimmers enthaltendes Mineral mit Fluornatrium oder Fluormagnesium bei einer nicht über 800° steigenden Temperatur geschmolzen wird.

Aus geschmolzenem Metall können darin aufgelöste Schwefel-, Arsen- und ähnliche Verbindungen in Krystallen erhalten werden, wenn sie schwerer schmelzbar sind als das Metall. Wird Schwefelsilber oder Selensilber in geschmolzenem Blei gelöst, so krystallisiren sie in bis 1 Mm. grossen Würfeln heraus. Schwefelsilber in Wismut gelöst liefert Oktaëder von $AgBiS^2$, der Zusammensetzung des Silberwismutglanzes. Bei Anwendung von Selensilber scheidet sich aus Wismut $Ag^2Se$ in Rhombendodekaëdern aus (*F. Rössler*).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

d) Krystallisation einer Substanz aus ihrer Lösung im Schmelzfluss durch Verdampfung des Lösungsmittels[1]).

*Ebelmen* benutzte schon 1845 Borsäure-Anhydrid als Lösungsmittel für die Metalloxyde in höherer Temperatur, und stellte, wie man durch Verdampfung des Wassers die darin gelösten Substanzen krystallisirt erhält, durch Verdampfung der Borsäure auch die schweren Metalloxyde dar; durch Zusammenschmelzen von Borsäure-Anhydrid (oder Borax) einerseits mit Thonerde, anderseits mit Thonerde und Magnesia in der Weissgluth erhielt er so bis 4 Mm. grosse Krystalle von Korund und von Spinell. Das Schmelzproduct von Kieselsäure, Magnesia und Borsäure lieferte beim Verdampfen der letzteren Krystalle von Olivin, die sich auch erzeugten, als er statt der Borsäure ein lösendes Alkali, Pottasche anwandte; durch Erhitzen von Titansäure, Kalk und kohlensaurem Alkali bis zur theilweisen Verflüchtigung des letzteren Lösungsmittels stellte er Krystalle von Perowskit dar.

e) Krystallisation durch gegenseitige Wechselzersetzung im geschmolzenen Zustande[2]).

*Manross* schmolz schwefelsaures Kali und Chlorbaryum zusammen, welche sich gegenseitig zu Chlorkalium und schwefelsaurem Baryt zersetzten ($K^2SO^4 + BaCl^2 = 2KCl + BaSO^4$); das erstere Salz zog er aus der erkalteten Masse des Schmelzkuchens mit Wasser aus, worauf das letztere, mit dem natürlichen Schwerspath übereinstimmend, zurückblieb; ebenso erhielt er durch Zusammenschmelzen von schwefelsaurem Kali und Chlorstrontium Cölestin, von schwefelsaurem Kali und Chlorblei Bleivitriol, von wolframsaurem Natron und Chlorcalcium Scheelit, von molybdänsaurem Natron und Chlorblei Wulfenit, von dreibasisch phosphorsaurem Natron und Fluorcalcium Apatit. — In einem irdenen kieselsäurereichen Tiegel schmolzen *Fremy* und *Feil* gleiche Gewichtsmengen von Thonerde und Mennige; es bildete sich Bleialuminat, welches durch die Kieselsäure des Tiegels zu Bleisilicat und freier Thonerde zersetzt wurde, die ihrerseits auf dem Boden als hexagonale Korundtafeln krystallisirte.

f) Krystallisation beim Erkalten eines übersättigten Schmelzflusses[3]).

Das beim Schmelzen mit Kohlenstoff überladene graue Roheisen scheidet beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand diesen Kohlenstoff in Form von glänzenden Graphitblättern aus. Bei hohem Druck verdichtet sich der Kohlenstoff nach *Moissan* zu Diamant.

g) Einwirkung eines Schmelzflusses auf feste Körper[4]).

Indem *Doelter* grössere Fragmente von Kalkstein in geschmolzenen Basalt, Diabas, Melaphyr, Andesit tauchte und ca. 16 Stunden bei langsamer Abkühlung darin erhielt, bildeten sich an den Berührungsstellen von Kalkstein und Schmelze zahlreiche Augitkrystalle und Magneteisen, auf Spalten im Kalk Gehlenit, öfters auch Plagioklas. — Durch Einwirkung von geschmolzenem Labradorit auf Marmor erhielt *Bourgeois* Anorthit und Meionit.

#### 4. Sublimation.

a) durch blose Sublimation bei Luftabschluss.

Das amorphe Schwefelblei schmilzt z. B. bei starker Rothgluth und verdampft in noch höherer Temperatur, worauf es dann in Krystallen sublimirt, wenn der Luftzutritt abgehalten wird — ein häufiger Vorgang auf Hütten. Ebenso sublimiren

---

1) Dieser Vorgang entspricht ganz dem unter 2a angeführten Process; der Unterschied besteht nur in der Temperatur beider Lösungen.
2) Dies ist wiederum derselbe, nur bei höherer Temperatur sich ereignende Vorgang wie 2e.
3) Ganz analog dem Process 2c.
4) Gewissermassen vergleichbar mit 2h.

Kochsalz, Salmiak, Zinkblende, Bleiglanz, Zinnober, Quecksilberhornerz, Arsen, Arsenblüthe, Auripigment in Krystallen oder krystallinischen Massen.

b) in Gasen, welche chemisch nicht weiter einwirken.

*H. Ste. Claire-Deville* und *Troost* erhitzten amorphes Schwefelzink als Niederschlag in einer Porzellanröhre zum Hellrothglühen und leiteten einen Strom von Wasserstoff durch die Röhre, worauf sich an den kälteren Theilen derselben hexagonale Krystalle von Schwefelzink (Wurtzit) absetzten. Auf dieselbe Weise wurde der isomorphe Greenockit (Schwefelcadmium) durch Sublimation erhalten.

#### 5. Gegenseitige Zersetzung von Dämpfen in hoher Temperatur.

a) Zersetzung von Chloriden durch Schwefelwasserstoff.

Indem *Durocher* in starker Glühhitze einen Strom von Schwefelwasserstoff durch dampfförmiges Kupferchlorid leitete, entstand (Chlorwasserstoff und) als Kupferglanz krystallisirtes Schwefelkupfer ($2\,CuCl + H^2S = Cu^2S + 2\,HCl$). Auf dieselbe Weise gelang die Bildung anderer krystallisirter Schwefelmetalle, Zinkblende, Greenockit, Wismutglanz, Antimonglanz aus den Dämpfen der entsprechenden Chlormetalle, z. B. $ZnCl^2 + H^2S = ZnS + 2\,HCl$. Sogar complicirter zusammengesetzte Schwefelmetalle, wie Rothgültigerz (durch Zersetzung von Chlorsilber und Antimonchlorid oder Arsenchlorid mittels Schwefelwasserstoff) und Fahlerz wurden so erhalten.

b) Zersetzung von Chloriden oder Fluoriden durch Wasserdampf.

*Daubrée* erzielte 1849 die Krystallisation von Sauerstoffverbindungen durch gegenseitige Reaction der Dämpfe von Metallchloriden und Wasser in einer glühenden Porzellanröhre; so erhielt er aus gasförmigem Zinnchlorid und Wasser Zinnstein (Zinnoxyd), daneben bildete sich Chlorwasserstoff ($SnCl^4 + 2\,H^2O = SnO^2 + 4\,HCl$). Eisenglanz erzeugte sich so aus Chloreisen ($Fe^2Cl^6 + 3\,H^2O = Fe^2O^3 + 6\,HCl$); auch erhielt er Quarz, indess viel weniger deutlich krystallisirt, aus Chlorsilicium durch eine analoge Zersetzung in grosser Hitze. *Hautefeuille* gewann Rutil (Titanoxyd) aus Chlortitan. Dämpfe von Chlormagnesium zersetzen sich mit Wasserdampf und liefern durchsichtige Krystalle von Periklas ($MgCl^2 + H^2O = MgO + 2\,HCl$). — *Sénarmont* zersetzte die wässerige Lösung von Chloraluminium ($Al^2Cl^6$) durch sehr starke Erhitzung in einer zugeschmolzenen Röhre, und es schieden sich mikroskopische Rhomboëderchen von Korund ($Al^2O^3$) ab. — Eisenspath entstand in rothglühendem Flintenlauf durch Reaction der Dämpfe von Ammoniumcarbonat und Eisenchlorid (*Durocher*). — Ganz analog den vorigen Processen erhielt z. B. *Hautefeuille* Rutil ($TiO^2$) durch Einwirkung von $H^2O$ auf $TiF^4$ in der Glühhitze.

c) Zersetzung von Fluoriden durch andere Sauerstoffverbindungen.

*Ste. Claire-Deville* stellte Magnetitkrystalle dar durch Einwirkung von flüchtigem Eisenfluorid auf Borsäureanhydrid in der Weissgluth; ein Gemenge von Fluoraluminium und Fluorzink lieferte mit derselben Sauerstoffverbindung Oktaëder von Gahnit.

#### 6. Einwirkung von Gasen und Dämpfen auf stark erhitzte feste Körper.

*Dumas* erhielt Silberglanz ($Ag^2S$) durch Ueberleiten von Schwefeldampf über rothglühendes Silber; in ähnlicher Weise wurde durch Erhitzen von Zinkoxyd in Schwefeldampf Wurtzit, durch Ueberleiten von Schwefeldampf über glühendes Bleisilicat Bleiglanz erzeugt. Oxyde werden so erhalten durch Einwirkung von Wasserdampf auf Chloride oder Metalle bei sehr hoher Temperatur, z. B. Zinkoxyd, Eisenglanz.

Oxyde entstehen auch durch Einwirkung flüchtiger Chloride auf glühende Oxyde. Werden Chlorzinkdämpfe über glühenden Aetzkalk geleitet, so entsteht Zinkoxyd. *Daubrée* erzeugte kleine Quarzkrystalle, indem er Chlorsilicium dampfförmig über verschiedene Basen (Kalk, Magnesia, Thonerde) streichen liess, wobei sich das Chlor mit den Metallen, das Silicium mit dem Sauerstoff verband; daneben bildeten sich auch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Silicate. Ferner erhielt er Apatitkrystalle durch Einwirkung von Phosphorchlorid-Dämpfen auf Aetzkalk in hoher Temperatur. *Ste. Claire-Deville* liess zwischen heller Rothgluth und Weissgluth Fluorsilicium auf Zinkoxyd einwirken; es bildete sich flüchtiges Fluorzink und Zinksilicat (Willemit in hexagonalen Prismen): $4ZnO + SiF^4$ lieferten $Zn^2SiO^4 + 2ZnF^2$, wobei letzteres sich in der hohen Temperatur verflüchtigte. *Daubrée* gewann Krystalle von Spinell durch Einwirkung von Chloraluminium auf glühende Magnesia. Messbare Zirkonkrystalle erhielten *Deville* und *Caron* durch Einwirkung entweder von Fluorsilicium auf Zirkonerde oder Fluorzirkonium auf Kieselerde bei Rothgluth. — Enstatit in excentrisch-faserigen Gebilden producirte *Stan. Meunier*, als er in Rothgluth in einer Porzellanröhre Wasserdampf und Chlorsiliciumdampf auf metallisches Magnesium wirken liess.

*Hans Schulze* und *Stelzner* führten die blaue Farbe, welche die zur Röstung der Zinkerze verwandten Thonmuffeln erhalten, darauf zurück, dass sich in der verglasten Thonmasse unzählige scharfe mikroskopische Oktaëderchen von bläulichem Zinkspinell bis zu 0,06 Mm. Länge auszuscheiden pflegen; die dadurch aus dem Thon freiwerdende Kieselsäure krystallisirt als Tridymit.

*Doelter* erhielt Zinnoberkrystalle durch 6tägige Erhitzung von Quecksilber in einer mit Schwefelwasserstoff gefüllten Röhre im Wasserbade bei 70°—90°; er stellte auch andere Schwefelmetalle, Kupferkies, Buntkupfer, Bleiglanz, Bournonit, Jamesonit, Miargyrit durch Einwirkung von $H^2S$ auf Chloride, Carbonate und Oxyde der betreffenden Metalle schon bei jener relativ niedrigen Temperatur in der Glasröhre dar.

Bei dem Versuch auf geschmolzene Massen Gase einwirken zu lassen, erhielt *A. Gorgeu* Hausmannit in Krystallen bis 0,5 Mm., indem er geschmolzenes Chlormangan einige Stunden lang einer oxydirenden mit Wasserdämpfen gesättigten Atmosphäre aussetzte.

**7. Vereinigung langsam auf einander wirkender Substanzen blos unter hohem Druck.**

*Spring* brachte schwarzen krystallinischen Kupferglanz als chemische Verbindung zu Stande, indem er ein mechanisches Gemenge von Kupferfeilspänen und grobem Schwefelpulver einem Druck von 5000 Atmosphären bei gewöhnlicher Temperatur unterwarf; eine grobe Mengung von Quecksilberchlorid und Kupferspänen setzte sich bei 5000 Atm. in Kupferchlorid und metallisches Quecksilber um. Das weisse Gemenge von trockenem Jodkalium und ebensolchem Chlorquecksilber gab bei 2000 Atm. eine rothe Masse aus Jodquecksilber und Chlorkalium.

§ 175. **Natürliche Bildungsprocesse der Mineralien.** Während nun einige der im Vorstehenden angeführten Processe unter Verhältnissen erfolgen, welche es nicht gestatten, sie auch als in der Natur wirksam vorauszusetzen, dient aber ein anderer Theil von den künstlichen Methoden der Krystallisation auch der sich selbst überlassenen Natur zur Mineralbildung. Als die drei Hauptwege, auf welchen hier Krystalle entstehen, müssen nach allen Erfahrungen gelten: 1. Ausscheidung aus nassen Lösungen; 2. Festwerdung aus dem Schmelzfluss; 3. Sublimation. Für die Ermittelung des einen oder anderen Ursprungsmodus sind namentlich die jugendlichen Mineralbildungen von Belang, welche gewissermassen vor unseren Augen vor sich gehen und so die bedingenden Verhältnisse erkennen lassen.

Besonders gross ist der Kreis derjenigen Mineralien, bei deren natürlicher Bildung nasse Lösungen nachweisbar mitgewirkt haben. So haben sich Krystalle von Steinsalz, Gyps, Vitriolen zweifellos durch Verflüchtigung des sie gelöst haltenden Wassers (2, a) in gewöhnlicher Temperatur erzeugt, Kalkspath, Aragonit, Eisenspath durch Entweichen der Kohlensäure aus dem dieselben gelöst haltenden

kohlensäurehaltigen Wasser (2, b); vielfach sind Pflanzen, Algen und Moose wirksam, um solchem Wasser die Kohlensäure zu benehmen und den kohlensauren Kalk zu fällen. Kieseltuff und Kieselsinter scheiden sich an den Geysirn aus, weil das erkaltende Thermalwasser die Kieselsäure nicht mehr aufgelöst halten kann, welche es bei hoher Temperatur in Solution besass (2, c). Wo eisenhaltige Quellen über faulende, Schwefelwasserstoff entwickelnde Organismen fliessen, entsteht Eisenkies; dieser wird auch durch Pflanzenreste aus Gewässern ausgeschieden, welche ein Sulfat (z. B. Natriumsulfat) und ein Eisensalz, wenn auch nur in geringer Menge, gelöst enthalten, indem die Holzfaser das Sulfat reducirt (z. B. zu Schwefelnatrium) und letzteres mit dem Eisensalz Schwefeleisen bildet.

Lehrreich sind in dieser Hinsicht auch Absätze und Ueberkrustungen aus den Sickerwassern der Grubenräume, wie Kalksinter, Eisenocker, Vitriole verschiedener Art. Zimmerungen alter wieder aufgewältigter Gruben, die Seitenwände verlassener Stollen haben sich mit Zinkspath (Oberschlesien), Zinkblüthe (Santander), Weissbleierz (Bleiberg bei Commern), Schalenblende (Grube Silbersand bei Mayen), Zinkblende, Eisenkies (Huelva, Spanien), gediegen Kupfer (Rio Tinto, Maidanspek in Serbien), Allophan (Blauer Stollen bei Zuckmantel), Gypskrystallen bedeckt. In Dolomitklüften liegende Knochen einer noch lebenden Fledermausart sind auf der Galmeigrube Iworznow im Krakauer Gebiet nach *F. Roemer* mit Zinkspath überkrustet. Zwischen den Bruchstücken des sog. alten Manns der Gruben haben sich Kobalt- und Nickelblüthe (Grube Louise bei Horhausen), gediegen Kupfer abgesetzt, Gypskrystalle auf alten, in der Grube liegen gebliebenen Kleidern, Bleiglanzkrusten auf Holzkohle innerhalb des alten Manns. Dendritische Bildungen von Kupferglanz waren auf dem Pergament eines alten, mit Messingspangen verschlossenen Buches entstanden.

Ein überaus weitverbreiteter Process scheint die Mineralausscheidung durch gegenseitige Zersetzung wässeriger Lösungen zu sein, wobei die Schönheit und Grösse der natürlichen Krystalle, welche die chemische Kunst nicht nachzuahmen versteht, auf die Annahme einer sehr starken Verdünnung der Solutionen und einer sehr langen Bildungsdauer führt. Auf Spalten und Hohlräumen sind vielfach die Bedingungen erfüllt, dass zwei verschiedene Lösungen zusammentreffen und auf einander reagirend, eine schwerlösliche Substanz erzeugen (2, e). In vielen Fällen lässt sich der Gang der Zersetzung mit grosser Sicherheit nachweisen; so sind z. B. die von Gyps begleiteten Malachitkrystalle entstanden durch gegenseitige Reaction einer Lösung von kohlensaurem Kalk und einer solchen von schwefelsaurem Kupfer (geliefert durch die Oxydation des benachbarten Kupferkieses); dabei entstanden kohlensaures Kupfer und schwefelsaurer Kalk als schwerlösliche Salze. Die im Inneren von Gebeinen auf Friedhöfen gefundenen Vivianitkrystalle haben sich dort ohne Zweifel durch Einwirkung einer Lösung von kohlensaurem Eisenoxydul auf den phosphorsauren Kalk der Knochen angesiedelt (2, h). So kann es geschehen, dass durch gegenseitige Reaction wässeriger Solutionen sich eine krystallisirte Substanz, z. B. Schwerspath, abscheidet, welche selbst in Wasser so gut wie gar nicht löslich ist.

Von sehr grossem Gewicht für die Entstehungsweise der Mineralien auf nassem Wege sind die Beobachtungen von *Daubrée* über die Neubildungen, welche bei den Thermen von Plombières durch die Einwirkung des warmen, Alkalisilicat enthaltenden Wassers auf die Ziegelsteine und den Mörtel des dortigen römischen Mauerwerks in historischen Zeiten hervorgebracht wurden: in den Höhlungen dieser Massen krystallisirten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zeolithe, namentlich Chabasit und Apophyllit, ferner Aragonit, Kalkspath, Flussspath (Annales des mines (5) XIII. 242); ähnliche Bildungen erfolgten auch im alten römischen Mörtel von Luxeuil (Haute-Saône) und zu Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne); am letzteren Orte haben im moderigen Boden vergrabene römische Medaillen, insbesondere von Bronze, Anlass zur Neubildung sogar von krystallisirtem Kupferglanz, Kupferkies, Buntkupfererz, Fahlerz, Bleiglanz und Bleivitriol gegeben (Comptes rendus LXXX. 461. 604). — Andere Wahrnehmungen dieser Art sind noch: Rinden auf keltischen Bronzewaffen erwiesen sich als Covellin (CuS); Silbermünzen, die lange im Meerwasser gelegen, hatten eine Kruste von Chlorsilber, z. Th. von Bromsilber erhalten; ein Theil des edlen Rostes (aerugo nobilis) auf kupferhaltigen ägyptischen Antiken besteht aus Atacamit; antike Bleirohre, auf welche Wasser von Schwefelthermen lange eingewirkt, zeigten sich mit Bleiglanz und Bleihornerz incrustirt.

Mit vollem Recht können für den Erweis der Bildung auf wässerigem Wege auch verwerthet werden die Mineralvorkommnisse in den Luftkammern der fossilen Cephalopodenschalen, z. B. von Bergkrystall, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath, Schwerspath, Cölestin, Goethit, Eisenkies, Zinkblende, Kupferkies, oder die Versteinerungs- und Vererzungsvorgänge bei Fossilresten. — Ferner gewisse Erscheinungen des Nebeneinandervorkommens: wo z. B. in den Gangdrusen zu Felsöbánya die rhombischen Schwerspathtafeln auf den büscheligen Antimonglanznadeln sitzen, welche schon an der Kerzenflamme schmelzen, kann der Schwerspath nur aus wässeriger Lösung krystallisirt sein, nicht aus dem Schmelzfluss, weil dieser die Antimonglanzkrystalle hätte zerstören müssen.

Aus der geschmolzenen Masse der Laven scheidet sich vor unseren Augen eine ganze Menge von Silicaten, Orthoklas, Plagioklas, Leucit, Nephelin, Augit, Hornblende, Olivin, Glimmer, auch andere Mineralien, wie Apatit, Magneteisen in Krystallen oder krystallinischen Individuen aus. Diese Mineralien bekunden ihre Krystallisation aus dem Schmelzfluss auch durch ihren Gehalt an mikroskopischen Glaspartikeln (3, a).

Kochsalz, Salmiak, Chlorkupfer, Chloreisen bilden sich durch Sublimation (4) an Vulkanen, wo auch Eisenglanz durch gegenseitige Zersetzung von dampfförmigem Chloreisen und Wasserdampf (5, b), Kupferoxyd (Tenorit) auf ganz analogem Wege entsteht.

Durch die Untersuchungen namentlich von *Scacchi* und *vom Rath* hat sich das merkwürdige Ergebniss herausgestellt, dass mehre Silicate, welche in Hohlräumen und Klüften von vulkanischen Eruptionsproducten auftreten, wie Leucit, Granat, Augit, Hornblende, Sodalith u. a. dort auf dem Wege der Sublimation entstanden sind; die specielleren Verhältnisse dieser Bildung sind freilich zur Zeit noch räthselhaft, doch scheinen Zersetzungen von Chlor- und Fluorverbindungen durch Wasserdampf eine Rolle gespielt zu haben. Wahrscheinlich gehören die in den Lithophysen-Hohlräumen von Rhyolithen und Obsidianen aufsitzenden Krystalle von Fayalit, Tridymit, Hypersthen, Topas, Granat ebenfalls hierher.

§ 176. **Natürliche Umbildungsprocesse der Mineralien.** Die festen Mineral- und Gesteinsmassen der Erdrinde befinden sich aber, obschon gerade ihnen scheinbar das Gepräge der Unveränderlichkeit aufgedrückt ist, in gar manchen, ja sehr vielen Fällen nicht mehr in demselben Zustande wie bei ihrer Entstehung, indem sie zum grossen Theil einem innerlichen vielfachen und stetigen Wechsel ihrer Zusammensetzung unterliegen. Auch in den anscheinend frisch erhaltenen Substanzen weist das Mikroskop in der Regel Spuren von begonnener oder weiter gediehener Veränderung nach. Diese Umwandlungen bieten Anlass zu

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zahllosen Neubildungen und so hat auch die Steinwelt in gewissem Sinne ihr Leben, indem die Mineralien hier im Wachsen, dort im Vergehen begriffen sind und ein Muttermineral anderen neu gearteten Nachkömmlingen den Ursprung gibt. Die grosse Langsamkeit, mit der solche Alterationsprocesse von statten gehen und die Unscheinbarkeit der sie bedingenden Wirkungsmittel werden beide durch die Dauer der Vorgänge compensirt.

Das wesentlichste Agens, das Wasser nebst den darin aufgelösten Stoffen sucht sich nicht nur durch offene Klüfte, Spalten und Schichtungsfugen im Gebirgsgestein seinen Weg in die Tiefe, sondern ebenfalls durch dessen anscheinend solide Masse selbst. Auch in denjenigen mineralischen Substanzen, in denen das blose Auge keine Zwischenräume mehr aufdeckt, findet sich ein vielverzweigtes Netz feiner, nur mikroskopisch sichtbarer Haarspalten, auf denen das Wasser um so behender einsickert, als es, unablässig sich von oben ersetzend und so einem gewissen Druck unterworfen, in grösserer Tiefe gleichsam hineingepresst wird. Je unendlicher die Menge von Angriffspunkten ist, die sich ihm so darbietet, desto bedeutendere Wirkungen vermag es auszuüben. Dass selbst die anscheinend compactesten Massen von Flüssigkeiten durchdrungen werden können, zeigt die künstliche Färbung der Chalcedone und Achate.

Ungeheure Mengen von Substanzen werden so während der langen Dauer, in der die Gewässer unterirdisch circuliren, fortwährend den Steinmaterialien entzogen und die ausfliessenden Quellwasser enthalten immer mehr oder weniger grosse Quantitäten von salzigen und erdigen Theilen, in bedeutungsvollem Gegensatz zu dem ursprünglichen Regenwasser, welches, während es auf die Erdoberfläche fällt, fast ganz frei davon ist. Der Karlsbader Sprudel hält nach *Berzelius* in ca. 300000 Theilen Wasser auch 1 Theil Fluorcalcium (Flussspath) in sich aufgelöst; ist dies auch nur eine scheinbar verschwindend kleine Quantität, so fliessen doch mit dem Thermalwasser im Laufe eines Jahres 250 Centner Flussspath im aufgelösten Zustande heraus, welche den dortigen Gesteinen entzogen sind. Die keineswegs sehr reichlich strömende Soolquelle zu Neusalzwerk in Westfalen befördert nach der Rechnung *G. Bischof*'s in ihrem Wasser jährlich 18000 Ctr. kohlensauren Kalk und 1400 Ctr. Eisenocker an die Erdoberfläche. Alle aus dem Gypsgebirge ausfliessenden Quellen halten schwefelsauren Kalk gelöst und in ähnlicher Weise ist auch ein grosser Theil des kohlensauren Kalks der Erde auf steter Wanderschaft in den Quellen und Flüssen begriffen. Da es in der That kaum eine in dem Sickerwasser absolut unlösliche Mineralsubstanz gibt (S. 322), so müssen sämmtliche Stoffe, die in der Erdrinde existiren, auch in den Quellen gelöst sein, wenngleich manche in kaum aufspürbaren Mengen.

Dringt solches Wasser noch zuvor in grössere Tiefe ein, so ist es, mit den in Lösung gehaltenen chemisch wirksamen Substanzen ausgerüstet, dort im Stande, fernere complicirtere Zersetzungen einzuleiten und durch das Zusammentreffen mit anderen Lösungen oder mit festen Körpern weitere Neubildungen hervorzurufen. Aus der Lösung oder dem Mineral AB und der hinzutretenden Lösung CD entsteht die zurückbleibende Verbindung BC und die neue Lösung AD; erstere kann sich mit einer ferner hinzutretenden anderen Lösung so umsetzen, dass von dem ursprünglichen Mineral AB gar nichts übrig bleibt.

Eine besondere Menge von Belehrung über die Entwickelungsgeschichte der Mineralien wird von den metasomatischen Pseudomorphosen dargeboten, indem dieselben durch das Erhaltensein der Form der ursprünglichen Substanz nicht nur

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Aufschluss darüber gewähren, welchen Umwandlungsvorgängen ein gegebenes Mineral anheimfällt, sondern auch für das an die Stelle getretene neue Mineral die Thatsächlichkeit einer Entstehung aus dem ersteren bekunden. Die Pseudomorphosen besitzen daher nach doppelter Richtung, für zwei Mineralien, Wichtigkeit.

Zu den hydrochemischen Processen, den in der Natur auf nassem Wege erfolgenden Vorgängen der Auflösung, Zersetzung, Neubildung von Mineralien gehören namentlich folgende, welche theils durch einfache und unmittelbare Beobachtungen erkannt, theils experimentell ermittelt wurden[1]).

1) Einfache Auflösung durch atmosphärisches Wasser; ihr fallen z. B. Steinsalz, Gyps, Vitriole, Alaune anheim, welche dann aus der Lösung wieder herauskrystallisiren können. — 100 Theile reinen Wassers lösen von Chlormagnesium 50,7, von Chlornatrium 35,7, von Chlorkalium 31, von Kaliumcarbonat 24,4, von Natriumsulfat 16,28, von Kaliumsulfat 10,3, von Natriumcarbonat 8,3, von Gyps nur 0,205, von Kalkspath 0,0025, von Baryumsulfat gar nur 0,0002 Gewichtstheile. Bei den meisten Substanzen wird die Löslichkeit durch Erhöhung der Temperatur, und in diesem Falle auch durch Druckwirkung gesteigert.

2) Lösung der Carbonate (Kalkspath, Eisenspath u. s. w.) im kohlensäurehaltigen Wasser; aus den gebildeten Bicarbonatlösungen (z. B. $CaO + 2CO^2 + H^2O$) wird beim Verdunsten eines Theiles der Kohlensäure das Carbonat anderswo wieder ausgeschieden; so können solche Carbonate im weitesten Maasse ebenfalls ihren Ort verändern. 10000 Theile mit Kohlensäure gesättigten Wassers lösen von Kalkspath 10—12, von Eisenspath 7,2, von Dolomit 3,1, von Magnesitspath 1,2 Gewichtstheile. Auf diesem Vorgang beruht auch ein Theil der Dolomitbildung aus dolomitischen (magnesiacarbonathaltigen) Kalksteinen, indem $CaCO^3$ zunächst allein gelöst und dadurch der Gehalt an $MgCO^3$ angereichert wird.

3) Hydratisirung oder Umwandlung wasserfreier Substanzen in wasserhaltige, z. B. diejenige des Anhydrits in Gyps, des Eisenoxyds in Eisenoxydhydrat. Der Vorgang ist auch wirksam bei der Zeolithbildung, indem die meisten dieser Mineralien nichts weiter sind, als die im wasserhaltigen Zustande regenerirten Feldspathe oder feldspathähnlichen Silicatgemengtheile des Gebirgsgesteins, auf dessen Hohlräumen sie sich finden. — Vielfach scheint die Hydratisirung durch kohlensäurehaltiges Wasser vermittelt; so ist die hierher gehörige Umbildung des Olivins in Serpentin denkbar als: $2Mg^2SiO^4 + CO^2 + 2H^2O = H^4Mg^3Si^2O^9 + MgCO^3$ (welches letztere dann durch das kohlensaure Wasser weggeführt wird); oder die des Tremolits in Talk als: $CaMg^3Si^4O^{12} + CO^2 + H^2O = H^2Mg^3Si^4O^{12} + CaCO^3$; oder die des Enstatits in Talk als: $4MgSiO^3 + CO^2 + H^2O = H^2Mg^3Si^4O^{12} + MgCO^3$.

4) Hydratisirung unter Austreibung von Kohlensäure; das Wasser als solches kann, während langer Dauer in steter Zufuhr begriffen, eine so schwache Säure wie die Kohlensäure austreiben und selbst als Säure wirken. Darauf beruht u. a. das Hervorgehen von Eisenoxydhydrat (Brauneisen) aus Eisenoxydulcarbonat (Eisenspath), ein Process, den nicht nur vereinzelte Pseudomorphosen vorführen, sondern

1) Diese Gesetze festgestellt zu haben ist vor Allem das unvergängliche Verdienst von *Gustav Bischof* (Lehrbuch d. chemisch. u. physik. Geologie. 2. Aufl. Bonn 1863—66). Vgl. auch *Lemberg* in Z. d. geol. Ges. XXII. 335; XXIV. 187; XXVIII. 519; XXIX. 457.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

meilenweite und tausend Fuss mächtige Lagerstätten erlitten haben; er kann gedacht werden als: $4FeCO^3 + 2O + 3H^2O = 2Fe^2O^3 + 3H^2O + 4CO^2$. Ferner gehört hierher die Entstehung von grünem Malachit aus blauer Kupferlasur.

5) Trockene Luft entzieht manchen wasserhaltigen Mineralien das Wasser theilweise oder gänzlich (vgl. S. 266); sie überziehen sich dabei zunächst mit einer trüben Rinde, werden dann zu einer lockeren Masse oder zerfallen zu Pulver (sog. Verstäubung). Beispiele liefern Krystalle von Zinkvitriol, Borax, Soda, Bittersalz. — Dem wasserhaltigen Calciumsulfat, dem Gyps kann sein Wasser entzogen werden, wenn er in einer Platinschale mit Chlornatriumlösung gekocht wird; es geht alsdann Anhydrit aus ihm hervor.

6) Oxydation durch sauerstoffbeladenes Wasser, ein sehr weitverbreiteter Process, durch welchen Metalloxydule (z. B. von Eisen, Mangan) zu Metalloxyden werden; hierauf beruht z. B. die Röthung und Bräunung mancher Felsarten. Insbesondere werden aber auch Schwefelmetalle zu (wasserhaltigen) schwefelsauren Metalloxyden oxydirt, z. B. Eisenkies zu Eisenvitriol, Zinkblende zu Zinkvitriol, Kupferkies zu Kupfervitriol und Eisenvitriol, Bleiglanz zu Bleivitriol. Durch die gebildeten Vitriole werden weitere Wechselzersetzungen eingeleitet (Nr. 16); ebenso werden Arsenmetalle zu arsensauren Salzen oxydirt (Kobaltglanz und Speiskobalt zu Kobaltblüthe). Ferner beruht hierauf die Bleichung schwarzer, durch Kohle gefärbter Gesteine, wie mancher Kalksteine, indem aus ihrem Kohlenstoff entweichende Kohlensäure wird.

7) Reduction durch Wasser, welches mit organischen Stoffen beladen ist, ein Vorgang, welcher dem eben angeführten entgegenwirkt; er bringt z. B. eine Wiederherstellung der Schwefelverbindungen aus den betreffenden entstandenen Vitriolen hervor; so entsteht der häufige Ueberzug von glänzendem Eisenkies auf Versteinerungen und Fischabdrücken, deren modernder Leib für die hinübersickernde Vitriollösung die Sauerstoffentziehung besorgte, gleichfalls die vielfache Durchsprenkelung der Braunkohle oder Steinkohle mit Eisenkieskörnchen. Ebenso werden durch diesen Vorgang die Sulfate von Alkalien oder alkalischen Erden unter Bildung von Schwefelwasserstoff zu Schwefellebern reducirt (welche dann ihrerseits die Silicate, Carbonate, Sulfate der Metalle als Schwefelmetalle fällen können (vgl. Nr. 13). Ferner bewirkt der Process die Reduction der Oxyde in Oxydule, eine Bildung von gediegenen Metallen. Auch Eisenoxydhydrat wird durch faulende organische Substanzen zu Eisenoxydul reducirt, unter Bildung von Kohlensäure. Dieselben Substanzen reduciren ferner Eisenoxydsilicat zu Eisenoxydulsilicat oder Eisenoxydulcarbonat.

8) Kohlensäurehaltiges Wasser zersetzt bei gewöhnlicher Temperatur die Silicate von Kalk, Kali, Natron, Eisenoxydul, Manganoxydul, wobei Carbonate dieser Basen gebildet werden und freie Kieselsäure entsteht; die verbreitetsten Silicate als Gemengtheile der Felsarten unterliegen theilweise diesem Vorgang, wie Feldspathe, Augite, Hornblenden u. s. w. Dabei setzen sich Kalkspath, Eisenspath u. s w. ab, oder die entstehenden gelösten Carbonate verursachen ihrerseits weitere hydrochemische Processe (Nr. 9, 17, 24, 28). Die frei gewordene Kieselsäure bildet Quarz oder Opal; ein grosser Theil des Quarzes auf Erden, insbesondere der in Adern, Gängen und anderen Hohlräumen, muss angesehen werden als Absatz aus

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gewässern, welche da, wo zusammengesetzte Silicate so der Zersetzung unterlagen, sich mit der dabei frei werdenden Kieselsäure beluden. — Thonerdesilicat wird dagegen von kohlensäurehaltigem Wasser nicht angegriffen; die Thonerde verbleibt daher in den ihrer anderen Bestandtheile beraubten Gesteinen in Verbindung mit Kieselsäure und Wasser als letzter, weiter fast unangreifbarer Zersetzungsrückstand (Thon). Die Umwandlung einer ganzen Menge von frischen Felsarten in Thon ist so das Endziel solcher Processe, ja man kann sagen, dass aller Thon auf Erden aus der Verwesung von oft complicirt zusammengesetzten Thonerdesilicaten hervorgegangen ist, mag er sich noch auf der Stätte seiner Entstehung befinden, oder durch fluthendes Gewässer nach anderen Orten hin zusammengeschwemmt sein. — Auch Eisenoxydsilicat wird durch kohlensäurehaltiges Wasser nicht angegriffen, Magnesiasilicat nur ganz wenig durch dasselbe zersetzt.

9) Auch kohlensaure Alkalien zersetzen Kalksilicat: es bildet sich Alkalisilicat und kohlensaurer Kalk, welcher vielfach fortgeführt wird, so dass in dem Silicat blos eine Ersetzung des Kalks durch Alkali stattgefunden hat (z. B. in den Pseudomorphosen von Glimmer nach Skapolith). Magnesiasilicat verhält sich gleichfalls kohlensauren Alkalien gegenüber sehr widerstandsfähig.

10) Die Silicate von Zink, Kupfer, Nickel, Silber werden durch Kohlensäure unter Abscheidung von Kieselsäure zu Carbonaten zersetzt, welche in kohlensäurehaltigem Wasser löslich sind; so können metallische Silicate aus den Gebirgsgesteinen als Carbonate weggeführt und letztere unter Bildung von Quarz in Spalten abgesetzt werden (aber nach Nr. 13 auch Schwefelmetalle liefern).

11) Die Silicate von Blei, Kupfer, Nickel, Zink, Silber werden durch Schwefelwasserstoff zersetzt: es bilden sich Schwefelmetalle und Quarz; ebenfalls ein häufiger Process für die Erzgangbildung.

12) Gewässer mit Gehalt an Schwefelalkalien lösen die Sulfide von Sn, Sb, As.

13) Schwefelverbindungen der Alkalien oder alkalischen Erden (Nr. 7) fällen aus Silicaten, Sulfaten, Carbonaten der Metalle die betreffenden Schwefelmetalle. Dieselben Schwefelverbindungen bilden auch aus Eisenhydroxyd Eisenbisulfid.

14) Eine Anzahl von basischen Silicaten wird durch stärkere Säuren auf nassem Wege zersetzt, unter Abscheidung von Kieselsäure. Die Schwefelsäure z. B., welche an Solfataren und thätigen Vulkanen aus Schwefelwasserstoff oder schwefeliger Säure entstanden ist, treibt die schwächere Kieselsäure aus ihren Verbindungen aus und bildet mit den Basen Sulfate (Gyps, Alaun u. s. w.). Im Gegensatz zur Kohlensäure werden hierdurch Thonerde und Eisenoxyd leicht in Lösung gebracht.

15) Wirkt die Solution eines schwerer löslichen Bicarbonats auf ein leichter lösliches krystallisirtes Carbonat, so wird letzteres durch das erstere Carbonat ersetzt; behandelt man Kalkspathpulver mit Bicarbonatlösung von Fe oder Zn oder Mg, so löst sich der Kalkspath, während Carbonat von Fe, Zn oder Mg an seine Stelle tritt. Der Vorgang kommt bei den S. 360 erwähnten Verdrängungen zur Geltung.

16) Kohlensaurer Kalk wird durch Chlormagnesiumlösung zersetzt; er wandelt sich in kohlensaure Magnesia um, während Chlorcalcium in Lösung geht.

17) Kalkbicarbonat und mehre schwefelsaure Metalloxyde (Kupfer, Eisen, Zink) setzen sich um zu schwefelsaurem Kalk und metallischen Carbonaten. So gibt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das aus dem oxydirten Kupferkies hervorgegangene Kupfersulfat, wenn es mit einer Lösung von Kalkbicarbonat zusammentrifft, Anlass zur Bildung von Gyps und Malachit. — Ebenso zersetzt Alkalibicarbonat den schwefelsauren Kalk zu Kalkcarbonat und schwefelsaurem Alkali (Pseudomorphosen von Aragonit nach Gyps). Auf dieselbe Weise kann auch Baryumsulfat in Baryumcarbonat verändert werden.

18) Eisenoxydulbicarbonat zersetzt phosphorsauren Kalk; wo der letztere z. B. von verwesenden pflanzlichen oder von animalischen Substanzen geliefert wird, entstehen Krystalle von Eisenoxydulphosphat (Vivianit) und erdiges Eisenblau, wie in Torfmooren und Knochen.

19) Aus Kalksulfat und Magnesiacarbonat entsteht Bittersalz.

20) Alkalisilicate werden durch schwefelsauren Kalk, schwefelsaure Magnesia, Chlorcalcium oder Chlormagnesium zersetzt: es bilden sich Kalk- oder Magnesiasilicat, daneben schwefelsaure Alkalien oder Chloralkalien; eventuell eine rückläufige Wiederherstellung des nach Nr. 9 Zersetzten.

21) Kalksilicate werden zersetzt durch schwefelsaure Magnesia; es entstehen Magnesiasilicate und löslicher schwefelsaurer Kalk; ebenfalls durch Chlormagnesium, wobei Magnesiasilicate und lösliches Chlorcalcium hervorgehen (vgl. Nr. 24); Wollastonit, $CaSiO^3$, mit $MgCl^2$-Lösung behandelt, liefert ein Product von der ungefähren Zusammensetzung $H^2MgSiO^4$.

22) Kalisilicate werden durch Magnesiabicarbonat zersetzt: es bildet sich Magnesiasilicat und lösliches Kalicarbonat (bei Feldspathen). Alkalisilicate erleiden ebenso eine Zersetzung durch Eisenoxydulbicarbonat, wobei Eisenoxydulsilicat entsteht.

23) Kalisilicat wird durch Chlornatrium zersetzt; dadurch wird Natronsilicat und Chlorkalium gebildet; so kann Natron an die Stelle von Kali treten. Wird Pulver von Leucit, $KAlSi^2O^6$, mit NaCl-Lösung behandelt, so entsteht nach *Lemberg* ein Product von der Zusammensetzung $H^2NaAlSi^2O^7$ (Analcim); dieses Pulver wandelt sich bei der Behandlung mit KCl wieder zurück in Leucitsubstanz.

24) Kalksilicat und Magnesiabicarbonat erzeugen Kalkbicarbonat und Magnesiasilicat; so kann Magnesia an die Stelle des Kalks treten (vgl. Nr. 21).

25) Thonerdesilicate werden zersetzt durch schwefelsauren Kalk oder Chlorcalcium zu Kalksilicaten, wobei sich nebenher Thonerdesulfat oder Chloraluminium bildet; desgleichen durch schwefelsaure Magnesia oder Chlormagnesium, unter Erzeugung von Magnesiasilicat und denselben beiden löslichen Aluminiumverbindungen. — In Anbetracht von Nr. 20, 21, 25 können daher in einem Mineral, welches gleichzeitig Alkali-, Kalk- und Thonerdesilicat enthält, alle drei in Magnesiasilicat umgewandelt werden; die übrigen entstehenden Stoffe werden als löslich weggeführt.

26) Wirkt Wasser, welches Kohlensäure und Natronsilicat hält, auf kohlensauren Kalk, so geht kohlensaures Natron in Lösung und Kieselsäure setzt sich ab; Pseudomorphosen von Quarz nach Kalkspath mögen so entstanden sein.

27) Kommt die Lösung eines Eisenoxydsalzes mit Kalkstein in Berührung, so wird das Eisen als Oxyd (Rotheisen) oder Hydroxyd (Brauneisen) gefällt und der Kalk in Lösung weggeführt. Als Zwischenglied entsteht oft Eisenspath.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

28) Kohlensaure Alkalien zersetzen Fluorcalcium unter Bildung von kohlensaurem Kalk und löslichen Fluoralkalien; gelöstes Fluornatrium zersetzt Kalksilicat: es bildet sich Natronsilicat und wieder Fluorcalcium; gelöstes Fluorkalium (wie es z. B. bei der Zersetzung fluorhaltigen Glimmers geliefert werden kann) zersetzt Thonerdesilicat, wobei Kalisilicat und Fluoraluminium entstehen. — Auch Chloride können durch Natronbicarbonat bei gew. Temperatur in Carbonate umgewandelt werden: Atacamit, $CuCl^2 . 3(Cu[OH]^2)$, liefert so Malachit, $CuCO^3 . Cu[OH]^2$.

Bei dem Verhalten der Mineralien gegen Lösungen kommt das Gesetz der Massenwirkung zur Geltung, nach welchem jeder Stoff eine seiner wirksamen Masse proportionale chemische Wirkung ausübt. Baryumcarbonat kann durch eine Sulfatlösung in Baryumsulfat, Baryumsulfat umgekehrt durch eine Carbonatlösung in Baryumcarbonat vollständig umgewandelt werden, sofern die erforderlichen beiden Lösungen in hinreichender Menge vorhanden sind. Ist dagegen nicht genügend Lösung vorhanden, so stockt die Umwandlung, sobald in der Lösung $CO^3$ und $SO^4$ dasjenige bestimmte Verhältniss erlangt haben, in welchem sich die beiden schwerlöslichen Salze gleichzeitig in Wasser lösen. Je leichter löslich ein Salz im Verhältniss zu einem anderen ist, desto leichter erfolgt die Umsetzung des ersteren in das letztere. Es bedarf deshalb viel weniger des Sulfats, um das leichter lösliche Baryumcarbonat in Sulfat umzuwandeln, als des Carbonats, um das schwerer lösliche Baryumsulfat in Carbonat zu verwandeln. Da beim Strontium umgekehrt das Carbonat schwerer löslich ist, als das Sulfat, so ist hier für die Carbonatbildung aus dem Sulfat weniger des Carbonats erforderlich, als des Sulfats, um Strontiumsulfat aus dem Carbonat hervorgehen zu lassen.

Bei den Umwandlungsvorgängen braucht nicht immer aus einem wasserfreien Mineral ein wasserhaltiges zu entstehen, wie das Hervorgehen von Hornblende aus Augit oder Olivin, das von Orthoklas aus Leucit zeigt.

Hervorzuheben ist noch, dass man die in einem gewissen Falle sicher constatirte Bildungsweise eines Minerals nicht ohne weitere Prüfung auch auf andere Vorkommnisse desselben in der Natur übertragen darf. Für manche Mineralien ist es entschieden dargethan, dass dieselben auch natürlich auf sehr verschiedenem Wege entstehen können. Der Feldspath scheidet sich z. B. vor unseren Augen aus der geschmolzenen Masse der Laven aus; die Feldspathkrystalle aber, welche sich in den oberen Regionen der Kupferhütte zu Sangerhausen und des Eisenhochofens auf der Josephshütte bei Stollberg gebildet haben, können dahin nur als Sublimationsproducte gelangt sein. Und diejenigen Feldspathe, welche die Gerölle des Conglomerats bei Oberwiesa überkrusten und die Zwischenräume zwischen denselben ausfüllen, vermag man sich dort nur als auf nassem Wege entstanden zu denken. So ist also für eine und dieselbe Substanz ein dreifach verschiedener Bildungsact auf diese Weise möglich. Ja wenn wir gewahren, dass der Orthoklas als eine nur durch die Wirkung wässeriger Solutionen vermittelte Pseudomorphose nach Leucit, Analcim, Epidot und Prehnit auftritt, so stehen wir innerhalb einer und derselben Bildungsmodalität wieder vier abweichenden Specialvorgängen gegenüber, deren Product allemal Orthoklas ist. — Epidot entsteht nachweisbar aus Orthoklas, Oligoklas, Labradorit, aus Hornblende, aus Augit, aus Biotit, aus Skapolith.

Pyrochemische, d. h. durch natürliche Erhitzungsvorgänge vermittelte Umwandlungen sind nur von localer Bedeutung; vgl. die kaustischen Contactmetamorphosen S. 364 und die Wirkungen der Erdbrände S. 363.

Unter dem Einfluss des Lichtes erfolgen bei gewissen Mineralien Veränderungen; so zerfällt Realgar im Licht zu einem orangegelben Pulver, Auripigment oxydirt sich zu arseniger Säure; andere Mineralien bleichen aus, wie Chrysopras, Rosenquarz, gefärbte Steinsalze und Flussspathe, Kobalt- und Nickelblüthe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Neben den Veränderungen, welche sich auf die chemische Substanz der Mineralien beziehen, verdienen auch noch die Fälle Erwähnung, in denen es sich blos um eine Veränderung der Structur oder des Gefüges bei den Aggregaten handelt. Feuchtet man das Pulver löslicher Salze an und lässt es längere Zeit stehen, so nimmt die Masse eine deutlich krystallinische Zusammensetzung aus grösseren Individuen an: ein Theil der kleinen Pulverpartikelchen wächst unter dem Bestreben, die vorhandenen Oberflächen möglichst zu verkleinern, in seinen Dimensionen auf Kosten der anderen, welche dabei aufgezehrt werden. Auf ähnliche Weise wird auch die Structurbeschaffenheit derjenigen deutlich körnigen Kalksteine erklärt, für welche es wahrscheinlich ist, dass sie früher dichte Kalksteine dargestellt haben, ferner das bisweilen ziemlich grobe Korn der älteren Steinsalzbildungen, indem die Absätze der Jetztzeit aus den Salzseen fast dicht ausfallen.

Hierhin kann auch gerechnet werden das Weiterwachsen von Mineralfragmenten in klastischen Gesteinen, wodurch die letzteren in Massen von anscheinend krystallinischer Zusammensetzung übergeführt werden; am frühesten wurde dasselbe beim Quarz bekannt, um dessen abgerundete allothigene Körner in Sanden und lockeren Sandsteinen sich aus durchtränkender Kieselsäurelösung eine authigene, optisch und krystallographisch übereinstimmend orientirte Quarzrinde (sog. ergänzende Kieselsäure) absetzt, welche, wo Raum vorhanden ist, nach aussen selbst krystallographische Form annimmt. Dadurch kann die Trümmermasse, indem alle Fugen sich schliessen, zu einem compacten, scheinbar krystallinischen Quarzit umgewandelt werden. Vielfach ist der Gegensatz zwischen den ursprünglichen Körnern und der angewachsenen Quarzkruste daran zu erkennen, dass die ersteren durch zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse getrübt sind, die letztere ganz rein und klar erscheint.

---

# Sechster Abschnitt.

## Von der gegenseitigen Abgrenzung und systematischen Gruppirung der Mineralien.

§ 177. **Principien der Abgrenzung.** Bevor auf Grundlage der bisherigen Angaben die Beschreibung der einzelnen Mineralien selbst erfolgen kann, handelt es sich zunächst noch um die Feststellung, was als ein Mineral (als eine besondere Mineralart) zu betrachten und demzufolge mit einem eigenen Namen zu belegen ist, sowie um die Bestimmung der Reihenfolge, in welcher die verschiedenen, gegen einander abgegrenzten Mineralarten aufgeführt werden sollen.

Den Inbegriff dessen, was als ein Mineral zu betrachten ist, hat man die mineralogische Species genannt, indem man bestrebt war, auf dem hier vorliegenden Gebiet die möglichste Analogie mit der Zoologie und Botanik herzustellen. Für chemische Grundstoffe aber und chemische Verbindungen, wie es die Mineralien sind, kann der Begriff der Species in der Weise, wie er im Reich der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

organischen Welt mit mehr oder minder Recht Gültigkeit besitzt, gar keine Bedeutung haben, ebensowenig wie für die im Laboratorium künstlich erzeugten Substanzen.

Um indessen der Unbequemlichkeit zu entgehen, welche darin liegt, dass einmal unter »Mineral« das einzelne Vorkommniss oder Individuum, das anderemal der Complex der als zusammengehörig erkannten und besonders zu benennenden Körper verstanden werden soll, mag es erlaubt sein, den letzteren als die Mineralart zu bezeichnen, wobei jedoch abermals zu betonen ist, dass dabei von demjenigen Artbegriff, wie er in der organischen Welt eine Rolle spielt, hier keine Rede sein kann. Aus den nachfolgenden Erwägungen wird es sich ergeben, dass eine völlig consequente und strenge Fixirung und Abgrenzung dessen, was eine Mineralart begründet, auf gewissen Gebieten zu den unmöglichen Dingen gehört.

Wenn zwei Mineralkörper A und B in allen ihren morphologischen, physischen und chemischen Eigenschaften vollkommen übereinstimmen, so sind sie einerlei oder absolut identisch.

Hierbei versteht es sich jedoch von selbst, dass bei krystallisirten Mineralien weder gleiche Grösse noch gleiche Vollkommenheit der Krystallform, und auch bei Aggregaten durchaus nicht gleiche Grösse der Individuen erfordert wird.

Eine solche absolute Identität wird aber nicht mehr bestehen, wenn irgend eine Eigenschaft in dem Mineral A anders erscheint, als in dem Mineral B. Es kann jedoch diese Verschiedenheit in sehr vielen Fällen entweder unwesentlich sein, oder auch in einer höheren Einheit aufgehen, und dann werden beide Mineralien zwar nicht mehr für absolut, aber doch für relativ identisch zu erklären sein. Dies wird allemal gestattet sein:

1. Wenn die beiden Modalitäten der betreffenden Eigenschaft in einer nothwendigen Correlation zu einander stehen, und aus einem und demselben Grundtypus abgeleitet werden können (zweierlei Formen derselben Krystallreihe, kleine Zumischungen einer isomorphen Substanz).
2. Wenn, bei blos quantitativer Differenz der beiden Modalitäten, dieselbe als nothwendige Folge der Verschiedenheit irgend einer anderen Eigenschaft hervortritt, deren Unterschiede nach 1. aufgehoben erscheinen (verschiedenes specifisches Gewicht als Folge geringer Zumischung einer isomorphen Substanz).
3. Wenn sich, bei quantitativer oder qualitativer Differenz der beiden Modalitäten, die betreffende Eigenschaft überhaupt als eine zufällige und unwesentliche zu erkennen gibt (verschiedene Farben bei gefärbten Mineralien, verschiedene Arten oder Grade des nicht-metallischen Glanzes).

Wenn man nun unter einer gegen die anderen abzugrenzenden und besonders zu benennenden selbständigen Mineralart den Inbegriff aller Mineralkörper versteht, welche absolute oder relative Identität ihrer Eigenschaften erkennen lassen, so sind jedoch die Grenzen, innerhalb welcher, und die Bedingungen, unter welchen die relative Identität noch zugestanden werden kann, für verschiedene Eigenschaften verschieden, und müssen daher für die wichtigeren derselben besonders erwogen werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Betreffs der morphologischen Eigenschaften ist zunächst der Unterschied des krystallinischen und amorphen Zustandes zu berücksichtigen, welcher in keinem Falle aufgehoben werden kann, so dass zwei selbst chemisch absolut identische Mineralien, von denen das eine krystallinisch, das andere amorph ist, nimmer vereinigt werden können. Sind dagegen beide Mineralien krystallinisch, aber verschiedentlich gestaltet, so kann solche Verschiedenheit aufgehoben und auf relative Identität zurückgeführt werden, sobald sich die verschiedenen Gestalten als Glieder eines und desselben Formencomplexes erkennen lassen, weil sie dann nur als verschiedene Ausdrücke desselben Gestaltungsgesetzes zu betrachten sind. Zwei krystallisirte Individuen also, deren Gestalten zwar verschieden, aber aus derselben Grundform ableitbar sind, werden nach 1. in morphologischer Hinsicht relativ identisch sein. Dabei sind jedoch noch zu berücksichtigen:

a) der Charakter der Krystallformen, ob solcher nämlich vollflächig oder irgendwie theilflächig ausgebildet ist: die relative Identität zweier Mineralien setzt allemal denselben Charakter ihrer Krystallformen voraus;

b) die kleinen Schwankungen der Dimensionen bei solchen Mineralien, in deren Zusammensetzung isomorphe Bestandtheile hinzugemischt sind. Da nämlich in solchen Fällen die Differenz der chemischen Constitution, in welcher jene Schwankungen begründet sind, nach 1. aufgehoben ist, so kann nach 2. noch relative Identität der Formen zugestanden werden.

Sämmtliche mit der Krystallform unmittelbar zusammenhängende und nach ihren Gesetzen geregelte physikalische Eigenschaften unterliegen denselben Folgerungen, wie die Krystallform selbst. Die Zusammengehörigkeit zweier Mineralien setzt jedenfalls absolute oder relative Identitäten ihrer physikalischen Eigenschaften voraus. Dahin gehört zuvörderst die Spaltbarkeit, welche bei der geringen Anzahl und constanten Richtung ihrer Flächen hier einen noch höheren Werth hat, als die vielfach wechselnde äussere Gestalt. Zwei Mineralien derselben Art müssen also auch dieselben, das heisst, die denselben Krystallformen entsprechenden Spaltungsformen besitzen. Die optischen Erscheinungen sind nach ihrer allgemeinen Abhängigkeit von der Krystallform zu beurtheilen. Da das specifische Gewicht wesentlich von der chemischen Constitution und von der Krystallisation (oder allgemeiner, von der Erstarrungsform) der Mineralien abhängt, so ist es eine Eigenschaft von der grössten Bedeutung. Mit derselben chemischen Constitution kann bei wesentlich verschiedener Krystallisation ein sehr verschiedenes specifisches Gewicht verbunden sein (Heteromorphie), während umgekehrt, bei schwankender Constitution aber gleicher Krystallform, auch das spec. Gewicht gewisse Schwankungen zeigen wird.

In dieser Hinsicht erlangt namentlich das Zugemischtsein isomorpher Substanzen und das Vorkommen zufälliger Beimengungen einige Wichtigkeit, und es muss im Allgemeinen das specifische Gewicht zweier Mineralien derselben Art nach 2. innerhalb gewisser, jedoch innerhalb so enger Grenzen schwankend gelassen werden, dass die dadurch gestatteten Differenzen aus jenen Verhältnissen zu erklären sind (z. B. verschiedene Kalkspathe, Eisenspathe). Denn die relative Identität der chemischen Constitution ist es, welche in solchen Fällen die Differenzen des Gewichts aufhebt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Auch die Härte kann für zwei Mineralien derselben Art innerhalb gewisser Grenzen schwankend befunden werden, welche aber niemals sehr weit auseinander liegen. In Farbe, Glanz und Pellucidität ist zuvörderst der Unterschied des metallischen und des nicht-metallischen Habitus begründet, welcher für die Beurtheilung der Identität der Mineralien von grosser Bedeutung ist, so dass zwei zusammengehörige in der Regel auch einen und denselben Habitus zeigen müssen. Betreffs der Farbe ist vorzüglich der Unterschied des idiochromatischen und allochromatischen Wesens geltend zu machen. Zwei idiochromatische Mineralkörper müssen eine fast völlige Identität der Farbe (wenigstens in qualitativer Hinsicht) besitzen, wenn sie zu einer und derselben Art gehören sollen, weil ihre Farbe eine wesentliche und nothwendige Eigenschaft ihrer Substanz ist. Bei gefärbten Mineralien dagegen ist die Farbe eine zufällige und unwesentliche Eigenschaft, auf welche bei der Beurtheilung der Identität oder Diversität nur selten ein Gewicht zu legen ist. Für den Glanz ist besonders die Qualität oder Art zu berücksichtigen, für welche sich indessen nur allgemeine Unterschiede geltend machen lassen; die Stärke kann oft von zufälligen Umständen abhängen. Der Gegensatz zwischen Pellucidität und Opacität ist an und für sich von grosser Wichtigkeit, und wird in der Regel eine Verschiedenheit begründen; dagegen werden die verschiedenen Grade der Pellucidität durch mancherlei nebensächliche Umstände bedingt, so dass sie nur selten hier in Betracht kommen.

Sodann muss im Allgemeinen für zwei Mineralkörper derselben Art Identität der chemischen Constitution gefordert werden, wobei natürlich das Dasein oder der Mangel eines wesentlichen Wassergehalts mit zu berücksichtigen ist, weil ein wasserhaltiges und ein wasserfreies Mineral niemals (auch nicht relativ) identisch sein können, wenn sie auch übrigens genau dieselbe Zusammensetzung haben sollten. Eine absolute Identität der chemischen Constitution ist jedoch keineswegs immer vorhanden, und sehr häufig findet nur eine relative Identität statt. Dies ist, abgesehen von allerlei nur verunreinigenden Stoffen, besonders der Fall, wenn bei der Zusammensetzung des Minerals eine Zumischung isomorpher Substanz stattgefunden hat, indem dann, unbeschadet der relativen Identität, bis zu einem gewissen Grade ein Schwanken der Zusammensetzung zulässig ist. Die partielle Verschiedenheit der Bestandtheile wird in solchem Falle durch die Eigenschaft ihres Isomorphismus ausgeglichen (1.).

Indessen darf sich diese Zumischung isomorpher Bestandtheile nicht in allen Fällen bis zu einem Ueberwiegen derselben steigern, wenn noch von einer Zusammengehörigkeit die Rede sein soll. Gerade auf diesem chemischen Gebiet liegt aber in dem Dasein der isomorphen Mischungen die Hauptschwierigkeit, welche sich der consequenten und befriedigenden Abgrenzung einzelner Mineralarten entgegenstellt.

Geht man von den drei als isomorph betrachteten Grundverbindungen

$CaCO^3$ Kalkspath, $MgCO^3$ Magnesitspath, $FeCO^3$ Eisenspath

aus, so gibt es, wenn $x > y > z$, folgende rhomboëdrische Mischungen derselben, welche entweder schon gefunden worden sind, oder jeden Tag analysirt werden können:

1) $x\mathrm{CaCO^3} + y\mathrm{MgCO^3}$,
2) $x\mathrm{CaCO^3} + y\mathrm{FeCO^3}$,
3) $x\mathrm{CaCO^3} + y\mathrm{MgCO^3} + z\mathrm{FeCO^3}$,
4) $x\mathrm{CaCO^3} + y\,\mathrm{Fe\,Ca^3} + z\mathrm{MgCO^3}$,
5) $x\mathrm{MgCO^3} + y\mathrm{CaCO^3}$,
6) $x\mathrm{MgCO^3} + y\mathrm{FeCO^3}$,
7) $x\mathrm{MgCO^3} + y\mathrm{CaCO^3} + z\mathrm{FeCO^3}$,
8) $x\mathrm{MgCO^3} + y\mathrm{FeCO^3} + z\mathrm{CaCO^3}$,
9) $x\mathrm{FeCO^3} + y\mathrm{CaCO^3}$,
10) $x\mathrm{FeCO^3} + y\mathrm{MgCO^3}$,
11) $x\mathrm{FeCO^3} + y\mathrm{CaCO^3} + z\mathrm{MgCO^3}$,
12) $x\mathrm{FeCO^3} + y\mathrm{MgCO^3} + z\mathrm{CaCO^3}$.

Die Zahl der Mischungsverhältnisse wird nun aber dadurch noch erhöht, dass innerhalb der Grenzen der obigen Bedingung $x$, $y$ und $z$ selbst wieder unter sich die verschiedensten Werthe besitzen können. Und ausserdem finden sich auch noch die rhomboëdrisch-isomorphen Carbonate $\mathrm{MnCO^3}$ und $\mathrm{ZnCO^3}$ manchfach zugemischt.

Wenn nun aber, wie dies einleuchtend ist, die Unmöglichkeit vorliegt, die einzelnen Mischungsverhältnisse als eben so viele Mineralarten zu stempeln, obschon jedes kaum mindere Berechtigung des Daseins und der Selbständigkeit hat, wie die drei Grundverbindungen für sich, so hat man wenigstens gewisse derselben, welche häufiger vorkommen und besser charakterisirt sind, hervorgehoben und mit einem unterscheidenden Namen belegt, wobei sich dann die anderen Mischungsstufen bald den Grundverbindungen, bald diesen Zwischengliedern anreihen. Dies Verfahren ist indess rein conventionell, mit demselben Recht hätten mehr, mit demselben weniger Mischungsverhältnisse als verschiedene Arten bezeichnet werden können; und die Nomenclatur bewegt sich nichtsdestoweniger hier auf zweifelhaftem Gebiet, wie z. B. dann, wenn sich die Frage erhebt, wie viel von fremdem Carbonat einer Grundverbindung noch zugemischt sein darf, ohne dass der für die letztere gültige Name aufgegeben zu werden braucht.

Trotzdem aber hier die Aufstellung und Abgrenzung von zwischenliegenden Arten blos künstlich und kaum in der Natur begründet ist, muss sie doch irgendwie vorgenommen werden, wenn man nicht anderseits vermöge des durch die Mischungen vermittelten Zusammenhanges auf das unnatürliche Resultat gelangen will, dass selbst die Grundverbindungen Kalkspath, Magnesitspath, Eisenspath, Zinkspath, Manganspath nur eine einzige Mineralart bilden.

Eine andere Schwierigkeit liegt in der Thatsache, dass viele Mineralien allmählich mehr oder weniger weit vorschreitenden molecularen Umwandlungsprocessen anheimfallen, wodurch ihre chemische Zusammensetzung sich von derjenigen der ursprünglichen Substanz entfernt. Obschon man nur dann einem solchen Alterationsproduct eine Selbständigkeit zuerkennen sollte, wenn die chemische Metamorphose eine charakteristische Richtung einschlägt, und das Gebilde auch körperlich weit und bezeichnend genug von dem primitiven Mineral abweicht, so kommt bei der Beurtheilung solcher Verhältnisse doch allzusehr die subjective Willkür des Untersuchers ins Spiel, als dass nicht auf diesem Gebiet eine grosse Anzahl von schlecht begründeten Namengebungen im Voraus zu erwarten wäre.

Schliesslich muss auf die manchfachen Inconsequenzen aufmerksam gemacht werden, welche bei der gegenseitigen Abgrenzung der Mineralarten hervortreten, und zum Theil in der nur ganz allmählich erfolgten Entwickelung unserer Kenntnisse namentlich des chemischen Zusammenhanges begründet liegen. Neben den sog. Species, welche nur einzelne Verbindungen darstellen, gibt es andere,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche eine ganze Gruppe von isomorphen Grundverbindungen sammt deren Mischungen einschliessen, wobei dann die einzelnen derselben nur als Varietäten gelten. Dies ist z. B. der Fall bei dem Pyroxen, dem Granat, dem Turmalin, dem Fahlerz u. s. w. Unter den Granaten kommen z. B. solche vor, welche blos aus Kieselsäure, Thonerde und Kalk bestehen, während anderseits ebenfalls dem Granat Mischungen zugerechnet werden, welche neben der Thonerde viel Eisenoxyd, anstatt des Kalks Eisenoxydul und Manganoxydul enthalten. Diese Differenzen wären mehr als genügend, um bei anderen Anlässen eine Zerfällung in mehre Arten vorzunehmen. Sofern die »Species« Granat alle diese chemischen Gegensätze in sich vereinigte, so hätten auch, wie *Rammelsberg* sagt, Aragonit, Strontianit, Witherit und Weissbleierz zusammen nur eine Species bilden dürfen, was aber nicht üblich war.

Was die Zahl der bis jetzt überhaupt bekannten und von einander unterschiedenen Mineralarten anbetrifft, so werden in dem zur Zeit vollständigsten mineralogischen Lehrbuch: Descriptive Mineralogy, VI. Edition, by *E. S. Dana*, New York 1892, mit Ausnahme der Kohlenwasserstoffverbindungen, deren 824 als in ihrer Selbständigkeit wohlbegründet aufgezählt, wobei die höchst zahlreichen sog. Varietäten, sowie minder gut bekannte Vorkommnisse nicht mitgerechnet sind.

Unter Varietäten versteht man die durch bestimmte Verschiedenheiten ihrer Eigenschaften von einander abweichenden Vorkommnisse derselben Art. Es kann also Varietäten in Betreff der Form, der Farbe, der chemischen Zusammensetzung u. s. w. geben. Bei den krystallinischen Mineralien ist besonders der Unterschied der frei auskrystallisirten und der aggregirten Varietäten, sowie innerhalb der letzteren der Unterschied der phanerokrystallinischen und der kryptokrystallinischen Varietäten zu beachten. Die Varietäten stellen Gruppen dar, zwischen welchen nach verschiedenen Richtungen Uebergänge stattfinden.

Anm. Was im Vorstehenden als Art und Varietät aufgeführt ist, wird von Anderen als Gattung und Art bezeichnet.

§ 178. **Allgemeines Princip der Classification.** Der Verstand begnügt sich nicht mit der Bestimmung der einzelnen Mineralvorkommnisse, er verlangt auch eine Classification, eine wohlgeordnete Uebersicht derselben, welche ihm zugleich einige Einsicht in den Zusammenhang der verschiedenen Glieder gewähren soll. Die Mineralarten bilden die Einheiten, welche einer jeden Classification zu Grunde liegen; da nun ihre Bestimmung auf dem Begriff der Identität beruht, so muss irgend ein anderer Begriff das leitende Princip der Classification bilden. Es ist dies der Begriff der Aehnlichkeit. Aehnlichkeit zweier Dinge ist aber die in gewissen Merkmalen hervortretende grössere oder geringere Uebereinstimmung derselben; sie kann weder in allen Merkmalen, noch in einer vollständigen Uebereinstimmung derselben begründet sein, weil sonst ihr Begriff mit jenem der Identität zusammenfällt. Vielmehr muss sie als etwas Schwankendes und verschiedener Abstufungen Fähiges gedacht werden; sie gibt sich bald in diesen bald in jenen Merkmalen, bald in höherem bald in niederem Grade zu erkennen.

§ 179. **Besonderes Princip der mineralogischen Classification.** Es ist wohl im Allgemeinen vorauszusetzen, dass die Aehnlichkeit der Mineralarten nicht

blos in einer Kategorie ihrer Eigenschaften, also nicht blos in den morphologischen oder in den physischen Eigenschaften, sondern dass sie eigentlich in allen Kategorieen, und folglich auch in den chemischen Eigenschaften begründet sein wird. Die mineralogische Classification wird daher insofern eine gemischte sein müssen, wiefern sie nicht blos auf eine Kategorie der Eigenschaften Rücksicht zu nehmen hat. Da jedoch bei der Abwägung der allgemeinen Aehnlichkeit unmöglich eine jede einzelne Eigenschaft dasselbe Gewicht haben kann, da vielmehr bald diese bald jene, bald viele bald wenige derselben den Ausschlag geben werden, so entsteht die wichtige Frage, in welchen Merkmalen die Aehnlichkeit der Mineralien vorzugsweise aufgesucht und berücksichtigt werden müsse, oder welcher Werth den verschiedenen Eigenschaften der Mineralien für das Bedürfniss der Classification zugestanden werden könne. Die Antwort auf diese Frage lautet: es ist die Aehnlichkeit der chemischen Constitution, ohne Berücksichtigung der Form, welche bei der Gruppirung der Mineralien in erster Linie ins Auge gefasst werden muss. Dieses Resultat wird schon einigermassen durch den Umstand gerechtfertigt, dass die meisten Varietäten auch der krystallinischen Mineralien, ja dass überhaupt die vorwaltenden Massen des ganzen Mineralreichs einer freien Formausbildung ermangeln, und dass die krystallinischen und die amorphen Mineralien in der Classification nicht scharf getrennt zu werden brauchen, sobald die formlose Masse das eigentliche Object derselben bildet. Die folgende specielle Abwägung des classificatorischen Werthes der einzelnen Eigenschaften wird diese Hintansetzung der Form noch besonders motiviren.

§ 180. **Bedeutungslosigkeit der morphologischen Eigenschaften.** Bei der Fixirung der Arten behaupten die morphologischen Eigenschaften allerdings mit den ersten Rang. Ganz anders verhält sich dies aber bei der Classification derselben, indem sehr viele Mineralien den Beweis liefern, dass eine grosse Verschiedenheit dieser Eigenschaften mit der grössten Aehnlichkeit der Masse verbunden sein kann (Kalkspath und Aragonit; Diamant und Graphit; Anatas, Rutil und Brookit; Pyrit und Markasit). Auf der anderen Seite gibt es aber auch sehr viele Beweise dafür, dass grosse Aehnlichkeit und sogar Identität der morphologischen Eigenschaften mit der auffallendsten Verschiedenheit des physischen und chemischen Wesens bestehen kann (Helvin und Fahlerz; Alaun und Silberglanz; Kalisalpeter und Aragonit; Tinkal und Pyroxen).

Wollte man also bei der Gruppirung der Mineralarten die Aehnlichkeit der Krystallformen mit einiger Consequenz berücksichtigen, so würde man gar häufig die unähnlichsten Massen nahe zusammen, die ähnlichsten Massen weit auseinander werfen müssen, und nur selten auf einzelne Gruppen gelangen, in welchen Aehnlichkeit der Massen zugleich mit Aehnlichkeit der Form verbunden ist.

Hieraus folgt denn, dass bei einer Classification der Mineralien die morphologischen Eigenschaften nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen können. Wenn sich dies aber so verhält, dann wird auch der Complex der morphologisch-physischen Eigenschaften (Spaltbarkeit, Lichtbrechung u. s. w.) hier von sehr geringer Bedeutung, und die Behauptung als erwiesen zu betrachten sein, dass es die formlose Masse, oder dass es die Masse ohne Berücksichtigung der Form sei,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche eigentlich und zunächst den Gegenstand der mineralogischen Classification bilden kann und muss. Für die formlosen Massen ist aber die chemische Zusammensetzung das in erster Linie Unterscheidende.

§ 181. **Wichtigkeit der chemischen Constitution.** Da die Classification der Mineralien zunächst die Substanz derselben, ohne Rücksicht der Form, zum Gegenstand hat, so sind die chemischen Eigenschaften und namentlich die chemische Constitution als das hauptsächliche Moment der Classification zu betrachten. Dass in der That die chemische Zusammensetzung für die Mineralkörper das Wesentlichste ist, ergibt sich aus der immer mehr sich Bahn brechenden Erkenntniss, dass alle anderen Eigenschaften nur Functionen dieser Zusammensetzung sind: die chemische Constitution ist zweifellos nicht ein Product der äusseren Form, während Alles sich zu der Hoffnung vereinigt, dass es dereinst gelingen werde, das Umgekehrte im Specielleren zu erweisen.

Wenn nun die Mineralien nach rein chemischen Gesichtspunkten gruppirt werden, so lässt es sich nicht verkennen, dass Eigenschaften und Beziehungen, denen bei anderen, namentlich älteren Systemen, eine beträchtliche classificatorische Bedeutung zugestanden wurde, einer solchen verlustig gehen; so namentlich das specifische Gewicht, der Gegensatz zwischen metallischem und nicht-metallischem Habitus, der Unterschied des idiochromatischen und allochromatischen Wesens. Vereinigt eine rein chemische Classification alle Oxyde von der Formel $RO^2$, so werden darunter allerdings Quarz und Zinnstein, als ein paar in jenen Beziehungen sehr abweichende Mineralien zusammengeführt. Ebenso wird alsdann der edle rothe Spinell einerseits und das Magneteisen nebst Franklinit anderseits in eine Gruppe $R(R^2)O^4$ versammelt, obschon jene physikalischen Verhältnisse bei ihnen so stark als möglich differiren.

Dafür erwächst aber bei einer in erster Linie blos auf die chemischen Verhältnisse begründeten Classification der nicht hoch genug anzuschlagende Vortheil, dass hierdurch und hierdurch allein die wirklich isomorphen Mineralien zu wohlbegrenzten, zwei- oder mehrgliederigen Gruppen unmittelbar nebeneinander gerathen. Der Isomorphismus ist eine Beziehung von solchem Gewicht, dass er in einer Classification nothgedrungen zum Ausdruck kommen muss. Die isomorphen Gruppen werden aber völlig zerrissen und ihre einzelnen Glieder erscheinen, in ihrer Auseinanderlösung bedeutungslos, an mehren Stellen im System vertheilt, dafern specifisches Gewicht, metallischer oder nicht-metallischer Habitus vor der allgemeinen Natur der Constitution den Ausschlag geben. Aus diesen Erwägungen folgt dann weiter, dass in erster Linie die elektronegativen Bestandtheile zu berücksichtigen sind.

§ 182. **Uebersicht der Classen.** Nach dem, was in den §§ 144 und 145 betreffs der chemischen Constitution der Mineralien dargelegt wurde, gelangt man nun zunächst auf folgende allgemeine grössere Abtheilungen des Mineralreichs, welche als Classen bezeichnet werden mögen.

Erste Classe: Elemente.
Zweite Classe: Schwefel- (Selen-, Tellur-, Arsen-, Antimon- und Wismut-) Verbindungen.

Dritte Classe: Oxyde und Hydroxyde.
Vierte Classe: Haloidsalze.
Fünfte Classe: Sauerstoffsalze (Oxysalze).
Sechste Classe: Organische Verbindungen und deren Zersetzungsproducte.

Die weiteren Gruppirungen innerhalb der einzelnen Classen erfolgen in dem zweiten oder speciellen Theile.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

# Specieller Theil.

## Physiographie der Mineralien.

§ 183. **Aufgabe der Physiographie.** Die Beschreibung der einzelnen Mineralarten bildet die eigentliche Aufgabe der Physiographie; sie hat dieselben in der Sprache, welche die Terminologie vorschreibt, und in der Aufeinanderfolge, welche die Systematik bestimmt, nach ihren Eigenschaften zu schildern. Da aber noch nicht von allen Mineralien eine vollständige Kenntniss ihrer Eigenschaften vorliegt, indem von einigen mehr die chemischen, von anderen mehr die physischen und morphologischen Eigenschaften genauer untersucht worden sind; da ferner eine ausführliche Physiographie aller bereits bekannter oder benannter Mineralien gar nicht in dem Plan eines Elementarbuchs über Mineralogie liegen kann, so sollen im Folgenden zwar die wichtigeren derselben etwas ausführlicher beschrieben und durch verhältnissmässig grössere Schrift gekennzeichnet, von den übrigen aber nur kurze Notizen gegeben werden. Ebenso gebietet der Raum, die Angaben über das Vorkommen und die Fundorte der Mineralien auf das Wesentlichste zu beschränken, weshalb wegen dieser und wegen der paragenetischen Verhältnisse insbesondere auf die neueren ausführlichen Werke von *Dana* und *Hintze* verwiesen wird.

An dieser Stelle seien einige Werke genannt, welche die Mineralien gewisser Länder insbesondere mit Bezug auf die einzelnen Fundorte schildern:

*A. Frenzel*, Mineralogisches Lexicon für das Königreich Sachsen. Leipzig 1874.
*Luedecke*, Die Minerale des Harzes. Berlin 1896.
*Traube*, Die Minerale Schlesiens. Breslau 1888.
*Greim*, Die Mineralien des Grossherzogthums Hessen. Giessen 1895.
*V. v. Zepharovich*, Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Oesterreich. Wien, I. Band. 1859; II. Band. 1873; III. Band, Nachträge von *Fr. Becke*, 1893.
*Liebener* und *Vorhauser*, Die Mineralien Tirols. Innsbruck 1852. Nachtrag 1866.
*Eberh. Fugger*, Die Mineralien des Herzogthums Salzburg. Salzburg 1878.
*A. Brunlechner*, Die Minerale des Herzogthums Kärnten. Klagenfurt 1884.
*Hatle*, Die Minerale des Herzogthums Steiermark. Graz 1885.
*W. Voss*, Die Mineralien des Herzogthums Krain. Laibach 1895.
*Kenngott*, Die Minerale der Schweiz. Leipzig 1866.
*A. Lacroix*, Minéralogie de la France et de ses colonies. Paris, I. 1893; II. 1897.
*A. d'Achiardi*, Mineralogia della Toscana. Pisa, I. 1872; II. 1873.
*R. P. Greg* and *W. G. Lettsom*, Manual of the Mineralogy of Great Britain and Ireland. London 1858.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

*Forster Heddle*, The Mineralogy of Scotland; ed. by *Goodchild*, 2 Bde. Edinburgh 1901.
*P. Poni*, Études sur les minéraux de la Roumanie. Jassy 1900.
*v. Kokscharow*, Materialien z. Mineral. Russlands. Bd. 1—10. St. Petersburg 1853 bis 1891.
*F. G. Kunz*, Gems and precious stones of North America. New York 1890.
*F. A. Genth*, The Minerals and Mineral-localities of North-Carolina. Raleigh 1881.
*A. Liversidge*, The Minerals of New-South-Wales; 3. edit. London 1888.
*W. F. Petterd*, Catalogue of the Minerals of Tasmania. Launceston 1896.

Sehr viele werthvolle Bemerkungen über topographische Mineralogie gewährt:

*P. Groth*, Die Mineralien-Sammlung der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg. Strassburg 1878.

§ 184. **Darstellung der einzelnen Mineralien.** Die Darstellung beginnt in der Regel mit der Angabe der morphologischen Eigenschaften, wobei Folgendes zu berücksichtigen ist. Bei den krystallinischen Mineralien wird zunächst das Krystallsystem unter Hervorhebung etwaiger Theilflächigkeit genannt und unter Hinweisung auf eine vorhandene Isomorphie; ist kein weiterer Zusatz gemacht, so handelt es sich um holoëdrische Ausbildung. Es folgt die Angabe der das Mineral hauptsächlich charakterisirenden Formen nebst dem dadurch bedingten Habitus, sowie der wichtigsten Winkelwerthe. Für die Pyramiden sind, wo nicht ausdrücklich eine andere Bedeutung angegeben ist, unter den Winkeln diejenigen der Randkanten zu verstehen, während die Winkelwerthe hinter den Rhomboëdern sich allemal auf deren Polkanten beziehen; auch bei den Winkeln der rhombischen Domen ist stets die Polkante gemeint. Die monoklinen Mineralien sind charakterisirt durch Angabe des schiefen Winkels $\beta$ (Neigung der Klinodiagonale zur Verticalaxe), und der vorderen (klinodiagonalen) Seitenkante des Prismas $\infty P$, sowie der klinodiagonalen Polkante einer Hemipyramide oder eines Klinodomas; auch oft durch ein Hemidoma, bei welchem stets die Neigung gegen das Orthopinakoid gemeint ist. Ferner ist für die nicht regulären, nach ihren Dimensionen bekannten Mineralien bald vor bald nach den Angaben über Formen und Winkel in der Regel das Axenverhältniss (abgekürzt A.-V.) angeführt. Bei den tetragonalen und hexagonalen Krystallen ist jederzeit die Nebenaxe = 1 gesetzt und der relative Werth der Hauptaxe angegeben (vgl. S. 61 und 75), bei den übrigen das Verhältniss $a : b$ (= 1 gesetzt) : $c$, wobei $a$ die Brachydiagonale im rhombischen und triklinen, die Klinodiagonale im monoklinen System bedeutet, $b$ die Makrodiagonale im rhombischen und triklinen, die Orthodiagonale im monoklinen System, endlich $c$ die Verticalaxe bezeichnet. Weiterhin werden charakteristische Zwillingsbildungen hervorgehoben. — U. d. M. bedeutet das Verhalten des Minerals in Dünnschliffen unter dem Mikroskop.

Bei den physikalischen Eigenschaften wird die Spaltbarkeit (abgekürzt Spaltb.) unmittelbar durch die krystallographischen Zeichen der Spaltungsflächen bestimmt, die Härte durch H., und das specifische Gewicht durch G. ausgedrückt. Die Bedeutung etwaiger bei der folgenden Erwähnung der optischen Verhältnisse gebrauchter Symbole ergibt sich aus dem allgemeinen optischen Abschnitt.

Bei den chemischen Eigenschaften wird die chemische Zusammensetzung in den Vordergrund gestellt, wie sich dieselbe in den Resultaten der quantitativen Analyse und in der daraus berechneten Formel ausspricht; die letztere findet

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vermittels derjenigen Schreibweise (vergl. § 147) ihren Ausdruck, welche für die Uebersichtlichkeit jedesmal am geeignetsten scheint[1]). — Sodann folgt das Verhalten von dem Löthrohr (v. d. L.) und gegen Säuren. — Was die hauptsächlichsten Fundorte anbetrifft, so ist bei den wichtigeren Mineralien versucht worden, die Vorkommnisse nach dem Gesichtspunkt des geologisch verschiedenen Charakters der Lagerstätten (§§ 164 bis 174) zu gruppiren. Den Schluss der Physiographie des Minerals bildet, wo diese Beziehungen genauer erforscht oder von grösserer Wichtigkeit sind, die Hervorhebung, welche Mineralsubstanzen secundär aus ihm hervorgehen können, oder aus welchen seine eigene Entstehung beobachtet wurde. Auf die künstliche Nachbildung der Mineralien konnte nicht im Einzelnen eingegangen werden; das Allgemeine findet sich, unter Erwähnung vieler Beispiele, in § 174.

§ 185. **Mineralnamen.** Als solche sind diejenigen theils einfachen, theils zusammengesetzten Namen gewählt, welche in Deutschland am meisten gebräuchlich oder aus anderen Gründen empfehlenswerth schienen. Von Synonymen werden die gewöhnlichsten aufgeführt. Sehr wünschenswerth wäre es, dass es für jedes wohl abgegrenzte Mineral einen (untadelhaft gebildeten) Namen gäbe, welcher in allen Sprachen gleichmässig Eingang und Aufnahme finden könnte; da aber vor der Hand die Erfüllung dieses Wunsches noch nicht ganz erreicht ist, so sind auch manche rein deutsche Namen beibehalten worden.

Was die Mineralnamen im Allgemeinen betrifft, so sind dieselben:

1) ganz alte Namen von unbekanntem oder unsicherem Ursprung oder zweifelhafter Bedeutung, z. B. Quarz, Silber, Gold, Japsis, — oder hergenommen
2) von Fundorten, wo die Mineralien entweder zuerst angetroffen wurden oder besonders charakteristisch auftreten, z. B. Aragonit, Vesuvian, Alstonit, Andalusit, Egeran, Redruthit, Tasmanit, Uralit, Leadhillit, Lüneburgit, Labradorit, Tirolit, Stassfurtit, Tremolit;
3) von Mineralogen, Geologen und sonstigen Naturforschern, sowie von Personen anderer Art, z. B. Wernerit, Haüyn, Senarmontit, Hauerit, Cordierit, Wollastonit, Hausmannit, Allanit, Bournonit, Haidingerit, Mosandrit, Phillipsit, Nosean, Thomsonit, Brookit, Voltait, Liebigit, Willemit, Biotit, Sillimanit, Goethit;
4) aus der classischen und skandinavischen Mythologie, z. B. Pollux, Aegirin, Thorit;
5) nach krystallographischen und Structur-Verhältnissen, z. B. Orthoklas von ὀρθός rechtwinkelig und κλάω spalten; Anatas von ἀνάτασις Ausreckung, wegen seiner spitzen tetragonalen Pyramiden; Staurolith von σταυρός Kreuz und λίθος Stein, wegen der kreuzförmigen Zwillinge; Tridymit von τρίδυμοι Drillinge; Fibrolith von *fibra* Faser; Krokydolith von κροκύς Faden, beide wegen der faserigen Structur; Sphen von σφήν Keil; Akmit von ἀκμή Spitze, beide wegen der Form der Krystalle; Axinit von ἀξίνη Beil, wegen der schneidend scharfen Krystallkanten; Anorthit von ἀνορθός nicht rechtwinkelig, d. h. spaltbar; Plagionit von πλάγιος schiefwinkelig, mit Bezug auf seine monokline Form; Kokkolith von κοκκός Kern, wegen seiner rund- und eckig-körnigen Zusammensetzung; Apophyllit von ἀποφυλλίζειν abblättern, wegen der basischen Spaltbarkeit und des Aufblätterns vor dem Löthrohr; Desmin von δεσμή Büschel;

1) Bei den Angaben über die procentarische Zusammensetzung mögen sich hin und wieder ganz unerhebliche Abweichungen von denjenigen Zahlen finden, welche erhalten werden, wenn man die auf S. 283 und 284 angeführten Atomgewichte der Elemente zu Grunde legt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

6) nach Härte, specifischem Gewicht, Pellucidität u. a. physikalischen Eigenschaften; z. B. Hypersthen von ὑπέρ über und σθένος Kraft, weil, um ihn zu ritzen, grössere Kraft erforderlich ist, als bei ähnlichen Mineralien; Disthen von δίς zwiefach und σθένος, wegen der Härteverschiedenheit auf den Spaltungsflächen; Baryt von βαρύς schwer; Eläolith von ἔλαιον Oel, wegen des Fettglanzes; Dichroit wegen seines vermeintlichen Dichroismus; Sericit von σηρικόν Seide, wegen des Glanzes; Cymophan von κῦμα Welle und φανός leuchtend, wegen des bisweiligen Opalisirens; Dioptas von διόπτομαι durchsehen, weil man die Spaltrichtungen beim Durchblicken erkennen kann; Enstatit von ἐνστάτης Widersacher, wegen der Unschmelzbarkeit vor dem Löthrohr. — Auch nach der Farbe, wie z. B. Leucit (λευκός weiss), Melanit (μέλας schwarz), Erythrin (ἐρυθρός roth), Chlorit (χλωρός grün), Cyanit (κύανος blau), Glaukonit (γλαυκός grünlichblau), Coelestin (*coelestis* himmelblau), Albit (*albus* weiss), Rutil (*rutilus* röthlich), Rubellan (*rubellus* roth), Jolith (ἴον Veilchen), Tephroit (τεφρός aschfarbig), Rhodonit (ῥόδον Rose), Krokoit (κρόκος Saffran, wegen der Farbe des Pulvers), Karpholith (κάρφος Stroh, wegen der gelben Farbe), Carneol (*carneus* fleischfarbig); ebenso Olivin, Seladonit, Bronzit u. s. w.;

7) nach chemischen Reactionen oder der chemischen Zusammensetzung, z. B. Eudialyt von εὖ wohl und διαλύειν auflösen, wegen der leichten Löslichkeit in Säuren; Dysanalyt, von δύς übel, wegen der Schwierigkeit der Analyse; Nephelin von νεφέλη Wolke, weil die Krystalle durch Säure zersetzt und daher wolkig getrübt werden; Polykras von πολύς viel und κρᾶσις Mischung, wegen der zahlreichen Bestandtheile; ebenso Polymignyt (μίγνυμι mischen); Natrolith, Boracit, Titanit, Sodalith, Kupferuranit, Fluocerit, Phosphorchalcit (χαλκός Kupfer); Anhydrit von ἄνυδρος wasserlos, d. h. im Gegensatz zum Gyps; Dihydrit mit Bezug auf seine 2 Mol. Wasser;

8) nach allerlei anderen wesentlichen und unwesentlichen Beziehungen, z. Th. Willkürlichkeiten, z. B. Kryptolith von κρυπτός verborgen, weil er erst beim Auflösen des Apatits, in diesem versteckt eingewachsen, zum Vorschein kommt; Euxenit von εὔξενος gastfreundlich, wegen der vielen seltenen Bestandtheile, die er in sich fasst; Amphibol von ἀμφίβολος zweideutig, weil man das Mineral mit vielen anderen verwechselt hat; ähnlich Apatit von ἀπατάω täuschen und Phenakit von φέναξ Betrüger, weil er für Quarz angesehen wurde; Epidot von ἐπίδοσις Zugabe, weil das von *Haüy* angenommene rhomboidische Prisma im Vergleich zu seinem rhombischen des Amphibols zwei Seiten verlängert hat; Embolit von ἐμβόλιον das Eingeschobene (nämlich zwischen Chlor- und Bromsilber); Automolit von αὐτόμολος der Ueberläufer (d. h. den Uebergang bildend zwischen den metallischen und nichtmetallischen Spinellen); Eukairit von εὔκαιρος zur rechten Zeit (nämlich zur Zeit der Entdeckung des Selens aufgefunden); Eukolit von εὔκολος leicht zufriedengestellt, weil das Mineral sich angeblich mit Eisenoxyd begnügt statt der Zirkonerde des ähnlichen Wöhlerits; Pleonast von πλεονάσμος Ueberfluss, wegen der mit dem Oktaëder combinirten Ikositetraëderflächen; Gymnit von γυμνός nackt, weil die analysirte Varietät auf den Bare-hills (kahlen Hügeln) bei Baltimore vorkam; Aeschynit von αἰσχύνη Scham, weil man die in ihm enthaltene Titansäure und Zirkonsäure nicht genügend trennen konnte; Korundophilit (φιλός Freund), weil das Mineral mit Korund zusammen vorkommt; Analcim von ἄναλκις kraftlos, wegen der geringen elektrischen Erregbarkeit; Kakoxen von κακός schlecht und ξένος Gast, weil er die Eisenerze beim Schmelzen verdirbt.

Vgl. über die mineralogische Nomenclatur überhaupt:

*v. Kobell*, Die Mineralnamen und die mineralogische Nomenclatur. München 1853.
*Hugo A. Francke*, Ueber die mineralogische Nomenclatur. Berlin 1890.
*A. Huntington Chester*, A Dictionary of the names of minerals, including their history and etymology. New York 1896.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## § 186. Speciellere Gliederung des Mineralreichs[1]).

### Erste Classe: Elemente (und deren isomorphe Mischungen).

Isomorph: 4, 5, 6, 7. Dimorph: 1 und 2. — 17.

#### Erste Ordnung: Metalloide.

1. Diamant.
2. Graphit.
3. Schwefel.

#### Zweite Ordnung: Metalle.

1) Unedle spröde Metalle.

4. Antimon.
5. Arsen. Arsenolamprit. Allemontit.
6. Wismut.
7. Tellur.

2) Unedle geschmeidige Metalle.

8. Eisen. Cohenit. Awaruit. Josephinit.
9. Kupfer.
10. Blei. Zinn.

3) Edle Metalle.

11. Quecksilber.
12. Silber.
13. Silberamalgam. Arquerit. Kongsbergit.
14. Gold. Elektrum. Porpezit. Goldamalgam.
15. Platin. Eisenplatin.
16. Iridium. Platiniridium. Osmiridium. Iridosmium.
17. Palladium. Allopalladium.

### Zweite Classe: Schwefel- (Selen-, Tellur-, Arsen-, Antimon- und Wismut-) Verbindungen.

#### Erste Ordnung: Einfache Sulfide

(nebst Seleniden, Telluriden, Arseniden, Antimoniden, Bismutiden).

Isodimorph: 18 bis incl. 30. — 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47 und (48, 49, 50). — 51, 52, 53, 54, (55), 57, 58.

Isomorph: 63, 64. — 70, 71, 72. — Dimorph: 62, 63.

18. Eisenkies.
19. Markasit. Lonchidit.
20. Arsenkies. Danait. Geierit.
21. Löllingit. Glaukopyrit. Leukopyrit.
22. Kobaltglanz.
23. Glaukodot. Alloklas.
24. Speiskobalt. Safflorit.
25. Arsennickelglanz. Korynit. Wolfachit.
26. Antimonnickelglanz. Kallilith. Willyamit.
27. Chloanthit.
28. Weissnickelkies.
29. Hauerit.
30. Sperrylith. Laurit.
31. Magnetkies.
32. Kobaltnickelkies.
33. Polydymit. Saynit. Sychnodymit.
34. Horbachit.
35. Melonit.
36. Tesseralkies. Bismutosmaltin. Cheleutit.
37. Arsenkupfer. Algodonit. Whitneyit. Darwinit.
38. Bleiglanz. Steinmannit. Johnstonit.
39. Cuproplumbit. Alisonit.
40. Selenblei. Zorgit. Lerbachit.
41. Tellurblei.
42. Kupferglanz.
43. Silberkupferglanz.
44. Selenkupfer. Crookesit. Umangit.
45. Eukairit.
46. Silberglanz. Akanthit.
47. Jalpait.
48. Selensilber. Aguilarit.
49. Tellursilber. Petzit.
50. Antimonsilber. Arsensilber.
51. Zinkblende.
52. Wurtzit. Schalenblende. Erythrozinkit.
53. Greenockit.
54. Manganblende.
55. Millerit. Beyrichit. Jeypoorit.
56. Eisennickelkies.

---

1) Diese Uebersicht ist keineswegs vollständig, weil eine Anzahl von ganz seltenen oder nur halb bekannten Mineralien unberücksichtigt geblieben ist. Manche derselben werden beiläufig mit kleinerer Schrift hinter denjenigen erwähnt werden, denen sie am nächsten stehen; auch die Namen von hervorragenden Varietäten sind in dieser Weise beigefügt worden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

57. Rothnickelkies.
58. Antimonnickel. Arit.
59. Sylvanit. Calaverit. Krennerit. Weisstellur. Kalgoorlit.
60. Nagyagit.
61. Wismutsilber. Wismutgold.
62. Zinnober. Quecksilberlebererz.
63. Metacinnabarit. Guadalcazarit.
64. Selenquecksilber. Onofrit.
65. Coloradoit.
66. Covellin. Cantonit.
67. Molybdänglanz.
68. Realgar.
69. Auripigment.
70. Antimonglanz.
71. Wismutglanz.
72. Selenwismut. Silaonit.
73. Tellurwismut. Tetradymit. Grünlingit.

**Zweite Ordnung: Sulfosalze.**

Darin R das Metall der Sulfobasis (Ag, Cu, Pb, seltener Fe oder ein anderes), Q das Metall der Sulfosäure (Sb, As, Bi, auch Fe).

Isomorph: 82, 83, 84, 85. — 89, 90. — 91, 92 (D.). — 93, 95. — 97, 98. — 110 (L.), 111 (F.).

Dimorph: 92 (F. und D.). — 93, 94. — 95, 96. — 110 (E. und L.).

### 1. Sulfoferrite.

74. Kupferkies.
75. Buntkupfererz. Barnhardtit.
76. Cuban. Carrollit.
77. Sternbergit. Silberkiese. Argentopyrit. Argyropyrit. Friesëit.

### 2. Sulfantimonite, Sulfarsenite, Sulfobismutite.

II I
RS (oder $R^2S$) : $Q^2S^3$ kleiner als 1 : 1

78. Livingstonit.
79. Chiviatit. Cuprobismutit.

II I
RS (oder $R^2S$) : $Q^2S^3$ = 1 : 1

80. Miargyrit. Kenngottit. Lorandit.
81. Silberwismutglanz. Plenargyrit.
82. Skleroklas.
83. Zinckenit. Andorit. Galenobismutit. Alaskait. Rezbanyit.
84. Emplektit.
85. Wolfsbergit.
86. Berthierit.
87. (Plagionit. Semseyit).

II I
RS (oder $R^2S$) : $Q^2S^3$ = 3 : 2

88. Klaprothit. Schirmerit. Warrenit.

II I
RS (oder $R^2S$) : $Q^2S^3$ = 2 : 1

89. Jamesonit. Heteromorphit. Zundererz.
90. Dufrenoysit. Cosalit. Bjelkit. Schapbachit. Kobellit.

II I
RS (oder $R^2S$) : $Q^2S^3$ = 5 : 2

91. Boulangerit.
92. Freieslebenit. Diaphorit.

II I
RS (oder $R^2S$) : $Q^2S^3$ = 3 : 1

93. Antimonsilberblende.
94. Feuerblende.
95. Arsensilberblende.
96. Xanthokon. Rittingerit. Tapalpit.
97. Wittichenit.
98. Bournonit.
99. Nadelerz. Lillianit.
100. Stylotyp.

II I
RS (oder $R^2S$) : $Q^2S^3$ = 4 : 1

101. Meneghinit.
102. Jordanit.
103. Fahlerz. Aphtonit. Schwatzit. Sandbergerit. Tennantit. Binnit. Kupferblende. Annivit. Studerit. Rionit. Julianit. Fredricit. Lichtes Weissgültigerz.

II I
RS (oder $R^2S$) : $Q^2S^3$ = 5 : 1

104. Stephanit.
105. Geokronit.

II I
RS (oder $R^2S$) : $Q^2S^3$ = 6 : 1

106. Kilbreckenit.
107. Beegerit.

II I
RS (oder $R^2S$) : $Q^2S^3$ = 9 : 1

108. Polybasit. Pearcit.

II I
RS (oder $R^2S$) : $Q^2S^3$ = 12 oder darüber : 1

109. Polyargit. (Quirogit).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3. Anderweitige Verbindungen (Sulfarsenate, -antimonate, -stannate, -germanate).

110. Enargit. Clarit. Luzonit.
111. Famatinit. Epiboulangerit.
112. Epigenit.
113. Zinnkies.
114. Argyrodit. Canfieldit.
115. Franckëit. Kylindrit.

Anhang: Oxysulfide.

116. Antimonblende.
117. Voltzin. Karelinit.

## Dritte Classe: Oxyde und Hydroxyde.

Isomorph: 126, 127, 128. — 136, 137, 138, 139, 142, 143. — 149, 150. — 153, 154, 155. — 158.

Heteromorph: 129, 130. — 131. — 133, 134. — 139, 140, 141.

### Erste Ordnung: Oxyde.

a. Monoxyde $R^2O$ und RO.

118. Wasser.
119. Eis.
120. Periklas.
121. Nickeloxydul. Manganosit.
122. Rothzinkerz.
123. Bleiglätte.
124. Rothkupfererz. Ziegelerz.
125. Tenorit. Melakonit.

b. Sesquioxyde $R^2O^3$.

126. Korund.
127. Eisenoxyd. Eisenglanz. Rotheisenerz.
128. (Titaneisen. Pyrophanit).
129. Valentinit.
130. Senarmontit.
131. Arsenikblüthe. Claudetit.
132. Wismutocker.

c. Bioxyde $RO^2$.

133. Quarz.
134. Tridymit. Asmanit. Cristobalit.
135. Baddeleyit.
136. Zirkon. Azorit. Auerbachit. Malakon. Cyrtolith. Tachyaphaltit. Oerstedit.
137. Thorit. Orangit. Auerlith.
138. Zinnstein.
139. Rutil. Edisonit. Nigrin. Ilmenorutil.
140. Anatas.
141. Brookit. Arkansit.
142. Polianit. Pyrolusit. Varvicit.
143. Plattnerit.
144. Tellurit.

d. Trioxyde $RO^3$.

145. Molybdänocker.
146. Wolframocker.

e. Anderweitige Verbindungen.

147. Mennige.
148. Crednerit.

### Zweite Ordnung: Hydroxyde und Hydrate.

a. von Monoxyden.

149. Brucit. Nemalith.
150. Pyrochroit.

b. von Sesquioxyden.

151. Sassolin.
152. Hydrargillit. Beauxit.
153. Diaspor.
154. Manganit.
155. Goethit. Hydrohämatit.
156. Brauneisenerz. Stilpnosiderit. Umbra. Hypoxanthit. Xanthosiderit. Winklerit.

c. von Bioxyden.

157. Opal.

d. von Verbindungen mehrer Oxyde.

158. Völknerit. Pyroaurit. Namaqualith.
159. Kupfermanganerz.
160. Kupferschwärze. Pelokonit.
161. Psilomelan. Lithiophorit.
162. Wad. Groroilith.
163. Kobaltmanganerz. Heterogenit.
164. Heubachit.
165. Rhabdionit.

## Vierte Classe: Haloidsalze.

Isomorph: 166 bis 171. — Dimorph: 184, 185.

### Erste Ordnung: Einfache Haloidsalze.

a. wasserfreie.

166. Steinsalz. Huantajayit.
167. Sylvin.
168. Salmiak.
169. Chlorsilber.
170. Bromsilber. Embolit. Jodobromit.

171. Jodsilber. Miersit.
172. Nantokit. Marshit.
173. Cotunnit.
174. Chlorquecksilber.
175. Fluorit. Chlorocalcit. Scacchit.
176. Sellait.
177. Tysonit. Molysit.

b. wasserhaltige.

178. Bischofit.
179. Fluellit.

**Zweite Ordnung: Doppelchloride und -Fluoride.**

a. wasserfreie.

180. Kryolith. Elpasolith.
181. Chiolith.
182. Hieratit. Kryptohalit.

b. wasser(hydroxyl-)-haltige.

183. Prosopit.
184. Pachnolith.
185. Thomsenolith. Ralstonit. Gearksutit.
186. Yttrocerit.
187. Carnallit. Tachyhydrit. Douglasit. Kremersit.

**Anhang: Oxychloride und Oxyfluoride.**

188. Matlockit. Penfieldit.
189. Mendipit. Schwartzembergit.
190. Laurionit.
191. Atacamit.
192. Percylith. Boleït. Cumengeït. Tallingit. Sarawakit. Daubréït.
193. Nocerin.
194. Fluocerit. Hydrofluocerit.

## Fünfte Classe: Sauerstoffsalze (Oxysalze).

**Erste Ordnung: Aluminate und Ferrate.**

Isomorph: 196 bis 204.

195. Chrysoberyll.
196. Spinell. Chlorospinell. Pleonast. Picotit.
197. Hercynit.
198. Automolit. Kreittonit. Dyslyit.
199. Franklinit.
200. Chromit. Chrompicotit. Magnochromit.
201. Magnetit. Titanmagneteisen.
202. Jacobsit. Manganomagnetit.
203. Magnoferrit.

**Zweite Ordnung: Borate.**

1) wasserstofffreie Borate.

204. Jeremejewit.
205. Boracit. Stassfurtit. Parasit.
206. Rhodicit.
207. Ludwigit. Pinakiolith. Nordenskiöldin.

2) wasser- od. hydroxylhaltige Borate.

208. Tinkal.
209. Borocalcit.
210. Colemanit. Pricëit. Pandermit.
211. Natroborocalcit. Tinkalzit.
212. Pinnoit. Ascharit. Szajbelyit. Heintzit. Hydroboracit. Sussexit. Lagonit. Larderellit.
213. Hambergit.
214. Anhang: Howlith.

**Dritte Ordnung: Nitrate und Jodate.**

215. Natronsalpeter.
216. Kalisalpeter. Kalksalpeter. Magnesiasalpeter. Barytsalpeter.
217. Gerhardtit.
218. Lautarit. Dietzëit.

**Vierte Ordnung: Carbonate.**

Isomorph: 219, 222, 224, 225, 226, 227. — 228, 229, 230, 231, 232.
Dimorph: 219, 228.

1) wasserfreie neutrale Carbonate.

219. Kalkspath. Plumbocalcit. Spartait. Strontianocalcit. Neotyp. Thinolith.
220. Dolomit. Braunspath. Gurhofian.
221. Ankerit. Parankerit.
222. Magnesitspath. Magnesit.
223. Breunnerit. Mesitin. Pistomesit.
224. Eisenspath. Sideroplesit. Oligonspath. Zinkeisenspath. Kohleneisenstein.
225. Manganspath.
226. Kobaltspath.
227. Zinkspath. Eisenzinkspath. Manganzinkspath. Herrerit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

228. Aragonit. Tarnowitzit.
229. Witherit.
230. Alstonit.
231. Strontianit. Emmonit. Calciostrontianit.
232. Cerussit. Iglesiasit.
233. Barytocalcit.
234. Bismutosphärit.

2) basische und wasserhaltige Carbonate.

a. von leichten Metallen.

235. Thermonatrit.
236. Natron.
237. Trona.
238. Gaylüssit.
239. Pirssonit.
240. Hydromagnesit. Baudisserit. Lancasterit. Hydromagnocalcit. Lansfordit. Nesquehonit.
241. Dawsonit.

b. von schweren Metallen.

242. Kupferlasur.
243. Malachit. Kalkmalachit. Atlasit.
244. Zinkblüthe. Hydrocerussit. Wiserit.
245. Aurichalcit. Buratit.
246. Nickelsmaragd. Remingtonit.
247. Uranothallit. Voglit. Liebigit.
248. Bismutit. Wismutspath. Selbit.
249. Lanthanit.

3) Chlor- und fluorhaltige Carbonate.

250. Northupit.
251. Phosgenit.
252. Parisit. Cordylit.
253. Bastnäsit.

4) Verbindung von Carbonat mit Sulfat.

254. Leadhillit. Maxit. Susannit.

**Fünfte Ordnung: Selenite und Tellurite; Arsenite und Antimonite; Manganite.**

255. Chalkomenit. Molybdomenit. Cobaltomenit. Magnolit. Durdenit.
256. Trippkëit.
257. Ekdemit. Heliophyllit.
258. Romëit.
259. Nadorit. Ochrolith.
260. Braunit. Bixbyit.
261. Hausmannit. Hetairit.
262. Chalkophanit.

**Sechste Ordnung: Sulfate.**

Isomorph: 269, 270, 271, 272. — 278, 279, 280. — 281, 282, 283 (278 bis 283 isodimorph). — 302, 303.

1) Wasserfreie Sulfate.

263. Thenardit.
264. Glaserit.
265. Mascagnin.
266. Glauberit.
267. Langbeinit.
268. Anhydrit.
269. Baryt. Dreelit. Eggonit. Allomorphit.
270. Barytocölestin.
271. Cölestin.
272. Anglesit. Sardinian. Selenbleispath. Zinkosit. Hydrocyanit.
273. Lanarkit. Dolerophanit.
274. Alumian.

2) Wasserhaltige Sulfate.

a. wasserhaltige einfache Sulfate.

275. Glaubersalz. Reussin.
276. Gyps.
277. Kieserit. Szmikit.
278. Bittersalz. Reichardtit.
279. Zinkvitriol. Fauserit.
280. Nickelvitriol. Pyromelin.
281. Eisenvitriol. Pisanit. Cupromagnesit. Tauriscit.
282. Mallardit.
283. Kobaltvitriol.
284. Haarsalz. Tekticit.
285. Aluminit. Felsöbanyit.
286. Utahit.
287. Coquimbit. Quenstedtit. Ihlëit.
288. Copiapit. Misy. Castanit. Hohmannit. Stypticit. Fibroferrit. Apatelit. Raimondit. Paposit. Karphosiderit. Glockerit. Pissophan. Planoferrit.
289. Kupfervitriol.
290. Brochantit.
291. Stelznerit.
292. Langit. Waringtonit. Devillin.
293. Herrengrundit. Arnimit.
294. Johannit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b. wasserhaltige Sulfate mehrer Metalle.

295. Blödit. Leonit.
296. Loewëit.
297. Syngenit. Pikromerit. Schönit.
298. Polyhalit. Krugit.
299. Alaune.
300. Voltait.
301. Metavoltin.
302. Alunit. Löwigit.
303. Jarosit. Ettringit.
304. Gelbeisenerz.
305. Urusit. Ferronatrit.
306. Botryogen.
307. Roemerit. Quetenit.
308. Kröhnkit.
309. Linarit.
310. Caledonit.
311. Lettsomit.
312. Zinkaluminit. Serpierit. Salvadorit.
313. Uranopilit.

3) Sulfate mit Haloidsalz.

314. Kainit.
315. Sulfohalit. Connellit. Spangolith. Arzrunit.

4) Sulfate mit Carbonat, Nitrat oder Borat.

316. Hanksit.
317. Darapskit.
318. Sulfoborit.

**Siebente Ordnung: Chromate.**

319. Rothbleierz. Jossait. Tarapacit.
320. Phönicit. Beresowit.
321. Vauquelinit.

**Achte Ordnung: Molybdate und Wolframate; Uranate.**

Isomorph: 322, 323, 324.

1) Molybdate.

322. Wulfenit. Powellit. Belonosit.

2) Wolframate.

323. Stolzit. Cuprotungstit. Cuproscheelit. Raspit.
324. Scheelit.
325. Wolframit. Hübnerit. Reinit. Ferberit.

3) Uranate.

326. Uranpecherz. Coracit. Clevëit. Gummierz.
327. Uranosphärit.

**Neunte Ordnung: Tellurate.**

328. Montanit.

**Zehnte Ordnung: Phosphate, Arsenate und Vanadinate, Niobate, Tantalate.**

Isodimorph: 336, 337, 338. — Isomorph: 340, 322 bis 324. — 346, 347. — 352, 353, 354, 355, 356. — 361, 362. — 373, 374, 375 (380, 381, 382). — 395, 396. — 400, 401, 402. — 403, 404. — 407, 408, 409, 410. — 411, 412.

1) Wasserfreie.

a. Phosphate.

329. Xenotim. Wiserin.
330. Monazit. Turnerit. Kryptolith.
331. Triphylin. Lithiophilit. Natrophilit. Graftonit.
332. Beryllonit.

b. Arsenate.

333. Berzeliit. Carminspath.

c. Vanadinate.

334. Pucherit.
335. Dechenit. Eusynchit.

d. Niobate, Tantalate.

336. Columbit. Mossit.
337. Tantalit. Ixiolith.
338. Tapiolit. Skogbölit.
339. Yttrotantalit.
340. Fergusonit. Sipylit.
341. Mikrolith. Pyrrhit.
342. Hjelmit.
343. Samarskit. Nohlit.
344. Ånnerödit.
345. Koppit. Stibiotantalit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## 2) Wasserhaltige Phosphate, Arsenate, Vanadinate.

### a. Einfache Phosphate, Arsenate, Vanadinate.

Wesentlich kalkhaltig.

346. Brushit. Metabrushit. Kollophan. Monetit. Isoklas.
347. Pharmakolith. Pikropharmakolith.
348. Haidingerit.
349. Roselith. Brandtit. Fairfieldit. Messelit.
350. Wapplerit.

Wesentlich magnesiahaltig.

351. Newberyit.
352. Hörnesit. Bobierrit.

Wesentlich FeO, CoO, NiO, MnO-haltig.

353. Vivianit.
354. Symplesit.
355. Kobaltblüthe. Köttigit.
356. Nickelblüthe. Cabrerit.
357. Ludlamit.
358. Hureaulit. Heterosit. Pseudotriplit. Alluaudit.
359. Triploidit. Sarkinit.
360. Reddingit. Fillowit. Dickinsonit. Chondroarsenit. Allaktit. Hämafibrit. Xanthoarsenit. Hämatolith. Arseniopleit. Synadelphit. Flinkit.

Wesentlich eisenoxydhaltig.

361. Skorodit.
362. Strengit. Koninckit. Barrandit. Phosphosiderit.
363. Kraurit. Delvauxit.
364. Beraunit. Eleonorit.
365. Kakoxen.
366. Pharmakosiderit.

Wesentlich thonerdehaltig.

367. Variscit. Zepharovichit.
368. Kallait. Berlinit. Trolleit. Augelith. Henwoodit.
369. Wavellit. Striegisan. Planerit. Caeruleolactin. Evansit.
370. Fischerit.
371. Peganit.

Wesentlich zinkhaltig.

372. Hopëit.
373. Adamin.

Wesentlich kupferhaltig.

374. Libethenit. Pseudolibethenit.
375. Olivenit. Veszelyit. Trichalcit.
376. Descloizit. Cuprodescloizit. Psittacinit. Aräoxen.
377. Volborthit. Kalkvolborthit.
378. Tagilit.
379. Euchroit.
380. Erinit. Konichalcit.
381. Mottramit.
382. Dihydrit.
383. Phosphorchalcit.
384. Ehlit. Prasin. Cornwallit.
385. Tirolit.
386. Strahlerz.

Wesentlich wismuthaltig.

387. Atelestit.
388. Rhagit.

Wesentlich uranhaltig.

389. Troegerit. Phosphuranylit.

### b. Phosphate und Arsenate mehrer Metalle.

390. Struvit.
391. Arseniosiderit. Mazapilit. Bořickit.
392. Chalkosiderit.
393. Goyazit.
394. Lazulith.
395. Childrenit.
396. Eosphorit.
397. Lirokonit.
398. Chalkophyllit.
399. Mixit.
400. Kalkuranit.
401. Uranospinit.
402. Uranocircit.
403. Kupferuranit. Fritzschëit.
404. Zeunerit.
405. Walpurgin.
406. Bleigummi.

## 3) Phosphate, Arsenate, Vanadinate mit Gehalt an Chlor, Fluor oder äquivalentem Hydroxyl.

407. Apatit. Phosphorit. Osteolith. Sombrerit. Svabit.
408. Pyromorphit. Miesit. Polysphärit.
409. Mimetesit. Kampylit. Endlichit. Hedyphan.
410. Vanadinit.
411. Wagnerit. Spodiosit.
412. Triplit. Kalktriplit. Zwieselit. Sarkopsid.
413. Herderit.
414. Amblygonit. Montebrasit. Hebronit.
415. Durangit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

### 4) Phosphate oder Arsenate mit Boraten, Carbonaten, Sulfaten.

416. Lüneburgit.
417. Dahllit. Staffelit.
418. Svanbergit.
419. Hussakit.
420. Beudantit.
421. Lossenit.
422. Diadochit. Destinezit.
423. Pittizit. Ganomatit.

## Elfte Ordnung: Antimonate.

424. Atopit. Tripuhyit.
425. Monimolit.
426. Bleiniere. Manganostibiit. Ferrostibian. Stibiatil. Rivotit.
427. Lewisit.
428. Cervantit.
429. Stiblith. Antimonocker.

## Zwölfte Ordnung: Silicate[1].

### 1) Andalusitgruppe.

Heteromorph: 430, 431, 432.

430. Andalusit. Chiastolith.
431. Sillimanit. Fibrolith.
432. Disthen.
433. Topas. Pyknit.
434. Dumortierit.
435. Zunyit.
436. Staurolith. Nordmarkit.
437. Sapphirin. Kornerupin. Prismatin.
438. Bertrandit.

### 2) Turmalingruppe.

Isomorph: 442, 443 (444, 445).

439. Turmalin.
440. Karpholith.
441. Lawsonit.
442. Datolith. Botryolith.
443. Homilit.
444. Euklas.
445. Gadolinit. Thalenit.

### 3) Epidotgruppe.

Isomorph: 447, 448, 449.

446. Zoisit. Thulit.
447. Epidot. Klinozoisit. Fouquéit. Bucklandit. Withamit.
448. Piemontit. Hancockit.
449. Orthit. Allanit. Cerin. Bagrationit. Bodenit. Muromontit.
450. Vesuvian. Egeran. Cyprin.

### 4) Olivingruppe.

Isomorph: 451, 452, 453, 454, 455.

451. Forsterit. Boltonit.
452. Fayalit. Breislakit.
453. Olivin. Glinkit. Roepperit. Hortonolith.
454. Tephroit. Pikrotephroit. Knebelit.
455. Monticellit. Batrachit. Glaukochroit.

Anhang.

456. Humit. Leukophönicit. Klinohumit. Chondrodit.
457. Liëvrit.
458. Cerit.
459. Kieselzinkerz.
460. Klinoëdrit.

### 5) Willemitgruppe.

Isomorph: 461, 462, 463. — 466, 467.

461. Willemit.
462. Troostit.
463. Phenakit. Trimerit.
464. Dioptas. Bementit.
465. Kupfergrün. Asperolith. Kupferblau.

Anhang.

466. Friedelit.
467. Pyrosmalith.
468. Prehnit.

---

1) Von einer strengen Gruppirung nach Kieselsäuren und Sättigungsstufen ist hier Abstand genommen worden, weil sich dies nur vornehmen lässt, indem man den Zusammenhang der Glieder vieler natürlicher Gruppen zerreisst. Die hier gewählte Anordnung schreitet im Allgemeinen von den kieselsäureärmeren zu den kieselsäurereicheren Silicaten vor.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

### 6) Granatgruppe.

469. Granat. Schorlomit. Partschin.
470. Axinit.
471. Danburit.

### 7) Helvingruppe.

Dimorph: 474.

472. Helvin.
473. Danalith.
474. Kieselwismut. Agricolit.

### 8) Skapolithgruppe.

Isomorph: 475, 476, 477, 478.

475. Meionit. Nuttalith. Atheriastit. Glaukolith. Strogonowit.
476. Mizzonit.
477. Skapolith. Passauit. Dipyr. Couseranit. Algerit. Chelmsfordit. Gabbronit. Ekebergit. Wilsonit. Riponit.
478. Marialith.
479. Sarkolith.
480. Melilith.
481. Gehlenit.

### 9) Nephelingruppe.

482. Leucit.
483. Pollucit.
484. Nephelin. Kaliophilit. Eukryptit.
485. Cancrinit.
486. Davyn. Mikrosommit.
487. Sodalith.
488. Haüyn. Nosean.
489. Lasurit. Lasurstein.

### 10) Glimmergruppe.

490. Meroxen. Biotit. Rubellan. Helvetan. Aspidolith. Manganophyll.
491. Anomit.
492. Lepidomelan. Annit. Haughtonit.
493. Phlogopit. Vermiculit.
494. Zinnwaldit. Kryophyllit. Polylithionit.
495. Lepidolith. Cookeit. Roscoelith.
496. Muscovit. Damourit. Onkosin. Sericit. Leukophyllit. Didymit. Adamsit. Margarodit. Euphyllit. Gilbertit. Fuchsit. Chromglimmer.
497. Paragonit. Pregrattit. Cossait.
498. Barytglimmer.
499. Margarit.

### 11) Clintonitgruppe.

500. Clintonit. Brandisit.
501. Xanthophyllit. Waluewit.
502. Chloritoid. Ottrelith. Sismondin. Masonit.
503. Anhang: Astrophyllit.

### 12) Chloritgruppe.

504. Pennin. Pseudophit. Pyrosklerit. Kämmererit. Rhodochrom. Kotschubeyit. Tabergit.
505. Klinochlor.
506. Prochlorit. Grochauit. Kerrit. Maconit. Enophit. Berlauit.
507. Amesit.
508. Chamosit. Daphnit. Aphrosiderit. Metachlorit. Klementit. Rumpfit.
509. Thuringit. Owenit. Striegovit.
510. Delessit. Grängesit. Diabantit. Epichlorit. Euralith.
511. Cronstedtit. Leidyit. Schuchardtit. Hullit.

### 13) Talk- und Serpentingruppe.

512. Talk. Speckstein. Rensselaerit. Talkoid.
513. Pikrosmin.
514. Meerschaum. Aphrodit. Kerolith.
515. Spadait.
516. Gymnit. Nickelgymnit. Numeait. Röttisit. Komarit. Pimelith. Melopsit. Neolith.
517. Saponit. Piotin.
518. Serpentin. Williamsit. Bowenit. Rhetinalith. Pikrolith. Schweizerit. Vorhauserit. Hydrophit. Jenkinsit. Chrysotil. Metaxit. Antigorit. Marmolith. Thermophyllit.
519. Dermatin.
520. Chlorophäit. Nigrescit.
521. Glaukonit.
522. Grünerde.
523. Stilpnomelan.

## 14) Pyroxen- und Amphibolgruppe.

Rhombische Pyroxene:

524. Enstatit.
525. Bronzit. Phaestin. Bastit.
526. Hypersthen.

Monokline Pyroxene:

527. Wollastonit. Pektolith. Stellit.
528. Augit. Diopsid. Fedorowit. Salit. Malakolith. Kokkolith. Hedenbergit. Schefferit. Jeffersonit. Violan. Fassait. Augit. Porricin. Chromdiopsid. Omphacit. Diallag.
529. Akmit. Aegirin. Urbanit.
530. Spodumen. Killinit. Jadëit.

Trikline Pyroxene:

531. Rhodonit. Hermannit. Fowlerit. Bustamit.
532. Babingtonit.

Rhombische Amphibole:

533. Anthophyllit. Gedrit.

Monokline Amphibole:

534. Hornblende. Tremolit. Aktinolith. Raphilit. Asbest. Cummingtonit. Grunerit. Kupfferit. Richterit. Edenit. Kokscharowit. Smaragdit. Hornblende. Pargasit. Karinthin. Bergamaskit. Kaersutit. Uralit. Traversellit. Pilit. Nephrit.
535. Glaukophan. Gastaldit.
536. Arfvedsonit. Barkevikit. Katoforit.
537. Riebeckit. Crossit. Krokydolith.

Trikline Amphibole:

538. Aenigmatit. Cossyrit.

## 15) Cordieritgruppe.

539. Cordierit. Esmarkit. Chlorophyllit. Praseolith. Aspasiolith. Pyrargillit. Gigantolith. Huronit. Bonsdorffit. Pinit. Iberit.
540. Beryll. Smaragd.
541. Leukophan.
542. Melinophan.

## 16) Barysilitgruppe.

Isomorph: 546.

543. Barysilit.
544. Ganomalith. Nasonit.
545. Hardystonit.
546. (Melanotekit. Kentrolith. Hyalotekit).

## 17) Feldspathgruppe.

Isomorph: 550 bis 554.

547. Orthoklas.
548. Hyalophan.
549. Mikroklin. Amazonenstein. Chesterlith. Ersbyit. Kryptomikroklin. (Perthit. Mikroperthit. Kryptoperthit. Natronmikroklin.)
550. Albit. Periklin. Peristerit. Olafit. Zygadit. Hyposklerit.
551. Anorthit. Amphodelit. Rosellan. Indianit. Lepolith. Lindsayit. Polyargit. Tankit. Latrobit. Diploit. Barsowit.
552. Kalknatronfeldspathe: Oligoklas. Andesin. Labradorit. Bytownit.
553. Celsian.

## 18) Zeolithgruppe.

Isomorph: 566, 567. — Dimorph: 563, 564.

554. Okenit. Xonotlit.
555. Apophyllit. Gyrolith.
556. Inesit. Ganophyllit.
557. Analcim. Cluthalith. Eudnophit.
558. Faujasit.
559. Chabasit. Haydenit. Acadiolith. Phakolith. Herschelit.
560. Gmelinit. Ledererit. Groddeckit.
561. Levyn.
562. Laumontit. Leonhardit. Laubanit.
563. Stilbit. Beaumontit. Oryzit.
564. Epistilbit. Parastilbit. Reissit.
565. Brewsterit.
566. Phillipsit.
567. Harmotom.
568. Desmin. Foresit.
569. Gismondin.
570. Erionit.
571. Edingtonit. Glottalith. Wellsit.
572. Natrolith. Brevicit. Radiolith. Krokalith. Spreustein. Lehuntit. Galaktit.
573. Skolecit.
574. Mesolith. Antrimolith. Harringtonit.
575. Thomsonit. Faröelith. Karphostilbit. Chalilith. Scoulerit.
576. Mordenit. Ptilolith.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

### 19) Thongruppe.

Vorwieg. blos Thonerdesilicat.

577. Kaolinit. Kaolin. Nakrit. Pholerit. Steinmark. Dillnit. Meerschaluminit. Tuesit.
578. Newtonit.
579. Halloysit. Glagerit. Milanit. Indianit. Nertschinskit. Malthazit.
580. Kollyrit. Schrötterit.
581. Montmorillonit. Smegmatit. Razoumoffskin.
582. Cimolit. Anauxit. Pelikanit.
583. Allophan. Samoit. Carolathin.
584. Pyrophyllit. Gümbelit. Talcosit.

Vorwieg. Kali-Thonerdesilicat.

585. Agalmatolith.
586. Hygrophilit.
587. Bravaisit.
588. Pinitoid.

Vorwieg. Eisenoxyd-Thonerdesilicat.

589. Bergseife.
590. Plinthit.
591. Bol.
592. Eisensteinmark. Gelberde.

Anhang: Vorwieg. Metalloxydsilicat.

593. Nontronit. Unghwarit. Höferit. Müllerit.
594. Pinguit. Graminit.
595. Hisingerit. Melanolith. Melanosiderit. Lillit.
596. Bergholz.
597. Neotokit. Stratopëit. Karyopilit. Wittingit. Klipsteinit. Penwithit.
598. Wolkonskoit.
599. Uranotil. Uranophan.
600. Bismutoferrit. Hypochlorit.

### 20) Petalitgruppe.

Dimorph: 603.

601. Petalit. Kastor. Hydrokastorit.
602. Milarit.
603. Eudidymit. Epididymit.

**Dreizehnte Ordnung: Verbindungen von Silicaten mit Titanaten, Zirkonaten, Niobaten, Vanadinaten.**

Isomorph: 604, 605.

604. Titanit. Greenovit. Grothit.
605. Yttrotitanit. Alshedit. Neptunit.
606. Zirkelit.
607. Tschewkinit.
608. Mosandrit. Johnstrupit. Rinkit.
609. Låvenit. Rosenbuschit. Hjortdahlit.
610. Eudialyt. Eukolith.
611. Katapleït. Elpidit.
612. Wöhlerit.
613. Ardennit.

**Vierzehnte Ordnung: Titanate und Verbindungen von Titanaten mit Niobaten.**

614. Perowskit. Knopit. Geikielith.
615. Pseudobrookit.
616. Derbylith.
617. Dysanalyt.
618. Pyrochlor. Hatchettolith. Pyrrhit.
619. Polykras.
620. Euxenit.
621. Aeschynit.
622. Polymignyt.

## Sechste Classe: Organische Verbindungen und deren Zersetzungsproducte.

### 1) Salze mit organischen Säuren.

623. Mellit.
624. Oxalit.
625. Whewellit.
626. Dopplerit.

### 2) Kohlen.

627. Anthracit. Schungit.
628. Schwarzkohle.
629. Braunkohle.

### 3) Harze.

630. Bogheadkohle. Wollongongit.
631. Bernstein. Euosmit.
632. Asphalt. Albertit. Walait. Uintait. Cedarit.
633. Piauzit.
634. Ixolyt. Jaulingit. Rosthornit. Siegburgit. Köflachit. Neudorfit. Schraufit.
635. Rhetinit. Walchowit. Tasmanit. Trinkerit.
636. Krantzit. Bombiccit.
637. Pyrorhetin.
638. Idrialit. Idrialin.
639. Hofmannit.

**4) Kohlenwasserstoffe.**

640. Hartit. Aragotit.
641. Fichtelit. Tekorhetin.
642. Könleinit. Scheererit.
643. Ozokerit.
644. Hatchettin.
645. Pyropissit.
646. Elaterit.
647. Erdöl.

## Erste Classe: Elemente

und deren isomorphe Mischungen.

Die natürlich vorkommenden oder künstlich dargestellten Elemente krystallisiren, so weit bekannt: regulär: wie C, Si, P, Cu, Ag, Au, Hg, Pb, Fe, Pt, Pd, Ir; tetragonal: wie B, Sn; hexagonal: wie C, Sb, As, Bi, Te, Zn, Pd; rhombisch: wie S, Sn; monoklin: wie S, Se. Mehre sind als heteromorph nachgewiesen, wie C, S, Sn, Pd. Vielfach vereinigen sich die Elemente mit variirendem Atomverhältniss zu wohlkrystallisirten Mischungen, deren Form gewöhnlich mit derjenigen übereinstimmt, welche von beiden Componenten bekannt ist; so sind die Krystalle von $Ag^xAu^y$, von $Ag^xHg^y$ regulär, wie Ag, Au, Hg für sich. Mitunter aber haben die Legirungen eine Form, in welcher nur eines der zusammensetzenden Elemente vorkommt, während das andere für sich anders krystallisirt; so ist $Cu^xZn^y$ regulär, obschon Zn nur hexagonal; $Fe^xSn^y$ tetragonal, obschon Fe nur regulär bekannt ist. Man schliesst daraus, dass Zn und Fe dimorph seien, dass ersteres auch regulär, letzteres auch tetragonal krystallisiren könne — eine Folgerung, bei welcher die Heteromorphie unter den Elementen eine weitverbreitete Eigenschaft wird. Wie beim Schwefel die monokline Form sehr unbeständig ist, so ist dies vielleicht auch bei anderen heteromorphen Elementen der Fall, woraus es erklärlich würde, dass die eine Form derselben sich gewöhnlich als solche der Beobachtung entzieht und nur in Mischungen kund gibt (S. 310).

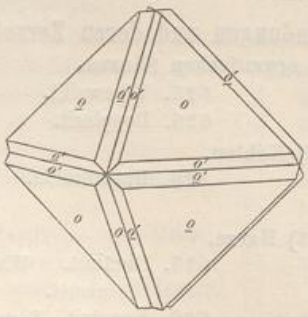
**Diamant** (Demant).

Regulär, und zwar tetraëdrisch-hemiëdrisch; $\frac{O}{2}$ und $-\frac{O}{2}$, beide meist zugleich und im Gleichgewicht vorhanden (wie überhaupt die grosse Mehrzahl der Diamanten scheinbar holoëdrisch ausgebildet ist), $\infty O\infty$, $\infty O$, $\infty On$, $mO$, $mOn$ (fast immer sog. parallelkantige Hexakisoktaëder), auch $mOm$ (sehr selten in Combinationen); die Oktaëder besitzen in der Regel Schalenbildung parallel den Flächen; die Krystalle gewöhnlich krummflächig, oft mehr oder weniger der Kugelform genähert (Fig. 1); lose oder einzeln eingewachsen; häufige Zwillingsbildung nach O, meist in flachtafeliger Ausbildung; andere Zwillinge mit parallelen Axensystemen, wobei die Individuen symmetrisch in Bezug auf eine Würfelfläche zu einander gestellt und vollständig durch einander gewachsen sind; zwei Tetraëder liefern so bei gleicher Grösse der Flächen ein scheinbar holoëdrisches Oktaëder, dessen Kanten durch eingekerbte Rinnen ersetzt sind (Fig. 2). Physikalische Gegensätze der abwechselnden Oktanten sind noch nicht

Fig. 1.



Fig. 2.



wahrgenommen worden. Die Oktaëderflächen tragen bisweilen dreiseitige, die Würfelflächen vierseitige Vertiefungen. Sehr selten derb, in feinkörnigen, cokesähnlich porösen und rundlich contourirten Aggregaten kleinster Kryställchen von bräunlichschwarzer Farbe (sog. Carbonat der Steinschleifer, enthält bis zu 2 pCt. Verunreinigung); auch in radialstengeligen oder wirr krystallinischen rauhflächigen Kugeln (Bort; so heissen übrigens auch im Handel als Schmucksteine unbrauchbare Krystalle oder Fragmente). — Spaltb. oktaëdrisch vollk., wovon beim Schleifen Gebrauch gemacht wird. Bruch muschelig, spröd. H. = 10; nach den Angaben der Schleifer sind die Würfelflächen viel härter als die des Oktaëders. G. = 3,521 wenn ganz rein. Farblos und z. Th. wasserhell, doch oft gefärbt, meist verschiedentlich weiss, grau und braun, bisweilen auch grün, gelb, roth und blau, selten schwarz; Diamantglanz, pellucid in hohen und mittleren Graden, sehr starke Lichtbrechung ($n$ = 2,42 für Gelb) und Farbenzerstreuung, daher Farbenspiel; im polarisirten Licht geben sich optische Anomalieen zu erkennen, die meist auf innerliche Spannungsdifferenzen z. Th. um Gasporen zurückzuführen sind (vgl. S. 246). Führt wohl mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse, welche z. Th. aus liquider Kohlensäure bestehen. Als feste Einschlüsse sind Rutilprismen, lamellare Krystalle von Eisenglanz oder Titaneisen beobachtet worden. Innerliche Gebilde, welche wie organisches Zellgewebe aussehen, dürfen nicht als organische Formen gelten, sondern müssen wohl als dendritische Einschlüsse von mineralischer Natur angesehen werden. — Leitet die Elektricität nicht, wird durch Reiben positiv elektrisch. — Chem. Zus.: Kohlenstoff; in Sauerstoffgas entzündet er sich bei ca. 770°; verbrennt und liefert Kohlensäure; kann auch auf nassem Wege durch gleichzeitige Einwirkung von chromsaurem Kali und Schwefelsäure in Kohlensäure verwandelt werden. *G. Rose* fand, dass der D. sehr stark erhitzt, bei Abschluss der Luft in Graphit übergeht, bei Zutritt der Luft aber verbrennt, und während des Verbrennens auf der Oberfläche kleine dreiseitige Vertiefungen erhält, deren Flächen denen des Ikositetraëders 303 parallel sind.

Der D. findet sich besonders im aufgeschwemmten Lande und in Flusssanden z. Th. von höherem geologischem Alter, gewöhnlich mit anderen Edelsteinen (wie Topas, Turmalin, Amethyst, Zirkon, Spinell, Chrysoberyll, Granat), auch mit ged. Gold und Platin. Das eigentliche Muttergestein der D.en scheint an den verschiedenen Orten abweichend zu sein, z. Th. Glieder der krystallinischen Schieferreihe, z. Th. darin aufsetzende granitische Gangmassen, z. Th. olivinreiche Eruptivgesteine. Ostindien an der Ostseite des Plateaus von Dekkan, wo die alten Lagerstätten jetzt grösstentheils erschöpft scheinen; Brasilien (seit 1725 bekannt), hier zumal in Minas-Geraës bei Tejuco oder Diamantina, auch bei la Chapada in der Provinz Bahia der derbe Diamant, angeblich in Massen bis zu 2 Pfund Gewicht; in Brasilien ausser im losen Zustande auch eingebettet in dem sog. Cascalho, einem oft durch Brauneisen verkitteten Quarzconglomerat, sowie in dem Itacolumit genannten schieferigen Sandstein; Borneo, Sumatra, am Ural bei Krestowodwischensk, Nordcarolina und Georgia, Mexico in der Sierra Madre, in Californien und Arizona, in Australien, wo er bei Sikatlory sehr schön und bis zum Gewichte von 150 Karat (1 Karat ist ca. 205 Mgr.) vorkommt. 1867 begann die reichliche Gewinnung der D.en (sog. Capdiamanten) in Transvaal, wo sie in dem Griqualand am Vaalfluss, insbesondere in der Gegend von Kimberley gefunden werden, z. Th. in losen Schuttmassen, z. Th. aber auch unter ganz abweichenden Verhältnissen als anderswo, eingewachsen in einer festen Eruptivbreccie (blue ground), welche trichter- oder schlotförmige Einsenkungen erfüllt; hier ist der D. wohl aus grösserer Tiefe heraufgebracht. Man hat vermuthet, dass in dem Eruptivmagma eingeschlossen gewesene und darin zergangene Bruchstücke von kohlenstoffhaltigem Schiefer Anlass zum Auskrystallisiren des Diamants gegeben haben. Die Breccie selbst besteht aus Bruchstücken einer grün- oder blauschwarzen serpentinartigen (früher vermuthlich lherzolithähnlich olivinreich gewesenen) Masse (Kimberlit genannt), verkittet durch ein reichliches Cäment, welches einem erhärteten grünschwarzen Schlamm gleicht und von ähnlicher Zusammensetzung ist, wie die grösseren Fragmente. Neben den

letzteren finden sich in dem Blue ground auch Knollen eines Granatdiopsidgesteins, dessen Diopsid kleine Diamantoktaëder enthält. Der hier gefundene grösste aller bekannten D.en, der sog. Excelsior, gefunden 1893 zu Jagersfontein, wiegt $971\frac{3}{4}$ Karat. — Carbonatähnliche mikroskopisch kleine Körner von D. haben sich auch in einigen Meteorsteinen und Meteoreisen gefunden. — *Moissan* in Paris gelang die künstliche Darstellung von D., indem in der Hitze des elektrischen Flammenbogens Kohlenstoff in Eisen gelöst, und vermöge einer raschen Erstarrung der Aussenfläche die innere flüssige Schmelzmasse einem starken Druck unterworfen wurde: aus der geschmolzenen Eisenmasse hatten sich bis $\frac{1}{2}$ Mm. grosse D.en ausgeschieden. Amorpher Kohlenstoff kann also durch Einwirkung von hoher Temperatur und starkem Druck in Diamant übergeführt werden.

**Gebrauch.** Dem Diamant wird bekanntlich als Edelstein der höchste Werth zuerkannt; gegenwärtig rechnet man für einen schön geschliffenen D. (Brillant) von 1 Karat ca. 300 Mark; bis zu 15 Karat etwa ist der Preis dem Gewicht ungefähr proportional, darüber hinaus gelten Liebhaberpreise. Die kleinen Diamanten werden zum Glasschneiden, zum Bohren und Graviren anderer harter Steine, zu Zapfenlagern in Chronometern, und pulverisirt als Schleifmaterial benutzt. Zum Besetzen der Diamantbohrer dient vorwiegend Carbonat.

## Graphit (Reissblei).

Hexagonal-rhomboëdrisch; die Zugehörigkeit der sechsseitigen Blättchen, dünnen Täfelchen oder niedrigen Prismen zum hexagonalen System wurde durch *Hj. Sjögren* auch aus physikalischen Gründen erwiesen. $R = 85^\circ 29'$; A.-V. = 1 : 1,3859. Nach *Nordenskiöld* sollen die Krystalle von Pargas nach Maassgabe ihrer Winkelverhältnisse monoklin ($\beta = 71^\circ 16'$) sein, doch sind hier bei der Weichheit des Materials secundäre Deformationen durch Gebirgsdruck nicht ausgeschlossen. Die Basis der Blättchen ist bisweilen triangulär oder federartig gestreift, was wohl weniger eine Folge von Zwillingsbildung als von Knickung ist. Am häufigsten derb, in blätterigen, strahligen, schuppigen bis dichten Aggregaten, auch eingesprengt. — Spaltb. basisch höchst vollk., nach $\infty P$ unvollk.; sehr mild, in dünnen Blättchen biegsam, fettig anzufühlen; H. = 0,5 ... 1; G. = 2,1 ... 2,3, des vollkommen gereinigten von Ceylon 2,25 ... 2,26 nach *Brodie*, des dichten von Wunsiedel 2,14. Eisenschwarz, abfärbend und schreibend, metallglänzend. Auch in den dünnsten Blättchen nicht durchscheinend. Auf der basischen Spaltfläche des ceylonischen fand *Sandberger* sich unter 60° und 120° kreuzende Nadeln von Rutil, meist schon von makroskopischer Grösse eingewachsen. — Chem. Zus.: Kohlenstoff, oft mit etwas Eisen gemengt und durch Kieselsäure, Kalk u. a. Stoffe verunreinigt; selbst gereinigter Gr. hinterlässt beim Verbrennen bis zu 2 pCt. Rückstand. V. d. L. verbrennt er sehr schwierig, schwerer als Diamant, nur der dichte eben so leicht; in einem Gemisch von chromsaurem Kali und Schwefelsäure verwandelt er sich in Kohlensäure. Durch Oxydation des Gr. mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali erhält man Graphitsäure (eine eigenthümliche, H und O enthaltende Kohlenstoffverbindung von saurem Charakter) in der Form goldgelber Blättchen. Unangreifbar durch Säuren; leitet die Elektricität. — Der Gr. bildet einerseits fast rein oder mit geringen Mengen anderer Mineralien zusammen, namentlich mit Quarz, das Gestein Graphitschiefer, welcher als Linsen und Lager im körnigen Kalk, insbesondere an dessen Grenzen, auch in krystallinischen Schiefern, wie in Gneissen, Glimmerschiefern und Phylliten auftritt: Passau, Krumau in Böhmen, vielorts in Mähren und Niederösterreich; St. John in Neubraunschweig, in Sibirien im District von Semipalatinsk und an der unteren Tunguska, im tunkinsker Gebirgszug (Grube Mariinskoi). — Die ausgezeichneten reinen Graphitvorkommnisse von Ceylon (Radigara, zwischen Kaltura und Ratnapura) bilden aber Gänge im granatreichen Granulit; die Gr.e von Borrowdale bei Keswick in Cumberland finden sich als Nester auf Carbonat-Quarzgängen im Porphyr. — Vielfach als accessorischer Gemengtheil in Kalksteinen (Wunsiedel, Kalke von Ersby und Storgård bei Pargas in Finnland, Ticonderoga in New-York) und Glimmerschiefern; ferner vielverbreitet in diesen und ähnlichen Gesteinen als feinstes mikroskopisches färbendes Pigment. Gr. ist ebenfalls in Meteoreisen nachgewiesen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Gebrauch.** Die allgemeinste Benutzung des Graphits ist die zu den sogenannten Bleistiften; ausserdem dient er zur Anfertigung von Schmelztiegeln und anderen feuerfesten Gefässen, zum Einschmieren von Maschinentheilen, zum Anstreichen eiserner und thönerner Oefen und anderer Geräthe; als leitende Schicht in der Galvanoplastik.

Anm. *W. Luzi* wies nach, dass die Graphite sich unter einander ganz abweichend verhalten, wenn man kleine Stückchen auf einem Platinblech mit conc. rother rauchender Salpetersäure durchfeuchtet und dann das Platinblech direct glüht. Bei einem Theil der Vorkommnisse (eigentlicher Graphit) entstehen dabei lange moos- und wurmförmige Aufblähungsgebilde, graphitgrau, quergerunzelt und von lamellarer Structur, äusserst leicht und plastisch; bisweilen wird so dieser Gr. über das Hundertfache seines Volumens aufgebläht. Ein anderer Theil (sog. Graphitit) zeigt diese Erscheinung nicht nur nicht, sondern die Partikel zerfallen nach dem Durchfeuchten mit der Säure sogar oftmals zu einer Art Schlamm.

In Meteoreisen gefundene hexaëdrische Kryställchen, welche sonst alle Eigenschaften des Graphits zeigen (Cliftonit), sind wahrscheinlich nicht eine reguläre Modification des Graphitkohlenstoffs, sondern eine Paramorphose von Diamant.

## Schwefel.

Rhombisch (und zwar eigentlich sphenoidisch-hemiëdrisch [vgl. unten]); P (*P* und *p*) Polk. 106° 38′ und 84° 58′, Randk. 143° 17′; ∞P (*m*) 101° 58′; andere gew. Formen sind 0P (*c*), $\frac{1}{3}$P (*s*), $\breve{P}\infty$ (*n*); dazu noch bisweilen $\frac{1}{5}$P (*t*), $\bar{P}\infty$ (*e*), $\breve{P}3$ u. a. A.-V. = 0,8130 : 1 : 1,9037. Ausser den Pinakoiden sind bis jetzt bekannt 3 Prismen, 5 Brachydomen, 6 Makrodomen, 28 Pyramiden.

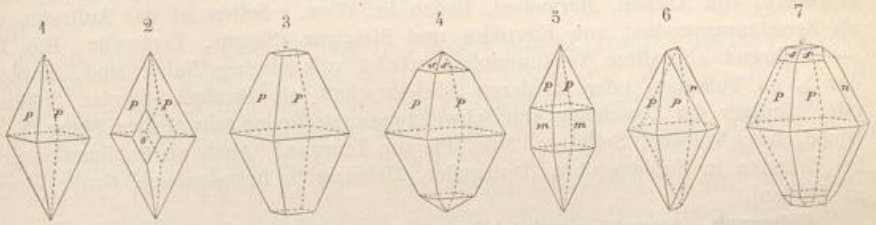
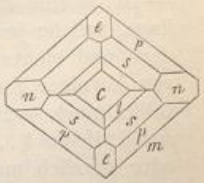



Fig. 1. Grundpyramide P selbständig, sehr häufig. Fig. 2. P.∞$\bar{P}$∞.
Fig. 3. P.0P, oft noch weit mehr verkürzt. Fig. 4. P.$\frac{1}{3}$P.
Fig. 5. P.∞P. Fig. 6. P.$\breve{P}\infty$. Fig. 7. P.$\breve{P}\infty$.$\frac{1}{3}$P.0P.

Die nachstehende Horizontalprojection stellt eine Comb. fast aller oben genannten einfachen Formen dar. Habitus der Krystalle in der Regel pyramidal durch Vorherrschen von P; doch kommen in Sicilien auch ausgezeichnete rhombische Sphenoide der Pyramide $\frac{1}{3}$P vor, theils selbständig, theils mit untergeordneten Flächen von 0P, P und dem complementären Sphenoid; ebenfalls ist P in sehr deutlichen, bis über 2 Zoll grossen Sphenoiden hier beobachtet worden. Die Krystalle einzeln aufgewachsen oder zu Drusen vereinigt; Zwillinge nach einer Fläche von $\bar{P}\infty$, wobei aber die Pyramidenfläche die Verwachsungsebene bildet, nicht selten; dasselbe Gesetz liefert auch symmetrische Kreuzzwillinge. Bei weit selteneren Zwillingen ist eine Fläche von ∞P, bei noch anderen eine solche von $\breve{P}\infty$ Zwillingsebene. — Der S. findet sich auch kugelig, nierförmig, stalaktitisch, als Incrustat, derb, eingesprengt, in faserigen Trümern und als Mehlschwefel. — Spaltb. basisch und nach ∞P unvollk.; Bruch muschelig bis uneben und splitterig; wenig spröd; H. = 1,5 ... 2,5; G. = 1,9 ... 2,1, des reinen nach *Goldschmidt* 2,068 ... 2,07; schwefelgelb, einerseits in honiggelb und gelblichbraun, anderseits in strohgelb und gelblichgrau verlaufend, Fettglanz, auf Krystallflächen oft diamantartig, pellucid in hohen und mittleren Graden, mit sehr deutlicher positiver Doppelbrechung. Die optischen Axen liegen im Brachypinakoid, spitze Bisectrix ist die Verticalaxe; wahrer Axenwinkel $2V = 69° 40'$. Stark doppelt-

| | |
|---|---|
| $e : t$ | = 148° 55′ |
| $c : s$ | = 134 52 |
| $c : p$ | = 108 21 |
| $m : m$ | = 101 58 |
| $c : e$ | = 112 7 |
| $c : n$ | = 117 48 |



brechend: $\alpha = 1{,}958$, $\beta = 2{,}038$, $\gamma = 2{,}240$ für Gelb. Grosse Einschlüsse einer farblosen durchsichtigen Flüssigkeit im sicilianischen Schwefel ergaben *Silvestri* beim Eindampfen einen festen weissen Rückstand, bestehend aus 53,5 Chlornatrium mit etwas Chlorkalium, 45,1 Natriumsulfat, und 1,4 Chlorcalcium. — Chem. Zus.: Schwefel, rein, oder mehr und weniger mit Bitumen oder Selen verunreinigt: der pomeranzgelbe S. von der Solfatara bei Neapel ist mit 18 pCt. Schwefelarsen gemengt. Sublimirt im Kolben; schmilzt bei 108° C., entzündet sich bei 270° und verbrennt mit blauer Flamme zu schwefeliger Säure. Löslich in Schwefelkohlenstoff, aus welchem er sich in rhombischen Kryställchen wieder abscheidet (aus dem geschmolzenen Zustande krystallisirt er in monoklinen Formen). — Das Vorkommen des S. ist namentlich im Bereich des Tertiärgebirges, in dessen Mergeln, Kalksteinen, Thonen, wo er wohl vorwiegend aus schwefelwasserstoffhaltigen Quellen abgeschieden wurde: Girgenti, Roccalmuto, Caltanisetta, Cattolica und viele andere Orte auf Sicilien, begleitet von Cölestin, Gyps, Aragonit, Calcit; Conil in Andalusien; bei Radoboj in Croatien durch Bitumen braun gefärbte Kugeln im eocänen Mergelschiefer; Knollen und Füllmassen im Thon und Gyps von Swoszowice bei Krakau; bei Teruel in Aragonien liegen Schalen von Sumpfschnecken unmittelbar im S.; die Krystalle von Perticara in der Romagna sind mit Asphalt bedeckt; Bex in der Schweiz. Als Trümer und Nester im Gyps und Anhydrit (Stassfurt, Weenzen), in Braun- und Steinkohle; auf Drusen im körnigen Kalk von Carrara. — Ein directer Absatz der Schwefelquellen ist der sog. Badeschwefel von Aachen, Marienbad, Baden bei Wien. Selten ist das Auftreten des S. als Zersetzungsproduct von Eisenkies und Bleiglanz (Siegen, Tarnowitz, Rio Tinto). — Während alle diese Vorkommnisse nicht vulkanischer Natur sind, findet sich der S. an Vulkanen oder in deren Nachbarschaft als Product directer Sublimation oder häufiger der Zersetzung von Schwefelwasserstoff oder schwefeliger Säure (S. 363): Island, Insel Volcano, Solfatara, Milo, Pic von Tenerife. Auch als Sublimationsproduct bei Bränden in Kohlengruben (Duttweiler, Zielenzig in Brandenburg, Grube Floristella in Sicilien).

**Gebrauch.** Schwefel gewährt bekanntlich eine vielfache Benutzung zu Zündhölzern und Schwefelfäden, zum Schiesspulver, zur Darstellung von Schwefelsäure, Zinnober, zum Schwefeln von Seide, Wolle, Stroh, Fässern, als Arzneimittel, in der Feuerwerkerei u. s. w.

## Antimon.

Rhomboëdrisch; R bei den künstlichen Krystallen 87° 6′ 50″ nach *Laspeyres*, in der Natur aber sehr selten frei auskrystallisirt; A.-V. = 1 : 1,3236; die Krystalle stellen gewöhnlich die Comb. R.$\frac{1}{4}$R.0R dar, sind aber stets zwillingsartig verwachsen nach $-\frac{1}{2}$R; solche Zwillinge sind künstlich durch Druck darstellbar; Vierlinge und Sechslinge, welche jedoch auf den ersten Anblick wie einfache Krystalle erscheinen; meist derb und eingesprengt, bisweilen in kugeligen, traubigen und nierförmigen Aggregaten von körniger Zusammensetzung. — Spaltb. basisch sehr vollk., nach $-\frac{1}{2}$R (116° 33′) vollk., nach $-2$R (69° 12′) unvollk., Bruch nicht wahrnehmbar, zwischen mild und spröd; H. = 3 ... 3,5; G. = 6,6 ... 6,8, ganz rein 6,714; zinnweiss, bisweilen gelblich oder graulich angelaufen, stark glänzend. — Chem. Zus.: Antimon, meist mit kleinen Beimischungen von Silber, Eisen oder Arsen; v. d. L. sehr leicht schmelzbar; verflüchtigt sich auf Kohle, verbrennt mit schwacher Flamme und bildet weissen Beschlag. — Auf Erzgängen, begleitet von silber- und arsenhaltigen Mineralien: Andreasberg, Przibram, Sala, Allemont, Southham in Ost-Canada, Sarawak auf Borneo.

## Arsen.

Rhomboëdrisch, die Krystalle sehr selten und meist schlecht messbar; R 85° 4′ bis 85° 41′; A.-V. = 1 : 1,4025; bekannte Formen 0R, $-\frac{1}{2}$R (113° 57′) und R; Zwillinge nach $-\frac{1}{2}$R, bisweilen prismatisch verlängert nach einer Kantenzone von R; meist in feinkörnigen bis dichten Aggregaten von traubiger, nierförmiger und kugeliger Gestalt und krummschaliger Structur (sog. Scherbenkobalt); auch derb und eingesprengt. — Spaltb. basisch vollk., auch nach $-\frac{1}{2}$R unvollk., Bruch uneben und feinkörnig;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

spröd, nur noch im Strich etwas geschmeidig; H. = 3,5, G. = 5,7 ... 5,8, ganz rein = 5,727; weisslich bleigrau, doch nur im frischen Bruch, auf der Oberfläche bald graulichschwarz anlaufend, durch Bildung von Suboxyd. — Chem. Zus.: Arsen mit etwas Antimon, auch wohl Spuren von Silber, Eisen, Gold; verflüchtigt sich v. d. L. ohne zu schmelzen, und gibt dabei den charakteristischen knoblauchartigen Geruch, auf Kohle zugleich weissen Beschlag; mit Salpetersäure verwandelt es sich in arsenige Säure. — Auf Gängen, oft mit arsenhaltigen Silber- und Kobalterzen: Freiberg, Schneeberg, Marienberg, Annaberg, Joachimsthal, Andreasberg, Münsterthal in Baden; kugelige Gruppen rauhflächiger rhomboëdrischer Kryställchen bei Akadanimura, Prov. Echizen, Japan.

**Gebrauch.** Ein grosser Theil des für gewerbliche und technische Zwecke vielfach benutzten Arsens wird aus dem gediegenen Arsen durch Sublimation dargestellt.

*Breithaupt*'s sog. Arsenglanz von der Grube Palmbaum bei Marienberg (nach *Hintze* besser Arsenolamprit zu nennen), in Aggregaten von stengelig-blätteriger Zusammensetzung mit vollk. monotomer Spaltb., H. = 2, G. = 5,36 ... 5,39, dunkel bleigrauer Farbe, entzündet sich in der Lichtflamme und verglimmt von selbst weiter. Möglicherweise ist er eine (namentlich durch Wismut) verunreinigte andere Modification des Arsens; auch zu Copiapó.

Eine Mischung von Arsen und Antimon in unbestimmten Proportionen, wobei meist das erste vorwaltet, ist der Allemontit (Antimonarsen); zinnweiss bis lichtbleigrau in körnigen oder fast dichten Aggregaten, oft von krummschaliger Structur. Allemont (Dauphiné), Andreasberg, Przibram.

## Wismut.

Rhomboëdrisch; R 87° 40′, also sehr ähnlich dem Hexaëder; A.-V. = 1 : 1,3035; gewöhnliche Comb. R.0R; zu Schneeberg —2R selbständig; Zwillinge nach —½R; Krystalle meist verzerrt und durch Gruppirung undeutlich; baumförmig, federartig, gestrickt, selten drahtförmig und in Blechen; häufig derb und eingesprengt von körniger Zusammensetzung. — Spaltb. nach —2R (69° 28′) und basisch, vollk., sehr mild aber nicht dehnbar; H. = 2,5; G. = 9,6 ... 9,8; röthlich silberweiss, oft gelb, roth, braun oder bunt angelaufen. — Chem. Zus.: Wismut, oft mit etwas Arsen; v. d. L. sehr leicht schmelzbar; verdampft auf Kohle und bildet einen citrongelben Beschlag von Wismutoxyd; in Salpetersäure löslich, die Solution gibt durch Zusatz von viel Wasser und Kochsalz ein weisses Präcipitat. — Auf Gängen mit Kobalt- und Nickelerzen: Schneeberg, Annaberg, Marienberg, Altenberg, Joachimsthal, Wittichen, Bieber; Cornwall und Devonshire; Nordmark, Fahlun, Broddbo in Schweden; am Pic von Sorata und bei Illampa in Bolivia; Neu-Süd-Wales.

**Gebrauch.** Ist neben dem Bismutit das einzige Mineral, aus welchem das Wismutmetall im Grossen dargestellt wird. Dient zur Herstellung leichtflüssiger Legirungen (z. B. eine solche von 5 Bi, 3 Pb, 2 Sn, schmilzt unter 92° und wird zu sog. Clichés verwandt), zu thermoelektrischen Batterien; W. liefert in Berührung mit Antimon die stärksten Thermoströme.

## Tellur.

Rhomboëdrisch; R 86° 57′, selten ganz kleine säulenartige Krystalle von der Form ∞R.0R.R.—R.; A.-V. = 1 : 1,3298; gewöhnlich derb oder eingesprengt von feinkörniger Zusammensetzung. — Spaltb. nach ∞R vollk., basisch unvollk. (also abweichend von Sb, As, Bi), etwas mild; H. = 1 ... 2,5, G. = 6,1 ... 6,3; zinnweiss. — Chem. Zus.: Tellur mit etwas Gold oder Eisen; eine Var. von der Mountain Lion-Mine hält nach *Genth* über 30 pCt. Kieselsäure und Silicate und sieht blasig, wie geschmolzen aus; v. d. L. sehr leicht schmelzbar; verbrennt mit grünlicher Flamme, verdampft und gibt auf Kohle einen weissen Beschlag mit röthlichem Rand; im Glasrohr bildet es stark dampfend ein weisses Sublimat, welches zu klaren farblosen Tropfen geschmolzen werden kann. — Facebaj bei Zalathna in Siebenbürgen; Kensington-Mine, Mount Lion-Mine, John Jay-Mine in Boulder Co., Colorado; auf der letzteren Grube sollen Massen von 25 Pfund Schwere vorgekommen sein; Calaveras Co., Californien.

Anm. Nach Vorstehendem sind Antimon, Arsen, Wismut, Tellur ausgezeichnet isomorph.

Zu den hexagonal oder rhomboëdrisch krystallisirenden Metallen gehört auch das bei Melbourne in Australien sowie in Transvaal angeblich gediegen vorgekommene, übrigens aber u. A. von *Stolba* in grossen hexagonalen Pyramiden künstlich dargestellte Zink.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## Eisen.

Das gediegene Eisen ist als tellurisches (irdisches) und meteorisches oder kosmisches (aus dem Weltenraum stammendes) zu unterscheiden. Die Krystallform beider ist regulär, wie die des durch Kunst dargestellten Eisens, welches zuweilen Oktaëder erkennen lässt. Das tellurische findet sich in Körnern und Blättchen, sowie derb und eingesprengt, das meteorische theils in Klumpen von zackiger, zelliger und poröser Structur und zwar bald ganz homogen, bald durchwachsen von Olivin, Bronzit und gewissen anderen Substanzen, theils eingesprengt in den Meteorsteinen. — Spaltb. hexaëdrisch, sehr ausgezeichnet an manchem Meteoreisen (z. B. an dem von Braunau und Seeläsgen), gewöhnlich aber wegen der feinkörnigen Aggregation und wegen der Festigkeit und Zähigkeit der Substanz nur in sehr undeutlichen Spuren bemerkbar (über das Gefüge, namentlich des Meteoreisens, vgl. *Tschermak* in Sitzgsber. d. Wiener Akad. LXX. 1874). Die Spaltungswürfel zeigen sich wohl von Zwillingslamellen nach O durchsetzt. Manche Meteoreisen, z. B. das von Braunau in Böhmen (1847) bestehen, wie die durch die ganze Masse hindurchgehende Spaltbarkeit zeigt, vorwiegend aus einem Individuum, in welches aber zahlreiche Zwillingslamellen eingefügt sind. Die polysynthetische Zwillingsbildung findet selbst nach allen 4 Flächenpaaren von O statt. Bruch hakig; H. = 4,5; G. im reinen Zustande = 7,844; stahlgrau und eisenschwarz; geschmeidig und dehnbar, sehr stark auf die Magnetnadel wirkend. — Chem. Zus.: Das tellurische E. ist entweder fast ganz rein, oder mit etwas Kohlenstoff und Graphit verbunden; das meteorische ist in der Regel durch einen Gehalt an Nickel (in isomorpher Mischung, meist 3 bis 8 pCt., selten bis 17 pCt. und darüber) charakterisirt und nur ausnahmsweise frei davon; das Meteoreisen von Sta. Catarina in Brasilien enthält nach *Damour* sogar 33,97 pCt. Nickel, ist aber nach *Daubrée* mit nickelhaltigem Magnetkies vermengt; auch sind in einigen Varietäten kleine Beimischungen von Kobalt, Chrom, Molybdän, Zinn, Kupfer und Mangan nachgewiesen worden. Geschliffene Flächen des Meteoreisens zeigen nach der Aetzung mit Säuren die sog. *Widmannstätten*'schen Figuren, hervorgebracht durch den abweichenden Widerstand, welchen oktaëdrische Schalen mit verschiedenem Nickelgehalt darbieten; die nickelärmeren Eisenlamellen werden stärker angegriffen. Man unterscheidet hier das: Balkeneisen (Kamacit), am raschesten angreifbar, grau und glanzlos werdend, die unter einander parallelen, sich unter Winkeln schneidenden Streifen bildend; Bandeisen (Taenit), kaum angreifbar, meist durch die Säure nur röthlich gelb gefärbt, als das Balkeneisen umfassende dünne Leisten hervortretend; Fülleisen (Plessit), die Felder zwischen Balkeneisen ausfüllend, in der Angreifbarkeit zwischen ihm und Bandeisen stehend, ist wahrscheinlich ein feines Gemenge beider. — Löslich in verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure.

Für das Vorkommen des tellurischen Eisens sind besonders zu erwähnen: Mühlhausen in Thüringen (hier nach *Bornemann* in Eisenkiesknollen eines zur Keuperformation gehörigen Kalksteins), Chotzen in Böhmen (als knollige Concretionen innerhalb des Pläners, welche durch Zersetzung von Eisenkiesknollen entstanden sind), die Gegend am St. Johns River in Liberia (wo es nach *Hayes* mikroskopische Krystalle von Quarz und Magneteisen umschliesst, und in grosser Menge anstehen soll), Minas Geraës in Brasilien, die Platinsand-Ablagerungen des Ural und der Cordillere von Choco, sowie die Goldsand-Ablagerungen am Altai, von Montgomery Co. (Virginia) und Burke Co. (Nordcarolina). *Bahr* fand gediegenes E. in einem durch Sumpferz versteinerten Baume aus dem Rålångsee bei Katrineholm in Småland; vgl. ferner S. 363. Auch hat *Andrews* gezeigt, dass viele basaltische Gesteine etwas gediegenes E. in mikroskopischen Partikeln enthalten, indem der in einem Porzellanmörser gepulverte Basalt aus einer Kupfervitriollösung metallisches Kupfer niederschlägt. In dem Nephelinbasalt vom Ascherhübel bei Spechtshausen fand sich ein wallnussgrosses Stück von ged. Eisen eingeschlossen, begleitet (wie in Grönland) von Magnetkies. — Im Jahre 1870 wurden von *A. Nordenskiöld* bei Ovifak auf der Insel Disko (Grönland), am Fusse eines Basaltrückens, lose Eisenmassen bis zu 500 Centnern Gewicht gefunden. Dieses Eisen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welches schon früher von den Eskimos zu Werkzeugen und Messerklingen benutzt worden war, enthält nach *Wöhler* ausser etwas Nickel, Kobalt und Phosphor auch 2,82 pCt. Schwefel, 3,69 Kohlenstoff und 11,09 Sauerstoff. Sehr merkwürdig ist, dass auch der daneben anstehende Basalt ellipsoidische Klumpen gediegenen Eisens (bis fast zu 150 Pfd. Gewicht), sowie auch kleine Körner und Kugeln davon einschliesst, stets begleitet von Graphit, meist auch von Magnetkies. Wenn auch anfangs daran gedacht wurde, dass diese grönländischen Eisenmassen von einem im Augenblick der Eruption in den flüssigen Basalt hineingestürzten Meteoritenschwarm herrühren, so scheint doch jetzt der tellurische Ursprung besser begründet zu sein und zwar ist es wohl wahrscheinlicher, dass es sich hier um eine Ausscheidung aus dem geschmolzenen Basalt handelt (welcher kohlenführenden Schiefer durchbricht, dessen kohlige Substanzen in Berührung mit Eisenoxyd metallisches Eisen liefern können), als dass aus der Tiefe mit emporgerissene Bruchstücke vorliegen. Nach *K. J. v. Steenstrup* ist bei Asuk und einigen a. O. in Grönland eine 50—60 Fuss mächtige Basaltablagerung von unten bis oben ganz mit Körnern metallischen Eisens erfüllt, deren Grösse bis 18 Mm. Länge bei 14 Mm. Breite reicht, welche Co und Ni halten und die *Widmannstätten*'schen Figuren ergeben; nach ihm kann es sich hier nur um tellurisches Eisen handeln. — Das Meteoreisen, welches kosmischen Ursprungs ist, fand sich in oft sehr grossen Massen auf der Oberfläche der Erde; so z. B. die Masse von Hraschina bei Agram (71 Pfd. schwer), von Elnbogen (191 Pfd.), von Krasnojarsk (ursprünglich 1600 Pfd. schwer), vom Red-River in Louisiana (3000 Pfd.), vom Flusse Bendegò in Brasilien (über 17000 Pfd.) und die über 300 Centner schwere Masse von Olumba in Peru; kleinere Massen sind häufiger und finden sich angeblich in grosser Menge z. B. auf dem Gebirge Magura in Ungarn, bei Cobija in Südamerika, bei Toluca in Mexico, am grossen Fischflusse in Südafrika; zu den schönsten Varietäten gehören die Massen von Braunau, Seeläsgen und Rittersgrün.

Das tellurische Eisen von Ovifak und Niakornak enthält (wie auch manches Meteoreisen) kleine graulichschwarze Partikel des Eisencarbids Cohenit, $Fe^3C$ mit ca. 6,5 pCt. Kohlenstoff und ganz geringem Ersatz des Fe durch Ni und Co. — Fein eingesprengt in einem antigoritähnlichen Serpentin, sowie als kleine Plättchen und Körnchen in den Goldseifen des George River u. a. Flüsse an der Westküste der Südinsel Neuseelands fand *Ulrich* tellurisches Nickeleisen ($FeNi^2$), Awaruit genannt; wurde auch im Serpentin vom Gipfel des Riffelhorns beobachtet. — Josephinit aus Flussschotter von Oregon ist $Fe^2Ni^5$.

## Kupfer.

Regulär; $O$, $\infty O\infty$, $\infty O$, $\infty O2$, theils selbständig, theils combinirt; auch $\infty O4$, $\infty O\frac{5}{2}$ u. a. Pyramidenwürfel, welche am Lake Superior den gewöhnlichen Typus abgeben, mehre $mOm$; Krystalle klein und gross, meist stark verzerrt, durch Verkürzung in der Richtung einer trigonalen Zwischenaxe anscheinend hexagonal oder rhomboëdrisch, durch symmetrische Verlängerung in der Richtung einer Würfelaxe scheinbar tetragonal, auch von pseudo-rhombischer Gestalt, vielfach durcheinander gewachsen; Zwillingskrystalle, Zwillingsebene $O$; haar-, draht- und moosförmig; staudenförmig, baumförmig, ästig, in Platten und Blechen (wobei bisweilen die oberen und unteren Theile sich gegenseitig in Zwillingsstellung befinden). Eine Monographie über die Krystallisation lieferte *E. S. Dana* in Z. f. Kryst. XII. 1887. 568. Als Anflug, derb und eingesprengt, selten in losen Körnern und Klumpen (s. u.). — Pseudomorphosen nach Rothkupfererz, Aragonit (Corocoro in Bolivia), nach Kalkspath-Skalenoëdern (Lake Superior). Ged. Kupfer verändert sich leicht zu Rothkupfer, Malachit, bisweilen zu Kupferlasur. — Spaltbark. nicht bemerkbar, Bruch hakig; geschmeidig und dehnbar; H. = 2,5...3; G. = 8,5...8,9; kupferroth, oft gelb oder braun angelaufen. — Chem. Zus.: Kupfer, gewöhnlich fast frei von Beimengungen; v. d. L. ziemlich leicht schmelzbar; in Salpetersäure leicht löslich, die Lösung wird durch Ammoniak tief azurblau gefärbt. — Auf Erzgängen und Lagern, vielfach begleitet von anderen Kupfererzen, wie Rothkupfer, Malachit, Kupferlasur, auch Schwefelmetallen, wie Kupferkies, Buntkupfer; ferner im Verband mit Eruptivgesteinen, gern in Begleitung von Zeolithen. Auf

den Gängen von Rheinbreitbach am Siebengebirge, des Westerwaldes, Siegen; in Cornwall; Fahlun, Roerås, Libethen, Schmöllnitz, Szaska und Moldova, Rio Tinto, Nischne-Tagilsk, Bogoslowsk (grosse Massen in Nestern von Thon mit Malachit), Turjinskische Gruben; Copper Queen-Mine in Arizona, Wallaroo und Burra Burra in Südaustralien, Damaraland. Im Kupferschiefer von Mansfeld und Riechelsdorf. Im Serpentin des Lizarddistricts (Cornwall); auf Spalten des Felsittuffs in der Gegend von Zwickau; in dem Melaphyrmandelstein von Reichenbach im Nahegebiet, im Basaltmandelstein von Nalsöe (Faeröer). Die bedeutendsten Lagerstätten der Welt bilden die Kupferregion des Oberen Sees bei Keweenaw Point im n. Michigan, wo über einen 200 Miles langen Landstrich Kupfer fast nur im gediegenen Zustand verbreitet ist. Es erscheint hier theils im Melaphyrmandelstein und zwar sowohl als Gänge, wie als Hohlraumausfüllung, begleitet von Prehnit, Datolith, Analcim u. s. w., theils als Bindemittel von Sandsteinen, namentlich auf der Grenze zwischen beiden Gesteinen, auch als Cäment in groben Conglomeraten von Quarz- und Jaspisfragmenten; einmal ist eine colossale gediegene Kupfermasse von 45 Fuss Länge, 22 F. Breite und 8 F. grösster Dicke vorgekommen. Das Kupfer enthält hier Silber, manchmal in sichtbaren Körnern und Streifen eingewachsen. In den Kupfersandsteinen der Gouv. Perm und Orenburg, von Massachusetts und Connecticut, von Corocoro in Bolivia.

**Blei.**

Regulär, auf der Harstigsgrube in Wermland in makroskopischen Kryställchen von meist oktaëdrischem Habitus; drahtförmig, ästig, als Anflug, in dünnen Platten; dehnbar und geschmeidig; H. = 1,5; G. des reinen = 11,37; bleigrau, schwärzlich angelaufen. — Chem. Zus.: Blei; v. d. L. sehr leicht schmelzbar; auf Kohle verdampft es und bildet schwefelgelben Beschlag; in Salpetersäure löslich. — Viele der angeführten Vorkommnisse sind zweifelhaft, manche entschieden unecht (wie z. B. oberflächlich aufsitzende Partikel von metallischem Blei sich als abgeschossene Schrotkörner erwiesen haben). Interessant und relativ bedeutend ist das von *Igelström* nachgewiesene Vorkommen von sehr reinem ged. Blei auf einem dem Dolomit eingeschalteten Lager von Eisenglanz, Magneteisen und Hausmannit, bei Pajsberg in Wermland; es findet sich auf Spalten und Klüften dieser Erze und der sie begleitenden Mineralien (Rhodonit, Granat, Baryt u. s. w.); unter ganz ähnlichen Verhältnissen bei Nordmark, in Drähten und Blechen bis zu 900 Grm. Gewicht. In der Sjö-Grube im schwedischen Gouv. Örebro als feine Häutchen und Blättchen in einem neotokitartigen Mineral. Maulmain in Birma in Cerussitkrystallen.

Unzweifelhaft natürliches gediegen Zinn fand sich in den Goldseifen des Ural, nach *Frenzel* unter Wismutspath von Guanaxuato in Mexico, nach *Genth* im Aberfoil- und Sam-Fluss in Neu-Süd-Wales als 1 Mm. dicke Körner. Das metallische Zinn krystallisirt künstlich sowohl tetragonal, als mit sehr ähnlichem A.-V. auch rhombisch.

## Quecksilber (Mercur).

Amorph, weil flüssig; nur in kugeligen oder in fadenförmig ausgezogenen Tropfen und geflossenen Massen; G. = 13,5...13,6, des ganz reinen Quecksilbers = 13,596; zinnweiss, stark metallglänzend; starr bei — 40°C. und dann regulär krystallisirt. — Chem. Zus.: Quecksilber, oft mit etwas Silber; verdampft v. d. L. vollständig oder mit Hinterlassung von wenig Silber. — Untergeordnet mit Zinnober auf Gängen, Klüften und Höhlungen des Gesteins: Idria in Krain, Almaden in Spanien, Huancavelica in Peru; San José in Californien; vormals bei Mörsfeld und Moschellandsberg in Rheinbayern; in Diluvialschichten von Lissabon und Sülbeck bei Lüneburg. Spärlich in kieseligen Absätzen heisser Quellen (Island, Nevada, Neuseeland).

**Gebrauch.** Das gediegene Quecksilber liefert einen kleinen Theil dieses Metalls.

## Silber.

Regulär; $\infty O\infty$ die gewöhnlichste Form, auch $O$, $\infty O$, $3O3$, $\infty O2$ u. a. Formen. Krystalle, bald mit oktaëdrischem, bald mit hexaëdrischem Habitus, meist klein, oft durch einseitige Verkürzungen und Verlängerungen verzerrt (*Sadebeck* in Min. u. petr. Mitth. I. 1878. 293); Zwillinge nach $O$; haarförmig, drahtförmig, moosartig, zähnig, baumförmig, gestrickt, in Blechen und Platten, angeflogen, eingesprengt; selten als

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sog. Silbersand, in sehr kleinen losen Krystallen und krystallinischen Körnern, welche reichlich mit dergleichen Krystallen von Chlorsilber gemengt sind; in Pseudomorphosen nach Silberglanz, Rothgültigerz, Stephanit, Bromsilber. — Spaltb. nicht bemerkbar, Bruch hakig; geschmeidig, biegsam und dehnbar; H. = 2,5...3; ganz rein G. = 10,52; silberweiss, oft gelb, braun oder schwarz, auch kupferroth angelaufen. — Chem. Zus.: Silber, oft mit etwas Gold, oder mit kleinen Beimengungen von Cu, As, Sb, Fe; v. d. L. leicht schmelzbar; in Salpetersäure löslich; die Sol. gibt mit Salzsäure einen weissen voluminösen Niederschlag, der sich am Licht erst bläulich, dann braun und schwarz färbt. — Insbesondere auf Gängen, namentlich in deren oberer Teufe, begleitet von anderen Silbererzen, Bleiglanz, Arsenverbindungen, mit Kalkspath, Quarz, Flussspath, Schwerspath als Gangarten. Auf Gängen in krystallinischen Schiefern: Sächsisches und böhmisches Erzgebirge (wo jetzt die Gruben meist zum Erliegen gekommen sind), Freiberg, Schneeberg (hier ehemals auf der Grube St. Georg eine 100 Centner schwere Masse), Marienberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt, Joachimsthal; Markirch in den Vogesen; Kongsberg (besonders schön krystallisirt; 1834 eine $7^1/_2$ Centner schwere Masse; das sog. ged. Silber von hier enthält in wechselnder Menge Quecksilber, selbst 23 pCt.; das gelbliche sog. güldische Silber von Kongsberg führt Gold, sogar bis an 50 pCt.). — Auf Gängen in älteren und jüngeren eruptiven Massengesteinen (Granit, Quarzporphyr, Andesit, Trachyt): Wittichen im Schwarzwald, Kremnitz und Schemnitz, Pachuca in Mexico, Oruro in Bolivia. — Auf Gängen in Sedimentärgesteinen: Andreasberg (im Unterdevon), Przibram (im Silur), Zacatecas, Guanaxuato in Mexico (der berühmte Gang Veta madre), Chañarcillo in Chile. — Als dünne Bleche im mansfeldschen Kupferschiefer. Eingewachsen im ged. Kupfer des Oberen Sees. Der sog. Silbersand bildet die Ausfüllung kleiner Drusenräume eines Ganges bei Andreasberg. Im Gegensatz zum Gold pflegt das S. nicht auf secundärer Lagerstätte vorzukommen.

**Amalgam** (Silberamalgam).

Regulär, zuweilen sehr schön krystallisirt, besonders $\infty O$ in mancherlei Combb. mit $2O2$, $O$, $\infty O\infty$, $3O\frac{3}{2}$ und $\infty O3$; auch derb, eingesprengt, in Platten, Trümern, als Anflug. — Spaltb. Spuren nach $\infty O$, meist nur muscheliger Bruch; etwas spröd; H. = 3...3,5; G. = 13,7...14,1; silberweiss. — Chem. Zus.: Legirung von Quecksilber und Silber als isomorphe Mischung in schwankenden Verhältnissen; efliche Varietäten führen ungefähr auf $Ag^2Hg^3$ mit 26,43, andere auf AgHg mit 35,02 pCt. Ag. Im Kolben gibt es Quecksilber und hinterlässt schwammiges Silber; in Salpetersäure leicht löslich. — Selten; mit Zinnober und Quecksilber früher bei Mörsfeld und Moschellandsberg; Friedrichssegen bei Oberlahnstein (mit ca. 56 pCt. Silber); Szlana in Ungarn, Sala, Almaden in Spanien, Allemont im Dauphiné, Chañarcillo in Chile.

Silberreiche, oktaëdrisch krystallisirende Legirungen von Silber mit Quecksilber sind der Arquerit (mit 13,39 pCt. Hg, das Haupterz der reichen Silbergruben von Arqueros bei Coquimbo in Chile) und der Kongsbergit von Kongsberg (mit 4,90 Hg).

**Gold.**

Regulär; $O$, $\infty O\infty$, $\infty O$, $3O3$, $8O8$, $\infty O2$, $\infty O4$ und andere Formen; die Krystalle klein und sehr klein, oft einseitig verkürzt oder verlängert (häufig von scheinbar rhomboëdrischer Symmetrie) oder sonst verzerrt, daher meist undeutlich, manchfaltig gruppirt; Zwillinge nach $O$; haarförmig, drahtförmig, baumförmig, gestrickt, moosförmig, in Blättchen und Blechen, in welchen eine Oktaëderfläche, die zugleich Zwillingsfläche ist, die Ausdehnung bedingt. Die nadel- und drahtförmigen Gestalten von Verespatak sind nach *vom Rath* auf eigenthümliche Durchwachsungszwillinge des Hexaëders zurückzuführen, welche nach einer Kante zwischen $\infty O\infty$ und $O$ linear ausgedehnt sind, während die terminale Zuspitzung gewöhnlich durch $\infty O2$ gebildet wird. Sehr häufig eingesprengt, oft in mikroskopischen Theilchen; als Ueberzug von Eisenspathkrystallen (bei Corbach in Hessen); secundär als Goldstaub, Goldsand, in losen Körnern, Blechen und Klumpen; die grössten Goldklumpen von

190 und 210 sowie von 237 und 248 Pfd. sind bei Ballarat und im District Donolly in Australien vorgekommen. — Spaltb. nicht bemerkbar, Bruch hakig; H. = 2,5...3; G. = 15,6...19,4 (mit zunehmendem Silbergehalt leichter), ganz rein nach *G. Rose* = 19,37; durch Poren und Höhlungen erscheint es oft weit geringer. Goldgelb bis messinggelb und speisgelb, je silberhaltiger, desto lichter; äusserst dehnbar und geschmeidig. — Chem. Zus.: Gold mit mehr oder weniger Silber, welches in schwankenden Verhältnissen, von 1 bis fast zu 40 pCt. nachgewiesen worden ist; das speisgelbe G. mit über 20 pCt. Silber heisst wohl Elektrum (Schlangenberg im Altai). Spuren von Kupfer und Eisen sind ebenfalls fast stets vorhanden, wie denn überhaupt ganz reines Gold nicht vorzukommen scheint. Der sog. Porpezit aus der brasilianischen Capitania Porpez ist Gold mit 4 pCt. Silber und fast 10 pCt. Palladium. — V. d. L. leicht schmelzbar; das reine Gold bleibt mit Phosphorsalz ganz unverändert und lässt die Perle klar und durchsichtig, silberhaltiges Gold dagegen färbt das Salz im Red.-F. gelb und macht es undurchsichtig. Wenn das Gold nur bis 20 pCt. Silber hält, wird es durch Salpetersalzsäure leicht aufgelöst, wobei Chlorsilber zurückbleibt; bei grösserem Silbergehalt schmilzt man es mit Blei zusammen und behandelt die Legirung mit Salpetersäure, in welcher das Silber mit dem Blei aufgelöst wird.

Das Vorkommen des fast immer in irgend einer Weise mit Quarz verbundenen Goldes ist sehr abweichend. Man unterscheidet: 1. Berggold, fest verwachsen im Gestein, nur durch unterirdischen Bergbau zu gewinnen. Hier ist das Auftreten: a) Als goldhaltige Quarzgänge und -Trümer, aufsetzend in krystallinischen Schiefern (Rathhausberg bei Gastein, Sierra Nevada, Westaustralien), in Graniten (Beresowsk, Magurka), in alten paläozoischen Schiefern (Merionethshire in Wales, Wicklow in Irland, Mount Morgan in Queensland, Victoria, Neuseeland); vielfach ist hier das Gold mit goldhaltigem Eisenkies verknüpft, aus welchem es vielleicht auf nassem Wege zur Abscheidung gelangte. — b) Auf vielverzweigten Gängen von Quarz und Carbonaten mit Eisenkies und Gold in jüngeren Eruptivgesteinen, namentlich in Propylit, Andesit, Dacit; diese Gänge sind als anscheinend integrirender Bestandtheil an das Eruptivgestein gebunden: Verespatak in Siebenbürgen, Nagyag (mit Tellurerzen), Offenbánya, Kapnik, Schemnitz, Kremnitz (mit Silbererzen), ferner der Comstockgang bei Virginia City in Nevada, Mexico, Bolivia, Victoria. — c) Linsenförmige goldhaltige Quarzlager in krystallinischen Schiefern: in huronischen Schiefern von Nova Scotia, Georgia, Nordcarolina, Virginia (mit Tellurerzen), in Gneissen, Talkschiefern, Itacolumit (in Brasilien); in alten paläozoischen Schiefern (Heinzenberg im Zillerthal). — d) Als Imprägnationen von conglomeratartigen Sedimenten; hierher die reichen und ausgedehnten muldenförmigen Lagerstätten von Transvaal, die Quarzconglomeratriffe des Witwatersrands bei Johannisburg; das Gold sitzt im Bindemittel der Quarzkiesel und auf deren Capillarspältchen. Unentschieden ist es, ob nicht in den letzteren Vorkommnissen verfestigte Seifen aus früheren Formationen vorliegen. — 2. Seifengold oder Waschgold, lose, auf secundärer Lagerstätte; so im Sande vieler Flüsse: Donau, Rhein, Isar, Edder, Schwarza, Gölzsch, Striegis; namentlich in den oberflächlich gelagerten Goldseifen (Ural, Altai, Klondyke am Yukonfluss in Alaska, Oregon, Californien, Nordcarolina, Mexico, Brasilien, Guyana, Victorialand, Neu-Süd-Wales). Mehrfach hat das Dasein von Goldseifen zur Auffindung benachbarter primärer Lagerstätten Veranlassung gegeben.

Anm. Ged. Gold scheint vielfach aus der Zersetzung von goldhaltigen Eisenkiesen und Tellurerzen hervorgegangen. — Man hat die Ansicht aufgestellt, dass die gröberen Goldkörner und Goldklumpen der Seifenablagerungen nicht, wie die gewöhnliche Auffassung lautet, als unmittelbare Producte der mechanischen Aufbereitung primärer goldhaltiger Lagerstätten gelten können, sondern ursprünglich in Gestalt fein zerriebener Partikelchen vorhanden gewesen, und erst später durch nasse chemische Processe zu jenen concretionären Gebilden zusammengeballt worden seien. Zu Gunsten dessen wird sowohl das Volumen der Körner angeführt, welches grösser ist, als es das Gold auf primärer Lagerstätte zu besitzen pflegt, als auch die bisweilen wenig geröllähnliche Form der Oberfläche, ferner die Erscheinung, dass das Berggold durchgängig silberreicher ist, als das Waschgold.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eine Legirung von Gold und Quecksilber, das Goldamalgam, ist aus Columbien und Californien bekannt, z. B. von Mariposa mit 39 pCt. Au, 61 pCt. Hg; zerdrückbar bis flüssig.

## Platin.

Regulär; kleine hexaëdrische Krystalle, recht selten, äusserst selten Oktaëder und Pyramidenwürfel sowie Zwillinge nach O; gewöhnlich nur in kleinen, platten oder stumpfeckigen Körnern mit glatter, glänzender Oberfläche, selten grössere Körner und rundliche Klumpen von eckig-körniger Zusammensetzung (die grössten bekannten Klumpen wiegen 8,33 und 9,62 Kilogr.). Spaltb. fehlt, Bruch hakig; geschmeidig und dehnbar; H. = 4,5...5; G. = 17...18; nach *Hare* ist das Gewicht des reinen Platins im geschmolzenen Zustand = 19,7, gehämmert bis 21,23; stahlgrau in silberweiss geneigt; bisweilen polar magnetisch. — Chem. Zus.: Platin, doch niemals ganz rein, in der Regel mit 5 bis 13 pCt. Eisen, mit etwas Iridium, Rhodium, Palladium, Osmium und Kupfer. Höchst strengflüssig, nur im Knallgasgebläse schmelzbar und schweissbar; löslich in Salpetersalzsäure. — Findet sich meist in losen Körnern, sehr selten in Körnern, die mit Chromeisen verwachsen oder in ihm sowie in Serpentin eingewachsen sind, und gewöhnlich begleitet von Gold, Osmiridium, Iridium, Palladium, Chromeisen, Magneteisen, Zirkon, Korund, bisweilen von Diamant. So z. B. in grosser Verbreitung, zugleich mit Gold, im Diluvialsande fast aller Thäler auf dem Ostabfall des Ural (entdeckt 1822) bei Bogoslowsk, Kuschwinsk, Newjansk, Miask; auch auf dem Westabfall bei Bissersk und in grösster Menge bei Nischne-Tagilsk, wo es, wie *Daubrée* darthat, ursprünglich mit Chromeisen in einem zu Serpentin veränderten Olivingestein eingewachsen war. Aehnlich in den Provinzen Choco und Barbacoas in Columbien (hier entdeckt 1745 durch *Ulloa*), in Brasilien, auf St. Domingo, in Californien, am Rogue-River in Oregon, in Canada und auf der Insel Borneo. Bei Santa Rosa in Antioquia (Neugranada) angeblich mit Gold auf Gängen von Quarz und Brauneisen, so auch auf den Goldgängen von Beresowsk. Spärlich im Rheinsande gefunden.

**Gebrauch.** Aus dem natürlichen rohen Platin wird das reine Platin gewonnen, welches bekanntlich mancherlei sehr wichtige Anwendungen findet, namentlich zur Herstellung von Gefässen für chemische und physikalische Zwecke. Bis 1845 diente es auch in Russland zu Münzzwecken.

In den Sanden finden sich bei Nischne-Tagilsk Körnchen und kleine Hexaëder von dunkel stahlgrauem Eisenplatin, mit einem Gehalt von 11—12 pCt. Eisen; G. = 14...15.

Andere Begleiter des Platins sind:

### Iridium.

Regulär; sehr kleine lose Krystalle der Comb. ∞O∞.O und polysynthetische Zwillinge nach O; meist kleine abgerundete Körner. Doch scheint das Iridium wie das Palladium dimorph zu sein, da es im Osmiridium und Iridosmium hexagonal auftritt; G. = 22...23; silberweiss, auf der Oberfläche gelblich, im Inneren graulich; starker Metallglanz. — Ist vorwiegend Iridium mit Gehalt von Platin und sehr wenig Palladium. Noch schwerer schmelzbar als Platin und sogar in Salpetersalzsäure unlösbar. — Nischne-Tagilsk und Newjansk am Ural, Ava in Birma. — Brasilianische silberweisse Körner von sog. Platiniridium (richtiger Iridiumplatin) enthielten u. a. 55,4 Platin, 27,8 Iridium, 6,9 Rhodium.

Legirungen von Osmium und Iridium in wechselnden Verhältnissen sind: das an Iridium reichere zinnweisse Osmiridium (Newjanskit), welches auch Rhodium und Ruthenium enthält, von Kuschwinsk und Newjansk; das an Osmium reichere bleigraue Iridosmium (Sysertskit) von Sysertsk u. a. O. im Ural; beide sind hexagonal-rhomboëdrisch; lose sehr kleine tafelige Krystalle mit ziemlich vollk. basischer Spaltb., meist platte Körnchen.

### Palladium.

Dimorph; die mit Platin in Brasilien neben den vorwiegenden losen Körnchen vorkommenden Kryställchen sind nach *Haidinger* reguläre Oktaëder. H. = 4,5...5; G. = 11,3...11,8; licht stahlgrau. — Chem. Zus.: Palladium mit etwas Platin und Iridium; v. d. L. unschmelzbar; in Salpetersäure löslich, die Solution roth. — Ausserdem entdeckte *Zincken* auf Bitterspath-Trümern im Diabas von Tilkerode im Harz neben Gold und Selenblei ein anderes Palladium (Allopalladium von *Dana* genannt) in sehr kleinen, stark glänzenden silberweissen und angeblich hexagonalen, nach der Basis vollk. spaltbaren Tafeln.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Weil das dimorphe Palladium mit den meisten anderen Platinmetallen isomorphe Mischungen bildet, ist es sehr wahrscheinlich, dass diese auch dimorph sind: Platin und Iridium sind nur regulär, die Osmium-Iridium-Mischungen nur hexagonal bekannt. Da das rhomboëdrische Osmiridium bis 10 pCt. Platin enthalten kann, so ist auch für das letztere eine Dimorphie nicht unwahrscheinlich.

## Zweite Classe: Schwefel- (Selen-, Tellur-, Arsen-, Antimon- und Wismut-) Verbindungen.

Die Mineralien dieser Classe pflegte und pflegt man nach ihren äusseren Eigenschaften einzutheilen in:

1) **Kiese** (Pyritoide), Schwefel-, Arsen- und Antimon-Metalle, von metallischem Habitus, und meist gelber, weisser oder rother, selten grauer oder schwarzer Farbe; spröd, mit Ausnahme des Buntkupferkieses; Härte meist grösser als die des Kalkspaths, bis zu der des Feldspaths; z. B. Eisenkies, Kupferkies.

2) **Glanze** (Galenoide), Schwefel-, Selen- und Tellur-Metalle von metallischem Habitus, und meist grauer und schwarzer, selten von weisser oder tombackgelber Farbe; mild oder geschmeidig, selten etwas spröd; Härte bis zu der des Kalkspaths, selten etwas darüber; z. B. Bleiglanz, Silberglanz, Antimonglanz.

3) **Blenden** (Cinnabarite), Schwefelmetalle von nicht-metallischem oder nur halb-metallischem Habitus, pellucid (mit sehr wenigen Ausnahmen); Diamant- bis Perlmutterglanz, z. Th. metallähnlich; mild oder wenig spröd (mit Ausnahme der Zinkblende); Härte meist geringer als die des Kalkspaths, selten bis zu der des Flussspaths; z. B. Zinkblende, Zinnober, Rothgültigerz.

### Einfache Sulfide

nebst Seleniden, Telluriden, Arseniden, Antimoniden, Bismutiden.

**Eisenkies,** Pyrit, Schwefelkies.

Das verbreitetste Mineral der ganzen Classe. Regulär und zwar ausgezeichnet parallelflächig-hemiëdrisch[1]; gewöhnl. Formen: $\infty O\infty$ (*P*) bei weitem vorwaltend, $O$ (*d*), $\frac{\infty O2}{2}$ (*e*), auch $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$ (*f*), $\left[\frac{4O2}{2}\right]$ (*s*), $2O2$ (*o*) u. a.; zahlreiche Combb., wie denn z. B. alle Figuren 84 bis 88 auf S. 55 und 56 solche des Eisenkieses zeigen; auch Zwillinge, namentlich Durchkreuzungszwillinge, wie z. B. von zwei Pentagondodekaëdern Fig. 249 S. 133; *d'Achiardi* beobachtete im Marmor von Carrara zwei Würfel verzwillingt nach einer Fläche von $\infty O\frac{3}{2}$; sehr selten ist $\infty O$ selbständig. Bei Brosso wird wohl der Haupthabitus durch ein Triakisoktaëder $2O$ oder $3O$ bestimmt. Einige andere Formen sind:

1) Die Existenz zweier thermoëlektrisch abweichender Arten bei dem Eisenkies und Kobaltglanz, deren Krystalle einzeln oder zu Zwillingen verbunden vorkommen, ferner die Thatsache, dass ein Theil der Ullmannite tetraëdrisch, ein Theil pentagondodekaëdrisch krystallisirt, hat die Vermuthung hervorgebracht, dass die Mineralien der Pyritgruppe eigentlich als tetartoëdrisch regulär aufzufassen seien.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

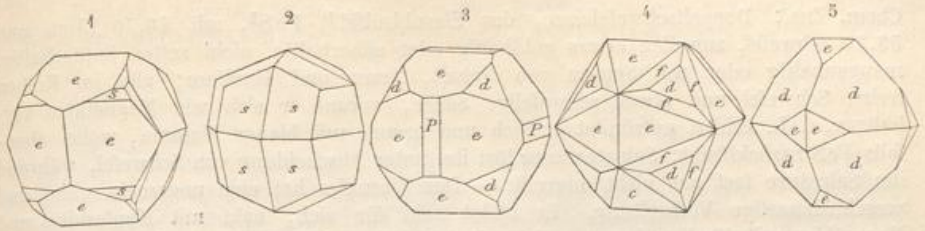


Fig. 1. $\frac{\infty O 2}{2} \cdot \left[\frac{4O2}{2}\right]$; das parallelkantige Dyakisdodekaëder *s* bildet Trapeze.

Fig. 2. $\left[\frac{4O2}{2}\right]$. Fig. 3. $\frac{\infty O 2}{2} \cdot O \cdot \infty O \infty$.

Fig. 4. $\frac{\infty O 2}{2} \cdot O \cdot \left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$. Fig. 5. $O \cdot \frac{\infty O 2}{2}$.

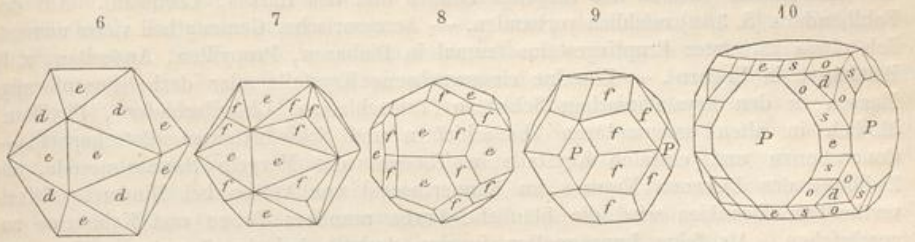


Fig. 6. Die Comb. wie Fig. 5, doch sind die Flächen des Dodekaëders und Oktaëders im Gleichgewicht, weshalb die Form wie ein Ikosaëder erscheint.

Fig. 7. $\frac{\infty O 2}{2} \cdot \left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$; nicht selten vorkommende Combination.

Fig. 8. Die Comb. derselben beiden Formen, welche sich jedoch nicht in gleicher, sondern in verwendeter Stellung befinden.

Fig. 9. $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right] \cdot \infty O \infty$; dem Triakontaëder der Geometrie einigermassen ähnlich.

Fig. 10. $\infty O \infty . O . 2O2 . \left[\frac{4O2}{2}\right] \cdot \frac{\infty O 2}{2}$; interessant durch ihre Zonen.

Nach älteren und neueren Untersuchungen von *Sella*, *Strüver*, *Helmhacker*, *Groth*, *Franzenau* u. A. sind bis jetzt ausser den 3 invariabeln Formen 35 verschiedene Pentagondodekaëder, 11 Ikositetraëder, 5 Triakisoktaëder, 32 Dyakisdodekaëder als sicher nachgewiesen. — Krystalle gross bis sehr klein, oft einzeln eingewachsen, auch in Drusen, und zu mancherlei Gruppen vereinigt; die Flächen des Hexaëders sind sehr häufig ihren abwechselnden Kanten, die des Oktaëders ihren Combinationskanten mit dem gewöhnlichen Pentagondodekaëder, die Flächen des letzteren ihren Höhenlinien parallel gestreift oder gerieft. Der Pyrit findet sich ferner kugelig, traubig, nierförmig, knollig, als Harnisch, in organischen Formen, am häufigsten jedoch derb und eingesprengt; endlich in Umwandlungs- und Umhüllungspseudomorphosen nach Magnetkies, Markasit, Arsenkies, Kupferkies und Kupferschwärze; auch nach Quarz, Fluorit, Aragonit, Calcit, Dolomit, Silberglanz, Stephanit, Polybasit und Silberblende. Vielfach in Eisenhydroxyd verändert; über den merkwürdig regelmässigen Gang, welchen diese Umwandlung an Krystallen einschlägt, vgl. *Eug. Geinitz* im N. Jahrb. f. Miner., 1876. 478. — Spaltb. hexaëdrisch meist nur sehr unvollk. und kaum in Spuren bemerkbar, Bruch muschelig bis uneben; spröd; H. = 6 ... 6,5, beim Anschlagen unter Schwefelgeruch Funken sprühend; G. = 4,9 ... 5,2, im ganz reinen Zustand nach *v. Zepharovich* 5,18; durch innige Beimengung von Quarz, oder begonnene Zersetzung niedriger. Speisgelb, zuweilen in goldgelb geneigt, oft braun, selten bunt angelaufen, Strich bräunlichschwarz. Thermoëlektrisch (vgl. S. 277). —

Chem. Zus.: Doppeltschwefeleisen, das Eisenbisulfid[1]) $FeS^2$, mit 46,70 Eisen und 53,30 Schwefel, zuweilen etwas goldhaltig oder silberhaltig, nicht selten kupferhaltig, manganhaltig oder mit Spuren von Kobalt, Arsen und Thallium; gibt im Kolben freien Schwefel und etwas schwefelige Säure, worauf er sich wie Magnetkies verhält; v. d. L. erhitzt entzündet er sich und brennt mit blauer Flamme, wobei ebenfalls FeS zurückbleibt; Salpetersäure löst ihn unter Abscheidung von Schwefel, während ihn Salzsäure fast gar nicht angreift. — Der Eisenkies hat eine ungemein weite und verschiedenartige Verbreitung. Er bildet bald für sich, bald mit Kupferkies und Magnetkies selbständige Lager und Stöcke (Rio Tinto und Huelva in Spanien, Meggen an der Lenne, Schmöllnitz in Ungarn, Drontheim, Ducktown in Tennessee). — Drusen schöner Krystalle in den stockförmigen Massen von Magnetit bei Traversella und Brosso in Piemont, von Eisenglanz auf Elba; prächtige eingewachsene in dem Spatheisenlager von Waldenstein in Kärnten. — Ueberaus verbreitet auf den verschiedensten Erzgängen namentlich mit anderen Schwefelmetallen, doch auch mit oxydischen Erzen und Carbonaten (Gruben des Siegener Landes und des Harzes, Cornwall). Auf den Fahlbändern (S. 359) reichlich vorhanden. — Accessorischer Gemengtheil vieler namentlich etwas zersetzter Eruptivgesteine (zumal in Diabasen, Propyliten, Andesiten, z. B. Bélabánya in Ungarn). — Einzelne eingewachsene Krystalle oder derbe linsenförmige Massen in den krystallinischen Schiefern (Talkschiefern, Chloritschiefern, Phylliten), ähnlich in alten sedimentären Thonschiefern und Schieferthonen (Potschappel). — Concretionen und einzelne Krystalle in Thonen und Mergeln (Grossalmerode, die Zwillinge des Eisernen Kreuzes im Keupermergel von Vlotho bei Minden). Feinstvertheiltem Eisenkies wird die bläuliche Farbe mancher Thone und Kalksteine zugeschrieben. Als feine Imprägnation in den deshalb bei der Zersetzung Thonerdesulfat bildenden sog. Alaunschiefern. — Als Concretionen, Schnürchen und Körner in Stein- und Braunkohlen. — Als Vererzung von pflanzlichen und animalischen Resten (z. B. innerhalb der Schalen von Cephalopoden). Bei den letztgenannten Vorkommnissen erscheint der E. als Reductionsproduct von Eisensulfatlösungen (S. 376). Umgekehrt entsteht aus dem E. beim Liegen an feuchter Luft Eisenvitriol und freie Schwefelsäure. Die dadurch freiwerdende Wärme veranlasst manchmal die Selbstentzündung von Kohlenhalden. Die gebildete Schwefelsäure kann benachbarten Kalkstein in Gyps, Thon in Thonerdesulfat umwandeln. Bei Gegenwart von sauerstoffhaltigen Gewässern und Carbonaten wird der E. zu Goethit, dieser dann wohl zu Eisenoxyd umgewandelt.

**Gebrauch.** Der Eisenkies wird für sich nur zur Gewinnung von Eisenvitriol, Alaun, Schwefelsäure und Schwefel benutzt, wobei die Rückstände als gelbe und rothe Farben oder auf einen Kupfergehalt verwerthet werden; bei manchen Hüttenprocessen bildet er einen wichtigen Zuschlag und der goldhaltige wird auch auf Gold verarbeitet.

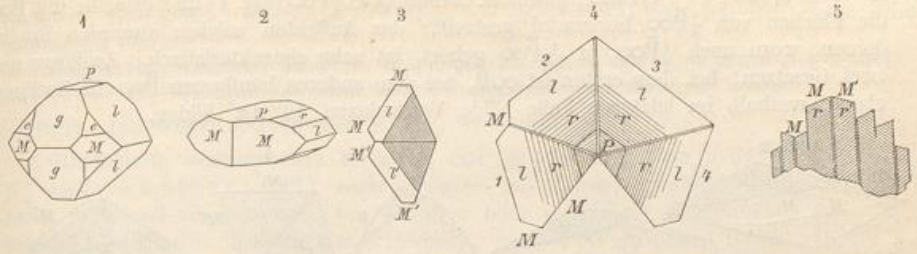
## Markasit, *Haidinger* (Strahlkies, Wasserkies).

Rhombisch; $\infty P$ (*M*) 105° 5′, $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ (*r*) 135° 17′, $\breve{P}\infty$ (*l*) 78° 2′, $\bar{P}\infty$ (*g*) 63° 40′ nach *Sadebeck*; Combinationen verschieden, indem ausser den genannten Formen besonders noch $0P$ (*P*) und P (*c*) auftreten; $P : c = 116° 14'$. A.-V. = 0,7661 : 1 : 1,2341.

---

1) Pyrit und Markasit werden im geschlossenen Rohr durch eine $CuSO^4$-Lösung ganz zersetzt und bei der Titrirung mit $KMnO^4$ zeigt sich, dass im Markasit alles Eisen in der Ferroform (als zweiwerthig) vorhanden ist, während der Pyrit nur $\frac{1}{2}$ des Eisens (8,94 pCt.) in der Ferroform, dagegen $\frac{4}{5}$ in der Ferriform (als dreiwerthig) enthält. Darnach scheint der auch leichter zersetzbare Markasit die ungesättigte Verbindung $\overset{II}{Fe}S^2$ darzustellen, wogegen die Formel des Pyrits $\overset{II}{Fe}S^2 . 4\overset{III}{Fe}S^2$ wäre. Bei der Oxydation an der Luft liefert Markasit fast auch nur Ferrosulfat, Pyrit bildet daneben auch die Ferriverbindungen Goethit und Limonit (*A. P. Brown*).

Krystalle entweder tafelartig oder schmal säulenförmig oder pyramidal; die Comb. Fig. 1 ist nicht unähnlich einer regulären Comb. von $0.\infty 0.\infty 0\infty$. Zwillinge häufiger:




einestheils nach $\infty P$ (die oft cyklisch verwachsenen Zwillinge des Speerkieses, Fig. 3 und 4, wobei die Brachydomen nebst der Basis sich sehr stark ausdehnen und die einspringenden Winkel des Zwillingsprismas ganz oder zum grossen Theil verdecken); — anderentheils seltener nach $\breve{P}\infty$; bei Vierlingen von Littmitz und Altsattel fand *Groth* zwei Individuen nach $\breve{P}\infty$ verwachsen, während mit jedem derselben noch ein Krystall nach $\infty P$ verwachsen ist. Auch kammförmige gezähnelte Gruppen (Kammkies, Fig. 5, durch repetirte Zwillingsbildung ebenfalls nach $\infty P$ gebildet, wobei $\infty P$ und $\breve{P}\infty$ gewöhnlich im Gleichgewicht stehen). Ferner kugelige, traubige, nierförmige, stalaktitische, knollige Gruppen, und Aggregate von radial stengeliger und faseriger (Strahlkies), oder von dichter Zusammensetzung (Leberkies oder Hepatopyrit, mit minderem, fast nur halbmetallischem Glanz, bisweilen etwas thalliumhaltig); in Pseudomorphosen zumal nach Magnetkies und Pyrit, auch nach Eisenglanz, Fluorit, Baryt, Calcit, Dolomit, Wolframit, Galenit, Silberglanz, Stephanit, Miargyrit, Silberblende, Kupferkies, Zinkblende. Häufig derb und eingesprengt, und nicht selten als Vererzungsmittel in organischen Formen. — Spaltb. nach $\infty P$ undeutlich, Spuren nach $\breve{P}\infty$, Bruch uneben; spröd; H. = 6...6,5; G. = 4,55...4,88, etwas abweichend von Eisenkies; graulich speisgelb, bisweilen fast grünlichgrau; anlaufend, Strich dunkel grünlichgrau. — Chem. Zus. übereinstimmend mit Eisenkies, also (rhombisches) $FeS^2$; ist gewöhnlich der Verwitterung und Vitriolescirung sehr stark und noch stärker als der Eisenkies unterworfen; nach *Plattner* zeigt der Leberkies eine kleine Beimischung von Schwefelkohlenstoff. V. d. L. und gegen Säuren wie Eisenkies. — Ebenfalls sehr, wenn auch nicht so weit wie der Eisenkies verbreitet. Gleichfalls auf Erzgängen (Clausthal, Zellerfeld, Freiberg, Przibram, Schemnitz); sehr häufig als Krystallgruppen u. a. Concretionen in Mergeln, Thonen, Kalken (Littmitz und Altsattel in Böhmen, Kreidemergel von Folkestone und Misdroy, Jurakalk von Limmer bei Hannover). Die strahligen Kugeln sind oft nicht leicht von Eisenkies zu unterscheiden. — Nicht selten sind Krystalle von Markasit und Eisenkies regelmässig verwachsen, und zwar zufolge *Sadebeck* nach zwei Gesetzen: 1) die Verticalaxe und eine Zwischenaxe ($ab$) des Markasits fallen mit zwei Hauptaxen des Eisenkieses zusammen; 2) die Verticalaxe des Markasits fällt mit einer Hauptaxe des Eisenkieses, die Brachydiagonale $a$ mit einer rhombischen Zwischenaxe des letzteren zusammen.

Zum Markasit gehören *Breithaupt*'s Weicheisenkies oder Wasserkies (H. = nur 3...4), sowie dessen Kyrosit von der Grube Briccius bei Annaberg mit ganz geringem Gehalt an Cu und As. — Einen grösseren Gehalt (etwas über 4 pCt.) an As besitzt der Kausimkies oder Lonchidit (Freiberg, Schneeberg, Cornwall), welcher frisch die lichte zinnweisse Farbe des Arsenkieses und die Zwillingsbildung des Speerkieses zeigt.

**Gebrauch.** Hauptsächlich zur Darstellung von Eisenvitriol und Schwefelsäure.

## Arsenkies oder Arsenopyrit, *Glocker* (Arsenikkies, Misspickel).

Rhombisch, isomorph mit Markasit (S. 305); $\infty P$ ($M$) 111° 12′, $\frac{1}{4}\breve{P}\infty$ ($r$) 146° 28′, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ ($n$) 117° 52′, $\breve{P}\infty$ ($l$) 79° 22′, $\bar{P}\infty$ ($g$) 59° 12′ nach *Miller*, doch schwanken die

Winkel etwas; *Arzruni* fand ∞P an verschiedenen Fundpunkten zwischen 110° 49′ und 112° 17′ liegend, *Rumpf* an den Krystallen von Schladming ∞P = 112° 23′; A.-V. = 0,6851 : 1 : 1,1859; gewöhnl. Combb. ∞P.$\frac{1}{4}\breve{P}\infty$ (Fig. 1) und dieselbe mit $\overline{P}\infty$; die Flächen von $\frac{1}{4}\breve{P}\infty$ horizontal gestreift; das Auftreten solcher stumpfen Brachydomen, wozu auch $\frac{1}{6}\breve{P}\infty$, ja $\frac{1}{24}\breve{P}\infty$ gehört, ist sehr charakteristisch. Zwillinge nach zwei Gesetzen; bei dem ersten ist ∞P, bei dem anderen häufigeren $\overline{P}\infty$ die Zwillingsebene, weshalb im letzteren Falle beide Verticalaxen 59° 12′ bilden.

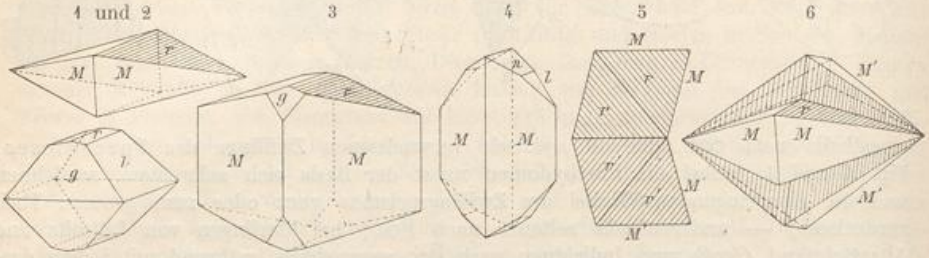



Fig. 1. ∞P.$\frac{1}{4}\breve{P}\infty$; sehr gewöhnlich, das Prisma oft verlängert; die charakteristische Streifung des Brachydomas ist auf einer seiner Flächen angedeutet.
Fig. 2. $\overline{P}\infty.\breve{P}\infty.\frac{1}{4}\breve{P}\infty$; erscheint fast wie eine rectanguläre Pyramide.
Fig. 3. ∞P.$\frac{1}{4}\breve{P}\infty.\overline{P}\infty$; das Prisma ist noch viel länger als im Bilde.
Fig. 4. ∞P.$\frac{1}{2}\breve{P}\infty.\breve{P}\infty$; auch am Kobaltarsenkies; oft auch mit $\overline{P}\infty$.
Fig. 5. Zwilling der Comb. Fig. 1 nach dem ersten Gesetz, in der Horizontalprojection; die beiderseitigen Streifensysteme bilden 111° 12′.
Fig. 6. Zwilling der Comb. Figur 1, nach dem zweiten Gesetz.

Krystalle meist kurz säulenförmig bis tafelartig, doch auch, wie Fig. 3 und 4, nach der Verticalaxe langgezogen, einzeln eingewachsen, oder aufgewachsen und zu Drusen verbunden; auch körnige und stengelige Aggregate, in welchen letzteren die Endflächen aller Individuen oft zu einer einzigen convexen Fläche verbunden sind; häufig eingesprengt; selten in Pseudomorphosen nach Magnetkies und Stephanit. — Spaltb. nach ∞P ziemlich deutlich, bisweilen auch nach 0P; Bruch uneben; spröd; H. = 5,5...6; G. = 6...6,2; silberweiss bis fast licht stahlgrau, Strich schwarz. — Chem. Zus. der meisten Varietäten **FeAsS**, was eigentlich 34,33 Eisen, 46,02 Arsen, 19,65 Schwefel erfordert; doch zeigen die älteren und *Loczka's* neuere Analysen manchmal nicht unerhebliche Abweichungen von dieser Formel oder selbst von derjenigen **Fe(As,S)²**; die Differenzen der Prismenwinkel scheinen zufolge *Arzruni* mit der relativen Betheiligung des Schwefels in Verbindung zu stehen. — Gibt im Kolben erst ein rothes, dann ein braunes Sublimat von Schwefelarsen, worauf noch metallisches Arsen sublimirt wird; schmilzt auf Kohle zu einer schwarzen oder tombackbraunen, drusigen magnetischen Kugel, welche sich wie Magnetkies verhält, bisweilen auch die Reaction auf Kobalt gibt. In Salpetersäure löslich unter Abscheidung von Schwefel und arseniger Säure. — Auf vielen Erzgängen weitverbreitet, vergesellschaftet namentlich mit Silber-, Kobalt- oder Nickelerzen: Freiberg, Munzig, Hohenstein, Andreasberg, Mitterberg in Salzburg, Rodna, Sala in Schweden; auch auf Zinnerzgängen (Altenberg, Zinnwald, Schlaggenwald, Joachimsthal); eingesprengt im Serpentin von Reichenstein in Schlesien, im körnigen Kalk von Auerbach, im Dolomit des Binnenthals im Wallis. Aus Arsenkies bildet sich secundär Pittizit, auch Skorodit. Die kreuzförmigen Gestalten des sog. Cruciliths im Thonschiefer von Clomnell in Irland, hauptsächlich aus Eisenoxyd bestehend, sind umgewandelter Arsenkies (nicht Staurolith).

Manche Arsenkiese enthalten ein wenig Silber (Weisserz, z. B. von Bräunsdorf) oder eine Spur Gold; in anderen wird ein Theil des Eisens durch 6—9 pCt. Kobalt ersetzt (Kobaltarsenkies; **(Fe, Co) AsS**); Skutterud in Norwegen, Vena in Schweden. — Hierher gehört auch der Danait von Franconia in New-Hampshire (mit 6,45 Kobalt), dessen in Gneiss eingewachsene Krystalle eigenthümliche, nach der Axe *a* säulenförmig verlängerte und gestreifte

Combinationen zeigen; nach *Becke* ist ∞P 112° 6′, P̆∞ 80° 13′. Der Danait stellt den Übergang vom Arsenkies zum Glaukodot dar. — Der Geierit von Geier in Sachsen ist ein Arsenkies mit grösserem Arsengehalt; *Breithaupt*'s Plinian nur ein Arsenkies von verzerrten, anscheinend monoklinen Formen.

**Gebrauch.** Arsenkies dient zur Gewinnung von Arsen, arseniger Säure und Schwefelarsen; Weisserz wird noch auf Silber, und Kobaltarsenkies zur Blaufarbe benutzt.

**Löllingit,** *Haidinger* (Arseneisen z. Th., Arsenikalkies).

Rhombisch, isomorph mit Markasit; ∞P (*d*) 112° 27′, P̄∞ (*o*) 56° 57′, P̆∞ 78° 5′; A.-V. = 0,669 : 1 : 1,233 nach *Brögger* und *Dana*; gewöhnl. Comb. ∞P.P̄∞; meist derb und eingesprengt, von körniger oder stengeliger Zusammensetzung. — Spaltb. basisch ziemlich vollk., nach P̆∞ unvollk., Bruch uneben; spröd; H. = 5…5,5; G. = 7,1…7,4; silberweiss in stahlgrau geneigt, Strich schwarz. — Chem. Zus.: **FeAs²**, was 27,25 Eisen und 72,75 Arsen erfordern würde; indessen ist immer etwas Schwefel (1 bis 6 pCt.) vorhanden, was durch eine Beimischung von FeS² (Markasit) oder von FeAsS (Arsenkies) erklärt wird. Ein L. aus Gunnison Co., Colorado, ergab nach *Hillebrand* 4,3 pCt. Co und 0,2 Ni statt Fe. — Gibt im Kolben ein Sublimat von metallischem Arsen (kein rothes Sublimat), im Glasrohr arsenige Säure, auf Kohle starken Arsengeruch; v. d. L. in der Red.-Fl. schwer schmelzbar zu einer unmagnetischen Kugel, welche bei einem grösseren Schwefelgehalt des Minerals einen Mantel von tombackbraunem drusigem magnetischem FeS besitzt; in Salpetersäure löslich unter Abscheidung von arseniger Säure. — Seltener als Arsenkies: Reichenstein in Schlesien (glänzende Nadeln in Serpentin), Lölling bei Hüttenberg in Kärnten (im Eisenspath), Schladming in Steiermark; Andreasberg; Geier und Breitenbrunn in Sachsen. Liefert wohl bei Verwitterung Skorodit.




**Gebrauch.** Das Arseneisen wird zur Bereitung arseniger Säure benutzt.

Ein Löllingit-Arseneisen mit etwas Co, S und Sb ist auch *Sandberger*'s Glaukopyrit von Guadalcanal in Andalusien; dünne, frisch lichtbleigraue, aber bald dunkler werdende Schalen, welche mit gleich dünnen Schalen grossblätterigen Kalkspaths abwechseln und auf ihrer Oberfläche kammartig zusammengehäufte Krystall-Ausstriche zeigen, die auf zwillingsartige Durchkreuzung rhombischer Tafeln zu verweisen scheinen.

Andere Verbindungen von Eisen und Arsen, welche ungefähr auf die Formel $Fe^3As^4$, auch $Fe^2As^3$ oder $Fe^3As^5$ führen, wurden von *v. Zepharovich* Leukopyrit genannt; sie kommen ebenfalls im Serpentin von Reichenstein vor, und auf diese, mit dem Löllingit nicht isomorphen Substanzen beziehen sich wahrscheinlich die älteren Messungen von diesem Fundpunkt, die für P 122° 26′, für P̄∞ 51° 20′ ergaben und früher als FeAs² zu gelten schienen; bei Reichenstein scheint der (goldhaltige) Leukopyrit häufiger zu sein, als der Löllingit. Ersterer findet sich auch zu Przibram.

**Kobaltglanz,** Glanzkobalt, Kobaltin.

Regulär und zwar parallelflächig-hemiëdrisch, isomorph mit Eisenkies; Formen und Combb. ähnlich denen des letzteren, doch minder reich; namentlich sehr häufig die S. 55 f. in den Figg. 81, 83, 84, 86, 87 dargestellten Combinationen; Krystalle meist eingewachsen (im Kupferkies), auch körnige und stengelige Aggregate. — Spaltb. hexaëdrisch vollk.; spröd; H. = 5,5; G. = 6,0…6,3; röthlich silberweiss, oft grau angelaufen, Strich graulichschwarz; stark glänzend; in thermoëlektrischer Hinsicht verhalten sich die Krystalle ähnlich wie die des Eisenkieses. — Chem. Zus. analog der des Eisenkieses: **CoAsS**, mit 35,41 Kobalt, 45,26 Arsen und 19,33 Schwefel; doch werden meist einige Procent Co durch Fe ersetzt. Im Kolben geglüht verändert er sich gar nicht, gibt also kein Sublimat von metallischem Arsen; im Glasrohr stark geglüht gibt er schwefelige Säure und arsenige Säure; auf Kohle entwickelt er starken Arsenrauch und schmilzt zu einer grauen, schwach magnetischen Kugel; nach der Abröstung gibt er mit Borax die Reaction auf Kobalt; in Salpetersäure löslich unter Abscheidung von arseniger Säure und Schwefel; die Solution ist roth und wird durch Zusatz von Wasser nicht getrübt. — Auf Erzlagern in krystallinischen Schiefern (Gneissen, Glimmerschiefern, körnigen Kalken), namentlich begleitet

von Kupferkies, Eisenkies, Magnetit; Tunaberg, Vena, Riddarhytta in Schweden, Skutterud in Norwegen; ähnlich im Glimmerschiefer von Querbach in Schlesien. Auf Erzgängen bei Siegen; Daschkessan bei Elisabethpol am Kaukasus (bis 2 Fuss mächtiges Lager).

**Gebrauch.** Der Glanzkobalt ist eines der reichsten Erze für die Blaufarbenfabrikation.

**Glaukodot,** *Breithaupt.*

Rhombisch, mit ganz denen des Arsenkieses ähnlichen Winkeln und Formen, wie *Tschermak* zuerst darthat, jedoch nicht nur mit prismatischer, sondern auch mit deutlicher basischer Spaltb.; ∞P nach *Lewis* schwankend zwischen 110°20′ und 111°3′; P̆∞ 79°58′; A.-V. = 0,6942:1:1,1924; Zwillinge nach ∞P und P̄∞, wie beim Arsenkies. G. = 5,915 ... 6,18; dunkel zinnweiss. — Ein sehr kobaltreicher Arsenkies (**Fe, Co**) (**As, S**)$^2$, welcher sich dem S. 420 erwähnten Kobaltarsenkies und Danait anschliesst; oder auch die rhombische Dimorphie der Substanz eines sehr eisenreichen Kobaltglanzes. Die Var. aus Chile lieferte 24,8 Co und 11,9 Fe, die schwedische 16,6 Co und 19,34 Fe. Gibt im Kolben ein Sublimat von metallischem Arsen, auf Kohle starken Arsengeruch, mit Salpetersäure eine rothe Solution, welche mit Chlorbaryum stark auf Schwefelsäure reagirt. — Gangweise im Chloritschiefer zwischen Huasco und Valparaiso in Chile, mit Kupferkies, Quarz, Axinit; Håkansbo in Schweden.

Alloklas nannte *Tschermak* ein bei Oravicza in breitstengeligen Aggregaten, innerhalb eines körnigen Kalkspaths vorkommendes stahlgraues Mineral, dessen seltene und sehr kleine Krystalle sich der Form des Arsenkieses nähern. — Spaltb. vollk. nach ∞P, deutlich nach 0P. Nach den Analysen von *Frenzel* ist es ein Glaukodot oder Kobaltarsenkies, in welchem Arsen durch (z. B. 28,33 pCt.) Wismut ersetzt ist, also (**Co, Fe**) (**As, Bi**) S; mit Wismutglanz, auch wohl mit ged. Wismut vermengt.

## Speiskobalt, *Werner*, oder Smaltin, *Beudant.*

Regulär; ∞O∞, O, seltener auch ∞O und 2O2; häufigste Combb. ∞O∞.O und ∞O∞.∞O, Fig. 32 und 33, S. 44; nach *Groth* ist auch parallelflächige Hemiëdrie nachzuweisen; die Flächen von ∞O∞ oft etwas convex, wie gequollen; die Krystalle nicht selten rissig, wie zerborsten, meist in Drusen vereinigt; auch gestrickt, staudenförmig, spiegelig, traubig, nierförmig und eingesprengt, von körniger bis dichter, selten von feinstengeliger Zusammensetzung. — Spaltb. nur ganz undeutlich nach ∞O∞ und O, Bruch uneben; spröd; H. = 5,5; G. = 6,37 ... 7,3; zinnweiss bis licht stahlgrau, dunkelgrau oder bunt anlaufend, durch Umwandlung in Kobaltblüthe häufig roth beschlagend; Strich graulichschwarz, meist nicht stark glänzend. — Chem. Zus. zum grossen Theil **CoAs**$^2$, was 28,12 Kobalt und 71,88 Arsen erfordern würde; doch wird stets von ersterem ein mehr oder weniger bedeutender Antheil durch Fe, oft auch ein ansehnlicher Theil durch Ni vertreten (Uebergang zum Chloanthit), ferner ist meist eine geringe Menge von Schwefel als RS$^2$ in isomorpher Mischung vorhanden, also allgemein (**Co, Fe, Ni**) (**As, S**)$^2$; die nickelreicheren sog. Speiskobalte sind eigentlich schon richtiger als Chloanthit zu betrachten; die sehr eisenreichen Varr. (mit 10 bis 18 pCt. Fe) haben das höhere Gewicht 6,9 ... 7,3, und graue Farbe, daher sie als Grauer Speiskobalt oder Eisenkobaltkies von den übrigen als Weissem Speiskobalt unterschieden wurden. — Viele Vorkommnisse aber führen nicht auf die Formel (Co, Ni, Fe)As$^2$, sondern — abgesehen von dem abermaligen Gehalt an RS$^2$ — auf die Formeln R$^2$As$^3$, R$^4$As$^5$, R$^3$As$^5$, R$^2$As$^5$. Da es jedoch kaum anzunehmen ist, dass so verschiedene Arsenide unter einander isomorph sein sollten, so kam die Vermuthung zur Geltung, dass diese Analysen, welche sich sowohl auf Krystalle, als auf derbe Varietäten beziehen, an mechanisch verunreinigtem Material angestellt seien, indem die Substanz CoAs$^2$ bei zu hohem Co-Gehalt CoAs, bei zu geringem Co-Gehalt CoAs$^3$ oder freies Arsen beigemengt enthalten habe, wie denn auch der Chloanthit sehr häufig makroskopisch erkennbares röthliches NiAs beigemengt besitzt. *Groth* beobachtete in der That auf der mit Salpetersäure oder Chlorwasser behandelten polirten Schlifffläche eines Krystalls übereinandergelagerte abwechselnde Schichten eines leichter und eines schwerer angreifbaren Körpers, von denen der eine nach *Vollhardt* arsenreicher ist als der andere. An

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vielen Vorkommnissen von Sp. (und Chloanthit) konnte *Baumhauer* nach dem Aetzen oder Erhitzen wahrnehmen, dass die Krystalle deutlich aus verschiedenen Substanzen aufgebaut sind, wobei die Verbindung bald ganz unregelmässig, bald concentrisch zonar, bald eine solche in parallelen Streifen oder Bändern ist. — Gibt im Glasrohr ein krystallinisches Sublimat von arseniger Säure; sublimirt im Kolben Arsen, doch nur bei sehr starker Erhitzung; schmilzt auf Kohle leicht unter starkem Arsenrauch zu magnetischer Kugel, welche mit Borax die Reaction auf Kobalt, oft auch auf Nickel gibt; von Salpetersäure leicht zersetzt, gibt in der Wärme unter Abscheidung von arseniger Säure eine rothe Solution. — Auf den sog. Kobaltgängen des Erzgebirges mit Silbererzen, Wismut u. s. w. zu Schneeberg (wo übrigens ein grosser Theil des sog. Speiskobalts nach *Breithaupt* Chloanthit ist), Marienberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt; auf Rücken im Kupferschiefer zu Riechelsdorf und Bieber; mit Eisenspath und Kupfererzen zu Schladming, Dobschau in Ungarn; ferner Allemont, Cornwall, La Motte in Missouri.

Ein rhombisch krystallisirendes Mineral, welches die Zus. des Speiskobalts besitzt (und ebenfalls das Verhältn. von R und As nicht constant als 1:2 zeigt) ist *Breithaupt*'s Safflorit (vorübergehend von *Sandberger* Spathiopyrit genannt); das Vorkommen von Bieber zeigt quirlförmige Vierlingskrystalle der Comb. $\infty P.m\breve{P}\infty$ mit stark glänzendem Makrodoma; Zusammensetzungsfläche $\infty P$; G. = 7,1; zinnweiss, doch bald dunkel stahlgrau anlaufend. Das Mineral ist auch bekannt von Reinerzau bei Wittichen und von Schneeberg (*G. Rose*'s Arsenikkobalt), von der Kogrube in Nordmarken (fast nickelfrei). Vielleicht gehört ein Theil des stengeligen sog. Speiskobalts zu dieser rhombischen Modification.

**Gebrauch.** Der Speiskobalt ist eines der wichtigsten Erze für die Blaufarbenwerke; als Nebenproduct liefert er noch arsenige Säure und Nickel; auch wird er bei der Email- und Glasmalerei benutzt.

## Arsennickelglanz, Nickelglanz z. Th., Gersdorffit, Nickelarsenkies.

Regulär; O, $\infty O\infty$, zuweilen $\frac{\infty O 2}{2}$, also parallelflächig-hemiëdrisch; gewöhnlich in körnigen Aggregaten; Spaltb. hexaëdrisch, ziemlich vollk., Bruch uneben; spröd, H. = 5,5; G = 5,6...6,7; silberweiss in stahlgrau geneigt, grau und graulichschwarz anlaufend. Die meisten Analysen führen auf die Formel **NiAsS**, welche 35,41 Nickel, 45,26 Arsen und 19,33 Schwefel erfordert, wobei jedoch ein Theil des Ni durch 2 bis 6 pCt. Fe, auch wohl durch ganz geringe Mengen von Co ersetzt wird; die krystallisirte Var. von Schladming und die von Prakendorf in Ungarn ist aber nach den Analysen eine Verbindung von $RS^2$ (nicht mit $RAs^2$, sondern) mit bald $R^2As^3$, bald 2RAs (wobei R = Ni, Fe, Co), so dass sich hier Aehnliches wie beim Speiskobalt wiederholt. Zerknistert im Kolben heftig, und gibt stärker erhitzt ein reichliches Sublimat von gelblichbraunem Schwefelarsen; der Rückstand ist roth und verhält sich wie Rothnickelkies; gibt im Glasrohr arsenige und schwefelige Säure; schmilzt v. d. L. unter Entwickelung von Arsendämpfen zu einer Kugel. In Salpetersäure theilweise löslich unter Abscheidung von Schwefel und arseniger Säure, die Sol. ist grün. — Loos in Helsingland (Schweden); Schladming in Steiermark mit Rothnickelkies. Lobenstein im Vogtland, Tanne und Harzgerode am Harz mit Antimonnickelglanz, Müsen im Siegenschen mit Gehalt an Wismut. Verwittert viel rascher als Antimonnickelglanz.

Zwischen den Arsennickelglanz und den folgenden Antimonnickelglanz schiebt sich als ächtes Mittelglied der Korynit ein; er bildet Oktaëder, nur selten vereinzelt, meist nach einer Hauptaxe reihenförmig gruppirt; auch kugelige, keulenförmige Aggregate von faseriger Textur; Spaltb. hexaëdrisch unvollk.; H. = 4,5...5; G. = 5,994; silberweiss in stahlgrau geneigt, grau, gelb und blau anlaufend. — Chem. Zus. entspricht Ni(As,Sb)S, mit 28,9 Nickel, 2,0 Eisen, 37,8 Arsen, 13,4 Antimon, 17,2 Schwefel; er ist daher ein Antimon-Arsennickelglanz. — Olsa in Kärnten, in Kalkspath und Eisenspath; Gosenbach bei Siegen.

Die Substanz des Antimon-Arsennickelglanzes ist dimorph; rhombisch liegt sie mit 38,8 Arsen und 13,3 Antimon in dem glänzend silberweissen bis zinnweissen Wolfachit *Sandberger*'s von Wolfach vor, der in den Formen des Arsenkieses krystallisirt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Antimonnickelglanz,** Nickelglanz z. Th., Ullmannit.

Regulär; gewöhnl. Formen O, $\infty O\infty$, $\infty O$; bei den Krystallen von Montenarba, welche chemisch genau die normale Zus. ergaben, beobachtete *C. Klein* an dem vorwaltenden Würfel ausser $\infty O$ auch unzweifelhaft das Pentagondodekaëder $\frac{\infty O 2}{2}$; den parallelflächig-hemiëdrischen Charakter stellte auch *Laspeyres* für die Krystalle von Wilnsdorf bei Siegen fest. Die schönen Krystalle von Lölling sind dagegen nach *v. Zepharovich* geneigtflächig-hemiëdrisch [1]), indem an ihnen beide Tetraëder sowie untergeordnet das Trigondodekaëder $\frac{2O2}{2}$, das Deltoiddodekaëder $\frac{2O}{2}$ und einige andere hemiëdrische Formen auftreten. Die Krystalle, von empirisch genau derselben chem. Zus., sind fast immer vollkommene Durchkreuzungszwillinge.

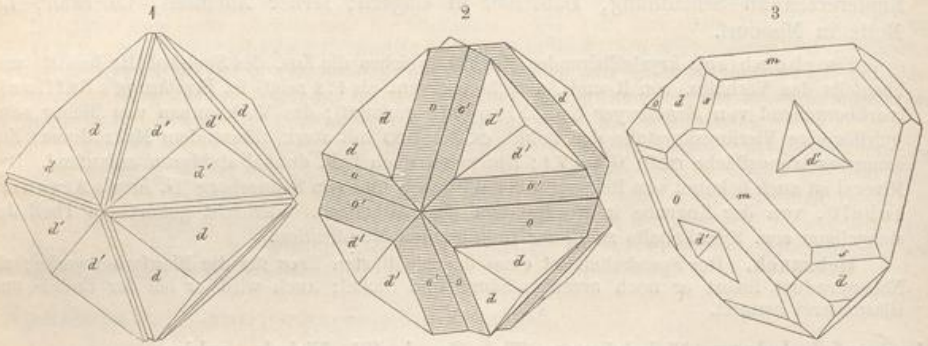



Fig. 1. Zwilling von $\frac{O}{2} \cdot \infty O$; derselbe erscheint fast wie ein Rhombendodekaëder, dessen Flächen längs der Makrodiagonale eingekerbt sind.

Fig. 2. Aehnlicher Zwilling, wobei die beiderseitigen Tetraëder mehr vorwalten.

Fig. 3. Das grössere Individuum zeigt die Comb. $\frac{O}{2} \cdot \infty O \cdot \frac{2O2}{2} \cdot \frac{2O}{2} \cdot -\frac{O}{2}$; mit ihm ist ein kleineres verwachsen, welches nur mit den trigonalen Ecken von $\infty O$ über den Tetraëderflächen des ersteren hervorragt.

Die einfacheren Krystalle anderer Fundorte zeigen Gestalten, welche wie die holoëdrischen Combinationen $O.\infty O\infty$ und $O.\infty O$ aussehen. Meistens nur in körnigen Aggregaten und eingesprengt. — Spaltb. hexaëdrisch vollk., Bruch uneben; spröd. H. = 5 ... 5,5; G. = 6,2 ... 6,5, auch etwas darüber; bleigrau bis stahlgrau, graulichschwarz oder bunt anlaufend. — Chem. Zus.; **NiSbS**, mit 27,88 Nickel, 56,90 Antimon und 15,22 Schwefel, bisweilen mit etwas As statt Sb. Im Glasrohr gibt er Antimonrauch und schwefelige Säure; auf Kohle schmilzt er und dampft stark, gibt auch gewöhnlich etwas Arsengeruch; conc. Salpetersäure greift ihn stark an, indem sich Schwefel, Antimonoxyd und auch oft arsenige Säure abscheiden; Salpetersalzsäure löst ihn unter Abscheidung von Schwefel vollkommen, die Solution ist grün. — Auf Gängen: Gosenbach, Eisern, Freusburg u. a. Punkte im Siegenschen; Harzgerode; Lobenstein; Lölling, Waldenstein und Rinkenberg in Kärnten; Montenarba bei Sarrabus auf Sardinien in Kalkspath; Anglas-Grube bei Eaux-bonnes, Pyrenäen.

Der recht gut hexaëdrisch spaltbare lichtbläulichgraue Kallilith von Schönstein an der Sieg ist nach *Laspeyres* ein Antimonnickelglanz, welchem ein entsprechender Wismutnickelglanz NiBiS zugemischt ist (Sb 44,6, Bi 14,9 pCt). — In dem sehr seltenen zinnweissen und

[1]) Diese der Pyritgruppe sonst fremde Art der Hemiëdrie an den Krystallen von Lölling wurde später durch *C. Klein* bestätigt. Über die Vermuthung, dass das auffallende Nebeneinandervorkommen beider regulärer Hemiëdrieen durch eine Tetartoëdrie zu erklären sei, s. S. 416. *Miers* beschrieb Krystalle von Sarrabus, die vermöge der Streifungen auf den Würfelflächen nur als Zwillinge tetartoëdrischer und enantiomorpher Individuen gelten können.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

stahlgrauen Willyamit von Broken Hill in Australien liegt ein Antimonnickelglanz vor, in dem ungefähr die Hälfte des Ni durch Co vertreten ist, (Ni, Co) SbS.

**Chloanthit,** *Breithaupt* (Weissnickelkies und Arsennickelkies z. Th.).

Regulär und zwar parallelflächig-hemiëdrisch; O, $\infty O\infty$, $\infty O2$, letzteres als Pentagondodekaëder; $\infty O$ und $2O2$ untergeordnet; von feinkörniger bis dichter, zuweilen von stengeliger Zusammensetzung, wobei die Stengel in Krystalle auslaufen; Spaltbarkeit undeutliche Spuren; spröd; H. = 5,5; G. = 6,4...6,8; zinnweiss, grau und schwärzlich anlaufend, dabei matt werdend; auch nicht selten grün ausblühend mit Nickelblüthe. — Chem. Zus. wesentlich $NiAs^2$, mit 28,12 Nickel und 71,88 Arsen, doch wird oft etwas Ni durch mehre Procent Fe und Co ersetzt. Gibt im Kolben ein Sublimat von metallischem Arsen, und wird kupferroth, im Glasrohr Arsen und arsenige Säure; auf Kohle schmilzt er leicht, gibt starken Arsenrauch, bleibt lange glühend, umgibt sich mit Krystallen von arseniger Säure und hinterlässt endlich ein sprödes Metallkorn; mit Salpetersäure eine grüne oder gelbliche Solution. — Vorkommen wie beim Speiskobalt: Schneeberg, Riechelsdorf, Grosskamsdorf, Joachimsthal, Dobschau in Ungarn, Allemont, Chatam in Connecticut. — Wie S. 422 u. 423 angedeutet, gehört sehr vieler sog. Speiskobalt eigentlich zu dem Chloanthit.

**Weissnickelkies,** *Breithaupt* (Arseniknickel), Rammelsbergit.

Rhombisch, $\infty P$ 123° bis 124° nach *Breithaupt*; meist derb und eingesprengt, z. Th. in radial feinstengeligen bis faserigen Aggregaten; G. = 7,09...7,19; zinnweiss, im frischen Bruch mit einem Stich in das Rothe. — Chem. Zus. hauptsächlich $NiAs^2$, wie Chloanthit, so dass die Substanz Doppelt-Arsennickel gleich $FeS^2$ dimorph sein würde. — Schneeberg und Riechelsdorf.

**Hauerit,** *Haidinger*; Mangankies.

Regulär, und zwar parallelflächig-hemiëdrisch, wie Eisenkies, nach *Eug. Scacchi* tetartoëdrisch wie Ullmannit; vorwiegend O, auch mit $\infty O\infty$, $\infty O$, $\frac{\infty O2}{2}$ und $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$; Krystalle scharfkantig, einzeln oder zu Kugeln gruppirt in Thon und Gyps, auch stengelige Aggregate. Spaltb. hexaëdrisch, sehr vollk.; H. = 4; G. = 3,4...3,5; dunkel röthlichbraun bis bräunlichschwarz, Strich bräunlichroth, metallartiger Diamantglanz, dünne Lamellen schwach durchscheinend. — Chem. Zus. wesentlich Manganbisulfid, $MnS^2$, mit 46,14 Mangan und 53,86 Schwefel. Im Kolben gibt er viel Schwefel und hinterlässt einen grünen Rückstand, der sich in Salzsäure löst; mit Soda Reaction auf Mangan; durch erwärmte Salzsäure unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff und Abscheidung von Schwefel zersetzbar. — Schwefelwerk Kalinka bei Végles unweit Neusohl in Ungarn; Raddusa bei Catania.

**Sperrylith,** *Penfield.*

Regulär und zwar parallelflächig-hemiëdrisch; gewöhnlich $\infty O\infty$, auch mit O und $\infty O2$ als Pentagondodekaëder. Sehr kleine, bis 0,5 Mm. grosse Kryställchen in Form eines glänzenden Sandes. Fast zinnweiss, ähnlich dem metallischen Platin. G. = 10,602. — Chem. Zus.: das Platin-Biarsenid $PtAs^2$ mit ganz geringen Mengen von Rh, Fe, Sb. Decrepitirt schwach beim Erhitzen; beim Herabfallen auf ein rothglühendes Platinblech schmilzt er augenblicklich unter Ausstossen weisser Dämpfe von Arsentrioxyd; von Königswasser nur schwach angreifbar. — Vermillion Mine, Prov. Ontario, Canada, ursprünglich in Kupferkies eingewachsen; in Alluvialsanden des Cowee-Thales in Nordcarolina mit Rhodolith, Gold, Monazit, Zirkon, Korund u. s. w.

*Wöhler*'s Laurit bildet kleine abgerundete dunkel eisenschwarze Oktaëder in den platinhaltigen Sanden von Borneo und ist wahrscheinlich $RuS^2$ mit kleinem Osmiumgehalt.

---

Fasst man die von S. 416 ab besprochene **isodimorphe** Mineralgruppe zusammen, so findet sich (z. Th. unter der Voraussetzung, dass $RQS = RQ^2 + RS^2$)

| | regulär | rhombisch |
|---|---|---|
| $FeS^2$ | als Eisenkies | als Markasit<br>im Arsenkies mit $FeAs^2$ |
| $FeAs^2$ | im Kobaltglanz mit $CoS^2$ und $CoAs^2$<br>im Speiskobalt mit $CoAs^2$ | als Löllingit<br>im Arsenkies mit $FeS^2$ |

| | regulär | rhombisch |
|---|---|---|
| $CoS^2$ | im Speiskobalt mit $CoAs^2$<br>im Kobaltglanz mit $CoAs^2$ | im Glaukodot mit $CoAs^2$ |
| $CoAs^2$ | als Speiskobalt<br>im Kobaltglanz mit $CoS^2$ | als Safflorit<br>im Glaukodot mit $CoS^2$ |
| $NiS^2$ | im Arsennickelglanz mit $NiAs^2$<br>im Antimonnickelglanz mit $NiSb^2$ | im Wolfachit mit $NiSb^2$ und $NiAs^2$ |
| $NiAs^2$ | als Chloanthit<br>im Arsennickelglanz mit $NiS^2$<br>im Korynit<br>im Speiskobalt mit $CoAs^2$ | als Weissnickelkies<br>im Wolfachit mit $NiS^2$ und $NiSb^2$ |
| $NiSb^2$ | im Antimonnickelglanz mit $NiS^2$<br>im Korynit | im Wolfachit mit $NiS^2$ und $NiAs^2$ |
| $MnS^2$ | als Hauerit | — |
| $PtAs^2$ | als Sperrylith | — |
| $RuS^2$ | als Laurit | — |

Die Sulfide $CoS^2$ und $NiS^2$ sind demnach isolirt noch nicht gefunden.

---

**Magnetkies** oder Pyrrhotin, *Haidinger*.

Hexagonal; A.-V. = 1 : 1,6502 nach *Seligmann* und *Busz*; P Randk. 124° 37′, Polk. 127° 26½′; gewöhnl. Comb. 0P.∞P (*c* und *m*), sowie dieselbe mit P, auch mit ½P (*s*, Randk. 87° 13½′, Polk. 139° 39′) und 2P (*u*); ferner noch ¼P, ∞P2, P2.




Die seltenen Krystalle sind tafelartig oder kurz säulenförmig, oft klein, bei St. Leonhard in Kärnten bis zwei Centimeter gross. Zwillinge nach *Edw. Dana*, wobei ½P Zwillingsfläche ist, und die Hauptaxen beider Individuen nahezu rechtwinkelig sind; meist in schaligen, körnigen bis dichten Aggregaten. — Spaltb. ziemlich vollk. parallel ∞P2 zufolge *Streng*; schalige Zusammensetzung nach 0P, welche oft wie Spaltbarkeit erscheint; spröd; H. = 3,5...4,5; G. = 4,54...4,64; bronzegelb oder Mittelfarbe zwischen speisgelb und kupferroth, tombackbraun anlaufend, Strich graulichschwarz; magnetisch, doch bisweilen sehr schwach und sehr selten polar. — Chem. Zus. nach vielen Analysen schwankend; stets kommt sie nahe an das Verhältniss **FeS** heran, fast immer aber ist in verschiedentlicher Menge etwas zu viel Schwefel vorhanden und nach *Rammelsberg* wäre so die allgemeine Zus. $Fe^nS^{n+1}$; dieselbe schwankt zwischen den äussersten Grenzen von $Fe^5S^6$ bis $Fe^{16}S^{17}$, häufiger nur zwischen $Fe^6S^7$ und $Fe^{11}S^{12}$, alsdann mit einem Eisengehalt von 59,96—61,56 und einem Schwefelgehalt von 40,04—38,44; dies lässt sich als Verbindung von Sulfid und Sesquisulfid oder als ein sehr basisches Sulfoferrat $n$FeS.$Fe^2S^3$ denken. *Habermehl*'s Analysen des M. von Bodenmais führen auf die Formel $Fe^7S^8$; nach *Bodewig* und *Doelter* ist die wahrscheinlichste $Fe^{11}S^{12}$ mit 61,53 Eisen und 38,45 Schwefel. Dass der M. nicht Einfach-Schwefeleisen ist, ergibt sich daraus, dass er sich in Wasserstoffgas erst nachdem er 4—5 pCt. Schwefel verloren hat, in FeS verwandelt. Nach *St. Meunier* soll auch durch Einfach-Schwefeleisen aus einer Lösung von Kupfervitriol das Kupfer eben so vollständig gefällt werden, wie durch Eisen, welche Reaction der Magnetkies niemals zeige; ferner ist das Einfach-Schwefeleisen als solches gar nicht magnetisch. Zu Gunsten der Zusammensetzung FeS wird die formelle Uebereinstimmung mit Troilit (s. unten) und die künstliche Darstellbarkeit dieser Substanz in hexagonalen Krystallen angeführt. — Eine mechanische Beimengung von $FeS^2$, wodurch jener höhere Schwefelgehalt erklärt würde, ist deshalb nicht anzunehmen, weil dieses in Salzsäure immer als unlöslich zurückbleiben müsste. Dagegen konnte *Bodewig* an dem M. von Bodenmais vermittels Schwefelkohlenstoff recht wägbare Quantitäten von beigemengtem Schwefel nachweisen. Viele Magnetkiese

enthalten etwas Nickel, bis zu 5,6 pCt., so dass diese dadurch zu einem wichtigen Nickelerz werden (Snarum, Modum, Sudbury in Canada, Gap Mine in Pennsylvanien); die nickelreichsten scheinen die am schwächsten magnetischen zu sein. Im Kolben unveränderlich; gibt im Glasrohr schwefelige Säure aber kein Sublimat; schmilzt auf Kohle im Red.-F. zu einem graulichschwarzen stark magnetischen Korn; in Salzsäure löslich unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff und Abscheidung von Schwefel. — Die grössten Massen bilden (mit Eisenkies, Kupferkies, auch Bleiglanz sowie verschiedenen Silicaten) besondere Lagerstätten, welche entweder unregelmässig linsenähnliche Einbettungen in krystallinischen Schiefern darstellen (Bodenmais in Bayern, Valsugana in Tirol, Fahlun, Ducktown in Tennessee), oder mehr fahlbandähnlichen Charakter (S. 359) besitzen oder mehr stockförmig auftreten (Val Sesia in Piemont). Auf Erzgängen hin und wieder: Andreasberg, Kupferberg in Schlesien, Kongsberg, Bottino bei Seravezza, gut krystallisirt. Eingewachsen in dem Eisenspathlager von Loben bei St. Leonhard und Waldenstein in Kärnten, im körn. Kalk von Frontenac Co. in Canada (krystallisirt). Auch als accessorischer Gemengtheil in älteren eruptiven Massengesteinen, wo dann wohl an den Grenzen eine Anreicherung des Erzes stattfindet. Mehrfach sind die Krystalle des M. in Markasit (oder Pyrit), selten in Arsenkies umgewandelt.

**Gebrauch.** Der Magnetkies wird zugleich mit anderen Eisenkiesen zur Darstellung von Eisenvitriol benutzt; der mit Gehalt an Nickel zur Gewinnung des letzteren.

Unzweifelhaftes Einfach-Schwefeleisen, **FeS**, (oder Troilit) findet sich in manchen Meteorsteinen und Meteor-Eisenmassen; hexagonal krystallisirt und mit Magnetkies isomorph.

## Kobaltnickelkies, Linnëit, Kobaltkies.

Regulär; O und $O.\infty O\infty$, auch Zwillinge nach O; derb und eingesprengt. — Spaltb. hexaëdrisch unvollk.; spröd; H. = 5,5; G. = 4,8...5,0; röthlich silberweiss, oft gelblich angelaufen. — Chem. Zus. entsprechend der allgemeinen Formel $R^3S^4$, worin R vorwiegend aus Ni und Co besteht und bald Ni vorwaltet (Kobaltnickelkies), bald Co (Nickelkobaltkies); ausserdem stets etwas Fe und Cu. Die Zus. könnte auch als ein Sulfosalz $RS.R^2S^3$ aufgefasst werden. Es ist bemerkenswerth, dass, indem der Kobaltnickelkies so dieselbe Schwefelungsstufe darstellt, wie sie als Oxydationsstufe in der Spinellgruppe ($R^3O^4$) erscheint, er nicht nur das Vorwalten des Oktaëders, sondern sogar die Zwillingsbildung nach O mit den Gliedern der Spinellgruppe theilt. V. d. L. gibt er schwefelige Säure und schmilzt im Red.-F. zu einer grauen, im Bruch bronzegelben magnetischen Kugel; mit Borax die Farbe des Kobalts; in erwärmter Salpetersäure löslich zu rother Solution mit Hinterlassung von Schwefel, die Sol. fällt auf Eisen kein Kupfer. — Gänge von Müsen (schöne Oktaëder, Siegenit genannt); im Gneiss mit Kupferkies zu Bastnaes bei Riddarhytta, in den Kohlenflötzen von Rhonda Valley in Glamorganshire; Mineral Hill in Maryland, Mine la Motte in Missouri.

**Polydymit,** *Laspeyres.*

Regulär; O; namentlich in bis 5 Mm. grossen, nach O polysynthetisch verzwillingten Krystallen, nach der Zwillingsebene meist tafelförmig. — Spaltb. hexaëdrisch ziemlich unvollk.; H. = 4,5; G. = 4,808...4,846; auf dem frischen Bruch lichtgrau, mit der Zeit grau oder gelb anlaufend. Nach *Laspeyres* ist die reine Substanz $R^4S^5$, worin R fast lediglich Ni; der Formel $Ni^4S^5$ entsprechen: 59,69 Nickel, 40,97 Schwefel; ausserdem fanden sich ca. 0,6 Co und 4 Fe. Verunreinigt war der analysirte P. mit ca. 5 pCt. Arsennickelglanz und Antimonnickelglanz. — Unlöslich in Salzsäure, löslich in Salpetersäure unter Schwefelabscheidung zu klarer grüner Solution. — Grünau in der Grafsch. Sayn-Altenkirchen, Westfalen, begleitet u. a. von Millerit und seinen Zersetzungsproducten Nickelvitriol und Schwefel.

*v. Kobell's* Nickelwismutglanz oder Saynit (Wismutnickelkies) von demselben Fundpunkt ist zufolge *Laspeyres* ein mit Wismutglanz und anderen Schwefelmetallen verunreinigter Polydymit. — Der stahlgraue ebenfalls regulär krystallisirende Sychnodymit von der Grube Kohlenbach bei Eiserfeld (Siegen) führt nach *Laspeyres* gleichfalls auf die Formel $R^4S^5$, worin aber R vorwaltend Co und Cu, mit kleinen Mengen von Ni und Fe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Horbachit,** *A. Knop.*

Unregelmässige Knollen in einem stark zersetzten glimmerreichen Gneiss, mit nur einer einzigen unvollk. Spaltungsfläche; H. = 4...5; G. = 4,43; tombackbraun, in stahlgrau geneigt, Strich schwarz, Metallglanz, magnetisch. Besteht im Mittel aus 41,96 Eisen, 11,98 Nickel, 45,87 Schwefel, was $(Fe, Ni)^2S^3$ entspricht; liefert so ein interessantes Beispiel von einem Sesquisulfid. — Horbach unfern St. Blasien im Schwarzwald.

**Melonit,** *F. Genth*, Tellurnickel.

Kleine hexagonale Tafeln mit ausgezeichneter basischer Spaltb., gewöhnlich in undeutlich körnigen und blätterigen Partieen. H. = 1,5; G. = 7,6; röthlichweiss, metallglänzend. Ist zufolge *Genth* der Hauptsache nach $Ni^2Te^3$, welchem 23,56 Nickel und 76,44 Tellur entspricht; vielleicht aber auch $NiTe^2$ mit 81,01 Tellur. Färbt die Löthrohrflamme blau; löslich in Salpetersäure zu grüner Sol., aus welcher sich beim Verdampfen Krystalle von telluriger Säure abscheiden. Stanislaus-Grube in Calaveras Co., Californien; Worturpa in Südaustralien.

**Tesseralkies,** *Breithaupt*, oder Skutterudit, *Haidinger* (Arsenikkobaltkies).

Regulär, und zwar nach *Fletcher* parallelflächig-hemiëdrisch; O und $\infty O\infty$, mit $\infty O$, 202 u. a. Formen, $\infty O3$ als Pentagondodekaëder, $3O\frac{3}{2}$ als Dyakisdodekaëder; *vom Rath* bezweifelt die gesetzmässige Hemiëdrie; auch in körnigen Aggregaten. — Spaltb. hexaëdrisch deutlich; spröd; G. = 6; H. = 6,48...6,86; zinnweiss bis weisslich bleigrau, zuweilen bunt angelaufen, ziemlich stark glänzend. — Chem. Zus.: $CoAs^3$, mit 20,68 Kobalt und 79,32 Arsen, von ersterem wird ein kleiner Theil durch 1 bis 1½ pCt. Fe ersetzt. — Auf den Kobalterz-Fahlbändern von Skutterud in Norwegen; Crête d'Omberenza im walliser Turtmannthal.

Auf einem Wismutgang bei Zschorlau unfern Schneeberg findet sich *Frenzel*'s Bismutosmaltin, ein zinnweisser Wismuttesseralkies $Co(As, Bi)^3$ mit 61,6 As und 20,2 Bi; regulär, $\infty O\infty$ mit O oder $\infty O$, zum Gestrickten neigend. — Die Formel des Tesseralkieses besitzt nach *Frenzel* auch der gestrickte zinnweisse bis blaugraue, hexaëdrisch spaltbare Cheleutit oder Wismutkobaltkies von Schneeberg, indem derselbe nicht eine 3,9 pCt. metallisches Wismut haltende Varietät des Speiskobalts, sondern $CoAs^3$ sei, in welchem etwas As durch Bi vertreten werde.

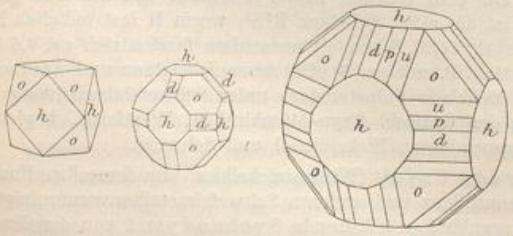
**Arsenkupfer,** *Zincken*, oder Domeykit, *Haidinger*.

Traubig, nierförmig, in schmalen Trümern, derb und eingesprengt, oft mit Rothnickelkies in dünnen Lagen abwechselnd; spröd; H. = 3...3,5; G. = ca. 7; zinnweiss bis silberweiss, doch sehr bald gelblich und bunt anlaufend. — Chem. Zus. wesentlich: $Cu^3As$, mit 71,7 Kupfer und 28,3 Arsen; schmilzt v. d. L. leicht unter starkem Arsengeruch; von Salzsäure nicht angreifbar, von Salpetersäure gelöst. — Coquimbo und San Antonio bei Copiapó in Chile, Cerro las Paracatas in Mexico, Mohawk-Grube am Oberen See; bei Zwickau im Porphyr des Rothliegenden, stahlgrau und etwas härter, aber von derselben chem. Zus., nach *Weisbach*.

Auf der Grube Algodones bei Coquimbo kommt ein anderes Arsenkupfer (Algodonit) vor, zusammengesetzt nach der Formel $Cu^6As$, welche 83,5 Kupfer und 16,5 Arsen erfordert. — Ein von *Genth* Whitneyit genanntes, röthlichweisses, aber bald braun und schwarz anlaufendes, feinkörniges Mineral aus Houghton Co., Michigan, hat G. = 8,47 und eine chem. Zus. nach der Formel $Cu^9As$, mit 88,38 Kupfer und 11,62 Arsen. Mit ihm ist wohl der sog. Darwinit von Potrero grande bei Copiapó identisch.

**Bleiglanz,** Galenit.

Regulär; gewöhnliche Formen $\infty O\infty$ (*h*), O (*o*), $\infty O$ (*d*), selten 2O und andere $mO$, 202 und andere $mOm$, zum Theil mit grossen Werthen von *m* (z. B. 16O16, 36O36), wie denn bis jetzt 8 Triakisoktaëder, 18 Ikositetraëder, 5 Hexakisoktaëder bekannt sind; die gemeinste Comb. ist $\infty O\infty.O$, zumal als Mittelkrystall, wie die erste Fig., auch $O.\infty O\infty.\infty O$, wie die zweite Fig.; die dritte Fig. zeigt noch 2O (*p*) und $\frac{3}{4}O$ (*u*). Krystalle gross und klein, häufig von gestörter Bildung, oft sehr ver-



zerrt (säulenförmig durch Verlängerung nach einer Hauptaxe oder trigonalen Zwischenaxe, tafelartig durch Vorherrschen zweier Hexaëder- oder Oktaëderflächen), oder mit sehr unebenen Flächen wie geflossen ausgebildet, selten eingewachsen, meist aufgewachsen; Zwillinge nach einer Fläche von O; derbe Massen und Spaltungshexaëder zeigen wohl einfache oder doppelte Zwillingsstreifung nach 40 (*Frenzel*); *v. Zepharovich* beobachtete eine lamellare Verwachsung nach einer oder mehren Flächen des Ikositetraëders 303, nach welchem Gesetz auch zwei Individuen verwachsen vorkommen. Auch gestrickt, röhrenförmig, traubig, nierförmig, zerfressen, angeflogen, spiegelig; ganz vorzüglich häufig aber derb und eingesprengt, bisweilen knollenförmig, in grosskörnigen bis feinkörnigen und dichten, auch wohl in striemigschaligen Aggregaten; die dichten heissen wohl Bleischweif. — Spaltb. hexaëdrisch sehr vollk., daher der Bruch in den Individuen selten zu beobachten; bisweilen auch oktaëdrisch theilbar (vielleicht nur in Folge lamellarer zwillingsartiger Zusammensetzung); unter diesen Vorkommnissen, die sich meist auch durch einen kleinen Gehalt von Schwefelwismut auszeichnen, trennt sich das von Habach im oberen Pinzgau aber nach dem Glühen schwieriger nach O als nach ∞O∞; andere verlieren dann überhaupt die Theilbarkeit nach O. Mild; H. = 2,5; G. = 7,4...7,6; röthlichbleigrau, in sehr feinkörnigen Aggregaten etwas lichter, selten bunt angelaufen, Strich graulichschwarz, starker Metallglanz, bisweilen schillernd bei Verwachsung mit Zinkblende. — Chem. Zus.: Bleisulfid **PbS**, mit 86,6 Blei und 13,4 Schwefel, häufig mit einem kleinen Silbergehalt, der meist nur 0,01 bis 0,03, ziemlich oft 0,5, selten bis 1,0 pCt. beträgt; eine Var. aus Utah in Nordamerika hält jedoch über 8 pCt. Silber; meist ist auch etwas Fe, Zn und zuweilen Se vorhanden. Gibt im Glasrohr Schwefel und ein Sublimat von schwefelsaurem Bleioxyd; verknistert v. d. L. auf Kohle, schmilzt, nachdem der Schwefel verflüchtigt ist, und gibt zuletzt ein Bleikorn, welches beim Abtreiben nicht selten ein kleines Silberkorn zurücklässt. In Salpetersäure löslich unter Entwickelung von salpetriger Säure und Abscheidung von Schwefel und Bleisulfat; in erwärmter Salzsäure langsam löslich; aus der kalten Solution krystallisirt Chlorblei. — Weitverbreitet, und zwar einestheils auf Gängen in krystallinischen Schiefern und alten Sedimentgesteinen, auch Massengesteinen, gewöhnlich verbunden mit Zinkblende, Kupferkies, Quarz, Carbonaten, Baryt, bisweilen mit Flussspath: Gänge von Freiberg, von Clausthal und Zellerfeld, Neudorf am Harz, im rheinischen Schiefergebirge (Rehscheid in der Eifel, Gangzug von Holzappel), Markirch, Przibram (im Silur mit Silbererzen), Mies, Linares in Spanien, Poullaouen und Huelgoet im Dép. Finistère, Kapnik und Rodna (in jüngeren Eruptivgesteinen mit Bournonit). — Anderseits bildet der alsdann meist silberarme Bleiglanz Ausfüllungen von Klüften und Hohlräumen im Kalkstein und Dolomit, begleitet von Blende, Galmei und Brauneisen, Vorkommnisse, die wohl als Verdrängungen aufzufassen sind: Lintorf, Iserlohn und Brilon in Westfalen, Aachen-Stolberg, Oberschlesien, Bleiberg und Raibl in Kärnten, Derbyshire und Cumberland (im Kohlenkalk), Monte Poni auf Sardinien, Alpucharras in der Sierra Nevada, Tunaberg in Schweden, die grosse Bleiglanzregion am oberen Mississippi (Missouri, Illinois, Jowa, Wisconsin). Ein besonderes Vorkommen bilden die sandigen Bleiglanzconcretionen (Knottenerz) im Buntsandstein von Mechernich bei Commern (Eifel). — Skelettartige Würfel werden bei Hüttenprocessen durch Sublimation gebildet. — Der Bl. gibt Anlass zur secundären Entstehung von Anglesit und Cerussit und erhält dabei vielfach ein zerfressenes, erdiges, mulmiges Ansehen. Auch zur Bildung anderer Bleisalze, wie des phosphorsauren, arsensauren, chromsauren Bleis, des Phosgenits hat er das Metall geliefert. Anderseits kennt man von Bernkastel, Zschopau und Poullaouen Pseudomorphosen von Bleiglanz nach Pyromorphit (Blaubleierz), in Derbyshire solche nach Anglesit; auch in Pseudomorphosen nach Bournonit, Kalkspath.

**Gebrauch.** Der Bleiglanz, das wichtigste unter allen Bleierzen, wird nicht nur auf Blei, sondern auch, bei hinreichendem Silbergehalt, zugleich mit auf Silber benutzt. Auch wird er zur Glasur der Töpferwaaren, und, im rohen Zustand, zur Verzierung mancher Spielereien, als Streusand und zu Streichfeuerzeugen gebraucht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der sog. Steinmannit von Przibram ist nur ein unreiner, mit Schwefelzink und Schwefelarsen vermengter Bleiglanz. — Der mulmige Johnstonit, oder das Ueber-Schwefelblei (Neu-Sinka in Siebenbürgen, bei Dufton, bei Müsen und a. O.) ist ein freien Schwefel (z. B. 8,7 pCt.) enthaltendes Zersetzungsproduct des Bleiglanzes, welches sich schon in der Kerzenflamme entzündet und dann mit blauer Flamme fortbrennt.

**Cuproplumbit,** *Breithaupt* (Kupferbleiglanz).

Regulär und hexaëdrisch spaltbar; bis jetzt nur in körnigen Aggregaten. H. = 2,5; G. = 6,40 ... 6,43; schwärzlich bleigrau. — Chem. Zus.: Isomorphe Mischung von $2PbS.Cu^2S$, mit 65 Blei, 19,9 Kupfer und 15,1 Schwefel; vom Kupfer wird ein kleiner Theil durch $\frac{1}{2}$ pCt. Silber ersetzt. — Chile. — Der Alisonit, von Mina grande (Gegend von Coquimbo), derb und dunkelblau, scheint eine andere derartige Mischung, $3Cu^2S.PbS$ zu sein.

**Selenblei,** *H. Rose*, oder Clausthalit, *Beudant.*

Regulär und hexaëdrisch spaltbar, in klein- und feinkörnigen Aggregaten; mild; H. = 2,5 ... 3; G. = 8,2 ... 8,8; bleigrau, Strich grau. — Chem. Zus. wesentlich: PbSe, mit 72,34 Blei und 27,66 Selen; bisweilen wird ein nicht unbedeutender Theil des Bleies durch Silber, selbst bis zu 11,67 pCt. vertreten; andere Var. enthalten etwas Kobalt (Selenkobaltblei). Im Kolben verknistert es oft heftig und bleibt dann unverändert; auf Kohle dampft es, gibt Selengeruch, färbt die Flamme blau und beschlägt die Kohle grau, roth, zuletzt auch gelb; im Glasrohr gibt es ein theils graues, theils rothes Sublimat von Selen, mit Soda auf Kohle im Red.-F. geschmolzen metallisches Blei. Von Salpetersäure gelöst, und zwar unter Abscheidung von Selen, wenn die Säure erwärmt wird. — Tilkerode, Zorge, Lerbach und Clausthal am Harz; Reinsberg bei Freiberg; Cerro de Cacheuta in Argentinien.

Was man Selenbleikupfer, Selenkupferblei oder Zorgit genannt hat (Zorge und Tilkerode am Harz, Glasbachgrund bei Gabel am Thüringer Wald), scheint zur Hauptsache ein kupferhaltiges Selenblei oder bleihaltiges Selenkupfer zu sein, sofern es kein Gemenge ist, vielleicht der Formel $(Pb, Cu^2)Se$ entsprechend. Die Erze bilden klein- und feinkörnige Aggregate, sehr mild bis fast geschmeidig, röthlich oder violett bleigrau, leicht schmelzbar.

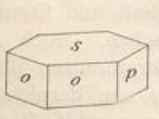
Das Selenquecksilberblei (oder Lerbachit) von Lerbach und Tilkerode am Harz, bildet weiche und milde körnige Aggregate, deren Individuen hexaëdrisch spaltbar sind; bleigrau, in stahlgrau oder eisenschwarz; ist wohl nur ein Gemenge von Selenblei und Selenquecksilber, wie der ganz verschiedene Gehalt an Hg zeigt; hält auch bisweilen Kupfer.

**Tellurblei,** *G. Rose*, oder Altait, *Haidinger.*

Regulär und hexaëdrisch spaltbar, in körnigen Aggregaten; mild; H. = 3 ... 3,5; G. = 8,1 ... 8,2; zinnweiss, etwas in gelb geneigt; gelb anlaufend. — Chem. Zus.: PbTe, mit 62,28 Blei und 37,72 Tellur, von ersterem jedoch ein kleiner Theil durch 1 pCt. Ag ersetzt. Schmilzt im Kolben; im Glasrohr bildet sich um die Probe ein Ring von weissen Tropfen; der aufsteigende Dampf liefert ein weisses schmelzbares Sublimat; färbt v. d. L. auf Kohle die Flamme blau; schmilzt im Red.-F. zur Kugel, welche sich fast ganz verflüchtigen lässt, während sich um dieselbe ein metallisch glänzender, und in grösserer Entfernung ein bräunlich-gelber Beschlag bildet; in Salpetersäure leicht löslich. — Bontddu zwischen Dolgelly und Barmouth in Nordwales, Grube Sawodinskoi am Altai, Calaveras-Gebiet in Californien, Red Cloud-Grube in Colorado, Grube Condoriaco in Chile, Long Lake in Brit. Columbia, Wuntho in Oberbirma.

**Kupferglanz** oder Chalkosin (Kupferglas, Redruthit, Chalcocit).

Rhombisch; $\infty P$ (*o*) 119° 35′, Randk. von P 125° 22′, von $\frac{1}{3}P$ (*a*) 65° 40′, von $2\breve{P}\infty$ 125° 40′, von $\frac{2}{3}\breve{P}\infty$ (*e*) 65° 48′; A.-V. = 0,5822 : 1 : 0,9701; gew. Combb.:




$0P.\infty P.\infty\breve{P}\infty$.
*s o p*




$0P.\frac{1}{3}P.\frac{2}{3}\breve{P}\infty$.
*s a e*




$0P.\infty P.\infty\breve{P}\infty.\frac{1}{3}P.\frac{2}{3}\breve{P}\infty$.
*s o p a e*

$a : a = 148° 20′$
$a : a' = 65\ 40$
$a : o = 122\ 50$
$e : p = 122\ 54$
$p : o = 120\ 12$

Basis, Brachydomen und Brachypinakoid sind oft stark horizontal gestreift. Die an hexagonale Formen erinnernden Krystalle erscheinen meist dick tafelartig oder kurz säulenförmig, einzeln aufgewachsen oder zu Drusen verbunden; Zwillinge sehr

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

häufig, nach dem auch Durchkreuzungsdrillinge bildenden Gesetz: Zwillingsebene ∞P, wodurch ebenfalls pseudohexagonale Gestalten entstehen; seltener ist die Zwillingsebene $\frac{1}{2}$P, wobei sich die tafelförmigen Individuen unter 88° durchkreuzen; auch Zwillinge nach $\frac{3}{2}\breve{P}\infty$ (Durchkreuzung der beiden Basen unter 69°), nach $\breve{P}\infty$, nach $\infty\breve{P}3$ sowie nach $2\overline{P}\infty$ (beide Basen bilden 146° 46′); gewöhnlich derb, in Platten, Knollen, Wülsten, als Vererzungsmittel (z. B. von Pflanzenresten, Ullmannia Bronni), Pseudomorphosen nach Kupferkies und Bleiglanz. — Spaltb. nach ∞P unvollk., Bruch muschelig bis uneben; sehr mild; H. = 2,5...3; G. = 5,5...5,8; schwärzlich bleigrau, zuweilen angelaufen, meist wenig glänzend, im Strich glänzender. — Chem. Zus.: das Cuprosulfid **$Cu^2S$**, mit 79,83 Kupfer und 20,17 Schwefel, ein geringer Theil Cu durch Fe (bis zu 6 pCt. und darüber) vertreten. In Chile finden sich silberhaltige Kupferglanze, die einen Uebergang zu Silberkupferglanz bedingen. V. d. L. färbt er die Flamme bläulich; schmilzt auf Kohle unter starkem Spritzen im Ox.-F. leicht, erstarrt im Red.-F.; gibt mit Soda ein Kupferkorn; von Salpetersäure in der Wärme unter Abscheidung von Schwefel vollkommen gelöst; scheidet aus Silberlösung sehr rasch Silber ab. — Auf Gängen mit Kupferkies, aber seltener als dieser: Freiberg, Berggiesshübel, Siegen, Kapnik, Redruth in Cornwall, Norwegen, Sibirien, Bristol in Connecticut und in anderen Staaten Nordamerikas. Im bituminösen Mergelschiefer der Dyas als Imprägnation und plattenförmig (Mansfeld, Frankenberg in Hessen). — Bei Gegenwart von Carbonaten liefert er oft Malachit; anderseits wandelt er sich in Covellin, CuS, auch Buntkupfer und Kupferkies um.

**Gebrauch.** Der Kupferglanz liefert da, wo er in grösseren Quantitäten vorkommt, eines der reichsten Kupfererze.

Die Substanz $Cu^2S$ ist dimorph, da man dieselbe künstlich durch Schmelzen von Kupferglanz oder Zusammenschmelzen von Kupfer und Schwefel in regulären Oktaëdern erhält. Natürlich hat sich bis jetzt reguläres $Cu^2S$ als solches noch nicht sicher gefunden, während das entsprechende $Ag^2S$ natürlich als regulärer Silberglanz bekannt ist. Dagegen betheiligt sich reguläres $Cu^2S$ in isomorpher Mischung mit $Ag^2S$ an dem Aufbau des regulären Jalpaits; vgl. auch Cuproplumbit.

Der sog. Harrisit, von Canton-Mine in Georgia, chemisch identisch mit dem Kupferglanz aber hexaëdrisch spaltbar, ist eine Pseudomorphose nach Bleiglanz mit erhaltener Spaltbarkeit und mitunter noch einem inneren Kern des letzteren.

**Silberkupferglanz,** Kupfersilberglanz, Stromeyerit.

Rhombisch, isomorph mit Kupferglanz; A.-V. = 0,5822 : 1 : 0,9668. Die seltenen Krystalle stellen die kurz säulenförmige Comb. ∞P.∞$\breve{P}\infty$.0P.$\frac{1}{4}$P.$\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ dar; meist derb, eingesprengt, in Platten. — Spaltb. nicht bemerkbar; sehr mild; H. = 2,5...3; G. = 6,2...6,3; schwärzlich bleigrau, stark glänzend. — Chem. Zus.: Isomorphe (rhombische) Mischungen von **$Cu^2S$** und **$Ag^2S$**; die Varietäten von Rudelstadt in Schlesien und vom Schlangenberg in Sibirien führen auf die Formel **$Cu^2S.Ag^2S$**, mit 53,08 Silber, 31,15 Kupfer, 15,77 Schwefel. V. d. L. schmilzt er leicht zu grauer, metallglänzender, halbgeschmeidiger Kugel, welche den Flüssen die Farbe des Kupfers ertheilt, und, auf der Kapelle mit Blei abgetrieben, ein Silberkorn hinterlässt; in Salpetersäure löslich unter Abscheidung von Schwefel. — Auch bei S. Pedro Nolasco und Catemo in Chile, in Peru und Arizona, Prov. Catamarca in Argentinien, Zacatecas.

**Selenkupfer,** *v. Leonhard*, oder Berzelin, *Haidinger*.

Krystallinisch, als dünner dendritischer Anflug auf Klüften von Kalkspath, weich und geschmeidig, silberweiss, aber bald schwarz anlaufend. — Chem. Zus. sehr nahe: **$Cu^2Se$**, was 61,6 Kupfer und 38,4 Selen erfordern würde; im Glasrohr sublimirt es Selen und Selensäure mit Hinterlassung von Kupfer. — Skrikerum in Småland (Schweden) und Lerbach am Harz; sehr selten. — Der derbe bleigraue Crookesit von Skrikerum besteht aus 45,76 Kupfer, 3,71 Silber, 17,25 Thallium und 33,27 Selen, ist daher vielleicht **(Cu, Tl, Ag)$^2$Se**.

Umangit, dunklem Buntkupfer ähnlich, mit Eukairit von der Sierra de Umango in Argentinien, ist das Selenkupfer **$Cu^3Se^2$**.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Eukairit,** *Berzelius.*

Krystallinisch, künstlich als O krystallisirend; bis jetzt nur derb in feinkörnigen Aggregaten; weich; zinnweiss bis bleigrau, Strich glänzend. — Chem. Zus.: **CuAgSe** oder $Cu^2Se.Ag^2Se$, welche Formel 43,09 Silber, 25,33 Kupfer und 31,58 Selen erfordert; also die dem Silberkupferglanz oder Jalpait entsprechende Mischung von Seleniden. In Salpetersäure löslich. — Skrikerum in Småland (Schweden), Nagyag, Aguas Blancas bei Copiapó (Chile), La Rioja in der Sierra de Famatina (Argentinien).

**Silberglanz,** oder Argentit, *Haidinger* (Glaserz).

Regulär; gewöhnl. Formen $\infty O\infty$, O, $\infty O$ und $2O2$; Durchdringungszwillinge nach O; Krystalle meist sehr verzogen und verbogen, einzeln aufgewachsen, meist aber zu Drusen oder zu reihenförmigen, treppenförmigen u. a. Gruppen vereinigt; auch haar- und drahtförmig, zähnig, gestrickt, baumförmig, in Platten, als Anflug, derb und eingesprengt; mulmig als Silberschwärze; Pseudomorphosen nach Silber (wozu namentlich die zähnigen und moosähnlichen Bildungen zu gehören scheinen) und Rothgültigerz. — Spaltb. Spuren nach $\infty O$ und $\infty O\infty$, sehr undeutlich; Bruch uneben und hakig; geschmeidig und biegsam, lässt sich schneiden und prägen (Weichgewächs der ungarischen Bergleute). H. = 2...2,5; G. = 7,2...7,4; schwärzlich bleigrau, oft schwarz oder braun angelaufen; meist wenig glänzend, im Strich glänzender. — Chem. Zus.: Silbersulfid $Ag^2S$ mit 87,07 Silber und 12,93 Schwefel; schmilzt v. d. L. auf Kohle und schwillt stark auf, gibt schwefelige Säure und hinterlässt endlich ein Silberkorn; in conc. Salpetersäure löslich unter Abscheidung von Schwefel. — Auf den silberhaltigen Gängen in den krystallinischen Schiefern von Freiberg, auf den Kobalt- und Nickelerze führenden Gängen von Schneeberg, Annaberg, Marienberg, Johanngeorgenstadt; Joachimsthal; auf den z. Th. in jungeruptiven trachytischen Gesteinen aufsetzenden Gängen von Schemnitz und Kremnitz; zu Kongsberg; Sarrabus auf Sardinien; Mexico, Peru, Chile; auf dem fast erschöpften Comstock-Gang in Nevada.

**Gebrauch.** Der Silberglanz ist eines der reichsten und wichtigsten Silbererze.

Anm. Die spitz pyramidal auslaufenden, dabei verbogenen und selbst schraubenartig gewundenen, oft schwertförmigen oder dornförmigen Krystalle des Akanthits, welche früher als rhombisch und isomorph mit dem Kupferglanz galten und chemisch $Ag^2S$ lieferten, stellen keine Dimorphie der letzteren Substanz dar, sondern sind nach *Krenner* nur verzerrte, nach einer Zwischenaxe verlängerte Individuen des regulären Silberglanzes, womit auch die Identität des spec. Gew. übereinstimmt. Dass $Ag^2S$ gleichwohl einer rhombischen Form fähig ist, zeigt das Dasein des Silberkupferglanzes. — Sog. Akanthit kennt man von Freiberg, Annaberg und Joachimsthal, Wolfach in Baden, Bocoma in Chile.

**Jalpait,** *Breithaupt.*

Regulär, gewöhnl. Form O; hexaëdrisch spaltbar, geschmeidig; H. = 2,5; G. = 6,87...6,89; schwärzlich bleigrau, vollk. metallglänzend. — Chem. Zus.: Isomorphe (reguläre) Mischung $3Ag^2S.Cu^2S$ mit 71,75 Silber, 14,04 Kupfer und 14,21 Schwefel. Der Jalpait verhält sich also zum Silberkupferglanz wie der Silberglanz zum Kupferglanz. — Jalpa in Mexico und Grube Buena Esperanza, Tres Puntas, Chile.

**Selensilber,** *G. Rose,* oder Naumannit.

Derb und in dünnen Platten, von körniger Zusammensetzung (künstlich als $\infty O$ krystallisirend). — Spaltb. hexaëdrisch vollk., geschmeidig; H. = 2,5; G. = 8,0; eisenschwarz, stark glänzend. — Chem. Zus. wahrscheinlich $Ag^2Se$, was eigentlich 73,19 Silber und 26,81 Selen erfordern würde, doch sind 5 pCt. Blei vorhanden. Auf Kohle schmilzt es im Red.-F. mit Aufschäumen und glüht bei der Erstarrung wieder auf; in rauchender Salpetersäure ziemlich leicht löslich. — Tilkerode am Harz. — Die eisenschwarzen skelettförmigen Rhombendodekaëder des Aguilarits von Guanaxuato sind $Ag^2(Se, S)$.

**Tellursilber,** *G. Rose,* oder Hessit, *Fröbel.*

Regulär, wie Silberglanz; an den ausgezeichneten und grossen Individuen von Botés treten $\infty O\infty$, $\infty O$, O, 2O, $\infty O2$, $\infty O3$, $2O2$ auf; Krystalle meist cubisch, aber

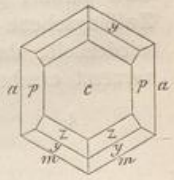
auch säulenförmig, ja selbst stangenförmig verlängert oder sonstwie unsymmetrisch ausgebildet. Gewöhnlich von körniger Zusammensetzung; etwas geschmeidig; H. = 2,5...3,0; G. = 8,13...8,45; Farbe zwischen schwärzlich bleigrau und stahlgrau. — Chem. Zus. wesentlich $Ag^2Te$, mit 63,3 Silber, 36,7 Tellur, nebst Spuren von Fe, Pb und S; manche Varr. enthalten auch etwas Gold. Im Glasrohr schmilzt es und gibt wenig Sublimat von telluriger Säure; auf Kohle schmilzt es leicht zur Kugel, gibt Beschlag von telluriger Säure, und hinterlässt ein tellurhaltiges Silberkorn, dessen Oberfläche sich bei der Abkühlung mit lauter kleinen metallisch glänzenden Kügelchen bedeckt; im Kolben mit Soda und Kohlepulver geglüht, gibt es Tellurnatrium, welches sich im Wasser mit rother Farbe auflöst; in erwärmter Salpetersäure löslich, aus der Sol. krystallisirt nach einiger Zeit tellurigsaures Silberoxyd. — Berg Botés im siebenbürgischen Bergrevier Zalathna, wo stangenförmige bis 2 Zoll lange Krystalle vorkommen, Nagyag in Siebenbürgen, Rezbánya in Ungarn, Grube Sawodinskoi am Altai, Stanislaus-Grube in Calaveras Co. in Californien; Grube Condorriaco in Chile.

Es kommen auch andere Tellursilber mit sehr grossem Goldgehalt vor (Tellurgoldsilber oder Petzit); nach Maassgabe ihres Goldgehalts kann das spec. Gew. von 8,72 bis zu 9,40 steigen. Dahin gehört z. B. der Petzit von Nagyag, mit 18 pCt. Gold, und G. = 8,72...8,83 nach *Petz*, sowie der Petzit von der Stanislaus-Mine (Calaveras Co. in Californien), von der Golden-Rule-Mine (Tuolumne Co. ebendaselbst) und von der Red-Cloud-Mine in Colorado, welcher nach *Genth* 24 bis 26 pCt. Gold enthält, und das G. 9,0 bis 9,4 erreicht. Diese (vielleicht rhombischen) Tellurgoldsilber sind allgemein $n\,Ag^2Te.Au^2Te$.

**Antimonsilber** oder Diskrasit (richtiger Dyskrasit), *Fröbel* (Spiessglassilber).

Rhombisch; P Polk. 132° 42′ und 92°, ∞P 120° ungefähr; A.-V. = 0,5775 : 1 : 0,6718; gewöhnl. Combb. ∞P.∞P̆∞.0P, dieselbe mit P und 2P̆∞, u. a.; beistehende Fig. ist eine Horizontalprojection der Combin. ∞P.∞P̆∞.0P.2P̆∞.P.½P; kurz säulenförmig oder dick tafelartig, die Prismen vertical gestreift und ihre Flächen oft concav; Zwillinge und Drillinge nach ∞P, oft ganz wie hexagonale Combinationen erscheinend; gewöhnlich in körnigen Aggregaten. — Spaltb. basisch und nach P̆∞ deutlich, nach ∞P unvollk.; wenig spröd; H. = 3,5; G. = 9,4...10,0; silberweiss, in zinnweiss geneigt; gelblich, bisweilen auch schwärzlich anlaufend. — Chem. Zus. nach vielen Analysen eine Verbindung von Silber und Antimon. Wahrscheinlich ist die Formel der reinen Substanz $Ag^2Sb$ mit 64,29 Silber und 35,71 Antimon, wofür auch die Aehnlichkeit in Form und Zwillingsbildung mit Kupferglanz sprechen würde. Wenn die vielfach nur an körnigen Aggregaten angestellten Analysen z. Th. mehr Silber (z. B. ca. $Ag^3Sb$, $Ag^6Sb$) ergeben haben, so lässt sich vermuthen, dass dem normalen Antimonsilber Partikel von gediegenem Silber, durch die Farbe nicht abstechend, beigemengt waren. Ein zu geringer Silbergehalt könnte durch eingemengte Theilchen von metallischem Antimon hervorgebracht werden. Es ist nicht wahrscheinlich, dass es sich bei diesem Antimonsilber um quantitativ schwankende Legirungen der beiden Metalle Sb und Ag handelt, da letztere eine von einander ganz abweichende chemische Rolle zu spielen pflegen. — Gibt im Glasrohr ein Sublimat von Antimonoxyd, und umgibt sich mit gelbem verglastem Antimonoxyd; schmilzt v. d. L. auf Kohle leicht, beschlägt die Kohle und hinterlässt nach längerem Erhitzen ein Silberkorn. In Salpetersäure löslich, die eingedampfte Sol. lässt einen gelblichen Rückstand von salpetersaurem und antimonsaurem Silber. — Andreasberg (häufig), Altwolfach in Baden, Markirch im Elsass, Allemont, Chañarcillo in Chile.

| | |
|---|---|
| $m : m$ | $= 120°\ 0'$ |
| $m : a$ | $= 120\ \ 0$ |
| $c : p$ | $= 126\ 40$ |
| $c : z$ | $= 146\ \ 7$ |
| $c : y$ | $= 126\ 40$ |
| $y : y$ | $= 132\ 42$ |
| $z : z$ | $= 147\ 37$ |




**Gebrauch.** Das Antimonsilber ist als ein sehr reiches Silbererz ein wichtiger Gegenstand des Ausbringens.

Das schalige und traubige zinnweisse sog. Arsensilber von Andreasberg gilt als ein Gemeng von Antimonsilber, Arsen und Arsenkies.

In der (isodimorphen) Mineralgruppe von S. 428 an kennt man bis jetzt:

| | holoëdrisch-regulär | rhombisch |
|---|---|---|
| PbS | als Bleiglanz<br>im Cuproplumbit mit $Cu^2S$ | — |
| PbSe | als Selenblei | — |
| PbTe | als Tellurblei | — |
| $Cu^2S$ | künstlich als solches<br>im Cuproplumbit mit PbS<br>im Jalpait mit $Ag^2S$ | als Kupferglanz<br>im Silberkupferglanz mit $Ag^2S$ |
| $Ag^2S$ | als Silberglanz<br>im Jalpait mit $Cu^2S$ | im Silberkupferglanz mit $Cu^2S$ |
| $Ag^2Se$ | als Selensilber, im Aguilarit | — |
| $Ag^2Te$ | als Tellursilber | — |
| ($Ag^2Sb$ | — | als Antimonsilber). |

**Zinkblende** oder Sphalerit, *Glocker* (Blende).

Regulär, und zwar tetraëdrisch-hemiëdrisch; die gewöhnlichsten Formen sind $\frac{O}{2} \cdot -\frac{O}{2}$, oft beide im Gleichgewicht als O ausgebildet, doch auch dann noch gegenseitig unterscheidbar durch die verschiedene Beschaffenheit der Flächen; ferner $\infty O$ (*o*), $\frac{3O3}{2}$ (*y*), $\frac{\frac{5}{2}O\frac{5}{2}}{2}$, $\frac{2O2}{2}$ (selten), $\infty O\infty$ u. a.[1]); verschiedene Combb., von denen mehre S. 51 in Figg. 66 bis 70 dargestellt sind; sehr charakteristisch ist die in folgender Fig. 5 dargestellte Comb. $\infty O . \frac{3O3}{2}$; die Flächen des einen Tetraëders sind meist glatt, die des anderen drusig oder rauh, die des Hexaëders gestreift nach ihren abwechselnden Diagonalen, die des Trigondodekaëders *y* ihren Combinationskanten mit $\infty O$ parallel gestreift, und meist conisch-convex. Zwillinge ausserordentlich häufig, Zwillingsebene eine Fläche von O; meist ist die Zwillingsbildung mehrfach lamellar wiederholt, dabei sind die Individuen stark verkürzt, weshalb die Krystalle oft sehr verzerrt erscheinen, und bisweilen schwer zu entziffern sind.

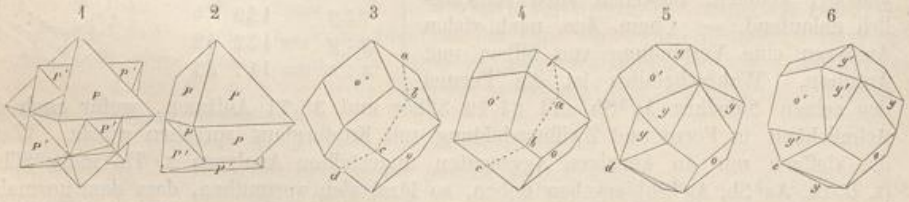



Fig. 1. Zwei Oktaëder in regelmässiger Durchkreuzung.
Fig. 2. Zwei durch Juxtaposition verbundene Oktaëder[2]).

1) Nach *G. Rose*, *Sadebeck* und insbesondere *Becke* ist der positive Oktant durch Flächenarmuth, Ebenflächigkeit und geradlinige Flächenstreifung ausgezeichnet, während der negative Oktant häufiger secundäre Formen, viele gewölbte Flächen und vicinale Formen, oft krummlinige Flächenzeichnung aufweist. $\frac{3O3}{2}$ tritt im positiven Oktanten häufiger auf als im negativen, Deltoëder finden sich nur, Hexakistetraëder fast nur im negativen. Flächenausdehnung und Glanz sind zur Unterscheidung + und — Formen gar nicht verwendbar. Dagegen sind die Aetzfiguren auf dem pos. Tetraëder vertiefte Aetzgrübchen, auf dem negat. erhabene Aetzhügel. Die diese Grübchen und Hügel begrenzenden Flächen kommen bei den eisenreichsten schwarzen Blenden der Form $\frac{3O3}{2}$ nahe und nähern sich bei den eisenärmeren helleren um so mehr dem (+) Tetraëder, je geringer der Eisengehalt ist (*Becke* in Min. u. petr. Mitth. V. 457).

2) Da es bei den in Fig. 2 abgebildeten Zwillingen positive und negative Tetraëderflächen sind, welche an der Zwillingsgrenze einander gegenüberliegen, so ist zwar die Normale zur

Fig. 3. Das Rhombendodekaëder durch die einer Oktaëderfläche parallele Medianebene *abcd* in zwei Hälften getheilt; denkt man sich die links gelegene Hälfte um die Normale der Medianebene durch 180° oder (was für die Erscheinung dasselbe ist) durch 60° verdreht, so entsteht ein Zwilling, wie er in
Fig. 4 abgebildet und an Krystallen mit vorwaltendem $\infty O$ sehr häufig ist.
Fig. 5. Die besonders an der braunen Zinkblende vorkommende Comb. des Rhombendodekaëders mit dem Trigondodekaëder *y*; denkt man sich durch 2 der von dem Punkte *d* auslaufenden 6 Combinationskanten eine Schnittebene gelegt, und den links von dieser Ebene gelegenen Theil um die Normale derselben durch 60° verdreht, so entsteht die Fig. 6, welche den Habitus der Zwillinge solcher Krystalle zeigt, denen wesentlich die Comb. Fig. 5 zu Grunde liegt.

Die Zinkblende findet sich häufig derb, in körnigen, selten in stengeligen oder in höchst feinfaserigen kryptokrystallinischen Aggregaten; die nierförmigen oder traubigen z. Th. krummschaligen Gestalten der sog. Schalenblende oder Leberblende gehören meist zum Wurtzit. — Spaltb. nach $\infty O$ sehr vollk.; sehr spröd; H. = 3,5 ... 4; G. = 3,9 ... 4,2. Grün, gelb, roth, am häufigsten braun und schwarz, sehr selten weiss oder farblos (Wörshofen im Kreise Adenau, Franklin in New-Jersey, Nordmarken); Strich meist braun oder gelb. Diamantglanz und Fettglanz; halbdurchsichtig (wie die schöne Blende von Picos de Europa bei Eremita in Asturien, welche bis erbsengrosse Höhlungen umschliesst mit einer Flüssigkeit darin, die nach *Schertel* überwiegend Chlornatrium und daneben schwefelsaures Zink enthält), durchscheinend bis undurchsichtig. Die genannte asturische ist nach *Friedel* polar-pyroëlektrisch, so dass die Enden je einer trigonalen Zwischenaxe des Tetraëders sich entgegengesetzt verhalten. Schwarze Z. aus der Gegend von Freiberg enthält u. d. M. zahlreiche feine Zinnsteinkryställchen (in der Form des Nadelzinns und bisweilen über 0,5 Mm. lang) sowie rundum ausgebildete Quarze. Brechungsquotient für Na-Licht = 2,369. Manche Bl. phosphorescirt beim Zersprengen oder Kratzen. — Chem. Zus. wesentlich: Zinksulfid **ZnS**, mit 67,06 Zink und 32,94 Schwefel, welche Zus. auch die weisse durchsichtige Blende von Franklin hat; in den braunen und schwarzen ist jedoch ein kleinerer oder grösserer Antheil von Eisen als Schwefeleisen FeS enthalten, so dass es Varietäten gibt, welche über 20 pCt. Schwefeleisen besitzen. Der sog. Marmatit, von Marmato bei Popayan, besteht aus **3ZnS.FeS**, mit 22,9 pCt. Schwefeleisen; die Christophit genannte sammetschwarze Bl. von der Grube St. Christoph bei Breitenbrunn enthält über 28 pCt. Schwefeleisen und ist **2ZnS.FeS**. Auch ist oft etwas Schwefelcadmium, sowie (in norwegischen und amerikanischen) bisweilen Indium vorhanden. Spectroskopisch wies *v. Kobell* in der Zinkbl. von Herbesthal Thallium nach. Ueber 1 pCt. Zinn fand *Collins* in einer sehr eisenreichen von St. Agnes in Cornwall. Manche enthalten auch Gallium, woran u. a. die von Fowey-Consols-Mine (nach *Lecoq de Boisbaudran*) und die von Friedensville und Phönixville in Pennsylvanien, relativ sehr reich sind. Asturische Bl. lieferte 0,135 pCt. Quecksilber. — Nach *Mallard* zeigt eine Spaltungsplatte von Zinkbl. sich nach dem Glühen zusammengesetzt aus scharf begrenzten doppeltbrechenden optisch-einaxigen (positiven) Partieen (von Wurtzit). V. d. L. verknistert sie oft heftig, verändert sich aber wenig und ist nur in scharfen Kanten schwierig anzuschmelzen; auf Kohle im Ox.-F. stark erhitzt gibt sie Zinkbeschlag; in conc. Salpetersäure löslich mit Hinterlassung von Schwefel. — Das Vorkommen ist im Ganzen ähnlich wie beim Bleiglanz, mit welchem sie auch oft zusammen auftritt: 1) auf Gängen in Sediment- und Massengesteinen: Freiberg, Scharfenberg, Zellerfeld im Harz, Immekeppel bei Bensberg, Ems (hellgelb, rubinroth, schwarz), Przibram, Schemnitz, Kremnitz, Nagyag, Kapnik (schön gelb oder grün, oft begleitet von Manganspath

Oktaëderfläche die Zwillingsaxe, aber die beiden Krystalle sind nicht symmetrisch zur Oktaëderfläche; die letztere kann daher hier nicht eigentlich als Zwillingsebene gelten, vielmehr muss die Ikositetraëderfläche 202, welche der Zone der Zwillingsaxe angehört, für den vorliegenden Fall als solche und als Berührungsebene angenommen werden.

und Fahlerz), Rodna. — 2) als grössere Lager in krystallinischen Schiefern: im Gneiss vom Ammeberg am Wettersee, St. Martin bei Sterzing (mit Magnetkies und Granat). — 3) im Kalkstein und Dolomit, bald als einzelne Krystalle in Hohlräumen (Binnenthal im Dolomit, Picos de Europa in Asturien, grosse honiggelbe Individuen mit deutlichster Spaltb. im dunklen Kohlenkalk), bald als Gänge und Trümer, bald als zusammenhängende Ausfüllungen und Krusten (Brilon, Iserlohn, Aachen, Stolberg, Wiesloch in Baden, Oberschlesien, Raibl). Zu Ain Barber in Algier tetraëdrisch wie die ungarischen Fahlerzkrystalle. — Blende wandelt sich um durch gewöhnliche Verwitterung in Zinkvitriol, bei Gegenwart von kohlensaurem Kalk in Zinkblüthe; ferner in Zinkspath und Kieselzink.

**Gebrauch.** Die Zinkblende wird zur Darstellung des Zinks, hier und da auch zur Darstellung von Zinkvitriol oder Schwefel benutzt.

## Wurtzit, *Friedel.*

Hexagonal, isomorph mit Greenockit; gewöhnl. Comb. $\infty$P.P, stark horizontal gestreift; 0P : P = 136° 39′; A.-V. = 1 : 0,8175; auch faserige und stengelige Aggregate; Spaltb. basisch und nach $\infty$P; H. = 3,5 ... 4; G. = 3,98 ... 4,07; bräunlichschwarz, Strich hellbraun, glasglänzend; dichroitisch (gelb und braun). — Chem. Zus. identisch mit Zinkblende, **ZnS**, oder vielmehr wegen eines Gehalts von Eisen (**Zn, Fe**)**S**. Hier liegt also die schon vorher durch Darstellung künstlicher Krystalle beobachtete Dimorphie des Einfach-Schwefelzinks in der Natur vor. Leicht löslich in kalter conc. Salzsäure (Gegensatz von Blende). Oruro in Bolivia. — *Breithaupt* hatte schon vor der Entdeckung dieses Vorkommnisses erkannt, dass die braune strahlige sog. Blende von Przibram (Spiauterit genannt) nicht regulär, sondern hexagonal ist; dieser letztere Wurtzit enthält neben 2 pCt. Eisen auch ebensoviel Cadmium, und erweist sich nach *F. Zirkel* in der That doppeltbrechend. *Laspeyres* befand die durchscheinende dünne, bei grösserer Dicke schwefel- bis pomeranzgelbe Rinde, welche die Antimonglanzkrystalle von Felsöbánya überzieht, ebenfalls als W.; sie besteht vorwiegend aus radial-feinstfaserigen Kügelchen. — Künstliche Krystalle von W. sind hemimorph: sie zeigen an dem einen Ende nur P und 0P, an dem anderen ausserdem $\frac{4}{5}$P und 2P.

Die bisweilen Lithium und Thallium haltende sog. Schalenblende besteht nach *Noelting*'s optischen Untersuchungen und Aetzversuchen mit HCl bisweilen blos aus Wurtzit (Przibram, Diepenlinchen, Geroldseck, Liskeard, Tavistock); an anderen Orten nur aus Zinkblende (Grube Caesar bei Beuthen, Raibl, Corphalie bei Lüttich, Albergheria velha, Pontgibeau, Friedensville); an noch anderen Schalenblenden betheiligt sich Zinkblende und Wurtzit (Stolberg bei Aachen, Welkenraedt, Lindenbach bei Ems, Brilon, Wiesloch, Scharley, Miechowitz).

Erythrozinkit, dünne rothe durchscheinende Platten, adernweise im sibirischen Lapis Lazuli, optisch einaxig positiv, ist wahrscheinlich ein manganhaltiger Wurtzit.

## Greenockit, *Brooke.*

Hexagonal, isomorph mit Wurtzit, ausgezeichnet hemimorph; P 86° 21′, 2P 123° 54′, $\frac{1}{2}$P 50° 16′; A.-V. = 1 : 0,8425 (vgl. auch *Mügge*, N. Jahrb. f. Min. 1882, II. 18); gewöhnl. Comb. 2P.0P.$\infty$P.P oder P.2P.$\infty$P, auch tafelförmig 0P.$\infty$P; die Pyramiden nur mit der oberen Hälfte ausgebildet, während die Krystalle unten meist nur 0P zeigen; Krystalle einzeln aufgewachsen, sehr klein, zum Theil nur als zarter Anflug. — Spaltb. nach $\infty$P und basisch; H. = 3 ... 3,5; G. = 4,9 ... 5,0; honiggelb bis pomeranzgelb, selten braun, Strich gelb, starker fettartiger Diamantglanz; durchscheinend, Doppelbrechung schwach positiv, Lichtbrechung recht stark ($\omega$ = 2,688). — Chem. Zus.: Cadmiumsulfid, **CdS**, mit 77,74 Cadmium und 22,26 Schwefel; zerknistert im Kolben und wird vorübergehend carminroth; gibt v. d. L. mit Soda auf Kohle rothbraunen Beschlag; in Salzsäure löslich unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff. — Bishopton in Renfrewshire (Schottland), Przibram in Böhmen, Grube Lüderich bei Bensberg, Kirlibaba in der Bukowina, auf den Erzlagern bei Schwarzenberg, Friedensville in Pennsylvanien; zu Pierrefitte in den Pyrenäen als citrongelbe

Ueberzüge über Zinkblende oder dem Nebengestein, ebenso zu Wanlockhead in Schottland; zu Laurium und Santander als Färbemittel von Zinkspath. — Künstlich mehrfach dargestellte Greenockitkrystalle stimmen in allen Eigenschaften mit den natürlichen überein.

**Manganblende,** *Blumenbach*, oder Alabandin (Manganglanz).

Regulär und zwar tetraëdrisch-hemiëdrisch: beide Tetraëder mit $\infty O\infty$ oder $\infty O$; gewöhnlich in körnigen Aggregaten. — Spaltb. hexaëdrisch vollk.; etwas spröd; H. = 3,5 ... 4; G. = 3,9 ... 4,1; eisenschwarz bis dunkel stahlgrau, bräunlichschwarz anlaufend, Strich schmutziggrün, halbmetallisch glänzend, wenn angelaufen fast matt. — Chem. Zus.: **MnS**, mit 63,15 Mangan und 36,85 Schwefel; gibt im Glasrohr etwas schwefelige Säure und wird graugrün; schmilzt auf Kohle nach vorheriger Röstung im Red.-F. sehr schwer zu brauner Schlacke; mit Borax Reaction auf Mangan; von Phosphorsalz unter starker Entwickelung eines brennbaren Gases löslich; in Salzsäure vollkommen löslich unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff. — Kapnik; Nagyag und Offenbánya in Siebenbürgen, Gersdorf in Sachsen, Alabanda in Carien, Queen of the West-Mine in Summit Co., Colorado; Mexico am Fusse des Orizaba, Brasilien.

**Millerit,** *Haidinger* (Haarkies, Nickelkies).

Rhomboëdrisch, R 144° 8′ nach *Miller*[1]); A.-V. = 1 : 0,3295; in äusserst dünnen, nadelförmigen und haarförmigen, oft abwechselnd dickeren und dünneren, bald büschelförmig, bald spinngewebeähnlich verworren gruppirten Krystallen, welche nach *Miller* hexagonale Prismen mit rhomboëdrischer Endigung, $\infty P2.R$, sind; *Kenngott* hat auch $\infty R$, und zwar z. Th. nur als trigonales Prisma, oder in zwei trigonalen Prismen beobachtet. *Websky* fand eigenthümliche, bald nach rechts, bald nach links gedrehte Nadeln. — Spröd und leicht zerbrechlich, jedoch die haarfeinen Krystalle etwas elastisch-biegsam; H. = 3,5; G. = 5,26 ... 5,30, mitunter niedriger (s. unten Beyrichit); messinggelb in speisgelb geneigt, bisweilen grau oder bunt angelaufen. — Chem. Zus.: Nickelsulfid **NiS**, mit 64,45 Nickel und 35,55 Schwefel; gibt im Glasrohr schwefelige Säure; schmilzt v. d. L. auf Kohle ziemlich leicht unter Brausen und Spritzen zu einer glänzenden Kugel; mit Borax die Farben des Nickels; in Salpetersäure und Salpetersalzsäure löslich, die Solution ist grün. — Auf Nickel- und Kobaltgängen mit Silbererzen (Johanngeorgenstadt, Joachimsthal), auf Eisenspathgängen mit Kupferkies (Wissen an der Sieg, Nanzenbach in Nassau); im Kupferschiefergebirge (Riechelsdorf, Kamsdorf, Bieber); im Steinkohlengebirge (Saarbrücken, Dortmund, Bochum); namentlich schön auf Höhlungen des Kohlenkalks in der Stadt St. Louis; andere Fundpunkte sind Lancaster Co. in Pennsylvanien, Antwerp in New-York.

Anm. Zufolge *Laspeyres* (Z. f. Kryst. XX. 1892. 355) ist aller Millerit durch Paramorphose aus einem Mineral hervorgegangen, welches als solches 1870 ein einziges Mal auf dem Eisensteingang der Lammerichskaul bei Altenkirchen (Sieg) vorkam und Beyrichit genannt wurde. *Laspeyres* befand die Zus. dieses höchst seltenen Beyrichits (nicht wie früher angenommen wurde als $Ni^5S^7$, sondern) ebenfalls als **NiS**. Nach ihm besitzt dieser Beyrichit dieselbe Krystallform und gleiche empirische chem. Zus. wie der Millerit, aber bei der Umwandlung des Beyrichits in Millerit, welche blos durch Umlagerung der Molecüle, ohne stoffliche Aenderung erfolgte, haben sich die physikalischen Eigenschaften des ersteren verändert: seine sechsseitigen strahligen und längsgestreiften Prismen waren ursprünglich bleigrau, antimonglanzähnlich, werden aber von aussen nach innen milleritähnlich messinggelb und faserig, wobei sich das ursprüngliche spec. Gew. des Beyrichits von 4,7 auf das des Millerits erhöht.

1) *Groth* ertheilt dem Millerit das A.-V. = 1 : 0,9886, und um mit ihm den Greenockit als isomorph hinzustellen, fasst er das P des letzteren als P2 (das A.-V. des Greenockits alsdann = 1 : 0,9364) und das Mineral als rhomboëdrisch auf; die wünschenswerthe Annäherung wird daher doch nur in geringem Maasse erzielt; bei analoger Deutung erhielte Wurtzit das A.-V. = 1 : 0,9353.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Gebrauch.** Wo der Millerit dem Pyrit und Kupferkies reichlicher beigemengt ist, wie in Nassau, da bedingt er eine Benutzung dieser Erze auf Nickelmetall.

Ein in den Khetri-Gruben bei Jeypoore in der Radschputanah in Ostindien in Trümern, derb und eingesprengt vorkommendes, gelblich-stahlgraues Erz (Jeypoorit) besteht nach *Middleton* aus 64,64 Kobalt und 35,86 Schwefel, und würde darnach Kobaltsulfid **CoS** sein.

**Eisennickelkies,** *Scheerer*, Pentlandit, *Dufrénoy*.

Regulär, in körnigen Aggregaten, deren Individuen oktaëdrisch spaltbar oder theilbar sind, Bruch uneben; spröd; H. = 3,5...4; G. = 4,6...5; licht tombackbraun; nicht magnetisch. — Chem. Zus.: das Nickeleisensulfid **(Fe, Ni)S**; ist Fe : Ni = 2 : 1, so entspricht dies 41,79 Eisen, 22,00 Nickel, 36,03 Schwefel. V. d. L. im Allgemeinen wie Magnetkies; das geröstete Pulver gibt mit Borax im Ox.-F. die Farbe des Eisens, im Red.-F. ein schwarzes, undurchsichtiges Glas. — In Magnetkies eingewachsen: Lillehammer im südl., Eiterfjord im nördl. Norwegen, Sudbury in Canada (Pentlandit), relativ nickelreicher (ca. 40 pCt. Nickel); ein Platingehalt ist vielleicht auf eingewachsenen Sperrylith zu schieben. In einem anderen Mineral von Inverary in Schottland ist umgekehrt Fe : Ni ca. 5 : 1, mit wenig über 11 pCt. Nickel.

**Rothnickelkies,** Arsennickel, Kupfernickel, Nickelin.

Hexagonal, isomorph mit Antimonnickel; P 86° 50′ nach *Breithaupt* und *Miller*; ∞P, 0P; A.-V. = 1 : 0,8194; Krystalle sehr selten, meist undeutlich und verwachsen; gestrickt, baumförmig, kugelig, staudenförmig, traubig, nierförmig, am häufigsten derb und eingesprengt, in Trümern. Spaltb. in höchst unvollk. Spuren, Bruch muschelig und uneben; spröd; H. = 5,5; G. = 7,4...7,7; licht kupferroth, grau und schwarz anlaufend, Strich bräunlichschwarz. — Chem. Zus. wesentlich: **NiAs**, was 43,9 Nickel und 56,1 Arsen erfordert; doch wird nicht selten mehr oder weniger As durch Sb (als NiSb) vertreten (bis zu 28 pCt. bei Wolfach); auch ist oft etwas Schwefel vorhanden. Schmilzt auf Kohle unter Entwickelung von Arsendämpfen zu einer weissen, spröden Metallkugel; gibt geröstet mit Borax oder Phosphorsalz die Reactionen des Nickels; in conc. Salpetersäure löslich unter Abscheidung von arseniger Säure, noch leichter in Salpetersalzsäure, die Sol. ist grün. — Mit Speiskobalt, Chloanthit und jüngeren arsenhaltigen Silbererzen auf Gängen in krystallinischen Schiefern: Schneeberg, Annaberg, Marienberg, Joachimsthal, Freiberg, ähnlich zu Wittichen und Wolfach im Schwarzwald. Auf den durch Kupferschiefer setzenden barythaltenden Gängen (Kobaltrücken) zu Riechelsdorf, Bieber, Sangerhausen (hier schön krystallisirt). Andere Fundorte sind Andreasberg, Allemont, Grube la Rioja (Argentinien).

**Gebrauch.** Der Rothnickelkies ist eines der wichtigsten Erze zur Darstellung des Nickels.

**Antimonnickel,** Breithauptit.

Hexagonal, isomorph mit Arsennickel[1]; A.-V. = 1 : 0,8627 nach *Busz*; meist kleine, dünne hexagonale Tafeln der Comb. 0P.∞P mit hexagonaler Streifung der Basis, auch mit $\frac{2}{3}$P (Polk. 130° 54′, Randk. 87° 56′), selten 7P; auch baumförmig und eingesprengt. Spröd; H. = 5; G. = 7,5...7,6; licht kupferroth, violblau anlaufend, Strich röthlichbraun, stark glänzend auf 0P. — Chem. Zus. wesentlich: **NiSb**, mit 32,88 Nickel und 67,12 Antimon, doch wird ein kleiner Theil Ni durch Fe vertreten, auch ist oft etwas Bleiglanz beigemengt. Gibt auf Kohle starken Antimonbeschlag; nur sehr schwer zu schmelzen; in Salpetersalzsäure leicht und vollständig löslich; die Sol. ist grün. — Andreasberg. — Ein 11,5 pCt. As haltiger Antimonnickel, ein Mittelglied zwischen diesem und Arsennickel ist *Pisani*'s Arit vom Berge Ar am Fuss des Pic de Ger bei Eaux-bonnes, Pyrenäen.

---

Fasst man die von S. 434 ab erwähnten Mineralien zusammen, so krystallisirt:

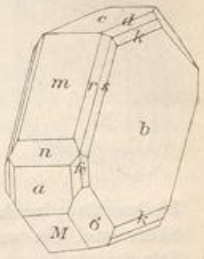
| | regulär | hexagonal |
|---|---|---|
| **ZnS** | als Zinkblende | als Wurtzit |
| **CdS** | in der Zinkblende mit ZnS | als Greenockit |
| **FeS** | in der Zinkblende mit ZnS<br>im Eisennickelkies mit NiS | im Wurtzit mit ZnS |

1) Rothnickelkies und Antimonnickel fasst *Groth* ebenfalls als rhomboëdrisch und deren P als P2 auf; ersterer erhält dann das A.-V. = 1 : 0,9462; letzterer 1 : 0,9962 (vgl. Millerit).

| | regulär | hexagonal |
|---|---|---|
| **MnS** | als Manganblende | im Erythrozinkit mit ZnS |
| **NiS** | im Eisennickelkies mit FeS | als Millerit |
| **NiAs** | — — | als Arsennickel |
| **NiSb** | — — | als Antimonnickel. |

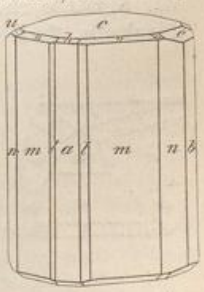
**Sylvanit,** *Necker*, oder Schrifterz.

Monoklin; $\beta = 89^{\circ}\ 35'$; A.-V. = 1,6339 : 1 : 1,1265 nach *Schrauf*. Die meist sehr kleinen Krystalle sind von sehr manchfaltigen und complicirten Formen, kurz nadelförmig und longitudinal stark gestreift oder auch lamellar; sie zeigen theils scheinbar rhombische Ausbildung unter Vorwalten von $\infty\breve{P}\infty$ oder $\breve{P}\infty$ oder der beiden verticalen Pinakoide, theils ausgeprägten monoklinen Charakter u. a. durch Vorwalten von $2\breve{P}2$. In beistehender Figur ist $a = \infty\breve{P}\infty$, $b = \infty\breve{P}\infty$, $c = 0P$, $M = \breve{P}\infty$, $m = -\breve{P}\infty$, $n = -2\breve{P}\infty$, $d = \breve{P}\infty$, $k = 2\breve{P}\infty$, $r = -P$, $o = 2\breve{P}2$, $s = -2\breve{P}2$, $f = \infty\breve{P}2$, $e = \infty P$; $e : b = 148^{\circ}\ 32'$; $d : c = 138^{\circ}\ 24'$. Skelettartige Bildungen mit eingetieften Flächen sind häufig. Zwillinge nach $\breve{P}\infty$ sind theils Contactzwillinge, theils Durchwachsungszwillinge, wobei sich die Individuen unter $69^{\circ}\ 44'$ oder bei differentem Habitus der letzteren unter $55^{\circ}\ 8'$ kreuzen und vielfache ästige Repetition stattfindet. Dabei sind sie gewöhnlich in einer Ebene reihenförmig und schriftähnlich-gestrickt gruppirt (daher der alte Name Aurum graphicum). Auch derb und eingesprengt. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk.; mild, doch in dünnen Blättchen zerbrechlich; H. = 1,5 ... 2; G. = 7,99 ... 8,33; licht stahlgrau bis zinnweiss, silberweiss und licht speisgelb. — Chem. Zus.: Schwankende Verbindungen von Tellurgold und Tellursilber von der allgemeinen Formel $(\mathbf{Au, Ag})\mathbf{Te^2}$. *Genth* fand in dem Schrifterz von der Red Cloud-Grube in Colorado 56,31 Tellur, 24,83 Gold, 13,05 Silber, was einer Verbindung von je 1 Mol. Tellurgold und Tellursilber $\mathbf{AuTe^2 . AgTe^2}$ entspricht; siebenbürgisches befand *Petz* als $\mathbf{4AuTe^2 . 3AgTe^2}$; *Sipöcz* ein anderes Vorkommen daher als $\mathbf{6AuTe^2 . 5AgTe^2}$. Gibt im Glasrohr ein Sublimat von telluriger Säure; schmilzt auf Kohle unter Bildung eines weissen Beschlags zu einer dunkelgrauen Kugel, welche nach längerem Blasen (oder leichter nach Zusatz von etwas Soda) zu einem geschmeidigen hellgelben Korn von Silbergold reducirt wird, das im Moment der Erstarrung aufglüht; in Salpetersalzsäure löslich unter Abscheidung von Chlorsilber, in Salpetersäure unter Abscheidung von Gold; mit conc. Schwefelsäure verhält er sich wie das gediegene Tellur. — Mit Quarz und ged. Gold auf schmalen Klüften im Propylit zu Offenbánya und Nagyag in Siebenbürgen; Calaveras-Gebiet in Californien; Cripple Creek in Colorado; Kalgoorlie in Westaustralien.




**Gebrauch.** Der Sylvanit wird zugleich auf Silber und auf Gold benutzt.

Als Calaverit hat *Genth* die noch goldreicheren undeutlich krystallisirten, auch körnigen Erze von der Stanislaus- und Red Cloud-Grube in Calaveras Co. (auch von der Keystone- und Mount Lion-Grube) unterschieden, welche sich durch ihre bronzegelbe Farbe auszeichnen, und ca. 44 pCt. Gold nebst nur 2—3 pCt. Silber enthalten; G. = 9,043; die analysirten Mischungen sind vorwiegend $7AuTe^2$ mit $AgTe^2$. — Aus dem Cripple Creek gibt *Hillebrand* hellbronzegelben, prismatisch krystallisirten Calaverit an, von welchem eine Analyse 44,8 Gold, nur 0,9 Silber, 57,3 Tellur ergab, also fast reines $AuTe^2$.



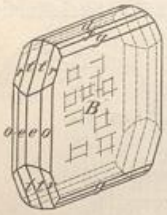

Als Krennerit bezeichnet *vom Rath* ein gleichzeitig mit ihm von *Krenner* aufgefundenes und von diesem mit dem schon vergebenen Namen Bunsenin belegtes Mineral von Nagyag. Rhombisch; P (*o*) Polk. 132° 4′ und 138° 49′, Randk. 72° 43′; $\infty P$ (*m*) 93° 30′ (nach *Krenner* 93° 40′); beobachtete Formen: P (*o*), die drei Pinakoide (*a*, *b*, *c*), $\infty P$ (*m*), $\infty\breve{P}2$ (*n*), $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$ (*l*), $\breve{P}\infty$ (*h*), $\breve{P}\infty$ (*e*), $\breve{P}2$ (*u*), wie in beistehender Fig. A.-V. = 0,9407 : 1 : 0,5044. Krystalle prismatisch ausgedehnt, vertical gestreift, $\frac{1}{2}$—2 Mm. gross. Spaltb. basisch vollk.; G. = 8,353

zufolge *Sipöcz*; fast silberweiss. Decrepitirt sehr heftig v. d. L. Die Analyse von *Sipöcz* lieferte: 34,77 Gold, 5,87 Silber, 58,60 Tellur, ganz geringe Mengen von Cu, Fe, Sb, was auf die Formel $10AuTe^2 . 3AgTe^2$ führt. Nach *Chester* halten aber Krystalle von unzweifelhaftem rhombischem Krennerit aus dem Cripple Creek 43,86 Gold, 55,68 Tellur und blos 0,46 Silber, sind also, wie gewisse »Calaverite« nahezu reines $AuTe^2$. — Mit dem Krennerit stimmt gestaltlich das unter dem Namen Weisstellur (oder Gelberz) von Nagyag bekannte Erz überein; es ist zwar nach den Analysen von *Petz* der Hauptsache nach ebenfalls Tellurgoldsilber von schwankender Zus., doch ist in ihm Blei (bis fast 14 pCt.) und Antimon (bis 8,5 pCt.) vorhanden; eine befriedigende Formel für diese vielleicht verunreinigte Substanz ist nicht aufzustellen.

Kalgoorlit, aus Gängen eines Quarzfeldspathporphyrs in Westaustralien, ist ein derbes schwarzes Tellurerz von der Zus. $HgAu^2Ag^6Te^6$ (mit 10,86 pCt. Quecksilber); G. = 8,79.

**Nagyagit,** *Haidinger*, oder Blättertellur (Nagyager Erz).

Rhombisch nach *Schrauf*. Die Fig. weist auf $\infty\breve{P}\infty$ (*B*), $\breve{P}\infty$ (*d*), $3\breve{P}\infty$ (*f*), $5\breve{P}\infty$ (*g*), $\infty\breve{P}2$ (*e*), $\infty\breve{P}6$ (*o*), P (*l*) und $2\breve{P}2$ (*r*); *B* bildet mit *d*, *o*, *e*, *t*, *r* die resp. Winkel von 105°26′, 149°20′, 119°20′, 101°9′, 141°30′. A.-V. = 0,281 : 1 : 0,276; *Fletcher* fand auch $\infty P$. Die Krystalle tafelförmig nach $\infty\breve{P}\infty$, parallel welcher Fläche zahlreiche Blätter mit einander verwachsen sind. Aufgewachsen, aber sehr selten; gewöhnlich nur eingewachsene sehr dünne Lamellen oder blätterige Aggregate. Spaltb. brachypinakoidal, sehr vollk.; sehr mild, in dünnen Blättchen biegsam; H. = 1...1,5; G. = 6,85...7,20 und darüber; schwärzlich bleigrau, stark glänzend. — Chem. Zus. nicht constant, hauptsächlich ein 6—13 pCt. Gold haltiges Sulfotellurid von Blei; ein Gehalt von Antimon bis 7,4 pCt. beruht auf Verunreinigung durch Antimonit oder Jamesonit. V. d. L. auf Kohle schmilzt er leicht und gibt Bleibeschlag; nach längerem Blasen bleibt ein Goldkorn; im Glasrohr gibt er schwefelige Säure und ein weisses Sublimat; in Salpetersäure löslich unter Abscheidung von Gold, in Salpetersalzsäure unter Abscheidung von Chlorblei und Schwefel; in conc. Schwefelsäure erwärmt liefert er eine trübe bräunliche Flüssigkeit, welche bald hyacinthroth wird, durch Zusatz von Wasser aber einen schwärzlichgrauen Niederschlag gibt. — Nagyag und Offenbánya.




**Wismutsilber,** Chilenit.

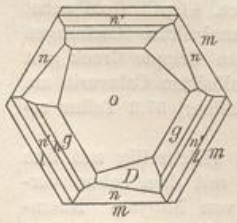
Kleine, lebhaft metallglänzende Blättchen, von der Farbe des ged. Silbers, doch bald gelblich oder röthlich anlaufend; besteht aus ca. 84 Silber und 16 Wismut und ist vielleicht $Ag^{10}Bi$. Grube San Antonio bei Copiapó in Chile.

Eingesprengt im Granit von Maldon in Victoria, Australien, findet sich Wismutgold oder Maldonit, silberweiss, schwarz anlaufend, rhomboëdrisch spaltbar; G. = 8,2...9,7; besteht aus 64,5 Gold und 35,5 Wismut, ist also $Au^2Bi$.

## Zinnober oder Cinnabarit (Mercurblende).

Hexagonal, trapezoëdrisch-tetartoëdrisch wie Quarz; *d'Achiardi* entdeckte 1871 an einem Krystall von Ripa bei Seravezza eine nur abwechselnde Abstumpfung der Seitenkanten von $\infty R$, auch kleine trigonale Trapezoëder (Hemiskalenoëder), nachdem schon vorher 1857 *Des Cloizeaux* die Circularpolarisation nachgewiesen hatte. Habitus der Krystalle rhomboëdrisch oder dick tafelartig wegen des meist sehr vorwaltenden Pinakoids, flach tafelförmig aber mit gross entwickelten Trapezoëdern zu Avala, auch wohl selten pyramidal durch Zurücktreten des Prismas und Gleichgewicht der + und — Rhomboëder. A.-V. = 1 : 1,1453. Die gewöhnlichsten Formen sind $R = n$ (92°37′), $0R$ (*o*), $\frac{1}{2}R$ (122°56′), $\frac{2}{5}R$ (*i*), $\frac{1}{3}R$ und $\infty R$ (*m*).




$o : i = 152°\ 7′$
$o : n = 127\ 6$
$n : D = 151\ 13$
$i : i = 132\ 14$
$n : n \begin{cases} = 92\ 37 \\ = 87\ 23 \end{cases}$

Die zweite Fig. zeigt ausserdem noch $-R$ (*n'*), $-2R$ (*l*), $-\frac{2}{3}R$ (*h*), $-\frac{1}{2}R$ (*g*), $\frac{{}^3P^3_2}{4}$ (*D*). Im Ganzen sind durch *Schabus*, *Mügge* (N. Jahrb. f. Min. 1882. II. 29),

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

*Al. Schmidt* (Z. f. Kryst. XIII. 1888. 433) und *Traube* (ebendas. XIV. 1888. 563) schon 74 verschiedene Formen bekannt geworden, darunter 46 Rhomboëder (positive und negative, welche sich physikalisch nicht unterscheiden, besonders gezählt), 11 trigonale Pyramiden $m$P2, 15 $m$P$n$, tetartoëdrisch ausgebildet. Vielfach liegen sehr zahlreiche Rhomboëder übereinander. An den Krystallen von Avala treten z. B. noch die trigonalen Pyramiden $\frac{1}{2}$P2, $\frac{2}{3}$P2, die Trapezoëder $\frac{2}{3}$P$\frac{4}{3}$, $\frac{8}{5}$P$\frac{8}{5}$, 2P$\frac{4}{3}$ u. s. w. auf. Uebrigens sind die Krystalle meist klein und zu Drusen vereinigt; in der Reddington Mine in Californien als dünne, der Kupferblüthe ähnliche Nadeln, welche von ∞R und $\frac{2}{3}$R gebildet werden. Zwillinge nicht selten, mit parallelen Axensystemen, wobei bald die Individuen im Gleichgewicht stehen, bald das eine nur mit vorragenden Ecken über den herrschenden Flächen des anderen erscheint, bald auch lamellare Einschaltungen vorkommen; anscheinend einfache Individuen aus dem Gouv. Jekaterinoslaw befand *Tschermak* als symmetrische Durchdringungszwillinge eines rechten und eines linken Krystalls, nach dem Gesetz, dass eine Fläche von ∞P2 Zwillingsebene ist (analog wie beim Quarz). Gewöhnlich derb, eingesprengt und angeflogen in körnigen, dichten und erdigen Aggregaten; in Pseudomorphosen nach Dolomit, Fahlerz, Antimonglanz, Eisenkies. — Spaltb. nach ∞R zieml. vollk., Bruch uneben und splitterig; mild; H. = 2 ... 2,5; G. = 8 ... 8,2; cochenillroth in bleigrau und scharlachroth verlaufend, Strich scharlachroth, Diamantglanz, pellucid in hohen und mittleren Graden; Doppelbrechung positiv: $\omega = 2{,}854$, $\varepsilon = 3{,}201$ (Roth); Circularpolarisation, rechtwinkelig auf die Hauptaxe geschliffene Lamellen zeigen im polarisirten Licht alle Erscheinungen der Quarzlamellen mit 15 mal so grossem Drehungsvermögen. — Chem. Zus.: Quecksilbersulfid **HgS**, mit 86,2 Quecksilber und 13,8 Schwefel; im Kolben lässt er sich vollständig sublimiren; sublimirt im Glasrohr theils unzersetzt, theils als metallisches Quecksilber, indem schwefelige Säure entweicht; mit Soda im Kolben gibt er nur Quecksilber; in Salpetersalzsäure vollkommen löslich, in Salzsäure, Salpetersäure und Kalilauge unlöslich. — Auf Gängen, mehr noch als Imprägnation in Schiefer, Dolomit und Sandstein, auch mit Serpentin verknüpft: Wolfsberg und Moschellandsberg in Rheinbayern, Olpe in Westfalen, Horzowitz in Böhmen, Idria; Rosenau und Szlana in Ungarn; Hartenstein in Sachsen; Ripa und Levigliani in Toscana; Vallalta in den venetianischen Alpen; Berg Avala s. von Belgrad in Quarzmassen des Serpentins; Almaden in Spanien, wohl die reichste Gegend; Nikitowka im District Bachmut, Gouv. Jekaterinoslaw; New-Almaden bei San José u. a. O. in der Coast Range Californiens; Guadalcazar und Huitzuco in Mexico. Im Sinter heisser Solfatarenquellen an den Sulphur Banks, Californien.

Das Quecksilber-Lebererz von Idria ist ein inniges Gemenge von Zinnober mit Bitumen (Idrialin), Kohle und erdigen Theilen; es ist dunkel cochenillroth bis bleigrau und fast eisenschwarz, hat rothen Strich und findet sich theils als dichtes, theils als krummschaliges Lebererz (sog. Korallenerz), welches letztere freilich nur 2 pCt. Zinnober, aber 56 pCt. phosphorsauren Kalk enthält. — Quecksilberbranderz ist ein mit Idrialin nur spärlich imprägnirtes Lebererz.

**Gebrauch.** Der Zinnober ist das hauptsächlichste Erz zur Darstellung des Quecksilbers.

**Metacinnabarit.**

Regulär, tetraëdrisch-hemiëdrisch; zwar meist nur derb und scheinbar amorph, aber durch *Penfield* in bis 4 Mm. grossen Krystallen mit etwas rauhen und gekrümmten Flächen gefunden, beide Tetraëder fast im Gleichgewicht. Eisenschwarz mit schwarzem Strich. G. der Krystalle = 7,84, der derben Massen etwas niedriger. — Chem. Zus. genau wie Zinnober **HgS** (Dimorphie dieser Substanz), wegen des spec. Gewichtes zu vergleichen mit dem künstlichen anscheinend amorphen Schwefelquecksilber (Quecksilbermohr). — Zusammen mit Zinnober: Bayerische Pfalz, Idria (als kleine Halbkugeln); Reddington Mine in Californien. — Der eisenschwarze derbe Guadalcazarit von Guadalcazar in Mexico unterscheidet sich nach *Petersen* vorwiegend nur durch einen Zinkgehalt (4,4 pCt.) von dem Metacinnabarit.

**Selenquecksilber** oder Tiemannit.

Regulär, tetraëdrisch-hemiëdrisch, isomorph mit Metacinnabarit. Ueber 3 Mm. grosse Krystalle von Marysvale im südl. Utah befand *Penfield* als Combinationen der beiden

abweichend glänzenden Tetraëder mit $\infty O\infty$, $3O3$, $5O5$, $\frac{7}{3}O\frac{7}{3}$; Zwillinge nach O. Gewöhnlich in feinkörnigen Aggregaten von muscheligem bis unebenem Bruch. H. = 2,5; G. der Krystalle = 8,19; dunkelbleigrau, stark glänzend. — Chem. Zus.: **HgSe** mit 71,7 Quecksilber, 28,3 Selen. Zerknistert im Kolben, schmilzt und verflüchtigt sich vollständig zu schwarzem, weiterhin braunem Sublimat; im Glasrohr ist das äusserste Sublimat weiss; auf Kohle verfliegt es mit blauer Färbung der Flamme; nur in Königswasser löslich. — Ausser dem Fundpunkt in Utah (4 Fuss mächtiger Gang im Kalkstein) auch zu Clausthal, mit Quarz innig gemengt und bisweilen mit eingesprengtem Kupferkies, bei Zorge und Tilkerode. — Der mehr fahlerzähnliche Onofrit (von S. Onofre in Mexico, ebenfalls von Marysvale in Utah und von Wen Shan Chiang in Centralchina) ist **Hg(S, Se)** mit S : Se = 4 : 1 oder 6 : 1 und nach der Vermuthung von *J. G. Brush* sehr wahrscheinlich eine isomorphe Mischung von Metacinnabarit mit Tiemannit.

**Coloradoit,** *Genth*, oder Tellurquecksilber.

Nicht krystallisirt, derb, etwas körnig, bisweilen unvollkommen stengelig; H. = ca. 3; G. = 8,627. Metallglänzend, eisenschwarz ins Graue, oft bunt angelaufen. — Chem. Zus.: Tellurquecksilber **HgTe** mit 61,51 Quecksilber und 38,49 Tellur, meist verunreinigt durch Gold und Sylvanit. Schmilzt v. d. L., gibt ein starkes Sublimat von metallischem Quecksilber, Tropfen von Tellurigsäureanhydrid und zunächst der Probe von metallischem Tellur. Färbt auf der Kohle die Flamme grün. Löslich in koch. Salpetersäure mit Abscheidung von telluriger Säure. Sehr selten; Keystone-, Mountain Lion- und Smuggler-Grube in Colorado.

**Covellin,** *Beudant*, oder Kupferindig, *Breithaupt.*

Hexagonal, rhomboëdrisch, wohl isomorph mit Zinnober. Nimmt man mit *Groth* die vorwaltende Pyramide als die Deuteropyramide P2, so ist $0P : P = 127^\circ 4'$ und das A.-V. = 1 : 1,1466; Krystalle dünn tafelförmig und gewöhnlich klein, doch auf der Insel Luzon nach *Zerrenner* Tafeln bis zu 5 Cm. Durchmesser, überhaupt aber sehr selten; gewöhnlich in Platten, nierförmig, von feinkörniger Zusammensetzung und flachmuscheligem oder ebenem Bruch, bisweilen in stengeligen Aggregaten, auch als rusiger Anflug, selten als Pseudomorphose nach Kupferkies und Bleiglanz. — Spaltb. der Individuen basisch, sehr vollk.; mild, dünne Blättchen sogar biegsam; H. = 1,5...2; G. = 4,59...4,6; dunkel indigblau bis schwärzlichblau, Strich schwarz, schwacher Fettglanz in den Metallglanz geneigt, im Strich glänzender; undurchsichtig. — Chem. Zus.: **CuS**, mit 66,44 Kupfer und 33,56 Schwefel, dazu etwas Blei und Eisen; brennt für sich mit blauer Flamme; schmilzt auf Kohle unter Aufwallen und Spritzen, und gibt mit Soda ein Kupferkorn; in Salpetersäure, auch in Cyankalium löslich. — Sangerhausen, Grube Stangewag bei Dillenburg, Leogang in Salzburg, Badenweiler, Vesuv auf Lava; reichlich und verbreitet in Chile und Bolivia, Angola in Afrika, Insel Kawau bei Neuseeland, hier massenhaft, auch in den Goldfeldern von Victoria in Australien und bei Sujuk auf Luzon. — C. ist oft ein Umbildungsproduct von Kupferkies und Kupferglanz.

Der hexaëdrisch spaltbare sog. Cantonit von der Cantongrube in Georgia ist nach *Genth* eine Pseudomorphose von Covellin nach Bleiglanz oder vielmehr nach dem S. 431 genannten Harrisit. Auch auf den Cornwaller Gruben Wheal Falmouth und Wheal St. George-Perran, wo er noch silberreichen Bleiglanz enthält.

**Molybdänglanz** oder Molybdänit, *Brongniart* (Wasserblei).

Hexagonal; *Brown* führt an den Krystallen von Frankford in Pennsylvanien als Formen an 0P, P, 2P (vorwiegend), 3P, $\infty P$ und das A.-V. = 1 : 1,908; $P : 0P = 114^\circ 25'$; doch gewöhnlich nur ganz undeutliche, tafelartige oder kurzsäulenförmige tonnenähnliche Krystalle, deren laterale Flächen stark horizontal gestreift, oft wie aufgeblättert sind, mit sechsseitiger Basis; an den bis fast pfundschweren Krystallen von Renfrew in Canada gibt *Hidden* eine Zwillingsbildung an, bei welcher die Basis gemeinsam ist und eine Nebenaxe des einen Individuums ungefähr mit einer Zwischenaxe des anderen zusammenfällt. Meist eingesprengt in schaligen und krummblätterigen Aggregaten. — Spaltb. basisch sehr vollk., die Spaltungsflächen oft hexagonal federartig gestreift, wie bei gewissen Glimmern; die einzelnen Streifensysteme stehen rechtwinkelig auf den Seiten der hexagonalen Basis; in dünnen Blättchen biegsam, sehr

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mild, fettig anzufühlen; H. = 1 ... 1,5; G. = 4,7 ... 4,8; röthlich bleigrau, Strich auf Papier grau, auf Porzellan grünlich, in ganz dünnen Lamellen lauchgrün durchscheinend. Viele äussere Eigenschaften sind denen des Graphits sehr ähnlich. — Chem. Zus.: $MoS^2$, mit 59,96 Molybdän und 40,04 Schwefel. V. d. L. färbt er die Flamme zeisiggrün; unschmelzbar; auf Kohle entwickelt er schwefelige Säure und gibt einen weissen Beschlag; eine mit Salpeter versetzte Boraxperle färbt er in dem Red.-F. dunkelbraun; mit Salpeter geschmolzen decrepitirt die Masse, löst sich vollkommen farblos in Wasser, welche Lösung durch Behandlung mit Zink und Salzsäure oder mit Zinnchlorür allmählich blau, grün und braun wird. Salpetersäure zersetzt ihn unter Abscheidung weisser pulverförmiger Molybdänsäure; in Salpetersalzsäure erhitzt gibt er eine grünliche Sol., in kochender Schwefelsäure sehr wenig löslich. — Hauptsächlich eingewachsen in Graniten, namentlich solchen, mit denen Zinnerzlagerstätten verknüpft sind, auch in Syeniten, Gneissen, körnigen Kalken: Altenberg, Sadisdorf, Zinnwald, Ehrenfriedersdorf, Schlaggenwald, Hochstätten bei Auerbach an der Bergstrasse, Lomnitz bei Hirschberg in Schlesien, Traversella und Macchetto in Piemont, Finnland und Cornwall an vielen Orten; Nertschinsk, Grönland und vielorts in Nordamerika; Eleonora-Grube in Neusüdwales (grosse Krystalle).

**Realgar** (Rothe Arsenblende, Roth Rauschgelb).

Monoklin, $\beta = 66^\circ 5'$ nach *Marignac*, $\infty P$ ($M$) $74^\circ 26'$, $\breve{P}\infty$ ($n$) $132^\circ 2'$, $\infty\breve{P}2$ ($l$) $113^\circ 16'$, und manche andere Formen, welche oft recht reichhaltige Combinationen bilden. A.-V. = 1,4403 : 1 : 0,9729. Krystalle kurz oder langsäulenförmig durch Vorherrschen der Prismen mit Verticalstreifung dieser Zone, einzeln aufgewachsen oder zu Drusen verbunden; auch eingesprengt, als Anflug und Ueberzug.

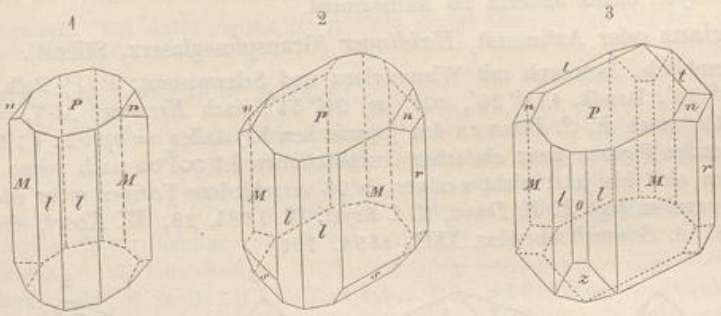



Fig. 1. $\infty P.\infty\breve{P}2.0P.\breve{P}\infty$; eine sehr gewöhnliche Form.
Fig. 2. Die Comb. Fig. 1, noch mit P ($s$) und $\infty\breve{P}\infty$ ($r$).
Fig. 3. $\infty P.0P.\frac{1}{2}P.\infty\breve{P}2.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.\breve{P}\infty.2\breve{P}\infty$.

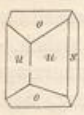
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $M : M =$ | $74^\circ 26'$ | $P : M =$ | $104^\circ 12'$ | $n : r =$ | $113^\circ 56'$ |
| $l : l =$ | $113\ 16$ | $P : n =$ | $156\ 1$ | $o : z =$ | $135\ 58$ |

Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ und 0P ziemlich vollk.; prismatisch unvollk.; Bruch kleinmuschelig bis uneben und splitterig; mild; H. = 1,5 ... 2; G. = 3,5 ... 3,6; morgenroth; Strich pomeranzgelb, Fettglanz, pellucid in mittleren und niederen Graden, Doppelbrechung negativ, sehr stark; die optischen Axen liegen im Klinopinakoid, $\mathfrak{a}$ bildet mit $a$ 53°, mit $c$ 13°; starke geneigte Dispersion. — Chem. Zus.: **AsS**, oder das Arsendisulfid $As^2S^2$, mit 70,08 Arsen und 29,92 Schwefel; sublimirt im Kolben als dunkelgelbe oder rothe Masse, verflüchtigt sich im Glasrohr unter Absatz eines Sublimats von arseniger Säure; schmilzt auf Kohle und brennt mit weissgelber Flamme. In Salpetersalzsäure löslich unter Abscheidung von Schwefel; in erwärmter Kalilauge löslich unter Zurücklassung eines dunkelbraunen Subsulfids. Dem Licht ausgesetzt zerfällt das Mineral zu einem gelblichrothen Pulver, indem es ein Gemenge von $As^2S^3$ und $As^2O^3$ liefert. — Auf den Erzgängen von Kapnik, Felsöbánya (mit Antimonit), Nagyag, Joachimsthal, Schneeberg, Andreasberg; Allchar in Macedonien; als

Gangausfüllungen im Thon mit Auripigment zu Tajova bei Neusohl; im Dolomit des Binnenthals, Wallis. Drusen im Phyllit bei Kreševo in Bosnien. Als Sublimat am Vesuv und in der Solfatara, auf Guadeloupe. Am Norris Geysir im Yellowstone Park als Absatz heisser Quellen. In den brennenden Halden mancher Steinkohlenwerke bilden sich Krystalle von R., z. B. bei Hänichen unweit Dresden; entsteht auch als zufälliges Hüttenproduct.

**Auripigment,** Gelbe Arsenblende, Rauschgelb, Operment.

Rhombisch; $\infty P$ 117° 49′, $\infty\breve{P}2$ (*u*) 79° 20′, $\bar{P}\infty$ (*o*) 83° 37′, $\infty\breve{P}\infty$ (*s*) nach *Mohs*; A.-V. = 0,6030 : 1 : 0,6743; Krystalle gewöhnlich kurzsäulenförmig, krummflächig, durcheinander gewachsen und zu Drusen verbunden; auch traubige, nierförmige Aggregate; am häufigsten in Trümern, sowie in kurz- und breitstengeligen oder körnigblätterigen Aggregaten. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ höchst vollk., die Spaltungsflächen horizontal gestreift; in dünnen Blättchen sehr leicht biegsam um die Brachydiagonale, mild; H. = 1,5...2; G. = 3,4...3,5; citrongelb bis pomeranzgelb, Strich gleichfarbig; Perlmutterglanz auf Spaltungsflächen, sonst Fettglanz; pellucid in mittleren und niederen Graden. Opt. Axenebene 0P, stumpfe negative Bisectrix senkrecht auf $\infty\breve{P}\infty$. — Chem. Zus.: Arsentrisulfid $As^2S^3$, mit 60,96 Arsen und 39,04 Schwefel; verbrennt im Glasrohr und setzt arsenige Säure ab; gibt mit Soda geschmolzen metallisches Arsen; in Salpetersalzsäure, in Kalilauge und in Ammoniak vollständig löslich. — Vorkommen ähnlich wie bei Realgar: Andreasberg; Kapnik und Felsöbánya; Tajova bei Neusohl; Allchar in Macedonien; reichlich bei Djulamerk in Kurdistan. — Der sog. Dimorphin *Scacchi*'s von der Solfatara bei Neapel ist zufolge *Kenngott* nichts anderes als Auripigment.




$u : u = 79° 20'$
$u : s = 140\ 20$
$o : o = 83\ 37$
$o : o = 96\ 23$

**Antimonglanz** oder Antimonit, *Haidinger* (Grauspiessglaserz, Stibnit).

Rhombisch, isomorph mit Wismutglanz und Selenwismut; P (*P*) Polk. 109° 26′ und 108° 21′, Randk. 110° 30′, $\infty P$ (*m*) 90° 54′, nach *Krenner*; A.-V. = 0,9844 : 1 : 1,0110; nach *E. S. Dana* an den japanischen Krystallen = 0,992 : 1 : 1,018. An den folgenden Figuren ganz einfacher Combinationen ist $\infty\breve{P}\infty$ nach vorne gewendet. Im Ganzen sind bis jetzt nicht weniger als 96 verschiedene Formen mehr oder weniger sicher angegeben (vgl. *E. S. Dana*, Z. f. Kryst. IX. 1884. 29, *W. Koort*, ebendas. XII. 1887. 78, *A. Schmidt* ebendas. XXIX. 1898. 196).

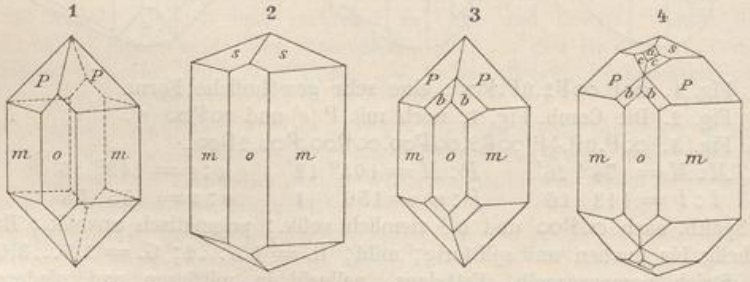



Fig. 1. $\infty P.P.\infty\breve{P}\infty$; $m : m = 89° 6'$, $P : m = 145° 15'$.
Fig. 2. $\infty P.\frac{1}{3}P.\infty\breve{P}\infty$; $s : m = 115° 40'$.
Fig. 3. Die Comb. Fig. 1, noch mit $2\breve{P}2$ (*b*); $b : o = 144° 45'$.
Fig. 4. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.P.\frac{1}{3}P.2\breve{P}2.\frac{2}{3}\breve{P}2.\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, welche letztere zwei Formen mit *c* und *a* bezeichnet sind; dabei ist $P : s = 150° 25'$.

Krystalle meist langsäulenförmig oder nadelförmig, vertical stark gestreift, nur selten mit deutlich ausgebildeter oder wohl erhaltener Endigung; 0P ist jedenfalls äusserst selten; manche werden durch sehr spitze Pyramiden begrenzt, und sind dann gewöhnlich gekrümmt (in der Richtung der Makrodiagonale, sogar zu einem vollständigen Ring), auch oft quer eingekerbt; japanische Krystalle sind nicht selten

schraubenförmig gewunden; oft erscheinen die Krystalle büschelförmig gruppirt oder zu Drusen verbunden, auch regellos durcheinander gewachsen; in radial- oder verworren-stengeligen bis faserigen, auch in kleinkörnigen bis dichten Aggregaten. Umgewandelt in Antimonocker, mitunter in Rothspiessglanz oder Valentinit; selten in Pseudomorphosen nach Senarmontit. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ höchst vollk., Spaltungsächen oft horizontal gestreift oder quer geknickt; unvollk. nach 0P u. a. Richtungen. Die Richtung der Basis erscheint als Gleitfläche, Härte parallel derselben weit grösser als senkrecht dazu; mild; H. = 2; G. = 4,5...4,6; rein bleigrau, oft schwärzlich oder bunt angelaufen; Spaltungsflächen stark glänzend. — Chem. Zus.: Antimontrisulfid $Sb^2S^3$, mit 71,38 Antimon und 28,62 Schwefel. Schmilzt schon in der Kerzenflamme; färbt v. d. L. die Flamme grünlich, verflüchtigt sich und gibt auf Kohle einen weissen Beschlag; gibt im Glasrohr ein Sublimat erst von antimonsaurem Antimonoxyd, dann von Antimonoxyd; in heisser conc. Salzsäure löslich; in Salpetersäure zersetzbar unter Abscheidung von Antimonoxyd; von Kalilauge gelb gefärbt und gleichfalls gelöst; aus der Solution fällen Säuren pomeranzgelbes Schwefelantimon. — Auf Gängen bald mit Quarz allein, bald mit anderen Mineralien, wie Bleiglanz, Silbererzen, Baryt: Mobendorf bei Freiberg, Niederstriegis in Sachsen, Wolfsberg und Neudorf am Harz; Przibram und Bohutin; Magurka; Kremnitz, Schemnitz, Felsöbánya (hier manchmal mit einer dünnen Umwandlungskruste von Wurtzit überzogen); Goldkronach; Peretta in Toscana, Cotorniano bei Rosia in der Prov. Siena; Borneo, Neu-Braunschweig, Nevada; Ichinokawa bei Saijo auf der Insel Shikoku in Südjapan, wo prachtvolle, bis 22 Zoll lange und 2 Zoll breite, reich am Ende ausgebildete Krystalle, frisch von dem Glanz des blanken Stahls vorkommen. — Lagerartig zwischen Culmkieselschiefern bei Arnsberg in Westfalen (Casparizeche).

**Gebrauch.** Der Antimonglanz ist fast das einzige Mineral, aus welchem das Antimon im Grossen dargestellt wird.

## Wismutglanz oder Bismutin, *Beudant.*

Rhombisch, isomorph mit Antimonglanz und Selenwismutglanz; ∞P nach *Groth* 91° 52′, $\breve{P}\infty$ 89°; A.-V. 0,9680 : 1 : 0,985. Krystalle lang säulenförmig bis nadelförmig, ähnlich denen des Antimonglanzes, stark längsgestreift durch oscillatorische Combination von ∞P mit $\infty\breve{P}3$ und den beiden verticalen Pinakoiden, selten frei, meist eingewachsen; häufiger als derbe blätterige oder strahlige Partieen; bisweilen umgewandelt in Wismutocker, in Kupferkies oder Eisenspath. — Spaltb. wie bei Antimonglanz; mild; H. = 2...2,5; G. = 6,4...6,6; licht bleigrau in zinnweiss geneigt, auch wohl rein bleigrau, wie Antimonglanz, mehr gelblich als bunt anlaufend. — Chem. Zus.: $Bi^2S^3$, mit 81,22 Wismut und 18,78 Schwefel. Auf Kohle schmilzt er im Red.-F. leicht unter Spritzen, gibt gelben Beschlag und ein Wismutkorn; mit Jodkalium gibt er auf Kohle rothen Beschlag; in Salpetersäure rasch löslich zu farbloser Sol. unter Abscheidung von Schwefel. — Johanngeorgenstadt, Altenberg; Riddarhytta; Redruth, Botallack und Fowey Consols Mine in Cornwall, Rezbánya und Moravicza (von Asbestfäden durchwachsen), Tazna und Chorolque in Bolivia; viel seltener als Antimonglanz.

**Selenwismutglanz,** *Frenzel*; Frenzelit, *Dana*; Guanajuatit.

Rhombisch, isomorph mit Antimonglanz; ∞P ca. 90°; lang-prismatische Krystalle, stark vertical schilfartig gestreift und undeutlich, zu compacten Massen verwachsen; derbe Massen von feinkörniger, blätteriger, bis faseriger Zusammensetzung. Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$. H. = 2,5...3,5; G. = 6,3...6,6; bleigrau. — Chem. Zus.: $Bi^2Se^3$, mit wechselnder Beimischung des analogen Schwefelwismuts; die Analyse gab: 67,38 Wismut, 24,13 Selen, 6,60 Schwefel. Gibt v. d. L. auf Kohle starken Selengeruch, schmilzt und färbt die Flamme blau. Mit Jodkalium geschmolzen erhält man auch ohne Schwefelzusatz den schönen rothen Beschlag von Jodwismut. — Grube Santa Catarina in der Sierra de Santa Rosa bei Guanaxuato in Mexico. — Silaonit, ebendaher, ist ein derbes Gemenge von Selenwismutglanz mit ged. Wismut.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Tellurwismut.**

Die verschiedenen Tellurwismute bestehen aus den beiden Metallen, wozu sich aber oftmals auch Schwefel und Selen gesellen. Das reinste Tellurwismut ist das aus den Goldgruben von Fluvanna Co. (Virginien), von Dahlonega (Georgia) und aus den Goldwäschen von Highland (Montana), welches sehr nahe 52 pCt. Wismut gegen 48 Tellur ergab, also der Formel des Sesquisulfids $Bi^2Te^3$ vollkommen entspricht; es ist blätterig, blei- bis stahlgrau, mild. — Ein besonderes, schwefelhaltiges Tellurwismut, besser krystallisirt als die anderen, ist der nach *Haidinger* rhomboëdrische Tetradymit; fast immer in Zwillingen und häufig in cyklischen Vierlingen nach dem Gesetz: Zwillingsebene $-\frac{1}{2}R$; die Krystalle klein und einzeln eingewachsen, rhomboëdrisch oder tafelförmig, auch körnigblätterige Aggregate. A.-V. = 1 : 1,5871. — Spaltb. basisch sehr vollk.; mild, in dünnen Blättchen biegsam; H. = 1 ... 2; G. = 7,4 ... 7,5; zwischen zinnweiss und stahlgrau, äusserlich wenig glänzend oder matt, auf der Spaltungsfläche stark glänzend. — Chem. Zus.: $Bi^2Te^2S$, oder $2Bi^2Te^3.Bi^2S^3$, mit 59,6 Wismut, 35,8 Tellur, 4,6 Schwefel, auch Spuren von Selen. Schmilzt v. d. L. auf Kohle sehr leicht, beschlägt dieselbe gelb und weiss und gibt ein Metallkorn, welches fast ganz verflüchtigt werden kann; in Salpetersäure löslich unter Abscheidung von Schwefel. — Schubkau bei Schemnitz und Oravicza in Ungarn; Whitehall (Spotsylvania Co., Virginien), Washington in Davidson Co. und Phönixgrube in Cabarrus Co. in Nordcarolina; Uncle Sam's Grube in Montana.

Verschieden vom Tetradymit ist das Tellurwismut von San José in Brasilien (Joséit), welches in fast zollgrossen dünnen spaltbaren, etwas biegsamen, stark glänzenden Platten vorkommt, und 79,15 Wismut, 15,93 Tellur, 3,15 Schwefel nebst 1,48 Selen enthält; ist vielleicht $Bi^3Te(S,Se)$. Ebenso scheint das Tellurwismut von Deutsch-Pilsen in Ungarn mit dem Tetradymit nicht ganz identisch zu sein. — Ein weiteres Schwefeltellurwismut, $Bi^4TeS^3$, ist der rhomboëdrische Grünlingit aus Cumberland, graue, schwarz anlaufende Massen, metallglänzend und vollk. monotom spaltbar.

## Sulfosalze.

### 1. Sulfoferrite.

**Kupferkies** oder Chalkopyrit, *Henckel.*

Tetragonal, sphenoidisch-hemiëdrisch, von sehr nahe regulären Dimensionen, weshalb der Kupferkies erst 1822 durch *Haidinger* als tetragonal erkannt wurde. P 108° 40′; die Grundform P erscheint nicht selten als das Sphenoid $\frac{P}{2}$ mit der horizontalen Polk. von 71° 20′, öfter noch als die Comb. $\frac{P}{2}\cdot-\frac{P}{2}$ (Fig. 2); A.-V. = 1 : 0,9856. Andere häufige Formen sind P∞ (*b*) 89° 10′, 2P∞ (*c*) 126° 11′, 0P (*a*), ∞P (*m*), minder häufig ∞P∞ (*l*) und mehre Skalenoëder, davon P3 zu St. Ingbert bei Saarbrücken selbständig und allein vorkommt; Krystalle meist klein, durch einseitige Verkürzungen und Verlängerungen verzerrt, einzeln aufgewachsen oder zu Drusen verbunden. *Sadebeck* nimmt (Z. geol. Ges. XX. 595; XXI. 642) das gestreifte, rauhe oder matte Sphenoid der Grundform als positiv, das glatte als negativ. Einfache Krystalle selten, Zwillinge dagegen ausserordentlich häufig, nach mehren Gesetzen, und oftmals mit wiederholter Zwillingsbildung, wodurch die Form der einzelnen Individuen noch mehr entstellt wird; eine der gewöhnlichsten Verwachsungen ist die dem Spinellzwilling ähnliche in Fig. 7; hier ist die Zwillingsebene eine Fläche von P, wobei aber, wie *Sadebeck* gezeigt hat, ungleichnamige Sphenoidflächen mit einander verwachsen sind. Vergl. *Fletcher*, Z. f. Kryst. VII. 1883. 321.

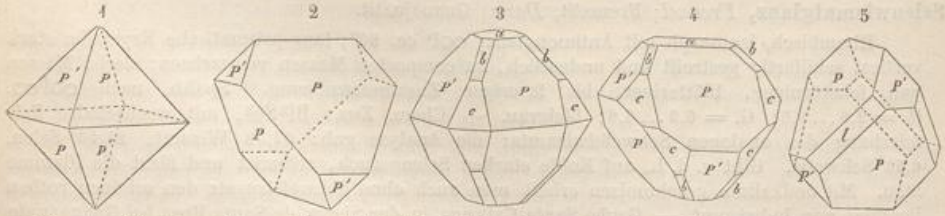



Fig. 1. Die Grundform P vollständig, beide Sphenoide im Gleichgewicht.
Fig. 2. Das eine Sphenoid sehr vorwaltend, das andere untergeordnet.

Fig. 3. P.0P.2P∞.P∞; die Grundform als Pyramide ausgebildet.
Fig. 4. Dieselbe Comb., jedoch P als zwei ungleichmässige Sphenoide.
Fig. 5. Die beiden Sphenoide der Grundform mit dem Deuteroprisma *l*.

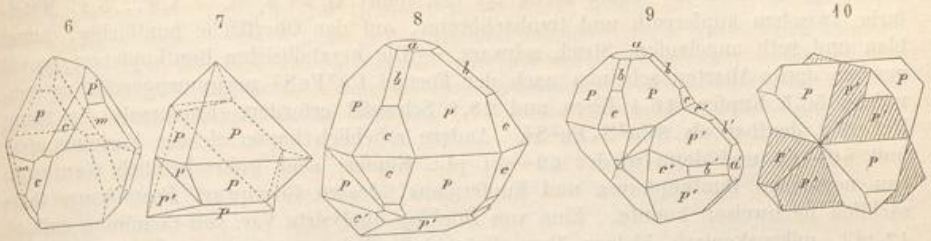



Fig. 6. Das eine Sphenoid der Grundform sehr vorwaltend, das andere sehr untergeordnet, dazu das Protoprisma und die Deuteropyramide 2P∞.
Fig. 7. Zwilling nach P; durch wiederholte Zwillingsbildung dieser Art erscheinen Krystalle und derbe Massen lamellar zusammengesetzt.
Fig. 8. Zwilling nach P; die Individuen zeigen die Comb. wie Fig. 3.
Fig. 9. Zwilling derselben Comb., jedoch ist P∞ Zwillingsebene; auch diese Zwillingsbildung wiederholt sich oft so, dass ein mittleres Individuum bisweilen an allen vier (unteren oder oberen) Polkanten von P mit anderen Individuen zu einem cyklischen Fünfling verbunden ist; ähnlich wie Fig. 3 des Hausmannits.
Fig. 10. Ergänzungszwilling; zwei Individuen der Comb. Fig. 2 im Zustande vollkommener Durchkreuzung.

Am häufigsten findet sich der Kupferkies derb und eingesprengt; bisweilen auch traubig und nierförmig; in Pseudomorphosen nach Kupferglanz, Magnetit, Bismutit, Fahlerz. — Spaltb. nach 2P∞, mitunter ziemlich deutlich; spröd in geringem Grade; H. = 3,5 ... 4; G. = 4,1 ... 4,3; messinggelb, oft goldgelb oder bunt angelaufen; Strich schwarz. — Chem. Zus.: empirisch $CuFeS^2$, mit der proc. Zus. 34,52 Kupfer, 30,53 Eisen, 34,95 Schwefel. Der Kupferkies erscheint daher als ein Sulfoferrit, als ein Kupferoxydulsalz der Säure $HFeS^2$ und es kann ihm auch die Schreibweise $Cu^2S.Fe^2S^3$ ertheilt werden. Etliche Kupferkiese halten etwas Selen oder Thallium. Bei dem Rösten entwickelt er schwefelige Säure; schmilzt auf Kohle ziemlich leicht unter Aufkochen und Funkensprühen zu schwarzer magnetischer Kugel. In Salpetersalzsäure löslich unter Abscheidung von Schwefel; schwieriger in Salpetersäure. — An sehr vielen Orten auf Gängen mit Bleiglanz, Zinkblende, Eisenkies u. a. Schwefelmetallen: Freiberg, Clausthal, Neudorf, Rheinbreitbach; auch auf Zinnsteingängen (Schlaggenwald, Cornwall); im Siegenschen mit Eisenspath; häufig mit Serpentinen verknüpft. Als Lager und Linsen mit Eisenkies in krystallinischen Schiefern und alten Thonschiefern: Rammelsberg bei Goslar, Schmöllnitz, Kitzbüchel, Wicklow in Irland, Fahlun (von Serpentinen umgeben). In den skandinavischen Fahlbändern (Roeräs). Als Imprägnation, zarte Lagen und Vererzung von Fischresten im Mansfeldschen Kupferschiefer. Vielorts in Nordamerika. — Kupferkies wandelt sich manchmal um in Kupferglanz oder in Covellin (daher die blaue Anlauffarbe); liefert ferner Kupfervitriol und Eisenvitriol, bei Gegenwart von Carbonaten Brauneisen und Malachit. Sehr viele der am Ausgehenden von Gängen auftretenden Kupfersalze sind als epigenetische Producte auf K. zurückzuführen. — *Breithaupt*'s Homichlin ist zufolge *Frenzel* nichts anderes als Kupferkies.

**Gebrauch.** Der Kupferkies ist das häufigste unter allen Kupfererzen, so dass sehr viel Kupfer aus ihm dargestellt wird; auch wird er bisweilen auf Vitriol benutzt.

## Buntkupfererz, Buntkupferkies, Bornit.

Regulär; ∞0∞, ∞0∞.0, auch ∞0∞.202 und ∞0.202 sowie selbständige Ikositetraëder; Zwillinge nach 0; Krystalle überhaupt selten, mit rauher oder unebener

Oberfläche, in Drusen versammelt, oder einzeln eingewachsen in Kalkspath, wie bei Berggiesshübel; meist derb und eingesprengt, auch in Platten, Knollen und angeflogen; Pseudomorphosen nach Kupferglanz. — Spaltb. oktaëdrisch sehr unvollk.; Bruch muschelig bis uneben; wenig spröd bis fast mild; H. = 3; G. = 4,9 ... 5,1; Mittelfarbe zwischen kupferroth und tombackbraun, auf der Oberfläche buntfarbig, zumal blau und roth angelaufen, Strich schwarz. — Die krystallisirten Buntkupfererze sowie gewisse derbe Abarten scheinen nach der Formel $Cu^3FeS^3$ zusammengesetzt zu sein, welche 55,5 Kupfer, 16,4 Eisen und 28,1 Schwefel erfordert (Kupfersalz der Säure $H^3FeS^3$); deutbar als $3Cu^2S.Fe^2S^3$. Andere erheblich kupferreichere Vorkommnisse (mit 60—63 und dann wieder 69—71 pCt. Kupfer) sind wahrscheinlich Gemenge von normalem Buntkupfererz und Kupferglanz, dessen Gegenwart *Baumhauer* thatsächlich nachweisen konnte. Eine von *Böcking* analysirte Var. von Coquimbo enthielt 12 pCt. mikroskopisch kleiner Turmalinkrystalle beigemengt. — Schmilzt zu einer stahlgrauen, nach längerem Blasen magnetischen, spröden, im Bruch graulichrothen Kugel; gibt mit Borax und Soda ein Kupferkorn, im Glasrohr schwefelige Säure aber kein Sublimat; in conc. Salzsäure löslich mit Hinterlassung von Schwefel. — Vorkommen ähnlich dem Kupferkies, aber seltener: Berggiesshübel, Freiberg, Annaberg, Eisleben, Mansfeld und Sangerhausen; Kupferberg; Frossnitzalp bei Pregratten (krystallisirt); Redruth in Cornwall; Monte Catini in Toscana; Chile und Bolivia; Wilkesbarre in Pennsylvanien; Chesterfield in Massachusetts, reichlich in Canada n. von Quebec.

**Gebrauch.** Der Buntkupferkies wird mit anderen Kupfererzen auf Kupfer benutzt.

Das von *Genth* Barnhardtit genannte Mineral von Barnhardt's Landgut und a. O. in Nordcarolina ist derb, mit muscheligem Bruch, spröd; H. = 3,5; G. = 4,521; bronzegelb, läuft aber bald tombackbraun oder rosenroth an. — Chem. Zus.: 47,5 Kupfer, 22 Eisen und 29,8 Schwefel, was etwa $Cu^4Fe^2S^5$ entspricht (= $2Cu^2S.Fe^2S^3$).

**Cuban,** *Breithaupt.*

Regulär; bis jetzt nur derb; Spaltb. hexaëdrisch deutlich; spröd; H. = 4; G. = 4,0 ... 4,18; Mittelfarbe zwischen messinggelb und speisgelb, Strich schwarz. — Chem. Zus.: ca. 39 Eisen, 21 Kupfer und 40 Schwefel, woraus man die Formel $CuFe^2S^4$, deutbar als $CuS.Fe^2S^3$, ableiten kann; eine ältere Analyse von *Scheidhauer* führte auf die Formel $CuFe^2S^3$. V. d. L. ist er sehr leicht schmelzbar, verhält sich aber ausserdem wie Kupferkies. — Barracanao auf Cuba, mit Kupferkies und Magnetkies; auch als Begleiter des Glanzkobalts in Norwegen und Schweden; zu Kafveltorp bei Nyakopparberg; Gegend von Butte, Montana.

Carrollit aus Carroll Co. in Maryland bricht mit Kupferkies und Buntkupfer; anscheinend rhombisch spaltb.; H. = 5,5; G. = 4,58; zinnweiss bis stahlgrau. — Chem. Zus. analog dem Cuban: $CuCo^2S^4$, deutbar als $CuS.Co^2S^3$, was 41,5 Schwefel, 38,0 Kobalt und 20,5 Kupfer erfordern würde; letzteres ist jedoch theilweise durch Ni und Fe ersetzt. Mit Salpetersäure rothe Solution, aus welcher Eisen metallisches Kupfer fällt.

## Sternbergit, *Haidinger.*

Rhombisch; P (*f*) Randkante 118° 0′, Querschnitt 119° 30′; A.-V. = 0,5831 : 1 : 0,8387; die Krystalle, in Dimensionen und Ausbildung nahe denen des Kupferglanzes, sind stets dünn tafelartig durch Vorwalten von 0P, welches seitlich durch die Flächen von P, $\infty\breve{P}\infty$, $2\breve{P}\infty$ u. a. Formen begrenzt wird; Zwillinge nach $\infty P$; fächer- und büschelförmige, auch kugelige Krystallgruppen, sowie blätterige und breitstengelige Aggregate. — Spalt. basisch sehr vollk.; sehr mild, in dünnen Blättchen biegsam; H. = 1 ... 1,5; G. = 4,2 ... 4,25; tombackbraun, blau anlaufend, Strich schwarz. — Chem. Zus.: $AgFe^2S^3$, mit ca. 34 Silber, 36 Eisen, 30 Schwefel, was man deuten kann als $Ag^2S.Fe^4S^5$. Auf Kohle schmilzt er zu einer mit Silber bedeckten magnetischen Kugel; mit Borax gibt er im Red.-F. ein Silberkorn und eine von Eisen gefärbte Schlacke; von Salpetersalzsäure zersetzt unter Abscheidung von Schwefel und Chlorsilber. — Joachimsthal, Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Marienberg.

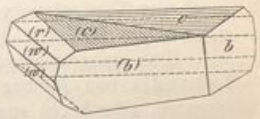


$0P.P.\infty\breve{P}\infty$
*a f*

Silberkiese. Als Silberkies beschrieb *S. v. Waltershausen* ein bei Joachimsthal mit Rothgültigerz vorkommendes Mineral, welches später von *Schrauf* Argentopyrit genannt

wurde; nach dem Letzteren sind die sehr kleinen, scheinbar hexagonalen Kryställchen rhombisch, isomorph mit Sternbergit, meist Zwillinge nach ∞P (119°40′); H. = 3,5...4; G. = 6,47; sehr spröd, stahlgrau bis zinnweiss, meist gelb bis tombackbraun angelaufen, metallglänzend, undurchsichtig. — Chem. Zus.: $AgFe^3S^5$ nach *Weisbach*, mit 36,69 Schwefel, 38,54 Eisen und 24,77 Silber, also sehr ähnlich jener des Sternbergits; deutbar als $Ag^2S.3Fe^2S^3$. — Aehnliche Krystalle sitzen in den Höhlungen der Arsensilberblende von der Grube Himmelfahrt bei Freiberg. Nach *Weisbach* kommt dasselbe oder ein wenigstens ausserordentlich nahestehendes (aber gar nicht spaltbares) Mineral auch zu Marienberg vor, wo es indess nur das G. = 4,08 hat; der Silbergehalt beträgt 28,8 pCt. — Von der Grube Himmelsfürst beschrieb sodann *Weisbach* noch einen anderen Kies, welcher mit 29,75 Silber, 36,28 Eisen, 32,81 Schwefel sowie der Formel $Ag^3Fe^7S^{11}$ chemisch zwischen eigentlichem Sternbergit und Argentopyrit steht; diese Zwischenstufe, als Argyropyrit bezeichnet, hat G. = 4,206, bildet bronzegelbe, vollk. basisch spaltbare Krystalle bis zu 3 Mm. Höhe von anscheinend hexagonaler Symmetrie, welche aber auf Grund einer federartigen Zeichnung auf den Lateralflächen wohl rhombische Durchkreuzungsdrillinge (∞P = 119°16′) sind. — Einen ferneren, vormals für Magnetkies gehaltenen Silberkies fand *Streng* zu Andreasberg; die ebenfalls scheinbar hexagonalen und die Comb. ∞P.∞P2.*m*P darstellenden Krystalle sind abermals rhombische Durchkreuzungsdrillinge nach ∞P, wodurch auch die horizontale Streifung auf der scheinbaren hexagonalen Pyramide herbeigeführt wird. Die Winkel lassen sich mit denen des Argentopyrits von *Schrauf* vergleichen. Die Krystalle sind innen hell speisgelb, oberflächlich braun oder bunt angelaufen. H. = 3, 5...4; G. = 4,18. Die Analyse führte auf die Formel $Ag^2S.Fe^4S^5$, übereinstimmend mit einem von *Zippe* untersuchten Sternbergit von Marienberg. *Streng* hielt alle vorstehend erwähnten Mineralien für allerdings nicht immer in einfachen Proportionen erfolgende Mischungen von 1 Mol. rhombischem $Ag^2S$ mit *x* Mol. $Fe^nS^{n+1}$ (Magnetkies) und erachtete es für nicht unmöglich, dass Silberkies (Akanthit) und Magnetkies isomorph seien.

Als Friesëit beschrieb *Vrba* ein dem Sternbergit nahe stehendes Mineral von Joachimsthal, welches sich aber als $Ag^2Fe^5S^8$ (mit 28,72 Silber, 37,24 Eisen, 34,04 Schwefel) ergab, was sich deuten liesse als $Ag^2S + FeS.2Fe^2S^3$; die nach der Basis dicktafeligen rhombischen Kryställchen mit den Formen 0P (*c*), $\infty\breve{P}\infty$ (*b*), $3\bar{P}\infty$ (*w*), $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ (*r*) sind parallel der Makrodiagonale stark gerieft und gefurcht. A.-V. = 0,5969:1:0,7352; Zwillinge nach ∞P, wie beim Sternbergit; spaltb. nach 0P, in dünnen Lamellen biegsam und dunkelgrünlichgrau durchscheinend. G. = 4,217; H. = 4,5. *Vrba* hebt hervor, dass auch dieser Friesëit sich der allgemeinen Silberkiesformel von *Streng* einfügt.




## 2. Sulfantimonite, Sulfarsenite, Sulfobismutite.

**Livingstonit,** *Barcena.*

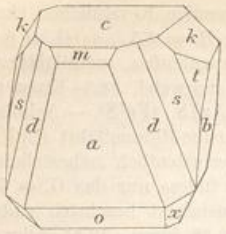
Rhombisch, Gruppen von dünnen prismatischen Krystallen, antimonitähnlich. H. = 2; G. = 4,81; hellbleigrau mit rothem Strich. — Chem. Zus. wahrscheinlich $HgSb^4S^7$, deutbar als $HgS.2Sb^2S^3$, mit 25 Quecksilber, 53 Antimon, 22 Schwefel; ist vielleicht $Hg^2Sb^8S^{13}$. Schmilzt sehr leicht, gibt Antimonrauch und im offenen Glasrohr Quecksilber. — Huitzuco und Guadalcazar in Mexico.

**Chiviatit,** *Rammelsberg.*

Krystallinisch-blätterig, sehr ähnlich dem Wismutglanz; spaltbar nach drei tautozonalen Flächen, davon die mittlere vollkommenste gegen die beiden anderen unter 133° und 155° geneigt ist; G. = 6,920; bleigrau, stark metallglänzend; besteht nach *Rammelsberg* aus 16,83 Blei, 2,42 Kupfer, 1,02 Eisen, 61,32 Wismut, 18,11 Schwefel; ist also wesentlich das sehr saure Sulfosalz $Pb^2Bi^6S^{11}$, deutbar als $2PbS.3Bi^2S^3$. — Chiviato in Peru. — Der Cuprobismutit von der Missouri Mine in Colorado ist wahrscheinlich $Cu^6Bi^8S^{15}$, bisweilen silberhaltig.

**Miargyrit,** *H. Rose*, Silberantimonglanz.

Monoklin; $\beta = 81° 22\frac{1}{2}'$. A.-V. = 2,9945 : 1 : 2,9095 nach *Lewis* (Z. f. Kryst. VIII. 1884. 545, im Anschluss an die ältere *Naumann-Miller*'sche Aufstellung). Die ziemlich verwickelten Combinationen haben z. Th. einen ganz eigenthümlichen, entweder pyramidalen oder kurz-säulenförmigen oder dick-tafelartigen Habitus. Die Fig. zeigt:




| 0P | $\infty\breve{P}\infty$ | $\infty\breve{P}\infty$ | $-\breve{P}\infty$ | $\breve{P}\infty$ |
|---|---|---|---|---|
| *c* | *a* | *b* | *m* | *o* |
| $-3\breve{P}3$ | $-2\breve{P}2$ | $-P$ | $-\frac{1}{2}\breve{P}2$ | $\frac{2}{3}\breve{P}2$ |
| *d* | *s* | *t* | *k* | *x* |

$c:m=140^\circ\ 1'$ $c:k=125^\circ 24'$ $a:d=135^\circ 13'$ $a:s=124^\circ 32'$
$a:m=138^\circ 36'$ $c:d=109^\circ 26'$ $a:k=102^\circ 41'$ $x:c=128^\circ\ 4'$.

Krystalle oft stark gestreift parallel der orthodiagonalen Zone und derjenigen *ads*, weshalb beide Streifensysteme sich auf $\infty\breve{P}\infty$ durchschneiden; einzeln aufgewachsen oder zu kleinen Gruppen verwachsen; auch derb und eingesprengt. — Spaltb. in Spuren nach $\infty\breve{P}\infty$; Bruch unvollk. muschelig bis uneben; mild; H. = 2 ... 2,5; G. = 5,184 ... 5,253; schwärzlich bleigrau in eisenschwarz und stahlgrau geneigt, Strich kirschroth, metallartiger Diamantglanz, in dünnen Splittern blutroth durchscheinend. — Chem. Zus.: $AgSbS^2$, deutbar als $Ag^2S.Sb^2S^3$, mit 36,97 Silber, 41,07 Antimon und 21,96 Schwefel; ein wenig Ag wird durch Cu und Fe ersetzt. Schmilzt v. d. L. sehr leicht zu schwarzer Schlacke; gibt im Glasrohr ein Sublimat von Antimonoxyd; mit Soda auf Kohle liefert er zuletzt ein Silberkorn; mit Säuren und Kalilauge wie Antimon-Silberblende. — Auf Silbererzgängen, oft neben Rothgültigerz: Bräunsdorf bei Freiberg, Przibram, Felsöbánya, Guadalajara in Spanien, Parenos bei Potosi, Zacatecas und Molinares in Mexico.

**Gebrauch.** Mit anderen dergleichen Erzen zur Darstellung des Silbers.

Der Kenngottit von Felöbánya ist nach *Sipöcz* ein etwas (bis 4 pCt.) Blei haltiger (nach der Verticalaxe verkürzter) Miargyrit, d. h. eine isomorphe Mischung von $Ag^2Sb^2S^4$ mit ganz wenig $PbSb^2S^4$.

Eine ganz analoge Zus. wie der Miargyrit hat der ebenfalls monokline cochenillrothe Lorandit von Allchar in Macedonien, aufgewachsen auf Realgar; meist tafelig nach 0P, biegsam, sehr leicht spaltb. orthodomatisch und nach $\infty\breve{P}\infty$; ist $TlAsS^2$ mit 59,5 Thallium, 21,9 Arsen, 18,6 Schwefel.

**Silberwismutglanz,** *Rammelsberg*, oder Matildit, Argentobismutit.

Derb, von grauer Farbe, mit hellgrauem Strich und G. = 6,92. Chem. Zus. gemäss *Rammelsberg*: $AgBiS^2$, deutbar als $Ag^2S.Bi^2S^3$, mit 28,40 Silber, 54,73 Wismut, 16,87 Schwefel, also die dem Miargyrit entsprechende Wismutverbindung. Leicht schmelzbar v. d. L., löslich in Salpetersäure unter Abscheidung von Schwefel (und ein wenig Bleisulfat). — Grube Matilda bei Morococha in Peru; Lake City, Colorado. — Dieselbe Zus. hat ein Erz von der Grube Christian Friedrich im Schapbachthal, Plenargyrit genannt, welches aber schwarzen Strich hat, sehr spröde ist und eisenschwarze miargyritähnliche Kryställchen zeigt.

**Skleroklas,** *vom Rath*; Arsenomelan; Bleiarsenglanz; Sartorit, *Dana*.

Rhombisch, P mit den Polk. 91° 22', 135° 46' und der Randk. 105° 3'; daraus berechnet sich das nicht beobachtete $\infty P$ zu 123° 20' und das A.-V. = 0,5389 : 1 : 0,6188; sehr kleine, dünn säulen- oder nadelförmige Krystalle, der Länge nach sehr stark gestreift und fast cylindrisch gestaltet, indem, nächst der vorherrschenden Basis 0P, an 12 verschiedene Makrodomen zugleich mit dem Makropinakoid die säulenförmige Gestalt bedingen; am Ende werden diese vielflächigen Säulen durch $\infty\breve{P}\infty$ und 3 bis 5 Brachydomen begrenzt. — Spaltb. basisch recht deutlich; äusserst spröd und zerbrechlich; H. = 3; G. = 5,393; licht bleigrau, Strich röthlichbraun. — Chem. Zus.: $PbAs^2S^4$, deutbar als $PbS.As^2S^3$, was 42,63 Blei, 30,94 Arsen und 26,43 Schwefel erfordert. Im Kolben decrepitirt er stark (frisch gebrochen schon im Sonnenlicht); gibt ein rothes Sublimat von Schwefelarsen, schmilzt v. d. L. leicht unter Arsendampf, hinterlässt ein Bleikorn. — Mit Binnit im Dolomit des Binnenthals der Schweiz.

**Zinckenit,** *G. Rose*; Bleiantimonglanz.

Rhombisch, $\infty P$ 121° 43', $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ 120° 39' (von *G. Rose* als $\infty P$ genommen); $6\breve{P}\infty$ 29° 24'; A.-V. = 0,5575 : 1 : 0,6353. Selten blattförmige, tief nach der Längsrichtung gestreifte Krystalle mit breitem 0P und $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$; häufiger aber sind die Formen aragonitähnliche Drillinge von vollkommener Durchkreuzung und scheinbar hexagonalem Habitus mit flachpyramidaler Endigung; meist nur säulenförmig und nadelförmig, vertical gestreift und mit tiefen Längsfurchen

versehen, büschelförmig gruppirt oder zu Drusen vereinigt; auch stengelige Aggregate. — Deutliche Spaltb. fehlt; ziemlich mild; H. = 3...3,5; G. = 5,30...5,35; dunkelstahlgrau bis bleigrau, zuweilen bunt angelaufen. — Chem. Zus.: $PbSb^2S^4$, deutbar als $PbS.Sb^2S^3$, mit 35,99 Blei, 41,71 Antimon und 22,30 Schwefel, etwas Pb durch ein wenig Cu und etwas Fe ersetzt; schmilzt v. d. L., gibt Antimondämpfe und kann fast ganz verflüchtigt werden; von heisser Salzsäure zerlegt unter Abscheidung von Chlorblei. — Wolfsberg am Harz mit Antimonit; Grube Ludwig bei Hausach; Brobdignag Mine in Colorado. — Webnerit ist ein überflüssiger Name für einen 10—12 pCt. Ag haltigen Zinckenit von der Grube Itos bei Oruro.

Der dunkelstahlgraue, prachtvoll metallglänzende Andorit von Felsöbánya und von den Silberzinn-Minen von Oruro in Bolivia (hier Sundtit genannt gewesen) ist $PbAgSb^3S^6$ oder $2PbS.Ag^2S.3Sb^2S^3$, könnte also chemisch als silberhaltiger Zinckenit gelten, doch bestehen mit dem letzteren keine directen krystallographischen Beziehungen.

Eine ganz analoge Zus. wie Zinckenit hat der derbe, zinnweisse, stark metallglänzende Galenobismutit, Bleiwismutglanz, von der Kogrube in Wermland; H. = 3...4; G. = 6,88. Er ist nämlich $PbBi^2S^4$ oder $PbS.Bi^2S^3$, mit 27,53 Blei, 55,38 Wismut, 17,07 Schwefel; eine Var. hielt 12,4 pCt. Se statt S. In Salzsäure schwer, in Salpetersäure leicht löslich. Es verhält sich also Galenobismutit zum Zinckenit, wie Silberwismutglanz zum Miargyrit.

Ein Galenobismutit, in welchem ein Teil des Pb durch Ag (8 pCt.) und Cu (3 pCt.) ersetzt wird, $(Pb,Ag^2,Cu^2)S.Bi^2S^3$, ist *König*'s Alaskait; kleinblätterige Aggregate, mild, leicht zerreiblich; G. = 6,878; bleigrau, ins Weisse, dem Wismutglanz sich nähernd, stark metallglänzend. — Auf dem Alaska-Gange im Porphyr, s. ö. vom Mount Sneffels in Colorado.

Nahe dem Galenobismutit steht procentarisch *Frenzel*'s derber bleigrauer Rezbanyit von Rezbánya mit der etwas problematischen Formel $4PbS.5Bi^2S^3$.

**Emplektit,** *Kenngott*; Kupferwismutglanz z. Th.

Rhombisch, dünne, nadelförmige Säulen, meist stark verlängert und gestreift nach der Axe *b*, in Quarz eingewachsen; ∞P berechnet zu 123°; A.-V. = 0,5430 : 1 : 0,6256; in der Makrodomenzone (früher als Prismenzone betrachtet) eine grosse Menge von Flächen, z. B. $\frac{4}{3}\breve{P}\infty$, $\frac{3}{2}\breve{P}\infty$, $\frac{5}{3}\breve{P}\infty$, $\frac{5}{2}\breve{P}\infty$, $5\breve{P}\infty$, welche zum grössten Theil mit Uebereinstimmung der Winkel bis auf wenige Minuten auch bei dem Skleroklas vorkommen; an den Enden von *b* liegen $6\breve{P}\infty$ (29° 50′), $2\breve{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$. Auch stengelig-körnige Aggregate. — Spaltb. nach 0P (wie beim Skleroklas) vollk., nach $\infty\breve{P}\infty$ weniger vollk., mild. H. = 2; G. = 6,23...6,38 nach *Frenzel*, 6,52 zufolge *Krenner*; zinnweiss, oft gelb angelaufen. — Chem. Zus.: $CuBiS^2$, deutbar als $Cu^2S.Bi^2S^3$, mit 18,83 Kupfer, 62,10 Wismut und 19,07 Schwefel, bisweilen mit Spuren von Pb und Ag. V. d. L. schmelzbar; gibt mit heisser Salpetersäure eine dunkel grünlichblaue Solution. Grube Tannebaum bei Schwarzenberg im Erzgebirge, Freudenstadt in Württemberg, Aamdals Kupferwerk in Ober-Telemarken, Rezbánya in Ungarn, Copiapó in Chile.

**Wolfsbergit,** *Nicol*; Kupferantimonglanz, *Zincken*; Chalkostibit, *Dana*.

Rhombisch; ∞P berechnet zu 124° 40′; A.-V. = 0,5242 : 1 : 0,6376. Dünne tafelförmige Krystalle, aufgewachsen mit der Axe *b*, mit vorwaltendem 0P (von *G. Rose* als $\infty\breve{P}\infty$ genommen) und hauptsächlicher Entwickelung der lang gezogenen Makrodomenzone; an den Enden von *b* tritt $6\breve{P}\infty$ (29° 28′) auf; seltene Zwillinge nach $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$; vgl. auch *Laspeyres* in Z. f. Kryst. XIX. 1891. 428. Auch in feinkörnigen Aggregaten. — Spaltb. nach 0P recht vollk., nach $\infty\breve{P}\infty$ unvollk.; H. = 3,5; G. = 4,748 nach *H. Rose*, 5,015 nach *Breithaupt*; bleigrau bis eisenschwarz, zuweilen bunt angelaufen, stark glänzend, Strich schwarz und matt — Chem. Zus.: wesentlich $CuSbS^2$, deutbar als $Cu^2S.Sb^2S^3$, mit 25,61 Kupfer, 48,47 Antimon, 25,92 Schwefel. Zerknistert v. d. L. und schmilzt leicht, gibt auf Kohle Antimonrauch und nach längerem Schmelzen mit Soda ein Kupferkorn; löslich in Salpetersäure unter Abscheidung von Schwefel und Antimonoxyd. — Wolfsberg am Harz, Guadiz in Granada, Huanchaca in Bolivia. — Der stahlgraue sog. Guejarit, von einem Eisenspathgang am Fuss des Muley Hacen, District Guejar in Andalusien und Machacamara in Bolivia, welcher als $Cu^2Sb^4S^7$ galt, ist nach *Frenzel* und *Penfield* chemisch und krystallographisch Wolfsbergit.

Anm. Nach Vorstehendem sind die analog constituirten Mineralien Skleroklas, Zinckenit, Emplektit, Wolfsbergit rhombisch isomorph; der ebenfalls analog zusammengesetzte monokline Miargyrit gehört aber nicht in diese Gruppe.

**Berthierit,** *Haidinger*; Eisenantimonglanz.

Bis jetzt nur derb in stengeligen oder faserigen Aggregaten; H. = 2...3; G. = 4,0...4,3; dunkel stahlgrau, etwas gelblich oder röthlich, bunt anlaufend. — Die verschiedenen so genannten Vorkommnisse weichen in der chem. Zus. ab. Ein Theil führt auf die Formel $FeSb^2S^4$,

deutbar als $FeS.Sb^2S^3$, mit 13,21 Eisen, 56,55 Antimon, 30,24 Schwefel. Andere, welche entweder zu viel oder zu wenig Antimonsulfid ergeben, sind vielleicht mit Antimonglanz oder mit Eisenkies vermengt gewesen. Auf Kohle schmilzt er leicht, entwickelt Antimondämpfe und hinterlässt nach der Verflüchtigung des Antimons eine schwarze magnetische Schlacke, welche die Reactionen des Eisens gibt. In Salzsäure schwer, leichter in Salpetersalzsäure löslich. — Bräunsdorf bei Freiberg, Bohutin s.ö. von Przibram, Grube Martouret bei Chazelles in der Auvergne, Anglar im Dép. de la Creuse, Val Cresta in der Prov. Como, Arany-Idka in Oberungarn, San Antonio in Niedercalifornien.

**Plagionit,** *G. Rose.*

Monoklin; b = 72° 49′, P (*o′*) 134° 18′, —P (*o*) 141° 47′, —2P (*r*), 120° 30′ nach *Luedecke*; A.-V. = 1,1331 : 1 : 0,4228; gewöhnliche Comb. wie nachstehende Figur:




0P.—2P.—P.P.$\infty\breve{P}\infty$ | $c : a = 107°41'$
$c$ $r$ $o\,o'$ $a$ | $c : o = 154\ 7$
$o : o = 141°47'$ | $c : o' = 148\ 48$
$c : r = 138\ 34$

Krystalle dick tafelartig oder säulenartig, den Combinationskanten von *o* und *r* parallel gestreift, klein und zu kleinen Drusen gruppirt; auch traubig, nierförmig, in körnigen Aggregaten. — Spaltb. nach —2P ziemlich vollk., spröd; H. = 2,5; G. = 5,5; schwärzlich bleigrau, auch stahlgrau. — Chem. Zus. wahrscheinlich $Pb^5Sb^8S^{17}$, deutbar als $5PbS.4Sb^2S^3$, mit 40,7 Blei, 37,8 Antimon, 21,5 Schwefel. Erhitzt zerknistert er heftig, schmilzt sehr leicht, gibt im Glasrohr Antimondämpfe und schwefelige Säure. — Wolfsberg am Harz, Goldkronach, Arnsberg in Westfalen.

Dem Plagionit steht procentarisch nahe der graue, in kleinen monoklinen Tafeln krystallisirende Semseyit von Felsöbánya, welcher vielleicht $7PbS.3Sb^2S^3$ oder $9PbS.4Sb^2S^3$ ist.

**Klaprothit,** *Petersen.*

Rhombisch; ∞P 107°; Comb. ∞P.∞$\breve{P}\infty$, langsäulenförmige, stark vertical gestreifte Krystalle mit sehr deutlicher Spaltb. nach ∞$\breve{P}\infty$; H. = 2,5; G. = 4,6; gelblich stahlgrau, bunt anlaufend, Strich schwarz. — Chem. Zus.: $Cu^6Bi^4S^9$, deutbar als $3Cu^2S.2Bi^2S^3$, mit 25,32 Kupfer, 55,45 Wismut, 19,23 Schwefel. Völlig löslich in Salzsäure. — Gruben Daniel bei Wittichen und Eberhard bei Alpirsbach; zu Freudenstadt, Bulach, Königswart im Murgthal, Sommerkahl im Spessart. — Eine sehr analoge Zus. hat ein derbes graues feinkörniges und sehr leicht schmelzbares, von *Genth* als Schirmerit bezeichnetes Erz von der Treasury-Grube in Colorado (G. = 6,737), indem es auf die Formel $3(Ag^2, Pb)S.2Bi^2S^3$ führt. — Ferner gehören hierher die grauschwarzen, zart wolle-ähnlichen Aggregate des Domingits oder Warrenits von der Domingo-Grube in Colorado, welche die Zus. $3PbS.2Sb^2S^3$ ergaben.

**Jamesonit,** *Haidinger.*

Rhombisch, ∞P 101° 20′, andere Formen nicht genau bekannt; Endausbildung undeutlich. A.-V. = 0,915 : 1 : ?. Die Krystalle der Comb. ∞P.∞$\breve{P}\infty$ langsäulenförmig, parallel oder radial gruppirt; meist derb, in stengeligen Aggregaten. — Spaltb. basisch recht vollk., nach ∞P und ∞$\breve{P}\infty$ unvollk.; mild; H. = 2 ... 2,5; G. = 5,56 ... 5,62; stahlgrau bis dunkel bleigrau. — Chem. Zus.: $Pb^2Sb^2S^5$, deutbar als $2PbS.Sb^2S^3$, mit 50,84 Blei, 29,46 Antimon, 19,70 Schwefel; ein Theil des Pb gewöhnlich durch kleine Mengen von Fe, Cu oder Ag ersetzt, auch wohl etwas Sb durch Bi. Verhält sich v. d. L. wie Zinckenit, doch verbleibt nach der Verflüchtigung des Antimons und Bleies eine Schlacke, welche die Reactionen des Eisens gibt; mit Säuren wie Zinckenit. — Auf Erzgängen: Cornwall, Nertschinsk, Estremadura in Spanien.

Das als Federerz, Plumosit, Heteromorphit bezeichnete Mineral stellt nach den Analysen meist nur die zartesten, faserigen und dichten Varietäten des Jamesonits dar, in der Form von fein haarförmigen Kryställchen, welche lockere oder dichtere Büschel bilden, auch zu filzartigen Massen oder zunderähnlichen Lappen verwebt sind. H. = 1 ... 3; G. = 5,68 ... 5,72; schwärzlich bleigrau bis stahlgrau, zuweilen bunt angelaufen, wenig glänzend oder schimmernd. — Wolfsberg, Andreasberg und Clausthal, Pfaffenberg und Meiseberg bei Neudorf am Harz, Freiberg und Bräunsdorf, Felsöbánya in Ungarn, Portugalete bei Tazna in Bolivia. Uebrigens ist manches sog. Federerz feinfaseriger Antimonglanz; nach *Spencer* steht der sog. Heteromorphit von Arnsberg dem Plagionit nahe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das sog. Zundererz von Andreasberg und Clausthal, in weichen, biegsamen, zunderähnlichen Lappen oder Häutchen von schmutzig kirschrother bis schwärzlich rother Farbe und geringem Glanz, ist ein Gemenge von solchem Jamesonit mit Arsenkies und Rothgültigerz. Andere sog. Zundererze scheinen verfilzter Antimonglanz oder Zinckenit zu sein.

*Damour*'s 1849 beschriebener Brongniartit von Potosi, ein meist derbes, aber auch reguläre Oktaëder zeigendes grauschwarzes Erz, welches $2(Pb,Ag^2)S.Sb^2S^3$ (also silberhaltiger Jamesonit-Substanz) entsprechen sollte, ist nach *Prior* und *Spencer* ein zinnführender Argyrodit.

**Dufrenoysit,** *G. vom Rath*; Skleroklas, *S. v. Waltershausen.*

Rhombisch, wohl isomorph mit Jamesonit; P, Polk. 96° 31′ und 102° 41′, Randk. 131° 50′, ∞P 93° 39′, P̄∞ 63° 0′, P̆∞ 66° 18′; A.-V. = 0,938 : 1 : 1,531 nach *G. vom Rath*; die seltenen aber bisweilen ziemlich grossen Krystalle stellen dicke rectanguläre Tafeln, oder auch kurze und breite (horizontale) Säulen dar, sehr flächenreich in der langgestreckten Zone der Makrodomen und horizontal gestreift. — Spaltb. basisch vollk., sehr spröd und zerbrechlich; H. = 3, G. = 5,549 ... 5,569; schwärzlich bleigrau, Strich röthlichbraun, lebhafter Metallglanz. — Chem. Zus. der reinen Substanz: $Pb^2As^2S^5$, deutbar als $2PbS.As^2S^3$, welche Formel 57,18 Blei, 20,72 Arsen, 22,10 Schwefel erfordert; doch wird etwas Pb durch ein wenig Fe, Cu und Ag ersetzt. Schmilzt v. d. L. im Kolben und gibt Sublimat von Schwefel und Schwefelarsen; im Glasrohr sublimirt er nach unten arsenige Säure, nach oben Schwefel; auf Kohle schmilzt er leicht und verflüchtigt sich fast gänzlich. — Im Dolomit des Binnenthals, Oberwallis; bei Hall in Tirol.

Eine ganz analoge Constitution wie der Jamesonit und Dufrenoysit hat der Cosalit *Genth*'s, bleigraue, undeutlich krystallisirte, längsgestreifte anscheinend rhombische Prismen von Cosala, Prov. Sinaloa, Mexico; die Analyse führt nämlich auf die Formel $2PbS.Bi^2S^3$, worin etwas Pb durch 2,65 pCt. Ag ersetzt ist. Findet sich auch zu Rezbánya, auf der Comstock Mine in La Plata Co. und Alaska Mine, Ouray Co., Colorado. — Mit dem Cosalit ist der stahlgraue strahlige sog. Bjelkit von Bjelke's Eisengrube in Wermland völlig identisch. Des letzteren A.-V. = 0,9188 : 1 : 1,4602 (*G. Flink*) erweist die Isomorphie mit (Jamesonit und) Dufrenoysit. — *Sandberger*'s Schapbachit (Wismutsilbererz) vom Friedrich-Christiangange im Schapbachthal, kleine rhombische (∞P 105°) basisch spaltbare Täfelchen von H. = 3,5 und G. = 6,43, auch lichtbleigraue Aggregate, führt bei sonst ganz übereinstimmender Zus. noch mehr Silber (21,6 gegen 20,7 Blei) als der Cosalit. — Der feinstengelige antimonitähnliche Kobellit von Vena in Schweden (mit Strahlstein, Kupferkies und Kobaltarsenkies) ist ein Cosalit, in dem ein grösserer Theil von Bi durch Sb ersetzt wird, $2PbS.(Bi,Sb)^2S^3$.

## Boulangerit, *Thaulow*, Antimonbleiblende.

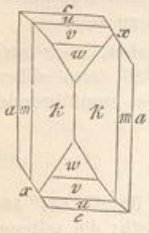
Rhombisch nach *H. Sjögren*, isomorph mit Diaphorit; A.-V. = 0,5527 : 1 : 0,7478; ∞P̆∞ : ∞P = 118° 56′; Krystalle verlängert nach der stark gestreiften verticalen Zone, in welcher viele Prismen auftreten, bisweilen etwas tafelförmig nach ∞P̄∞. In der Regel aber nur derb, in feinkörnigen, feinstengeligen und faserigen, bisweilen ganz wie Federerz erscheinenden, sowie in dichten Aggregaten; wenig mild; H. = 3; G. = 6,18; schwärzlich bleigrau; im Strich etwas dunkler; schwacher seidenartiger Metallglanz. — Chem. Zus. nicht, wie früher angenommen wurde $Pb^3Sb^2S^6$, sondern nach *Eakins* und *Sjögren* $Pb^5Sb^4S^{11}$, deutbar als $5PbS.Sb^2S^3$ mit 55,4 Blei, 25,7 Antimon, 18,9 Schwefel. Schmilzt v. d. L. leicht, entwickelt Antimondämpfe, schwefelige Säure und gibt Beschlag von Bleioxyd; von Salpetersäure zersetzt mit Hinterlassung eines Rückstands; Salzsäure löst ihn in der Hitze vollständig unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff. — Molières im Dép. du Gard in grösserer Menge, Oberlahr und Grube Silbersand bei Mayen in Rheinpreussen, Wolfsberg am Harz, Przibram, Bottino in Toscana, Sala, Nertschinsk, Nasafjeld in Lappland, Augusta Mt. in Colorado.

**Freieslebenit,** *Haidinger* (Schilfglaserz).

Monoklin; β = 87°46′, ∞P (*m*) 119°12′, −P̄∞ (*x*) 31°41′ nach *Miller*; A.-V. = 0,5872 : 1 : 0,9278; gegenwärtig sind 30 Partialformen bekannt; die Krystalle stellen ziemlich complicirte Combinationen mehrer Prismen und Klinodomen dar, von welchen jene vorwalten und meist oscillatorisch combinirt sind, wodurch schilfartig krummflächige, stark vertical

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gestreifte Säulen entstehen; die Fig., eine Projection auf das Klinopinakoid, enthält die Formen $c = 0P$, $a = \infty\breve{P}\infty$, $m = \infty P$, $x = -\breve{P}\infty$, $k = \infty\breve{P}2$, $u = \frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $v = \frac{3}{2}\breve{P}\infty$ und $w = 2\breve{P}\infty$.



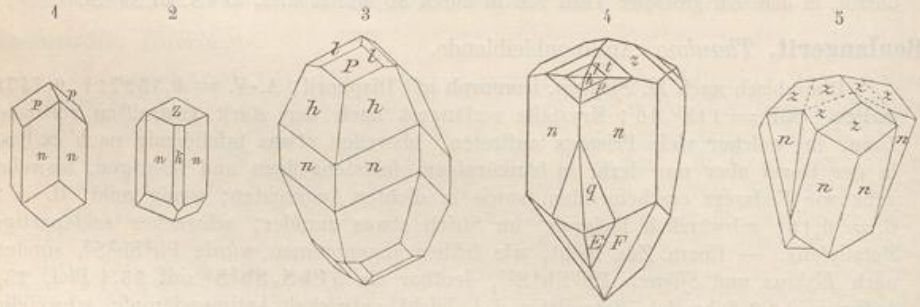

| | | |
|---|---|---|
| $c : a =$ | 87° | 46′ |
| $m : m =$ | 60 | 48 |
| $k : k =$ | 99 | 8 |
| $x : c =$ | 123 | 55 |
| $x : a =$ | 148 | 19 |
| $c : u =$ | 155 | 8 |
| $c : v =$ | 125 | 43 |
| $c : w =$ | 118 | 24 |

Zwillinge besonders häufig nach $\infty\breve{P}\infty$, doch finden sich auch andere mit theils rechtwinkelig, theils schiefwinkelig sich kreuzenden Individuen, ähnlich denen des Stauroliths, sowie noch fernere von *Bücking* erkannte Verwachsungen; auch derb und eingesprengt. — Spaltb. nach $\infty P$ unvollk. H. = 2...2,5; G. nach *v. Zepharovich* = 6,35, nach *Vrba* 6,04; zwischen stahlgrau und schwärzlich bleigrau. — Chem. Zus.: $(Pb.Ag^2)^5Sb^4S^{11}$, deutbar als $5(Pb.Ag^2)S.2Sb^2S^3$, mit 22,94 Silber, 32,94 Blei, 25,44 Antimon und 18,71 Schwefel (sofern Pb : Ag = 3 : 4), doch wird zuweilen etwas Pb durch 1 pCt. Cu ersetzt; im Glasrohr schmilzt er schnell, gibt schwefelige Säure und Antimondämpfe, welche ein weisses Sublimat bilden; v. d. L. auf Kohle entwickelt er schnell schmelzend schwefelige Säure, gibt Antimon- und Blei-Beschlag und hinterlässt ein Silberkorn; eine Var. von Ratiborschitz in Böhmen ist wismuthaltig. — Sehr selten; Freiberg, Felsöbánya, Hiendelaencina in Spanien.

Die früher ebenfalls als Freieslebenit erachteten Krystalle von Przibram sind durch *v. Zepharovich* als rhombisch erkannt und Diaphorit genannt worden; da sie nach Analysen von *Helmhacker*, *v. Payr* und *Morawski* in der That genau dieselbe chem. Zus. haben, wie der monokline Freieslebenit, so liegt hier offenbar ein Beispiel von Dimorphie vor; G. nach *v. Zepharovich* = 5,90, nach *Vrba* aber = 6,04 (nach Letzterem also übereinstimmend mit Freieslebenit). Die mit Boulangerit isomorphen Krystalle mit 23 verschiedenen Formen zeigen ziemlich verwickelte Combinationen, welche in ihren Winkeln oft gewissen Winkeln des Freieslebenits nahe kommen, auch nicht selten eine monokline Meroëdrie zeigen und Zwillinge bilden. A.-V. = 0,4914 : 1 : 0,7344. — Ebenfalls sehr selten: auf den Erzgängen von Przibram in Drusenräumen von Blende, Quarz, Bleiglanz und Eisenspath; Felsöbánya; Lake Chelan District in Washington; Sta Maria de Catorze in Mexico; Zancudo in Neu-Granada.

**Antimonsilberblende** oder Pyrargyrit, *Glocker* (Dunkles Rothgültigerz).

Hexagonal-rhomboëdrisch, hemimorph; isomorph mit Arsensilberblende. R (*P*) 108° 38′ nach *Miers*; A.-V. = 1 : 0,7892. Die wichtigsten Formen sind ausserdem $\infty P2$ (*n*), $\infty R$ (*k*), $-\frac{1}{2}R$ (*z*) 137° 55′, R3 (*h*) 144° 48′ und 105° 38′, $\frac{1}{4}R3$ (*l*), R5 (*p*), R7, $-2R2$, $-\frac{4}{5}R3$, $\frac{1}{4}R$. Der Habitus der Krystalle ist meist säulenförmig durch

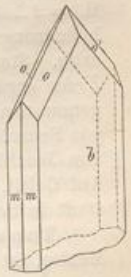



Vorwalten der Prismen, auch skalenoëdrisch durch R3 (Fig. 3). Die Hemimorphie gibt sich kund, indem $\infty R$ gewöhnlich nur als trigonales Prisma $\frac{\infty R}{2}$ (*k*) ausgebildet ist (Fig. 2) und indem an dem einen Ende steilere Flächen auftreten, als an dem anderen (Fig. 4, worin $t = \frac{1}{7}R5$, $q = -5R\frac{7}{5}$, $E = -R\frac{7}{3}$, $F = R\frac{5}{3}$). Die Basis 0R ist meist rauh und drusig. Die typischen Rhomboëder und Skalenoëder treten nicht in beiden Stellungen auf, sondern sind entweder nur positiv oder negativ. Zwillingsbildungen häufig, nach mehren Gesetzen, am häufigsten nach dem Gesetz: Zwillingsfläche $\infty P2$ und Zusammensetzungsfläche 0R mit parallelen Verticalaxen. Anderseits ist häufig $\frac{1}{4}R$ Zwillingsebene, wobei, indem die Zwillingsaxe eine Polkante von $-\frac{1}{2}R$ ist, zwei Flächen von $-\frac{1}{2}R$ (*z*) und deren Polkanten in dieselbe Richtung fallen. Nach

diesem Gesetz entstehen auch cyklische Vierlinge (Fig. 5) und lamellare Repetitionen, nicht selten nach 3 Rhomboëderflächen zugleich. Fernere Zwillingsbildungen sind beobachtet nach R, nach $-\frac{1}{2}$R, nach $\frac{1}{8}$R (als cyklische Vierlinge). Ueber die Formen vgl. *Streng*, N. Jahrb. f. Min. 1878. 90; *Rethwisch* ebendas. Beilageb. IV. 1886. 31; *Schuster*, Z. f. Kryst. XII. 1887. 117; *Miers*, ebendas. XV. 1889. 129. — Häufig derb, eingesprengt, dendritisch, angeflogen; Pseudomorphosen nach Silberglanz; zu Schneeberg, Bräunsdorf und Przibram umgewandelt in ged. Silber. — Spaltb. nach R ziemlich vollk., unvollk. nach $-\frac{1}{2}$R; Bruch muschelig bis uneben und splitterig; wenig mild, bisweilen schon fast etwas spröd; H. = 2 ... 2,5; G. der reinen Krystalle nach *Miers* = 5,75 ... 5,85; kermesinroth bis schwärzlich bleigrau, Strich cochenill- bis kirschroth, metallartiger Diamantglanz, kantendurchscheinend (röthlich bis purpurfarben) bis undurchsichtig; starke Doppelbrechung negativ, $\omega = 3{,}084$, $\varepsilon = 2{,}881$ (Roth). — Chem. Zus.: wesentlich $Ag^3SbS^3$, was sich deuten lässt als $3Ag^2S.Sb^2S^3$, mit 59,97 Silber, 22,21 Antimon und 17,82 Schwefel. Zerknistert im Kolben, schmilzt leicht und gibt endlich ein braunrothes Sublimat von Schwefelantimon; gibt im Glasrohr schwefelige Säure und Antimonoxyd; schmilzt auf Kohle leicht, gibt schwefelige Säure und Antimonrauch und hinterlässt, mit Soda im Red.-F. behandelt, ein Silberkorn; wird in Salpetersäure erst schwarz, und löst sich dann auf mit Hinterlassung von Schwefel und Antimonoxyd; Kalilauge zieht Schwefelantimon aus, welches durch Säuren pomeranzgelb gefällt wird. — Auf Erzgängen, namentlich in Begleitung von anderen Silbererzen, Bleiglanz, arsenhaltigen Mineralien mit Kalkspath als Gangart; ausgezeichnet bei Andreasberg, zu Gonderbach bei Laasphe in Westfalen, bei Freiberg, Joachimsthal, Przibram, Schemnitz und Kremnitz, Kongsberg, Hiendelaencina in Spanien, Chañarcillo im nördl. Chile, in Mexico, Nevada, Idaho.

**Feuerblende,** *Breithaupt*; Pyrostilpnit, *Dana*.

Monoklin; nach *Luedecke*, welcher die Andreasberger Krystalle untersuchte, $\beta = 90°$; $\infty P$ (*m*) 140° 56′ (nach *Dana* 139° 12′); die sehr zarten Krystalle sind meistens tafelartig nach $\infty\breve{P}\infty$ (*b*); oben in der Endigung namentlich $-9\breve{P}9$ (*o*) 69° 49′ und $9\breve{P}9$ sowie zahlreiche andere Klinopyramiden, welche gegen $\infty\breve{P}\infty$ rechts und links, vorn und hinten gleichartig geneigt sind. A.-V. = 0,3547 : 1 : 0,1782. Die meisten Krystalle sind Zwillinge nach $\infty\breve{P}\infty$, die Verwachsungsebene verläuft meistens unregelmässig. Krystalle büschelförmig gruppirt, mit dem schön perlmutterglänzenden Klinopinakoid, welchem eine stark ausgeprägte Spaltbark. parallel geht, aneinandergewachsen, bisweilen zu desminähnlichen Formen. *Miers* nimmt $\infty\breve{P}\infty$ zur Basis und findet das dem Xanthokon sehr ähnliche A.-V. = 1,9465 : 1 : 1,0973. Mild, etwas biegsam. H. = 2; G. = 4,2 ... 4,3; pomeranzgelb bis hyacinthroth und röthlichbraun, durchscheinend. Ebene d. opt. Axen senkrecht zum Klinopinakoid, auf welchem schiefe Auslöschung erscheint. — Chem. Zus. wie Pyrargyrit ebenfalls $Ag^3SbS^3$, weshalb diese Substanz als dimorph gelten muss. — Selten: auf dem Samsoner Hauptgang, dem Andreaskreuzer u. a. Gängen zu Andreasberg; zu Wolfach auf dunklem Rothgültigerz; zu Chañarcillo; wird auch angegeben vom Kurprinz und der Himmelfahrt bei Freiberg, Przibram, Felsöbánya.




**Arsensilberblende** oder Proustit, *Beudant* (Lichtes Rothgültigerz).

Rhomboëdrisch, isomorph mit Antimonsilberblende, R 107° 48′ nach *Miers*, womit die Messungen von *Streng* (107° 49′ 48″) sehr übereinstimmen. A.-V. = 1 : 0,8038; die Krystallformen und Combinationen ganz ähnlich denen der Antimonsilberblende, doch pflegen die Krystalle nicht so flächenreich zu sein, häufiger skalenoëdrischen als prismatischen Habitus zu zeigen und die Hemimorphie ist noch nicht unmittelbar, sondern nur durch die Ausbildung des trigonalen Prismas beobachtet. $-\frac{1}{2}$R = 137° 14′, R3 = 144° 42′ und 105° 21′. Auch die Zwillingsbildungen stimmen überein; häufig sind solche nach R (Hauptaxen der beiden Individuen unter 94° 18′ geneigt); andere Zwillinge haben $\frac{1}{4}$R gemeinsam, sind aber mit einer darauf (oder auf einer Polkante von $-\frac{1}{2}$R) senkrechten Fläche verwachsen. Spaltb., Tenacität und H. wie bei dem dunklen Rothgültigerz. G. der reinen Krystalle = 5,57 nach *Miers*; cochenill- bis

kermesinroth, Strich scharlach-zinnoberroth, reiner Diamantglanz, halbdurchsichtig (zinnoberroth) bis kantendurchscheinend; die sehr energische Doppelbrechung ist negativ. — Chem. Zus.: $Ag^3AsS^3$, deutbar als $3Ag^2S.As^2S^3$, mit 65,40 Silber, 15,17 Arsen und 19,43 Schwefel. Schmilzt im Kolben leicht zu einer dunkel bleigrauen Masse, und gibt endlich ein geringes Sublimat von Schwefelarsen; gibt im Glasrohr schwefelige Säure und Sublimat von arseniger Säure; schmilzt auf Kohle leicht, gibt schwefelige Säure und starken Arsengeruch, und hinterlässt ein sprödes, zu reinem Silber schwer reducirbares Metallkorn; in Salpetersäure löslich mit Rückstand von Schwefel und arseniger Säure; Kalilauge zieht Schwefelarsen aus, welches durch Säuren citrongelb gefällt wird. — Vorkommen ähnlich wie bei Pyrargyrit; bisweilen erscheinen beide Rothgültigerze neben einander, doch findet sich das lichte auch allein, namentlich von arsenhaltigen Kiesen begleitet: Freiberg, Annaberg, Schneeberg, Marienberg und Johanngeorgenstadt, Joachimsthal, Wolfach und Wittichen in Baden, Markirch im Elsass, Chalanches im Dauphiné, Guadalcanal in Spanien; Chañarcillo in Chile (Skalenoëder von 7 Cm. Länge), Mexico, Peru, Nevada, Idaho. — Beide Rothgültigerze wandeln sich in Silberglanz $Ag^2S$ (S. 181), auch in ged. Silber um.

**Gebrauch.** Die Silberblenden sind als sehr reiche und auch ziemlich häufig vorkommende Silbererze von Wichtigkeit für die Silberproduction.

Anm. Nach den Analysen scheinen isomorphe Mischungen von $Ag^3SbS^3$ und $Ag^3AsS^3$ auffallender Weise kaum vorzukommen. Es finden sich zwar Pyrargyritkrystalle, die 2—3 pCt. As halten und umgekehrt Proustite mit solch geringen Mengen von Sb; wo sich aber grössere Procentsätze ergaben, scheint mechanische Verwachsung der beiden Grundsubstanzen vorzuliegen.

**Xanthokon,** *Breithaupt.*

Monoklin, nach *Miers*; $\beta = 88°47'$; A.-V. = 1,9187 : 1 : 1,0152. Die Krystalle erscheinen als dickere oder ganz dünne, an hexagonale oder rhombische erinnernde Tafeln, vielfach fast parallel zusammengruppirt. Die gewöhnlichen Formen sind 0P, $\infty$P, + und —P, + und —5P, + und —5P$\breve{\infty}$; häufige Zwillingsbildung nach der Basis. — Spaltb. deutlich basisch; spröde. H. = 2...3; G. = 5,54; bräunlichgelb, orangegelb bis zinnoberroth, ganz dünne Täfelchen hellcitrongelb durchscheinend; Strich lebhaft orangegelb; diamantglänzend, auf 0P perlmutterartig. Stark doppeltbrechend, negative Bisectrix fast senkrecht auf 0P. — Die Analysen von *Prior* ergaben die gleiche Zus. wie beim Proustit, $Ag^3AsS^3$ (während früher $Ag^9As^3S^{10}$ angenommen wurde); diese Substanz ist daher dimorph und es verhält sich Xanthokon zu Proustit, wie Feuerblende zu Pyrargyrit. Ferner aber zeigten *Miers* und *Prior*, dass der sog. Rittingerit von Joachimsthal krystallographisch und chemisch mit dem Xanthokon zu vereinigen ist. — Auf Calcit, meist mit Proustit: Grube Himmelsfürst bei Freiberg, Johanngeorgenstadt, Rudelstadt in Schlesien, Markirch, Chañarcillo.

Tapalpit, feinkörnig, lichtstahlgrau, von der Grube S. Antonio in der Sierra de Tapalpa, Mexico, ist vielleicht $Ag^3Bi(S,Te)^3$.

**Wittichenit,** *Kenngott,* oder Kupferwismutglanz (Wismutkupferblende).

Rhombisch und nach *Breithaupt* isomorph mit Bournonit, sehr selten in tafelförmigen glatten Krystallen, meist nur derb und eingesprengt; Bruch uneben von feinem Korn; mild; H. = 2,5; G. = 4,3 nach *Hilger*, nach Anderen 4,5 und darüber; dunkel stahlgrau, in bleigrau verlaufend; Strich schwarz. — Chem. Zus.: $Cu^3BiS^3$, deutbar als $3Cu^2S.Bi^2S^3$, mit 38,4 Kupfer, 42,1 Wismut und 19,5 Schwefel. Etliche Vorkommnisse sind mit feinen Wismutpartikeln vermengt. — Schmilzt v. d. L. auf Kohle sehr leicht und mit Aufschäumen, beschlägt die Kohle gelb und gibt mit Soda zuletzt ein Kupferkorn; in Salpetersäure löslich unter Abscheidung von Schwefel, die nicht zu saure Solution gibt mit Wasser ein weisses Präcipitat; auch von Salzsäure unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff lebhaft angegriffen, und bei Zutritt der Luft vollständig, bei Abschluss der Luft mit eventueller Hinterlassung metallischer Wismutkörner aufgelöst. — Grube Neuglück bei Wittichen im Schwarzwald, in rothem und weissem Baryt; Grube König Daniel daselbst, in röthlichem Fluorit.

**Bournonit,** *Jameson* (Schwarzspiessglaserz, Spiessglanzbleierz).

Rhombisch; $\infty$P (*m*) 93° 40', $\breve{P}\infty$ (*n*) 96° 13', $\bar{P}\infty$ (*o*) 92° 34' nach *Miller*; A.-V. = 0,9379 : 1 : 0,8968; eine nicht seltene Comb. zeigt Fig. 1:

$0P.\infty P.\infty\breve{P}\infty.\breve{P}\infty.\infty\bar{P}\infty.\bar{P}\infty$
$c \quad m \quad a \quad n \quad b \quad o$
$m:m = 93^\circ 40', \; m:b = 136^\circ 50'$

$o:c = 136^\circ 17'$
$o:b = 133\ 43$
$n:c = 138\ 6$
$n:a = 131\ 54$

1

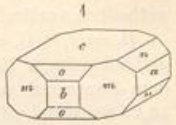
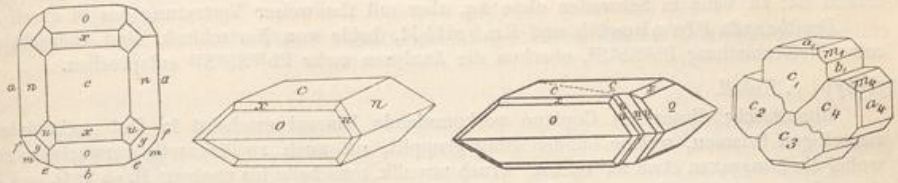


Fig. 2 gibt die Horizontalprojection eines Krystalls, welche noch die Grundpyramide $P = y$, $\frac{1}{2}P = u$, $\frac{1}{2}\bar{P}\infty = x$, $\infty\bar{P}2 = e$ und $\infty\breve{P}2 = f$ enthält; $c:u = 146^\circ 45'$, $m:y = 142^\circ 40'$, $c:y = 127^\circ 20'$, $c:x = 154^\circ 27'$, $b:e = 154^\circ 53'$, $a:f = 151^\circ 56'$.

2 3 4 5



Andere Combb. sind ziemlich complicirt; Krystalle meist dick tafelartig durch Vorherrschen von $c$, nicht selten auch rectangulär säulenförmig, entweder nach der Brachydiagonale (durch $c$ und $a$), oder häufiger nach der Makrodiagonale (durch $c$ und $b$). Fig. 3 erscheint beinahe wie eine tetragonale Combination. Zwillinge sehr häufig nach dem Gesetz: Zwillingsebene eine Fläche von $\infty P$. Es sind bald einfache Juxtapositionszwillinge wie Fig. 4, wobei vermöge der Annäherung von $\infty P$ an 90° die Erscheinungsweise einem einfachen Individuum ähnlich ist; bald polysynthetische Repetitionen dieser Art, indem zwischen den beiden grösseren Individuen parallel der punktirten Linie dünne Lamellen verzwillingt eingeschaltet sind; bald kreuzförmige Penetrationszwillinge und cyklische Verwachsungen wie in Fig. 5, wo 4 Individuen nach $\infty P$ verbunden sind (Rädelerz der Kapniker Bergleute). Doch kommen auch reihenförmige Aggregate parallel verwachsener Individuen vor. Vgl. *F. Zirkel*, Sitzgsber. Wiener Akad. Bd. 45. 1862. 431 und *Miers*, Mineral. Magaz. VI. 1884. 59. Derb, in körnigen Aggregaten, eingesprengt und angeflogen. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ unvollk., noch undeutlicher nach $\infty\bar{P}\infty$; Bruch uneben bis muschelig; wenig spröd; H. = 2,5 ... 3; G. = 5,70 ... 5,86; stahlgrau, in bleigrau und eisenschwarz geneigt, stark glänzend, auf dem Bruch fettartig. — Chem. Zus.: $\mathbf{PbCuSbS^3}$, deutbar als $3(\mathbf{Pb,Cu^2})\mathbf{S.Sb^2S^3}$, oder als eine Verbindung von 2 Mol. Schwefelantimonblei mit 1 Mol. Schwefelantimonkupfer $2(3\mathbf{PbS.Sb^2S^3}) + (3\mathbf{Cu^2S.Sb^2S^3})$, mit 42,55 Blei, 13,02 Kupfer, 24,65 Antimon und 19,78 Schwefel; Silber enthält der B. niemals, wenn er rein und insbesondere frei von beigemengtem Fahlerz ist; im Glasrohr entwickelt er schwefelige Säure und weisse Dämpfe, welche sich nach oben als Antimonoxyd, nach unten als antimonigsaures Blei anlegen; v. d. L. auf Kohle schmilzt er, dampft eine Zeit lang, und erstarrt dann zu einer schwarzen Kugel, welche, stärker erhitzt, einen Beschlag von Bleioxyd und, nach Entfernung des Bleies, durch Soda ein Kupferkorn gibt. Salpetersäure gibt eine blaue Solution unter Abscheidung von Schwefel und Antimonoxyd; Salpetersalzsäure scheidet Schwefel, Chlorblei und antimonigsaures Blei aus. — Auf Erzgängen, mit Bleiglanz, Zinkblende, Antimonglanz, Fahlerz, Kupferkies: Cornwall; Kapnik, Nagyag, Przibram; Bräunsdorf bei Freiberg, Oberlahr, Wolfsberg, Harzgerode und Neudorf (grosse Krystalle), sowie Clausthal und Andreasberg am Harz, Olsa und Waldenstein in Kärnten; Wölch bei St. Gertraud im Lavantthal (hier als oberflächlich zersetzter sog. Wölchit), Servoz in Piemont; Pontgibaud im Dép. Puy-de-Dôme; Mexico, Peru, Bolivia.

**Gebrauch.** Wo der Bournonit in grösseren Quantitäten vorkommt, da wird er, zugleich mit anderen Erzen, auf Blei und Kupfer benutzt.

**Nadelerz,** *Mohs*, oder Patrinit, *Haidinger*; Aikinit.

Rhombisch; *Miers* nimmt $\infty P$ als 91° 38'; meist nur in lang- und dünnsäulenförmigen, nadel- und haarförmigen, oft gekrümmten und geknickten, oder auch durch Quersprünge

getheilten, vertical stark gestreiften, in Quarz eingewachsenen Krystallen ohne deutliche Endigung. — H. = 2,5; G. = 6,757 nach *Frick*; schwärzlich bleigrau bis stahlgrau, anlaufend, oft mit gelblichgrünem Ueberzug. — Chem. Zus.: $PbCuBiS^3$, deutbar als $3(Pb,Cu^2)S.Bi^2S^3$, also die dem Bournonit analoge Wismutverbindung, mit 36,02 Blei, 11,03 Kupfer, 36,21 Wismut und 16,74 Schwefel. Gibt im Glasrohr schwefelige Säure und weisse Dämpfe, welche sich z. Th. in klaren Tropfen condensiren; schmilzt v. d. L. sehr leicht, dampft und beschlägt die Kohle weiss und gelblich, und hinterlässt ein metallisches Korn, welches mit Soda ein Kupferkorn liefert; in Salpetersäure löslich mit Hinterlassung von schwefelsaurem Blei und etwas Schwefel. — Beresowsk am Ural, bisweilen mit Gold verwachsen, auch in Georgia (Nordamerika).

Der stahlgraue derbe Lillianit von den Lillian-Gruben bei Leadville, Colorado, ist die dem Nadelerz analoge kupferfreie Blei-Wismutverbindung $Pb^3Bi^2S^6$, worin etwas Pb durch $Ag^2$ ersetzt ist; zu Vena in Schweden ohne Ag, aber mit theilweiser Vertretung des Bi durch Sb.

*Breithaupt*'s Plumbostib und Embrithit, beide von Nertschinsk, sind vielleicht die reine Bleiverbindung $Pb^3Sb^2S^6$, obschon die Analysen mehr $Pb^{10}Sb^6S^{19}$ entsprechen.

**Stylotyp,** *v. Kobell.*

Rhombisch; dieses bei Copiapó vorkommende Mineral erscheint in fast rechtwinkelig vierseitigen Prismen, welche bündelförmig gruppirt, oft auch zwillingsartig verwachsen sind, wobei die Längsaxen etwa 92° bilden. Bruch unvollk. muschelig bis uneben; H. = 3; G. = 4,79; eisenschwarz, Strich schwarz. — Chem. Zus. sehr nahe der Formel $3R^2S.Sb^2S^3$ entsprechend, worin $R^2 = Cu^2$, $Ag^2$, Fe, also gewissermassen ein Eisen-Silber-Bournonit; die Analyse ergab 24,3 Schwefel, 30,53 Antimon, 28,0 Kupfer, 8,3 Silber und 7,0 Eisen. V. d. L. schmilzt er sehr leicht zu stahlgrauer magnetischer Kugel, unter Entwickelung von Antimonrauch; Kalilauge zieht Schwefelantimon aus.

Anm. Boulangerit, Kobellit, Wittichenit, Bournonit, Nadelerz, Stylotyp sind mit Rücksicht auf ihre analoge Zusammensetzung vermuthlich isomorph.

**Meneghinit,** *Bechi.*

Rhombisch nach *Sella*, *Krenner* und *Miers* (Z. f. Kryst. VIII. 1884. 622), von *G. vom Rath* und *Hessenberg* irrthümlich für monoklin gehalten. Die Krystalle erscheinen als dünne stark gestreifte Prismen; die Endflächen sind unsymmetrisch und mit schwankenden Neigungen ausgebildet, die Basis pflegt zu fehlen. Trotz der Analogie in der chemischen Zus. ist bei Meneghinit und Jordanit der Habitus der beiderseitigen Krystalle jedenfalls gänzlich verschieden. H. = 3; G. = 6,4. Farbe bleigrau, stark glänzend, antimonitähnlich. — Chem. Zus.: $Pb^4Sb^2S^7$, deutbar als $4PbS.Sb^2S^3$, mit 64,07 Blei, 18,56 Antimon, 17,37 Schwefel; ein kleiner Theil von Pb wird durch $Cu^2$ ersetzt. — Bottino bei Seravezza in Toscana, nach *Frenzel* auch am Ochsenkopf bei Schwarzenberg in Sachsen, eingewachsen im Smirgel; zu Goldkronach nach *Sandberger*; am Marble Lake in Ontario (Canada).

**Jordanit,** *G. vom Rath.*

Monoklin nach *Baumhauer*; $\beta = 89° 26'$; A.-V. = 0,4945 : 1 : 0,2655. Die früher von *vom Rath* als rhombische Basis angenommene grösste Fläche wird $\infty P\infty$. Durch das fast gleichzeitige Auftreten + und — Hemipyramiden zeigen die Krystalle eine rhombische Pseudosymmetrie. Der äussere Habitus ist häufig derjenige sechsseitiger, sehr vielflächiger Pyramiden mit vorherrschender, $\infty P\infty$ entsprechender Basis. Ausgezeichnet ist die grosse Menge von Klinopyramiden, deren 13 zwischen $2P2$ und $18P18$ bestimmt wurden, auch 18 Klinoprismen (zwischen $\infty P\frac{7}{6}$ und $\infty P8$). $+P\infty : -P\infty = 123° 30'$. Zwillinge nach $+P\infty$, nie nach $-P\infty$. — Spaltb. nach $\infty P\infty$ deutlich; dies, sowie der schwarze Strich, und das Verhalten v. d. L. unterscheiden den Jordanit von dem ihm ähnlichen Dufrenoysit und Skleroklas. G. = 6,39. — Chem. Zus.: $Pb^4As^2S^7$, deutbar als $4PbS.As^2S^3$, mit 68,84 Blei, 18,67 Schwefel und 12,49 Arsen. — Imfeld im Walliser Binnenthal im Dolomit mit Binnit, Dufrenoysit und Skleroklas, sehr selten; Nagyag in Siebenbürgen.

## Fahlerz, Tetraëdrit (Schwarzerz, Weissgültigerz und Graugültigerz z. Th.).

Regulär, und zwar tetraëdrisch-hemiëdrisch; gewöhnliche Formen sind $\frac{O}{2}$ (gewöhnlich glänzend und oft parallel den Kanten gestreift), $-\frac{O}{2}$ (oft rauh), $\infty O$ (*o*), $\infty O\infty$ (*f*), $\frac{2O2}{2}$ (*l*) u. a.; in den ziemlich manchfaltigen Combb. herrscht meist das Tetraëder, Trigondodekaëder oder Rhombendodekaëder vor.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

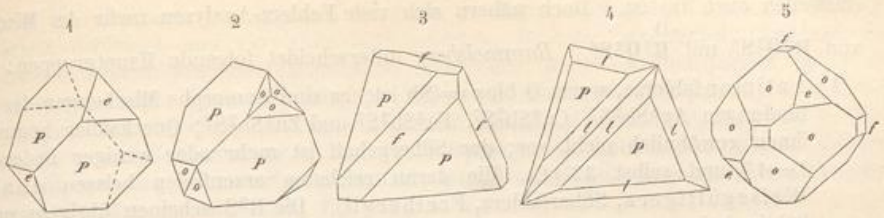


Fig. 1. $\frac{O}{2}\cdot-\frac{O}{2}$. Fig. 2. $\frac{O}{2}\cdot\infty O$. Fig. 3. $\frac{O}{2}\cdot\infty O\infty$.

Fig. 4. $\frac{O}{2}\cdot\frac{2O2}{2}$. Fig. 5. $\infty O.\infty O\infty\cdot\frac{O}{2}$; vorwaltendes Rhombendodekaëder.

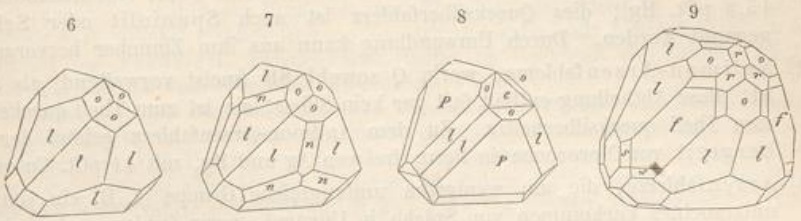


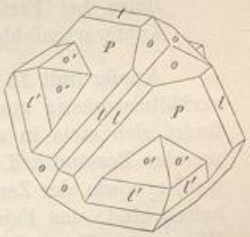
Fig. 6. $\frac{2O2}{2}\cdot\infty O$; das Trigondodekaëder vorwaltend.

Fig. 7. Die Comb. Fig. 6, noch mit dem Deltoiddodekaëder $\frac{3O}{2}$ $(n)$.

Fig. 8. Die Comb. Fig. 4 mit $-\frac{O}{2}$ und $\infty O$.

Fig. 9. $\frac{2O2}{2}\cdot\infty O\infty\cdot\infty O\cdot-\frac{2O2}{2}\cdot\infty O3$; *lfors* in der Figur, von Dillenburg.

Zwillinge sehr häufig, besonders Penetrationszwillinge von Tetraëdern, welche O gemeinsam haben, wodurch auf den Flächen des einen Individuums die Ecken des anderen hervorstehen; das eine ist gegen das andere um eine trigonale Zwischenaxe durch 180° verdreht; beistehende Fig. zeigt dies für die Comb. des Tetraëders mit dem Rhombendodekaëder und Trigondodekaëder. Sehr selten (z. B. zu Bieber im Hanauischen nach *Kopp*) kommen nach der Würfelfläche symmetrische Ergänzungszwillinge vor, welche für 2 Tetraëder so erscheinen, wie Fig. 248, S. 133. Ueber Formen und Zwillinge vgl. *Sadebeck*, Z. geol. Ges. XXIV. 1872. 427. Bei den auf Zinkblende aufgewachsenen Fahlerzkrystallen von Kapnik haben beide Mineralien die Axen parallel. Ausser krystallisirt kommt das F. sehr häufig derb und eingesprengt vor. Die Krystalle sind oft (besonders schön zu Clausthal und Wolfach) mit einem feindrusigen Ueberzug von Kupferkies versehen. Bei den regelmässigen Verwachsungen dieser beiden Mineralien sind entweder beide aneinander oder aufeinander gewachsen, und zwar so, dass die Hauptaxe des Kupferkieses mit einer solchen des Fahlerzes zusammenfällt oder mit ihr parallel geht. — Spaltb. oktaëdrisch sehr unvollk.; Bruch muschelig bis uneben von feinem Korn; spröd; H. = 3 ... 4; G. = 4,36 ... 5,36; stahlgrau bis eisenschwarz, Strich schwarz, in den zinkreicheren Varr. dunkel kirschroth. — Chem. Zus. sehr schwankend; nach *H. Rose* verhält sich der Schwefel der elektronegativen Sulfide zu dem der elektropositiven wie 3 : 4 und sind die Fahlerze als isomorphe Mischungen $\overset{I}{R}^8Q^2S^7 = 4\overset{I}{R}^2S.Q^2S^3$ und $\overset{II}{R}^4Q^2S^7 = 4\overset{II}{R}S.Q^2S^3$ zu betrachten, in welchen $\overset{I}{R}$ = Ag und Cu, auch Hg, $\overset{II}{R}$ = Fe, Zn, und Q = Sb sowie As



(bisweilen auch Bi) ist. Doch nähern sich viele Fahlerz-Analysen mehr der Mischung von $\overset{I}{R^6}Q^2S^6$ mit $\overset{II}{R^3}Q^2S^6$. *Rammelsberg* unterscheidet folgende Hauptgruppen:

1) Antimonfahlerze, worin Q blos = **Sb** ist; es sind isomorphe Mischungen der Verbindungen $Ag^8Sb^2S^7$, $Cu^8Sb^2S^7$, $Fe^4Sb^2S^7$ und $Zn^4Sb^2S^7$; Quecksilber kommt in ihnen gewöhnlich nicht vor; der Silbergehalt ist mehr oder weniger bedeutend, 1—17 und selbst 32 pCt. (die daran reichsten arsenfreien heissen dunkles Weissgültigerz, Silberfahlerz, Freibergit). Die $R^2S$ scheinen übrigens zu den RS in keinem constanten Verhältniss zu stehen. Die Antimonfahlerze bilden die dunklen Varietäten. — Der stahlgraue Aphtonit von Gärdsjö in Wermskog, Wermland, ist ein ca. 6 pCt. Silber und etwas Zink haltiges arsenfreies Kupferantimonfahlerz. — Gewisse Antimonfahlerze sind quecksilberhaltig (Kotterbach bei Igló in Ungarn mit 17,3, Schwatz in Tirol mit 15,6, Moschellandsberg mit 15,8 pCt. Hg); dies Quecksilberfahlerz ist auch Spaniolit oder Schwatzit genannt worden. Durch Umwandlung kann aus ihm Zinnober hervorgehen.

2) Antimon-Arsenfahlerze, worin Q sowohl **Sb** (meist vorwaltend) als auch **As** ist; diese Abtheilung enthält fast gar kein Silber; sie ist zum Theil quecksilberfrei, zum Theil quecksilberhaltig. Zu dem Antimon-Arsenfahlerz gehört der Sandbergerit von Morococha in Peru, frei von Ag und Hg, mit 41 pCt. Cu und 7 Zn.

3) Arsenfahlerze, die am wenigsten umfangreiche Gruppe (z. B. ein von *Hidegh* untersuchtes Vorkommen von Száska in Ungarn), worin Q blos = **As**; sie führen meist nur ganz wenig Silber, kein Quecksilber, mit ganz spärlichen Ausnahmen kein Zink und bilden die lichteren Varietäten. Hierzu gehört auch der tetraëdrische schwärzlich bleigraue Tennantit (Redruth in Cornwall, Skutterud in Norwegen, Capelton in Canada), ein von anderen Stoffen freies, eisenhaltiges Kupferarsenfahlerz. — Ein anderes, nach *Prior* und *Spencer* mit dem Tennantit identisches Vorkommen von Kupferarsenfahlerz ist der durch *vom Rath* als ein besonderes Mineral eingeführte dunkelstahlgraue bis eisenschwarze Binnit im Dolomit des Binnenthals im Oberwallis, mit Realgar, Zinkblende, Skleroklas, Pyrit; seine Krystalle sind sehr klein aber höchst formenreich; auch in kleinen Trümern und Schnüren. — Die sog. Kupferblende von der Grube Prophet Jonas bei Freiberg ist ein ca. 9 pCt. Zink haltiges, antimon- und silberfreies Kupferarsenfahlerz.

Kupfer (mit 33—52 pCt.) ist demnach in allen Fahlerzen das constanteste und verhältnissmässig auch am reichlichsten vorhandene elektropositive Metall, auch Eisen findet sich stets in allen drei Gruppen. Blei ist ein hier nur sehr selten vorkommender Bestandtheil. *Sandberger* hob hervor, dass in vielen Fahlerzen des Schwarzwaldes sowie der Zechsteinformation auch mehr oder weniger Wismut und Kobalt enthalten sind; das Fahlerz von Neubulach bei Calw im Schwarzwald führt über 6 pCt. Wismut. — Das Antimonfahlerz gibt im Kolben geschmolzen ein dunkelrothes, aus Schwefelantimon und Antimonoxyd bestehendes Sublimat; im Glasrohr schwefelige Säure und Antimonoxyd. V. d. L. auf Kohle schmilzt es leicht zu einer grauen Kugel, welche geröstet auf Kupfer und Eisen reagirt. Salpetersäure zersetzt das Pulver unter Abscheidung von Antimonoxyd und Schwefel; Salpetersalzsäure hinterlässt Schwefel, meist auch etwas Chlorsilber, während die Solution durch Wasser ein weisses Präcipitat gibt. Erwärmte Kalilauge zieht Schwefelantimon aus, welches durch Säuren pomeranzgelb gefällt wird. Das Arsenfahlerz gibt im Kolben ein Sublimat von Schwefelarsen, im Glasrohr schwefelige und arsenige Säure; v. d. L. auf Kohle schmilzt es leicht zu einer Kugel, welche geröstet auf Kupfer und Eisen reagirt. Salpetersäure zersetzt das Pulver unter Abscheidung von arseniger Säure und Schwefel; Salpetersalzsäure gibt eine Solution, welche durch Wasser nicht getrübt wird. Kalilauge zieht Schwefelarsen aus, welches durch Säuren citrongelb gefällt wird. Die Arsen-Antimonfahlerze geben gemischte Reactionen. Gegenwart von Quecksilber ergibt sich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durch das Sublimat beim Erhitzen mit Soda. — Hauptsächlich auf Gängen in krystallinischen Schiefern und im alten paläozoischen Gebirge, namentlich begleitet von Schwefelmetallen (Eisenkies, Kupferkies, Zinkblende, Bleiglanz, Bournonit), von Quarz, Eisenspath, Baryt: Freiberg, Clausthal, Zellerfeld, Andreasberg, Dillenburg und Müsen, Horhausen bei Neuwied, Cornwall (auch mit Zinnstein zusammen), Brixlegg in Tirol (mit Baryt auf Gangtrümern in Kalkstein), Schwatz; Kotterbach und Iglò in Ungarn; Kahl im Spessart, Kamsdorf und Saalfeld; Gänge von Kapnik in jüngeren trachytischen Gesteinen; Mexico, Californien, Bolivia u. s. w.

**Gebrauch.** Das Fahlerz wird sowohl auf Silber als auf Kupfer benutzt.

Zum Fahlerz werden noch gerechnet: Annivit aus dem Val d'Anniviers, Schweiz (etwas wismuthaltig) und Studerit von Ausserberg im Oberwallis, beide nur derb und eingesprengt. — Rionit von Cremenz in der Schweiz, soll ein wismuthaltiges Arsenfahlerz sein. — *Websky*'s Julianit von der Grube Friederike Juliane bei Rudelstadt in Schlesien, kleine traubige Krystallgruppen von bauchigen Hexaëdern und Rhombendodekaëdern, in und auf Kalkspath; sehr wenig hart, dunkel röthlichbleigrau, eisenschwarz anlaufend; hauptsächlich ein Kupferarsenfahlerz. — Fredricit, eisenschwarze Knoten im Geokronit von Fahlun, ist nur ein 3,3 pCt. Blei und 1,4 Zinn führendes silberhaltiges Fahlerz.

Während das oben angeführte dunkle Weissgültigerz als sehr silberreiche Varietät mit dem Antimonfahlerz zu vereinigen ist, weicht dagegen das sehr feinkörnige, rein bleigraue sog. Lichte Weissgültigerz von den Gruben Himmelsfürst und Hoffnung Gottes bei Freiberg von ihm wie von allen übrigen Fahlerzen ab, indem die Analyse zwar ebenfalls auf die Formel $4RS.Sb^2S^3$ führt, aber in dieser R gar kein Cu, sondern vorwiegend Pb (38,36 pCt.) mit etwas Fe, Zn (und Ag) bedeutet; die Substanz ist vielleicht ein Gemenge.

Fournetit und Clayit sind wahrscheinlich Gemenge von Fahlerz mit anderen Mineralien.

**Stephanit,** *Haidinger*, oder Melanglanz, *Breithaupt* (Sprödglaserz).

Rhombisch, mit Andeutung von Hemimorphie; $\infty P$ ($o$) 115° 39′, P ($P$) Randk. 104° 20′, $2\breve{P}\infty$ ($d$) Randk. 107° 45′. A.-V. = 0,6291 : 1 : 0,6851. Habitus theils tafelartig durch Vorherrschen von 0P, theils kurzsäulenförmig, seltener langsäulenförmig durch Vorwalten namentlich von $\infty P$ und $\infty\breve{P}\infty$, theils brachydiagonal durch Herrschen von $\breve{P}\infty$ oder $2\breve{P}\infty$, oder pyramidal, wenn P oder seltener $\frac{1}{2}P$ vorwaltet.

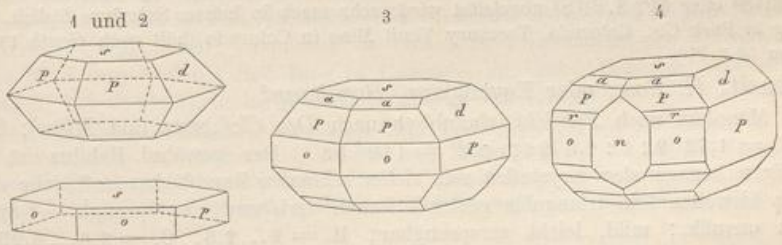



Fig. 1. $0P.P.2\breve{P}\infty$, erscheint fast wie eine stark abgestumpfte hexagonale Pyramide.
Fig. 2. $0P.\infty P.\infty\breve{P}\infty$ ($p$); erscheint fast wie eine hexagonale Tafel.
Fig. 3. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.P.2\breve{P}\infty.0P.\frac{1}{2}P$ ($a$).
Fig. 4. Comb. wie Fig. 3, noch mit $\infty\bar{P}\infty$ ($n$) und $2P$ ($r$).

Andere Formen sind noch: $\frac{1}{3}P$, $\frac{2}{3}P$, $\frac{3}{2}P$, $\frac{4}{3}\breve{P}\infty$, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $\breve{P}\infty$, $\bar{P}\infty$.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $P:P = 130° 16′$ | $d:p = 143° 54′$ | $d:s = 126° 6′$ | $P:s = 127° 50′$ |
| $P:o = 142\ 10$ | $o:p = 122\ 10$ | $a:s = 147\ 14$ | $r:s = 111\ 14$ |

Häufige Zwillinge und Drillinge nach $\infty P$, ähnlich wie beim Aragonit oder Kupferglanz, die Zwillingsbildung oft wiederholt. Auch seltenere Zwillinge nach $\infty\breve{P}3$. Ueber die Formen vgl. *Schröder*, Ann. Phys. u. Chem. Bd. 95. 1855. 257; *Vrba*, Z. f. Kryst. V. 1881. 418 und XIV. 1888. 79; *Morton*, ebendas. IX. 1884. 238. Bis 1898 waren zufolge *Nejdl* im Ganzen 108 Formen bekannt. Auch derb, eingesprengt, als Anflug und in mehren Aggregationsformen; in Pseudomorphosen nach Polybasit, auch umgekehrt. — Spaltb. nach $2\breve{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$, beides unvollk.; Bruch muschelig bis

uneben; mild; H. = 2 ... 2,5; G. = 6,2 ... 6,3; eisenschwarz bis schwärzlich bleigrau, selten bunt angelaufen. — Chem. Zus.: $Ag^5SbS^4$, deutbar als $5Ag^2S.Sb^2S^3$, was 68,50 Silber, 15,22 Antimon, 16,28 Schwefel erfordert; doch wird oft ein Theil Sb durch As, und ein Theil Ag durch mehre pCt. Fe und etwas Cu ersetzt. Zerknistert im Kolben, schmilzt und gibt etwas Sublimat von Schwefelantimon; schmilzt im Glasrohr und gibt ein Sublimat von Antimonoxyd, auch zuweilen etwas arsenige Säure; schmilzt auf Kohle zu einer dunkelgrauen Kugel, welche im Red.-F., zumal bei Zusatz von etwas Soda, ein Silberkorn gibt; leicht zersetzt von erwärmter Salpetersäure unter Abscheidung von Schwefel und Antimonoxyd. — Auf Silbererzgängen mit anderen Silbermineralien: Freiberg, Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Annaberg; Joachimsthal, Przibram (hier auch in ged. Silber umgewandelt); Andreasberg; Schemnitz und Kremnitz; Nothgrube bei Kongsberg; Zacatecas in Mexico, Comstock-Gang in Nevada.

**Gebrauch.** Der Stephanit liefert eines der reichsten Silbererze.

**Geokronit,** *Scanberg.*

Rhombisch; ∞P 119° 44′, $2\bar{P}2$ Polk. 151° 47′ und 65° 44′ nach *Kerndt.* A.-V. = 0,5805 : 1 : 0,5028, möglicherweise isomorph mit Stephanit; beobachtete Comb. $\infty\bar{P}\infty.\infty P.2\bar{P}2$. Krystalle sehr selten; meist derb, dicht mit undeutlich streifiger oder striemig-schiefriger Structur. — Spaltb. nach ∞P; mild; H. = 2 ... 3; G. = 6,43 ... 6,54; licht bleigrau, schwarz anlaufend. — Chem. Zus.: $Pb^5Sb^2S^8$ oder $5PbS.Sb^2S^3$, mit 67,6 Blei, 15,7 Antimon, 16,7 Schwefel; Pb theilweise durch Cu ersetzt; auch findet sich ein grösserer Theil des Sb durch As vertreten, $5PbS.(Sb,As)^2S^3$. V. d. L. schmilzt er leicht und gibt die Reactionen auf Antimon, Blei, Schwefel und Arsen. — Silbergruben von Sala in Schweden; Meredo in Galicien (Spanien) in Bleiglanz, Val di Castello bei Pietrasanta in Toscana.

**Kilbrickenit,** *Apjohn.*

Derb, körnig-blätterig bis dicht; H. = 2 ... 2,5; G. = 6,407; bleigrau. — Chem. Zus. wahrscheinlich $Pb^6Sb^2S^9$, deutbar als $6PbS.Sb^2S^3$, mit 70,15 Blei, 13,55 Antimon und 16,30 Schwefel; von Salzsäure in der Wärme langsam löslich. — Kilbricken in Irland.

**Beegerit,** *G. A. König.*

Regulär, sehr kleine Krystalle der Comb. O.∞O∞, prismatisch verlängert; auch derb, Spaltb. vollk. cubisch; G. = 7,273; schwärzlich bleigrau, stark metallisch glänzend. — Chem. Zus. im Mittel 64,23 Blei, 20,59 Wismut, 14,97 Schwefel, 1,70 Kupfer, woraus die Formel $Pb^6Bi^2S^9$ oder $6PbS.Bi^2S^3$ abgeleitet wird; sehr rasch in heisser Salzsäure löslich. — Baltic-Gang in Park Co., Colorado, Treasury Vault Mine in Colorado (hält nach *Genth* 15,4 pCt. Ag neben 50,2 Pb).

**Polybasit,** *H. Rose,* oder Eugenglanz, *Breithaupt.*

Monoklin nach *Penfield* (rhombisch nach *Des Cloizeaux* und *Miers*); β = 90°; A.-V. = 1,7309 : 1 : 1,5796; ∞P = 119° 58′. Der gewöhnl. Habitus ist der von tafeligen hexagonalen Krystallen mit vielen schmalen Randflächen, oft sehr dünn, die Basis bisweilen fein triangulär gestreift; auch derb und eingesprengt. — Spaltb. basisch unvollk.; mild, leicht zersprengbar; H. = 2 ... 2,5; G. = 6,0 ... 6,25; eisenschwarz, sehr dünne Lamellen roth durchscheinend; die optischen Axen liegen im Orthopinakoid, spitze Bisectrix die Verticalaxe. — Chem. Zus. nach *H. Rose*: $R^9Q^2S^6$ oder $9R^2S.Q^2S^3$, worin $R^2$ hauptsächlich $Ag^2$ und $Cu^2$, $Q^2$ in wechselnden Mengen zugleich $Sb^2$ und $As^2$ ist, so dass die allgemeine Formel $9(Ag^2,Cu^2)S.(Sb,As)^2S^3$ wäre. Doch verhält sich nach *Bodländer* $R^2S:Q^2S^3$ eigentlich nirgends = 9 : 1, sondern schwankt in den Analysen von 7,22 : 1 bis 8,82 : 1. Die analysirten Varr. zeigten einen Gehalt an Silber von 64 bis über 72, an Kupfer von 3 bis 10, an Schwefel von 16 bis 17, an Antimon von 0,25 bis 11, an Arsen von 0 bis 7 pCt.; eine antimonfreie Varietät mit blos Arsen wurde Pearcit genannt; eine kleine Quantität Fe scheint stets vorhanden zu sein. V. d. L. zerknistert er etwas und schmilzt sehr leicht; gibt im Glasrohr schwefelige Säure und ein weisses Sublimat, auf Kohle Antimonbeschlag; mit Flüssen die Reaction auf Kupfer, mit Soda ein kupferhaltiges Silberkorn. — Auf Silbergängen: Freiberg, Joachimsthal, Andreasberg, Przibram, Schemnitz, Kremnitz, Guanaxuato in Mexico, Nevada und Idaho; Tres Puntos in der Wüste Atamaca; Quespisiza in Chile.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Polyargyrit,** *Petersen.*

Regulär, mit O, $\infty O\infty$, $\infty O$, $mOm$; Krystalle sehr klein, meist verzerrt; spaltb. hexaëdrisch; H. = 2,5; G. = 6,974; eisenschwarz bis schwärzlich bleigrau, Strich schwarz, metallglänzend, sehr geschmeidig. — Chem. Zus.: $Ag^{24}Sb^2S^{15}$, deutbar als $12Ag^2S.Sb^2S^3$, mit 78,23 Silber, 7,24 Antimon und 14,53 Schwefel. — V. d. L. schmilzt er leicht zu schwarzer Kugel, gibt Antimonrauch und hinterlässt ein Silberkorn. — Wolfach im Schwarzwald.

Hier würde sich noch anschliessen der tetragonale bleigraue Quirogit von San Andres, Georgina u. a. Gruben in Spanien, angeblich $23PbS.Sb^2S^3$.

## 3. Anderweitige Verbindungen.

**Enargit,** *Breithaupt.*

Rhombisch; $\infty P$ 98°, $\breve{P}\infty$ 92° 38′ nach *Spencer*; A.-V. = 0,8694 : 1 : 0,8308; gewöhnl. Comb.: $\infty P.0P.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty$, auch mit $\breve{P}\infty$, $\infty\breve{P}2$, P u. a. Formen; bald prismatisch und längsgestreift, bald durch Vorwalten der 3 Pinakoide würfelähnlich, bald bei herrschendem 0P mehr tafelartig und makrodiagonal gestreckt; Durchkreuzungsdrillinge, ganz denen des Chrysoberylls ähnlich, bei welchen $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$ Zwillingsebene ist. Meist in gross- bis grobkörnigen, z. Th. auch in stengeligen Aggregaten. — Spaltb. prismatisch nach $\infty P$, vollk., nach dem Brachy- und Makropinakoid ziemlich deutlich, basisch undeutlich; spröd und leicht zu pulverisiren; H. = 3; G. = 4,36...4,47; eisenschwarz, Strich schwarz, lebhafter aber nicht ganz vollkommener Metallglanz. — Chem. Zus. wesentlich $Cu^3AsS^4$, das neutrale Kupfersalz der normalen Sulfosäure $H^3AsS^4$, was man deuten kann als $3Cu^2S.As^2S^5$, mit 48,31 Kupfer, 19,09 Arsen und 32,6 Schwefel; doch wird bisweilen etwas As durch Sb, und ein wenig Cu durch Fe und Zn ersetzt. Die Substanz ist dimorph (s. Luzonit). Im Kolben sublimirt er erst Schwefel, schmilzt dann und gibt hierauf Schwefelsäure; im Glasrohr schwefelige Säure; auf Kohle sehr leicht zur Kugel schmelzbar, deren Pulver nach vorheriger Röstung mit Borax die Kupferfarbe gibt; Aetzkali zieht aus dem Pulver Schwefelarsen, bisweilen auch etwas Schwefelantimon aus. — Auf Gängen: sehr selten in Europa, bei Parád in Ungarn und am Matzenköpfl bei Brixlegg in Tirol; in Amerika an vielen Orten und z. Th. ein wichtiges Kupfererz bildend: mächtige Massen im körnigen Kalk zu Morococha in Peru; Sierra de Famatina und Prov. Catamarca in Argentinien; Coquimbo in Chile, in Chesterfield Co. in Südcarolina, Power's Mine und National Bell Mine in Colorado, in Utah, Montana, Alpine Co. in Californien, bei Cosihuirachi in Mexico; Mancayan auf Luzon.

Der dunkelbleigraue angeblich monokline Clarit *Sandberger*'s, auf Schwerspath der Grube Clara bei Schapbach im Schwarzwald, welcher nach *Petersen* genau die Zus. des Enargits hat, wird neuerdings als wahrscheinlich mit letzterem identisch angesehen, obschon er als sehr vollk. nach einer Richtung ($\infty R\infty$) spaltbar aufgeführt wird, und Aetzkali das Pulver nicht verändert.

Ebenfalls genau wie Enargit zusammengesetzt und mit ihm im Verhältniss der Dimorphie stehend ist der von *Winkler* analysirte Luzonit *Weisbach*'s, nach *Frenzel* wahrscheinlich monoklin; derbe Massen und sehr undeutliche Krystalle, aber mit fast gänzlich mangelnder Spaltbarkeit, von dunkelröthlich-stahlgrauer Farbe (mit der Zeit violett anlaufend), schwarzem Strich; H. = 3,5; G. = 4,42. Auf den Kupfergängen zu Mancayan auf der Philippinen-Insel Luzon; mit Enargit und Famatinit in der Sierra de Famatina.

**Famatinit,** *Stelzner.*

Nach *vom Rath* rhombisch und von gleichen Dimensionen wie Enargit, doch ist sehr wahrscheinlich, dass diese Angaben sich auf Enargitkrystalle beziehen; derb und eingesprengt. Spaltb. im Gegensatz zum Enargit und in Uebereinstimmung mit Luzonit nicht hervortretend, daher letzterer vermuthlich mit Famatinit isomorph ist. H. = 3,5; G. = 4,57; Farbe zwischen kupferroth und grau, bisweilen stahlfarbig angelaufen, Strich schwarz. — Chem. Zus. der Hauptsache nach die dem Enargit entsprechende Antimonverbindung $Cu^3SbS^4$, gemischt mit etwas der Luzonit-Arsenverbindung. Decrepitirt unter Abscheidung von Schwefel, bei starkem Erhitzen auch von etwas Schwefelantimon; auf Kohle entsteht unter Antimonrauch ein schwarzes sprödes Metallkorn. — Mit Enargit in der Sierra de Famatina, Prov. la Rioja in

Argentinien. — Ein peruanisches Vorkommniss vom Cerro de Pasco hielt 8,88 pCt. As auf 12,74 Sb, steht daher zwischen Famatinit und Enargit.

Epiboulangerit nannte *Websky* ein früher für Antimonglanz gehaltenes Mineral von Altenberg in Schlesien; fein nadelförmige, in Braunspath eingewachsene Krystalle und Körner von monotomer Spaltb.; G. = 6,309. Ist nach der Analyse $Pb^3Sb^2S^8$, deutbar als $3PbS.Sb^2S^5$, d. h. eine dem (Enargit und) Famatinit analog zusammengesetzte Bleiverbindung.

**Epigenit,** *Sandberger.*

Rhombisch; kleine auf Baryt aufgewachsene, kurz säulenförmige Krystalle, ähnlich denen des Arsenkieses, $\infty P = 110° 50'$. H. = 3,5; stahlgrau, im Strich schwarz, schwach metallglänzend, läuft erst schwarz, dann blau an; besteht zufolge *Petersen* (nach Abzug von beigemengtem Wittichenit) aus 32,34 Schwefel, 12,78 Arsen, 40,68 Kupfer und 14,20 Eisen, was beinahe der Formel $7RS.As^2S^5$ entspricht, worin R = $Cu^2$ und Fe. — Grube Neuglück bei Wittichen auf dem Schwarzwald.

## Zinnkies, *Werner* oder Stannin, *Beudant.*

Nur derb und eingesprengt in körnigen bis dichten Aggregaten; die von *Breithaupt* angegebenen tetraëdrisch-hemiëdrischen Formen sind zufolge *Weisbach* kein Zinnkies, sondern Fahlerz gewesen. Spaltb. hexaëdrisch sehr unvollk.; Bruch uneben oder unvollk. muschelig; spröd; H. = 4; G. = 4,3...4,5; stahlgrau, etwas in speisgelb geneigt, Strich schwarz. — Chem. Zus.: die Analysen lieferten ca. 30 pCt. Schwefel, 25 Zinn, 29 Kupfer und dann noch entweder 13 Eisen und 3 Zink oder 7 Eisen und 9 Zink. Man pflegt darin nach dem Vorschlag von *Groth* das Sulfostannat $Cu^2FeSnS^4$, als normales Salz der Säure $H^4SnS^4$ zu erblicken (= $2RS.SnS^2$); doch fand *H. Fischer* im Zinnkies aus Cornwall viele mikroskopische Kupferkiespunkte eingesprengt, weshalb die Analysen sich wohl nicht auf reines Material beziehen. V. d. L. auf Kohle schmilzt er in starker Hitze und gibt dicht um die Probe einen weissen Beschlag von Zinnoxyd; nach der Röstung gibt er mit den Flüssen die Reaction auf Kupfer und Eisen, sowie mit Soda und Borax ein blasses nicht ganz geschmeidiges Kupferkorn. Von Salpetersäure leicht zersetzt unter Abscheidung von Zinnoxyd und Schwefel; die Sol. ist blau. — Cornwall an vielen Orten und Zinnwald.

## Argyrodit, *Weisbach.*

Regulär, O und $O.\infty O$, gewöhnlich rauhflächig, auch gewöhnliche Zwillingsbildung nach O, ferner kniefömige Zwillinge mit der Normalen auf O als Zwillingsaxe und $\infty O$ als Zusammensetzungsfläche; zumeist als warzige, nier- und zapfenförmige Aggregate oder derbe Massen von dichtem, bisweilen flachmuscheligem Bruch. Spaltb. fehlt; spröd, ins Milde geneigt. H. = 2,5; G. = 6,26. Metallglänzend, auf Krystallflächen stahlgrau, auf frischem Bruch ins Röthliche. — Die Analysen zuerst von *Winkler*, dann von *Penfield* führen auf die Formel $Ag^8GeS^6$ (das basische Silbersalz der Sulfogermansäure $H^4GeS^4$, dualistisch $4Ag^2S.GeS^2$); dieselbe würde erfordern 76,52 Silber, 6,52 Germanium, 17,06 Schwefel. Das vierwerthige Germanium wurde von *Winkler* in diesem Mineral entdeckt. Beim Erhitzen im einseitig geschlossenen Glasrohr bildet sich ein glänzend schwarzes Sublimat, welches die grösste Aehnlichkeit mit Schwefelquecksilber hat; schmilzt auf Kohle zur Kugel und ist unter Erzeugung zuerst eines schwachen weissen, dann nach längerem Blasen eines citrongelben Beschlags zu einem Silberkorn reducirbar; nahe an der Probe finden sich unter der Loupe neben winzigen Silberkügelchen viele durchsichtige bis milchweisse Kügelchen, wahrscheinlich von $GeO^2$. — Grube Himmelsfürst bei Freiberg, meist auf Markasit aufsitzend, begleitet von anderen Silbererzen; reichlicher auf den Gruben von Potosi in Bolivia.

Nahe verwandt dem Argyrodit ist der auch äusserlich ähnliche reguläre Canfieldit von La Paz in Bolivia; *Penfield* fand darin 74,10 Silber, 6,94 Zinn, 1,82 Germanium, 16,22 Schwefel, 0,21 Zink und Eisen, was auf die analoge Formel $Ag^8(Sn,Ge)S^6$ führt, worin das At.-Verh. von Sn : Ge = 12 : 5. — Ein noch anderes, mehr dem Argyrodit genähertes Verhältniss von Ge und Sn, nämlich 4,99 pCt. Ge und 3,66 pCt. Sn (entsprechend dem At.-Verh. 5 : 2) ergab ein von *Prior* und *Spencer* untersuchtes matt eisenschwarzes Mineral von Aullagos in Bolivia,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit O und ∞O in merkwürdigen Durchkreuzungszwillingen; mit letzterem ist der sog. Brongniartit *Damour*'s identisch.

Hieran schliessen sich noch zwei Verbindungen von Sulfostannaten mit Sulfantimoniten: der Franckëit (*Stelzner*), schwärzlich radialstrahlige und -blätterige milde Kügelchen sowie dem Eugenglanz ähnliche Täfelchen aus den Ganggebieten von Animas und Oruro in Bolivia, chemisch $Pb^5Sn^2Sb^2S^{12}$; führt auch ca. 0,1 pCt. Germanium; ferner der Kylindrit (*Frenzel*) in schalig walzenförmigen Gestalten von schwarzer Farbe von Poopó in Bolivia, chemisch $Pb^6Sn^6Sb^2S^{21}$.

### Oxysulfide.

(Verbindungen von Oxyd mit Sulfid.)

**Antimonblende** oder Pyrostibit, *Glocker*; Rothspiessglaserz, Kermesit.

Wahrscheinlich monoklin; nach *Kenngott* sind die Krystalle nach der Orthodiagonale verlängert und wesentlich von ∞P∞, 0P, und Hemidomen gebildet; β = ca. 90°; A.-V. = 3,965 : 1 : 1,853. Krystalle dünn nadelförmig bis haarförmig, meist büschelig verbunden; auch radialfaserige Aggregate; Pseudomorphosen nach Antimonglanz und Plagionit. — Spaltb. sehr vollk. nach einer der Längsaxe der Nadeln parallelen Richtung; mild; H. = 1 ... 1,5; G. = 4,5 ... 4,6; kirschroth, Strich gleichfarbig; Diamantglanz, schwach durchscheinend. — Chem. Zus.: $Sb^2S^2O$, deutbar als Verbindung von 2 Mol. Schwefelantimon und 1 Mol. Antimonoxyd, $2Sb^2S^3.Sb^2O^3$, mit 74,96 Antimon, 20,04 Schwefel und 5,0 Sauerstoff, oder mit 70 Schwefelantimon und 30 Antimonoxyd. V. d. L. wie Antimonglanz; in Salzsäure löslich unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff; in Kalilauge färbt sich das Pulver gelb und löst sich vollständig auf. — Bräunsdorf, Przibram, Pernek bei Bösing in Ungarn, Allemont, Southham in Ost-Canada; oft ein Umwandlungsproduct von Antimonglanz.

**Voltzin,** *Fournet.*

Kleine aufgewachsene Halbkugeln (nach *Bertrand* aus einaxig-positiven Individuen bestehend) und nierförmige Ueberzüge, von dünn- und krummschaliger Structur; H. = 4 ... 4,5; G. = 3,66; ziegelroth, gelb, grünlichweiss und auch braun, im Bruch fettartiger Glasglanz, auf den schaligen Absonderungsflächen Perlmutterglanz bis Diamantglanz. — Chem. Zus.: $Zn^5S^4O$, oder eine Verbindung von 4 Mol. Schwefelzink mit 1 Mol. Zinkoxyd, $4ZnS.ZnO$, mit 69,27 Zink, 27,32 Schwefel, 3,41 Sauerstoff, oder mit 82,7 Schwefelzink und 17,3 Zinkoxyd; v. d. L. wie Zinkblende; in Salzsäure löslich unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff. — Rosiers bei Pontgibaud in der Auvergne und Eliaszeche bei Joachimsthal.

*Hermann*'s Karelinit von der Grube Sawodinsk im Ural, angeblich $Bi^4O^3S = 3BiO.BiS$, ist bezüglich seiner Homogenität zweifelhaft.

---

## Dritte Classe: Oxyde und Hydroxyde.

### I. Oxyde.

#### 1. Monoxyde, $R^2O$ und RO.

**Wasser.**

Flüssig, daher gestaltlos. G. = 1, Meerwasser bis 1,028; fast farblos, nur in grossen und reinen Massen grünlichblau; pellucid im höchsten Grade; einfach brechend; im reinen Zustande geschmacklos und geruchlos; bei 0° C. erstarrend und in Eis übergehend; bei 100° C. und 28″ (760 Mm.) Barometerstand siedend und verdampfend. — Chem. Zus. des reinen Wassers = $H^2O$, bestehend aus 88,864 Sauerstoff und 11,136 Wasserstoff; wird durch Elektricität in Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zerlegt; absorbirt gern Gasarten und hält daher meist atmosphärische Luft und etwas Kohlensäure, ist oft durch aufgelöste Substanzen bedeutend verunreinigt

(Mineralwasser, Soolen, Meerwasser). — Vorkommen bekannt; theils als Atmosphärwasser, theils Quellen, Bäche, Flüsse, Seen und den Ocean bildend.

**Eis** (Schnee, Reif).

Hexagonal-rhomboëdrisch, doch konnten die Dimensionen noch nicht zuverlässig ermittelt werden; beobachtet wurden sowohl rhomboëdrische Combinationen, als solche von holoëdrisch-pyramidalem Charakter; häufig sind hexagonale Tafeln mit unbestimmbaren Randflächen (vgl. *Kenngott*, N. Jahrb. f. Min. 1886. II. 184). Der Schnee zeigt zarte nadelförmige Krystalle, mit grosser Neigung zur Bildung von Zwillingen, Drillingen u. s. w., welche die feinsten und zierlichsten, netzartig ausgedehnten Gruppen darstellen, denen ein sechsstrahliger Stern zu Grunde liegt; doch sind auch bisweilen Schneesterne von tetragonalem Bau beobachtet worden. In dünnen, blumig-strahligen Ueberzügen auf Fensterscheiben, in rundlichen und eckigen Körnern und Stücken als Hagel; in dünnen Krusten als Glatteis; in Zapfen und anderen stalaktitischen Formen als Tropfeis, wobei die Hauptaxen senkrecht gegen die Längsaxe der Cylinder stehen; in Schollen und weitausgedehnten Eisfeldern auf Flüssen, Seen und auf dem Meere; körnig als Firn- und Gletschereis, in mächtigen und weit erstreckten Ablagerungen; die Körner des Gletschereises müssen, wie die optische Beschaffenheit zeigt, trotz ihrer sehr unregelmässigen Gestaltung und überall regellosen Lagerung als wirkliche Eis-Individuen gelten. *Leydolt* beobachtete im Eise Höhlungen, die der Comb. $\infty R.0R$ entsprachen und zuweilen noch pyramidale Flächen zeigten. — Spaltb. nicht ausgesprochen; Bruch muschelig. H. = 1,5; G. bei 0° und im reinsten Zustande = 0,9175 nach *Dufour*; ein Volumen Wasser gibt also 1,0895 Volumentheile Eis, oder dehnt sich um $\frac{1}{11}$ aus. Farblos, in grossen Massen grünlich oder bläulich; Glasglanz. Pellucid in hohem Grade; schwache posit. Doppelbrechung, $\omega = 1{,}3090$, $\varepsilon = 1{,}3133$ für Gelb bei $-8°$. Auf stillem Wasser der Seen und Teiche gebildete Eiskrusten zeigen im polarisirten Licht die Farbenringe mit dem Kreuz sehr deutlich, indem sie aus stengeligen Individuen bestehen, deren Hauptaxen alle senkrecht gestellt sind (wobei übrigens nach *Klocke* die Richtung der Nebenaxen in den einzelnen an keine Gesetzmässigkeit gebunden ist); daher zerfällt auch das Scholleneis oftmals, während es schmilzt, in stengelige Stücke. — Bei 0° C. schmelzend zu Wasser. — Chem. Zus. $H^2O$, wie Wasser, doch rein und ohne Beimischungen von Salzen, welche bei der Erstarrung des Wassers ausgeschieden werden.

**Periklas,** *Scacchi.*

Regulär; sehr kleine Oktaëder und Hexaëder oder Körner; Spaltb. hexaëdrisch vollk., oktaëdrisch weniger deutlich. H. = 6; G. = 3,674...3,75; farblos, vielfach dunkelgrün, glasglänzend, durchsichtig. — Chem. Zus.: Magnesia, $MgO$, mit etwas Eisenoxydul; v. d. L. unschmelzbar, gepulvert durch Säuren löslich. — Monte Somma bei Neapel in den Auswurfsblöcken körnigen Kalks. Auf der Manganerzgrube Kitteln in Nordmarken als Körner, welche grasgrüne Interpositionen von MnO enthalten und randlich in Brucit umgewandelt sind.

**Nickeloxydul,** Bunsenit.

Regulär nach *Bergemann*, vorwaltend O; H. = 5,5; G. = 6,398; pistaziengrün, glasglänzend, durchscheinend, unschmelzbar, in Säuren fast unlöslich; ist $NiO$. Sehr kleine Krystalle zu Johanngeorgenstadt mit Nickelocker und Wismut.

Manganoxydul $MnO$ bildet als Manganosit smaragdgrüne, hexaëdrisch spaltbare isotrope derbe Massen (auch zierliche mikroskopische Krystalle mit O und $\infty O$) im Dolomit von Långbanshyttan, Wermland; die Spaltflächen bedecken sich bald mit einer braunen Oxydschicht.

**Rothzinkerz** oder Zinkit, *Haidinger* (Zinkoxyd).

Hexagonal (wahrscheinlich rhomboëdrisch) und zwar hemimorph, wie die als Hüttenproducte oft erhaltenen künstlichen und nach *E. S. Dana* auch bisweilen die seltenen natürlichen Krystalle zeigen; ähnlich der Fig. 186, S. 94. P Polk. 127° 39′; A.-V. = 1 : 1,6219. Die Aetzfiguren auf den Flächen der Prismenzone werden durch die Basis nicht symmetrisch getheilt (*Rinne*, N. Jahrb. f. Min. 1884. II. 164). Meist derb, in individualisirten Massen und grobkörnigen oder dickschaligen Aggregaten,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und eingesprengt. — Spaltb. basisch und nach $\infty P$, beides recht vollk., nach der Basis auch schalige Ablösung; H. = 4...4,5; G. = 5,4...5,7; blut- bis hyacinthroth, was von dilut vorhandenem Manganoxydul herrührt (künstlich dargestelltes reines Zinkoxyd ist farblos). Strich pomeranzgelb, Diamantglanz, kantendurchscheinend, Doppelbrechung positiv. — Chem. Zus.: Zinkoxyd, **ZnO**, aber stets mit einem Gehalt an Manganoxydul von ganz geringen Mengen bis 8 pCt. und selbst darüber. V. d. L. unschmelzbar, auf Kohle erfolgt, zumal bei Zusatz von Soda, ein Zinkbeschlag, mit Borax und Phosphorsalz die Reaction auf Mangan; in Säuren löslich. — Sterling Hill und Franklin-Hütte in Sussex Co., New-Jersey mit Franklinit und Willemit im körnigen Kalk; das weisse erdige Mineral, welches oft als Anflug mit vorkommt, ist kohlensaures Zink.

**Bleiglätte** (Massicot).

Natürliche Bleiglätte (Bleioxyd, **PbO**), ganz ähnlich der künstlichen aber etwas verunreinigt, derb, fein schuppigkörnig, schwefel-, wachs-, citron- bis pomeranzgelb, fettglänzend, findet sich nach *Majerus*, zugleich mit gediegenem Blei und Bleiglanz, auf einem Gange bei Zomelahuacan, 5 Stunden von Perote, sowie nach *v. Gerolt* in der Umgebung des Popocatepetl in Mexico. *Nöggerath* zeigte, dass alle älteren Nachrichten über das Vorkommen natürlicher Bleiglätte zweifelhaft sind.

**Rothkupfererz** oder Cuprit, *Haidinger*.

Regulär, plagiëdrisch-hemiëdrisch; die häufigsten Formen sind $O$, $\infty O$ und $\infty O \infty$, seltener erscheinen Flächen von $2O$, $2O2$ u. a. Gestalten; *Miers* beobachtete an Krystallen aus Cornwall $\frac{3}{2}O\frac{2}{3}$ hälftflächig als linkes Pentagon-Ikositetraëder (doch spricht nach *Traube* die Ausbildung der Aetzfiguren auf den Oktaëderflächen für Holoëdrie). Krystalle selten eingewachsen, gewöhnlich aufgewachsen und zu Drusen oder Gruppen verbunden; auch derb und eingesprengt in körnigen bis dichten Aggregaten; in Pseudomorphosen nach Kupfer, selbst mehrfach in Malachit umgewandelt (z. B. bei den grossen Krystallen von Chessy). — Spaltb. oktaëdrisch ziemlich vollk., sehr selten hexaëdrisch; spröd; H. = 3,5...4; G. = 5,7...6; cochenillroth, zuweilen in bleigrau spielend, Strich bräunlichroth, metallartiger Diamantglanz, scharlachroth durchscheinend bis undurchsichtig; nach *Fizeau* ist die Lichtbrechung noch stärker als die des Diamants (2,849 für rothes Licht). — Chem. Zus.: Kupferoxydul = $Cu^2O$, mit 88,8 Kupfer und 11,2 Sauerstoff; wird v. d. L. auf Kohle erst schwarz, schmilzt dann ruhig und gibt endlich ein Kupferkorn; in der Zange erhitzt färbt es die Flamme schwach grün, und mit Salzsäure befeuchtet, schön blau. In Salzsäure, Salpetersäure und Ammoniak löslich. — Auf Gängen geschwefelter Kupfererze, namentlich an deren Ausgehendem, vielfach mit ged. Kupfer: Rheinbreitbach, im Siegenschen, Kamsdorf, Dobschau, Moldova, an vielen Orten in Cornwall (Wheal Gorland, Wheal Phoenix); trumartig und isolirt eingewachsen in Thonen und Letten: Chessy bei Lyon, Gumeschewsk, Nischne Tagilsk und Mjednorudjansk (in Tenorit umgewandelt) am Ural, Damaraland. Copper Queen Mine in Arizona, Chile, Peru, Bolivia, Burra-Burra in Australien.

Kupferblüthe oder Chalkotrichit sind zarte haarförmige Krystallbildungen des Rothkupfererzes von schön cochenill- und carminrother Farbe, bestehend aus netzartig gruppirten, stark einseitig verlängerten und abgeplatteten isotropen Hexaëdern, an denen oft mikroskopische Oktaëderchen hängen. — Rheinbreitbach, Cornwall, Moldova, Morenci in Arizona. — Mit dem Namen Ziegelerz hat man röthlichbraune bis ziegelrothe erdige Gemenge von Kupferoxydul mit viel Eisenoxydhydrat, oder von Rothkupfererz und Brauneisenerz belegt.

**Gebrauch.** Das Rothkupfererz wird als eines der vorzüglichsten Kupfererze zur Darstellung des Kupfers benutzt.

**Tenorit,** *Semmola.*

Nach *Scacchi* (und *Maskelyne*) monoklin, nach *Kalkowsky* aber aus krystallographischen und optischen Gründen triklin; dünne tafelförmige scheinbar hexagonale Blättchen, 1 bis 10 Mm. im Durchmesser, mit der Kante aufgewachsen, auch feinschuppig und erdig. Dunkel

stahlgrau bis schwarz, in den dünnen Blättchen gelblich braun durchscheinend, metallisch glänzend. Ist natürliches Kupferoxyd, = **CuO**, und findet sich auf den Klüften vesuvischer Lava, oberhalb Torre del Greco, als Sublimationsproduct ($CuCl^2 + H^2O = CuO + 2HCl$).

Melaconit ist pulveriges oder erdiges Kupferoxyd von dunkel stahlgrauer bis schwarzer Farbe, ein Zersetzungsproduct von Kupferkies, Buntkupfer u. a. Kupfererzen; Ducktown in Tennessee; Keweenaw Point am Oberen See.

## 2. Sesquioxyde, $R^2O^3$.

**Korund** (Sapphir, Rubin, Smirgel).

Rhomboëdrisch, isomorph mit Eisenglanz und Titaneisen; ausgezeichnet durch die häufigen und vorherrschenden Deuteropyramiden und das Deuteroprisma; R (*P*) 86° 4′; A.-V. = 1 : 1,363; vorwaltende Formen sind ∞P2 (*s*), 0R (*o*), R und mehre Deuteropyramiden, besonders $\frac{4}{3}$P2 (*r*), $\frac{8}{3}$P2 (*b*), 4P2 (*l*) und $\frac{28}{5}$P2 (*t*); vgl. *C. Klein*, N. J. f. Min. 1871. 487. Der Habitus der Combinationen ist spitzpyramidal, prismatisch oder rhomboëdrisch; häufig sind tonnen- oder fassähnliche Gestalten.

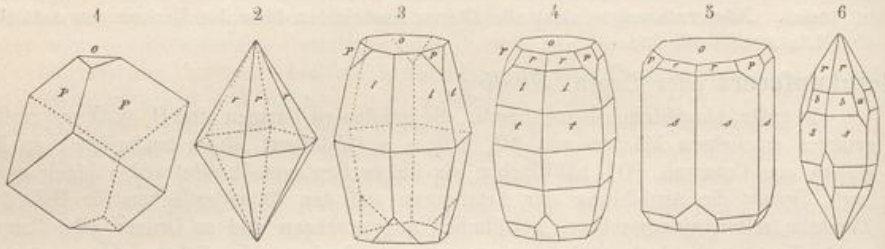



Fig. 1. R.0R; $o : P = 122° 26'$. Fig. 2. $\frac{4}{3}$P2; Randk. = 122° 22′.
Fig. 3. 4P2.0R.R; Randk. von $l = 159° 12'$, $l : o = 100° 24'$.
Fig. 4. $\frac{28}{5}$P2.4P2.$\frac{4}{3}$P2.0R.R; die erstgenannte Pyramide, früher für 9P2 gehalten, hat die Randk. = 171°.
Fig. 5. ∞P2.0R.$\frac{4}{3}$P2.R. Fig. 6. ∞P2.$\frac{8}{3}$P2.$\frac{4}{3}$P2.—2R.

Die Krystalle, oft rauhflächig, abgerundet, horizontal gerieft oder wellig gekrümmt, sind eingewachsen oder secundär lose; auch kleine Gerölle und Körner; derb in individualisirten Massen und in grosskörnigen, grobkörnigen bis feinkörnigen Aggregaten. Zwillingsbildung nicht selten, nach einer Fläche von R, meist vielfach wiederholt mit lamellarer Form der Individuen; auf 0R erscheint daher eine Streifung, welche aus 3 sich unter 60° schneidenden, parallel den Combinationskanten von 0R und R laufenden Systemen gebildet wird. Vielleicht handelt es sich bei den derben Massen oder den im Gestein eingeschlossenen Krystallen hier z. Th. um eine secundäre Zwillingsbildung durch Druck. — Eine eigentliche Spaltb. tritt nicht hervor, dagegen sehr oft eine schalige Ablösung nach R, die dann durch Zwillingslamellirung hervorgebracht wird und in Folge dessen oft nicht nach allen 3 Richtungen gleichmässig erscheint; auch parallel 0R erfolgt schalige Absonderung; ferner erscheint wohl Absonderung nach ∞P2, indem parallel dieser Prismenfläche Hohlräume von der Form negativer Krystalle liegen. Bruch vollkommen muschelig bis uneben und splitterig; H. = 9; G. = 3,9...4. Farblos, zuweilen wasserhell und weiss, doch meist gefärbt, zumal blau (Sapphir), und roth (Rubin), auch verschiedentlich grau, gelb und braun, nicht selten durch isomorphe Schichtung zonal-mehrfarbig in einem und demselben Krystall; Glasglanz, einige Varr. auf 0R Perlmutterglanz; pellucid, gewöhnlich in hohen und mittleren Graden, einige Varr. mit einem sechsstrahlig sternförmigen Lichtschein (S. 258), andere fast undurchsichtig; wenn gefärbt, dann stark pleochroitisch (z. B. *o* himmelblau, *e* meergrün). Optisch-einaxig im normalen unverzwillingten Zustande; manche Krystalle zeigen aber in Folge des Daseins von Zwillingslamellen Erscheinungen der optischen Zweiaxigkeit, indess mit sehr verschiedenem Winkel, von einer beginnenden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Oeffnung des schwarzen Kreuzes bis zu einem Winkel von 58° (in der Luft); die Krystalle mit den Streifensystemen auf 0R verhalten sich im pol. L. wie Drillinge zweiaxiger (monokliner) Individuen (nach *Tschermak*). Doch haben selbst solche Krystalle gewöhnlich in der Mitte liegende, völlig einaxige Stellen. Doppelbrechung schwach negativ: $\omega = 1{,}768$, $\varepsilon = 1{,}760$ (Roth); $c = \mathfrak{a}$. Sapphir enthält nach *Sorby* oft sehr zahlreiche grosse mikrosk. Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure. — Chem. Zus.: Thonerde $= Al^2O^3$, bestehend aus 53,04 Aluminium und 46,96 Sauerstoff, mit Beimischung von sehr wenig Eisenoxyd oder anderen Pigmenten. V. d. L. unschmelzbar und für sich unveränderlich; von Borax schwer aber völlig zu klarem farblosem Glas gelöst; von Soda gar nicht angegriffen; das feine Pulver wird, mit Kobaltsolution im Ox.-F. stark erhitzt, schön blau. Säuren sind ohne Einwirkung; dagegen schmilzt er mit saurem schwefelsaurem Kali leicht zu einer im Wasser völlig löslichen Masse. — Eingewachsen in körnigen Kalken und Dolomiten, in Granit, Syenit, Gneiss, Glimmerschiefer, Chloritschiefer als einzelne Krystalle, derbe Stücke und körnige Massen; ferner namentlich lose auf secundärer Lagerstätte in den Edelsteinseifen.

Man unterscheidet folgende Varietäten:

*a*) Sapphir nebst Rubin; die reinen und schönfarbigen, als Edelsteine geschätzten Abarten von hoher Pellucidität: der blaue Sapphir (oder Salamstein), der vermuthlich durch Chromoxyd gefärbte rothe Rubin; die violetten heissen orientalischer Amethyst, die grünen or. Smaragd, die gelben or. Topas; auch völlig farblos, fast diamantähnlich. Als Krystalle und krystallinische Körner namentlich in den Flusssandablagerungen: Ceylon, n. von Mandelay in Birma (hier auch eingewachsen im körnigen Kalk), Battambong in Siam, Ural (Miask, Slatoust, Kossoibrod), Yogo Gulch in Fergus Co., Montana (Sapphir). Blauer Sapphir in Basalten des Siebengebirges.

*b*) Korund und Diamantspath, minder rein und minder pellucid, von mehr trüben, röthlichen, bläulichen, grauen Farben. Ebenfalls in Seifen: Ceylon, Carnatic an der Malabarküste, China, Kornilowsk bei Mursinsk, Neu-Süd-Wales. Eingewachsen im Dolomit des St. Gotthard, im Feldspath von Mozzo in Piemont, im Chloritschiefer von Nischne Issetsk im Ural; im körnigen Kalk von Warwick, New-York, von Newton, New-Jersey; Chester in Massachusetts (aderförmig im Glimmerschiefer mit Magnetit); Culsagee-Grube in Nordcarolina (über 3 Ctr. schwere Krystalle). Auch in Syeniten und Eläolithsyeniten, z. B. in Ontario sehr weit verbreitet. K. bildet mit Anorthit zusammen das aussergewöhnlich thonerdereiche und kieselsäurearme Eruptivgestein Kyschtymit von der Borsowka im Ural. — K. erscheint auch als meist mikroskopisches Contactproduct bei Eruptivmassen, sowohl im anstehenden Nachbargestein, als namentlich in eingeschlossenen Bruchstücken, z. B. bei Andesit, Tonalit, Granitporphyr. — K. ist fähig, manche andere Mineralien aus sich hervorgehen zu lassen, insbesondere Kaliglimmer (Damourit); *Genth* beschrieb Pseudomorphosen nach K., die aus einem Gemenge der Spinellvarietäten Pleonast und Hercynit bestehen. Anderseits wird auch eine Umwandlung in Cyanit, Fibrolith, Zoisit angegeben.

*c*) Smirgel; klein- und feinkörnig zusammengesetzte Varietäten, bläulichgrau bis indigblau; verunreinigt durch Magnetit und Eisenoxyd, so dass der Korundgehalt oft nur ca. 60 pCt. beträgt. G. in Folge dessen sehr wechselnd. Lagerartig im Glimmerschiefer am Ochsenkopf bei Schwarzenberg i. S., im körnigen Kalk auf Naxos (*Tschermak*, Min. u. p. Mitth. XIV. 1895. 341), in Kleinasien am Gummuchdagh; im Chloritschiefer von Mramorskoi im Ural; Chester in Massachusetts.

**Gebrauch.** Sapphir und Rubin gehören mit zu den am meisten geschätzten Edelsteinen; das Pulver des Korunds, Diamantspaths und Smirgels aber liefert wegen seiner grossen Härte ein vorzügliches Schleifmaterial. Dieselbe Eigenschaft empfiehlt das Mineral zu Zapfenlagern für die Spindeln feiner Uhren.

## Eisenoxyd, Eisenglanz, Rotheisenerz, Hämatit.

Das Eisenoxyd bildet zwei Varietäten-Gruppen, von denen eine makrokrystallinisch, die andere nur mikrokrystallinisch und kryptokrystallinisch ausgebildet zu sein pflegt; jene ist der Eisenglanz, diese das Rotheisenerz.

1) Eisenglanz (Glanzeisenerz). Rhomboëdrisch, isomorph mit Korund und Titaneisen; R 86° nach *v. Kokscharow*; A.-V. $= 1 : 1{,}365$; gewöhnliche Formen: R (*P*), 0R (*o*), $\frac{1}{4}$R (*s*) 143°, $-\frac{1}{8}$R, $-\frac{1}{2}$R (*v*), $-2$R, $\frac{4}{3}$P2 (*n*) und $\infty$P2 (*z*). — Habitus der Krystalle vorwiegend theils rhomboëdrisch, theils pyramidal, theils tafelartig, je nachdem R, $\frac{4}{3}$P2 oder 0R vorwaltend ausgebildet ist; selten erscheinen säulenförmige

Krystalle (Framont, Reichenstein), denen wesentlich die Comb. $\infty$P2.0R zu Grunde liegt; die schönsten Krystalle sind wohl diejenigen vom Cavradi im Tavetsch, an sie schliessen sich die von Elba, von Traversella und vom St. Gotthard an.

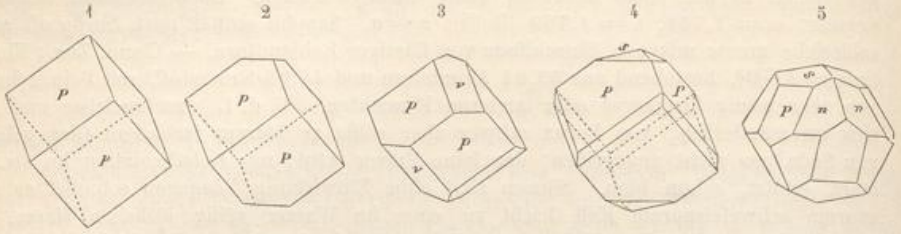



Fig. 1. R; das Grundrhomboëder als selbständige Form; Altenberg.
Fig. 2. R.0R; dieselbe Comb. erscheint auch tafelförmig, wenn 0R sehr vorwaltet.
Fig. 3. R.$-\frac{1}{2}$R; die Flächen $v$ sind oft weit schmäler; Altenberg.
Fig. 4. R.$\frac{1}{4}$R.$\infty$P2; Altenberg.
Fig. 5. $\frac{4}{3}$P2.R.$\frac{1}{4}$R; gewöhnliche Comb. von Elba; oft noch mit $-\frac{1}{8}$R und 0R.

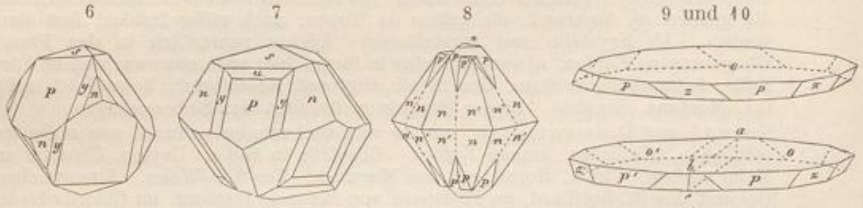



Fig. 6. R.$\frac{1}{4}$R.$\frac{2}{5}$R3.$\frac{4}{3}$P2; von Elba.
Fig. 7. $\frac{4}{3}$P2.R.$\frac{1}{4}$R.$\frac{2}{5}$R.$\frac{2}{5}$R3; ebendaselbst; das Rhomboëder $\frac{2}{5}$R ($u$) ist es besonders, welches durch oscillatorische Combination mit $s$ die horizontalen Streifungen und Einkerbungen dieses letzteren Rhomboëders verursacht.
Fig. 8. Zwilling; die Individuen stellen die Comb. $\frac{4}{3}$P2.R.0R dar, und befinden sich im Zustand einer vollkommenen Durchkreuzung.
Fig. 9. 0R.R.$\infty$P2; dünne tafelförmige Krystalle; Vesuv, Stromboli.
Fig. 10. Zwilling; zwei Individuen wie Fig. 9 sind mit ihren von einander abgewendeten Hälften in einer Fläche des Prismas $\infty$R ($abc$) verwachsen.

| | | |
|---|---|---|
| $P : o = 122^\circ 23'$ | $P : u = 165^\circ 51'$ | $s : s = 142^\circ 58'$ |
| $P : s = 143\ 54$ | $n : n = 128\ \ 0$ Polk. | $y : P = 163\ 42$ |
| $P : n = 154\ \ 0$ | $n : n' = 122\ 24$ Randk. | $y : n = 170\ 19$ |

Die Krystalle selten eingewachsen, öfter aufgewachsen und zu Drusen und Gruppen verbunden (rosettenförmig angeordnete Täfelchen bilden die sog. Eisenrosen der Alpen). Die Flächen von 0R oft triangulär, die von R klinodiagonal, jene von $\frac{1}{4}$R meist horizontal gestreift oder gekerbt; auch sind die Flächen von $\frac{1}{4}$R oft gekrümmt, zumal wenn die ebenfalls gekrümmten Flächen von $-\frac{1}{8}$R zugleich mit auftreten, wobei dann diese beiderlei Flächen nebst 0R fast in eine einzige convexe Fläche verfliessen. — Zwillinge namentlich nach dem Gesetz, dass die Zwillingsebene die Basis ist, wobei entweder Durchkreuzungszwillinge vorliegen (Fig. 8, Krystalle von Elba) oder die Verwachsung mit $\infty$R erfolgt (Fig. 9, tafelige Krystalle der Alpen); bei Dognacska stellen Durchkreuzungszwillinge zweier Skalenoëder in der äusseren Form eine dihexagonale Pyramide dar. Andere Zwillinge werden nach einer Fläche von R gebildet, wobei die Basen $115^\circ 14'$ bilden, und zwei etwa daran auftretende Prismenflächen $\infty$P2 in eine Ebene fallen; bei Biancavilla am Aetna sitzen auf einem grossen tafelförmigen Individuum viele kleinere Krystalle so auf, dass sie eine Fläche von R mit der Unterlage gemeinsam haben. Nach letzterem Zwillingsgesetz erfolgt

auch lamellar-polysynthetische Zusammensetzung. Die tafelförmigen Krystalle sind bisweilen mit Rutilkrystallen regelmässig verwachsen (vgl. Rutil); bei einem halb in Eisenglanz eingewachsenen Magnetit beobachtete *Bücking*, dass dessen Fläche von O mit 0R des Eisenglanzes einspiegelte und ihre drei Kanten parallel waren den drei Zwischenaxen des letzteren. Häufig in körnigen, schaligen und schuppigen Aggregaten, auch in Pseudomorphosen nach Liëvrit, Flussspath und Kalkspath, sowie nach Magneteisen (Martit). — Eigentliche Spaltb. fehlt; nach 0R erfolgt schalige Absonderung, und eine Absonderung nach R beruht wohl auf lamellarer Zwillingsbildung. Bruch muschelig bis uneben; spröd; H. = 5,5...6,5; G. = 5,19...5,28, die tafelförmigen Krystalle vom Vesuv bis 5,30, die titanhaltigen aus dem Tavetschthal nur 4,91. Eisenschwarz bis dunkel stahlgrau, oft bunt angelaufen, Strich kirschroth, bräunlichroth bis röthlichbraun; Metallglanz, undurchsichtig, in ganz dünnen Lamellen röthlichgelb bis dunkelroth durchscheinend; Doppelbrechung negativ. Bisweilen mit schwacher Wirkung auf die Magnetnadel, die empfindlich gemachte Nadel wird meist deutlich angezogen. — Chem. Zus.: wesentlich Eisenoxyd, $Fe^2O^3$, mit 70 Eisen und 30 Sauerstoff, zuweilen mit etwas titansaurem Eisenoxydul (wie z. B. die Var. von Krageröe und aus dem Tavetschthal mit 6 bis 7 pCt. desselben), oder mit etwas Eisenoxydul und Magnesia (wie in den tafelförmigen Krystallen vom Vesuv), auch wohl mit ein wenig Chromoxyd oder Kieselsäure; Eisenglanz von der Sjögrube (Örebro) führt 12 pCt. Molybdän und Thallium. Unschmelzbar; wird v. d. L. im Red.-F. schwarz und magnetisch, und verhält sich mit Borax und Phosphorsalz wie Eisenoxyd; von Säuren nur sehr langsam gelöst. Ein etwaiger Titangehalt wird durch die auf S. 334 angeführte Probe erkannt. — Vorkommen: a) Als selbständige Lager oder Stöcke in krystallinischen Schiefern, namentlich begleitet von Magnetit, auch von Eisenkies: Rio marina auf Elba, Traversella in Piemont, Framont in den Vogesen, vielorts in Skandinavien (Gellivara, Norberg, Grängesberg, Långbanshyttan), Michigan-Halbinsel, Marquette-District. b) Mit Quarz das Schiefergestein Eisenglimmerschiefer oder auch den magnetithaltigen Itabirit bildend (Brasilien, Südcarolina, Ranen in Norwegen). c) Als Gemengtheil mancher Gesteine, anscheinend eine Rolle wie Glimmer spielend, z. B. in Graniten, Syeniten, Gneissen, Glimmerschiefern, namentlich auch in Phylliten. d) Als Krystalle auf Klüften und Hohlräumen von Silicatgesteinen, meist mit Quarz (St. Gotthard, Tavetschthal, Alp Lercheltini im Binnenthal, Cleaton Moor in Cumberland), auch von derbem Rotheisen. e) Als mikroskopische Einwachsungen in mehren Mineralien, wo die röthlichen Blättchen dann die Färbung oder den eigenthümlichen Schiller erzeugen (Stilbit, Carnallit, Perthit, Sonnenstein). f) Als Sublimationsproduct auf Laven: Vesuv, Aetna, Eifel, Auvergne (S. 373); auf Spalten der Trachytgesteine des Hargittagebirges in Siebenbürgen. g) Als Contactproduct in Kalksteinen.

Die sehr dünnschaligen und feinschuppigen Varietäten hat man Eisenglimmer genannt; werden die Schuppen noch zarter, so erlangen sie endlich rothe Farbe, verlieren ihren metallischen Glanz, und so entsteht der kirschrothe, halbmetallisch glänzende, stark abfärbende und fettig anzufühlende Eisenrahm, welcher sich unmittelbar an das gewöhnliche Rotheisenerz anschliesst.

2) Rotheisenerz. Mikrokrystallinisch und kryptokrystallinisch; besonders häufig in faserigen Individuen, welche jedoch nicht frei ausgebildet, sondern zu traubigen, nierförmigen, stalaktitischen Aggregaten verbunden sind; auch feinschuppige, schuppigfaserige, dichte und erdige Varietäten. Als Pseudomorphosen nach Pyrit, nach Eisenspath, Würfelerz, Granat, Calcit, Baryt, Fluorit, Anhydrit, Dolomit, Pyromorphit und Manganit (zu Ilfeld); H. = 3,5...5; G. = 4,5...4,9; blutroth, kirschroth bis bräunlichroth, oft in das Stahlgraue verlaufend; Strich blutroth; wenig glänzend bis matt. — Chem. Zus. wesentlich Eisenoxyd, wie der Eisenglanz, oft mit viel Kieselsäure.

Man unterscheidet besonders die Varietäten:

*a*) Faseriges Rotheisenerz (Rother Glaskopf), in den manchfaltigsten nierförmigen, traubigen und stalaktitischen Aggregationsformen, welche stets faserige Textur,

gewöhnlich auch krummschalige Structur und nicht selten eine, die letztere unregelmässig durchschneidende keilförmige Absonderung mit glatten metallisch glänzenden Absonderungsflächen zeigen.

*b*) Dichtes Rotheisenerz, von flachmuscheligem bis ebenem Bruch, bräunlichroth bis dunkel stahlgrau, schimmernd; auch als Pseudomorphose.

*c*) Erdiges oder ockriges Rotheisenerz, fest oder zerreiblich, blutroth bis bräunlichroth, matt, nicht metallglänzend, abfärbend; derb, eingesprengt, als Ueberzug. Feinvertheiltes pulveriges Eisenoxyd ist in Sandsteinen, Kalksteinen, Mergeln, Thonen ausserordentlich verbreitet und verleiht diesen Gesteinen die rothe Farbe.

Sie finden sich gewöhnlich auf derselben Lagerstätte beisammen, theils auf Gängen, theils auf Lagern, zumal im älteren Gebirge, oft mit Diabasen und Schalsteinen verbunden. In manchen Fällen scheinen die Rotheisenerze durch Wasserverlust aus dem Brauneisenstein (Eisenoxydhydrat) hervorgegangen zu sein. Anderseits sind Lagerstätten des Erzes als Verdrängungen von Kalkstein aufzufassen, wie u. a. dadurch erwiesen wird, dass die ursprünglich kalkigen Fossilreste des Kalksteins ebenfalls in Rotheisen vererzt erscheinen.

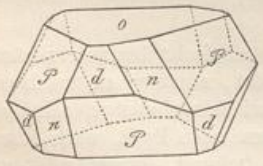
Alle Thoneisensteine, Kieseleisensteine, oolithischen Eisenerze von rothem und röthlichbraunem Strich sind, ebenso wie der Röthel, nur als mehr oder weniger unreine Varietäten des Rotheisenerzes zu betrachten.

**Gebrauch.** Die verschiedenen Varietäten des Rotheisenerzes gehören zu den wichtigsten Eisenerzen, so dass ein bedeutender Theil der Eisenproduction auf ihrem Vorkommen beruht. Der rothe Glaskopf (oder sog. Blutstein) wird auch als Schmuckgegenstand, zum Glätten und Poliren von Metallarbeiten, und das pulverisirte Erz als Putz- oder Polirmittel gebraucht. Der Röthel dient zur Bereitung von Rothstiften und als Farbe zum Anstreichen.

Anm. Mehrfach ist die Umwandlung des Eisenglanzes in Magnetit nachgewiesen; hierher der Muschketowit aus dem Bogoslowsker Bergrevier, eine Pseudomorphose von Magnetit nach grobblätterigem Eisenglanz. — In dem sog. Martit liegt mit grösster Wahrscheinlichkeit die umgekehrte Pseudomorphose von Eisenoxyd nach Magnetit (nicht eine dimorphe Modification des Eisenoxyds in regulärer Form) vor. Die eisenschwarzen regulären Gestalten, O, O.∞O und O.∞O∞ von G. = 5,2...5,33 sind die des Magnetits, aber im Strich bräunlichroth, nicht oder kaum magnetisch und bestehen chemisch aus Eisenoxyd. — Rittersgrün bei Schwarzenberg, vielorts im Ural, Serra Araçoyaba und Ypanema in Brasilien, Cerro de Mercado bei Durango in Mexico, in der Marquette-Eisenregion s. vom Oberen See in grossen Massen. Mehrfach sind auch FeO-haltige Zwischenstadien zwischen Magnetit und Martit nachgewiesen worden. Nach *Gorceix*'s Deutung sollen die brasilianischen Martit-Oktaëder Pseudomorphosen nach Eisenkies sein.

## Titaneisenerz, oder Ilmenit (Kibdelophan, Iserin, Crichtonit, Washingtonit).

Isomorph mit Eisenglanz und Korund, aber nicht hemiëdrisch-rhomboëdrisch, sondern nach den Gesetzen der rhomboëdrischen Tetartoëdrie (S. 92) gebildet, indem die Skalenoëder und die Deuteropyramiden nur mit der Hälfte ihrer Flächen, als Rhomboëder der dritten und zweiten Art auftreten, was den Combinationen bisweilen ein sehr unsymmetrisches Ansehen ertheilt. R 85°40′ bis 86°10′, meist nahe um 86°; *v. Kokscharow* maass an einem ausgezeichneten Krystall 85°30′56″; A.-V. = 1:1,384; einige der gewöhnlichsten Combb. sind: 0R.R oder auch R.0R, 0R.R.—½R, dieselbe Comb. mit —2R oder auch mit ∞P2, 5R.0R, auch 0R.5R oder 0R.∞P2.




Die Fig. zeigt ausser 0R (*o*), —R (*P*), 2R (*d*) noch ⅘P2 (*n*) tetartoëdrisch als Rhomboëder zweiter Art. $P:o = 122°23'$; $P:n = 154°0'$. Namentlich erscheint auch noch die dihexagonale Pyramide $2P\frac{5}{8}$ ganz symmetrisch als Rhomboëder der dritten Art und die Deuteropyramide ⅔P2 als Rhomboëder der zweiten Art, wie es die Gesetze der rhomboëdrischen Tetartoëdrie erfordern. Die Krystalle theils dick oder dünn tafelartig, theils rhomboëdrisch, eingewachsen und aufgewachsen, im letzteren Falle oft zu Drusen oder zu fächerförmigen und rosettenförmigen Gruppen verbunden; Zwillinge mit parallelen Axensystemen, daneben auch polysynthetische Zwillinge nach R. Auch in körnigen und schaligen Aggregaten, eingesprengt, sowie in losen Körnern (als Iserin), und als Titaneisensand (Menaccanit). — Eigentliche Spaltb. wie bei dem Eisenglanz nicht vorhanden; nach der Basis schalige Absonderung, auch wohl Zwillingsablösung nach R. Bruch muschelig bis uneben;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

H. = 5...6; G. = 4,56...5,21, bei einer sehr magnesiareichen Var. aus Nordamerika nur 4,29...4,31, um so höher, je mehr Eisenoxyd vorhanden; eisenschwarz, oft in braun, selten in stahlgrau geneigt; Strich meist schwarz, zuweilen braun (dadurch vom Eisenglanz unterschieden), halbmetallischer Glanz, undurchsichtig, doch in äusserst dünnen Blättchen bräunlich durchscheinend; senkrecht stehende Blättchen sind ganz hellgelb, wenn die Basiskante mit dem Nicolhauptschnitt parallel geht, braun in der dazu senkrechten Lage. — Chem. Zus.[1]): Nach den sehr ausführlichen Darlegungen von *Rammelsberg* ist ein Theil der Titaneisenerze fast reines titansaures Eisenoxydul, $\mathbf{FeTiO^3}$ oder $\mathbf{FeO.TiO^2}$, mit 46,65 Eisenoxydul und 53,35 Titansäure, z. B. das von Hofgastein (der Kibdelophan) und von Bourg d'Oisans (der Crichtonit). Dieses T. wäre daher eigentlich zu den Titanaten zu stellen; seine Isomorphie mit dem Eisenglanz $Fe^2O^3$, um derentwillen das Mineral hier eingereiht ist, wird dadurch erklärt, dass FeTi ebenso 6 Valenzen besitzt wie das Doppelatom von Fe. — In anderen Titaneisen ist aber mehr oder weniger $Fe^2O^3$ isomorph zugemischt, so dass für sie die allgemeine Formel $x\mathbf{FeTiO^3}+y\mathbf{Fe^2O^3}$ gilt. Durch Ueberhandnehmen des letzteren Gliedes findet ein Uebergang in den Eisenglanz mit Titangehalt statt. Ist $x = 1$, so ist $y$ z. B. in den Varr. von Krageröe und Egersund $= \frac{1}{9}$, in der von Miask (eigentlicher Ilmenit) $= \frac{1}{6}$, von der Iserwiese (Iserin) $= \frac{1}{3}$, in den von Litchfield (Washingtonit), von Tvedestrand und Arendal (Hystatit) $= 1$, von Eisenach $= 2$, von Aschaffenburg $= 3$, von Snarum und aus dem Binnenthal $= 4$; daran schliessen sich alsdann die Eisenrosen vom St. Gotthard mit $y = 5$. Wo die Grenze zwischen Titaneisen und Eisenglanz zu ziehen, ist demnach völlig willkürlich; die letzteren Vorkommnisse werden mit mehr Recht schon zu dem Eisenglanz zu zählen sein. — Sehr bemerkenswerth ist der beständige Gehalt an Magnesia. Während diese gewöhnlich nur $\frac{1}{2}$ bis höchstens 3 pCt. beträgt, fand sich in einer Var. von Layton's Farm in New-York (Pikrotitanit, vom G. = 4,29...4,31) ein Betrag von fast 16 pCt., dabei gar kein Eisenoxyd, so dass diese Var. fast genau nach der Formel $\mathbf{FeTiO^3 + MgTiO^3}$ zusammengesetzt ist, welche 59,53 Titansäure, 26,02 Eisenoxydul, 14,45 Magnesia erfordert. *E. Cohen* erhielt bei der Analyse rundlicher Titaneisenkörner von Du Toits Pan auf den südafrikanischen Diamantfeldern (G. = 4,436) auch 12,1 pCt. Magnesia, daneben aber auch 7,05 Eisenoxyd, so dass hier eine Mischung von $FeTiO^3$, $MgTiO^3$ und $Fe^2O^3$ vorliegt. Aehnlich ein Mineral aus dem Magnolia-District, Colorado, mit 12 pCt. Magnesia, 24 Eisenoxydul, 13 Eisenoxyd. — Nach *Cathrein* kann scheinbar homogenes Titaneisen eine mikroskopische Verwachsung mit Rutil darstellen, woraus sich der Ueberschuss an Titansäure, sowie die Störung des normalen Verhältnisses von Ti : Fe = 1 : 1 in den Analysen erklären liesse. Aus Rutil bestehen nach ihm auch die bisweilen vorhandenen rothbraunen Umrandungen des Titaneisens, welche durch Bloslegung des präexistirenden Rutils bei der Auflösung des Titaneisens hervorgehen. — Das T. (nicht der reine Magnetit oder Eisenglanz) zeigt in den Gesteinen eine sehr charakteristische, bald nur randliche, bald gänzliche Umwandlung in eine graulichweisse, feinkörnige oder etwas faserige Substanz (sog. Leukoxen oder Titanomorphit), welche in sehr vielen Fällen ein Aggregat von Titanitpartikelchen darstellt; höchst zarte sagenitische Netzwerke und Gitter von Rutil treten öfters in diesem Umwandlungsproduct hervor. Doch kann sich T. anderseits auch in ein ähnliches Haufwerk von Anataskörnchen verändern und

1) Früher galt theilweise die Ansicht, dass das Titaneisen eine isomorphe Mischung von Titanoxyd und Eisenoxyd sei, allgemein $x\mathbf{Ti^2O^3} + y\mathbf{Fe^2O^3}$. Diese Deutung stützte sich auch auf die Isomorphie der künstlich dargestellten hexagonal-rhomboëdrischen Krystalle des Titanoxyds (A.-V. = 1 : 1,316) mit Eisenoxyd. Nach solcher Auffassung entstanden das in den Analysen hervortretende Eisenoxydul, sowie die Titansäure erst während der Auflösung der Substanz, indem $Ti^2O^3 + Fe^2O^3$ sich in $2FeO + 2TiO^2$ umsetzen. Der Magnesiagehalt der Titaneisen findet indessen in dieser Formulirung neben den beiden Sesquioxyden augenscheinlich gar keinen Platz. — Nach *Friedel* und *Guerin* wäre zu der Hauptsubstanz $FeTiO^3$ in den titanärmeren Varr. Eisenoxyd, in den mitunter etwas zu titanreichen Titanoxyd isomorph zugemischt.

ferner besteht ein weissliches, ganz wie Leukoxen erscheinendes Umwandlungsproduct eines T. aus den Schischimsker Bergen im Ural zufolge *Popow* aus Perowskit (mit 58,8 Titansäure, 40,8 Kalk, 0,6 Eisenoxydul). — T. kann secundär aus Rutil hervorgehen, wie dies für die als Nigrin bezeichnete Var. des letzteren angeführt wird, in welche T. als dickere metallisch glänzende Lamellen oder dünne bräunliche Häute längs den Spaltrissen eingelagert ist (nach *Bergeat* handelt es sich aber hier um eine primäre Verwachsung von Titaneisen mit Rutil, analog der bekannten von Eisenglanz und Rutil). — V. d. L. sind die Titaneisenerze unschmelzbar; mit Phosphorsalz geben sie in der inneren Flamme ein Glas von bräunlichrother Farbe; bei stärkerem Zusatz bilden sich in der äusseren Flamme im Glas die S. 334 erwähnten mikroskopischen Krystalle. Mit conc. Schwefelsäure erhitzt geben sie eine blaue Farbe, aber keine Auflösung von Titansäure; in Salzsäure oder Salpetersalzsäure sind sie grösstentheils sehr schwer löslich unter Abscheidung von Titansäure; durch Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali werden sie vollständig aufgeschlossen; aus der Solution lässt sich die Titansäure durch Kochen fällen. — Derbe zusammenhängende Massen von Titaneisen finden sich zu Egersund und Krageröe in Norwegen, Bay St. Paul in Quebec. Einzeln eingewachsen erscheint das Mineral in vielen Gesteinen, accessorisch in Graniten und Syeniten, wesentlich geradezu in Diabasen, Gabbros, Augitporphyriten, Melaphyren, in andesitischen und doleritischen Gesteinen, allenthalben hier schon eines der ältesten Ausscheidungsproducte. Ferner zieht es sich durch die Reihe der krystallinischen Schiefer als weitverbreiteter Gemengtheil in Gneissen, Phylliten, Amphiboliten u. s. w. In allen diesen Felsarten auch mikroskopisch als Blättchen, Stäbchen, Skelette. Vermuthlich gehören auch die feinstaubigen Pigmente, welche die Plagioklase der Gabbros bräunlich färben sowie die Interpositionen im Hypersthen dem T. an. Mit Talk und Bitterspath bei Hofgastein. Auf den Apatitgängen Norwegens und Canadas. Aufgewachsen auf Klüften krystall. Schiefer mit Quarz, Albit, Anatas, z. B. Bourg d'Oisans, St. Gotthard (hier die Eisenrosen mit schwarzem Strich, Basanomelan). Lose als kleine Gerölle an der Iserwiese im Riesengebirge (Iserin, vielleicht etwas abweichend zusammengesetzt), als Sand in Cornwall (Menaccanit), in ungeheurer Menge an der Ausmündung des Moisie-Flusses u. a. linker Zuflüsse des S. Lorenz in Canada.

Völlig isomorph mit Titaneisen und ebenfalls rhomboëdrisch-tetartoëdrisch ist nach *Hamberg* der Pyrophanit von der Harstig-Grube bei Pajsberg, Schweden, stark glänzende blutrothe Täfelchen von der Zus. $MnTiO^3$, etwas $TiO^2$ durch $SiO^2$ ersetzt.

**Valentinit** oder Antimonoxyd (Weiss-Spiessglaserz, Antimonblüthe).

Rhombisch; ∞P, nach *Laspeyres* im Mittel 137° 15′; die Krystalle sind entweder prismatisch nach der Brachydiagonale durch starke Ausdehnung von $\frac{5}{4}\breve{P}\infty$ (134° 22′) oder $\frac{15}{8}\breve{P}\infty$ (115° 28′), oder es steht ∞P mit solchen Brachydomen fast im Gleichgewicht; anderseits sind sie tafelartig durch $\infty\breve{P}\infty$ und zeigen dann vorne ∞P (auch $\infty\bar{P}\infty$), oben Brachydomen wie $\frac{20}{9}\breve{P}\infty$ (106° 24′) oder $\frac{27}{4}\breve{P}\infty$ (147° 30′), bisweilen auch $\bar{P}\infty$; ferner kommen durch ∞P prismatische Krystalle vor, welche oben Pyramiden tragen wie $\frac{5}{4}\breve{P}2$ (127° 17′ in den makrod. Polk.). A.-V. = 0,3914 : 1 : 0,3367. Krystalle einzeln aufgewachsen oder zu fächerförmigen, garbenförmigen, büschelförmigen, sternförmigen Gruppen und zu zelligen Drusen verbunden; auch körnige, stengelige, schalige Aggregate; in Pseudomorphosen nach Antimon, Antimonglanz, Antimonblende. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk., auch manchmal nach ∞P, mild, sehr leicht zersprengbar; H. = 2,5...3; G. = 5,6; gelblich- und graulichweiss bis gelblichgrau und gelblichbraun, aschgrau und schwärzlichgrau, selten roth; Perlmutterglanz auf $\infty\breve{P}\infty$, ausserdem Diamantglanz, halbdurchsichtig bis durchscheinend. — Chem. Zus.: Antimonoxyd oder antimonige Säure = $Sb^2O^3$, mit 83,32 Antimon und 16,68 Sauerstoff; wird in der Hitze gelb und schmilzt sehr leicht zu einer weissen Masse; sublimirt sich im Kolben vollständig; gibt auf Kohle starken Beschlag und im Red.-F. metallisches Antimon; in Salzsäure leicht löslich, die Sol. gibt mit Wasser ein weisses Präcipitat. — Mit Bleiglanz u. a. Antimonverbindungen, meist aus

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Antimonit entstanden: Bräunsdorf, Wolfsberg, Przibram, Horhausen in Rheinpreussen, Allemont, Pernek bei Bösing und Felsöbánya in Ungarn, Sansa in Constantine (faserig).

**Senarmontit,** *Dana.*

Regulär; O in ziemlich grossen, oft etwas krummflächigen Krystallen, auch als körnige oder dichte Massen, deren Cavitäten mit oktaëdrischen Krystallen besetzt sind. — Spaltb. oktaëdrisch unvollk.; wenig spröd; H. = 2...2,5; G. = 5,22...5,30; farblos, weiss bis grau, Diamant- und Fettglanz, sehr lebhaft; durchsichtig bis durchscheinend. Im pol. Licht zeigt sich abnormes optisches Verhalten, ähnlich dem Boracit; durch Sublimation erhaltene Oktaëder von $Sb^2O^3$ sind aber nach *Brauns* völlig isotrop. — Chem. Zus.: ebenfalls Antimonoxyd $Sb^2O^3$, welches demnach dimorph ist. — Mimine unweit Sansa in Constantine (bisweilen $\frac{1}{2}$ Zoll grosse Krystalle), Pernek unweit Bösing in Ungarn; Casparizeche bei Arnsberg in Westfalen, Nickelgruben von Nieddoris auf Sardinien; Southham in Ostcanada, hier nach *Hintze* auch Krystalle, welche in Valentinit paramorphosirt und in Antimonit pseudomorphosirt sind.

**Arsenikblüthe** (Arsenit, Arsenolith).

Künstlich dargestellt regulär, O; gewöhnlich in krystallinischen Krusten, auch als haarförmiger, flockiger und mehliger Beschlag. — Spaltb. oktaëdrisch; H. = 1,5; G. = 3,69...3,72; farblos, weiss; seidenartiger Glasglanz, durchscheinend; schmeckt süsslich herbe (höchst giftig). — Chem. Zus.: Arsenige Säure = $As^2O^3$, mit 75,78 Arsen und 24,22 Sauerstoff. V. d. L. im Kolben sublimirt sie sich sehr leicht in kleinen Oktaëdern; auf Kohle reducirt sie sich, mit etwas befeuchteter Soda gemengt, zu Metall und verdampft mit Knoblauchgeruch. Im Wasser schwer löslich; die Sol. wird durch Schwefelwasserstoff erst gelb, und gibt dann bei Zusatz von Salzsäure ein gelbes Präcipitat; blos mit Salzsäure versetzt bildet sie auf metallischem Kupfer einen grauen metallischen Ueberzug. — Als secundäres Erzeugniss mit Arsen, Arsenkies, Speiskobalt u. s. w.: Andreasberg, Joachimsthal, Schwarzenberg i. S., Markirch.

Anm. Die arsenige Säure ist dimorph, indem neben dieser regulären noch eine andere Modification existirt, welche aber nicht nach der früheren Ansicht rhombisch und mit dem Valentinit isomorph ist, sondern von *Des Cloizeaux* und *A. Schmidt* (Z. f. Kryst. XIV. 1888. 575) als monoklin erkannt wurde; sie bildet dünne, nach $\infty\breve{P}\infty$ abgeplattete und darnach vollk. spaltb. Täfelchen, auch Zwillinge nach $\infty\breve{P}\infty$; Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid ca. $5\frac{1}{2}°$ gegen *c*. Sie entsteht als zufälliges Product bei Hüttenprocessen und Grubenbränden, kommt aber auch, als Mineral Claudetit genannt, in dünnen gypsähnlichen Blättchen mit Arsenkies auf den San Domingo-Gruben in Portugal vor; G. = 3,85. Vielleicht gehören zum Claudetit die haarförmigen und feinfaserigen Varietäten der natürlichen Arsenblüthe.

**Wismutocker;** Bismit, *Dana.*

Als pulveriger Ueberzug, feinerdiger Anflug, gestrickt, derb und eingesprengt; besteht nach *Wichmann* wesentlich aus kleinen, gerade auslöschenden und augenscheinlich rhombischen Nädelchen. In Pseudomorphosen nach Wismutglanz und Nadelerz. Sehr weich und zerreiblich; G. = 4,36; strohgelb bis licht grau und grün; schimmernd oder matt. — Chem. Zus.: Wismutoxyd = $Bi^2O^3$, mit 89,66 Wismut, etwas verunreinigt durch Fe, Cu oder As. Auf Kohle zu Wismut reducirt; in Salpetersäure leicht löslich. — Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Joachimsthal; oft als Zersetzungsproduct des Wismutglanzes und Emplektits.

## 3. Bioxyde, $RO^2$.

**Quarz** (Quartz).

Hexagonal, jedoch nicht holoëdrisch, sondern nach den Gesetzen der trapezoëdrischen Tetartoëdrie gebildet (S. 91), wie namentlich die reinste Varietät des sog. Bergkrystalls sehr bestimmt erweist und von *C. F. Naumann* schon 1830 gezeigt wurde; der gemeine Quarz ist dagegen gewöhnlich scheinbar holoëdrisch krystallisirt[1]).

1) Vgl. noch *G. Rose*'s hervorragende Monographie in Abh. Berl. Akad. 1844. 217. *Des Cloizeaux*, Mém. sur la cristallisation et la structure intérieure du Quartz in Mém. acad. des sc. Paris, 1858. 404, wo schon 166 verschiedene Formen aufgezählt werden. *E. Weiss*, Abh. d. naturf. Ges. zu Halle, V. 1860. 53. *Websky* (Striegau), Z. geol. Ges. XVII. 1865. 348; N. Jahrb. f. Min. 1874. 113. *Groth* (Amethyst v. Brasilien), Z. f. Kryst. I. 1877. 297. *G. vom Rath* (Grotta Palombaja auf Elba), Z. geol. Ges. XXII. 1870. 619; (Zöptau in Mähren) Z. f. Kryst. V. 1880. 1; (Nordcarolina) ebendas. X. 1885. 156 und 475; XII. 1887. 453 und 535.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Grundpyramide P (*P* und *z*) hat die Randkante = 103° 34′ und die Polk. = 133° 44′; A.-V. = 1 : 1,0999; die Pyramide erscheint oft vollständig, allein sehr häufig auch als Rhomboëder R (*P*), welches, als nothwendiges Resultat der Tetartoëdrie, eigentlich $\frac{1}{4}$(P) bezeichnet werden muss; seine Polkante misst 94° 15′. Ausserdem sind als besonders häufige Formen zu bemerken: ∞P (*r*), 3P, 4P (*t*), 7P (*e*), 11P (*l*); ferner immer untergeordnet 2P2 (*s*), gesetzmässig als trigonale Pyramide (ebenso P2); die Flächen erscheinen als rhombische Abstumpfungsflächen der an den abwechselnden Seitenkanten von ∞P liegenden Combinationsecken; sodann mehre $m\mathrm{P}\frac{m}{m-1}$, gesetzmässig als trigonale Trapezoëder; gewöhnlich ist $6\mathrm{P}\frac{6}{5}$ (*x*), doch kommen noch viele andere Trapezoëder vor; sie treten auf als Trapeze zwischen jenen rhombischen Flächen *s* und den Flächen des Prismas. Merkwürdig ist, dass das Pinakoid 0R kaum je mit Sicherheit als Krystallfläche beobachtet wurde; bisweilen gewahrt man wohl scheinbare basische Endflächen, welche indess dadurch entstanden sind, dass andere Krystalle mechanisch das Wachsthum gehindert haben, oder welche den Eindruck von Corrosionsflächen machen. Ueberhaupt aber erscheinen ∞P, P, oder R und —R, 3R, 4R und —11R als die Formen, welche meist die allgemeine Gestalt der Krystalle wesentlich bestimmen. Daher sind letztere theils säulenförmig, theils pyramidal, theils rhomboëdrisch. — In den Erklärungen der folgenden Figuren sind die Rhomboëder mit den Zeichen der gleichartigen hemiëdrischen Formen eingeführt, von denen sie in ihrer Erscheinung nicht abweichen; für die Trapezoëder und die trigonale Pyramide stehen die Zeichen ihrer holoëdrischen Stammformen.

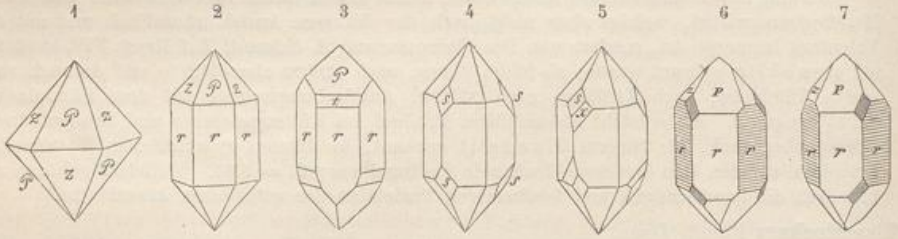



Fig. 1. Die Grundpyramide P, oder die beiden complementären Rhomboëder R und —R (*P* und *z*) im Gleichgewicht ausgebildet; sehr häufig vorkommende Form, deren Randkanten gewöhnlich durch ∞P abgestumpft sind.

Fig. 2. ∞P.P, oder ∞P.R.—R, die gewöhnlichste unter allen Quarzformen.

Fig. 3. ∞P.R.4R; nicht selten; auch erscheint wohl 3R statt 4R (*t*).

Fig. 4. ∞P.P.2P2; die letzteren Flächen (*s*), meist sehr stark glänzend und für sich allein eine trigonale Pyramide bildend, sind die sog. Rhombenflächen.

Fig. 5. $\infty\mathrm{P.P.2P2.6P}\frac{6}{5}$; die letzteren Flächen (*x*) gehören zu den sog. Trapezflächen, und würden für sich allein ein trigonales Trapezoëder bilden. — Von den Trapezflächen sind am häufigsten positive, welche in der Zone [*sr*] unter R liegen, während Trapezoëder unter —R viel seltener erscheinen; rechte und linke treten aber in derselben Häufigkeit auf.

Fig. 6 und 7, beide die Comb. ∞P.R.—R.2P2 darstellend, sollen besonders den Unterschied der rechts und links gebildeten Krystalle veranschaulichen, je nachdem nämlich am oberen Ende des Krystalls die Flächen *s* rechts oder links von *P* liegen, womit auch ihre oft vorkommende Streifung zusammenhängt, welche der Combinationskante zu *P* parallel ist. Sind *s* und *x* zusammen ausgebildet, so liegen die Rhombenflächen (*s*) bei den rechten Krystallen rechts, bei den linken (wie Fig. 5) links über den Trapezflächen (*x*). — An einem einfachen Krystall kommen stets nur rechte positive und linke negative, oder linke positive und rechte negative Trapezoëder vor.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 8. $\infty$P.R.—R.4R.6P$\frac{6}{5}$.2P2; nicht selten; rechts gebildeter Krystall.

Fig. 9. $\infty$P.$\infty$P2.R.—R.—7R.6P$\frac{6}{5}$; häufig bei Carrara, bemerkenswerth durch das in Folge der Tetartoëdrie nur hälftflächig, als trigonales Prisma ($i$) ausgebildete Deuteroprisma; die Flächen $c$ gehören dem Rhomboëder —7R; $c : r = 173^{\circ}\ 35'$.

Fig. 10. $\infty$P.R.—R.—7R.6P$\frac{6}{5}$.2P2; aus dem Dauphiné. Gleichfalls mit —7R.

Fig. 11. $\infty$P.R.—R.—11R.6P$\frac{6}{5}$; ebenfalls aus dem Dauphiné, mit dem Rhomboëder —11R, dessen Flächen $l$ mit $r$ $175^{\circ}\ 54'$ bilden.

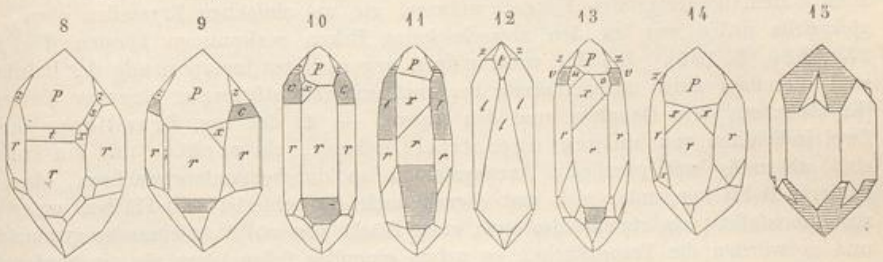



Fig. 12. —11R.R.—R, meist noch mit $\infty$P; aus dem Dauphiné, mit sehr vorwaltendem Rhomboëder —11R; $l : z$ (—R) $= 145^{\circ}\ 52'$.

Fig. 13. $\infty$P.R.—R.3R.—$\frac{7}{2}$R.6P$\frac{6}{5}$.4P$\frac{4}{3}$; aus der Schweiz, $o$ sind die Flächen von 3R, $v$ die Flächen von —$\frac{7}{2}$R, und $u$ die Flächen von 4P$\frac{4}{3}$; $o : r = 165^{\circ}\ 18'$, $v : r = 161^{\circ}\ 19'$, $u : r = 161^{\circ}\ 31'$.

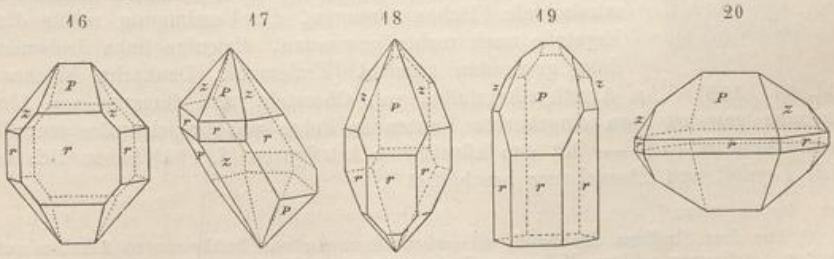
Fig. 14. $\infty$P.R.—R.6P$\frac{6}{5}$; aus Brasilien; 6P$\frac{6}{5}$ ist als Skalenoëder, oder als rechtes und linkes Trapezoëder zugleich ausgebildet, was, wie *G. Rose* schon geschlossen hatte, und von *Groth* optisch erwiesen wurde, darin seinen Grund hat, dass ein rechts gebildeter und ein links gebildeter Krystall vollkommen durcheinander gewachsen sind (s. unten).

Fig. 15. Zwillingskrystall mit gegenseitiger Durchdringung der Individuen; die Flächen $P$ des grösseren sind zur Verdeutlichung schraffirt.

| | | |
|---|---|---|
| $P$: oberen $z = 133^{\circ}\ 44'$ | $P$ oder $z : r = 141^{\circ}\ 47'$ | $P : t = 153^{\circ}\ 5'$ |
| $P$: unteren $z = 103\ \ 34$ | $t : r = 168\ \ 52$ | $s : r = 142\ \ 3$ |
| $P$ oder $z : s = 151\ \ 6$ | | $x : r$ (von $s$ her) $= 168\ \ 0$ |

Hat man für irgend eine, der $x$ oder $u$ analog liegende Trapezfläche ihre Combinationskante zu $r$ mit dem Werth $k$ gefunden, so bestimmt sich die Ableitungszahl $m$ nach der Formel: $2m - 1 = 2.34 \text{ tang } (k - 90^{\circ})$.

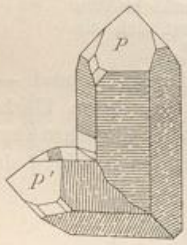
In allen diesen Combb. ist P sehr oft in die beiden Rhomboëder R und —R zerfällt, welches letztere nicht selten ganz fehlt; auch sind die correlaten Flächen einer und derselben Form, namentlich im Bergkrystall, oft höchst ungleichmässig ausgedehnt. Fig. 16 bis 20 stellen solche Verzerrungsformen für die Comb. Fig. 2 dar.




Oberfläche von R oft glatter und glänzender als jene von —R. Oberfläche von $\infty$P sehr gewöhnlich horizontal gestreift, wodurch die Orientirung erleichtert wird. Das Auftreten spitzerer Rhomboëder lässt die verticalen Kanten von $\infty$P convergent erscheinen; die spitzeren Rhomboëder sind gewöhnlich horizontal gestreift und matt. —

Zwillinge namentlich an den reineren Varietäten, wie am Bergkrystall häufig, aber auf den ersten Blick meist wie einfache Krystalle aussehend, weil bei den beiden hauptsächlichsten Gesetzen die Individuen parallele Axensysteme besitzen und in und durch einander gewachsen sind, so dass die Rhomboëderflächen sowie die Prismenflächen zusammenfallen. 1) das sog. Dauphinéer Gesetz: Zwei gleichartige Individuen von demselben Drehungssinn sind so durch einander (selten nur an einander) gewachsen, dass die R-Flächen des einen den —R-Flächen des anderen parallel liegen (Zwillingsebene eine Fläche von $\infty$R). Dabei erscheinen die Flächen $s$ und $x$ oft an allen aufeinanderfolgenden Ecken, während sie an einfachen Krystallen oben, und gleichfalls unten nur an den abwechselnden Ecken vorkommen können (Fig. 258, 259, 260, S. 135). Bei der vollständigen gegenseitigen Incorporirung der Individuen sind dieselben ganz unregelmässig begrenzt und nur stückweise einander einverleibt (Krystalle aus dem Dauphiné und den Alpen). — 2) das sog. Brasilianer Gesetz: Zwei Individuen von entgegengesetzter Drehung, ein rechtes und ein linkes, sind abermals mit parallelen Axensystemen so durcheinandergewachsen, dass die beiderlei R-Flächen unter sich und ebenso auch die beiderlei —R-Flächen unter sich zusammenfallen; sie stehen also nach einer Fläche von $\infty$P2 zu einander symmetrisch und es würden die Trapezflächen so neben einander fallen, dass sie ein Skalenoëder darstellen (Fig. 14 oben und Fig. 261, S. 135; Krystalle aus Brasilien, von den Faeröer, von Zöptau in Mähren, vom Collo di Palombaja auf Elba). Zu diesem Gesetz gehört auch die häufigere und namentlich beim Amethyst verbreitete Erscheinung, dass Krystalle aus Lamellen von entgegengesetzter Drehung, welche abwechselnd gelagert sind, zusammengesetzt werden; die Richtung der Lamellen tritt zuweilen auf den Flächen als Streifung hervor, die beiden schiefen Streifensysteme schneiden sich z. B. auf $\infty$P unter 84°34′. — Sofern nicht die Vertheilung der Trapezflächen oder der Gegensatz von glatten R- und matten —R-Flächen die Erkennung dieser Zwillinge vermittelt, kann dieselbe nur auf optischem oder pyroëlektrischem Wege oder durch Aetzversuche erfolgen. — 3) können auch 2 Individuen von entgegengesetzter Drehung symmetrisch nach $\infty$R und 0R verwachsen. — 4) Seltener kommen herzförmige Zwillinge mit geneigten Axensystemen nach einer Fläche von P2 vor, in welchen die beiden Hauptaxen 84°33′ bilden (Fig. 21). —

21




Quarzkrystalle, welche auf den Rhomboëderflächen $-\frac{1}{2}$R des Kalkspaths sitzen und gegen diese regelmässig orientirt sind, bilden nur scheinbare Drillinge und Sechslinge nach R. — Sehr merkwürdig sind die krummflächigen, schraubenförmig gewundenen Bergkrystalle der Alpen: viele Individuen gleicher Drehung sind mit einander in der Richtung einer horizontalen Axe nahezu parallel und derart verbunden, dass die Verticalaxe eines jeden folgenden gegen die des vorigen in demselben Sinne um einen kleinen Betrag abweicht und, indem die einzelnen Individuen grosse windschiefe Flächen erzeugen, die Vereinigung rechts drehender Krystalle auch rechts gewunden, diejenige links drehender auch links gewunden aussieht (*Tschermak*, Denkschr. Wiener Akad. Bd. 61. 365). An Amethystkrystallen von Oberstein und Quarzen von Lizzo bei Bologna gewahrt man eingekerbte Kanten in Folge von ungleichmässigem Flächenwachsthum (S. 149). — Mit den künstlichen Aetzfiguren (S. 194) haben sich namentlich *Leydolt* und *Baumhauer* beschäftigt[1]).

1) Aus dem Studium der durch wässerige Lösungen von kohlensauren Alkalien auf Quarz erzeugten Aetzfiguren schloss *Molengraaff*, dass die in der Natur an Quarzkrystallen nicht selten vorkommenden regelmässigen Vertiefungen auf den Flächen, sowie die Rundungen der Kanten als natürliche Aetzerscheinungen aufzufassen sind, welche wahrscheinlich ebenfalls durch Alkalicarbonate bewirkt wurden. Viele der selteneren Flächen am Quarz, welche Formen mit complicirten Indices angehören, sowie sämmtliche Flächen, die der trapezoëdrischen Enantiomorphie entsprechen, sind nach ihm keine eigentlichen Krystallflächen, sondern fast durchweg

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Regelmässige Spaltbark. pflegt zu fehlen, doch zeigen bisweilen derbe Stücke ziemlich ebene Trennungsflächen nach R. Bruch muschelig bis uneben und splitterig; H. = 7; G. = 2,5...2,8; die reinsten Krystalle 2,653...2,66. Farblos, oft wasserhell, aber öfter gefärbt, weiss in allen Nüancen, grau, gelb, braun, schwarz, roth, blau und grün; Glasglanz, auf den Bruchflächen oft Fettglanz; pellucid in allen Graden; optisch-einaxig positiv mit sehr schwacher Doppelbrechung (S. 212), welche durch die Zwillingsbildung u. a. Verhältnisse oftmals gestört wird, weshalb das schwarze Kreuz nicht selten in zwei Hyperbeln zerfällt. Circularpolarisation (S. 252) nach rechts oder nach links, je nachdem die Lamelle von einem rechts oder einem links gebildeten Krystall stammt. Polar-pyroëlektrisch in der Richtung der Nebenaxen (S. 275). — Chem. Zus.: Kieselsäureanhydrid, $SiO^2$ (bestehend aus 46,73 Silicium und 53,27 Sauerstoff) mit kleinen Beimengungen von Eisenoxyd u. a. Pigmenten; v. d. L. unschmelzbar; im Knallgasgebläse zu einer amorphen Masse von G. = 2,2 schmelzbar. Mit Soda schmilzt er unter Schäumen zu klarem Glas zusammen. Von Säuren nicht gelöst, ausgenommen von Flusssäure; heisse Kalilauge greift das Pulver des Quarzes nur wenig an.

Die zahlreichen Varietäten lassen sich folgendermassen übersehen:

1. Phanerokrystallinische Varietäten:

*a*) Bergkrystall; ursprünglich immer krystallisirt, in den manchfaltigsten Formen, oft sehr grosse Krystalle, wie namentlich in den sog. Krystallhöhlen der Alpen, in deren einer am Tiefengletscher (Canton Uri) im J. 1868 riesige Krystalle von Rauchquarz gefunden wurden; Bruch muschelig; wasserhell oder graulichweiss bis rauchgrau, gelblichweiss bis weingelb (Citrin), gelblichbraun, nelkenbraun (Rauchquarz) bis fast pechschwarz (Morion), pellucid in hohen und mittleren Graden; oft mit Chlorit (oder Helminth) imprägnirt, oder dünne, z. Th. haarförmige Krystalle von Turmalin, Epidot, Rutil, Nadeleisen, Amphibol, Antimonglanz umschliessend. *G. Leonhard* gab 1854 nicht weniger als 43 Mineralien an, die im krystallisirten Quarz makroskopisch eingeschlossen beobachtet wurden. Ausser gewöhnlichen wässerigen und kochsalzwürfelführenden Flüssigkeitseinschlüssen erscheinen auch solche von liquider Kohlensäure (S. 163). Nach *G. W. Hawes* enthält der Rauchquarz von Branchville, Connecticut, oft so viel eingeschlossene flüssige Kohlensäure, dass beim Zerschlagen mit dem Hammer die Stücke mit einem Knall, ähnlich dem eines Zündhütchens, auseinanderspringen und dass ein Stückchen, in die Flamme eines *Bunsen*'schen Brenners gebracht, heftig decrepitirt. Die Farbe des Rauchquarzes wird nach *A. Forster* durch eine stickstoff- und kohlenstoffhaltige Substanz verursacht, welche in einer sauerstoffleeren Atmosphäre bei 200° C. vollständig abdestillirt werden kann, so dass der Krystall wasserhell wird; nach *v. Kraatz-Koschlau* und *L. Wöhler* färbt ihn eine Kohlenstoff und Wasserstoff haltende Substanz. — Aufgewachsen auf Klüften und Drusenräumen, namentlich in krystallinischen Schiefern und Graniten: Schweizer, Tiroler, Französische Alpen, Jerischau und Hirschberg in Schlesien, Cairngorm in Schottland, Madagaskar (Krystalle bis 8 Mr. Umfang) und viele a. O. Rundum ausgebildete wasserklare Krystalle im Marmor von Carrara, im Sandstein von Herkimer in New-York; als sog. Marmaroscher Diamanten in der Marmarosch, Ungarn. Secundär in Geschieben und Geröllen.

*b*) Amethyst; stengelige bis dickfaserige, in freie Krystallenden auslaufende Individuen, welche meist nur P und ∞P, bisweilen aber auch mancherlei andere Formen frei ausgebildet zeigen, und zu Drusen verbunden sind; die Zusammensetzungsflächen der Stengel sind zickzackförmig gestreift und der Längenbruch der Aggregate zeigt oft eine ähnliche (sog. fortificationsartige) Farbenzeichnung. Schon *Brewster* erkannte am A. einen Aufbau aus abwechselnden rechts und links drehenden Schichten; wo solche übereinanderliegen, erblickt man im convergenten pol. L. die *Airy*'schen Spiralen, wo beiderlei Substanz gemischt ist, die ungestörte Interferenzfigur. Violblau, pflaumenblau, nelkenbraun, perlgrau, grünlichweiss; *Nabl* gibt als färbende Substanz Rhodaneisen an; der dunkelviolette aus Brasilien entfärbt sich bei 250°. — Namentlich im Inneren von Achatmandeln (Oberstein, Ilfeld), auf Gängen in Silicatgesteinen (Zillerthal, Schlottwitz), auf Erzgängen (Schemnitz, Guanaxuato), als Geschiebe (Ceylon, Brasilien).

*c*) Gemeiner Quarz; krystallisirt, fast nur in den Comb. ∞P.P, oder P.∞P, selten ∞P.R. Aeusserst verbreitet und jedenfalls das häufigste Mineral. Als körnige Indi-

---

Aetzflächen (Z. f. Kryst. XIV. 1888. 172). Schon früher versuchte *Stelzner* wahrscheinlich zu machen, dass die Ausbildung von Quarzkrystallen mit Trapezoëderflächen nur dort stattgefunden habe, wo sich gleichzeitig aus fluor- und chlorhaltigen Verbindungen die Mineralien der Zinn- und Titanformation unter Entwickelung von Fluor- und Chlorwasserstoffsäure bildeten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

viduen oder krystallisirt ein Gemengtheil sehr zahlreicher Eruptivgesteine und krystallinischer Schiefer, wie Granit, Quarzporphyr, Rhyolith, Gneiss, Glimmerschiefer, Phyllit, in letzterem auch Lagen bildend; setzt ganz oder fast allein den Quarzit und Sandstein zusammen; bildet selbständige Gänge und erscheint als sehr wesentliches Mineral auf den meisten Erz- und Mineralgängen; als Geschiebe in vielen Conglomeraten, lose als Geröll, als Sand (Meeressand, Dünensand, Flusssand, Wüstensand). Auch in Pseudomorphosen nach Fluorit, Calcit, Gyps, Baryt u. s. w. Als einige durch Farbe, Glanz oder Structur ausgezeichnete Varietäten sind besonders benannt worden:

Rosenquarz; derb, in individualisirten Massen, röthlichweiss bis rosenroth, durch Titanoxyd oder bituminöse Substanz gefärbt. — Zwiesel, Sibirien.

Milchquarz; milchweiss, halbdurchsichtig. — Hohnstein bei Pirna, Grönland.

Sapphirquarz oder Siderit; indig- bis berlinerblau, durch eingelagerte Nadeln und Fasern von Krokydolith gefärbt. — Golling in Salzburg.

Prasem; lauchgrün, mit Strahlstein durchwachsen. — Breitenbrunn.

Katzenauge; grünlichweiss bis grünlichgrau und olivengrün, auch roth und braun, mit parallelen Amiantfasern durchwachsen; bisweilen ist es wohl eine feinfaserige Pseudomorphosenbildung nach Asbest, worin letzterer noch vorhanden ist. — Ceylon, Ostindien, Treseburg, Hof, Oberlosa bei Plauen.

Avanturin; gelber, rother oder brauner, mit vielen kleinen Glimmerschuppen oder auch von vielen kleinen Rissen nach allen Richtungen erfüllter flimmernder Quarz; auf den Spältchen ist oft Eisenoxyd in dünnsten Häutchen abgelagert.

Faserquarz; in parallelfaserigen Aggregaten von plattenförmiger Gestalt. Gewisse Faserquarze dürften nach *Fischer* Umwandlungen von Chrysotil oder Fasergyps, nach *v. Lasaulx* solche von Faserkalk sein.

Pisolithischen Quarz, in der Form ähnlich dem Karlsbader Erbsenstein, beschreibt *Kenngott* aus Aegypten und Sicilien.

Sternquarz; radial-strahlig. — Starkenbach in Böhmen.

Babylonquarz; treppenförmig aufgebaut über Fluoritwürfeln. — Beeralston in Devonshire.

Kappenquarz; schalig abgesondert durch fremde Einlagerungen, z. B. Glimmerblättchen.

Zellquarz; zellig, wie zerhackt, in Folge von Weglösung verwachsen gewesener fremder Substanz, z. B. Kalkspath.

*d*) Eisenkiesel; ist eine mit rothem Eisenoxyd oder gelbem Eisenoxydhydrat innig gemengte und dadurch gefärbte, theils aus deutlichen Krystallen, theils aus körnigen Individuen zusammengesetzte Varietät; sie bildet den Uebergang in den Jaspis. — Eibenstock, Johanngeorgenstadt, Sundwig, Santiago de Campostela (sog. Hyacinthen, eingewachsen in Gyps), ähnlich am Jenzig und Vansberg bei Jena.

*e*) Stinkquarz, graue bis braune, mit Bitumen imprägnirte, und daher gerieben oder angeschlagen stinkende Varietäten. — Osterode, Pforzheim.

2. Kryptokrystallinische Varietäten:

*a*) Hornstein; dicht, derb, in Pseudomorphosen nach Calcit, Fluorit und Baryt, in Kugeln, als Versteinerungsmaterial, zumal als versteinertes Holz namentlich im Rothliegenden (Holzstein); verschiedene graue, gelbe, grüne, rothe und braune Farben; Bruch muschelig und glatt, oder eben und splitterig; kantendurchscheinend.

*b*) Kieselschiefer; verschiedentlich grau, röthlich, gelblich, oder durch Kohlenstoff schwarz gefärbte, dichte, dickschieferige Varietät; den ganz sammtschwarzen, undeutlich schieferigen, von flachmuscheligem Bruch nennt man auch Lydit oder Probirstein; bildet ganze Gebirgslager, namentlich im Devon und Culm.

*c*) Jaspis; ist theils dichter Eisenkiesel, theils auch dichte, durch Eisenoxyd roth, oder durch Eisenoxydhydrat gelb und braun gefärbte Varietät des Quarzes, von muscheligem Bruch; man unterscheidet noch gemeinen Jaspis, Kugeljaspis (Kandern in Baden, roth und gelb, Geschiebe im Nil, hell- und dunkelbraun), Bandjaspis, Achatjaspis. Der sog. Porzellanjaspis ist gebrannter Thon; vieler Bandjaspis, wie z. B. der von Wolftitz bei Frohburg, ist ein gestreifter Felsittuff, und der sog. Basaltjaspis ein halbverglaster Mergel oder Grauwackenschiefer.

Zwischen Quarz und Opal sind gewisse kryptokrystallinische oder scheinbar dichte, aber aus mikroskopischen Fasern bestehende Kieselsäuremineralien einzuschalten, welche im Gegensatz zum reinen Quarz durch kochende Kalilauge beträchtlich angegriffen werden. Dies rührt z. Th. von einer innigen Beimengung amorpher opalartiger Substanz her, z. Th. werden aber auch die Aggregate wasserfreier krystallinischer Kieselsäure von Kalilauge um so leichter aufgelöst, je dichter sie sind. Auch verdünnte Flusssäure lässt in den Chalcedonen und Achaten eine Zusammensetzung aus leichter und aus schwerer auflöslicher Kieselsäure erkennen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

*a*) Chalcedon; gewöhnlich nierförmig, traubig, stalaktitisch in den manchfaltigsten und zierlichsten Formen, röhrenförmig, in Platten, in mehr oder weniger dünnen Ueberzügen von dünnschaliger Zusammensetzung[1]; als hohle Mandeln (hierher gehören auch die sog. Enhydros, aus den Monti Berici bei Vicenza, namentlich aber aus Uruguay, Chalcedonmandeln, welche im Inneren eine hauptsächlich aus Wasser mit geringen Mengen gelöster Salze bestehende Flüssigkeit und eine Gasblase von atmosphärischer Luft enthalten). Als Versteinerungsmaterial von Schnecken und Muscheln. In Pseudomorphosen nach Kalkspath, Flussspath (smalteblaue Würfelformen von Trestya in Siebenbürgen), Datolith (sog. Haytorit von Haytor in Devonshire). Ebener bis flachmuscheliger, dabei feinsplitteriger Bruch; weiss und lichtgrau, bläulichgrau bis smalteblau, auch gelb, braun, roth, grün; zuweilen Farbenstreifung; halbdurchsichtig bis undurchsichtig. Man unterscheidet noch als Varietäten: Gemeinen Chalcedon, Onyx, Karneol (fleischroth, blutroth), Sardonyx, Plasma (dunkellauchgrün), Heliotrop (dunkellauchgrün mit blutrothen Eisenockerflecken; die erstere Farbe stammt nach *Fischer* von wurmförmigem grünem Helminth-Pigment, welches in farbloser Chalcedonmasse liegt), Chrysopras (durch Nickeloxyd grünlich gefärbt) und Mokkastein oder Moos-Achat.

*b*) Feuerstein oder Flint; in Knollen, als Versteinerungsmaterial, in weit fortsetzenden Platten oder Lagern in der oberen Kreideformation, als Geschiebe; sehr leicht zersprengbar zu äusserst scharfkantigen Stücken; Bruch flachmuschelig; G. = 2,59...2,61; graulichweiss bis rauchgrau und schwarz, gelblichweiss, gelblichgrau, wachsgelb bis braun. Wenigglänzend bis matt, durchscheinend und kantendurchscheinend; hält oft Kieselpanzer von Diatomeen und andere organische Körper. Die weisse matte Kruste der Feuersteine hält etwas Wasser und sehr gewöhnlich mehr oder weniger kohlensauren Kalk. Der Schwimmstein ist z. Th. einem nicht völlig ausgebildeten Feuerstein zu vergleichen, welcher durch Ersatz von Kieselsäure an der Stelle von weggeführtem Kalkcarbonat entstanden zu sein scheint.

Der Achat, namentlich in Form von Mandeln vorkommend, ist ein gewöhnlich streifenweise wechselndes Gemenge von Chalcedon, Jaspis, Amethyst und anderen Varietäten von Quarz, und wird nach der durch das Zusammenvorkommen dieser Varietäten bedingten Farbenzeichnung als Festungsachat, Wolkenachat, Bandachat, Korallenachat, Punktachat, Trümmerachat u. s. w. unterschieden.

**Gebrauch.** Der Quarz gewährt in seinen verschiedenen Varietäten eine sehr vielfache Benutzung. Der Bergkrystall und der Amethyst werden als sogenannte Halbedelsteine zu Schmucksteinen und mancherlei anderen Zierrathen verarbeitet (der Bergkrystall auch für optische Zwecke und Normalgewichte) und eine ähnliche Verwendung findet bei dem Rosenquarz, Avanturin, Prasem und dem Katzenauge statt. Dasselbe ist der Fall mit dem Chalcedon in seinen zahlreichen Varietäten und mit dem Achat, welche noch ausserdem zu Mörsern, Reibschalen und anderen Gegenständen der Steinschleiferei und Steinschneidekunst benutzt werden, und bereits im Alterthum (wie namentlich der Onyx und Sardonyx) zu Cameen und Gemmen verarbeitet wurden. Jaspis und Holzstein werden gleichfalls zu Ornamenten und Utensilien geschnitten und geschliffen.

Die wichtigste Varietät ist jedoch der gemeine Quarz, nicht nur als das hauptsächliche Material des Grund und Bodens vieler Landstriche, sondern auch als der Hauptbestandtheil der meisten Sandsteine, deren ausgedehnter Gebrauch zu Bausteinen, Mühlsteinen, Schleifsteinen u. s. w. bekannt ist. Ebenso liefern die Quarzgerölle, der Quarzgrand und Quarzsand Materialien, welche für viele Zwecke des gemeinen Lebens von der grössten Wichtigkeit sind. Der Quarzsand insbesondere dient als Schleif- und Scheuermaterial, als wesentlicher Bestandtheil des Mörtels, als Streusand, als Formsand, und bei verschiedenen anderen metallurgischen Arbeiten. Alle reinen Varietäten des Quarzes geben endlich das hauptsächliche Material für die Glasfabrikation. Der Kieselschiefer liefert ein sehr gutes Material zur Unterhaltung der Chausseen, als Lydit aber die Probirsteine für den Goldgehalt; der Feuerstein wurde früher ganz allgemein zum Feueranschlagen und als Flintenstein benutzt; noch gegenwärtig verarbeitet man ihn zu Reibschalen, Reibsteinen, Glättsteinen u. dgl.

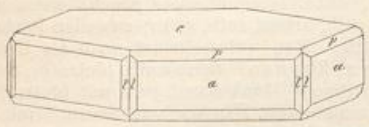
---

1) Bei den wasserfreien faserigen Kugelaggregaten des Chalcedons sind die Fasern optisch schwach zweiaxig, die Doppelbrechung ist ebenfalls positiv wie beim Quarz, indem die stumpfe Bisectrix = a, aber die Faserrichtung fällt hier mit a zusammen, während bei dem positiven Quarz die verticale Hauptaxe $c = c$; auch ist der Brechungsquotient nur 1,537 für Roth. — Quarzin ist eine, wie es scheint sehr seltene, ebenfalls faserige Kieselsäuresubstanz, gleichfalls zweiaxig und auch optisch positiv, indem die spitze Bisectrix = c, aber hier ist letztere mit der Faserrichtung parallel. — Lutecit aus dem Grobkalk von Clamart, eine zweiaxige Kieselsäuresubstanz in flachen, pseudohexagonalen, complicirt zusammengesetzten Pyramiden, auch in schief auslöschenden Fasern (*Michel Lévy*).

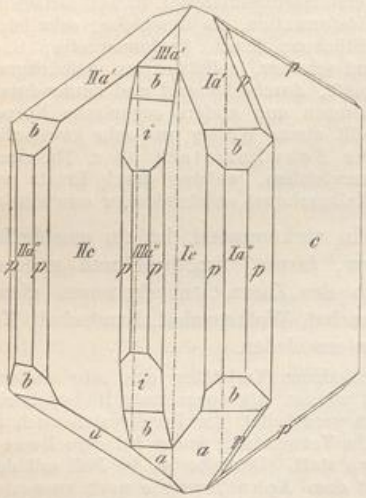
**Tridymit,** *G. vom Rath.*

Eine zweite, mit dem Quarz heteromorphe Modification der Kieselsäure, nach *G. vom Rath*, ihrem Entdecker (1868), ebenfalls hexagonal, aber mit P Randk. 124° 42′, Polk. 127° 25½′; ∞P : P = 152° 24′. A.-V. = 1 : 1,629. Die einfachen bis 4 Mm. grossen Krystalle erscheinen als hexagonale Tafeln der Comb. 0P.∞P, mit untergeordneten Flächen von P (*p*) und ∞P2 (*b*), ∞P$\frac{5}{3}$ (*i*) oder ∞P$\frac{2}{5}$ (*l*) wie in Fig. 1. Allein die Krystalle sind fast stets als Zwillinge und noch häufiger als Drillinge (auch als Viellinge) ausgebildet, indem vorwiegend $\frac{1}{6}$P die Zwillingsebene und auch die Zusammensetzungsfläche der Individuen abgibt und darnach theils Juxtapositions- (Contact-), theils Penetrations-Drillinge vorkommen, wobei bald das mittlere, bald die beiden äusseren Individuen überwiegen. Ausserdem existirt noch ein zweites Gesetz, bei welchem $\frac{3}{4}$P Zwillingsebene ist. Die beiden Zwillingsgesetze combiniren sich auch häufig mit einander. In Fig. 2 sind *I* und *II* verbunden parallel $\frac{3}{4}$P, *III* mit *II* parallel $\frac{1}{6}$P; das Individuum *III* erstreckt sich nicht bis zur Mittellinie, sondern schiebt sich einfach ein in die durch die basischen Flächen *c* von *I* und *II* gebildete scharfe Kante. Durch sehr oftmalige Wiederholung dieser Verwachsungen entstehen polysynthetische kugelige Gruppirungen.

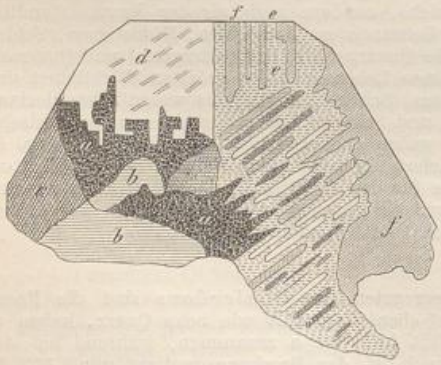
1




2




Doch entspricht das optische Verhalten des Tr. (während der gewöhnlichen Beobachtungstemperatur) nicht den Anforderungen des hexagonalen Systems. Die anscheinend einfachen hexagonalen Tafeln sind schon Zwillingsverwachsungen (nach *Mallard*) rhombischer Individuen von positiver Doppelbrechung, welche einander nach Art der polysynthetischen Aragonitverwachsungen vielfach mit complicirtem Ineinandergreifen der abweichend orientirten Stücke penetriren, wie es beistehende Abbildung eines Tridymitblättchens von der Perlenhardt zeigt, worin die verschieden auslöschenden Theile verschieden schraffirt sind. *A. Merian* erkannte nun zuerst, dass Tridymitblättchen, welche bei gewöhnlicher Temperatur im parallelen polarisirten Licht zwischen gekreuzten Nicols deutlich Partieen von verschiedener Doppelbrechung erkennen liessen, schon bei mässigem Erhitzen vollständig dunkel (einaxig positiv) wurden; sie gelangen also dann in einen Zustand, in welchem die äussere Form und das optische Verhalten einander entsprechen. *Mallard* bestimmte die Umwandlungstemperatur zu ca. 130°. Nach der Abkühlung wird der Tr. wieder zweiaxig (hell) und einzelne Felder treten wieder hervor, oft mit anderer Abgrenzung, wie vor der Erhitzung. — Spaltb. nach 0P der Tafeln, nicht sehr deutlich; H. = 7; G. = 2,282...2,326; farblos oder durch theilweise Verwitterung weiss; glasglänzend, die



Basis perlmutterglänzend; mittl. Br.quot. = 1,4775. — Chem. Zus.: Kieselsäure $SiO^2$ wie der Quarz. Tafeln aus den Euganeen bestehen nach *Mallard* aus einem unter Erhaltung der Form und Zwillingsbildung secundär an ihrer Stelle zur Ablagerung gekommenen Aggregat von (paramorphen) Quarzkryställchen, worauf auch das G. von 2,56—2,62 verweist. V. d. L. unschmelzbar, mit Soda schmilzt das Pulver zu einer klaren Perle, und in kochender gesättigter Lösung von kohlensaurem Natron löst es sich vollständig auf. — Zuerst nachgewiesen durch *G. vom Rath* in den Klüften eines andesitischen Gesteins vom Berge San Cristobal bei Pachuca in Mexico; bald darauf wurde der Tr. auch makroskopisch in den Drusenräumen trachytischer und andesitischer Gesteine Europas aufgefunden; ausgezeichnete Fundpunkte sind: Drachenfels und Perlenhardt im Siebengebirge, Mont Dore, Alleret im Dép. Haute-Loire, Euganeen (wo die schönen Krystalle von S. Pietro Montagnon nach *Boeris* das A.-V. = 1 : 1,6554 haben), Aranyer Berg. Mikroskopisch in der Form von dachziegelähnlich übereinandergeschuppten zarten farblosen Blättchen sehr weit verbreitet in Trachyten, Hornblende- und Pyroxenandesiten, auch Rhyolithen, wenngleich nirgends besonders reichlich, meist auch hier an Hohlräumchen gebunden (*F. Zirkel*, N. Jahrb. f. Min. 1870. 823). In vortertiären Eruptivgesteinen wurde reichlicher Tr. von *Streng* in den Cavitäten des Porphyrits von Waldbökelheim, von *Luedecke* solcher in einem Diabasporphyrit aus dem Quellgebiet der kleinen Leina (Thüringer Wald) beobachtet. Tr. hat sich nicht selten als Contactproduct am Rande von kieselsäurereichen Quarzit- oder Sandsteinfragmenten gebildet, die von basischem Eruptivmaterial, z. B. Basalt, umschlossen wurden. *G. Rose* erkannte, dass gewisse Opale und Kascholonge mit mikroskopisch kleinen Krystallen von Tr. erfüllt sind, welche nach Auflösung des Opals in Kalihydrat zurückbleiben. Ferner stellte er durch Schmelzung von Adular mit Phosphorsalz, sowie von Kieselpulver mit demselben Salz oder mit kohlensaurem Natron künstlich deutliche Tridymitkrystalle dar, zeigte auch, dass sich die amorphe Kieselsäure ebenso wie der gepulverte Quarz durch starkes Glühen in ein Aggregat von Tridymit-Individuen verwandelt.

Anm. Wahrscheinlich sind mit dem Tridymit identisch die zufolge *Story Maskelyne* in dem Meteorstein von Breitenbach in Böhmen (wohl auch in dem Steinbacher und Rittersgrüner Meteoriten) enthaltenen und als rhombisch beschriebenen farblosen und zweiaxigen Körner des Asmanits (von dem indischen Worte A-sman, Donnerkeil). *Groth* betrachtet den Asmanit (und Tridymit) als isomorph mit Brookit.

Cristobalit ist noch eine weitere Modification der Kieselsäure; weisse matte Oktaëder, bis 2 Mm. gross oder spinellähnliche Zwillinge, neben Tridymit auf Klüften des genannten Gesteins von Pachuca. Die Oktaëder sind aber zufolge *Mallard* bei gewöhnlicher Temperatur zusammengesetzt aus 3 tetragonalen einaxigen Individuen von negativer Doppelbrechung; bei 175° verschwindet jedoch die Doppelbrechung, die Oktaëderform wird auch innerlich isotrop, bei sinkender Temperatur wieder doppeltbrechend. Von *Lacroix* auch in einem veränderten Quarzeinschluss in der Lava von Niedermendig gefunden.

Fast gleichzeitig fanden *Fletcher* in den Edelsteinsanden von Rakwana auf Ceylon (sehr selten) und *Hussak* zwischen dem grusartig zersetzten Magnetit-Pyroxenit von Jacupiranga in Brasilien (hier reichlich) monokline nach $\infty P\infty$ tafelige, bis 5 Mm. grosse Krystalle reiner Zirkonsäure, $ZrO^2$, Baddeleyit, anfangs Brazilit genannt; farblos, durch gelb und braun in schwarz, Formen vielfach verzwillingt. A.-V. = 0,9768 : 1 : 1,0475; H. = 6,5; G. = 5,5 ... 6. Dunkelkastanienbraune Kryställchen von B., bis 1,5 Mm. gross und polysynthetisch verzwillingt nach $\infty P$ und $\infty P\infty$, liegen in den hauptsächlich aus Magnetit und Olivin bestehenden basischen Ausscheidungen der Nephelinsyenite von Alnö. Aus fast reiner Zirkonsäure bestehen bis faustgrosse dunkelgraue oder bräunliche Rollstücke (Favas) in den Flusssanden des Rio Verdinho in Minas Geraës, in denen *Hussak* ein Umwandlungsproduct von Zirkon sieht.

## Zirkon (und Hyacinth).

Tetragonal, isomorph mit Zinnstein, Rutil, Polianit und Plattnerit; P (*P*) Randk. 84° 20′, Polk. 123° 19′; A.-V. = 1 : 0,6404; $\infty P$ (*l*), $\infty P\infty$ (*s*), gewöhnlichste Combb. $\infty P$.P, oft noch mit 3P3, auch $\infty P\infty$.P.

Fig. 1. $\infty$P.P; häufige Form des Zirkons, bisweilen P vorherrschend.
Fig. 2. $\infty$P$\infty$.P; gewöhnliche Form des Hyacinths.

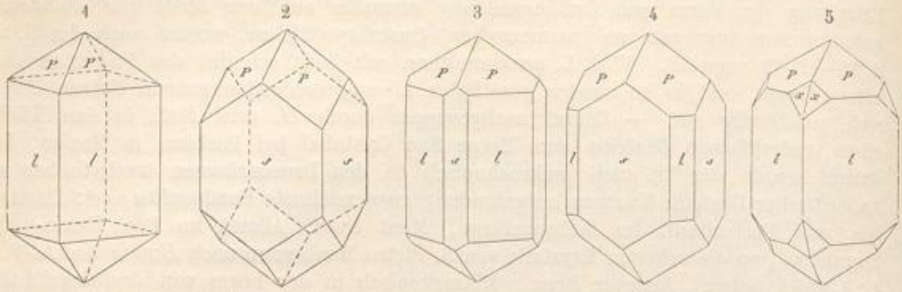



Fig. 3. Comb. wie Fig. 1 mit dem Deuteroprisma.
Fig. 4. Comb. wie Fig. 2 mit dem Protoprisma.
Fig. 5. Comb. wie Fig. 1 mit der ditetragonalen Pyramide 3P3 ($x$); aus Norwegen.

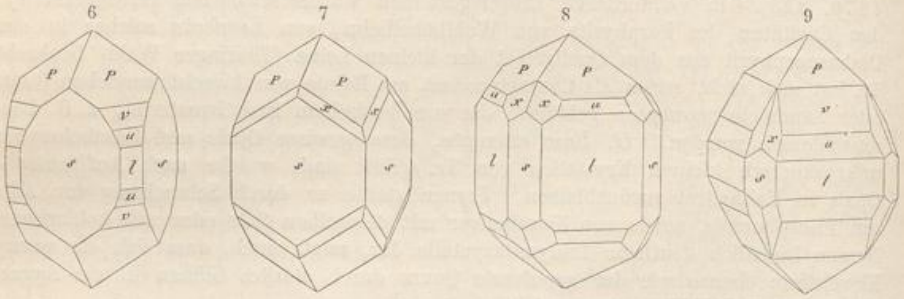



Fig. 6. $\infty$P$\infty$.P.2P.3P.$\infty$P; gewöhnliche Comb. von Miask; $v$ = 2P; $u$ = 3P.
Fig. 7. Die Comb. Fig. 2 mit der ditetragonalen Pyramide 3P3.
Fig. 8. Die Fig. 3 mit 3P ($u$) und 3P3.
Fig. 9. P.2P.3P.$\infty$P.3P3.$\infty$P$\infty$; von Miask.

Krystalle meist säulenförmig oder pyramidal, einzeln ein-, selten aufgewachsen; auch stumpfkantige und abgerundete Körner; bei Olahpian in Siebenbürgen zeigen Krystalle die ditetragonale Pyramide 3P3 ganz vorherrschend. Die Basis 0P, jedenfalls äusserst selten, wurde am Z. von Autun, an mehren Krystallen vom Pikes Peak in Colorado, an einem von Renfrew in Canada beobachtet. Die für die isomorphen Mineralien Zinnstein und Rutil geradezu charakteristische Zwillingsbildung nach P$\infty$ ist auffälliger Weise sehr selten (zu Renfrew grosse knieförmige Zwillinge, verwachsen wie Fig. 7 des Zinnsteins, in den Kyschtym'schen Goldseifen; in Henderson Co. in Nordcarolina völlige Durchkreuzungs-Zwillinge mit beiderseitiger Endigung); auch wird noch einfache und polysynthetische Zwillingsbildung nach P u. a. Protopyramiden angegeben. — Spaltb. nach P und nach $\infty$P unvollk., Bruch muschelig bis uneben; H. = 7,5; G. = 4,5 ... 4,7, bisweilen höher oder niedriger; Glühen pflegt dasselbe etwas zu erhöhen. Farblos, selten weiss und wasserhell (Pfitschthal in Tirol und Laacher See), meist gefärbt, in mancherlei weissen, grauen, gelben, grünen, besonders aber in rothen und braunen Farben; die durchsichtigen orangegelben und rothen Varietäten heissen Hyacinth. Nach *Spezia* rührt die Farbe von einem meist vorhandenen Gehalt an Eisenoxyd her und kann man nach Belieben Krystalle dunkler färben, oder fast gänzlich entfärben, je nachdem sie in der Oxydations-, oder in der Reductionsflamme erwärmt werden. *Sandberger* fand in intensiv rothen Zirkonen einen kleinen Gehalt an Kupferoxydul, welchem er die Farbe zuzuschreiben geneigt ist. Glasglanz, sehr oft diamantartig, auch Fettglanz; pellucid in allen Graden; Doppelbrechung positiv, $\omega$ = 1,92, $\varepsilon$ = 1,97 (rothes Licht); das Kreuz oft in zwei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hyperbeln getheilt. — Chem. Zus.: $ZrSiO^4$ oder $ZrO^2.SiO^2$, mit 67,12 Zirkonsäure und 32,88 Kieselsäure. Die Analysen ergeben diese Zahlen so constant, dass die frühere Ansicht, der Z. sei eine isomorphe Mischung von $ZrO^2$ und (tetragonaler) $SiO^2$, ganz unwahrscheinlich ist. Eisenoxyd als Pigment; in einem Z. von El Paso Co., Colorado, fand *G. A. König* sogar 9,2 pCt. Eisenoxyd. V. d. L. unschmelzbar; von Borax nur schwer, von Phosphorsalz gar nicht aufgelöst; Säuren ohne Wirkung, mit Ausnahme der Schwefelsäure, welche ihn nach anhaltender Digestion theilweise zersetzt. — Makroskopische eingewachsene Krystalle namentlich in Eläolithsyeniten, z. B. des südl. Norwegens (sog. Zirkonsyenit), von Miask, auch wohl in Graniten und Syeniten; im körnigen Kalk (Haddam in Connecticut), im Amphibolit (Renfrew in Canada, wo sich ein 5,8 kg schwerer Krystall fand); in Basalten des Siebengebirges (aufgefasst als Ausscheidungsproduct oder als Rest eingeschmolzener zirkonhaltiger Gesteine). — Aufgewachsen auf Klüften im Chloritschiefer des Pfitschthals (z. Th. wasserhell), in den Sanidin-Auswürflingen des Laacher Sees. — Lose im edelsteinführenden Schuttlande: mit Spinell und Korund in Ceylon, im Goldsande von Beresowsk, Olahpian in Siebenbürgen, mit Pyrop zu Meronitz in Böhmen, Sebnitz in Sachsen, im Sande an vielen Stellen der tyrrhenischen Küste von Neapel bis Civita Vecchia, in den Sanden des Mesvrin bei Autun; wesentlich aus farblosen oder gelblichen Zirkonkrystallen bestehen die Sande des Rio Matipo, eines Nebenflusses des Rio Doce, Prov. Bahia; in den basaltischen Tuffen von Expailly, Auvergne. — Mikroskopisch als wohlgebildete oder etwas abgerundete helle Kryställchen (oft mit zonalem Aufbau) accessorisch ungemein weit aber spärlich verbreitet in sehr vielen Felsarten, einerseits in massigen, wie namentlich in Graniten, auch Syeniten, Porphyren, Trachyten (hier eines der frühesten Festwerdungsproducte), anderseits in krystallinischen Schiefern, auch in Sandsteinen, Grauwacken, Sanden und anderen klastischen Gesteinen vielorts.

**Gebrauch.** Die schönfarbigen und durchsichtigen Varr. werden als Edelstein benutzt, auch gebraucht man den Zirkon zu Zapfenlagern für feine Waagen, für die Spindeln feiner Räder, zu Zirkoniumbrennern; endlich dient er zur Darstellung der Zirkonerde.

Der sog. Azorit, kleine schwach grünliche tetragonale Pyramiden in Sanidin-Auswürflingen auf der Azoren-Insel S. Miguel, früher als wesentlich tantalsaurer Kalk angesehen, ist formell und chemisch Zirkon. — Der bräunlichgraue Auerbachit, eingewachsen in einem aegirinführenden Albitgestein von Mariupol im Gouv. Jekaterinoslaw, blos P zeigend, ist nach *Jeremejew* nichts anderes als Zirkon mit Einschlüssen von Aegirinnädelchen.

An den Zirkon reihen sich an: Der tetragonale Malakon (P 83° 30′, Comb. ∞P∞.P.∞P, wie Hyacinth), bläulichweiss, an der Oberfläche bräunlich oder schwärzlich, ist ein verwitterter und durch Verlust von $SiO^2$ theilweise zersetzter Zirkon mit wechselndem Wassergehalt (3 bis 9 pCt.), deshalb leichter (G. = 3,9 ... 4,1) und weicher (H. = 6). Hitteröe in Norwegen, Plauenscher Grund bei Dresden, Chanteloube im Dép. Haute-Vienne, Miask, Rosendal in Finnland. — Verwandt mit dem Malakon ist der tetragonale (P.∞P∞) gelbbraune Cyrtolith von Rockport in Massachusetts und von Ytterby; letzteres Vorkommniss führt nach *v. Nordenskiöld* auch Erbium-, Yttrium- und Ceriumoxyde. — Gleichfalls steht dem Malakon nahe der Tachyaphaltit aus Granitgängen bei Krageröe, Norwegen. — Ostranit ist ein in Verwitterung begriffener und etwas unsymmetrisch gestalteter Zirkon von Brevig. — Oerstedit von Arendal, röthlichbraune, diamantglänzende Kryställchen von den Formen des Zirkons, aufgewachsen mit Titanit auf Augit, scheint ein durch Verwitterung wasserhaltig gewordener Zirkon mit Titansäuregehalt zu sein.

**Thorit** (und Orangit).

Mineralien, tetragonal isomorph mit Zirkon (∞P.P) und ursprünglich wohl auch von analoger Zus., jetzt aber meist zersetzt und wasserhaltig; Krystallformen äusserst selten, meist nur derb und eingesprengt. Der Thorit ist schwarz oder harzbraun, stellenweise röth angelaufen, glasglänzend, undurchsichtig; der Orangit pomeranzgelb, gelbroth, fettglänzend, durchscheinend bis durchsichtig, z. Th. blätterig. Nach aller Wahrscheinlichkeit sind beide Substanzen ursprünglich $ThSiO^4$ oder $ThO^2.SiO^2$ gewesen, mit Gehalt von 81,5 Thoroxyd und 18,5 Kieselsäure; in ihrem jetzigen Zustande enthalten sie aber nicht nur Wasser in variabelen Mengen (Thorit ca. 10, Orangit ca. 7 pCt.), sondern auch andere Stoffe, wie Kalk, Eisenoxyd, Manganoxyd, Uranoxyd. Da der Thorit mehr Wasser und mehr solcher Verunreinigungen auf

Kosten namentlich des Thoroxyds enthält und er bisweilen ohne scharfe Grenze einen inneren Kern von Orangit aufweist, so ist zu vermuthen, dass er aus letzterem hervorgegangen ist; dementsprechend ist auch das G. für O. = 5,19...5,40, für Th. nur = 4,4...4,7. Mit der Umwandlung der ursprünglichen Substanz steht ferner die unter Bildung von Kieselgallert erfolgende Zersetzung durch Salzsäure in Verbindung, sowie die Erscheinung, dass die jetzt vorliegenden Producte sich optisch wie ein amorphes Medium verhalten. Im schwarzen Th. entdeckte *Berzelius* 1828 das Thorium. — Thorit findet sich auf der Insel Lövö bei Brevig und um Lindesnäs (Norwegen) auf Pegmatitgängen; Champlain, New-York (mit Gehalt an Uranoxyd); Orangit als grosse Seltenheit am Langesundfjord bei Brevig im Feldspath mit Mosandrit, Amphibol, schwarzem Glimmer, Zirkon und Thorit.

Auerlith aus Henderson Co., Nordcarolina, ebenfalls in der tetragonalen Comb. P.∞P, mit und aufgewachsen auf Zirkon, blasscitrongelb in orange und tiefbraun, hält hauptsächlich 70,1 pCt. Thoroxyd, 7,6 Kieselsäure, 7,5 Phosphorsäure, 11,2 Wasser und Kohlensäure. — Eukrasit und Freyalith sind amorphe Umwandlungsproducte des Thorits.

**Zinnstein,** oder Kassiterit, *Beudant* (Zinnerz).

Tetragonal, isomorph mit Rutil, Zirkon, Polianit, Plattnerit; P (*s*) 87° 7′, P∞ (*P*) 67° 50′; A.-V. = 1 : 0,6724; andere gewöhnliche Formen sind ∞P (*g*), ∞P∞ (*l*), ∞P2, ∞P$\frac{3}{2}$ (*r*), 3P$\frac{3}{2}$ (*x*); vgl. *Becke*, Min. Mittheil. 1877. 243 und *Kohlmann*, Z. f. Kryst. XXIV. 1895. 350. Das Pinakoid 0P ist sehr selten ausgebildet; die Flächen der Prismen sind oft vertical, die der Pyramiden P∞ und P ihren Comb.-Kanten parallel gestreift. Krystalle theils kurz säulenförmig, theils pyramidal, eingewachsen und aufgewachsen und dann meist zu Drusen vereinigt; Zwillinge ausserordentlich häufig, so dass einfache Krystalle zu den Seltenheiten gehören; Zwillingsebene eine Fläche von P∞, daher die Hauptaxen der Individuen unter 112° 10′ geneigt sind (sog. Visirgraupen der erzgebirgischen Bergleute, vgl. auch Fig. 253 und 254, S. 134). Die Zwillingsbildung wiederholt sich oft auf verschiedene Weise.

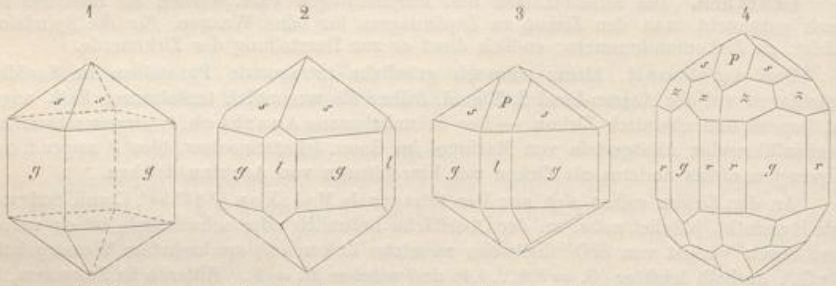



Fig. 1. ∞P.P; kurz säulenförmig; kommt auch pyramidal vor, wenn P vorwaltet.
Fig. 2. ∞P.P.∞P∞; kurz säulenförmig; auch Pyramidenflächen vorwaltend.
Fig. 3. Die Comb. wie Fig. 2, noch mit P∞. Fig. 4. ∞P.∞P$\frac{3}{2}$.3P$\frac{3}{2}$.P.P∞.

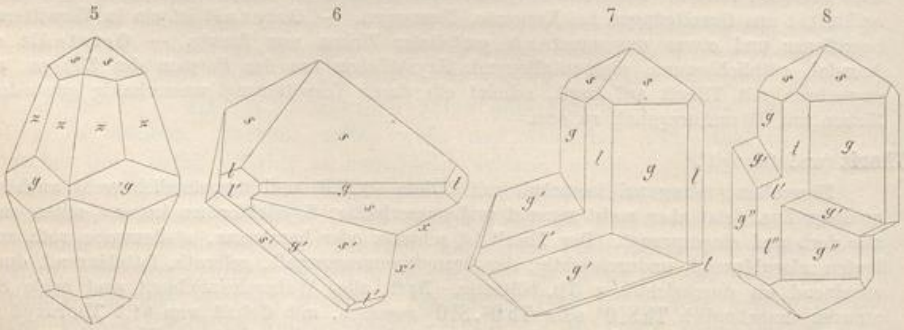



Fig. 5. 3P$\frac{3}{2}$.P.∞P; aus Cornwall (sog. Nadelzinn, woran auch z. B. 5P, $\frac{3}{5}$P, $\frac{5}{2}$P, $\frac{1}{4}$P3 auftreten); Nadelzinn sitzt auch in Hohlräumen der Freiberger Zinkblende.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 6. Zwilling zweier pyramidaler Krystalle; $x : x' = 135^{\circ}\,40'$.
Fig. 7. Knieförmiger Zwilling zweier säulenförmiger Krystalle der Comb. Fig. 2.
Fig. 8. Drillingskrystall mit parallelen Zusammensetzungsflächen; das mittlere Individuum erscheint nur als eine mehr oder weniger dicke Lamelle.

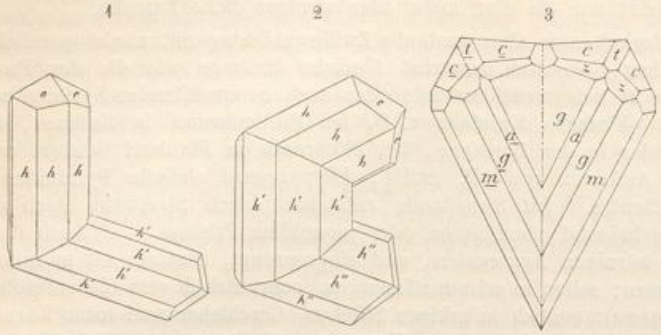
Sehr häufig wiederholt sich aber auch die Zwillingsbildung mit nicht parallelen Zusammensetzungsflächen, wodurch zunächst ähnliche Drillinge wie die des Rutils (s. unten) und endlich in sich zurücklaufende oder auch bouquetförmige Systeme von Individuen entstehen. Einfache Krystalle z. B. bei Breitenbrunn in Sachsen, bei St. Piriac und la Villedar in der Bretagne, bei Pitkäranta in Finnland (letztere ausgezeichnet durch das Auftreten von 0P, $\infty P\frac{3}{2}$, $\frac{1}{4}P$); grosse einfache Pyramiden P bei Doulon unfern Nantes. Im Swazilande entstehen durch Streckung nach der Pyramidenkante *s* anscheinend rhombische oder monokline Prismen. — Auch derb, in fest verwachsenen körnigen Aggregaten, und eingesprengt, letzteres oft in mikroskopisch kleinen Körnern; selten in sehr zartfaserigen, concentrisch verschiedenfarbigen Aggregaten (Holzzinnerz); endlich in eckigen Stücken, Geschieben und losen Körnern (Seifenzinn). Schöne Pseudomorphosen von Zinnstein und Quarz nach Orthoklas von St. Agnes in Cornwall; in der mexicanischen Sierra de Catatlan zufolge *Genth* pseudomorph nach Eisenglanz, vielleicht auch nach Magnetit. — Spaltb. nach $\infty P$ und $\infty P\infty$ unvollk., spröd; H. = 6...7; G. = 6,8...7; farblos (aus dem Fluss Tipuani in Bolivia vom G. = 6,8435), aber meist gefärbt, gelblichbraun, röthlichbraun, nelkenbraun bis schwärzlichbraun und pechschwarz, gelblichgrau bis rauchgrau, selten gelblichweiss bis weingelb oder hyacinthroth; Strich ungefärbt; Diamantglanz oder Fettglanz, durchscheinend bis undurchsichtig; Doppelbrechung positiv, $\omega = 1{,}99$, $\varepsilon = 2{,}08$. — Chem. Zus.: Zinnoxyd oder Zinnsäure-Anhydrid, $\mathbf{SnO^2}$, oder wegen der Isomorphie mit Zirkon wohl $\mathbf{SnSnO^4}$, mit 78,62 Zinn und 21,38 Sauerstoff, meist etwas Eisenoxyd (im Holzzinnerz bis 9 pCt., daher dessen G. = 6,3...6,4), auch wohl Kieselsäure, Manganoxyd oder Tantalsäure beigemischt. V. d. L. für sich unveränderlich; auf Kohle im Red.-F., zumal bei Zusatz von etwas Soda, zu Zinn reducirbar; von Säuren nicht angegriffen, daher nur durch Schmelzen mit Alkalien aufschliessbar. — Eingewachsen namentlich in alten granitischen Gesteinen, als Betheiligung an netzförmigen sog. Stockwerken (S. 356) oder auf Gängen und Trümern, welche im Nebengestein von Graniten und Porphyren (z. B. im angrenzenden Thonschiefer) aufsetzen; begleitet insbesondere von Quarz, Wolframit, den fluorhaltigen Mineralien Fluorit, Apatit, Topas, Zinnwaldit, Turmalin, ferner von Eisenkies, arsenhaltigen Kiesen, Zinkblende, Molybdänglanz: Altenberg, Geyer, Ehrenfriedersdorf in Sachsen, Zinnwald, Graupen und Schlaggenwald in Böhmen, Cornwall und Devonshire, Penouta in Galicien (sehr flache Kr., welche fast blos P zeigen), Bretagne, Limoges. Gebunden an jüngere trachytische und andesitische Eruptivgesteine am Ostabfall des bolivianischen Hochlandes (Oruro, Potosi) auf sulfidischen Silber-, Blei- und Wismutgängen, gewöhnlich ohne die sonstige Begleitung fluorhaltiger Mineralien. Im Gegensatz zu beiderlei Arten des Vorkommens findet sich Z. auch zu Campiglia marittima in einer Braueisenlagerstätte innerhalb sedimentären Liaskalks (*Bergeat*, N. J. f. Min. 1901. I. 135). Die hauptsächlichsten Zinnseifen auf der Halbinsel Malacca, den Inseln Banka, Billiton und Karimon, in Neusüdwales und Tasmanien.

**Gebrauch.** Das Zinnerz ist das einzige Mineral, aus welchem das Zinn im Grossen dargestellt wird, und daher von ausserordentlicher Wichtigkeit.

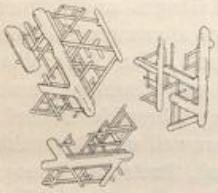
## Rutil, *Werner*, und Nigrin.

Tetragonal, isomorph mit Zinnstein, Zirkon, Polianit, Plattnerit; P (*c*) 84° 40′, Polk. 123° 8′, P∞ 65° 35′; A.-V. = 1 : 0,6442; gewöhnl. Combb. ∞P.∞P∞.P, und ∞P2.P, oder ∞P3.P, wie die Individuen in Fig. 1 und 2; bisweilen kommen auch andere Formen vor, z. B. $\infty P\frac{3}{2}$ u. a. ditetragonale Prismen, P3 (an Krystallen aus dem Stillup-Thal in Tirol nach *v. Zepharovich* fast allein vorwaltend); 0P ist jedoch äusserst selten. Krystalle fast stets säulenförmig, bald kurz, bald sehr lang

säulenförmig, oft nadel- und haarförmig; die grösseren sind bisweilen an ihren Enden in viele kleinere Individuen dismembrirt, daher dort stark drusig; aufgewachsen und eingewachsen besonders in Quarz oder Bergkrystall, und dann bisweilen gekrümmt oder zerbrochen; die Säulenflächen meist stark vertical gestreift durch oscillatorische Comb. der beiden tetragonalen und wohl auch ditetragonaler Prismen. Zwillinge häufig nach zwei Gesetzen: 1) Am verbreitetsten Zwillingsebene eine




Fläche von $P\infty$, daher die beiden Hauptaxen $114^{\circ}25'$ bilden (Fig. 1). Ein scheinbar rhombischer Habitus kann bei diesen Zwillingen entstehen, wenn sie nach einer Polkante von P prismatisch verlängert sind. Die Zwillingsbildung wiederholt sich oft, so dass häufig Drillingskrystalle vorkommen (Fig. 2). Bei den nach demselben Gesetz gebildeten cyklischen Vielllingen bleiben entweder (wie in Fig. 2 der Fall) die Hauptaxen aller Individuen in einer Ebene, wobei alsdann ihrer sechs einen geschlossenen Ring bilden, oder es liegen die Hauptaxen in verschiedenen Ebenen und eine Polkante von $P\infty$ liefert die Gruppirungsaxe; dabei entstehen kreisförmig geschlossene Achtlinge (Graves Mount in Georgia, Hot Springs bei Magnet Cove in Arkansas). In grösseren scheinbar einfachen Individuen sind sehr häufig nach diesem Gesetz (nach $P\infty$) zahlreiche Zwillingslamellen eingeschaltet. Auch kommen zarte gitterförmige oder netzartige Gewebe nadel- und haarförmiger Krystalle vor (sog. Sagenit, Fig. 4) in denen sich die Hauptaxen der Individuen unter $65^{\circ}35'$ schneiden, also nach demselben gewöhnlichen Gesetz verbunden zeigen. — 2) Viel seltener sind Contactzwillinge nach einer Fläche von $3P\infty$ mit $54^{\circ}44'$ Neigung der Hauptaxen; Fig. 3 zeigt einen solchen herzförmigen Zwilling, bei welchem $c = P$, $t = P\infty$, $a = \infty P\infty$, $m = \infty P$, $g = \infty P\frac{5}{3}$, $z = 3P\frac{3}{2}$. Grössere Drillinge nach beiden Gesetzen, nach $P\infty$ und $3P\infty$ zugleich wurden mehrfach beobachtet, und auch an den Aggregaten des Sagenits betheiligen sich neben den nach dem ersten Gesetz verbundenen Nädelchen noch solche mit einer Zwillingsstellung nach $3P\infty$. In seltenen Fällen kommen lamellare Streifen oder Absonderungen nach $\frac{3}{2}P\infty$ vor, die auf $\infty P$ unter $26^{\circ}\frac{1}{2}'$ gegen $c$ geneigt sind. — Oft derb und eingesprengt in individualisirten Massen und körnigen Aggregaten, sowie in Geschieben und Körnern. — Spaltb. nach $\infty P$ vollk. und $\infty P\infty$ etwas weniger vollk., auch nach P unvollk. Bruch muschelig bis uneben; H. = 6... 6,5; G. = 4,2...4,3; röthlichbraun, hyacinthroth bis dunkel blutroth und cochenillroth, auch gelblichbraun bis ockergelb und schwarz (Nigrin, s. u.); Strich gelblichbraun; metallartiger Diamantglanz; Dichroismus gewöhnlich kaum wahrnehmbar; durchscheinend bis undurchsichtig, Brechungsquotient sehr hoch und positive Doppelbrechung sehr stark, $\omega = 2{,}567$, $\varepsilon = 2{,}841$ für Roth. — Chem. Zus.: Titansäure-Anhydrid, $TiO^2$, wie Anatas und Brookit, oder in Anbetracht der Isomorphie mit Zirkon $TiTiO^4$, mit 61,15 Titan und 38,85 Sauerstoff; gewöhnlich mit etwa 1,5 pCt. Eisenoxyd. Skandinavische R.e zeigen spektroskopisch Gehalt an Vanadium. V. d. L. unschmelzbar und unveränderlich; von Säuren nicht angegriffen; mit Borax und Phosphorsalz die Reactionen der Titansäure. — Das Hauptverbreitungsgebiet bilden die



krystallinischen Schiefer, auch bisweilen in Graniten und körnigen Kalken: Krummhennersdorf bei Freiberg, Bärnau in Bayern, Saualpe in Kärnten und Pfitschthal in Tirol, Modriach bei Ligist in Steiermark, St. Gotthard, Binnenthal im Wallis, St. Yrieux bei Limoges, Arendal in Norwegen, Horrsjöberg in Wermland (in cyanitreichem Quarz mit 0P), Buitrago in Spanien, Takowaya und Tjóplyie Ključi beim Hüttenwerk Kassli im Ural, Minas Geraës in Brasilien; sehr schöne und grosse, bis pfundschwere Krystalle in einem Gemenge von Disthen und Pyrophyllit am Graves Mount in Georgia. Mikroskopisch ungemein reichlich in sehr vielen krystallinischen und halbkrystallinischen Schiefern, wo die Individuen auch knieförmige oder herzförmige Zwillinge oder sagenitische Netze bilden, namentlich in Phylliten und Glimmerschiefern, Granuliten, Eklogiten, Amphiboliten u. s. w. Aus Rutil bestehen auch die in Thonschiefern, Dachschiefern und Grauwacken so weit verbreiteten zarten bräunlichgelben Nädelchen (*F. Zirkel*, Ann. d. Phys. u. Ch. Bd. 154. 1871. 319; *van Werveke* und *Cathrein*, N. J. f. M. 1880. II. 284 und 1881. I. 169). Als mikroskopische Nädelchen vielfach eingewachsen in Glimmern. — Auf secundärer Lagerstätte öfter in Sanden mit Quarz, Turmalin u. s. w., bisweilen mit Gold.

Anm. 1. Sowohl von Brookit (Magnet Cove) als von Anatas (Brasilien) sind paramorphe Umbildungen in Aggregate von Rutilnädelchen bekannt (*M. Bauer*, N. Jahrb. f. M. 1891. I. 217). — Rutil kann sich, wie Titaneisen, unter Erhaltung seiner Form in ein Aggregat von Titanit (Leukoxen) umsetzen (*Sauer*, ebendas. 1879. 574; *Cathrein*, Z. f. Kryst. VIII. 1884. 328). Umgekehrt beobachtete *Paul Mann* eine Herausbildung von lebhaft gelb gefärbten Rutilnädelchen bei der Umwandlung von Titanit.

Anm. 2. Am Cavradi im Tavetschthal liegen auf der Basis 0R der tafelförmigen Eisenglanzkrystalle platt säulenförmige Rutilkrystalle mit einer Fläche von ∞P∞ auf, ihre Hauptaxen sind parallel den Zwischenaxen des Eisenglanzes, und eine ihrer Flächen von P∞ ist fast parallel einer Fläche des Rhomboëders R. Auch sind wohl die Rutile vollkommen in den Eisenglanz eingesenkt. Pseudomorphe Gebilde von der Alp Lercheltini im Walliser Binnenthal zeigen Rutilprismen unter demselben gegenseitigen Stellungsgesetz zu Formen verbunden, welche die hexagonalen Gestalten des Eisenglanzes nachahmen, ohne dass aber der letztere selbst noch vorhanden ist. *Seligmann* beschrieb von derselben Alp eine Ein- und Aufwachsung von Rutil auf einer vorherrschenden Fläche eines tafelförmigen Magnetitoktaëders, wobei die Hauptaxen des Rutils parallel sind den Kanten der Oktaëderfläche (weshalb sich auch auf dieser, wie auf der Basis des Eisenglanzes, die Rutilprismen unter 60° schneiden) und ferner ∞P∞ des Rutils mit dieser Oktaëderfläche einspiegelt.

Der Edisonit aus den Goldwäschen von Nordcarolina, welcher für rhombisch gehalten wurde, gehört zum Rutil. — Die schwarzen eisenhaltigen Krystalle und Körner des Nigrins (Oláhpian in Siebenbürgen, Vannes in der Bretagne) mit G. = 4,5 sind Rutil, welcher mehr oder weniger Titaneisen umschliesst; vgl. S. 474. — Ilmenorutil wurden schwarze, bald nur als P, bald zufolge *v. Jeremejew* reich entwickelte Rutilkrystalle im Miascit vom Ostufer des Ilmensees und von benachbarten Seen genannt, mit fast 11 pCt. Eisenoxyd.

**Anatas,** *Haüy*, Oktaëdrit.

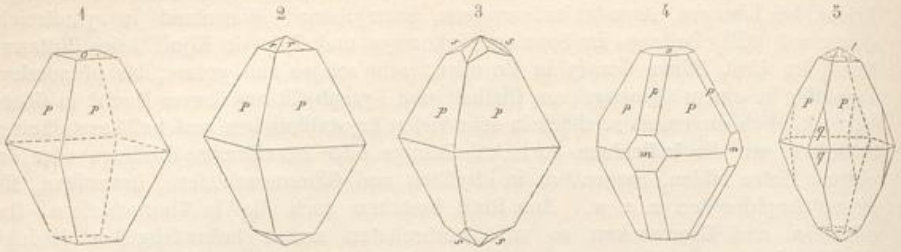
Tetragonal; P 136° 36′ nach *v. Kokscharow*; A.-V. = 1 : 1,7771; gewöhnl. Formen P (*P*), 0P (*o*), $\frac{1}{7}$P (*v*) 39° 30′, $\frac{1}{3}$P (*r*) 53° 22′, $\frac{1}{3}$P (*t*) 79° 54′, P∞ (*p*), 2P∞ (*q*); viele Formen, deren bis jetzt im Ganzen 53 bekannt, haben sehr complicirte Zeichen (vgl. *Seligmann*, Z. f. Kryst. XI. 1886. 343). Gewöhnlich erscheinen die kleinen Krystalle (in anderer Form ist der A. nicht bekannt) pyramidal durch Vorwalten von P, bisweilen auch dicktafelig durch Vorwalten von 0P. Zwillinge nicht bekannt.

Fig. 1. P.0P; die häufigste Form.

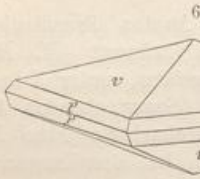
Fig. 2. P.$\frac{1}{3}$P; $r : P = 138° 23′$; noch häufiger ist die ähnliche Comb. P.$\frac{1}{7}$P, wo die vierflächige Zuspitzung stumpfer erscheint und $v : P = 131° 27′$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 3. P.$\frac{5}{19}$P5; die ditetragonale Pyramide ist stets untergeordnet nicht so selten.
Fig. 4. P.0P.P∞.∞P∞ (*m*). Fig. 5. P.$\frac{1}{3}$P.2P∞.




Krystalle aus dem Tavetsch zeigen nur die Pyramide $\frac{1}{2}$P (Randk. 102° 58′); farblose vom Berge Cavradi die Pyramide $\frac{3}{7}$P vorwaltend, auch ∞P ausgebildet. An der Alp Lercheltini im Binnenthal kommen zufolge *C. Klein* (N. Jahrb. für Min., 1871. 900 u. 1875. 337) verschiedene Typen von A. vor, nämlich: 1) der spitzpyramidale nach P (wie die obigen Fig. 1 bis 5); 2) der stumpfpyramidale, an welchem die Pyramide $\frac{1}{7}$P (*v*) vorwaltend erscheint (Fig. 6, bisweilen ist es auch $\frac{1}{3}$P); 3) der zirkonähnliche säulenförmige Typus, bei welchem ∞P∞ vorwaltet (Fig. 7); 4) der sehr seltene pyramidale Typus, bei welchem eine Pyramide $\frac{3}{3}$P ($\eta$) oder anderseits $\frac{3}{5}$P vorwaltet (Fig. 8). Typus 2 und 3 sind es, welche früher Wiserin genannt wurden (vgl. diesen). *v. Zepharovich* beobachtete hier noch einen anderen Habitus, an welchem P∞ vorwaltet, ∞P∞, $\frac{1}{3}$P und P wenig zurücktreten und gleichmässig entwickelt sind.



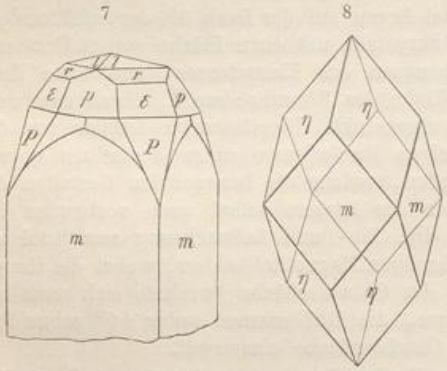




Fig. 6. $\frac{1}{7}$P.P.
Fig. 7. ∞P∞ . P . $\frac{3}{5}$P . $\frac{1}{5}$P . $\frac{1}{10}$P . P∞; hierin $\varepsilon = \frac{3}{5}$P und $l = \frac{1}{10}$P.
Fig. 8. $\frac{3}{3}$P.∞P∞ ($\frac{3}{3}$P = 118° 20′).

Anatasformen aus Brasilien (charakteristische Begleiter der Diamanten, sog. Captivos) ergaben sich als aus kleinen Rutilnadeln zusammengesetzt; *Seligmann* fand dieselbe Paramorphose, wobei die neugebildeten Rutilnädelchen alle parallel liegen, am Culm de Vi im Tavetsch. — Spaltb. basisch und nach P, beides vollk.; spröd; H. = 5,5 ... 6; G. = 3,83 ... 3,93; indigblau bis fast schwarz, hyacinthroth, honiggelb bis braun, selten farblos, metallartiger Diamantglanz, halbdurchsichtig bis undurchsichtig; Pleochroismus unmerklich; Doppelbrechung negativ, das Kreuz oft in zwei Hyperbeln getrennt. — Chem. Zus.: **$TiO^2$**, wie Rutil und Brookit; kleine Beimengungen von Eisenoxyd, selten von Zinnoxyd; v. d. L. unschmelzbar; beim Glühen geht das sp. Gew. in das des Brookits und darauf in das des Rutils über; schmilzt mit Borax zu Glas, welches im Red.-F. gelb und zuletzt violblau wird; von Säuren unangreifbar. — Aufgewachsen in Klüften von Silicatgesteinen: Bourg d'Oisans, Hof in Bayern, Tavetsch, Maderaner Thal, St. Gotthard, Binnenthal im Wallis u. a. O. in der Schweiz, Piattagrande bei Sondalo im Veltlin, Nil-Saint-Vincent in Belgien, Liebecke bei Wettin (auf Porphyr), Slidre in Norwegen, am Ural mehrorts, Minas Geraës in Brasilien. Lose in Brasilien; in den goldführenden Sanden von Brindletown, Nordcarolina, tafelförmige,

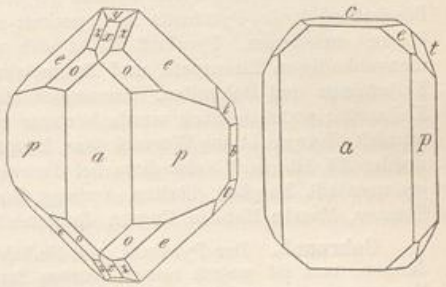
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bis $\frac{1}{3}$ Zoll grosse Krystalle. Mikroskopischer A. findet sich in verwitterten Porphyren und anderen Massengesteinen sowie in deren Schutt, auch in Schichtgesteinen, Sandsteinen, Kalksteinen. — Secundär geht A. aus Titanit, aus Titaneisen und titanhaltigem Magnetit, auch bei der Chloritisirung titanhaltiger Biotite und Augite hervor.

**Brookit,** *Lévy*, und Arkansit.

Rhombisch; P (*o*) Polk. 115° 43′ und 101° 35′ nach *v. Kokscharow*; A.-V. = 0,8416 : 1 : 0,9444; $\infty\breve{P}\infty$ (*a*), $\infty\bar{P}\infty$ (*b*), $\infty P$ (*p*), $\breve{P}2$ (*e*) Polk. 135° 37′ u. 101° 3′, $\frac{1}{3}\bar{P}\infty$ (*x*), $\frac{1}{2}P$ (*z*), $\frac{1}{4}\bar{P}\infty$ (*y*), $2\breve{P}\infty$ (*t*); alle diese Formen finden sich an Krystallen von Atliansk bei Miask (Fig. 1). Die Krystalle sind aber vielfach tafelartig durch das Vorwalten des Makropinakoids, wie in Fig. 2, welche noch $c = 0P$ zeigt. An anderen waltet das Prisma $\infty P$ sehr vor. Einzeln aufgewachsen oder lose; nicht selten sind 2 Tafeln anscheinend völlig parallel mit $\infty\bar{P}\infty$ verwachsen. Bei St. Philippe unfern Markirch pseudomorph nach Titanit. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$; H. = 5,5 ... 6; G. = 3,8 ... 4,1; gelblichbraun, hyacinthroth, röthlichbraun bis haarbraun und eisenschwarz, metallartiger Diamantglanz, durchscheinend bis undurchsichtig; die spitze positive Bisectrix steht stets senkrecht auf $\infty\bar{P}\infty$, doch liegen die optischen Axen für Roth (scheinbar ca. 58°) und Gelb in 0P, für Grün und Blau in $\infty\breve{P}\infty$; Platten parallel $\infty\bar{P}\infty$ zeigen im converg. polar. Tageslicht vier hyperbolische Streifensysteme. — Chem. Zus.: $TiO^2$, wie Anatas und Rutil (Trimorphie der Titansäure), höchstens mit 1,4 bis 4,5 pCt. Eisenoxyd; durch Glühen erhält er das spec. Gew. des Rutils. — Vorkommen ganz ähnlich dem Anatas: Bourg d'Oisans, Tremaddoc in Wales, St. Gotthard, Maderanerthal, Valorsine u. a. Orte in der Schweiz, bisweilen mit Anatas verwachsen, Biancavilla am Aetna (in Trachyttuffen), Miask am Ural, Magnet Cove in Arkansas (hier als Arkansit), Ellenville in New-York. Vom ö. Absturz der Vorderen Eichamspitz in Tirol erwähnt *v. Zepharovich* einen dünntafeligen Krystall von 44 Mm. Höhe, 39 Mm. Breite. — Mikroskopisch in zersetzten Gesteinen wie Anatas verbreitet.

1 2




$p : p = 99° 50'$ $a : o = 129° 13'$
$p : a = 139\ 55$ $t : p = 124\ 41$
$a : e = 112\ 11$ $x : x = 157\ 37$

Der Arkansit ist eine eisenschwarze undurchsichtige Abart des Brookits, die sich sonst nur durch den Habitus der Krystalle unterscheidet, in welchen die Pyramide $\breve{P}2$ und das Prisma $\infty P$, im Gleichgewicht stehend, eine scheinbar hexagonale Pyramide bilden. Von ihm gibt es Formen, die in ein Aggregat verschiedentlich gerichteter paramorpher Rutilsäulchen umgewandelt sind (doch können auch primäre Rutile durch Zwillingsverwachsung die Formen des Arkansits nachahmen).

**Polianit,** *Breithaupt.*

Früher für rhombisch gehalten, nach *E. S. Dana* und *Penfield* tetragonal und isomorph mit Zirkon, Zinnstein und Rutil. P Polk. 123° 4′; A.-V. = 1 : 0,6647; gewöhnl. Comb. $\infty P.P.\infty P2$ mit $P\infty$. Die Krystalle sind meist mehr oder weniger parallele Verwachsungen, daher die Prismenflächen vertical gestreift; derb und in körnigen Aggregaten. — Spaltb. nach $\infty P$ vollk.; H. = 6 ... 6,5; G. = 4,85 ... 5,0; licht stahlgrau, schwach metallglänzend, undurchsichtig. — Chem. Zus.: Mangansuperoxyd $MnO^2$ oder $MnMnO^4$, mit 63,19 Mangan und 36,81 Sauerstoff. Der harte Polianit scheint daher nur einen anderen Cohäsionszustand darzustellen als der weiche Pyrolusit. Für sich unschmelzbar, gibt mit den Flüssen Manganreaction, entwickelt Chlor bei der Behandlung mit erwärmter Salzsäure. — Platten im Erzgebirge, Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Nassau, Cornwall.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Pyrolusit (Weichmanganerz, Graubraunstein z. Th.) bildet kurz säulenförmige, vertical gestreifte, bisweilen in viele einzelne Spitzen zerfaserte Formen, kleine Täfelchen, auch traubige, nierförmige, stauden-, knospenförmige Aggregate, von radialstengeliger und faseriger Zus., verworrenfaserige, dichte und erdige Varietäten. Milde; H. sehr gering, = 2...2,5, die sehr feinfaserigen und erdigen Varr. noch weicher. Dunkel stahlgrau bis licht eisenschwarz, abfärbend, mit schwachem halbmetallischem Glanz oder Seidenglanz in den faserigen Varr.; Strich schwarz. — Chem. Zus. ebenfalls zur Hauptsache $MnO^2$, bisweilen mit kleinem Wassergehalt. Doch ist der Pyrolusit wohl kein selbständiges Mineral, sondern Manganhyperoxyd, pseudomorph nach anderen Manganerzen, wie *Breithaupt* schon lange erkannte, namentlich nach Manganit, von welchem sich Krystalle finden, die nach aussen oder unten in Pyrolusit umgewandelt, innen oder oben noch braunstrichig und wasserhaltig sind. Die Umwandlung erfolgt durch Austausch des Wassers gegen Sauerstoff. Damit hängt auch die lockere faserige Beschaffenheit des Pyrolusits im Gegensatz zu dem chemisch identischen harten und compacten Polianit zusammen. Pyrolusit bildet sich auch aus Manganspath, bei der Verwitterung von manganhaltigem Eisenspath und Brauneisen, sowie durch metasomatische Umwandlung von Kalksteinen und Dolomiten. Ausgezeichnete Pseudomorphosen existiren von Pyrolusit nach Kalkspath; wahrscheinlich wurde letzterer zuerst in Manganit, dann dieser in Pyrolusit umgewandelt (Varvicit aus Warwickshire, hauptsächlich pseudomorph nach dem Kalkspath-Skalenoëder R3, ist ein Mittelstadium bei diesem Uebergang von Manganit in Pyrolusit). — Johanngeorgenstadt, Raschau, Platten, Arzberg, Horhausen, Lindener Mark in Nassau, Eiserfeld, Ilfeld, Ilmenau, Macska-Mezö in Ungarn, Romanèche in Frankreich, Vermont.

**Gebrauch.** Der Pyrolusit, gewöhnlich Braunstein genannt, gestattet vielerlei Anwendungen, und ist wegen seines grossen Sauerstoffgehalts und seiner Weichheit allen übrigen Manganerzen vorzuziehen. Man benutzt ihn zur Darstellung von Sauerstoff, Chlor und Chlorkalk, zur Entfärbung der Glasmasse, aber auch zur Färbung derselben, und überhaupt als Pigment von Glasuren, bei der Porzellan- und Fayence-Malerei; zur Darstellung des desinficirenden übermangansauren Kalis; zu Legirungen mit Eisen.

**Plattnerit,** *Haidinger*, oder Schwerbleierz, *Breithaupt.*

Tetragonal; A.-V. = 1 : 0,674 nach *Ayres*, sehr nahe den vorigen; Krystalle höchst selten, in der Comb. $\infty P\infty.3P\infty.P\infty$; meist derb oder in kugel- und warzenähnlichen Formen. H. = 5...5,5; G. = 8,5 bis über 9. Eisenschwarz, Strich braun, metallartiger Diamantglanz, durchscheinend bis fast undurchsichtig. — Chem. Zus.: Bleisuperoxyd $PbO^2$ oder $PbPbO^4$ mit 86,6 Blei; schmilzt leicht und gibt unter Sauerstoffabgabe Blei; löslich in Säuren. — Leadhills; As you like-Grube in Idaho.

**Tellurit** (Tellurocker).

Rhombisch nach *Krenner*; A.-V. = 0,4596 : 1 : 0,4649; die kleinen Kryställchen desminähnlich tafelförmig und vollk. spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$, leicht biegsam, einzeln oder zu Bündeln vereinigt; meist ganz kleine radialfaserige Kugeln und Halbkugeln; honiggelb bis graulichweiss; Glasglanz bis Harzglanz, auf den Spaltflächen Diamantglanz. — Chem. Zus.: Tellurige Säure, $TeO^2$, mit 80 pCt. Tellur. — Sehr selten zu Facebaja und Zalathna in Siebenbürgen, mit gediegenem Tellur in Quarz; Keystone, Smuggler- und John Jay-Grube in Colorado.

## 4. Trioxyde, $RO^3$.

**Molybdänocker.**

(Künstliche Krystalle rhombisch.) Als Ueberzug, Anflug oder eingesprengt, feinerdig, zerreiblich; schwefel-, citron- und pomeranzgelb, matt. Ist Molybdänsäure, $MoO^3$, mit 66,7 Molybdän; schmilzt v. d. L. auf Kohle und gibt einen Beschlag, welcher heiss gelb, kalt weiss erscheint, am inneren Rande aber von dunkel kupferrothem Molybdänoxyd begrenzt wird; mit Borax und Phosphorsalz wie Molybdänsäure; in Salzsäure leicht löslich, die Sol. wird durch metallisches Eisen blau gefärbt. — Mit Molybdänglanz im Pfitscher Thal in Tirol, Lindås in Schweden, Nummedalen in Norwegen.

**Wolframocker.**

(Künstliche Krystalle rhombisch.) Als Ueberzug und Anflug, erdig, weich, grünlichgelb und gelblichgrün, matt. Ist Wolframsäure, $WO^3$, mit 79,3 Wolfram; in Aetzammoniak völlig löslich, in Säuren unlöslich. — Cumberland, Cornwall, Huntington in Connecticut.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

### 5. Anderweite Verbindungen.

**Mennige.**

Derb, eingesprengt, angeflogen, auch als Pseudomorphose nach Cerussit und Bleiglanz, Bruch eben oder flachmuschelig und erdig; H. = 2...3; G. = 4,6; morgenroth, Strich pomeranzgelb, matt oder schwach fettglänzend. — Chem. Zus.: die der künstlichen Mennige, also $Pb^3O^4$, oder $2PbO.PbO^2$, oder $PbO.Pb^2O^3$, mit 90,65 Blei; auch aufzufassen als das Bleisalz $Pb^2PbO^4$, abgeleitet aus der Säure $H^4PbO^4$ (in welcher Pb vierwerthig). V. d. L. schmilzt sie sehr leicht zu einer Masse, welche auf Kohle zu Blei reducirt wird; von Salzsäure unter Entwickelung von Chlor in Chlorblei verwandelt; Salpetersäure löst das Bleioxyd auf und hinterlässt braunes Superoxyd. — Bleialf und Call in der Eifel, Badenweiler, Weilmünster in Nassau, Rochlitz am Südabfall des Riesengebirges, Insel Anglesea, Schlangenberg in Sibirien, Bolanos in Mexico; nach *Nöggerath* vermuthlich vielfach kein Naturproduct, sondern künstlich durch Erhitzung, Feuersetzen, Röstprocesse und dergl. aus anderen Bleierzen entstanden.

**Crednerit,** *Rammelsberg*, Mangankupfererz,

In körnigblätterigen Aggregaten; Spaltb. nach einer Richtung recht vollk., minder vollk. nach zwei anderen schief auf einander und auf jener stehenden Richtungen, daher vielleicht monoklin. H. = 4,5...5; G. = 4,89...5,07; eisenschwarz, Strich schwarz, auf der vollk. Spaltungsfläche stark metallglänzend, undurchsichtig. — Chem. Zus. nach *Heinrich Credner* und *Rammelsberg* wesentlich: $3CuO.2Mn^2O^3$ oder $Cu^3Mn^4O^9$, was 57,02 Manganoxyd und 42,98 Kupferoxyd erfordern würde; 0,5 bis 1,5 Baryt auch zugegen. — Friedrichroda am Thüringer Wald, mit Psilomelan und feinkörnigem Hausmannit.

## II. Hydroxyde und Hydrate.

### 1. Von Monoxyden.

**Brucit,** *Beudant* (Talkhydrat).

Rhomboëdrisch, R 82° 22½′; A.-V. = 1 : 0,5208; tafelförmige Krystalle, an denen ausser der vorherrschenden Basis mehre Rhomboëder auftreten, wie $-\frac{1}{3}R$, R, 2R, $-4R$; die Neigungswinkel gegen 0R sind für $-\frac{1}{3}R$ 149° 39′, für R 119° 39′, für 2R 105° 53′ und für $-4R$ 98° 6′. Gewöhnlich derb in schaligen und schuppigen Aggregaten (bei Hoboken in New-Jersey eine ganz asbestähnliche zartfaserige seidenglänzende Var., der sog. Nemalith). — Spaltb. basisch sehr vollk.; mild, in dünnen Blättchen wie Gyps biegsam; Blättchen lassen sich nach 3 unter 60° geneigten Richtungen knicken. H. = 2; G. = 2,3...2,45; farblos, graulich-, bläulich- und grünlichweiss; Perlmutterglanz auf 0R; halbdurchsichtig bis durchscheinend, optisch-einaxig, positiv, dadurch von dem ähnlichen Talk zu unterscheiden; $\omega = 1{,}559$, $\varepsilon = 1{,}5795$. — Chem. Zus.: Magnesiumhydroxyd, $Mg[OH]^2$, oder $MgO.H^2O$, mit 68,96 Magnesia und 31,04 Wasser; ein Gehalt an Magnesiumcarbonat bezeichnet die beginnende Umwandlung in Hydromagnesit; immer ist auch etwas FeO vorhanden; bei Jakobsberg in Wermland mit 14,16 MnO statt MgO. Beim Erhitzen gibt er Wasser; v. d. L. unschmelzbar, wird mit Kobaltsolution geglüht blassroth, in Säuren leicht und vollkommen löslich. Ueber eine fernere Reaction s. S. 335. — Auf Gängen und Trümern in Serpentin zu Lancaster und Texas in Pennsylvanien, Insel Unst, Baschartsche-Grube im Gouv. Ufa, sowie im Gouv. Orenburg in Russland, Cogne im Aosta-Thal; im Kalkstein zu Filipstad in Wermland; im contactmetamorphischen Marmor von Predazzo in Tirol.

**Pyrochroit,** *Igelström.*

Rhomboëdrisch; tafelförmige Comb. von 0R und R; A.-V. = 1 : 1,4002 nach *Flink*; gewöhnlich körnig-blätterig, schmale Trümer in Magneteisen bildend; H. = 2,5; frisch dem Brucit sehr ähnlich, weiss, perlmutterglänzend und in dünnen Lamellen durchscheinend, wird aber an der Luft bald braun und zuletzt schwarz. Optisch negativ. — Chem. Zus.: Manganoxydulhydrat, $Mn[OH]^2$ oder $MnO.H^2O$, doch wird ein kleiner Theil des Mn durch Mg und Ca ersetzt; auch enthält er 2 bis 3 pCt. Kohlensäure. Im Kolben gibt er viel Wasser, wird erst grün, dann grünlichgrau und endlich bräunlichschwarz; in Salzsäure löslich. —. Grube Pajsberg bei Filipstad, Wermland und Sjögrufva in Örebro.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## 2. Von Sesquioxyden.

**Sassolin,** *Hausmann* (Borsäure).

Triklin; künstliche Krystalle haben das A.-V. = 1,7329 : 1 : 0,9228 mit $\alpha = 92^{\circ}\ 30'$, $\beta = 104^{\circ}\ 25'$, $\gamma = 89^{\circ}\ 49'$. Gewöhnlich nur in feinen schuppigen oder faserigen Individuen, von welchen die ersteren unregelmässige, sechsseitige Tafeln ($\infty P'$,:$\infty'$,P $118^{\circ}\ 9'$) mit schief angesetzten Randflächen bilden. Lose, oder zu krustenförmigen und stalaktitischen Aggregaten vereinigt. Häufig Zwillinge nach $\breve{P}\infty$. — Spaltb. basisch sehr vollk.; mild und biegsam; H. = 1; G. = 1,4...1,5. Farblos, meist gelblichweiss gefärbt; Perlmutterglanz; durchscheinend; schmeckt schwach säuerlich und bitterlich; fettig anzufühlen. — Chem. Zus.: Borsäure, $\mathbf{B[OH]^3}$ oder $B^2O^3.3H^2O$, mit 56,39 Borsäure und 43,61 Wasser; in kochendem Wasser leicht, in kaltem etwas schwer löslich; schmilzt v. d. L. leicht und färbt die Flamme hoch gelblichgrün (zeisiggrün); auch die Auflösung in Alkohol brennt mit grüner Flamme. — Als Fumarolensublimat auf der Insel Volcano; als Absatz heisser Quellen zu Sasso in Toscana. Bei Larderello u. a. O. in Toscana werden aus den Suffionen sehr grosse Quantitäten Borsäure gewonnen; die heissen Dämpfe sind reich an Borsäure, welche beim Durchleiten durch Wasser von diesem absorbirt und daraus in perlmutterglänzenden Blättchen abgeschieden wird.

Anm. Wegen der Analogie der Constitution, wegen der oftmaligen isomorphen Vertretung von $Al^2O^3$ durch $B^2O^3$ und der Aehnlichkeit in Form und Spaltb. sollte man vermuthen, dass Sassolin mit Hydrargillit völlig isomorph sei.

**Gebrauch.** Zur Darstellung borsaurer Salze; als Löthrohr-Reagens (S. 320).

**Hydrargillit,** *G. Rose* (Gibbsit).

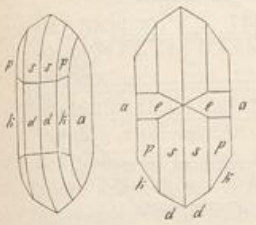
Monoklin nach *Des Cloizeaux* und *Brögger* (Z. f. Kryst. XVI. 1890. 16); $\beta = 85^{\circ}\ 29'$; A.-V. = 1,7089 : 1 : 1,9184. Gewöhnlich als kleine, scheinbar hexagonale Tafeln oder Säulen der Comb. 0P mit $\infty\breve{P}\infty$ und $\infty P$ (vorne $60^{\circ}\ 50'$); mehrfache Zwillingsbildungen. Auch kugelige und halbkugelige, radialfaserige, ganz wavellitähnliche, und körnigschuppige Aggregate. — Spaltb. basisch sehr vollk.; H. = 2,5...3; G. = 2,34...2,39; farblos, grünlichweiss bis lichtgrün, auch röthlichweiss und bläulichweiss, Perlmutterglanz auf 0P, ausserdem Glasglanz; durchscheinend; nach *Des Cloizeaux* fällt die spitze Bisectrix stets in das Klinopinakoid, aber die opt. Axenebene ist bald parallel dem letzteren, bald senkrecht darauf; Dispersion der Axen sehr stark. — Chem. Zus.: das Aluminiumhydroxyd $\mathbf{Al[OH]^3}$ oder $Al^2O^3.3H^2O$, mit 65,43 Thonerde und 34,57 Wasser, welches erst durch starkes Glühen völlig verschwindet. V. d. L. wird er weiss und undurchsichtig, blättert sich auf, leuchtet ausserordentlich stark, ohne jedoch zu schmelzen; mit Kobaltsolution schön blau; in heisser Salzsäure oder Schwefelsäure etwas schwierig löslich. — An der Schischimskaja und Nasimskaja Gora bei Slatoust im Ural, Arö im Langesund in Norwegen mit Natrolith, Villa-rica in Brasilien, Richmond und Lenox in Massachusetts, mehrorts in New-York, Unionville in Pennsylvanien auf Korund. — Hydrargillit spielt nach *M. Bauer* auch in dem Laterit genannten Verwitterungsproduct verschiedenartiger Gesteine der Tropen eine hervorragende Rolle.

Beauxit (Bauxit) nannte *Berthier* ein bei Beaux unweit Arles vorkommendes rothes oder braunes bolusähnliches Mineral, von dem gewisse Varietäten auf die Formel $Al^2O[OH]^4$ oder $Al^2O^3.2H^2O$ führen, doch mit Ersatz von $Al^2O^3$ durch viel $Fe^2O^3$, während andere Varr. ganz anders zusammengesetzt sind. Als B. hat man auch Substanzen aufgeführt, welche durch Eisenoxyd (z. Th. als solches vorhanden), durch Kieselsäure (bis 24 pCt.), Thon, Phosphorsäure, Kalk u. s. w. verunreinigter Hydrargillit sind; im Vogelsberg (aus Basalt entstanden), zwischen dem Wochein-See und Feistritz in Krain (Wocheinit), Canada, Arkansas. Aus den reinsten Varr. des B. werden sehr feuerfeste Schmelztiegel und Steine bereitet; auch dient er zur Darstellung von Aluminium und indirect von Aluminiumbronze (6 bis 10 Al und 94 bis 90 Cu.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Diaspor,** *Haüy.*

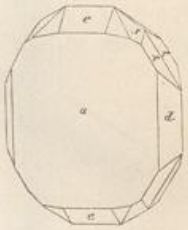
Rhombisch, nach *Dufrénoy* und *Kenngott* isomorph mit Goethit[1]), auch in gewissem Sinne mit Chrysoberyll (vgl. diesen). A.-V. = 0,4686 : 1 : 0,3019; breite Säulen mit vorherrschendem $\infty\breve{P}\infty$, dazu $\infty P$ 129° 47′, $\infty\breve{P}3$ u. a. Prismen, an den Enden durch die meist gekrümmten Flächen von P, $2\breve{P}2$ sowie $2\breve{P}\infty$ begrenzt; vgl. die erste Figur und Horizontalprojection eines Krystalls von Schemnitz. Die dritte Figur zeigt in anderer Stellung einen Krystall von Mramorskoi, in welchem ausser *a*, *d*, *s* und *e* auch $\frac{5}{2}\breve{P}5$ (*r*) und $2\breve{P}6$ (zwischen *e* und *s*) erscheint; die Winkel nach *v. Kokscharow*.





$\infty\breve{P}\infty . \infty P . \infty\breve{P}3 . P . 2\breve{P}2 . 2\breve{P}\infty$
*a* *d* *k* *s* *p* *e*

$s : s = 151^\circ 34'$ $p : p = 126^\circ 10'$
$s : d = 125\ 26$ $k : k = 70\ 51$
$d : d = 129\ 47$ $e : e = 117\ 45$



Gewöhnlich in dünnschaligen und breitstengeligen Aggregaten, auch in verworren fasrigen und blätterigen Aggregaten als Begleiter des Smirgels. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk., prismatisch minder vollk.; sehr spröd; H. = 6; G. = 3,3 ... 3,46; farblos, meist blassgelblich und blassgrünlich, auch violblau (äusserlich durch Eisenoxydhydrat gelblichbraun) gefärbt; sehr starker Perlmutterglanz auf $\infty\breve{P}\infty$; durchsichtig und durchscheinend, mit ausgezeichnetem Trichroismus; die optischen Axen liegen im Brachypinakoid und bilden einen sehr grossen Winkel; optisch positiv, $c = a$. — Chem. Zus.: das Aluminiumhydroxyd **AlO[OH]** oder $Al^2O^3.H^2O$, mit 85,02 Thonerde und 14,98 Wasser. Gibt erst beim Weissglühen den letzten Rest Wasser ab; einige Exemplare decrepitiren beim Erhitzen und zerfallen in kleine weisse glänzende Schuppen. Unschmelzbar, wird aber mit Kobaltsolution geglüht schön blau; Säuren sind ohne Einwirkung; erst nach starkem Glühen in Schwefelsäure löslich. — Mramorskoi bei Kossoibrod am Ural in Kalkstein, Schemnitz in dem steinmarkähnlichen Dillnit; im Dolomit von Campolongo bei Faido mit Korund, mit Cyanit am Greiner in Tirol, Horrsjöberg in Wermland; Ephesus in Kleinasien und auf Naxos als Begleiter des Smirgels, Chester in Massachusetts und Newlin bei Unionville in Pennsylvanien, hier mit Margarit; Rosita Hills in Colorado, mit Quarz gesteinsbildend.

**Manganit,** *Haidinger* (Graubraunsteinerz z. Th.).

Rhombisch, isomorph mit Goethit[2]); die Grundpyramide P (*p*) nur selten und sehr untergeordnet; die häufigste Pyramide ist die Makropyramide $\overline{P}2$ (*s*) mit den Polk. 154° 13′ und 116° 10′; seltener ist $\overline{P}3$ (*g*) mit den Polk. 162° 40′ und 115° 10′; andere einfache Formen sind $\infty P$ (*m*) 99° 40′, $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$ (*k*) 103° 23′, $\infty\breve{P}2$ (*l*) 118° 44′, $\infty\overline{P}2$ (*d*) 134° 14′, $2P$ (*v*), $2\breve{P}2$ (*n*), $\frac{6}{5}\breve{P}2$ (*x*); auch $0P$ (*c*), $\overline{P}\infty$ (*u*) 114° 19′, sowie $\infty\overline{P}\infty$ (*a*) sind häufige Formen. A.-V. = 0,8441 : 1 : 0,5448. An den ausgezeichneten Krystallen von Ilfeld unterscheidet *Groth* als Haupttypen der Ausbildung:

I. Langprismatische und dicke Krystalle, vorherrschend Prismen und Basis; die stumpfe Kante von $\infty P$ wird durch stark gestreifte Makroprismen zugeschärft, oben erscheint nur die stark glänzende und makrodiagonal gestreifte Basis, bisweilen durch sehr flache Makrodomen (etwa $\frac{1}{10}\overline{P}\infty$ und $\frac{1}{20}\overline{P}\infty$) ersetzt. Selten bilden

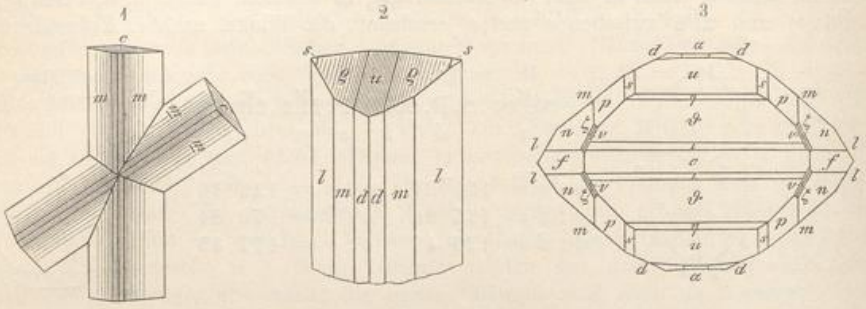
---

1) Da hier das Spaltungsprisma als Protoprisma gilt, so tritt allerdings in den beiderseitigen Zeichen der Krystallformen der Isomorphismus nicht so entschieden hervor. Nimmt man beim Diaspor $\infty P$ als $\infty\overline{P}2$, so wird sein A.-V. = 0,9372 : 1 : 0,6038 (vgl. Goethit, Manganit).

2) Nimmt man das Prisma $\infty\overline{P}2$ als $\infty P$, so ist der Manganit isomorph mit dem Diaspor.

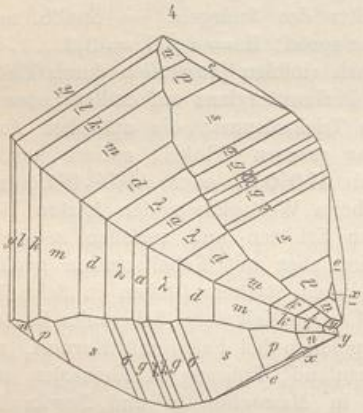
diese einfachen Formen Zwillinge nach dem Brachydoma $\breve{P}\infty$ (*e*), wobei zwei derselben schiefwinkelig völlig einander durchwachsen; die Verticalaxen bilden 122° 50′. — Fig. 1.

II. Langprismatische (10—15 Mm.) und dünne (2—3 Mm.) Krystalle, meist hell stahlgrau, vorherrschend Prismen ($\infty\breve{P}2$, $\infty P$, $\infty\overline{P}2$) mit Makropyramiden als Endigung, hauptsächlich $\overline{P}2$ (*s*), $\overline{P}5$ (*p*), $\overline{P}4$, $\overline{P}6$, auch $\overline{P}\infty$ (*u*). — Fig. 2. — Typus




I und II sind durch Uebergänge verbunden, indem zu den terminirenden $\overline{P}n$ des letzteren dann 0P und die $\frac{1}{m}\overline{P}\infty$ des ersteren treten.

III. Kurzprismatisch stark vertical gestreift, ziemlich flächenreich, herrschend 0P und flache Makrodomen; stets verzwillingt nach $\breve{P}\infty$ (*e*) zu zinnstein- oder rutilähnlichen Formen, meist mit mehrfach repetirter Zwillingsbildung in zickzackförmig gebrochenen Prismen. — Fig. 3 ist ein einfacher Krystall dieser Art auf 0P projicirt; $\gamma = \frac{1}{5}\overline{P}\infty$, $i = \frac{1}{15}\overline{P}\infty$, $\vartheta = \frac{2}{15}\overline{P}\infty$, $f = 2\overline{P}\infty$, $\nu = \overline{P}\frac{30}{17}$, $\zeta = \frac{4}{3}\breve{P}\frac{15}{8}$.




IV. Kurzprismatische, sehr flächenreiche Krystalle, mit vorherrschenden Makropyramiden, ebenfalls stets verzwillingt nach $\breve{P}\infty$. Fig. 4 stellt einen solchen Contactzwilling dar; in der sehr flächenreichen Prismenzone erscheinen noch $\infty\breve{P}3$ (*y*) und $\infty\breve{P}3$ (λ), in der Endigung $\overline{P}\frac{5}{2}$ (σ), $\overline{P}4$ (χ) und $\infty\breve{P}\frac{13}{12}$ (ϰ).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $m : m$ | = 99° 40′ | $g : g$ | = 162° 40′ | $n : l$ | = 141° 42′ |
| $l : m$ | = 160 46 | $n : n$ | = 132 50 | $x : n$ | = 165 32 |
| $v : m$ | = 149 52 | $d : d$ | = 134 14 | $x : l$ | = 127 16 |
| $u : s$ | = 167 6 | $n : f$ | = 156 25 | $p : p$ | = 120 54 |
| $u : p$ | = 174 44 | $e : e$ | = 122 50 | $s : s$ | = 154 13 |

Aufgewachsen und zu Drusen vereinigt, auch in radialstengeligen oder faserigen, seltener in körnigen Aggregaten. Sehr häufig in pseudomorphen Pyrolusit umgewandelt (S. 492). — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk., nach $\infty P$ weniger vollk., basisch unvollk.; etwas spröd; H. = 3,5...4; G. = 4,2...4,4 (im veränderten Zustande 4,5...4,8); dunkel stahlgrau bis fast eisenschwarz, oft bräunlichschwarz, bisweilen bunt angelaufen, Strich braun (im veränderten Zustande schwarz); unvollkommener aber starker Metallglanz, undurchsichtig, in feinsten Splitterchen durchscheinend und pleochroitisch zwischen rothbraun und gelbbraun. — Chem. Zus.: das Manganhydroxyd **MnO[OH]** oder $Mn^2O^3.H^2O$, also analog mit Diaspor und Goethit, mit 89,76 Manganoxyd und 10,24 Wasser; das Wasser entweicht erst bei Temperaturen über 200°. V. d. L. unschmelzbar; färbt Borax im Ox.-F. amethystroth; in conc. Salzsäure löslich

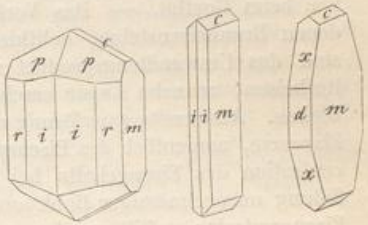
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

unter Entwickelung von Chlor, die braune Solution entwickelt beim Erwärmen Chlor und entfärbt sich; conc. Schwefelsäure löst ihn nur wenig und färbt sich gar nicht oder nur schwach roth. — Ilfeld am Harz, auf Gängen im Porphyrit mit Baryt und Kalkspath, Ilmenau und Oehrenstock am Thüringer Wald, Undenäs in Westgothland in Schweden, Christiansand in Norwegen.

**Gebrauch.** Der Manganit gestattet eine ähnliche Benutzung wie der Pyrolusit, welchem er jedoch da nachsteht, wo es sich um Darstellung von Sauerstoff oder Chlor handelt.

**Goethit,** *Len*: (Pyrrhosiderit).

Rhombisch, isomorph mit Manganit[1]); P (*p*) Polkk. 121° 5′ und 126° 18′, ∞P (*r*) 94° 53′, ∞P̄2 (*i*) 130° 40′, P̆∞ (*e*) 117° 30′, P̄∞ 113° 8′, ¼P̄∞ (*x*) 41° 30′; A.-V. = 0,9182 : 1 : 0,6061; gewöhnl. Comb. ∞P.∞P̄2.∞P̆∞.P.P̆∞, wie die erste Fig., säulenförmig und nadel- bis haarförmig; auch dünntafelartige und spiessige Lamellen (Goethit), wie die zwei letzten Figuren; Krystalle gewöhnlich klein, zu Drusen oder zu Büscheln verbunden; auch stengelige, faserige und schuppig-faserige Aggregate von nierförmigen und halbkugeligen Gestalten. — Spaltb. nach ∞P̆∞ sehr vollk.; Bruch der Aggregate radialfaserig. H. = 5…5,5; G. = 3,8…4,3; gelblichbraun, röthlichbraun bis schwärzlichbraun, Strich hoch gelblichbraun; kantendurchscheinend bis undurchsichtig, in dünnen Lamellen und feinen Nadeln hyacinthroth durchscheinend; nach *Pelikan* ist die opt. Axenebene für Roth ∞P̄∞, für Gelb und Grün 0P, die spitze negative Bisectrix für alle Farben senkrecht auf ∞P̆∞; Diamantglanz und Seidenglanz. — Chem. Zus.: das Eisenhydroxyd **FeO[OH]** oder $Fe^2O^3.H^2O$, mit 89,89 Eisenoxyd und 10,11 Wasser, meist ein wenig Fe durch Mn ersetzt (Manganit zugemischt), auch ist gewöhnlich etwas Kieselsäure vorhanden; gibt im Kolben Wasser und wird roth; wird v. d. L. im Ox.-F. braunroth, im Red.-F. schwarz und magnetisch; sehr schwer schmelzbar; mit Borax und Phosphorsalz die Reactionen des Eisens; in Salzsäure leicht und vollk. löslich, oft mit kleinem Rückstand von Kieselsäure. — Meist in Verbindung mit Brauneisen oder Rotheisen, doch nicht so häufig wie diese. Goethit kann sich, wie Pseudomorphosen erweisen, durch Wasserverlust in Rotheisen umwandeln. *v. Kobell* zeigte, dass das durch Umwandlung des Pyrits häufig entstandene dichte Eisenoxydhydrat vielfach die chem. Zus. des Goethits (nicht des Brauneisens) besitzt. Abarten sind:




a) Nadeleisen, nadelförmig krystallisirt, strahlig, haarförmig; Przibram, Lostwithiel in Cornwall; einzelne Nadeln oder Büschel im Amethyst von Oberstein, im Quarz der Wolfsinsel im Onega-See (sog. Onegit), in Kammern schwäbischer Ammoniten. Feinfaserige kastanienbraune bis ockergelbe Kugeln mit sammtähnlicher Oberfläche von Przibram heissen Sammtblende oder Przibramit.

b) Rubinglimmer, tafelförmige Blättchen und Schüppchen, diamantglänzend. — Eiserfeld und Hollerter Zug im Siegenschen, Raschau in Sachsen, Nadabula in Ungarn; als feine Einschlüsse in anderen Mineralien.

c) Lepidokrokit, röthlichbraune bis nelkenbraune, schuppig-faserig struirte Aggregate von halbkugeliger und traubiger Form und mit schimmerndem Bruch. — Sayn, Siegener Land, Easton in Pennsylvanien.

**Gebrauch.** Die derben, in grösseren Massen einbrechenden Varietäten des Goethits liefern wie auch der Lepidokrokit ein sehr brauchbares Eisenerz.

Ein Eisenhydroxyd mit nur 5 pCt. Wasser, also zwischen Goethit und Hämatit stehend, mit rothem Strich, ist *Breithaupt*'s sehr dunkelbrauner glaskopfähnlicher Hydrohämatit von mehren Eisensteingruben des Vogtlandes und Westerwaldes; ferner der dichte und derbe Turjit von den Turjinskischen Gruben bei Bogoslowsk am Ural.

---

1) Nimmt man auch hier das Prisma ∞P̄2 als ∞P, so ist ebenfalls der Goethit, wie zuerst *Dufrénoy* bemerkte, isomorph mit dem Diaspor. Ihren Dimensionen nach stehen sich alsdann Diaspor und Goethit näher als Goethit und Manganit.

**Brauneisenerz** oder Limonit, *Beudant* (Brauneisenstein).

Mikrokrystallinisch, kryptokrystallinisch; Krystallsystem rhombisch nach *Pelikan*; als feine faserige Individuen, vereinigt zu kugeligen, traubigen, nierförmigen und stalaktitischen, oft vielfach zusammengesetzten Aggregaten von radialfaseriger Textur, krummschaliger Structur, und glatter oder rauher Oberfläche; ferner dichte und erdige Varietäten, welche auch in mancherlei Aggregationsformen auftreten, als oolithisches Eisenerz und als sog. Bohnerz. H. = 5...5,5; G. = 3,4...3,95; nelkenbraun, bis gelblichbraun oder ockergelb einerseits, bis schwärzlichbraun anderseits; Strich gelblichbraun bis ockergelb; schwach seidenglänzend, schimmernd bis matt, undurchsichtig. — Chem. Zus.: ein Eisenhydroxyd $Fe^4O^3[OH]^6$ oder $2Fe^2O^3.3H^2O$, mit 85,56 Eisenoxyd und 14,44 Wasser, gewöhnlich mit etwas Kieselsäure und Thonerde; auch wird bisweilen mehr oder weniger Fe durch Mn vertreten. Chem. Verhalten im Allgemeinen wie beim Goethit. — Das Vorkommen ist theils lager- oder flötzartig (die verschiedenen Brauneisensteine, oolithische Varietäten, Raseneisen); gewisse dieser Erzlager sind das Umwandlungsproduct von Eisenspath (sog. Blau- und Schwarzerz) oder von Rotheisen; manche Lager erscheinen gerade auf der Grenze zwischen Kalkstein und Diabas. Anderseits gangförmig und zwar hier vorwiegend aus der Verwitterung anderer Eisenerze, namentlich des Eisenspaths und Pyrits hervorgegangen; trumartig durch Concentration des Eisengehalts bei der Zersetzung der Gebirgsgesteine. Auch als Ausfüllung unregelmässiger Hohlräume im Kalkstein. Ueberhaupt entsteht Limonit da, wo Eisenoxydsalze gefällt werden oder eisenhaltige Mineralien verwittern. Abarten sind:

a) Faseriges Brauneisenerz (brauner Glaskopf); in den manchfaltigsten traubigen, nierförmigen und stalaktitischen Gestalten als Ausfüllung von Hohlräumen und Geoden; stets faserig im Bruch; Oberfläche oft glänzend glatt und wegen grösseren Mangangehalts tief schwarz.

b) Stilpnosiderit (Eisenpecherz), derb, mit muscheligem glattem Bruch, spröd, mit starkem Fett- oder Pechglanz, in Folge eines Gehalts an Kieselsäure oder Phosphorsäure; schwärzlichbraun bis pechschwarz, manchmal schlackig aussehend. — Siegen, Westerwald, Czerhowitz in Böhmen. Nach *v. Kobell* kommen auch Abarten mit dem Wassergehalt des Goethits vor. — Hieran schliesst sich diejenige Var. der Raseneisensteine, die von *Werner* Wiesenerz genannt wurde, poröse, schwammartig durchlöcherte pechglänzende Massen. — Das sogen. Kupferpecherz, leberbraun bis kastanienbraun und fettglänzend mit muscheligem Bruch, auch in Pseudomorphosen nach Kupferkies und Fahlerz, scheint ein secundäres Gemenge von Eisenoxydhydrat mit dem Silicat Kupfergrün zu sein.

c) Dichtes Brauneisenerz, derb mit mattem oder nur wenig schimmerndem Bruch, oft reich an Thon (thoniges Br.). Gefüge-Abarten sind: Oolithisches Eisenerz, zusammengesetzt aus lauter kleinen rundlichen schiesspulverähnlichen Körperchen, welche bisweilen Theile von Organismenresten (Bryozoen, Foraminiferen, Conchylien, Algenröhrchen) oder Quarzkörnchen enthalten. Lager in der Juraformation in Württemberg, Lothringen und Luxemburg (Minette genannt); Kressenberg und Sonthofen in Bayern. — Bohnerz, erbsengrosse und dickere pisolithähnliche Kugeln, schalig zusammengesetzt und oft durch ein Bindemittel verkittet, wahrscheinlich anfangs dem Erbsenstein ähnlich gebildete Quellenabsätze von $FeCO^3$, in Thalgründen und Schluchten namentlich des weissen Jura; Kandern und Mühlheim in Baden, Frohnstetten und Tuttlingen in Württemberg, schweizer Jura, Franche Comté. In manchen findet sich ein kleiner Gehalt an Vanadinsäure und Phosphorsäure, von Chrom, Titan, Arsen. Ein Theil gibt mit Säuren Kieselsäuregallert und nähert sich dem Chamosit. — Eisennieren, sphäroidische Concretionen im Sand und Thon (Adler- oder Klappersteine mit innerem losen Kern). — Compact dicht sind auch die Umwandlungspseudomorphosen von Brauneisen nach Eisenspath, Pyrit, Magnetit, Magnetkies, Kalkspath, Skorodit; aber auch eisenhaltige Silicate, wie Olivin, Augite, Hornblenden, Granat, Liëvrit, liefern bei der Verwitterung an Br. reiche Pseudomorphosen.

d) Erdiges oder ockeriges Brauneisenerz, aus locker verbundenen erdigen Theilen, gelblichbraun bis ockergelb, oft abfärbend, meist stark mit Thon vermengt. Hierher gehört auch der grösste Theil des Raseneisensteins (Morasterz, Sumpferz), Knollen, Klumpen und zusammenhängende Lagen, deren Bildung wie die des Wiesenerzes noch gegenwärtig fortgeht; unter Wiesen und Moorgrund in der Lausitz, Niederschlesien, Mark Brandenburg, Mecklenburg, Pommern, Preussen, Polen, Litthauen, Russland; sie sind nicht nur durch Sand verunreinigt, sondern enthalten auch chemisch gebundene Kieselsäure, Phosphorsäure, sowie aus dem Pflanzenreich stammende Beimengungen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(Quellerz wegen des Gehalts an Quellsatzsäure). — Erdig ist auch das auf dem Grunde von Seen Skandinaviens sich als ockeriger Schlamm absetzende Seeerz (vgl. S. 363). — Fein vertheiltes erdiges Br. färbt Sand, Gerölle, Thon, Kalksteine, viele zersetzte Silicatgesteine gelblich oder bräunlich. Ortstein ist ein Sand, der mehr oder weniger durch erdiges Br. gebunden ist.

Anm. Ein Gemenge von Eisenhydroxyd, Manganhydroxyd und Thon ist die leberbraune bis kastanienbraune sehr feinerdige cyprische Umbra, die stark an der Zunge klebt, im Wasser sehr lebhaft Luftblasen entwickelt und als braune Farbe dient (was jedoch unter dem Namen kölnische Umbra in den Handel kommt, ist eine aus Braunkohle bereitete Farbe). Ferner der ähnliche aber manganfreie bräunlichgelbe Hypoxanthit oder die Terra di Siena, die ebenfalls im rohen und im nussbraun gebrannten Zustande als Malerfarbe benutzt wird.

**Gebrauch.** Aus allen Varietäten des Brauneisenerzes wird Eisen gewonnen, für dessen Production dieselben, bei der Häufigkeit ihres Vorkommens, sehr wichtig sind. Nach der Einführung des *Thomas-Gilchrist*'schen Verfahrens zur Entfernung des Phosphorgehalts werden auch die denselben aufweisenden Raseneisensteine in grösserem Massstabe verhüttet. Die ockerige Varietät wird auch als gelbe und, nach vorheriger Glühung, als rothe Farbe benutzt.

Der Xanthosiderit (faseriger Gelbeisenstein) von Ilmenau, in radialfaserigen Aggregaten von goldig-gelbbrauner bis braunrother Farbe, gilt als das noch wasserreichere, gewissen Beauxiten entsprechende Eisenhydroxyd $Fe^2O[OH]^4$ oder $Fe^2O^3.2H^2O$ mit 18,88 pCt. Wasser; auch mehr ockerig bei Goslar und Elbingerode. — Hier würde sich auch der derbe, bläulich- bis violettschwarze Winklerit von Oria bei Almeria in der spanischen Sierra Almahilla anreihen, der nach Abzug etlicher Verunreinigungen $(Co,Ni)^2O[OH]^4$ zu sein scheint.

## 3. Von Bioxyden.

**Opal,** *Plinius.*

Amorph; gewöhnlich derb und eingesprengt, in Trümern und Knollen; freie Formen sind traubig, nierförmig, stalaktitisch; auch als versteinertes Holz; Pseudomorphosen nach Calcit, Augit und Feldspath, auch nach Schwefel (Australien); Bruch muschelig bis uneben; spröd; H. = 5,5...6,5; G. = 1,9...2,3; farblos, gewöhnlich gefärbt; Glas- und Fettglanz; pellucid in allen Graden, einige Varr. mit schönem Farbenspiel; im normalen Zustande isotrop, $n$ circa 1,45. — Chem. Zus.: wesentlich amorphe Kieselsäure, gewöhnlich mit 3 bis 13 pCt. Wasser; der Wassergehalt ist aber weder für dieselbe Varietät noch an demselben Ort constant; der dem Hyalit ganz ähnliche sog. Wasseropal von Pfaffenreith bei Passau soll nach *Schmitz* fast 35 pCt. Wasser enthalten. Als Beimengungen erscheinen namentlich Eisenoxyd, in geringerer Menge Kalk, Magnesia, Thonerde und Alkalien. Im Kolben gibt er Wasser; v. d. L. zerknistern die meisten Opale, sie sind unschmelzbar und verhalten sich überhaupt wie Kieselsäure; von heisser Kalilauge werden sie fast gänzlich aufgelöst; übrigens scheint nicht einmal das Wasser wesentlich zu sein, wie denn überhaupt der Opal wohl nur als eine durch Zersetzung von Silicaten natürlich gebildete und allmählich erstarrte Kieselgallert zu betrachten ist, welche bald mehr bald weniger, und bisweilen fast gar kein Wasser behalten hat. Die wichtigsten Varr. sind:

Hyalit (Glasopal); kleintraubig und nierförmig, meist als Ueberzug, wasserhell, durchsichtig, stark glasglänzend; zeigt oft kräftige Doppelbrechung in Folge der beim Eintrocknen entstandenen Spannungen; kleine Halbkugeln ergeben ein schwarzes Kreuz von negativem Charakter. G. = 2,15...2,18; hält 3 pCt. Wasser. — Waltsch in Böhmen, Kaiserstuhl; als jugendliche Bildung sogar auf Gestein aufsitzende Flechten überkrustend.

Perlsinter (Fiorit), ähnliche Formen, aber weiss, nur durchscheinend und schwach perlmutterglänzend; führt ca. 3 pCt. Wasser mit etwas $SiF^4$. — Santa Fiora in Toscana.

Kieselsinter (Geyserit), traubig, nierförmig, stalaktitisch, als Incrustat von Vegetabilien, auch in compacten Lagen; graulich-, gelblich- und röthlichweiss bis grau, kantendurchscheinend bis undurchsichtig, wenig glänzend oder matt; hält 3 bis 10 pCt. Wasser. — Island, Kamtschatka, Neuseeland, Nordamerika, als Absatz heisser Quellen. Die mehr lockeren Varr. bilden den Kieseltuff.

Kascholong; traubig, nierförmig, als Ueberzug, derb; porzellanähnlich, gelblichweiss, matt, undurchsichtig, hält nur 3,5 Wasser. — Färöer, Island.

Edler Opal; derb, eingesprengt, in Trümern, bläulich- und gelblichweiss, glänzend, halbdurchsichtig oder durchscheinend, mit buntem Farbenspiel (S. 258); nach *Behrens* zeigen

alle edlen Opale zweiaxige Doppelbrechung. — Czerwenitza in Ungarn, auf Klüften trachytischer Tuffe, Hacienda Esperanza in Queretaro, Mexico; White Cliffs in Neusüdwales.

Feueropal; derb, eingesprengt, in Trümern, hyacinthroth, honiggelb bis weingelb, stark glänzend, durchsichtig. — Zimapan, Telkibánya, Washington Co. in Georgia, Färöer.

Gemeiner Opal; derb, eingesprengt, in Trümern; verschiedentlich weiss, gelb, grau, grün, roth und braun; fettglänzend, halbdurchsichtig bis durchscheinend. — Freiberg, Schneeberg, Eibenstock, Hubertusburg, Kosemütz, Tokaj, Telkibánya, Eperies.

Hydrophan; ist theils edler, theils gemeiner Opal, welcher seinen Wassergehalt grossentheils und damit sein Farbenspiel, seinen Glanz und seine Durchscheinenheit verloren hat, welche Eigenschaften er im Wasser unter Ausstossen von Luftblasen vorübergehend wieder erlangt; haftet stark an der Zunge. — Hubertusburg in Sachsen.

Halbopal; derb, eingesprengt, in Trümern, Lagen und schmalen Schichten; auch als versteinertes Holz namentlich der Tertiärformation (Holzopal) mit deutlicher Holzstructur; verschiedene weisse, graue, gelbe, rothe, braune bis schwarze Farben; schwach fettglänzend bis schimmernd; durchscheinend bis undurchsichtig.

Jaspopal (Eisenopal, Opaljaspis); derb und eingesprengt, blut- und ziegelroth, röthlichbraun, leberbraun, ockergelb; fettglänzend, undurchsichtig (G. bis 2,5), hält viel Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat, in manchen Varr. bis zu 40 pCt. und darüber.

Menilit; als knollige Concretionen, auch in Lagen und schmalen Schichten, kastanien- bis leberbraun oder gelblichgrau; wenig glänzend bis matt, undurchsichtig. — Menilmontant bei Paris in Klebschiefer; Nikolschitz und Weisskirchen in Mähren.

Schwimmkiesel; knollige Massen, sehr porös, daher leicht. — St. Ouen bei Paris.

Forcherit; ein mit Schwefelarsen imprägnirter, und daher pomeranzgelb gefärbter Opal von Knittelfeld in Steiermark; auch am Schöninger im südl. Böhmerwald.

**Gebrauch.** Der edle Opal liefert einen sehr geschätzten Edelstein, der als Ring- und Nadelstein und zu mancherlei anderen Schmucksachen benutzt wird. Eine ähnliche Benutzung findet auch statt für den Feueropal, gemeinen Opal, Halbopal, Hydrophan und Kascholong.

Anhangsweise sind noch hierher der Polirschiefer, der Tripel und die Kieselguhr zu stellen, welche mehr oder weniger aus Kieselpanzern von Diatomeen bestehen, und daher eigentlich mehr als Fossilien, denn als Mineralien zu betrachten sind, aber chemisch ebenfalls aus amorpher wasserhaltiger Kieselsäure gebildet werden. Hierher gehört auch der kaolinähnliche Randanit von Ceyssat in der Auvergne.

**Gebrauch.** Der Tripel und Polirschiefer werden vielfältig als Polir- und Schleifmaterial benutzt; die Kieselguhr gestattet denselben Gebrauch und ist auch zuweilen aus Noth statt Mehl dem Brot zugesetzt worden, wie denn die Diatomeen-Erden von manchen Völkern gegessen werden. Dient auch als Substrat für das Nitroglycerin bei der Dynamitfabrikation.

Der Alumocalcit *Kersten*'s kann wohl nur als ein noch nicht ganz erhärteter, also unreifer Opal gelten; eingesprengt und in Trümern, Bruch muschelig; H. nur 1...2; milch- und gelblichweiss, sehr leicht zersprengbar; hält 86,6 Kieselsäure, 6,25 Kalk, 2,23 Thonerde, 4 Wasser. — Eibenstock; bei Rezbánya bläulichgrün und himmelblau.

## 4. Von Verbindungen mehrer Oxyde.

**Völknerit,** *Hermann* (Hydrotalkit, *Hochstetter*).

Hexagonal; tafelförmige Krystalle, gewöhnlich in krummblätterigen oder fast flaserigen Aggregaten; Spaltb. basisch sehr vollk., prismatisch unvollk.; mild, etwas biegsam und fettig anzufühlen; H. = 2; G. = 2,04...2,09; weiss, perlmutterglänzend, durchscheinend, wenigstens in dünnen Splittern. — Chem. Zus. wechselnd, hauptsächlich bestehend aus Magnesia (36 bis 38), aus Thonerde (12 bis 19), aus Wasser (33 bis 42) und aus einer sehr variabeln Quantität von Kohlensäure (2,6 bis 10,5 pCt.); gilt letztere als secundär aufgenommen, so könnte die übrige Substanz die Formel $Al[OH]^3.3Mg[OH]^2+3H^2O$ erhalten, doch ist sie wahrscheinlich ein Gemenge von Brucit und Hydrargillit und überhaupt ein Umwandlungsproduct von Spinell. V. d. L. in der Zange blättert er sich etwas auf, und leuchtet stark, ohne jedoch zu schmelzen; mit Kobaltsol. wird er schwach rosenroth; in Säuren löslich unter Entwickelung von etwas Kohlensäure. — Im Schischimskischen Gebirge bei Slatoust (Völknerit); Snarum in Norwegen im Serpentin (Hydrotalkit mit 7 pCt. Eisenoxydul). — Houghit, im körnigen Kalk bei Sommerville, New-York, ist ein dem Völknerit ähnliches Umwandlungsproduct von Spinell.

Der Pyroaurit (*Igelström*), goldfarbige hexagonale Blättchen und Tafeln (das dihexagonale Prisma $\infty P\frac{3}{2}$ pyramidal hemiëdrisch) von Långban in Wermland scheint ganz analog dem Völknerit zusammengesetzt, nur ist alle Thonerde durch Eisenoxyd vertreten; auch von

der Mossgrube in Nordmarken und im Serpentin der Insel Haaf-Grunay in Schottland. Der blassblaue Namaqualith enthält in ähnlicher Weise Cu statt Mg.

**Kupfermanganerz,** *Breithaupt.*

Amorph; traubig, stalaktitisch, derb. H. = 3,5; G. = 3,1...3,2; bräunlichschwarz, Strich gleichfarbig, fettglänzend. — Chem. Zus. sehr complicirt und wohl nicht ganz beständig, jedoch in der Hauptsache durch die empirische Formel $2RO.2MnO^2+3H^2O$ darstellbar, in welcher RO wesentlich CuO und MnO bedeutet, wozu kleine Mengen von Kalk und Baryt treten. Der Wassergehalt beträgt 15 bis 18 pCt., der an Kupferoxyd fast eben so viel, der an Manganoxydul etwa 5 pCt. Ist vielleicht ein Gemenge. *Groth* betrachtet es als ein wasserhaltiges manganigsaures Salz von CuO und MnO. In Salzsäure löslich unter Entwickelung von Chlor. — Kamsdorf bei Saalfeld und Schlaggenwald.

**Kupferschwärze,** *Werner.*

Amorph; traubig, derb und als Ueberzug, Pseudomorphosen nach Rothkupfer und Kupferglanz; Bruch erdig, sehr weich bis zerreiblich; bräunlichschwarz und bläulichschwarz, matt, im Strich etwas glänzend. — Chem. Zus. der Var. von Lauterberg nach *Dumenil*: 30,05 Manganoxyd, 29,0 Eisenoxyd, 11,5 Kupferoxyd und 29,45 Wasser; ist wahrscheinlich ein Gemenge verschiedener Hydroxyde; gibt v. d. L. ein Kupferkorn; in Säuren leicht löslich. — Lauterberg am Harz, Freiberg, Siegen, Oravicza. — Der bläulichschwarze, derbe Pelokonit von Remolinos in Chile steht der Kupferschwärze oder dem Kupfermanganerz sehr nahe.

## Psilomelan, *Haidinger* (Hartmanganerz, Schwarzer Glaskopf).

In traubigen, glaskopfähnlichen und stalaktitischen Formen von glatter oder rauher und gekörnter Oberfläche und vielfach schaliger Zusammensetzung; bisweilen mit Spuren von Fasertextur, oft aber auch ganz dicht mit glattem schimmerndem bis mattem Bruch, wie amorph erscheinend; Pseudomorphosen nach Kalkspath, Flussspath und Würfelerz. — H. = 5,5...6; G. = 4,13...4,33; eisenschwarz bis bläulichschwarz, Strich bräunlichschwarz; im Strich glänzend. — Chem. Zus. schwankend und nicht unter eine gemeinsame Formel zu bringen; wesentlich eine Verbindung, welche vorwiegend $MnO^2$, daneben MnO enthält, mit 1—6 pCt. Wasser; ein oft beträchtlicher Theil des MnO ist aber bald durch BaO (6—17 pCt.), bald durch $K^2O$ (3—5 pCt.) vertreten, vielfach sind auch kleine Mengen von CaO, CoO, CuO, $Al^2O^3$, $SiO^2$ vorhanden. In der Hauptsubstanz hat man auch manganigsaures Manganoxydul gesehen. Nach *v. Kobell* enthalten einige Varietäten etwas Lithion, was sich durch die carminrothe Färbung der blauen Löthrohrflamme zu erkennen gibt; *Sandberger* gewahrte bei einer Var. aus Nevada so deutliche Reaction auf Thallium, dass ein Gehalt von mehren Procenten wahrscheinlich ist. Im Kolben gibt er Wasser; v. d. L. zerknistert er und färbt die Flamme zuletzt grün oder violett, je nachdem Baryt oder Kali vorhanden ist; sehr schwer schmelzbar, verhält sich ausserdem wie Manganoxyd; conc. Schwefelsäure wird von dem Pulver roth gefärbt; in Salzsäure unter starker Chlorentwickelung ziemlich leicht löslich; die Sol. der barythaltigen Varr. gibt mit Schwefelsäure einen starken weissen Niederschlag. Einige Varietäten z. B. von Elgersburg, Ilmenau liessen keinen Wassergehalt erkennen. — Auf Hohlräumen in Roth- und Brauneisenstein, auf Gangklüften im Porphyr: Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Ilmenau, Elgersburg in schaligen Abwechslungen mit Pyrolusit, Ilfeld mit Baryt und Kalkspath, Siegen, Horhausen, Romanèche in Frankreich und viele a. O.

Lithionhaltiger (1 bis 1,5 pCt.) Psilomelan oder ein Umwandlungsproduct desselben mit 11,28 Thonerde, 13 bis 15 pCt. Wasser wurde Lithiophorit genannt; nach *Frenzel* auf Eisenerzgängen bei Breitenbrunn, Eibenstock, Schwarzenberg, Johanngeorgenstadt, Schneeberg, Saalfeld, Rengersdorf bei Görlitz (sog. Kakochlor).

## Wad, *Kirwan.*

Als Ueberzug, knollig, stalaktitisch, staudenförmig, aus feinschuppigen, schaumähnlichen oder höchst feinerdigen Theilen bestehend; oft krummschalig abgesondert; Bruch muschelig bis eben im Grossen, zartschuppig, feinerdig im Kleinen; sehr weich

und mild (nur gewisse Varietäten haben H. = 3 und sind spröd); scheinbar sehr leicht und schwimmend, was jedoch nur in der lockeren und porösen Textur begründet ist, wahres sp. G. = 2,3 ... 3,7; nelkenbraun bis bräunlichschwarz; schwach halbmetallisch glänzend, schimmernd bis matt; durch Berührung und im Strich glänzender werdend; abfärbend. — Chem. Zus. sehr unbestimmt und schwankend, doch in der Hauptsache Mangansuperoxyd mit Manganoxydul und mehr Wasser als der Psilomelan (10 bis 15 pCt.); auch hier wiederholt sich ein geringer Gehalt an Baryt oder Kali; ferner kleine Mengen von Eisenoxyd und Kieselsäure. V. d. L. wesentlich wie Manganoxyd. — Elbingerode und Iberg am Harz, Kemlas und Arzberg in Franken, Siegen, Nassau, Devonshire und Derbyshire, Groroi im Dép. der Mayenne (sog. Groroilith); vielfach aus der Verwitterung von manganhaltigem Eisenspath hervorgegangen. Ein grosser Theil der Dendriten ist wohl zum Wad zu stellen.

**Kobaltmanganerz** oder Asbolan, *Breithaupt* (schwarzer Erdkobalt).

Amorph; traubig, nierförmig, stalaktitisch, als Ueberzug, derb und eingesprengt; sehr mild, beinahe schon geschmeidig; H. = 1 ... 1,5; G. = 2,1 ... 2,2; bläulichschwarz, abfärbend, schimmernd bis matt, im Strich etwas glänzend. — Chem. Zus. nach *Rammelsberg* darstellbar durch die Formel: $RO.2MnO^2 + 4H^2O$, in welcher RO vorwaltend CoO und CuO bedeutet (indem die 4 pCt. Eisenoxyd als beigemengt anzusehen sind), auch kleine Quantitäten von Baryt und Kali; der Wassergehalt beträgt 21, der an Kobaltoxydul 19 bis 20 pCt. Auf Kohle schmilzt es nicht; mit Borax im Ox.-F. dunkelviolett, im Red.-F. smalteblau; in Salzsäure unter Chlorentwickelung löslich; die grünlichblaue Solution wird durch Verdünnung mit Wasser roth. — Kamsdorf, Saalfeld, Glücksbrunn, Riechelsdorf, Foel Hiraddug-Mine in Flintshire.

**Gebrauch.** Dient mit anderen Kobalterzen zur Blaufarbenfabrikation.

Heterogenit von der Grube Wolfgang Maassen bei Schneeberg ist zufolge *Frenzel* ein ähnliches bräunlichschwarzes amorphes Mineral, bestehend vorwaltend aus wasserhaltigem Kobaltoxyduloxyd ($CoO.2Co^2O^3 + 6H^2O$), vermengt mit Kalk und kieselsaurem Eisenoxyd; wahrscheinlich ein Zersetzungsproduct von Speiskobalt.

Was der thüringer Bergmann als braunen und gelben Erdkobalt bezeichnet (erdige, weiche leberbraune bis strohgelbe Partieen und als Ueberzug, Zersetzungsproduct anderer Kobalterze), gehört nicht zu den Hydroxyden, sondern zu den Arsenaten, indem diese Substanzen Gemenge von wasserhaltigem arsensaurem Eisenoxyd, Kobaltoxyd und Kalk darstellen. Mit Speiskobalt, Kobaltblüthe, Kobaltbeschlag u. s. w. bei Kamsdorf und Saalfeld in Thüringen, Riechelsdorf in Hessen, Allemont im Dauphiné.

**Heubachit,** *Sandberger.*

Rusähnliche Anflüge, auch wohl als Dendriten und kleinkugelige Aggregate, welche Klüfte von Baryt überziehen. H. = 2,5; G. = 3,44; tiefschwarz, im Strich mit halbmetallischem Glanz. Nach der Analyse ein etwas Eisen- und Manganoxyd haltiges Kobaltnickeloxydhydrat vielleicht von der Formel $3(Co, Ni, Fe, Mn)^2O^3 + 4H^2O$; unschmelzbar v. d. L.; löslich in conc. Salzsäure unter starker Chlorentwickelung mit intensiv blaugrüner Farbe, welche beim Verdünnen mit Wasser ins Rosenrothe übergeht. Heubach und Alpirsbach im Schwarzwald.

**Rhabdionit,** *v. Kobell.*

Stalaktitisch, sehr weich, abfärbend; G. = 2,80; mattglänzend, von schwarzer Farbe mit dunkelbraunem Strich. Die Analyse ergab 45,0 $Fe^2O^3$, 13,0 $Mn^2O^3$, 1,4 $Al^2O^3$, 14,0 CuO, 7MnO, 5,4 CoO, 13,5 $H^2O$, was auf die Formel $RO.R^2O^3 + 2H^2O$ führt, worin RO = CuO, MnO, CoO und $R^2O^3 = Fe^2O^3$, $Mn^2O^3$, $Al^2O^3$. Löslich in Salzsäure unter Entwickelung von Chlor zu smaragdgrüner Solution. — Nischne Tagilsk.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## Vierte Classe: Haloidsalze.

Mineralien von meist sehr geringer Härte (selten bis 4), durchsichtig bis durchscheinend, meist an sich farblos oder von blassen Farben, mit nicht-metallischem Habitus; zum Theil löslich in Wasser.

### I. Einfache Haloidsalze.

#### 1. Wasserfreie.

**Steinsalz** (Kochsalz, Seesalz); Halit.

Regulär; fast immer $\infty O\infty$, selten mit $O$, $\infty O$ (Krystalle aus den Natronseen Aegyptens), $\infty O2$ (Krystalle von Starunia in Galizien); Krystalle finden sich in Drusen, wo durch Eindringen von Wasser in Salzlager eine Umkrystallisirung stattfand, auch bisweilen im Schlamm von Salzseen und im Thon. Die relativ rasch künstlich durch Abdampfen gewonnenen Krystalle zeigen die treppenförmig eingetiefte Skelettbildung wie Fig. 288, S. 148. Meist in körnigen, seltener faserigen Aggregaten, welche letzteren in trümer- und plattenförmigen Gestalten auftreten. An Spaltungsstücken von Stassfurt beobachtete *Brauns* eingeschaltete parallele Lamellen, entsprechend einer Zwillingsbildung nach dem Pyramidenoktaëder $20$. — Spaltb. hexaëdrisch sehr vollk., Bruch muschelig; über die Schlagfigur s. S. 190, die Härtecurve S. 202, die Aetzeindrücke Fig. 302 auf S. 195. Vielfach reich an mikrosk. Flüssigkeitseinschlüssen; H. = 2; G. = 2,1 ... 2,2, ganz rein 2,167 bei 17°. Farblos, aber oft roth (durch eingemengtes pulveriges Eisenoxyd), gelb, grau, selten blau oder grün gefärbt; die blaue und violette Farbe schwindet durch Glühen und beruht wohl auf der Gegenwart bituminöser Substanz; Glasglanz, pellucid; $n = 1{,}5442$ (Natriumflamme); Geschmack rein salzig; diatherman in höherem Grade, als irgend ein anderer Körper. — Chem. Zus. im reinsten Zustand **Na Cl**, mit 39,40 Natrium und 60,60 Chlor; oft mehr oder weniger durch beigemengte Salze (Chlorcalcium, Chlormagnesium, Calciumsulfat) verunreinigt; das in Vulkanen und Lavaströmen durch Sublimation gebildete Salz enthält nach *G. Bischof* immer viel Chlorkalium. Oft mechanisch vermengt mit Thon, Anhydrit, Bitumen. Im Wasser leicht löslich (1 Th. Salz in ca. 2,8 Th. Wasser) und zwar im warmen nicht besser als im kalten, in feuchter Luft zerfliesst es nur allmählich; im Kolben zerknistert es (einige Varr. auch bei der Auflösung im Wasser, in Folge des Entweichens mechanisch eingeschlossener verdichteter Gase, sog. Knistersalz, s. S. 166); auf Kohle schmilzt es und verdampft in sehr starker Hitze; im Platindraht geschmolzen färbt es die Flamme röthlichgelb und, nach Zusatz von etwas Phosphorsalz mit Kupferoxyd, schön blau. — Das Steinsalz bildet einestheils, als Absatz aus vormaligen Salzwasserbecken, mit Salzthon, Anhydrit und Gyps mächtige Lager und Stöcke in vielen Formationen, namentlich in der Dyas, Trias und im Tertiär, anderentheils Efflorescenzen der Erdoberfläche, welche oft weite Landstriche überziehen (Steppen am Kaspisee, mehre Wüsten Afrikas, Chile); auch als Sublimat in den Klüften mancher Lavaströme, sowie an den Kraterwänden von Vulkanen. Aufgelöst kommt es in Quellen, in manchen Landseen (Südrussland, Todtes Meer, Utah) und im Meere vor, aus welchen letzteren es als Seesalz und Meersalz gewonnen wird.

**Gebrauch.** Bekannt ist die allgemeine Benutzung des Kochsalzes als Würze der Speisen, zum Einsalzen von Fleisch und Fischen, als Viehsalz und Düngmittel. Man benutzt es ferner zur Darstellung der Salzsäure, des Salmiaks, als Arzneimittel, als Zuschlag bei vielen metallurgischen Arbeiten, bei der Glas- und Seifenfabrikation, zu Glasuren und mancherlei anderen technischen Zwecken; in Nordafrika sogar als Baumaterial.

Huantajayit sind wasserhelle kleine Hexaëder und zarte Rinden von Huantajaya in Peru, welche aus 89 Chlornatrium und 3 bis 11 pCt. Chlorsilber bestehen und auf ockerigem Gestein mit Chlorsilber und Chlorbromsilber vorkommen; die Substanz zersetzt sich in Wasser unter Abscheidung des Chlorsilbers, daher der einheimische Name Lechedor, milchgebend.

**Sylvin,** *Beudant*; Hövelit, Leopoldit.

Regulär, sehr ähnlich dem Steinsalz, aber plagiëdrisch-hemiëdrisch nach *Brauns* auf Grund der Aetzfiguren und der Schlagfigur (S. 195 und 192); bei Stassfurt $\infty O\infty$ und O, allein, oder namentlich häufig in Combinationen; auch körnige Massen, aus denen sich bei Kalusz nach *Tschermak* Krystalle mit Tetrakishexaëdern, Ikositetraëdern, Triakisoktaëdern und Hexakisoktaëdern herauslösen lassen. — Spaltb., Bruch, auch das diathermane Verhalten wie beim Steinsalz; $n = 1{,}4903$; H. = 2; G. = 1,9...2, ganz rein 1,989. Im reinen Zustand farblos. Geschmack bitterlich salzig. — Chem. Zus.: **KCl**, mit 52,46 Kalium und 47,54 Chlor, vielfach etwas chlornatriumhaltig. Leicht löslich in Wasser, v. d. L. leicht schmelzbar, die Flamme violett färbend. — Im Hangenden der Salzlagerstätten von Stassfurt, Leopoldshall und benachbarter Orte (oft röthlich gefärbt), bei Kalusz in Galizien, oft mit blauen Steinsalzkörnern, nach *Tschermak* aus Carnallit durch Herauslösung des Chlormagnesiums entstanden. Als vulkanisches Sublimat am Vesuv. — Sylvinit oder Hartsalz ist ein Gemenge von Sylvin und Steinsalz.

**Gebrauch.** Wichtig zur Darstellung von Kaliumsalzen.

**Salmiak** (Chlorammonium).

Regulär, aber plagiëdrisch-hemiëdrisch nach *Tschermak*, welcher an künstlichen Ikositetraëdern $2O2$ eine schiefe Abstumpfung der über O gelegenen Kanten durch ein Pentagonal-Ikositetraëder (wahrscheinlich den Hälftflächner von $\frac{8}{5}O\frac{8}{7}$) wahrnahm, auch durch den Verlauf einer zarten Riefung auf $2O2$, sowie durch die Form und Richtung der Aetzfiguren diese damals nur theoretisch bekannte Hemiëdrie nachwies. Sonst scheinbar holoëdrisch mit O und $3O3$, sowie anderen $mOm$, auch Combinationen mit $\infty O\infty$, $\infty O$ und $3O3$; Formen manchmal verzerrt, indem $3O3$ durch Verlängerung einer Hauptaxe scheinbar als ditetragonale Pyramide oder durch Verlängerung nach einer trigonalen Zwischenaxe als anscheinend rhomboëdrische Comb. ausgebildet ist. Zwillinge nach O. In Krusten, Stalaktiten, und als erdiger und mehliger Beschlag. — Spaltb. oktaëdrisch unvollk., Bruch muschelig; mild und zäh; H. = 1,5...2; G. = 1,5...1,6. Farblos, doch oft gelb (durch Eisenchlorid) und selbst braun gefärbt; Geschmack stechend salzig. — Im reinen Zustand Chlorammonium, $[NH^4]Cl$, mit 66,26 Chlor, 26,25 Stickstoff, 7,49 Wasserstoff; im Wasser leicht löslich; im Kolben vollständig zu verflüchtigen, mit Soda starken Ammoniakgeruch entwickelnd. — Auf Klüften und Spalten vulkanischer Kratere und mancher Lavaströme, Vesuv, Solfatara, Aetna; in Brandfeldern und brennenden Halden mancher Steinkohlengebirge (Duttweiler, Oberhausen unweit Ruhrort, Hänichen bei Dresden). In Guano der Chincha-Inseln.

**Gebrauch.** Beim Verzinnen und Löthen der Metalle, zum Schmelzen des Goldes, zur Bereitung des Königswassers und Ammoniaks, als Beize des Schnupftabaks, in der Färberei und als Arzneimittel.

**Chlorsilber** oder Kerargyrit (Silberhornerz, Hornsilber).

Regulär, meist $\infty O\infty$, die Krystalle klein und sehr klein, meist reihenförmig und treppenförmig gruppirt, auch in Drusenhäute und wachsähnliche Krusten vereinigt; derb und eingesprengt; Pseudomorphosen nach Pyrargyrit. — Spaltb. fehlt, Bruch muschelig; geschmeidig; H. = 1...1,5; G. = 5,58...5,60; grau, bläulich, grünlich; diamantartiger Fettglanz, durchscheinend; $n = 2{,}071$ für Natriumlicht. — Chem. Zus.: **AgCl**, mit 75,27 Silber und 24,73 Chlor, doch gewöhnlich durch Eisenoxyd u. a. Stoffe verunreinigt; schmilzt v. d. L. unter Aufkochen zu einer grauen, braunen oder schwarzen Perle, welche sich im Red.-F. mit Soda schnell zu Silber reducirt; färbt mit Kupferoxyd die Flamme schön blau; von Säuren kaum angegriffen, in Ammoniak langsam löslich. — Als Umwandlungsproduct von Silbererzen auf Gängen, zumal in oberen Teufen: Freiberg, Johanngeorgenstadt, Kongsberg, Schlangenberg am Altai, Peru, Chile, Mexico, Nevada, Arizona, Idaho.

**Gebrauch.** Ist, wo es häufiger vorkommt, wie das folgende, ein vorzügliches Silbererz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Bromsilber** oder Bromit, *Haidinger* (Bromargyrit).

Regulär, $\infty O\infty$ und O, sehr klein, auch krystallinische Körner; H. = 1...2; G. = 5,8...6; olivengrün bis gelb, grau angelaufen, Strich zeisiggrün, stark glänzend. — Chem. Zus. wesentlich: **AgBr**, mit 57,44 Silber und 42,56 Brom, meist gemengt mit Bleicarbonat, Eisenoxyd, Thon; v. d. L. leicht schmelzbar, von Säuren kaum, in concentrirtem Ammoniak bei Wärme löslich. — San Onofre im District Plateros in Mexico, ziemlich häufig; Chile.

Häufiger als das Bromsilber sind in Chile (Copiapò, Chañarcillo) und Mexico isomorph reguläre Mischungen desselben mit Chlorsilber, von denen man nach dem Analysenresultat einige in einander übergehende Abstufungen mit besonderen Namen belegt hat: Megabromit, $5AgBr + 4AgCl$, mit 26,4 pCt. Brom, 9,4 Chlor (G. = 6,22); Embolit oder Chlorbromsilber, $3AgCl + 2AgBr$, mit 20 Brom, 13 Chlor (G. = 5,80), auch zu Broken Hill; Mikrobromit, $3AgCl + AgBr$, mit 17 Chlor, 13 Brom (G. = 5,75). Alle sind frisch gelblich bis grünlich, diamantglänzend und geschmeidig, an der Oberfläche schmutziggrau anlaufend.

Ein interessantes Beispiel von dem Zusammenkrystallisiren der drei Haloide liefert der Jodobromit (*v. Lasaulx*), in Höhlungen eisenschüssigen Quarzits von der Grube Schöne Aussicht bei Dernbach in Nassau, reguläre schwefelgelbe bis olivengrüne sehr geschmeidige Kryställchen (O und $O.\infty O\infty$), von G. = 5,713, deren Analyse ergab 59,96 Silber, 15,05 Jod, 17,30 Brom, 7,09 Chlor, entsprechend $2Ag(Cl, Br) + AgJ$. Schwefelkohlenstoff zieht Jod aus, wobei derselbe intensiv violett gefärbt wird; v. d. L. Bromdämpfe und ein zurückbleibendes Silberkorn. Die Substanz beweist auch die Dimorphie des Jodsilbers.

**Jodsilber** oder Jodit, *Haidinger* (Jodargyrit).

Hexagonal holoëdrisch hemimorph, ähnlich dem Greenockit; A.-V. der künstlichen Krystalle = 1 : 0,8196 nach *v. Zepharovich*. Gewöhnl. Comb. 0P.P.$\infty$P, an Mimetesit erinnernd; $0P : P = 146° 35'$; $0P : 2P = 117° 51'$. *Seligmann* beschrieb hemimorphe Krystalle von Dernbach, ausser $\infty$P oben mit P, 2P, 4P, 0P, unten blos mit 2P und 0P; *vom Rath* fand im Lake Valley 2P als Rhomboëder ausgebildet, auch seltene einfache und wiederholte Zwillingsbildung nach $\frac{3}{4}$P. Gewöhnlich in dünnen biegsamen Blättchen und Platten, auch derb und eingesprengt, mit blätteriger Textur und mit deutlicher basischer Spaltbarkeit; H. = 1...1,5; G. = 5,6...5,7; mild, leicht zu pulverisiren; perlgrau, strohgelb, schwefelgelb bis grünlichgelb und citrongelb; Fettglanz, dem Diamantglanz genähert; durchscheinend; optisch-einaxig, Doppelbrechung positiv. — Chem. Zus.: **AgJ**, mit 45,97 Silber und 54,03 Jod; v. d. L. auf Kohle schmilzt es leicht, färbt die Flamme rothblau und hinterlässt ein Silberkorn. Legt man ein kleines Körnchen auf blankes Zinkblech, und bedeckt es mit ein paar Tropfen Wasser, so wird es schwarz und verwandelt sich in metallisches Silber, während sich das Wasser mit Zinkjodür schwängert. — Grube Schöne Aussicht bei Dernbach in Nassau mit Jodobromit auf Brauneisenstein, Guadalajara in Spanien, Albarradon bei Mazapil im Staat Zacatecas in Mexico, auf Klüften von Hornstein; bei Chañarcillo in Chile, auf dichtem Kalkstein; Sierra Grande-Grube im Lake Valley, New-Mexico, mit Vanadinit und Descloizit. — In dem durchscheinenden schwefelgelben Cuprojodargyrit von Huantajaya bei Iquique, entstanden aus Silberkupferglanz, ist etwa die Hälfte des Ag durch Cu ersetzt. — Nach *Lehmann* krystallisirt AgJ aus dem Schmelzfluss auch regulär. Bei 146° C. geht unter gewöhnlichem Atmosphärendruck das hexagonale unter Veränderung der Farbe in die reguläre Modification über und wird isotrop. — Tetraëdrisch reguläre blassgelbe kleine Krystalle von Jodsilber, vollk. spaltb. nach $\infty$O und isotrop (auch spröde statt geschmeidig) wurden bei Broken Hill in Neusüdwales gefunden und Miersit genannt; durch Ersatz von Ag durch Cu gehen sie in Marshit über.

**Nantokit,** *Breithaupt.*

Derb, körnig, in schmalen Gangtrümern und eingesprengt, nach *Breithaupt* hexaëdrisch spaltbar. H. = 2,0...2,5; G. = 3,93; weiss bis wasserhell. — Chem. Zus.: Kupferchlorür, **CuCl** oder $Cu^2Cl^2$, mit 64 Kupfer und 36 Chlor; die Substanz ist in künstlichen Krystallen tetraëdrisch regulär. An der Luft verwandelt er sich allmählich in Atacamit; löslich in Salpetersäure, Salzsäure und Ammoniak, schmilzt auf Kohle, färbt dabei die Flamme intensiv blau. — Nantoko in Chile. — Die kleinen ölbraunen Tetraëder des Marshits von Broken Hill in Australien sind Kupferjodür $Cu^2J^2$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Cotunnit,** *v. Kobell* (Chlorblei).

Rhombisch; künstliche Krystalle haben nach *Schabus* das dem tetragonalen sehr ähnliche A.-V. = 0,9976 : 1 : 1,6805. Nur als kleine nadelförmige Krystalle, auch kleine geflossene Partieen; H. = 2; G. = 5,238; weiss, diamantglänzend. — Chem. Zus.: $PbCl^2$, mit 74,47 Blei und 25,53 Chlor; schmilzt auf Kohle sehr leicht, färbt die Flamme blau, verflüchtigt sich, gibt einen weissen Beschlag und hinterlässt nur wenig metallisches Blei. — Im Krater und in Lavaströmen des Vesuvs, als Fumarolenproduct; Berg Challacolla im District Tarapacá, Chile.

**Chlorquecksilber** oder Quecksilberhornerz (Kalomel).

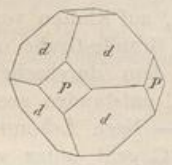
Tetragonal, P 135° 22′ nach *Schrauf*; A.-V. = 1 : 1,7229. Krystalle kurzsäulenförmig durch ∞P∞ (*l*) oder ∞P mit pyramidaler oder basischer Endigung, sehr klein, zu dünnen Drusenhäuten vereinigt. Oft waltet $\frac{1}{3}$P, oft 3P vor; an den häufig sehr flächenreichen Krystallen sind bis jetzt ausser den beiden Prismen und 0P 10 Protopyramiden, 8 Deuteropyramiden, 11 ditetragonale Pyramiden, 3 ditetragonale Prismen bekannt (*Traube*, Z. f. Kryst. XIV. 1888. 571; *Vrba*, ebend. XV. 1889. 455). — Spaltb. nach ∞P∞, nach *Schabus* pyramidal; mild; H. = 1...2; G. = 6,4...6,5 (das künstliche 7,0); graulich- und gelblichweiss, auch gelblichgrau; Diamantglanz; Doppelbrechung sehr stark positiv; ω = 1,96, ε = 2,60 (Roth). — Chem. Zus.: Quecksilberchlorür, $Hg^2Cl^2$, mit 84,96 Quecksilber, 15,04 Chlor; sublimirt im Kolben und gibt mit Soda Quecksilber; färbt mit Phosphorsalz und Kupferoxyd die Flamme blau, verfliegt auf Kohle vollständig; in Salzsäure theilweis, in Salpetersäure nicht, in Salpetersalzsäure leicht und vollständig löslich; wird in Kalilauge schwarz. — Meist mit Zinnober: Moschellandsberg in Rheinbayern, Horzowitz in Böhmen, Idria, Berg Avala bei Belgrad, Altwasser bei Schmöllnitz, Almaden, El Doctor in Mexico (hier aus Onofrit entstanden).



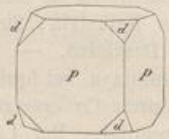
Anm. Dass der scharlachrothe Coccinit aus Mexico in der That Jodquecksilber $HgJ^2$ sei, ist ganz problematisch.

**Fluorit** oder Flussspath (Fluss).

Regulär; die häufigste Form ist ∞O∞, allein oder in Comb. mit O und ∞O; auch O erscheint allein, seltener ∞O. Namentlich in Comb. mit ∞O∞ finden sich verschiedene Tetrakishexaëder ∞O*n* (Fig. 24 und 25, S. 37), die Ikositetraëder 202 und 303 (Fig. 28 und 29, S. 38), und mehre Hexakisoktaëder (zumal 402); von den



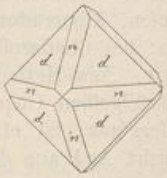
0.∞O∞



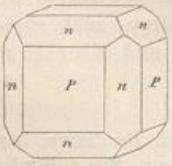
∞O∞.O



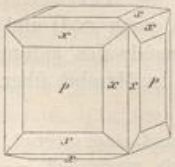
∞O∞.202



O.∞O



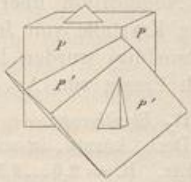
∞O∞.∞O



∞O∞.∞O3



402



Zwillingskrystall

(selteneren) Triakisoktaëdern kommt 40 bei Striegau selbständig vor; bis jetzt sind 4 Triakisoktaëder, 8 Tetrakishexaëder, 7 Ikositetraëder, 11 Hexakisoktaëder sicher bekannt; die Flächen von ∞O∞ gewöhnlich glänzend und glatt, die von O rauh und

matt. Krystalle oft gross und sehr schön und regelmässig gebildet, bisweilen durch partielle Ausbildung des Tetrakishexaëders $\infty O3$ eigenthümlich skalenoëdrisch defigurirt. Auf den Flächen des Würfels bringen diesem vicinale sehr flache Tetrakishexaëder eine quadratische Streifung hervor. Bisweilen beobachtet man auf den Flächen kleine natürliche Vertiefungen (Corrosionsflächen), welche theils dem Ikositetraëder 303, theils der Comb. desselben mit $\infty O3$ (mitunter auch $\infty O\infty$) entsprechen und den künstlich erzeugten Aetzfiguren ähnlich sind. Die Structur wird als sehr complicirt und bei den einzelnen Formen verschiedenartig geschildert; ein Würfel soll z. B. aus 6 z. Th. doppeltbrechenden Pyramiden bestehen, deren Basen die Würfelflächen sind und deren gemeinsame Spitze in Centrum liegt, jede Pyramide zerfalle aber eigentlich wieder in 4 Tetraëder. — Einzeln aufgewachsen oder in Drusen und Gruppen versammelt, welche letztere oftmals eine, aus lauter kleinen Hexaëdern aufgebaute andere Krystallform darstellen; Durchwachsungszwillinge, wobei die Normale auf O die Zwillingsaxe, nicht selten, zumal an hexaëdrischen Formen, wie Fig. 252, S. 133 und die obige letzte Figur; auch in grosskörnigen und stengeligen Aggregaten, endlich als dichter und erdiger Fluorit; selten in Pseudomorphosen nach Kalkspath oder Baryt (Münsterthal in Baden). — Spaltb. oktaëdrisch vollk., daher der muschelige Bruch nur selten sichtbar ist; H. = 4; G. = 3,1...3,2; ganz rein = 3,183. Farblos und bisweilen wasserhell, aber gewöhnlich gefärbt in sehr manchfaltigen und schönen gelben, grünen, blauen und rothen, auch weissen und grauen Farben, unter denen zumal violblau, weingelb, honiggelb, lauchgrün, smaragdgrün häufig vorkommen; nicht selten zweierlei Farben als Kern und Hülle oder schichtenartig vereinigt, oder indem die Ecken anders gefärbt erscheinen. Feuchter Glasglanz, pellucid in allen Graden; $n = 1{,}4339$ für Gelb. Sehr häufig optisch anomal mit doppeltbrechenden Lamellensystemen (*Hussak*, Z. f. Kr. XII. 1887. 552); bisweilen mit bläulicher Fluorescenz; fast alle Varr. phosphoresciren in der Hitze (Chlorophan), büssen aber nach *Kenngott* durch Glühen ihre Farbe ein, und werden wasserhell, wobei sie einen ganz kleinen Gewichtsverlust erleiden. Nach *Wyrouboff* ist die Farbe der Fluorite in einer ihrer Substanz beigemengten minimalen Quantität von Kohlenwasserstoff begründet, welcher der Gewichtsverlust beim Erhitzen sehr nahe entspricht; farbloser Fl. von Cumberland aber enthält dieselbe nicht und erleidet beim Erhitzen keinen Gewichtsverlust. — Die Fluoritkrystalle enthalten bisweilen Einschlüsse, noch häufiger aufsitzend viele kleine Krystalle von Kupferkies, Pyrit, Markasit, Bleiglanz u. a. Mineralien. — Chem. Zus.: $CaF^2$, mit 51,15 Calcium und 48,85 Fluor; v. d. L. zerknistert er oft stark, phosphorescirt und schmilzt nur in dünnen Splittern unter Röthung der Flamme zu einer unklaren Masse; mit Gyps schmilzt er zu klarer Perle, welche nach der Abkühlung unklar erscheint; schmilzt man das Pulver mit vorher geschmolzenem Phosphorsalz im Glasrohr, so entweicht glasätzende Flusssäure; von conc. Schwefelsäure unter Entwickelung von Flusssäure vollständig zersetzt. — Häufig vorkommendes Gangmineral: auf den Zinnerzlagerstätten in Sachsen, Böhmen und Cornwall; auf Silbergängen, Freiberg, Gersdorf, Marienberg, Annaberg, Münsterthal in Baden, Kongsberg, hier sehr schön; auf Bleigängen in Derbyshire, Cumberland und Northumberland, Beeralstone in Devonshire; in krystallinischen Schiefern der Schweizer Alpen; im Dolomit vom St. Gotthard, im Kalkstein von Gams in Steiermark. Körniger Fl. bildet mächtige Gänge, Stolberg am Harz, Steinbach in Meiningen, sowie zwischen Gabas und Panticosa in den Pyrenäen. Als Contactmineral, hervorgebracht durch granitische Emanationen. Weisser dichter, fast hyalitähnlicher Fl. bildet nach *Scacchi* die Hauptmasse der von Glimmer umhüllten Einschlüsse, welche in dem pipernoähnlichen Trachyt von Fiano bei Nocera und Sarno in Campanien eingebettet sind.

**Gebrauch.** Die schön gefärbten, stark durchscheinenden, grosskörnigen und stengeligen Varietäten des Fluorits werden in England zu allerlei Ornamenten und Utensilien (*spar ornaments*) verarbeitet und lieferten vielleicht schon den Alten das Material für die *vasa murrhina*. Als Flussmittel benutzt man ihn bei metallurgischen Processen und in der Probirkunst, woher

auch der Name Flussspath rührt. Endlich dient er zur Darstellung der Flusssäure, zum Aetzen des Glases und bei der Bereitung gewisser Glasuren und Emails, auch des Milchglases.

Bei Wölsendorf, s. von Nabburg in Bayern, kommt gangförmig im Granit ein schwarzblauer Fluorit vor, welcher bei dem Schlagen und Zerreiben einen auffallenden Geruch nach unterchloriger Säure entwickelt, gerade wie Chlorkalk (Stinkfluss). Nachdem ihm irrthümlicher Weise ein Ozongehalt zugeschrieben war, betrachtete *Wyrouboff* als Ursache des Geruchs ebenfalls eine durch Aether extrahirbare beigemengte Kohlenwasserstoff-Verbindung (0,02 pCt.), wogegen *O. Löw* die riechende Substanz für freies Fluor hält, welches durch Dissociation eines beigemengten fremden Fluorides (vermuthlich Cerfluorides) entstanden sei. Auch im Fluorit von Quincié fanden *Becquerel* und *Moissan* Gaseinschlüsse von freiem Fluor als Ursache des intensiven Geruches beim Zerbrechen.

Chlorcalcium (Chlorocalcit genannt), $CaCl^2$, fand *Scacchi* auf vesuvischen Auswürflingen (1872) als Rinde und reguläre, z. Th. mit Eisenglanz angeflogene Krystalle. — Als Fumarolenbildung am Vesuv erscheint der Scacchit, $FeCl^2$.

**Sellait,** *Strüver.*

Tetragonal, ähnlich dem Skapolith krystallisirend und spaltend; vorwiegende Formen: $P\infty$, $\infty P\infty$, $\infty P$, P, 2P, $\infty P2$; $0P : P\infty = 146° 36'$; A.-V. = 1 : 0,6596. Farblos, glasglänzend, durchscheinend, optisch positiv; H. = 5; G. = 2,972 bis etwas über 3. — Nach *Strüver* Fluormagnesium, $MgF^2$, mit 38,58 Magnesium und 61,42 Fluor. Schmilzt v. d. L. leicht unter Aufblähen zu weissem Email, wird dann unschmelzbar und stark leuchtend. Spärlich am Gletscher von Gerbulaz unweit Moutiers (Savoyen), in Anhydrit, seltener in Schwefel.

**Tysonit,** *Allen* und *Comstock.*

Hexagonal; nach *E. Dana* zeigen die Krystalle $\infty P$, $\infty P2$, 0P, auch mehre Pyramiden; $P : 0P = 141° 35'$; A.-V. = 1 : 0,6868. Spaltb. basisch recht vollk. H. = 4,5 ... 5; G. = 6,10 ... 6,16. Glas- bis Fettglanz, hell wachsgelb. Die Analyse ergab: 40,19 Cer, 30,37 Lanthan und Didym (29,44 Fluor); ist daher $(Ce, La, Di)F^3$. Schwärzt sich v. d. L. ohne zu schmelzen; unlöslich in Salzsäure, löslich in Schwefelsäure unter Entwickelung von Fluorwasserstoff. — Im Feldspath am Pikes Peak in Colorado; die Formen des dortigen Hamartits (Bastnäsits) sind Pseudomorphosen nach Tysonit, welcher auch noch den inneren Theil derselben bildet.

Eisenchlorid (Molysit genannt), $FeCl^3$ (künstliche Krystalle hexagonal), kommt in gelben und braunen Krusten als Fumarolenbildung am Vesuv vor.

### 2. Wasserhaltige.

**Bischofit,** *Ochsenius.*

Krystallinisch-körnig und blätterig, bisweilen faserig (künstliche Krystalle sind monoklin). H. = 1,5 ... 2; G. = 1,65; weiss von verschiedener Reinheit bis wasserhell; glasglänzend bis matt. — Chem. Zus.: $MgCl^2 + 6H^2O$, mit 11,83 Magnesium, 34,95 Chlor, 53,22 Wasser. Rasch zerfliesslich, löslich in 0,6 Theilen kalten Wassers. — Als 2—3 Cm. dicke Lagen in der Carnallitregion zu Leopoldshall bei Stassfurt.

**Fluellit,** *A. Lévy.*

Rhombisch, die kleinen weissen spitzen Pyramiden mit Polk. von 109° 6′ und 82° 12′, Randk. von 144°; A.-V. = 0,770 : 1 : 1,874. Gew. Comb. P. 0P. — G. = 2,17; durchsichtig bis durchscheinend. — Chem. Zus.: 27,62 Aluminium (nebst 0,58 Natrium), 56,25 Fluor, 15,56 pCt. Wasser, als Verlust; ist daher $AlF^3 + H^2O$. — Aeusserst selten vorgekommen zu Stenna Gwyn in Cornwall, z. Th. auf greisenähnlichem Gestein mit Wavellit, Zinnstein, Fluorit.

## II. Doppelchloride und -Fluoride.

### 1. Wasserfreie.

**Kryolith,** *Abildgaard.*

Monoklin nach *Krenner* und *Groth*[1]). Die würfelähnlichen Krystalle werden von drei fast auf einander rechtwinkeligen Flächenpaaren begrenzt, nach denen dieselben

1) Ueber die Mineralien der Kryolithgruppe (Kryolith, Pachnolith, Thomsenolith u. s. w.) vgl. *Groth*, Z. f. Kryst. VII. 1883. 375 und 457 (die Analysen von *Brandl*); *Krenner*, Mathem. u. naturw. Berichte aus Ungarn 1883. I.; *Wh. Cross* und *Hillebrand*, Am. journ. of sc. (3) XXVI. 271, auch Z. f. Kryst. X. 1885. 303.

auch spalten, nämlich von 0P und von ∞P (91°58′); $\beta = 89°49'$; A.-V. = 0,9662 : 1 : 1,3883. Neben den immer vorhandenen Flächen 0P und ∞P sind gewöhnlich auch noch ausgebildet ℙ∞ (in Gestalt gleichseitiger Dreiecke an den Ecken der Combination 0P.∞P), sowie ℙ∞. Eine solche Comb. erinnert an die reguläre von ∞0∞.0. Untergeordnet erscheint ∞ℙ∞. Eine reichhaltigere Comb. ist Fig. 1.

| | | |
|---|---|---|
| $c = 0P$ | $a = \infty\mathbb{P}\infty$ | $m = \infty P$ |
| $v = -\mathbb{P}\infty$ | $k = \mathbb{P}\infty$ | $r = \mathbb{P}\infty$ |
| $p = -P$ | $s = -2\mathbb{P}2$ | $x = -\frac{7}{6}\mathbb{P}7$ |
| $c : r = 125°46'$ | $m : c = 90°8'$ | $r : m = 124°14'$ |

Auf den Prismenflächen erscheint eine charakteristische dreifache Streifung, nämlich eine parallel der Zonenaxe von $rmk$, eine zweite parallel der Zonenaxe von $vmr$, eine dritte parallel der Combinationskante von $m$ und $c$; auch die Basis trägt bisweilen eine feine klinodiagonale Streifung. Die üblichste Zwillingsbildung erfolgt nach ∞P (Fig. 2), wobei die Basisflächen $c$ der beiden gewendeten Individuen den stumpfen Winkel von 179°44′ bilden, während ihre Prismenflächen $m$ unter ein- oder ausspringenden Winkeln von 176°10′ zusammenstossen. *Cross* und *Hillebrand* beobachteten eine lamellar-polysynthetische Zwillingsbildung nach diesem Gesetz. Nach einem zweiten Gesetz erfolgt die Zwillingsbildung nach der (als Krystallfläche nicht beobachteten) Pyramide $-\frac{1}{2}P$ (Fig. 3); dabei fällt ∞P des einen Individuums mit 0P des anderen fast in eine Ebene (179°56′), während die beiden anderen Prismenflächen sich unter stumpfem Winkel (177°2′) in einer diagonalen Zwillingskante schneiden, welche in beiden Individuen genau der Lage der gemeinsamen Diagonalstreifung entspricht. Auch werden Zwillinge nach 0P sowie nach ∞ℙ∞ angegeben. — Spaltb.

Fig. 1.

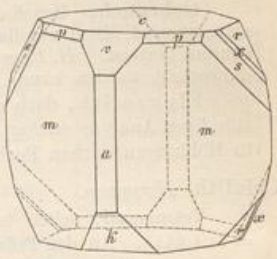



Fig. 2.

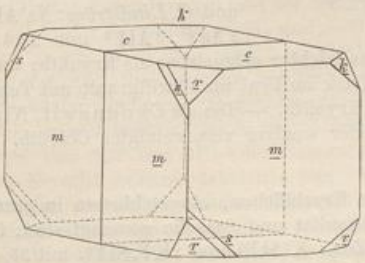
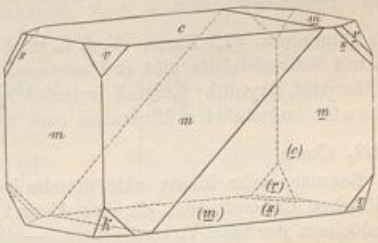



Fig. 3.




nach 0P sehr vollk., recht vollk. auch nach ∞P, ebenfalls noch gut nach ℙ∞. Bei der Zwillingsbildung nach $-\frac{1}{2}P$ fallen die 4 Spaltungsrichtungen der beiden Individuen nahe zusammen. — Oberflächlich betrachtet macht das Vorkommen der Krystalle den Eindruck einer quadratischen Täfelung an derben Massen, über welche sie sich in paralleler Ordnung, bisweilen treppenartig gelagert, ausdehnen; die einzelnen Krystalle pflegen tafelartig um so ausgedehnter zu sein, je weniger sie sich aus dem Niveau der Unterlage hervorheben; bisweilen werden die alsdann mehr säulenförmigen Krystalle 3—4 Mm. hoch und dick. Spröd; H. = 2,5...3; G. = 2,95...2,97; farblos, meist grauliehweiss oder gelblich und röthlich gefärbt; die blassrothe oder grünliche Farbe des amerikanischen verschwindet beim Erhitzen, ebenso die seltene fast schwarze des grönländischen. Die oft die Krystalle bedeckende äusserst dünne und ziemlich leicht ablösbare braune Haut enthält etwas Eisenoxydhydrat. — Glasglanz, auf 0P perlmutterähnlich; meist nur durchscheinend. Die Ebene der opt. Axen steht senkrecht auf dem Klinopinakoid; die pos. spitze Bisectrix liegt in dem letzteren, neigt sich gegen die hintere Hälfte der Klinodiagonale und bildet mit $c$

43° 54′; auf 0P genau diagonale Auslöschung. — Chem. Zus.: $Na^3AlF^6$ oder $3NaF.AlF^3$, mit 32,79 Natrium, 12,85 Aluminium, 54,36 Fluor; v. d. L. ist er sehr leicht schmelzbar zu weissem Email und färbt die Flamme röthlichgelb; im Glasrohr Reaction auf Fluor; auf Kohle schmilzt er ebenfalls sehr leicht, zersetzt sich endlich und hinterlässt eine Kruste von Thonerde, welche mit Kobaltsolution blau wird; in Borax und Phosphorsalz leicht löslich; von conc. Schwefelsäure unter Entwickelung von Flusssäure vollkommen gelöst. — Evigtok (oder Ivigtut) am Arksutfjord in Südgrönland (mit Pachnolith, Thomsenolith u. s. w.), wo er in grossen Massen lagerartige Partieen in einem im Gneiss aufsetzenden Granitgang bildet und oft mit Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Eisenspath, Quarz gemengt ist, auch schöne Krystalle von Columbit und bisweilen von Zinnstein enthält; bei Miask am Ural als Begleiter des Chioliths; auf einem Quarzgang im Granit in der Nähe des Pikes Peak in Colorado mit anderen Fluoriden ganz wie in Grönland.

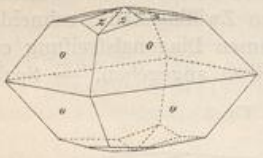
**Gebrauch.** Der K., dessen Pulver durch Kochen mit Aetzkalk und Wasser vollständig zersetzt wird, dient zur Bereitung von Natronlauge für Seifensiedereien, von Aetznatron, kohlensaurem Natron. *H. Rose* zeigte zuerst, dass aus ihm das Aluminium in grösseren Mengen dargestellt werden kann. Auch wird er zur Fabrikation von Milch- und Hartglas benutzt.

Elpasolith, derb oder undeutlich regulär, isotrop, scheint nach einer nicht ganz vollständigen Analyse analog dem Kryolith zusammengesetzt, aber statt Na wesentlich K zu führen. In Höhlungen derben Pachnoliths am Pikes Peak in Colorado (*Cross* und *Hillebrand*).

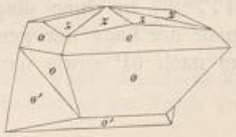
**Chiolith,** *Hermann.*

Tetragonal; selten in ganz kleinen, tetragonalen Pyramiden mit Polk. 108° 23′; A.-V. = 1 : 1,0418. An den Polecken erscheint eine stumpfe convexe, achtflächige Zuspitzung (Fig. 1); meist aber Contactzwillinge nach einer Fläche von P (Fig. 2); gewöhnlich in feinkörnigen, auch in schneeklumpenähnlichen Aggregaten; H. = 4; G. = 2,9...3; weiss, glasglänzend, optisch-einaxig negativ. — Chem. Zus. nach *Brandl* und *G. Lindström*: $Na^5Al^3F^{14}$ oder $5NaF.3AlF^3$ mit 24,8 Natrium, 17,5 Aluminium, 57,7 Fluor. V. d. L. noch etwas leichter schmelzbar als Kryolith; im Glasrohr und mit Schwefelsäure gibt er Flusssäure. — Miask im Ural im Schriftgranit mit Topas, Fluorit, Phenakit, Kryolith; Evigtok in Grönland mit Kryolith. — Die als Chodnewit, Nipholith, Arksutit aufgeführten Mineralien sind mehr oder weniger verunreinigter Chiolith.

1



2



**Hieratit,** *Cossa.*

Regulär; sehr kleine oktaëdrische isotrope Kryställchen, eingeschlossen in grauen, stalaktitischen Concretionen, die aus Alaun, Natronsulfat und Sassolin gemengt sind, in Fumarolenlöchern der Insel Vulcano (Hiera). — Chem. Zus.: $K^2SiF^6$ oder $2KF.SiF^4$, mit 35,4 Kalium, 12,7 Silicium, 51,9 Fluor; ist also das Kaliumsalz der Kieselfluorwasserstoffsäure $H^2SiF^6$. — Am Vesuv ist auch das entsprechende Kieselfluorammonium (Kryptohalit) neben Salmiak als Fumarolenbildung beobachtet worden.

## 2. Wasserhaltige.

**Prosopit,** *Scheerer.*

Monoklin nach *Groth*, gewöhnl. Comb. bestehend aus ∞P 76° 15′, ∞P̆∞ (oft herrschend), P (seitlich 120° 56′), —2P̆2, seltener mit P̆∞ und —3P̆$\frac{3}{2}$ nach *Scheerer*. A.-V. nach *Des Cloizeaux* ungefähr = 1,318 : 1 : 0,5912 und $\beta$ = 86° 8′. — Spaltb. nach —2P̆2 (134°). — H. = 4,5; G. = 2,87...2,89; farblos, glasglänzend, durchsichtig; auch optisch monoklin, indem in der orthodiagonalen Zone eine schiefe Auslöschung nicht sicher zu constatiren ist. — Chem. Zus. nach *Brandl* und *Hillebrand*: $CaAl^2(F,OH)^8$. Erleidet bei 260° noch keinen Gewichtsverlust. Der zuerst von *Scheerer* beobachtete Prosopit hat sich selten (seit 1846 nicht mehr vorgekommen) auf der Zinnerzlagerstätte von Altenberg gefunden, auf einem hornsteinartigen Quarzit und ganz mit blätterigem Eisenglanz bedeckt. Merkwürdiger Weise sind die meisten Krystalle ganz oder zum Theil, ohne ihre Form irgendwie einzubüssen, in eine trübe gelblichweisse kaolinähnliche Substanz, auch in grünen oder violetten Fluorit umgewandelt. Ein sehr

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ähnliches Mineral ist auch von Schlaggenwald bekannt. *Cross* und *Hillebrand* entdeckten 1883 den Pr. mit Pachnolith u. s. w. zusammen in der Nähe des Pikes Peak.

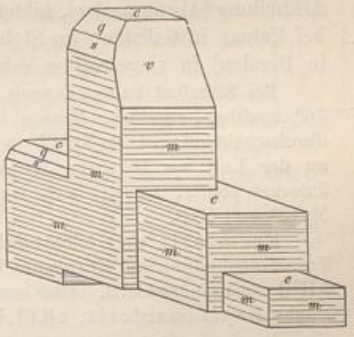
**Pachnolith,** *A. Knop.*

Monoklin; nach *Groth* $\beta = 89°40'$; $\infty P$ 81°24'; P 94°22'; A.-V. = 1,1626 : 1 : 1,5320. Die Krystalle erscheinen als dünne farblose glasglänzende Prismen von rhombischem Querschnitt, am Ende mit einer spitzen anscheinend rhombischen Pyramide, hervorgebracht dadurch, dass die Comb. $\infty P$.—P sehr regelmässig nach dem der kurzen Diagonale der Basis parallelen Orthopinakoid verzwillingt ist. Die Pyramidenflächen bilden dabei den Zwillingswinkel 108°14'. An beistehender Zwillingsfigur ist $m = \infty P$, $p = -P$, $s = -\frac{5}{4}P$, $t = -\frac{5}{3}P$, $q = -2P$, $v = -3P$, $x = -5P$. Selten erscheint an den grönländischen Krystallen die Basis, welche dann beiderseits den sehr stumpfen ausspringenden Winkel von 179°20' bildet; an denen von Colorado waltet 0P neben $\infty P$ vor; sie zeigen auch polysynthetische Zwillingsbildung nach $\infty P\infty$. Die Prismenflächen sind stets parallel ihrer Combinationskante zu 0P (fast horizontal) fein gestreift. Spaltb. nach 0P nicht sehr deutlich. H. = 3; G. = 2,9...3,0. Glasglänzend, farblos. Die optische Axenebene steht senkrecht zum Klinopinakoid; die positive spitze Bisectrix ist 68°5' gegen *c* nach vorn geneigt, *b* ist stumpfe Bisectrix, der wahre Axenwinkel über 70°. — Chem. Zus.: $NaCaAlF^6 + H^2O$ oder $NaF.CaF^2.AlF^3 + H^2O$, mit 10,3 Natrium, 17,9 Calcium, 12,2 Aluminium, 51,5 Fluor, 8,1 Wasser, daher gewissermassen ein Hydrat des Kryoliths, in welchem 2Na durch Ca ersetzt sind. — Evigtok in Grönland, wo sich die sehr kleinen Kryställchen in den Hohlräumen von Kryolith finden, auf den vielfach sich rechtwinkelig durchkreuzenden kastenähnlichen Wandungen, welche ihrerseits zunächst aus oft bräunlichem Thomsenolith bestehen; aus letzterem treten dann die Pachnolith-Nädelchen, gewöhnlich rechtwinkelig gegen die Kastenwände hervor. Auch am Pikes Peak in Colorado mit Kryolith.



**Thomsenolith,** *Dana.*

Monoklin; $\beta = 86°48'$; $\infty P$ (*m*) 90°14' (daher anfänglich für tetragonal gehalten); P (*q*) 107°12'; ausser diesen Formen und der fast genau quadratischen Basis 0P (*c*) sind noch 2 Orthodomen, sowie die Pyramiden 3P (*s*) und —3P (*v*) bekannt. A.-V. = 0,9973 : 1 : 1,0333. Dünne, nach oben spitzer zulaufende, stark horizontal gestreifte, fast quadratische Prismen mit deutlich monokliner hemipyramidaler Endigung (Gegensatz zu Pachnolith). Auch eine würfelähnliche Comb. durch gleichmässige Ausbildung von $\infty P$ und 0P; eine diagonale Streifung wie beim Kryolith kommt dabei nie vor. Solche fast rechtwinkelig parallelepipedische Krystalle sind mit gemeinsamer vollk. Spaltb. parallel verwachsen. Zwillinge nicht beobachtet. Bisweilen in prehnitähnlich stark aufgestraubten Aggregaten; häufig als grobkrystallinische, farblosem Anhydrit ähnliche Aggregate, wechselnd mit feinkörnigen lockeren, als Ueberzug des Kryoliths. — Spaltb. sehr vollk. nach 0P, die Spaltflächen perlmutterglänzend wie beim Apophyllit (Unterschied vom Kryolith); auch spaltb. nach $\infty P$. — Optische Axenebene senkrecht zum Klinopinakoid, bildet mit 0P 40°50'; spitze Bisectrix negativ; scheinbarer opt. Axenwinkel 69°—70°. — Chem. Zus. dieselbe wie beim Pachnolith. V. d. L. zerstäubt er, in einer Röhre rasch erhitzt zerfällt er augenblicklich unter Geräusch zu feinem Pulver. — Auf der grönländischen Kryolithlagerstätte; selten am Pikes Peak. Der sog. Hagemannit, ocker- oder wachsgelbe, dichtem Eisenkiesel ähnliche Lagen im Kryolith, ist nach *Groth* durch kieseliges Brauneisen verunreinigter Thomsenolith.



Zu der Kryolithgruppe gehört noch der reguläre Ralstonit (*J. G. Brush*), meist sehr kleine Oktaëder (auch $O.\infty O\infty$), aber auch Individuen von 3 Mm. Kantenlänge bildend; H. = 4,5; G. = 2,560; farblos bis gelblichweiss, mit Thomsenolith zusammen. — Chem. Zus. nach *Penfield* und *Harper*: $(Na^2,Mg)F^2.3Al(F,OH)^3 + 2H^2O$. — Ferner auch der äusserlich kaolinähnliche, aber u. d. M. aus farblosen schief auslöschenden Nädelchen von weniger als 0,02 Mm. Länge

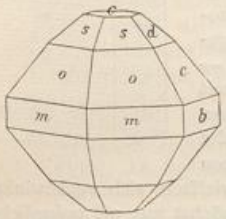
bestehende Gearksutit, wahrscheinlich $CaF^2.Al(F,OH)^3 + H^2O$, sowohl in Grönland auf Thomsenolith als am Pikes Peak; mit ihm ist zufolge *Cross* und *Hillebrand* identisch *Flight's* Evigtokit von der grönländischen Kryolithlagerstätte.

**Yttrocerit,** *Gahn* und *Berzelius.*

Derb, in kleinen krystallinisch-körnigen Aggregaten und als Ueberzug; zeigt unvollk. Spaltb. nach zwei Richtungen unter 108° 30′. H. = 4...5; G. = 3,36; violblau ins Graue und Weisse; schwach glänzend. — Ist wesentlich ein Fluorid von Ca mit Metallen der Cerium- und Yttrium-Gruppe (La, Di, Y, Er) und 2,52 pCt. Wasser. — Sehr selten, Finbo und Broddbo bei Fahlun in Quarz mit Albit und Topas; Amity in New-York.

**Carnallit,** *H. Rose.*

Rhombisch; aus der abträufelnden Lauge bilden sich im Stassfurter Bergbau bisweilen Krystalle, hexagonalen Combinationen ähnlich, indem mit jeder Pyramide *m*P das entsprechende Brachydoma $2m\breve{P}\infty$ im Gleichgewicht ausgebildet ist. P (*o*) Randk. = 107°20′, $\infty P$ (*m*) = 118°37′, $2\breve{P}\infty$ (*e*) Randk. = 108°27′, $\frac{2}{3}P$ (*s*), $\frac{4}{3}\breve{P}\infty$ (*d*) u. a. Formen. A.-V. = 0,5936 : 1 : 0,6906. Auf seiner Lagerstätte findet sich das Mineral nur in grosskörnigen Aggregaten; Bruch muschelig; H. = 1; G. = 1,60; stark glänzend, doch durch Feuchtigkeit matt werdend; rein farblos, gewöhnlich aber mehr oder weniger roth oder gelb gefärbt, oft metallartig schillernd durch die Beimengung vieler mikroskopischer Schuppen von Eisenglanz. Die optischen Axen liegen in $\infty\breve{P}\infty$ und bilden einen grossen Winkel, spitze Bisectrix parallel *a*, Doppelbrechung sehr stark. — Chem. Zus.: $KMgCl^3 + 6H^2O$ oder $KCl.MgCl^2 + 6H^2O$, mit 26,8 Chlorkalium, 34,2 Chlormagnesium, 39 Wasser; meist etwas K durch Na ersetzt; Spuren von Rb, Cs, Tl sind nachgewiesen; auch enthält er mikroskopische Krystalle von Anhydrit und Quarz, ferner messinggelbe Pentagondodekaëder von Eisenkies sowie organische Substanz. An der Luft zerfliesslich; im Wasser sehr leicht löslich, v. d. L. leicht schmelzbar; mit Wasser betropft zerlegt er sich nach *Tschermak* in Sylvin und in wasserhaltiges Chlormagnesium, welches abfliesst. — Stassfurt und auf den benachbarten analogen Salzlagerstätten in grosser Menge, als selbständiger oder mit Steinsalz gemengter Bestandtheil der obersten Abtheilung (Abraumsalze), bildet das wesentlichste Material für die dortige Kali-Industrie; bei Kalusz in Galizien; im Steinsalz zu Maman (im südöstlichen Theil von Aderbeidjan in Persien) in ziegelrothen erbsen- bis kopfgrossen Concretionen.




Bei Stassfurt kommen noch vor: Tachyhydrit, rhomboëdrisch, leicht nach R (Polk. ca. 76°) spaltbar, rundliche Massen im dichten Anhydrit, wachs- bis honiggelb, durchsichtig bis durchscheinend; ist $CaMg^2Cl^6 + 12H^2O$ oder $CaCl^2.2MgCl^2 + 12H^2O$; zerfliesst sehr leicht an der Luft. — Douglasit (künstliche Krystalle monoklin), ist $2KCl.FeCl^2 + 2H^2O$; nur äusserst selten, zersetzt sich leicht und zerfällt bei Gegenwart von Magnesia in $Fe^2O^3$, KCl, $MgCl^2$ und $H^2O$.

Kremersit sind leicht lösliche, zerfliessliche, rothe reguläre Oktaëder, eine ephemere Fumarolenbildung am Krater des Vesuvs; sie scheinen nach der Formel $2KCl.2AmCl.FeCl^3 + 3H^2O$ zusammengesetzt. Hier auch der in der Lava von 1872 vorgekommene rothe rhombische Erythrosiderit, $2KCl.FeCl^3 + H^2O$, ebenfalls ein Sublimationsproduct.

### Anhang: Oxychloride und Oxyfluoride.

Verbindungen von Chlorid oder Fluorid mit Oxyd oder Hydroxyd.

**Matlockit,** *Greg.*

Tetragonal; A.-V. = 1 : 1,736; zusammengehäufte kleine dünntafelförmige Krystalle der Comb. 0P.P.P∞, auch wohl mit ∞P; 0P oft gestreift. — Spaltb. basisch undeutlich; H. = 2,5; G. = 7,21; gelblich oder grünlich, diamantglänzend, durchsichtig bis durchscheinend; Doppelbrechung negativ. — Zus.: $Pb^2Cl^2O$ oder $PbCl^2.PbO$ oder $[Pb^2O]Cl^2$ nach S. 290, mit 55,48 Chlorblei und 44,52 Bleioxyd. — Auf Bleiglanz mit Bleicarbonat und Flussspath zu Cromford bei Matlock in Derbyshire. Sublimationsproduct der Vesuv-Eruption 1858.

In den lange der Einwirkung des Seewassers ausgesetzt gewesenen antiken Schlacken von Laurium haben sich die hexagonalen Prismen des Penfieldits, $2PbCl^2.PbO$, gebildet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Mendipit,** *Haidinger.*

Rhombisch, bis jetzt nur in derben Massen, auch in dünnstengeligen Aggregaten. — Spaltb. prismatisch nach ∞P 102° 36′, sehr vollk.; H. = 2,5...3; G. = 7,0...7,1; gelblichweiss bis strohgelb und blassroth; diamantähnlicher Perlmutterglanz auf Spaltungsflächen; durchscheinend. — Chem. Zus.: $Pb^3Cl^2O^2$ oder $PbCl^2.2PbO$, mit 38,39 Chlorblei und 61,61 Bleioxyd. Zerknistert v. d. L., schmilzt leicht und wird mehr gelb; gibt auf Kohle Blei und saure Dämpfe; färbt mit Phosphorsalz und Kupferoxyd die Flamme blau; in Salpetersäure leicht löslich. — Churchill an den Mendip-Hills in Somersetshire, Grube Kunibert bei Brilon.

Der Schwartzembergit aus der Wüste Atacama bildet auf Bleiglanz dichte oder erdige Krusten von strohgelber bis honiggelber Farbe, in den Hohlräumchen rhomboëdrische Kryställchen; H. = 2,5; G. = 6,2...6,3; opt. negativ; ist wahrscheinlich $Pb^3(J,Cl)^2O^2$.

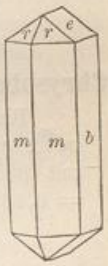
**Laurionit,** *Köchlin.*

Rhombisch; kleine prismatische Krystalle, meist abgeplattet nach ∞P̆∞; A.-V. = 0,7385 : 1 : 0,8346; farblos, diamantglänzend. Ist nach *Bettendorff* PbCl(OH) oder $PbCl^2.Pb(OH)^2$ mit 53,5 Chlorblei, 43,0 Bleioxyd, 3,5 Wasser. — Zusammen mit Phosgenit und Cerussit in Höhlungen der antiken Bleischlacken von Laurium in Griechenland, auf die das Meerwasser ungefähr 2000 Jahre eingewirkt hat.

Hier findet sich auch der weisse Paralaurionit von derselben chem. Zus. wie Laurionit, aber monoklin (A.-V. = 2,7036 : 1 : 1,8049), wenn auch meist pseudorhombisch durch Zwillingsbildung nach 0P; G. = 6,05. — Krystallographisch identisch mit Paralaurionit und qualitativ untersucht ebenfalls ein Bleioxychlorid, sind kleine violettrothe, stark pleochroitische, metallartig diamantglänzende Nädelchen von der Grube San Rafael, Sierra Gorda in Chile, sog. Rafaelit. — Fiedlerit, mit Laurionit zusammen, farblose diamantglänzende monokline Krystalle, ist wahrscheinlich auch ein Bleioxychlorid.

**Atacamit,** *Blumenbach* (Salzkupfererz).

Rhombisch; ∞P = 113° 3′; P̆∞ Polk. = 106° 9′; P Polk. 127° 12′ und 95° 29′. A.-V. = 0,6613 : 1 : 0,7515 nach *Klein* und *Brögger*. Die gewöhnl. Comb. erscheint wie die Figur, säulenförmig mit ∞P (*m*), P̆∞ (*e*), ∞P̆∞ (*b*); die Säulenzone ist gewöhnlich durch viele Flächen wie $\infty\breve{P}\frac{6}{5}$, $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$, ∞P̆2, ∞P̆3, ∞P̆4 streifig entstellt; Zwillinge und Drillinge nach ∞P; Krystalle meist klein und gewöhnlich zu Aggregaten verbunden; nierförmig, derb, von stengeliger und körniger Textur, auch ganz lose als Sand. Umgewandelt in Malachit, was durch eine Lösung von doppeltkohlensaurem Natron schon bei gewöhnlicher Temperatur auch künstlich erfolgt, ebenfalls in Kieselkupfer. — Spaltb. nach ∞P̆∞ vollk., nach P̄∞ unvollk.; H. = 3...3,5; G. = 3,75...3,77; lauch-, gras-, smaragdgrün, Strich apfelgrün; Glasglanz, pellucid in mittleren und niederen Graden; die optischen Axen liegen nach *Des Cloizeaux* im Makropinakoid, ihre spitze Bisectrix fällt in die Makrodiagonale. — Chem. Zus.: $Cu^2Cl[OH]^3$ oder $CuCl^2.3(Cu[OH]^2)$, mit 59,43 Kupfer, 16,64 Chlor, 11,26 Sauerstoff, 12,67 Wasser. — Beginnt erst bei 200° Wasser zu entwickeln, der Rückstand ist ein braunschwarzes pulveriges Gemenge von Kupferchlorid und Kupferoxyd. V. d. L. färbt er die Flamme blaugrün, gibt auf Kohle einen bräunlichen und einen graulichweissen Beschlag, schmilzt und liefert ein Kupferkorn; in Säuren leicht löslich, ebenso in Ammoniak. — Auf Gängen: Remolinos, Copiapó, Santa Rosa in Chile, Algodon-Bay in Bolivia (in grosser Menge); Gila Co. in Arizona; Burraburra-Grube in Australien, grosse und schöne Krystalle.




Zu den Oxychloriden sind weiterhin noch zu stellen:

Percylith (*Brooke*), reguläre Krystalle der Comb. ∞O∞.O.∞O.∞O2, himmelblau und glasglänzend, nach *Percy* ein wasserhaltiges Oxychlorid von Blei und Kupfer, zufolge der künstlichen Darstellung durch *Friedel* wohl von der Formel PbCl[OH].CuCl[OH]; Sonora in Mexico in Begleitung von Gold; Würfel davon auch auf zersetztem Bleiglanz von Caracoles in Chile, ferner mit Bleiglanz in der Sierra Gorda in Chile, wo die Substanz aber zufolge *Sandberger* wasserfrei ist. — Der indigblaue etwas silberhaltige Boléit von Boléo in Niedercalifornien und von Broken Hill in Australien scheint ihm nahezustehen; er bildet bis 2 Cm. grosse Würfelformen von G. = 5,08, innen isotrop, am Rande doppeltbrechend einaxig; auch tetragonale oktaëderähnliche Pyramiden, frei von Silber und mit G. = 4,71 (Cumengéit genannt).

Tallingit, dünne hellgrünlichblaue Rinden von der Botallack-Grube in Cornwall, ist vielleicht $CuCl^2.4Cu[OH]^2 + 4H^2O$. — Footëit, tiefblaue monokline Kryställchen von der Copper Queen Mine in Arizona, ähnlich, nur mit der Hälfte des Chlorgehalts.

Sarawakit (*Frenzel*), sehr kleine diamantglänzende, fast farblose, vielleicht tetragonale Kryställchen, in Höhlungen von ged. Antimon von Borneo, ist wahrscheinlich wasserfreies Antimonoxychlorid.

Daubrëit, von der Wismutgrube Constancia am Cerro de Tazna in Bolivia, bildet perlmutterglänzende, gelblich- und graulichweisse Blättchen, leicht schmelzbar, in Salzsäure löslich; wahrscheinlich ein unreines Wismutoxychlorid.

**Nocerin,** *Scacchi.*

Hexagonal; weisse seidenglänzende Prismen und faserige Partieen. — Chem. Zus.: zufolge *E. Fischer* nach Abzug eines Gehalts an Al, K und Na (zusammen 7,34 pCt.) das Oxyfluorid $2(Ca,Mg)F^2.(Ca\,Mg)O$. — Mit Flussspath (S. 507) in glimmerbedeckten Bomben aus dem Tuff von Nocera bei Neapel.

**Fluocerit,** *Haidinger.*

Hexagonal mit 0P, ∞P, P2. A.-V. = 1 : 1,06; gewöhnlich derb und in Platten; H. = 4; G. = 5,7 ... 5,9; Bruch uneben und splitterig; röthlichgelb, etwas harzglänzend, undurchsichtig bis kantendurchscheinend, optisch einaxig positiv. — Chem. Zus. nach *Weibull* und *Tedin* $R^2OF^4$, ein Oxyfluorid, worin R hauptsächlich Ce, La, Di mit geringer Menge von Y. Durch eine beginnende Umwandlung ist etwas Fluor gegen eine geringe Menge von Wasser (1,78 pCt.) ausgetauscht. — Auf Pegmatitgängen bei Oesterby in Dalarne mit Gadolinit, Orthit u. s. w. — Der gelbliche Hydrofluocerit von Finbo soll eine Verbindung von Cerfluorid mit Cerhydroxyd sein und ist wahrscheinlich das Endproduct der eben erwähnten Zersetzung.

## Fünfte Classe: Sauerstoffsalze.

### Erste Ordnung: Aluminate und Ferrate.

**Chrysoberyll,** *Werner*, Cymophan.

Rhombisch; P (*o*) Polk. 86° 16′ und 139° 53′, Randk. 107° 29′, $\breve{P}\infty$ (*i*) 119° 46′, $\infty\breve{P}2$ (*s*) 93° 33′ nach *Haidinger*; A.-V. = 0,4707 : 1 : 0,5823; geometrisch isomorph mit Olivin, wie *G. Rose* zuerst bemerkte; auch in gewissem Sinne mit Diaspor (A.-V. = 0,4686 : 1 : 0,3019, also *c* ist hier halb so lang) und Goethit.

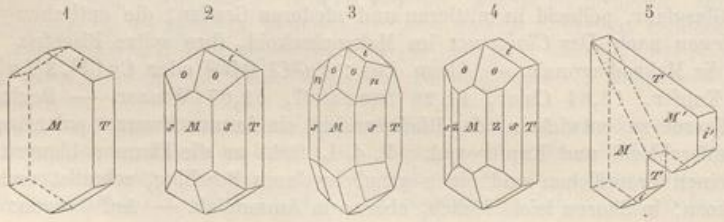


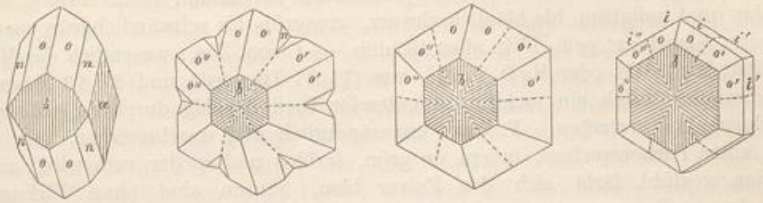

Fig. 1. $\infty\bar{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.\breve{P}\infty$; das Makropinakoid (*M*) ist wie immer vertical gestreift.
Fig. 2. $\infty r2.\infty\bar{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.P.\breve{P}\infty$.
Fig. 3. Die Comb. Fig. 2 mit der Brachypyramide $2\breve{P}2$ (*n*).
Fig. 4. Die Comb. Fig. 2 mit dem Brachyprisma $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$ (*z*).
Fig. 5. Herzförmiger Juxtapositionszwilling der Comb. Fig. 1, nach einer Fläche von $3\breve{P}\infty$; die Verticalaxen beider Individuen, sowie die Streifungen der Flächen *M* und *M′* bilden 59° 46′. Bisweilen ist P (*o*) sehr entwickelt, während in der verticalen Zone die Prismen vor $\infty\bar{P}\infty$ vorwalten. Dasselbe Gesetz bildet auch Durchwachsungszwillinge, wobei der eine Krystall selbst kreuzweise durch den anderen hindurchragt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $o : o$ vorn | $= 139^{\circ}\,53'$ | $o : s$ | $= 140^{\circ}\,3'$ | $i : i$ | $= 119^{\circ}\,46'$ |
| $o : o$ über $i$ | $= 86\;16$ | $n : n$ über $o$ | $= 107\;44$ | $M : s$ | $= 136\;46$ |
| $o : M$ | $= 136\;52$ | $n : s$ | $= 149\;26$ | $T : s$ | $= 133\;14$ |

Sehr oft treten nach demselben Gesetz drei Individuen zu einem cyklischen Drilling (Alexandrit genannt) zusammen. Die einzelnen Individuen zeigen dabei meist die Form von Fig. 6, worin $b = \infty\breve{P}\infty$, $a = \infty\breve{P}\infty$, $o = P$, $n = 2\breve{P}2$, auch oft $\breve{P}\infty$ erscheint. Bei diesen Drillingskrystallen (Fig. 7, 8, 9) fallen die Flächen $b$ ($\infty\breve{P}\infty$)

6 7 8 9



in eine Ebene, welche durch deren Streifensysteme in sechs Felder getheilt wird, und da zwei benachbarte Individuen fast unter 60° zusammenstossen, so wird, wenn am Rande kein einspringender Winkel ersichtlich ist, täuschend das Ansehen von hexagonalen Formen hervorgerufen (weil die Fläche $\breve{P}\infty$ fast genau senkrecht auf $3\breve{P}\infty$ steht, hat man das die Drillinge erzeugende Gesetz wohl auch so aufgefasst, dass zwar abermals $3\breve{P}\infty$ Verwachsungsfläche, aber $\breve{P}\infty$ hier Zwillingsebene sei). — Eingewachsene und lose Krystalle, auch abgerundete Fragmente und Körner. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ ziemlich deutlich, nach $\infty\bar{P}\infty$ undeutlich, Bruch muschelig; H. = 8,5; G. = 3,65 ... 3,8; grünlichweiss, spargel-, olivengrün und grünlichgrau, auch grasgrün bis smaragdgrün; Glasglanz, im Bruch fettartig; durchsichtig bis durchscheinend, z. Th. mit schönem Trichroismus (z. B. parallel der Axe $a$ colombinroth, $b$ orangegelb, $c$ smaragdgrün), auch mit bläulichem wogendem Lichtschein oder Asterismus. Der Alexandrit erscheint im durchfallenden Kerzenlicht colombinroth. Die optischen Axen liegen im Brachypinakoid, die Verticalaxe ist spitze Bisectrix; $2E = 85^{\circ}$; $\beta = 1{,}748$. Im Chr. aus Brasilien fand *Brewster* ungeheuer zahlreiche mikroskop. Einschlüsse einer stark expansibeln Flüssigkeit. — Chem. Zus.: das Berylliumaluminat $\mathbf{BeAl^2O^4}$ oder $BeO . Al^2O^3$ (ein Salz der Säure $H^2Al^2O^4$), mit 19,72 Beryllerde und 80,28 Thonerde; meist ein kleiner Eisengehalt, indem entweder Be durch Fe, oder $Al^2$ durch $Fe^2$ vertreten wird. V. d. L. unveränderlich; von Borax und Phosphorsalz langsam und schwer zu klarem Glas aufgelöst; mit Kobaltsolution wird er blau; Säuren sind ohne Wirkung; Aetzkali und saures schwefelsaures Kali zersetzen ihn. — Eingewachsen im Amphibolgneiss am Schinderhübel bei Marschendorf in Mähren mit Granat und Beryll, im quarzreichen Pegmatit von Sondalo im Veltlin, im Glimmerschiefer der Grube Sareftinsk bei Stretinsk an der Takowaia im Ural ö. von Katharinenburg, im Granit von Haddam in Connecticut, Stoneham und Canton in Maine. Lose in den Edelsteinseifen von Ceylon, Pegu, Brasilien.

**Gebrauch.** Die schönfarbigen und durchsichtigen Varietäten oder auch die mit einem Lichtschein versehenen (Cymophan) liefern einen ziemlich geschätzten Edelstein.

Anm. Da der Chrysoberyll rhombisch ist, die übrigen Verbindungen $\overset{II}{R}\overset{III}{R^2}O^4$ als Spinellgruppe regulär sind, so ist diese Verbindungsform dimorph[1]).

---

1) Die zunächst folgenden Mineralien (bis zu den Boraten) bilden die ausgezeichnet isomorphen Glieder der regulären Spinellgruppe, theils Grundverbindungen, theils vielfache Mischungen derselben. Sie werden als Salze aufgefasst, in welchen die Sesquioxyde gegenüber starken Basen die Rolle von Säuren spielen. In ihnen ist $\overset{II}{R} = Mg, Fe, Mn, Zn, Cr$ und $\overset{III}{R^2} = Al^2, Fe^2, Mn^2, Cr^2$. Der Kürze halber ist mehrfach im Folgenden von einer »Vertretung« der einzelnen Bestandtheile (als Oxyde angeführt) und nicht von einer isomorphen Zumischung der

**Spinell** (und Pleonast oder Ceylanit).

Regulär; gewöhnliche Formen: O, ∞O und 3O3, auch ∞O∞; das Oktaëder meist vorherrschend und oft allein ausgebildet; Zwillinge nach O, die Individuen meist stark verkürzt, wie Fig. 251, S. 133; auch polysynthetisch-lamellare Zwillinge (vgl. *Strüver*, Z. f. Kryst. II. 1878. 180); Krystalle einzeln ein- oder aufgewachsen, selten zu Drusen verbunden, auch lose, meist klein, doch bisweilen zollgross und darüber; Fragmente und Körner. — Deutliche Spaltb. fehlt; Bruch muschelig; H. = 8; G. = 3,5 ... 4,1; farblos, aber fast immer gefärbt, besonders röthlichweiss, rosen-, carmin-, cochenille-, kermesin-, blut- und hyacinthroth bis braun, bläulichweiss, smalteblau, violblau und indigblau bis bläulichschwarz, grasgrün bis schwärzlichgrün und grünlichschwarz; Glasglanz; pellucid in allen Graden. — Chem. Zus.: wesentlich das Magnesiumaluminat $\mathbf{MgAl^2O^4}$ oder $MgO.Al^2O^3$, was 71,87 Thonerde und 28,13 Magnesia gibt; doch ist gewöhnlich ein nicht unbedeutender Theil des Mg durch Fe, oft auch etwas $Al^2$ durch $Fe^2$ vertreten. V. d. L. unveränderlich und unschmelzbar, nur der rothe zeigt einen Farbenwechsel, indem er grün, farblos und wieder roth wird; mit Kobaltsolution geglüht färbt sich das Pulver blau, Säuren sind ohne Wirkung; durch Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali aufschliessbar. — Hauptsächlichste Abarten sind:

Edler Spinell, die rothen pelluciden Varietäten, reine Magnesia-Thonerde, wie es scheint durch etwas $Cr^2O^3$ gefärbt; Ceylon in den Edelsteinseifen, Ostindien, Birma.

Blauer Spinell, mit etwas (3,57 pCt.) Eisenoxyd; rauhflächige Krystalle im Kalkstein, Åker in Södermanland; durchsichtig in Ceylon ($n = 1,72$).

Chlorospinell, grasgrün, aus dem Chloritschiefer der Schischimsker Berge bei Slatoust und mit Manganepidot von Jakobsberg; RO ist blos MgO, $R^2O^3$ ist $Al^2O^3$ mit nicht wenig (9 bis 15 pCt.) $Fe^2O^3$; also $\mathbf{Mg(Al^2, Fe^2)O^4}$; dazu 0,5 pCt. CuO.

Ceylanit, Pleonast, schwarzer Spinell, die dunkelgrünen und schwärzlichblauen, dunkelbraunen bis ganz schwarzen, vom Gew. über 3,65; sie enthalten neben MgO und $Al^2O^3$ entweder blos FeO oder meist ausserdem noch $Fe^2O^3$; diese letzteren sind daher $\mathbf{(Mg, Fe)(Al^2, Fe^2)O^4}$. — Ausgezeichnet charakteristisches Contactmineral: In den Auswürflingen des Vesuvs am Monte Somma, im Albanergebirge (wo *Strüver* einen ungewöhnlichen Formenreichthum: O, ∞O∞, ∞O, 3O3, 2O2, 6O6, 3O, 7O, ∞O3, $5O\frac{5}{3}$ beobachtete), im Kalkstein am Monzoni, bei Mercus und Arignac am Ariège; Amity und Warwick in New-York, Wakefield in Ontario (fast schwarze rauhe Würfel). Mikroskopisch häufig in verschiedenen silicatischen Contactgesteinen, gern neben Korund und Cordierit. Lose in Ceylon. — Umwandlungen wurden beobachtet in Speckstein, Hydrotalkit, Glimmer.

Picotit, ein dunkler Spinell, dem Ceylanit genähert, aber anderseits zwischen diesem und Chromit stehend, indem er sehr viel FeO (26,24 pCt.) und unter den Sesquioxyden $Cr^2O^3$ (z. B. 8 pCt.) enthält; ist $\mathbf{(Fe, Mg)(Al^2, Cr^2, Fe^2)O^4}$. H. = 8, G. = 4,08, gibt ein hellbraunes Pulver. Gemengtheil olivinreicher Gesteine, namentlich im Lherzolith und in den aus Olivingesteinen hervorgegangenen Serpentinen; als mikroskopische bräunlich durchscheinende Oktaëderchen in Olivinen der Basaltgesteine.

**Gebrauch.** Der Spinell liefert in den rothen und durchsichtigen Varietäten einen recht geschätzten Edelstein, der gewöhnlich, je nachdem er dunkel oder licht gefärbt ist, als Rubin-Spinell und Rubin-Balais unterschieden wird, während die gelblichrothen Rubicell heissen.

**Hercynit,** *Zippe.*

Derb, in klein- und feinkörnigen Aggregaten mit Spuren von O. H. = 7,5 ... 8; G. = 3,94 ... 3,95; schwarz, auf der Oberfläche matt, im Bruch glasglänzend; in dünnen Platten tiefgraulichgrün durchscheinend; magnetisch. — Chem. Zus. vorwiegend: $\mathbf{FeAl^2O^4}$, mit 64,2 Thonerde, 35,6 Eisenoxydul und nur ganz wenig Magnesia. V. d. L. unschmelzbar; das geglühte

---

betreffenden Verbindungen die Rede. Früher pflegte man die hierher gehörigen Glieder als eine Verbindung von 1 Mol. Monoxyd mit 1 Mol. Sesquioxyd zu betrachten, z. B. $MgAl^2O^4$ als $MgO.Al^2O^3$, ebenso $FeFe^2O^4$ als $FeO.Fe^2O^3$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pulver wird ziegelroth und gibt mit Borax und Phosphorsalz die Eisenfarbe. — Bei Ronsberg, am ö. Fuss des Böhmerwalds in Blöcken eines Granat-Hornblendegesteins, begleitet von Korund und Magnetit; nach *Kalkowsky* als feinkörnige kleine Partieen in glimmerarmen Granuliten Sachsens; schwarze Aggregate im Gabbro von La Prese.

**Automolit,** *Werner*; Gahnit, Zinkspinell.

Regulär, O, auch O.∞O, theils einfach, theils als Zwilling (wie Spinell nach O); bei Franklin kommen nach *Brush* bis 1½ Zoll grosse Hexaëder vor, an denen ∞O, O, 202, 404, 808 und 30 untergeordnet ausgebildet sind; Krystalle einzeln eingewachsen. — Spaltb. oktaëdrisch vollk., spröd; H. = 8; G. = 4,33 ... 4,35, die Var. von Franklin 4,89 ... 4,91; dunkellauchgrün bis schwärzlichgrün und entenblau, Pulver grau; fettartiger Glasglanz; kantendurchscheinend und undurchsichtig. — Chem. Zus.: wesentlich das Zinkaluminat $ZnAl^2O^4$, was 44,22 Zinkoxyd und 55,78 Thonerde geben würde; doch wird stets ein Theil des ersteren durch FeO und MgO ersetzt, auch ist meist eine geringe Menge von $Fe^2O^3$ statt $Al^2O^3$ vorhanden; der A. von Fahlun ergibt 34,2 pCt. ZnO, der aus New-Jersey fast 40 pCt. ZnO und nur nahe 50 $Al^2O^3$, dafür aber 8,58 $Fe^2O^3$, wodurch sich das höhere spec. Gew. erklärt. V. d. L. unschmelzbar; mit Soda gibt das Pulver auf Kohle im Red.-F. einen Beschlag von Zinkoxyd; von Säuren und Alkalien unangreifbar. — Fahlun im Talkschiefer, Tiriolo bei Catanzaro in Calabrien im Kalkstein (mit 24,3 ZnO, ferner FeO und MgO), Franklin in New-Jersey und Haddam in Connecticut, Canton-Mine in Georgia, in den diamantführenden Sanden der Prov. Minas Geraës. — Ueber eine Bildung von Zinkspinell in verglasten Thonmuffeln s. S. 371.

Zu dem Zinkspinell gehört der Kreittonit, bei welchem in noch höherem Maasse $Al^2O^3$ durch $Fe^2O^3$, sowie ZnO durch FeO ersetzt ist; er ist daher $(Zn, Fe, Mg)(Al^2, Fe^2)O^4$. H. = 7 ... 8; G. = 4,3 ... 4,8; sammtschwarz bis grünlichschwarz, Pulver graulichgrün. V. d. L. unschmelzbar; mit Flüssen die Eisenfarbe; der Zinkgehalt ist nur auf nassem Wege nachzuweisen. Bodenmais in Bayern; Ornavano im Tocethale in Piemont. — Ferner der dunkelbraune Dysluit oder Dysluit von Sterling in New-Jersey, in welchem aber $Al^2O^3$ zur Hälfte durch $Fe^2O^3$, und ZnO gar zur grösseren Hälfte durch FeO und MnO vertreten wird, also $(Zn, Mn, Fe)(Al^2, Fe^2)O^4$; auch in korundführendem Granit von Padigur in Indien.

**Franklinit,** *Berthier.*

Regulär; gewöhnlich O und O.∞O; Krystalle an Kanten und Ecken oft abgerundet, eingewachsen, oder aufgewachsen und dann zu Drusen verbunden; auch in körnigen Aggregaten und eingesprengt. — Eigentliche Spaltb. fehlt, aber nach O erfolgt eine Ablösung; Bruch muschelig bis uneben; H. = 6 ... 6,5; G. = 5,0 ... 5,1; eisenschwarz, Strich braun, unvollk. Metallglanz, in dünnen Splittern schön blutroth durchscheinend; nur bisweilen schwach magnetisch, was nach *H. Fischer* in fein eingesprengtem Magneteisen begründet ist. — Chem. Zus.: ein Glied der Spinellgruppe, in welchem unter den Monoxyden **ZnO** (16—22 pCt.) vorwaltet, begleitet von FeO und etwas MnO, die Sesquioxyde namentlich aus $Fe^2O^3$ (bis über 60 pCt.) und $Mn^2O^3$ (bis über 10 pCt.) bestehen; ist daher $(Zn, Fe, Mn)(Fe^2, Mn^2)O^4$, ohne MgO und $Al^2O^3$. V. d. L. unschmelzbar, leuchtet aber sehr stark und sprüht Funken, wenn er in der Zange stark erhitzt wird; gibt auf Kohle Zinkbeschlag, auf Platinblech mit Soda die Reaction auf Mangan, mit Borax ein rothes, nach dem Erkalten braunes Glas; in erwärmter Salzsäure unter Chlorentwickelung löslich. — Mit Rothzinkerz und Willemit im körnigen Kalk zu Franklin Furnace und Sterling Hill in New-Jersey, Eibach in Nassau (Würfel).

**Chromit,** *Haidinger*, oder Chromeisenerz.

Regulär, in Oktaëdern, aber gewöhnlich in körnigen Aggregaten. — Bruch unvollk. muschelig bis uneben; H. = 5,5; G. = 4,5 ... 4,8; bräunlichschwarz, Strich braun, halbmetallischer Glanz in Fettglanz geneigt, in dünnen Schichten rothgelb und bräunlich durchscheinend; unmagnetisch, bisweilen aber magnetisch, was nach *Fischer*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in fein eingesprengtem Magneteisen begründet ist. — Chem. Zus.: Die beiden Hauptsubstanzen sind **FeO** und $\mathbf{Cr^2O^3}$, was 32 Eisenoxydul und 68 Chromoxyd erfordern würde; doch ist anstatt des ersteren manchmal viel MgO (selbst bis zu 18 pCt.), bisweilen auch etwas CrO vorhanden, während an Stelle des $Cr^2O^3$ mehrfach $Fe^2O^3$ eintritt; die allgemeine Formel ist daher $\mathbf{(Fe, Cr, Mg)(Cr^2, Al^2, Fe^2)O^4}$. V. d. L. unschmelzbar und unveränderlich, nur wird der nicht-magnetische im Red.-F. geglüht magnetisch; mit Borax und Phosphorsalz gibt er die Farben des Eisens und Chroms, mit Salpeter geschmolzen im Wasser eine gelbe Solution, welche die Reactionen der Chromsäure zeigt. Säuren sind fast ohne Wirkung. — In Form von Gängen oder Nestern fast immer an den Serpentin gebunden, bei dessen Hervorgehen aus Olivin der Chromgehalt des letzteren zur Oxydation gelangte: Grochau und Silberberg in Schlesien, Hrubschitz in Mähren, Kraubat in Steiermark, Eibenthal im Banat, Gassin im Dép. des Var, Tromsöe und Röräs in Norwegen, Shetlandsinseln Unst und Fetlar, Berg Saranowsk im Ural; Baltimore und viele a. O. in den Ver. Staaten, Wooded Peak in Neuseeland, Neu-Caledonien. Als Begleiter des Platins in den Seifen des Urals.

**Gebrauch.** Wichtig für die Darstellung der Chromfarben, indem zuerst durch Schmelzen mit Salpeter chromsaures Kali und aus diesem Chromgrün und Chromgelb bereitet wird.

Einen Uebergang zwischen dem Chromit und dem Picotit bildet der Chrompicotit aus dem Dunit Neuseelands, indem er unter $R^2O^3$ nur 12 pCt. $Al^2O^3$, aber 56 pCt. $Cr^2O^3$ enthält. Der Magnochromit von Frankenstein und aus Nordcarolina (hier Mitchellit genannt) ist ein Chromit mit 14 pCt. MgO.

**Magnetit,** *Haidinger*, oder Magneteisenerz.

Regulär; O und $\infty O$ am häufigsten und in der Regel vorwaltend; auch $\infty O\infty$ $2O2$, $2O$ und andere Formen; bis jetzt sind ausser den 3 invariabeln Formen 8 Tetrakishexaëder, 3 Triakisoktaëder, 11 Ikositetraëder, 8 Hexakisoktaëder (davon 6 nach der Formel $mO\frac{2m}{m+1}$) sicher bekannt. Die Flächen von $\infty O$ sind meist nach der längeren Diagonale gestreift. Zwillinge nach O wie beim Spinell; darnach erfolgt auch eine mit schaliger Absonderung verbundene lamellar-polysynthetische Zwillingsbildung. Die mikroskopischen Kryställchen oft nach den regulären Hauptaxen zahlreich aneinander gereiht. Krystalle eingewachsen und aufgewachsen, im letzteren Falle zu Drusen verbunden; meist in körnigen bis fast dichten Aggregaten, eingesprengt, sowie secundär in losen, mehr oder weniger abgerundeten Körnern, als Magneteisensand; auch in Pseudomorphosen nach Eisenglanz, Eisenspath, Titanit, Glimmer und Perowskit. — Eigentliche Spaltb. fehlt, schalige Absonderung nach O aber ist oft in hohem Grade entwickelt; Bruch muschelig bis uneben; spröd; H. = 5,5 ... 6,5; G. = 4,9 ... 5,2; eisenschwarz, Strich schwarz, Metallglanz, zuweilen unvollkommen, total undurchsichtig auch in feinsten Partikelchen; sehr stark magnetisch, und nicht selten (namentlich in etwas angewittertem Zustande) polarisch. — Chem. Zus.: Eisenoxydul-oxyd $\mathbf{FeFe^2O^4}$ oder $FeO.Fe^2O^3$ oder $Fe^3O^4$, mit 31,03 Eisenoxydul und 68,97 Eisenoxyd, oder mit 72,41 Eisen und 27,59 Sauerstoff. Im Vergleich mit anderen Gliedern der Spinellgruppe wird diese Grundverbindung relativ rein dargestellt. M. von Scalotta bei Predazzo hielt z. B. nach *Cathrein* nur noch 2,09 pCt. MgO, 0,42 MnO, 1,10 $Al^2O^3$, 0,55 $Cr^2O^3$; Magnesia führt auch das sog. Talkeisenerz *Breithaupt*'s von Sparta in New-Jersey, sowie ein M. aus dem Mourne-Gebirge (6,45 pCt.); M. von Pregratten ergab 1,75 NiO. Ueber titanhaltigen Magnetit s. die Anm. — V. d. L. sehr schwer schmelzbar; mit Borax und Phosphorsalz gibt er die Reaction auf Eisen; das Pulver in Salzsäure vollkommen löslich. — Sehr weit verbreitet und von verschiedenem Charakter des Vorkommens: Schöne aufgewachsene Krystalle sowohl auf Klüften krystallinischer Schiefer (Binnenthal, Scalotta im Fassathal, Wildkreuzjoch, Greiner, Fürtschlagl im Schlegeisengrund in Tirol), als in Höhlungen derben Magnetits (Traversella, Moravicza, Nordmark, Blagodat). — Körnig als Lager und Stöcke in krystallinischen Schiefern, namentlich im Gneiss, sehr oft gemengt mit Eisenglanz, Chromit, Titaneisen, Eisenkies, Kupferkies, Quarz, Calcit, Granat, Pyroxen, Amphibol u. s. w.;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kleinere Lager z. B. bei Rittersgrün und Berggiesshübel in Sachsen, Pressnitz in Böhmen, Schmiedeberg in Schlesien, Kirlibaba in der Bukowina; sehr umfangreiche in Skandinavien (Arendal, Dannemora, Gellivara und Kirunavara); New-York, New-Jersey, Pennsylvanien. In Skandinavien auch als Bestandtheil von Fahlbändern. — Selten fehlender, meist mikroskopischer Gemengtheil der Massengesteine und krystallinischen Schiefer, zwar auch in den kieselsäurereichen, wie Granit, Gneiss, reichlicher aber in den basischen wie Diabas, Gabbro, Melaphyr, Basalt, Amphibolit; schöne grosse eingewachsene Oktaëder in Chloritschiefer (Oetzthal, Fahlun) und Talkschiefer (Zermatt, Zöptau). — Als häufige mikroskopische Interpositionen in anderen Mineralien. — Körnig als angereicherte Concentrationen innerhalb basischer Eruptivgesteine, z. B. in Noriten; Taberg bei Jönköping, gemengt mit Olivin; in diese Kategorie werden auch die mit augit- und hornblendeführenden Massengesteinen verknüpften Magnetitberge des Urals (Katschkanar, Blagodat, Wissokaja Gora, Magnitnaja Gora) gerechnet. — Als Contactproduct z. B. in Kalksteinen; Spitzenberg bei Altenau im Harz, wo Rotheisenstein in Berührung mit Granit in compacten Magnetit umgewandelt ist; Siegener Gruben, wo das manganhaltige mulmig-erdige Magneteisen (sog. Eisenmulm) im Contact mit Basalt aus Eisenspath hervorgegangen ist. — Im mikroskopischen Gemenge mit Pyroxenkörnchen als eine auf kaustischem Wege vermittelte Umwandlung von Hornblende oder Biotit in Eruptivgesteinen (Andesiten, Basalten). — Lose als Sand an Meeres-, See- und Flussufern (Norddeutsche Seen, Ostsee, Gegend von Neapel, Ostküste von Nordamerika). — Als breccienartig wieder verkittete grössere Bruchstücke der primären Lagerstätten (z. B. die Tapanhoacanga genannte Ablagerung Brasiliens). — Der Magnetit wandelt sich um in Brauneisenerz, auch durch Einwirkung von kohlensäurehaltigem Wasser (welches FeO löst, $Fe^2O^3$ zurücklässt) in Rotheisen. Ueber die Pseudomorphosenbildung Martit s. S. 472.

**Gebrauch.** Eines der vorzüglichsten Eisenerze; liefert den grössten Theil des in Norwegen, Schweden und Russland producirten Eisens; auch die natürlichen Magnete.

Anm. Der Magnetit der Eruptivgesteine ist oft in sehr schwankendem Verhältniss stark titanhaltig; so ergaben z. B. Krystalle aus dem Nephelinit von Meiches 51 FeO, 22 $Fe^2O^3$, 25 $TiO^2$, 1,5 MnO (*A. Knop*), aus den Laven des Vultur 12,07 pCt. $TiO^2$ (*Ricciardi*). Der Gehalt an Titansäure kann z. Th. darauf beruhen, dass solcher Magnetit, wie dies mehrfach beobachtet wurde, von höchst feinen Rutilprismen durchwachsen ist, oder dass er parallel der Oktaëderfläche eingeschaltete Täfelchen und Lamellen von ebenfalls schwarzem Titaneisen enthält. Anderseits ist es möglich, dass eine chemische Vertretung des $Fe^2O^3$ im Magnetit durch $FeTiO^3$ vorliegt (nach Art der Zus. des Titaneisens). Solches Titan-Magneteisen erscheint auch als kleine derbe eisenschwarze und stark magnetische Particen von ausgezeichnet muscheligem Bruch und glasflussähnlichem Aussehen in basaltischen Gesteinen, z. B. im Unkeler Steinbruch am Rhein, mit 8,3 pCt. $TiO^2$ (Trappeisenerz, schlackiges Magneteisen). Von den Magneteisensanden sind viele titanhaltig (vielleicht ist übrigens mehrfach schlecht unterscheidbares Titaneisen mit analysirt worden); z. B. vom Müggelsee bei Berlin mit 5,2, vom Aetna mit 12 pCt. $TiO^2$. Solcher Titanmagneteisensand (auch wohl unzutreffend magnetischer Titaneisensand genannt) findet sich ferner oft sehr reichlich am Strande der Ostsee, an den Ufern der Elbe und Eider, am Ufer des Schweriner und Goldberger Sees sowie des Tollensees in Mecklenburg. — Eine secundäre Umrandung des Magnetits durch feinkörnigen Titanit (sog. Leukoxen) ist darauf zurückzuführen, dass entweder eine mechanische Einwachsung von Rutil oder Titaneisen, oder anderseits ein chemischer Gehalt an $FeTiO^3$ zu der Neubildung des Titanits Veranlassung gab.

**Jacobsit,** *Damour.*

Regulär, O, auch körnige Aggregate; ritzt Glas; G. = 4,75; dunkelschwarz, stark glänzend; stark magnetisch, Strich röthlichschwarz. Ist zur Hauptsache gewissermassen ein Manganmagnetit, in welchem FeO durch MnO (auch etwas MgO) ersetzt ist und neben $Fe^2O^3$ auch etwas $Mn^2O^3$ eintritt, daher die Formel $(\mathbf{Mn}, \mathbf{Mg})\,(\mathbf{Fe^2}, \mathbf{Mn^2})\,O^4$. V. d. L. unschmelzbar, mit Phosphorsalz im Red.-F. ein grüngelbes, im Ox.-F. bei Zusatz von etwas Salpeter ein violettbraunes Glas; mit Soda auf Platinblech grün; von Salzsäure langsam aber vollständig gelöst. — In körnigem Kalk zu Jakobsberg in Wermland; Sjögrube in Örebro.

Der oktaëdrische Manganomagnetit von Långban besteht aus 56,30 $Mn^3O^4$ und

43,09 pCt. $Fe^3O^4$. — Plumboferrit, angeblich sechsseitige, dem Molybdänglanz ähnliche Täfelchen von Jakobsberg und der Sjögrube, soll $(PbO, FeO, CuO).Fe^2O^3$ sein.

**Magnoferrit,** *Rammelsberg* (besser nach *Dana* Magnesioferrit).

Regulär, O; die schwarzen, auf manchen Laven des Vesuvs als Product der Fumarolenthätigkeit vorkommenden Oktaëder sind von dünntafelförmigen Eisenglanzkrystallen durchwachsen und auch auf ihren Flächen mit dergleichen regelmässig bedeckt; die Basis des Eisenglanzes geht parallel einer Oktaëderfläche. Stark magnetisch; G. = 4,65. Nach den Analysen von *Rammelsberg* ist die reine Substanz $MgFe^2O^4$ oder $MgO.Fe^2O^3$, mit 20 pCt. Magnesia, 80 Eisenoxyd. Auch am Aetna, am Stromboli, auf Ascension kommen solche Magnoferrit-Oktaëder mit Eisenglanzlamellen mitunter so reichlich durchwachsen vor, dass die Spinellsubstanz ganz zurücktritt (*Bergeat*).

## Zweite Ordnung: Borate.

### 1. Wasserstofffreie Borate.

**Jeremejewit,** *Damour.*

Krystalle nach *Websky* äusserlich hexagonale Prismen ($\infty P2$) mit pyramidaler oder flach gewölbter Endigung, wobei die Pyramidenflächen auf die Prismenkanten aufgesetzt sind und beide Formen der pyramidalen Hemiëdrie entsprechen, aber zugleich eine Zwillingsbildung angenommen wird (Zwillingsaxe senkrecht auf der Prismenaxe), verbunden mit Hemimorphie; A.-V. = 1 : 0,6836. Doch zeigt ein Querschnitt durch die hexagonalen Säulen, dass nur ein schmaler äusserer Rand derselben optisch einaxig ist (eigentlicher Jeremejewit), während der davon eingeschlossene, nur spärlich an die Oberfläche tretende Kern (Eichwaldit genannt) einen Drilling rhombischer zweiaxiger Individuen darstellt, übrigens wahrscheinlich dieselbe chem. Zus. besitzt, wie die Hülle. — H. = 5,5; G. = 3,28. — *Damour* erhielt: 55,03 Thonerde, 40,19 Borsäure (aus der Differenz bestimmt), 4,08 Eisenoxyd, 0,70 Kali; die Substanz ist also neutrales Aluminiumborat $AlBO^3$ oder $Al^2O^3.B^2O^3$ oder $[AlO]BO^2$. Unlöslich in Salzsäure und Salpetersäure. — Diese merkwürdigen Krystallgebilde (bis 50 Mm. lang) liegen lose im Granitgrus am Berge Soktuj, einem n. Ausläufer der Adontschilon-Kette in Sibirien.

**Boracit,** *Werner.*

Regulär und zwar tetraëdrisch-hemiëdrisch erscheinend, doch bei gewöhnlicher Temperatur aus rhombischen Theilchen bestehend (vgl. Anm.); die häufigsten Formen sind $\infty O\infty$, $\infty O$ und $\frac{O}{2}$, gewöhnlich herrscht auch eine der beiden ersteren vor; Fig. 66 bis 70 auf S. 51 stellen einfache Combinationen dar.

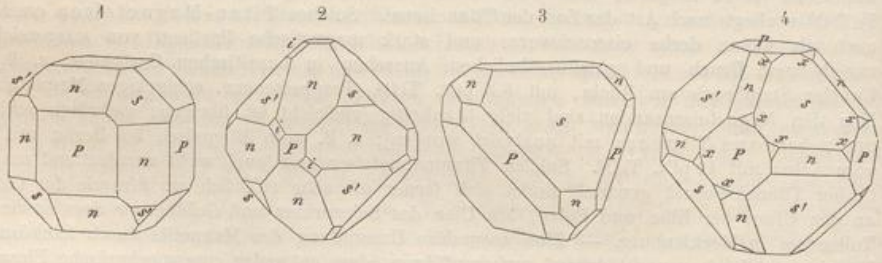



Fig. 1. $\infty O\infty.\infty O.\frac{O}{2}.-\frac{O}{2}$.

Fig. 2. $\infty O.-\frac{O}{2}.\frac{O}{2}.\infty O\infty.-\frac{2O2}{2}$.

Fig. 3. $\frac{O}{2}.\infty O\infty.\infty O$.

Fig. 4. $\frac{O}{2}.-\frac{O}{2}.\infty O\infty.\infty O.\frac{5O\frac{5}{3}}{2}$.

An den lüneburger Krystallen sind Pyramidenwürfel sehr häufig, insbesondere $\infty O4$. Die Krystalle einzeln eingewachsen, vollständig ausgebildet, klein, selten bis 1 Cm. gross; bei Stassfurt kommen aufgewachsene, zu kleinen Drusen und Krystallgruppen verbundene Krystalle vor. *Schrauf* erwähnt Penetrationszwillinge, bei welchen eine Fläche des pos. Tetraëders die Zwillingsfläche ist. — Spaltb. nicht bemerkbar; Bruch muschelig, spröd; H. = 7; G. = 2,9...3; farblos oder weiss, oft graulich, gelblich, grünlich; Glas- bis Diamantglanz; durchsichtig bis kantendurchscheinend;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

doppeltbrechend (vgl. Anm.); $n = 1{,}663$ (Roth); durch Erwärmung polarelektrisch, beide Tetraëder verhalten sich gegensätzlich (S. 275). — Chem. Zus.: $Mg^7Cl^2B^{16}O^{30}$, deutbar als das von 16 Mol. der Säure $HBO^2$ abgeleitete saure Magnesiumsalz $Mg^7H^2B^{16}O^{32}$, in welchem 2 Hydroxylgruppen durch 2 Cl ersetzt sind; dies erfordert 62,5 Borsäure, 26,9 Magnesia, 7,9 Chlor, 2,7 Magnesium; doch wird etwas MgO durch 1 bis 2 pCt. FeO vertreten; bei Douglashall enthalten Krystalle, welche bei Lampenlicht auf weissem Papier grasgrün erscheinen, 7,9 pCt. FeO. Oft mit kleinen Spuren von Wasser und Gehalt an Calciumsulfat; schmilzt v. d. L. unter Aufwallen schwierig zu einer Perle, welche klar und gelblich, nach der Erstarrung aber als ein undurchsichtiges und weisses Aggregat von Krystallnadeln erscheint; färbt die Flamme grün bei der Schmelzung mit saurem schwefelsaurem Kali und Flussspath; in Salzsäure schwer aber vollkommen löslich. — Eingewachsene Krystalle im Gyps und Anhydrit bei Lüneburg und Segeberg; im Carnallit von Leopoldshall bei Stassfurt und Douglashall bei Westeregeln. In der Carnallitregion von Stassfurt und der anderen subhercynischen Salzlagerstätten auch als bis kopfgrosse rundliche Knollen, feinkörnig, dicht oder faserig, mit ganz spärlichem secundärem Wassergehalt (sog. Stassfurtit).

Anm. Die zuweilen erkennbaren Subindividuen, insbesondere aber das optische Verhalten, sowie die Form der Aetzfiguren haben gelehrt, dass die Boracite in ihrem jetzigen chemisch normalen Zustande nicht aus regulärer Substanz bestehen, sondern Zwillingsstöcke rhombischer zweiaxiger Individuen darstellen, wie sich dies durch die Untersuchungen von *Mallard*, *Baumhauer* und *C. Klein* ergeben hat. Das scheinbare Rhombendodekaëder besteht im einfachsten Falle aus 12 rhombischen Pyramiden, deren Basisflächen die Flächen von $\infty O$ sind, während sie ihre gemeinsame Spitze im Krystallmittelpunkt haben. Da je zwei dieser so gebildeten vierseitigen Pyramiden sich in paralleler Stellung befinden, so reducirt sich die Gesammtzahl der verschiedenen Stellungen auf sechs. In jedem Individuum steht die optische Axenebene parallel der längeren Rhombendiagonale und die spitze negative Bisectrix senkrecht zur Aussenfläche. Die scheinbare Fläche von $\infty O$ dient als Zwillingsebene dieser aufbauenden Individuen, welche sich übrigens noch theilweise in sehr dünnen Lamellen durchdringen, wobei sie parallel $\infty O$ oder auch $O$ gestreckt sind, aber stets jene 6 Orientirungen zeigen. Die Fig. soll die Ausstriche der einzelnen Lamellen auf der Krystalloberfläche verdeutlichen. — *Mallard* und nach ihm *C. Klein* wiesen nun nach, dass bei einer Erwärmung zunächst manche Lamellen verschwinden, andere unter Festhaltung der erwähnten Gruppirung sich bilden, dann aber bei einer Temperatur von 265° der B. plötzlich und zwar für alle Farben isotrop wird, in höherer Temperatur auch so verbleibt, wogegen bei Temperaturabnahme die Zweiaxigkeit und nahezu dieselbe Feldertheilung in den Schnitten wieder zurückkehrt (bei den eisenhaltigen B.en erfolgt der Umschlag nach *Rinne* erst in etwas höherer Temperatur).



In höherer Temperatur stehen also beim B. die optischen Eigenschaften im Einklang mit der Form; es ist daher eine Dimorphie der Substanz anzunehmen, wobei die zwei Gleichgewichtslagen sich im Rahmen derselben Form abspielen. Schwer zu erklären ist freilich, wie der B. bei seiner Bildung zu der regulären Gestalt gelangte, denn es ist aus geologischen Erwägungen sehr unwahrscheinlich, dass er in solcher Temperatur entstanden sei, während welcher er künstlich einfachbrechend gemacht werden kann. — In der Temperatur, in welcher der B. isotrop wird, hört auch jede Elektricitätsäusserung auf, weshalb es wahrscheinlich ist, dass das Auftreten der elektrischen Erscheinungen durch Spannungsänderungen im Gefüge bedingt wird.

Durch Zersetzung werden die Boracitkrystalle trübe, undurchsichtig und nehmen einige Procente Wasser auf; sie verwandeln sich, ohne ihre äussere Form einzubüssen, in Aggregate von Fasern, welche nach *Volger*, vom Mittelpunkt ausstrahlend, ebenfalls eine Gruppirung in 12, den Flächen von $\infty O$ entsprechende Systeme erkennen lassen (sog. Parasit).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Rhodizit,** *G. Rose.*

Regulär, tetraëdrisch-hemiëdrisch; kleine Krystalle der Comb. $\infty O.\frac{O}{2}$, äusserlich mit Boracit gänzlich übereinstimmend, nur ist H. = 8, G. = 3,3...3,32; ebenfalls doppeltbrechend, wird aber bei der Erhitzung nicht isotrop. *Damour* fand darin: 41,49 Borsäure, 41,40 Thonerde, 12,0 Kali, 1,62 Natron, nur 0,74 Kalk, 0,82 Magnesia, 1,93 Eisenoxyd, was wahrscheinlich auf die Formel $KAl^2B^3O^8$ geleitet. Auf rothem Turmalin und Quarz bei Sarapulsk und Schaitansk unweit Mursinsk am Ural.

**Ludwigit,** *Tschermak.*

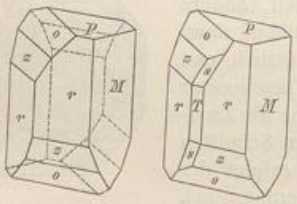
Wahrscheinlich rhombisch; fein- und parallelfaserig, auch kurz- und dünnstengelig, verworren- oder radialstrahlig; die Fasern löschen nach *Renard* parallel und senkrecht zur Längsrichtung aus; zähe und schwer zersprengbar; H. = 5; G. = 3,9...4,1; schwärzgrün mit einem Stich ins violette bis fast ganz schwarz; sehr stark pleochroitisch mit dunkelbraun und grün; seidenartiger Glanz bei der faserigen Var. — Die Analysen von *E. Ludwig* (z. B. 45,06 Borsäure, 39,29 Eisenoxyd, 17,67 Eisenoxydul, 26,94 Magnesia) führen auf die Formel $\overset{II}{R^4}\overset{III}{Fe^2}B^2O^{10}$, was man, da $R^4$ nahe = $3Mg + Fe$, als $Mg^3B^2O^6.FeFe^2O^4$ deuten könnte, als eine Molecülverbindung von Magnesiumborat mit Eisenoxyduloxyd. Wird beim Erhitzen an der Luft roth, schwierig in feinen Splittern schmelzbar; leicht löslich in Säuren, in Salzsäure zu gelber, in Schwefelsäure (etwas langsamer) zu grüner Solution. — Moravicza im Banat, mit Magneteisen; einer Umwandlung in Brauneisen unterworfen, wobei 20 pCt. der Masse weggeführt werden. — Gewissermassen ein Mangan-Ludwigit ist der Pinakiolith, in welchem FeO und $Fe^2O^3$ durch MnO und $Mn^2O^3$ ersetzt sind; dünne und kleine rhombische Täfelchen, schwarz, metallglänzend, im Dolomit von Långban, Wermland.

Am Schluss der wasserfreien Borate mag noch der merkwürdige Nordenskiöldin (*Brögger*) aufgeführt werden. Sechsseitige Tafeln mit rhomboëdrischen Abstumpfungen der Ecken, spaltbar nach 0R; A.-V. = 1 : 0,822; glasglänzend, frisch durchsichtig. H. = 5,5...6; G. = 4,2; schwefel-, citron- oder weingelb. — Die empirische Zus. ist $CaO.SnO^2.B^2O^3$, mit 20,4 Kalk, 54,3 Zinndioxyd, 25,4 Borsäure; kann auch als ein Orthostannat $Ca[BO]^2SnO^4$ gelten. Sehr selten, Insel Gross-Arö im Langesundfjord, mit Melinophan, diesem ähnlich.

## 2. Wasser- oder hydroxylhaltige Borate.

**Tinkal,** *Hausmann* (Borax).

Monoklin, $\beta = 73°\,25'$, $\infty P\,87°\,0'$, $P\,122°\,34'$; A.-V. = 1,0995 : 1 : 0,5632; auffallend formähnlich mit Pyroxen; gewöhnl. Comb.: $\infty P.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.0P.P.$ Krystalle meist breit und kurz säulenförmig; seltene Zwillinge nach $\infty\breve{P}\infty$, ganz wie Pyroxen.




$\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.0P.P.\infty P.2P.4\breve{P}\infty$
$M \quad T \quad P \quad o \quad r \quad x \quad s$

| | |
|---|---|
| $P : r = 104°\,20'$ | $P : o = 139°\,30'$ |
| $M : T = 90\ \ 0$ | $M : r = 133\ \ 30$ |
| $o : o' = 122\ \ 34$ | $x : x' = 96\ \ 40$ |

Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$, undeutlicher nach $\infty P$; H. = 2...2,5; G. = 1,7...1,8. Farblos, aber meist gelblich-, grünlich-, graulichweiss gefärbt; Fettglanz, pellucid. Platten parallel $\infty\breve{P}\infty$ zeigen ausgezeichnete gedrehte Dispersion: die spitze negative Bisectrix ist parallel der Orthodiagonale; die optische Axenebene steht senkrecht zum Klinopinakoid, fällt nach derselben Richtung ein, wie die Basis, und bildet mit *c* für Roth 53° 33', für Grün 54° 45'; beim Erwärmen von 21° bis auf 86° C. dreht sich die Axenebene für jede Farbe um $3\frac{1}{2}°$. Geschmack schwach süsslich-alkalisch. — Saures borsaures Natrium mit 10 Mol. Wasser, $Na^2B^4O^7 + 10H^2O$, mit 16,26 Natron, 36,59 Borsäure, 47,15 Wasser; doch meist verunreinigt durch seifenartige oder fette Materie; zerspringt bei schneller Erhitzung; v. d. L. bläht er sich stark auf, wird schwarz und schmilzt endlich zu einer klaren farblosen Perle, indem er die Flamme röthlichgelb färbt. Löst sich in 14 Th. kaltem Wasser. — In losen Krystallen und krystallinischen Körnern an den Ufern mehrer Seen in Tibet; sehr massenhaft und in bis 7 Cm. grossen Krystallen auf dem Boden des seichten Clear-Sees in Californien; auch in oberflächlichen Salzablagerungen im Staate Nevada.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Gebrauch.** Zur Darstellung des gereinigten Borax, welcher als Flussmittel bei Bereitung feiner Gläser und Emails, zum Löthen, zur Conservirung von Fleisch, als Arzneimittel dient.

**Borocalcit.**

Incrustationen an den Borsäure-Lagunen Toscanas (Bechilit *Dana*'s) sind nach *Bechi* zweifach-borsaures Calcium mit 4 Mol. Wasser, $CaB^4O^7+4H^2O$, bestehend aus 20,92 Kalk, 52,18 Borsäure, 26,90 Wasser. Es wird noch ein anderer Borocalcit aufgeführt, der Hayesin, welcher (Tiza genannte) Knollen aus zarten schneeweissen Krystallnadeln bildet, sich mit Natronsalpeter und Glauberit in der Ebene von Iquique in Peru findet, aber nach *Hayes* 6 Mol. Wasser enthalten soll, $CaB^4O^7+6H^2O$; doch ist letzterer vermuthlich Natroborocalcit.

**Colemanit,** *Hanks.*

Monoklin, ∞P 107° 58′; β = 69° 47′; 0P : —P = 146° 14′; ∞P : —P = 140°; A.-V. = 0,7747 : 1 : 0,5418 nach *Hiortdahl*; bis jetzt sind im Ganzen, namentlich auch durch *Jackson*, schon 39 Formen bekannt. Habitus der Krystalle bald kurzprismatisch und dann fast rhomboëdrisch, indem ∞P sehr ähnliche Winkel mit ∞P und mit 0P (107° 14′) bildet, bald mehr langprismatisch und rhombisch scheinend, indem 0P und P∞ fast gleichgeneigt gegen ∞P∞ und ausgedehnt sind, bald auch mehr tafelförmig durch Vorwalten von ∞P∞. Spaltb. nach ∞P∞ höchst vollk., weit weniger vollk. nach 0P. — H. = 3,5 ... 4; G. = 2,42. Glasglanz bis Diamantglanz; farblos und durchsichtig, datolithähnlich. Optische Axenebene senkrecht auf ∞P∞, wahrer Winkel der opt. Axen für Gelb 55° 20′; die spitze Bisectrix liegt in dem stumpfen Axenwinkel β, gegen die Kante 0P : ∞P∞ unter 26° 25′ geneigt. — Chem. Zus. empirisch $Ca^2B^6O^{11}+5H^2O$, mit 27,2 Kalk, 50,9 Borsäure, 21,9 Wasser. V. d. L. aufblätternd, decrepitirend, unvollständig schmelzend. In heisser Salzsäure völlig löslich, die erkaltete Sol. setzt Krystalle von Borsäure ab. — Death Valley in Inyo Co. und im Calico-District, San Bernardino Co. in Californien, ½—2 Cm. grosse prachtvolle Krystalle mit Quarz in Drusen einer derberen Var.; letztere erscheint auch als weiche kreideähnliche Substanz (Pricëit genannt). — Ein sehr nahe stehendes wasserhaltiges Calciumborat ist der Pandermit, schneeweisse, einem feinkrystallinischen Marmor ähnliche Knollen und Stöcke in grauem Gyps aus dem Hinterlande von Panderma am Schwarzen Meer.

**Natroborocalcit** (Boronatrocalcit). Ulexit.

Weisse knollige Massen mit filzig-feinfaseriger Zusammensetzung und dem G. = 1,8, welche sich sowohl bei Iquique in Peru und in der argentinischen Provinz Jujuy, als auch in den Salzmarschen von Esmeralda Co., Nevada, sowie in Südafrika und Neuschottland finden. *Whitfield* entwickelt als wahrscheinlich die Formel $NaCaB^5O^9+6H^2O$, entsprechend 15,04 Kalk, 8,83 Natron, 45,24 Borsäure, 30,79 Wasser. An der Oberfläche sind die Knollen mit etwas Kochsalz sowie mit ein wenig Gyps und Glaubersalz gemengt; das Pulver ist in kochendem Wasser schwer, in verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure leicht löslich. — Aehnliche Knollen von der Westküste Afrikas sind Tinkalzit genannt worden.

**Pinnoit,** *Staute.*

Tetragonal, pyramidal hemiëdrisch; P Polk. 117° 37′; beobachtete Comb. ∞P∞.P.P∞ nebst ¾P3 als Tritopyramide. A.-V. = 1 : 0,7609. Meist in feinkörnigen bis schwach faserigen Knollen, schwach schimmernd im Bruch, von schwefel- oder strohgelber, bisweilen pistaziengrüner, auch röthlicher oder graulicher Farbe. H. = 3 ... 4; G. = 3,3 ... 3,37; durchscheinend. — Chem. Zus.: wasserhaltiges neutrales Metaborat von Magnesium, $MgB^2O^4+3H^2O$, mit 24,39 Magnesia, 42,69 Borsäure, 32,92 Wasser. Schmilzt v. d. L. etwas schwierig zu weisser Masse; löslich in Säuren. — In den höheren Schichten der Kainitregion von Stassfurt und Leopoldshall, oft verwachsen mit erdigem Boracit oder durchwachsen von Kainit. — Hier reihen sich noch weiter an:

Ascharit (*Feit*), rein weisse Knollen im Kainit und Steinsalz von Schmidtmannshall bei Aschersleben, führen auf die Formel $3Mg^2B^2O^5+2H^2O$.

Szajbelyit (*Peters*), sind sehr kleine radialfaserige schneeweisse Kugeln in dem körnigen Kalk von Rezbánya, die wesentlich aus 54,65 Magnesia, 38,35 Borsäure und 7,0 Wasser bestehen, was $2Mg^5B^4O^{11}+3H^2O$ zu entsprechen scheint; H. = 3,5; G. = 2,7.

Heintzit (*Luedecke*) oder Hintzëit (*L. Milch*); monoklin, in 2—5 Mm. grossen Krystallen mit zwei vollk. Spaltungsrichtungen und in Aggregaten. H. = 4,5 ...; G. = 2,13; farblos bis weiss, glasglänzend, durchscheinend, bisweilen etwas wolkig. — Jedenfalls ein wasserhaltiges Borat von Magnesium und Kalium, doch differiren die beiden vorhandenen Analysen erheblich; nach der einen wäre die Formel $Mg^2KB^9O^{16}+8H^2O$. Schmilzt sehr leicht und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

färbt die Flamme intensiv grün. Leicht löslich in Salzsäure und Salpetersäure. — Eingewachsen in Knollen von Pinnoit bei Stassfurt; auch in den Carnallit-Lösungsrückständen der Alkaliwerke von Westeregeln.

Hydroboracit (*Hess*), strahligblätterige Massen, fast gypsähnlich; H. = 2; G. = 1,9...2; weiss, stellenweise röthlich, durchscheinend. — Chem. Zus. nach *Hess*: $CaMgB^6O^{11}+6H^2O$ mit 13,54 Kalk, 9,67 Magnesia, 50,67 Borsäure, 26,12 Wasser; schmilzt v. d. L. leicht zu klarem farblosem Glas, wobei sich die Flamme grün färbt; in erwärmter Salzsäure und Salpetersäure leicht löslich. — Am Kaukasus von unbekanntem Fundort; auch bei Stassfurt.

Sussexit (*Brush*). Asbestähnliche faserige Trümer in Kalkspath; H. = 3; G. = 3,42; gelblichweiss bis fleischroth, seiden- bis perlmutterglänzend, durchscheinend. Wasserhaltiges Mangan- und Magnesiumborat, $(Mn, Mg)^2B^2O^5+H^2O$, mit 40 Manganoxydul und 17 Magnesia. Schmilzt im Ox.-F. zu schwarzer krystallinischer Masse, färbt die Flamme gelblichgrün, mit Borax geschmolzen gibt er eine amethystfarbige Perle; in Salzsäure leicht löslich. — Franklingrube in Sussex Co., New-Jersey, mit Rothzinkerz, Willemit, Tephroit.

An den Borsäure-Lagunen Toscanas findet sich nach *Bechi* als gelbe erdige Substanz der Lagonit, der wasserhaltiges borsaures Eisenoxyd, $F^2B^6O^{12}+3H^2O$ zu sein scheint. — Ebenda kommt auch als eine in Wasser lösliche weissliche Efflorescenz in mikroskopischen monoklinen Krystallen, der Larderellit vor, welcher wasserhaltiges borsaures Ammonium, $Am^2B^8O^{13}+4H^2O$ ist.

**Hambergit,** *Brögger.*

Rhombisch; die prismatischen Krystalle zeigen in der verticalen Zone ausser $\infty\breve{P}\infty$ (oft vertical gestreift) und $\infty\breve{P}\infty$ noch $\infty P$ (102° 46′), oben $\breve{P}\infty$ (107° 59′); A.-V. = 0,7988 : 1 : 0,7268. Spaltb. nach dem Brachypinakoid vollk., nach dem Makropinakoid minder vollk. H. = 7,5; G. = 2,347. Graulichweiss, glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend; optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, spitze Bisectrix *c*. — Chem. Zus.: das Berylliumborat $Be^4B^2O^7+H^2O$, oder vielmehr, da das Wasser nur in sehr starker Rothgluth weggeht, $Be^2[OH]BO^3$, mit 53,3 Beryllerde, 37,1 Borsäure, 9,6 Wasser. Decrepitirt heftig, aber schmilzt nicht; löslich nur durch Digestion mit Flusssäure. — Aeusserste Seltenheit; auf einem schmalen Gang im Eingang in den Langesundfjord, mit Feldspath, Biotit, Barkevikit und rothem Spreustein.

Anhang. Die kreideähnlichen Knollen des Howliths, aus dem Gypslager von Brookville in Nova Scotia, bestehen aus verfilzten wahrscheinlich rhombischen feinschuppigen Kryställchen und enthalten 44,22 Borsäure, 15,25 Kieselsäure, 28,69 Kalk, 11,84 Wasser, welches erst bei 360° entweicht; das Mineral ist daher ein sehr saures Silicoborat von der Formel $H^5Ca^2B^5SiO^{14}$.

### Dritte Ordnung: Nitrate und Jodate.

**Natronsalpeter** (Chilesalpeter).

Rhomboëdrisch, R = 106° 30′, isomorph mit Kalkspath (s. S. 307); A.-V. = 1 : 0,8276; in Grundrhomboëdern und krystallinischen Körnern. — Spaltb. nach R ziemlich vollk.; H. = 1,5...2; G. = 2,1...2,2; farblos oder licht gefärbt; durchsichtig bis durchscheinend, mit sehr starker negativer Doppelbrechung; schmeckt salzig kühlend. — Gereinigt ist er salpetersaures Natrium, $NaNO^3$, mit 36,49 Natron und 63,51 Salpetersäure, wogegen der rohe Natronsalpeter mit viel Kochsalz und etwas Glaubersalz verunreinigt ist; im Wasser leicht löslich, verpufft auf glühender Kohle, doch schwächer als Kalisalpeter, schmilzt v. d. L. auf Platindraht, indem er die Flamme gelb färbt. — Schichtweise in Thon- und Sandlagern verbreitet über ein ca. 40 Qkm. grosses regenloses Gebiet bei Iquique und Tarapacá in Peru; Aranè in Bolivia.

**Gebrauch.** Zur Darstellung von Salpetersäure und Kalisalpeter, bei der Schwefelsäurefabrikation; zum Schiesspulver nicht brauchbar, weil er die Luftfeuchtigkeit anzieht.

**Kalisalpeter** (Salpeter).

Rhombisch, isomorph mit Aragonit; nach *Schrauf* $\infty P = 118° 49'$, $2\breve{P}\infty = 70° 55'$, $\breve{P}\infty = 109° 52'$; A.-V. = 0,5843 : 1 : 0,7028; künstlich dargestellte Krystalle zeigen nachstehende Formen, auch Zwillingsbildungen nach $\infty P$[1]).

---

1) Nach *V. Vernadsky* ist der rhombische Kalisalpeter hemimorph, indem an beiden Enden der Axe *b* verschiedene Formen, der Hemimorphie entsprechend, auftreten, auch Aetzfiguren auf $\infty P$ darauf verweisen; er proponirt eine andere Stellung, bei welcher die Axe *b* zu *c* wird, $\infty\breve{P}\infty$ zu 0P, $\infty P$ zu $\bar{P}\infty$ u. s. w.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 1. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.P.2\breve{P}\infty$; stehen die Flächen des Brachydomas mit denen der Pyramide, und die des Brachypinakoids mit denen des Prismas im Gleichgewicht, so gleichen die Krystalle der Comb. $\infty P.P$ des Quarzes.

Fig. 2. Die vorige Combination, zugleich mit $\breve{P}\infty$. Fig. 3. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.2\breve{P}\infty$.

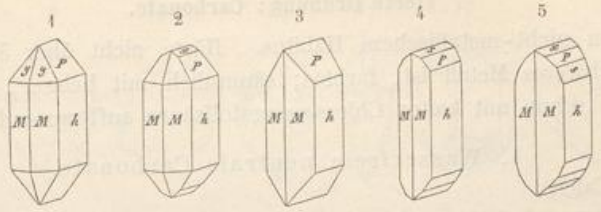



Fig. 4. Die Comb. Fig. 3, zugleich mit $\breve{P}\infty$, doch mehr tafelartig.

Fig. 5. Die Comb. Fig. 4, zugleich mit $4\breve{P}\infty$.

$M : M = 118^\circ\ 49'$ $M : y = 144^\circ\ 4'$ $x : h = 125^\circ\ 4'$
$M : h = 120\ 35$ $P : h = 144\ 32$ $s : h = 160\ 24$

Die in der Natur vorkommenden Varr. erscheinen jedoch nur in nadel- und haarförmigen Krystallen, sowie als flockiger und mehlartiger Beschlag oder in feinkörnigen Krusten. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$, auch undeutlich nach $\infty P$; H. = 2; G. = 1,9...2,1; farblos, weiss und grau; Doppelbrechung negativ; die optischen Axen liegen im Makropinakoid und bilden mit der Verticalaxe (als negativer Bisectrix) sehr spitze Winkel; schmeckt salzig kühlend. — Gereinigt ist er salpetersaures Kalium $\mathbf{KNO^3}$, mit 46,58 Kali und 53,42 Salpetersäure; in Wasser leicht löslich, verpufft auf glühender Kohle sehr lebhaft, und schmilzt v. d. L. auf Platindraht sehr leicht, indem er die Flamme violett färbt. Der natürliche Salpeter ist jedoch stets mit anderen Salzen mehr oder weniger verunreinigt. — In den Höhlen mancher Kalksteingebirge (Salpeterhöhlen), Ceylon, Calabrien, Leonhardshöhle bei Homburg, Belgrad; als Efflorescenz der Oberfläche (Kehrsalpeter), Aragonien, Ungarn, Ostindien; in Ungarn, jedoch nur in der unmittelbaren Nähe der Ansiedelungen, auf einem Raum von 130 Quadratmeilen, zumal bei Kálló; sehr bedeutende Salpetergewinnung findet auch in Algerien, sowie bei Tacunga in Quito statt.

**Gebrauch.** Zu Schiesspulver, zur Darstellung der Salpetersäure und bei Bereitung der englischen Schwefelsäure, als Arzneimittel, als Flussmittel zu Glascompositionen, zur Reinigung des Goldes und Silbers, als Beizmittel in der Färberei und Druckerei.

$KNO^3$ ist dimorph, indem es noch eine rhomboëdrische Modification besitzt, die mit $NaNO^3$ isomorph ist. In der Natur finden sich die beiden Salze nur in den einander nicht entsprechenden Formen.

Als weitere Krystallwasser enthaltende Ausblühungen kommen örtlich mit dem Kalisalpeter noch vor der Kalksalpeter (Nitrocalcit), $Ca[NO^3]^2$, und der Magnesiasalpeter (Nitromagnesit), $Mg[NO^3]^2$. Auch Barytsalpeter, $\mathbf{Ba[NO^3]^2}$, hat sich als natürliche Krystalle, bis 4 Mm. gross und farblos, in Chile gefunden. Da das künstlich dargestellte Salz tetartoëdrisch regulär krystallisirt, so müssen die natürlich vorkommenden Oktaëder als aus zwei ungefähr im Gleichgewicht stehenden Tetraëdern gebildet gelten.

In Spalten derben Cuprits mit Malachit von den United Verde-Kupfergruben in Arizona entdeckten *Wells* und *Penfield* als grosse Seltenheit das Gerhardtit benannte basische Kupfernitrat $\mathbf{Cu[NO^3]^2.3\,Cu[OH]^2}$, welches tief smaragdgrüne durchscheinende rhombische Krystalle bildet, mit grosser Basis und vielen oscillatorisch verbundenen Pyramiden.

**Lautarit,** *A. Dietze.*

Monokline Krystalle, bis zu 20 Gr. schwer, prismatisch mit $\infty P$ (117° 27') und $\infty\breve{P}2$, oben vorwiegend $0P$; $\beta = 73^\circ\ 38'$; A.-V. = 0,6331 : 1 : 0,6462; oft radial geordnet; farblos bis gelblich. — H. = ca. 4; G. = 4,59. Ist das Calciumjodat $\mathbf{Ca[JO^3]^2}$ oder $CaJ^2O^6$ mit 14,36 Kalk und 85,64 Jodsäure, das bisherige einzige Beispiel eines reinen Jodats in der Natur. Wenig löslich in Wasser, leicht in Salzsäure unter starker Chlorentwickelung. In den Natronsalpeterlagern der Wüste Atacama, namentlich bei der Oficina Lautaro.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In derselben Gegend finden sich die dunkelgoldgelben parallelfaserigen und stengeligen Aggregate des monoklinen Dietzeits, eines Doppelsalzes von Calciumjodat und Calciumchromat, $7Ca[JO^3]^2 . 8CaCrO^4$.

## Vierte Ordnung: Carbonate.

Mineralien von nicht-metallischem Habitus. Härte nicht über 5; solche, deren Basis kein schweres Metall ist, farblos; sämmtlich mit heisser, zum Theil auch schon mit kalter Chlorwasserstoffsäure aufbrausend.

### 1. Wasserfreie neutrale Carbonate.

**Kalkspath** (Calcit).

Rhomboëdrisch; R (*P*) 105° 5′; A.-V. = 1 : 0,8543; ausserordentlicher Reichthum der Formen und Combinationen; ausser 0R (*o*) und ∞R (*c*) erscheinen am häufigsten die Rhomboëder $-\frac{1}{2}$R (*g*) 135°, R, $\frac{5}{4}$R 95½°, $-\frac{3}{2}$R 88° 12′, −2R (*f*) 79° und 4R (*m*) 66°, die Skalenoëder R3 (*r*), R2 und $\frac{1}{4}$R3; auch das zweite hexagonale Prisma ∞P2 (*u*) ist nicht selten, während hexagonale Pyramiden *m*P2 zu den selteneren Formen gehören (bei Wisby kommen pyramidale Krystalle vor, die nur von der Deuteropyramide $^1_3$P2 und 0R begrenzt sind). — Nach *Zippe* kannte man im Jahre 1851 bereits 41 Rhomboëder und 85 Skalenoëder, i. J. 1856 führte *Sella* 151, i. J. 1874 *Des Cloizeaux* über 170 Formen auf; eine von *J. R. Mc. D. Irby* 1878 veranstaltete Zusammenstellung zählt 50 Rhomboëder und 155 Skalenoëder als sicher verbürgte Formen; seitdem sind noch 12 Rhomboëder und 102 Skalenoëder weiter angegeben worden. Indess sind die meisten Gestalten sehr grosse Seltenheiten: wenigstens 90 pCt. aller Formen gehören entweder ∞R, oder $-\frac{1}{2}$R oder R3 an. Einige der gewöhnlichsten Combinationen sind: ∞R.$-\frac{1}{2}$R oder auch $-\frac{1}{2}$R.∞R, sehr häufig; ebenso ∞R.0R oder 0R.∞R; ferner −2R.R (Fig. 167, S. 87), R.R3 (Fig. 169), R3.∞R, R3.∞R.−2R, R3.$\frac{1}{4}$R3 (Fig. 170) und viele andere, wie denn überhaupt schon viele Hunderte von verschiedenen Combinationen bekannt sind[1]). Krystallflächen meist eben, bisweilen gekrümmt, 0R oft drusig oder rauh, $-\frac{1}{2}$R gestreift parallel der Klinodiagonale seiner Flächen, während alle R*n* und ∞P2 oft eine den Randkanten von R parallele Streifung zeigen.

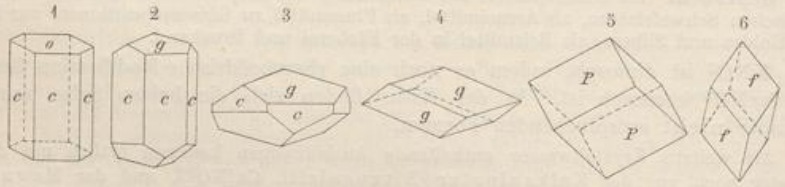



Fig. 1. ∞R.0R, eine der allergewöhnlichsten Combinationen, theils säulenförmig, wie in der Figur, theils tafelförmig, wenn 0R vorherrschend ausgebildet ist, und dann bisweilen als papierdünne Tafel.

Fig. 2. ∞R.$-\frac{1}{2}$R; gleichfalls sehr häufig; bei vorherrschendem Rhomboëder erscheint sie wie Fig. 3, als $-\frac{1}{2}$R.∞R.

Fig. 4. $-\frac{1}{2}$R; dieses Rhomboëder ist sehr oft selbständig ausgebildet.

1) Ueber den Kalkspath haben namentlich *Zippe*, *v. Hochstetter*, *Hessenberg*, *G. vom Rath*, *Des Cloizeaux*, *v. Kokscharow* ausführliche Arbeiten geliefert. Eine zusammenfassende kritische Abhandlung nebst Formen- und Winkeltabellen gab *Irby* (als Göttinger Doctordissertation, Bonn 1878). Aus der neueren Literatur sind namentlich zu erwähnen: *Sansoni* (Andreasberg, wo 131 Formen und 359 Combinationen auftreten), Z. f. Kryst. X. 1885. 545; derselbe (Blaton in Belgien), ebendas. XI. 1886. 352; derselbe (Freiberg), ebendas. XXIII. 1894. 451; *Morton* (Norwegen), ebendas. XI. 1886. 349; *G. Cesàro* (Belgien), Mém. acad. r. de Belgique, XXXVIII. 1886. 1; *Knut Winge* (Nordmarken), Geol. Fören. Förh. Stockholm. XVIII. 1896. 527.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 5. R; das Grundrhomboëder, selten als Krystallform, als Spaltungsform aber aus allen Individuen darzustellen.

Fig. 6. $-2R$; als selbständige Form nicht selten; so auch die mit viel Quarzsand gemengten Krystalle von Fontainebleau und von Dürkheim in der Pfalz.

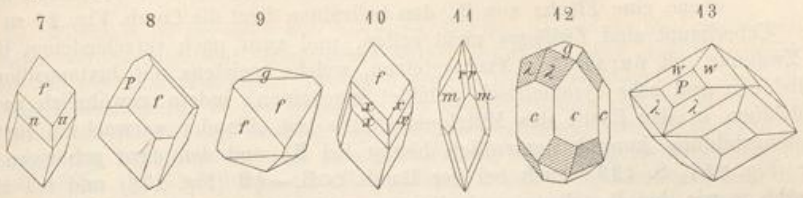



Fig. 7. $-2R.\infty P2$; das Deuteroprisma stumpft die Randkanten von $-2R$ ab.

Fig. 8. $-2R.R$; das Grundrhomboëder stumpft die Polkanten von $-2R$ ab.

Fig. 9. $-2R.-\frac{1}{2}R$. Fig. 10. $-2R.-2R2$. Fig. 11. $4R.R3$.

Fig. 12. $\infty R.R2.-\frac{1}{2}R$; die Flächen von R2 meist den Randkanten von R parallel gestreift, wie in der Figur.

Fig. 13. $R2.\frac{2}{5}R2.R$; die beiden Skalenoëder bilden mit einander horizontale Combinationskanten; die Randkanten von R2 sind den Randkanten, die schärferen Polkanten von $\frac{2}{5}R2$ ($w$) den Polkanten von R parallel gestreift.

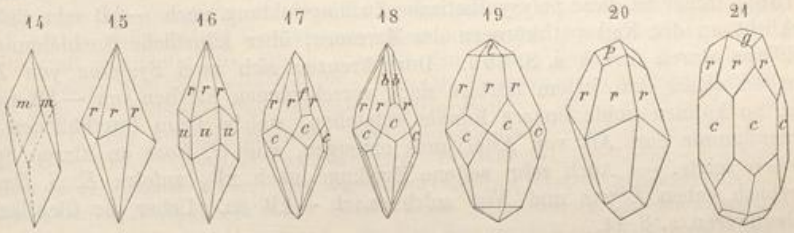



Fig. 14. $4R$; auch dieses Rhomboëder erscheint zuweilen selbständig.

Fig. 15. $R3$; das häufigste aller Skalenoëder. Fig. 16. $R3.\infty P2$.

Fig. 17. $R3.\infty R.-2R$. Fig. 18. $R3.\infty R.-\frac{4}{3}R3$. Fig. 19. $R3.\infty R.\frac{1}{4}R3$; nicht selten.

Fig. 20. $R3.R$; ist aus $R3$ durch Spaltung leicht herzustellen.

Fig. 21. $\infty R.R3.-\frac{1}{2}R$.

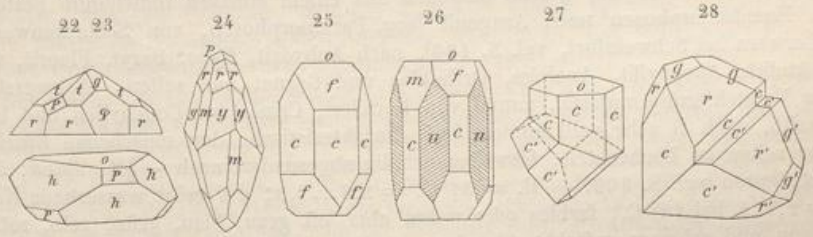



Fig. 22. $R3.\frac{1}{4}R3.-\frac{5}{4}R.R.-\frac{1}{2}R$; das Rhomboëder $-\frac{5}{4}R$ ist in der Figur mit $\varphi$ bezeichnet. Die Combination, deren oberes Ende in Fig. 22 dargestellt ist, findet sich in grossen vollständigen Krystallen in Derbyshire; sie kommt aber auch zuweilen ganz so vor, wie sie das Bild zeigt, d. h. unten durch $0R$ begrenzt, also anscheinend hemimorph (Ahrn im Pusterthale in Tirol); doch ist wohl in diesem wie in anderen beobachteten seltenen Fällen nur eine individuelle Anomalie, aber keine specifische Hemimorphie anzunehmen.

Fig. 23. Die untere Figur; $-\frac{3}{2}R.0R.R$; die Polkanten des Rhomboëders $\frac{3}{2}R$ ($h$) messen $88^{\circ}\,18'$, so dass selbiges dem Hexaëder sehr ähnlich ist.

Fig. 24. $R5.R3.4R.R$. Fig. 25. $\infty R.-2R.0R$.

Fig. 26. $\infty P2.\infty R.0R.4R.-2R$; das Deuteroprisma ist gewöhnlich den Randkanten von R parallel gestreift.

Fig. 27. Zwilling nach dem Gesetz: Zwillingsebene eine Fläche von $-\frac{1}{2}R$.

Fig. 28. Die eine Art der sog. herzförmigen Zwillinge, nach dem Gesetz: Zwillingsebene eine Fläche von R; den Individuen liegt die Comb. Fig. 21 zu Grunde.

Ueberhaupt sind Zwillinge nicht selten, und zwar nach verschiedenen Gesetzen; so Zwillinge mit parallelen Axensystemen, welche meistens mit Juxtaposition beider Individuen und sehr symmetrisch gebildet erscheinen, indem gewöhnlich zwei halbe Individuen in der Ebene des Mittelquerschnitts mit einander verwachsen sind; diese Zwillingsbildung kommt namentlich häufig bei R3 und den dazu gehörigen Combb. vor (Fig. 257, S. 135), auch bei der Comb. $\infty R.-\frac{1}{2}R$ (Fig. 256) und bei ähnlichen Combb. sowie bei R selbst, und dann zuweilen mehrfach wiederholt. — Bei den Zwillingen mit geneigten Axensystemen ist einerseits Zwillingsebene eine Fläche von R; dann sind die Hauptaxen beider Individuen fast rechtwinkelig auf einander (Fig. 265, S. 136 und die oben in Fig. 28 abgebildeten herzförmigen Krystalle). Noch häufiger ist das Gesetz: Zwillingsebene eine Fläche von $-\frac{1}{2}R$, bei welchem die Hauptaxen beider Individuen $127\frac{1}{2}^{\circ}$ bilden. Diese letztere Zusammensetzung unter anderen häufig bei R (Fig. 262, S. 136), auch in Spaltungsstücken aus derben Massen, und gewöhnlich vielfach repetirt, mit äusserst starker Verkürzung der inneren Individuen, welche nicht selten als papierdünne Lamellen erscheinen (Fig. 263, 264, S. 136); ferner ist diese polysynthetische Zwillingsbildung nach $-\frac{1}{2}R$ sehr vielfach verwirklicht an den Kalkspathkörnern der Marmore; über künstliche Nachbildung solcher Zwillinge durch Druck s. S. 190. Durchkreuzen sich zwei Systeme von Zwillingslamellen dieser Art, indem letztere nach verschiedenen Flächen von $-\frac{1}{2}R$ ausgebildet sind, so können hohle lineare Kanäle entstehen, welche beim Durchblicken auf eine Kerzenflamme eine Art von Asterismus erzeugen, wie *G. Rose* an klaren Spaltungsstücken zeigte. — Auch sehr seltene Zwillinge nach 2R, zufolge *E. S. Dana*; von Auerbach geben *Leuze* und *Nies* solche nach $-2R$ an. Ueber die Gleitflächen und Schlagfiguren s. § 91.

Grössere Krystalle, aus kleineren aufgebaut, und mancherlei Gruppirungsformen, z. B. reihenförmige, büschelförmige, garbenförmige, staudenförmige, rosettenförmige, treppenförmige Gruppen, kommen nicht selten vor. Körnige bis dichte Aggregate sehr häufig, als Kalkstein ganze Gebirge und weite Landstriche bildend; minder häufig stengelige bis faserige Aggregate; als Zapfen, Röhren, und in den verschiedensten stalaktitischen Formen, welche bisweilen aus einem einzigen Individuum bestehen. — In Pseudomorphosen nach Aragonit (sog. Paramorphosen, von Schlackenwerth und Oberwern bei Schweinfurt, vgl. S. 180), nach Anhydrit, Gyps, Baryt, Fluorit, Cerussit, Pektolith, Apophyllit, Analcim, Orthoklas und Granat nur selten. Aeusserst häufig als Versteinerungsmaterial, zumal von Korallen, Crinoiden, Conchylien und Holz. — Spaltb. nach R sehr vollkommen und charakteristisch, der muschelige Bruch daher nur selten zu beobachten; bisweilen schalig abgesondert nach $-\frac{1}{2}R$; spröd; über die Aetzfiguren vgl. S. 309. — H. = 3; G. = 2,6...2,8; der reine wasserhelle Kalkspath = 2,714 bei $18^{\circ}$ C.; farblos oder weiss, aber oft grau, blau, grün, gelb, roth, auch braun und schwarz gefärbt; Glasglanz ist herrschend, auf manchen und namentlich auf gekrümmten Krystallflächen Fettglanz, auf 0R Perlmutterglanz, doch ist die letztere Fläche oft matt; pellucid in allen Graden; ausgezeichnete negative Doppelbrechung (S. 212). Ueber Ausdehnung durch die Wärme s. S. 270.

Chem. Zus. identisch mit Aragonit: Calciumcarbonat $CaCO^3$ mit 56 Kalk und 44 Kohlensäure; allein in den meisten Varietäten sind kleine Beimischungen der isomorphen Carbonate von Mg oder Fe (auch wohl von Mn oder Zn) vorhanden. Ferner kommen mechanische Beimengungen vor, wie namentlich von Quarzsand, welche die Krystallform (—2R oder R3) nicht gestört haben, und den sog. krystallisirten Sandstein bilden (Fontainebleau in Frankreich, Dürkheim in Rheinbayern, Sievering bei Wien). V. d. L. unschmelzbar; zeigt beim Glühen starkes Leuchten und verwandelt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sich in Calciumoxyd (Aetzkalk); mit Salzsäure benetzt braust er sehr lebhaft; auch löst er sich, ohne pulverisirt zu sein und ohne Beihülfe von Wärme, sehr leicht in Säuren. Ueber Löslichkeit in kohlensäurehaltigem Wasser s. S. 375; über künstliche Bildung S. 301.

Der Kalkspath ist ungemein weit verbreitet, mit dem Quarz das häufigste Mineral; seine Varietäten werden unter sehr verschiedenen Namen aufgeführt. Der eigentliche Kalkspath begreift die frei auskrystallisirten oder doch deutlich individualisirten Varr., namentlich von Erz- und Mineralgängen, in den Höhlungen von Eruptivgesteinen und der dichten Kalksteine (sehr schön von Andreasberg, Freiberg, Tharand, Przibram, Derbyshire, Pallaflat und Egremont in Cumberland, Lake Superior u. a. Orten; zu Poretta bei Bologna das Grundrhomboëder R für sich allein; der klare isländische Doppelspath bildet die Ausfüllung einer ca. 13 M. langen, 5 M. breiten Höhlung im doleritischen Mandelstein bei Helgastadr am Eskifjördr). — Die aggregirten Varietäten sind entweder stengelig und faserig (die nicht zum Aragonit gehörigen Faserkalke und faserigen Kalksinter, dazu auch der sog. Onyxmarmor von Tecali in Mexico, sog. Marmor von Oran in Algier), oder seltener krummschalig (Schieferspath), insbesondere aber körnig bis dicht, Kalktuff, Kalkstein. Namentlich sind die Kalksteine weit verbreitet; es gehören dazu die körnigen Kalksteine, welche sowohl in den krystallinischen Schiefern als in den fossilführenden Sedimentformationen lagern und einen Theil des Marmors liefern (Statuenmarmor von Carrara, Paros, Pentelikon, Laas in Tirol); körniger Kalk ist häufig aus dichtem durch Contactmetamorphose hervorgegangen und pflegt dann mit manchfachen Silicaten erfüllt zu sein. Ferner gehören zu dem Kalkstein die gewöhnlich dichten Varietäten von jeder Färbung mit muscheligem bis splitterigem Bruch, wie sie in allen sedimentären Formationen lagern und ganze Gebirge bilden; schön gefärbte, geaderte und geflammte Varr. führen ebenfalls den Namen Marmor. Eingelagerte Muschelschalen verleihen dem sog. Lumachell oder Muschelmarmor von Bleiberg in Kärnten buntfarbige Reflexe. Sodann bilden weitere Structurvarietäten die oolithischen Kalksteine (welche z. Th. zum Aragonit gehören), gewisse pisolithische oder erbsensteinartige Abarten (Laibach, Ofen, Vichy), sowie die Rogensteine. Die Mergel sind Gemenge von Kalkcarbonat mit mehr oder weniger Thon. Die eigentliche Kreide besteht grösstentheils aus mikroskopischen kleinen rundlichen Körnern. Durch Kohle ganz schwarz gefärbte Abarten des Kalkspaths wurden Anthrakonit genannt. Die sog. Bergmilch in Höhlen und Spalten ist ein zartes weisses Pulver, welches u. d. M. theils isolirte, theils kettenartig aggregirte Rhomboëderchen R bildet. — Indem der Kalkspath so überaus häufig durch Zersetzung kalkhaltiger Silicate secundär entsteht, ist er in sehr vielen umgewandelten Felsarten (namentlich Eruptivgesteinen) in feinster Vertheilung vorhanden oder durchzieht dieselben als Adern und Trümer.

Kalkspath findet sich oft in Gyps oder Dolomit umgewandelt, auch durch Quarz und Chalcedon verdrängt; ferner kennt man Pseudomorphosen von schwerer löslichen Carbonaten (Eisenspath, Zinkspath, Cerussit, Malachit) nach Kalkspath (S. 181, 377), womit dann der weitere Ersatz der ehemaligen Kalkspathformen durch Roth- und Brauneisen, Eisenglanz, Pyrolusit, Pyrit, Bleiglanz, Blende zusammenhängt (S. 182).

**Gebrauch.** Es gibt wenige Mineralien von gleich allgemeiner Benutzung. Als wasserheller Kalkspath wird er, vermöge seiner Doppelbrechung, zu mehren optischen Instrumenten, als gelber, stark durchscheinender, späthiger Kalksinter unter dem Namen Kalkalabaster zu mancherlei Ornamenten benutzt. Der weisse körnige Kalkstein liefert den Bildhauer-Marmor, das Material zu Monumenten und architektonischen Gegenständen, sowie zu allerlei kosmetischen Utensilien; denselben Gebrauch gewähren die zahlreichen Varietäten der buntfarbigen und schwarzen Marmorarten, und auch der Faserkalk wird, als Atlasspath (*satin-spar* von Alston in Cumberland) kugelig oder halbkugelig geschliffen, zu kleineren Ornamenten verwendet. Die allerwichtigste Benutzung finden jedoch die verschiedenen Kalksteine als Bausteine, sowie, im gebrannten Zustand, als Hauptmaterial des gemeinen und des hydraulischen Mörtels, zu welchem letzteren besonders gewisse mergelige, 25 bis 30 pCt. Thon enthaltende Varietäten geeignet sind; manche Kalktuffe und andere sehr weiche Varietäten lassen sich sogar zu Quadersteinen zersägen, während die dünnplattigen Kalksteine in manchen Gegenden das Deckmaterial der Dächer liefern. Der gebrannte Kalk spielt auch in der Seifensiederei, Färberei, Gerberei etc. eine wichtige Rolle. Eine andere sehr ausgedehnte Benutzung ist die zum Kalken und Mergeln der Felder und Wiesen. Der sehr dichte und homogene, hellfarbige und dünnschichtige oder plattenförmige Kalkstein liefert die Steinplatten zur Lithographie, und die Kreide findet als Zeichnen- und Schreibmaterial, als Putz- und Polirmittel eine vielfache Anwendung. Kreide oder weisser Marmor dienen auch gewöhnlich zur Darstellung der Kohlensäure für chemische und technische Zwecke.

Der rhomboëdrische weisse und perlmutterglänzende Plumbocalcit (*Johnston*) ist ein Kalkspath mit einem variabeln Gehalt von 3—9, selbst bis an 23 pCt. Bleicarbonat, allgemein die isomorphe Mischung $n(CaCO^3) + PbCO^3$ darstellend und deshalb sehr interessant, weil in ihm das Bleicarbonat neben Calciumcarbonat auch rhomboëdrisch krystallisirt, während es sonst für sich nur rhombisch bekannt ist. — Leadhills und Wanlockhead in Schottland, Bleiberg in Kärnten.

Der Kalkspath von Sparta in New-Jersey (Spartait), in welchem das Rothzinkerz eingewachsen ist, hält wechselnde Mengen von Manganoxydulcarbonat (bis fast 14 pCt.) isomorph beigemischt. — Bei Girgenti auf Sicilien findet sich ein strontianhaltiger Kalkspath, Strontianocalcit; auch $SrCO^3$ kommt für sich nur rhombisch vor. — Ein baryumhaltiger Kalkspath ist der Neotyp aus Cumberland. — Ein Kalkspath von Långban (röthliche, deutlich rhomboëdrisch spaltbare Körner in weissem körnigem Kalkspath) hielt ausser 10,06 $MnCO^3$ auch 2,04 $BaCO^3$; ja bei Långban kommt ein rhomboëdrisches Carbonat vor, dessen Individuen nach *Des Cloizeaux* R = ca. 105° zeigen und darnach spaltbar sind, aber nach *Lundström* gar 57 pCt. $BaCO^3$ auf nur 32 $CaCO^3$ ergeben.

Aus Kalkspathsubstanz besteht eine Anzahl von pseudomorphen Bildungen, für welche das ursprüngliche Mineral nicht mit Sicherheit bekannt ist. Spitzpyramidale, oft gruppenweise verbundene Formen, bis über 2 Zoll lang und innen vielfach porös, wie sie in Thonausfüllungen von Gypsspalten bei Sangerhausen, im Zechstein zwischen Amt Gehren und Königssee, in dem Marschboden von Eiderstedt in Schleswig (von den Landleuten Gerstenkörner genannt) und am Dollart vorkommen, wurden und werden für ehemaligen Gaylüssit gehalten, welcher Natroncarbonat und Wasser verloren habe (deshalb als Pseudo-Gaylüssit bezeichnet); auch begleiten diese Gebilde am Natronsee in Nevada in der That überall den frischen Gaylüssit. Dagegen halten es *Des Cloizeaux* und *E. S. Dana* für gewiss, dass sie Pseudomorphosen nach eigenthümlichen Cölestinformen sind (vgl. dar. *van Calker* in Z. f. Kryst. XXVIII. 1897. 556). Die manchmal den Pseudo-Gaylüssiten von Sangerhausen ähnlichen in der Gegend von Archangel vom Meeresboden heraufgefischten sog. Heugabeln vom Weissen Meer (Bjelomórskija Rogúljki) sollen nach *Jeremejew* auch Pseudomorphosen nach Cölestin sein, aber nicht aus Calcit, sondern aus Aragonit bestehen.

Hieran reiht sich der sog. Thinolith *King*'s, ein an mehren Seen des n. w. Nevada verbreiteter, bis 50 Fuss mächtiger tuffähnlicher Absatz, ein graues bis braunes lockeres Aggregat von bis 9 Zoll langen, undeutlich spitzpyramidalen Formen, die oft in der Mitte hohl, aus krystallinisch-körnigem Kalkspath bestehen. Die Formen gleichen dergestalt den Pseudomorphosen von Bleicarbonat nach tetragonalem Phosgenit, dass vermuthet wurde, es habe sich hier eine mit letzterem isomorphe Ursubstanz $CaCO^3 . CaCl^2$ in $CaCO^3$ umgewandelt.

Der sog. Predazzit, welcher bei Predazzo in Tirol als eine mächtige Gebirgsmasse auftritt, und äusserlich einem weissen, krystallinisch-körnigen Kalkstein oder Marmor gleicht, sowie der damit verbundene dunkelgrau gestreifte sog. Pencatit sind Gemenge von Calcit und Hydromagnesit, welcher letztere pseudomorph nach Periklasoktaëdern erscheint.

## Dolomit (Rautenspath und Braunspath, Bitterspath z. Th., Perlspath).

Hexagonal, aber nicht hemiëdrisch rhomboëdrisch wie Kalkspath, sondern viertelflächig und zwar rhomboëdrisch tetartoëdrisch. Dies ergibt sich dadurch, dass Skalenoëder wie R3, R5, $4R\frac{5}{4}$, $\frac{2}{3}R3$ sowie Deuteropyramiden wie $\frac{8}{9}P2$, $\frac{1}{2}P2$ nur mit der halben Flächenzahl auftreten; ferner durch die stets asymmetrische Gestalt der Aetzfiguren auf den Rhomboëderflächen und die Thatsache, dass man auf verschiedenen Krystallen einerseits nach rechts, anderseits nach links gerichtete Aetzeindrücke erhalten kann[1]). — R = 106° 15′; A.-V. = 1 : 0,8322; die allergewöhnlichste Form ist im Gegensatz zum Kalkspath R selbst, auch gibt es Combinationen von R, −2R und $-\frac{1}{2}R$, und andere, in denen 0R, ∞R, 4R auftreten; R sehr häufig mit mehr oder weniger stark sattelförmig gekrümmten Flächen, seltener kugelig aufgebläht;

1) Vgl. *Tschermak*, Min. u. petr. Mittheil. IV. 1881. 102; *Becke*, ebendas. X. 1888. 142 und XI. 1890. 224. Sofern die Aetzfiguren auf derselben Fläche partieenweise rechts und links geneigt sind, wären solche äusserlich einfach erscheinenden Krystalle dann als Ergänzungszwillinge zu betrachten, in welchen rechte und linke Individuen in meist unregelmässiger Durchkreuzung auftreten. Beim Magnesit und Eisenspath zeigen sich auffallender Weise auf derselben Spaltfläche gleichzeitig monosymmetrische Aetzfiguren (wie beim Calcit) und asymmetrische (wie beim Dolomit).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nach diesem ist wohl 4R die häufigste Form; das Rhomboëder $-\frac{1}{2}R$ oft linsenförmig gestaltet. Aeusserlich erkennbare Zwillingskrystalle, zumal des Grundrhomboëders, als Durchkreuzungszwillinge von $+R$ und $-R$, mit parallelen Axensystemen; auch Zwillinge nach $-\frac{1}{2}R$, sowie nach $-2R$; durch Druck und Gleitung entstehen hier keine Zwillinge nach $-\frac{1}{2}R$, wie es beim Calcit leicht erfolgt. Krystalle selten einzeln eingewachsen, meist aufgewachsen, zu Drusen, bisweilen zu kugeligen, halbkugeligen, traubigen, nierförmigen, zelligen u. a. Aggregaten verbunden; mitunter pisolithisch; auch in grob- bis feinkörnigen (oft locker und porös gebildeten, zuckerigkörnigen) sowie in dichten Aggregaten. Pseudomorphosen nach Kalkspath, Anhydrit, Fluorit, Baryt und Weissbleierz. — Spaltb. nach R, Spaltungsflächen meist gekrümmt; H. = 3,5...4,5, härter als Kalkspath; G. = 2,85...2,95; farblos oder weiss, aber häufig roth, gelb, grau, grün, doch meist licht gefärbt; Glasglanz, oft perlmutterartig oder fettartig; durchscheinend, $\omega = 1{,}6817$, $\varepsilon = 1{,}5026$ für Na-Licht. — Chem. Zus.: das Calcium-Magnesiumcarbonat $\mathbf{CaMgC^2O^6}$ oder $CaCO^3.MgCO^3$ (wohl nicht, wie man früher annahm, eine isomorphe Mischung beider Carbonate), mit 54,35 kohlens. Kalk und 45,65 kohlens. Magnesia. In der Regel ist etwas $FeCO^3$ und gar nicht selten ein wenig $MnCO^3$ vorhanden, welche beide in den eigentlichen Braunspathen sogar einen bedeutenden Antheil an der Zusammensetzung nehmen. — Andere Substanzen, welche bei der Analyse ungefähr $3CaCO^3$ auf $2MgCO^3$ ergeben (Kolosoruk bei Bilin, Glücksbrunn bei Liebenstein) oder $2CaCO^3$ auf $1MgCO^3$ (Taberg in Schweden, Hall in Tirol) sind wahrscheinlich inhomogene Gemenge aus Calcit- und Dolomitpartikeln oder -Schichten, oder partielle Umwandlungspseudomorphosen von Calcit nach Dolomit. — V. d. L. unschmelzbar, brennt sich kaustisch; mit Salzsäure benetzt brausen die meisten Varietäten gar nicht oder sehr wenig, auch lösen sie sich gewöhnlich nur im pulverisirten Zustand und unter Mitwirkung der Wärme vollständig auf (Unterschied von Kalkspath). — Häufig vorkommendes Mineral, als Dolomit ganze Gebirgsmassen bildend; die krystallisirten Varietäten theils aufgewachsen in Höhlungen des Dolomitgesteins (Binnenthal, Campolongo am St. Gotthard, Tinz bei Gera, Glücksbrunn, Miemo) oder auf Erzgängen (Freiberg, Leogang, Kapnik, auf der Magnetitlagerstätte von Traversella), theils eingewachsen in den Chlorit- und Talkschiefern der Alpen, oder im Gyps (graue Krystalle der Comb. 4R.0R zu Hall in Tirol, Kittelsthal bei Eisenach, Santiago de Compostela und am Cabo de Gata in Spanien). Pisolithisch zu Zepze in Bosnien und Rakovác in Slavonien.

Anm. Körnige Gemenge von vorwiegendem Calcit und von Dolomit liefern die dichten dolomitischen Kalksteine; aus denselben lässt sich in der Kälte durch Essigsäure der Calcit ausziehen und es bleibt Dolomit übrig. Auch eine Behandlung mit kohlensäurehaltigem Wasser löst zunächst nur $CaCO^3$. In den Präparaten der dolomitischen Kalksteine sind die Calcitkörner meist irregulär begrenzt, stärker pellucid, besser spaltbar, oft nach $-\frac{1}{2}R$ zwillingsgestreift, die des Dolomits deutlicher rhomboëdrisch, minder pellucid und spaltbar, nicht polysynthetisch lamellirt. Gurhofian ist ein völlig dichter Dolomit, als Trümer im Serpentin von Gurhof in Niederösterreich, Konit ein dichter, mit Kieselsäure gemengter, dolomitischer Kalk. Braunspath nennt man die beträchtlich eisenhaltigen (ca. 5 bis 20 pCt. $FeCO^3$) Dolomite, welche deshalb bei der Verwitterung braun werden; sehr häufig besonders auf den Erzgängen, wo sie gern Quarz und Kalkspath überkrusten. Gewöhnlich ist auch etwas $MnCO^3$ zugemischt.

**Ankerit,** *Haidinger.*

Rhomboëdrisch, R 106° 12′, meist körnige Aggregate; Zwillingsbildung nach $-\frac{1}{2}R$, oft vielfach wiederholt. Spaltb. nach R vollk., die Spaltungsflächen oft etwas gekrümmt; H. = 3,5...4; G. = 2,95...3,1; gelblichweiss bis licht gelblichgrau, braun verwitternd; zwischen Perlmutter- und Glasglanz. — Chem. Zus.: wesentlich die mit dem Dolomit isomorphe Verbindung $\mathbf{CaFeC^2O^6}$, gemischt mit der Dolomitsubstanz $\mathbf{CaMgC^2O^6}$, in der Regel etwas Mangancarbonat enthaltend; die Formel kann daher auch lauten $CaCO^3.(Mg,Fe,Mn)CO^3$; durchschnittlich mit 30 pCt. Calcium-, 32 bis 35 Eisen-, 8 bis 16 Magnesium-, 3 bis 5 Mangancarbonat.

*Bořicky* schlug vor, speciell die Vorkommnisse, in denen das Calciumeisencarbonat mehr als das Doppelte ausmacht, Ankerit, die anderen Parankerit zu nennen. Decrepitirt v. d. L. sehr heftig zu feinem Pulver, wird schwarz und magnetisch; löst sich in Salpetersäure oder Salzsäure mit Brausen, schwieriger als Calcit, leichter als Dolomit. — Admont und Eisenerz in Steiermark, wo er bei der Verdrängung des Kalksteins durch Eisenspath eine Uebergangszone bildet (Rohwand der Bergleute); Rathhausberg in Salzburg, Ems, Lobenstein.

**Magnesitspath,** Magnesit, Talkspath, Bitterspath z. Th., Giobertit.

Rhomboëdrisch, isomorph mit Kalkspath, R schwankend um 107° 20′; A.-V. = 1 : 0,8095. Die Krystalle (Magnesitspath) meist nur einzeln eingewachsen und von der Form R, selten aufgewachsen, zu Drusen verbunden, in denen wohl auch die Comb. ∞P2.0R vorkommt; zu Gross-Reifling im Ennsthal waltet ∞R (mit 0R, auch R) vor. Häufig in körnigen und stengelig-körnigen Aggregaten, namentlich häufig aber scheinbar ganz dicht (Magnesit), jedoch u. d. M. stets krystallinisch. — Spaltb. nach R sehr vollk., Spaltungsflächen eben; H. = 4...4,5; G. = 2,9...3,1; die Krystalle farblos, bisweilen schneeweiss, aber meist gelblichweiss bis wein- und ockergelb, oder graulichweiss bis schwärzlichgrau gefärbt, mit lebhaftem Glasglanz, durchsichtig bis kantendurchscheinend; die dichten Abarten schneeweiss, graulichweiss bis licht isabellgelb, matt, im Strich zuweilen etwas glänzend, kantendurchscheinend. — Chem. Zus.: wesentlich Magnesiumcarbonat, $MgCO^3$, mit 47,62 Magnesia und 52,38 Kohlensäure, doch in der Regel mit kleiner Beimischung des isomorphen Carbonats von Eisen, auch wohl mit ganz geringen Mengen von Mangan- oder Calciumcarbonat; der dichte Magnesit ist zwar meist frei von Metallcarbonaten, aber oft mit einigen Proc. Kieselsäure gemengt, was endlich in förmliche Gemenge von Opal mit Magnesit übergeht. V. d. L. unschmelzbar, meist grau oder schwarz, und im letzteren Falle magnetisch werdend; von Säuren meist nur als Pulver unter Mitwirkung von Wärme gelöst. — Krystalle eingewachsen im Serpentin von Snarum, im Talkschiefer am St. Gotthard, am Greiner, im Zillerthal, Pfitschthal, Ultenthal in Tirol. Grobkörniger M. bildet bei Bruck, Flachau, Mariazell, im Tragösthal u. a. O. in Steiermark, fast rein als $MgCO^3$ selbständige Lager und Linsen im Thonschiefer; oft sind die flachrhomboëdrischen Individuen durch etwas dunkle Schiefermasse getrennt (Pinolit von Trieben in Steiermark). — Der ganz dichte M., meist mit Serpentin verbunden (Baumgarten und Frankenstein in Schlesien, Hrubschitz in Mähren, Kraubat in Steiermark, Baldissero in Piemont), ist ein bei der Umwandlung des Olivinfels in Serpentin entstehendes Nebenproduct. Der kieselige M. (Kieselmagnesit) scheint ein Gemenge von M. und Magnesiumsilicat zu sein.

**Gebrauch.** Der Magnesit lässt sich mittels Schwefelsäure zur Bereitung von Bittersalz und zur Darstellung von Kohlensäure benutzen; auch gebraucht man ihn bei der Porzellanfabrikation, und in Steiermark zur Fabrikation feuerbeständiger Ziegel; ferner als basische Ausfütterung von Flusseisenöfen.

**Breunnerit,** *Haidinger.*

So heissen allgemein die rhomboëdrischen Carbonate, welche Magnesium und Eisen enthalten, also zwischen Magnesit und Eisenspath stehen. Besonders sind noch unterschieden worden: Mesitin; R 107° 14′; nur krystallisirt in schönen, stark glänzenden, erbsengelben bis gelblichgrauen, linsenförmigen Krystallen R. G. = 3,3...3,4. Zusammengesetzt nach $2MgCO^3 + FeCO^3$, mit 59,15 Magnesium- und 40,85 pCt. Eisencarbonat. — Traversella in Piemont, Werfen in Salzburg, mit Lazulith. — Pistomesit, das Vorkommniss von Flachau unweit Radstadt bei Salzburg, grosskörnige Aggregate, deren Individuen nach R = 107° 48′ spalten; dunkel gelblichweiss, jedoch an der Luft braun werdend, mit fast perlmutterartigem Glasglanz; entspricht der Formel $MgCO^3 + FeCO^3$, mit 42,0 Magnesium- und 58,0 pCt. Eisencarbonat; auch zu Traversella. — Ausserdem sind noch manche fernere Breunnerite mit anderem Verhältniss der beiden Carbonate untersucht worden, welche mit zunehmendem Gehalt an $MgCO^3$ in Magnesit übergehen.

**Eisenspath** (Siderit, Spatheisenstein).

Rhomboëdrisch, R 107°, doch etwas schwankend; A.-V. = 1 : 0,8171; in den Krystallen ist meist R vorherrschend, doch finden sich auch 0R, $-\frac{1}{2}$R, ∞R, $-2$R,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$\infty P2$, R3, $-2R3$. Am Harz und in Cornwall kommen $-2R$ und $4R$ selbständig vor. Die Rhomboëder oft sattel- oder linsenförmig gekrümmt; häufig in gross- bis kleinkörnigen Aggregaten, selten in kleintraubigen und nierförmigen Gestalten (Sphärosiderit), noch seltener in Trümern von parallelfaseriger Zusammensetzung. Häufig in dichten und feinkörnigen, mit Thon verunreinigten Varietäten, welche theils in runden oder ellipsoidischen Nieren, theils in stetig fortsetzenden Lagen und zuweilen rogensteinähnlich ausgebildet sind (thoniger Sphärosiderit; nach *Kenngott* besser thoniger Siderit schlechthin, nach *Naumann* Pelosiderit, weil er von dem eigentlichen Sphärosiderit doch auffallend verschieden ist). In Pseudomorphosen nach Flussspath, Aragonit, Kalkspath, Dolomit, Baryt, Bleiglanz und Eisenkies. Spaltb. nach R vollk.; H. = 3,5...4,5; G. = 3,7...3,9; gelblichgrau bis erbsengelb und gelblichbraun, Glas- bis Perlmutterglanz, durchscheinend (zersetzt schwärzlichbraun, matt und undurchsichtig). — Chem. Zus.: wesentlich Eisencarbonat, $FeCO^3$, mit 62,08 Eisenoxydul und 37,92 Kohlensäure, allein wohl immer ist mehr oder weniger Carbonat von Mn oder Mg, oft auch von beiden isomorph zugegen; ebenso ist Calciumcarbonat nicht selten bis zu 1 oder 2 pCt. vorhanden. V. d. L. unschmelzbar, schwärzt sich aber und wird magnetisch, indem Kohlensäure und etwas Kohlenoxydgas entweicht; in Säuren mit Aufbrausen löslich. Verwittert (»wird reif«) zu Eisenoxydhydrat, wobei sich bei grösserem Mangangehalt eine bläulichschwarze Farbe einstellt (Blauerz). — Vorkommen verschiedenartig: 1) Auf Gängen für sich allein oder begleitet von Schwefelmetallen, oft krystallisirt: Siegen, Horhausen, Neudorf und Stolberg am Harz, Lobenstein, Przibram, Traversella, Cornwall. 2) Körnig als Lager und Stöcke innerhalb von Kalksteinen der krystallinischen und paläozoischen Schiefer: in den Ostalpen Erzberg bei Eisenerz in Steiermark, Hüttenberg und Friesach in Kärnten; wahrscheinlich sind diese aussen in Brauneisen umgewandelten Massen durch Verdrängung des Kalksteins entstanden. 3) Dicht und verunreinigt mit Thon bildet er bald nur einzelne Nieren, bald zusammenhängende Flötze, insbesondere in der Steinkohlenformation: Westfalen, Zwickau, Oberschlesien, Südwales, Becken des Aveyron und bei St.-Etienne; ferner im Silur Böhmens (Rokycan), im Keuper und Dogger Oberschlesiens, im Lias des n.w. Deutschlands, in der unteren Kreide der nördlichen Karpathen; häufig in der Braunkohlenformation. 4) Als faserige Sphärosideritwarzen auf den Hohlräumen von Anamesit und Basalt (Steinheim bei Hanau, Bilin, Kolosoruk). — Kohleneisenstein (Blackband) ist ein inniges Gemenge von thonigem Siderit mit Kohle, welches dickschieferige Massen von schwarzer Farbe, ohne Glanz, und vom G. 2,2...2,9 darstellt, 35 bis 78 pCt. $FeCO^3$ enthält, und bis 2 Fuss mächtige Flötze im Steinkohlengebirge bei Bochum, Steyerdorf im Banat, in Schottland und England bildet.

**Gebrauch.** Sowohl der eigentliche Eisenspath als auch der thonige Siderit liefern ein ganz vorzügliches Material für die Gewinnung von Eisen und Stahl, so dass viele der bedeutendsten Eisenwerke lediglich auf dem Vorkommen dieser Mineralien beruhen.

Von den rhomboëdrischen Substanzen, welche neben vorwaltendem Eisencarbonat auch die Carbonate von Mg, Mn oder Zn enthalten, sind hervorzuheben: Sideroplesit, ein Eisenspath von Böhmsdorf unweit Schleiz, Pöhl im Vogtlande, Dienten in Salzburg und Traversella, mit 11 bis 12 pCt. Magnesia, bildet den Uebergang zum Pistomesit. — Oligonspath von Ehrenfriedersdorf (R 107° 3′) hält 36,81 FeO und 25,51 MnO. — Sehr manganreiche Sphärosiderite, welche als schmutzigweisse oder gelbbraune Kügelchen auf Antimonglanz oder Baryt von Felsőbánya und Kapnik sitzen, enthalten z. B. 53,07 $FeCO^3$ und 44,36 $MnCO^3$. — Aus der Gegend von Aachen untersuchte *Monheim* zahlreiche Mittelglieder zwischen Eisenspath und Zinkspath. Mischungen, welche aus vorwaltendem $FeCO^3$ mit 28 bis 40 pCt. $ZnCO^3$ bestehen, nennt man Zinkeisenspath; vgl. Zinkspath.

## Manganspath (Rhodochrosit, Dialogit, Himbeerspath).

Rhomboëdrisch, isomorph mit Kalkspath; R schwankt um 107°; bei reinster Substanz 107° $4\frac{2}{3}'$ nach *Sansoni*; A.-V. darnach = 1 : 0,8183; gewöhnlichste Formen sind R und $-\frac{1}{2}R$, z. Th. mit 0R und $\infty P2$, auch $4R$ mit 0R, andere Gestalten

selten, wie das an den bis $\frac{1}{2}$ Cm. grossen Krystallen der Grube Eleonore bei Horhausen vorwaltende Skalenoëder R3; Krystalle oft sattelförmig oder linsenförmig gekrümmt, meist zu Drusen vereinigt, auch kugelige und nierförmige Aggregate von stengeliger, und derbe Massen von körniger Textur; Pseudomorphosen nach Kalkspath und Bleiglanz. — Spaltb. nach R; H. = 3,5...4,5; G. = 3,3...3,6; rosenroth bis himbeerroth, durch Verwitterung schwarz werdend, Glas- oder Perlmutterglanz, durchscheinend. — Chem. Zus.: $MnCO^3$ (entsprechend 61,72 Manganoxydul und 38,28 Kohlensäure), mit Beimischungen der Carbonate von Ca (bei grösserer Betheiligung unzutreffend Manganocalcit genannt), Mg, auch wohl von Fe, welche in schwankenden Verhältnissen auftreten, und auf Krystallform, Farbe und Gewicht einwirken; die Var. von Horhausen, wohl die reinste bekannte, enthält 99,2 $MnCO^3$ und nur eine Spur Kalk, die dunkelrosenrothe von Vieille in den Pyrenäen 97,1 pCt., die ähnlich gefärbte von Kapnik fast 90, die himbeerrothe von Oberneisen und Hambach bei Diez in Nassau über 89, die rosenrothe von der Grube Alte-Hoffnung bei Voigtsberg über 81, die nur hellrothe von Beschert-Glück bei Freiberg kaum 74 pCt. $MnCO^3$. Zerknistert v. d. L. oft sehr heftig, ist unschmelzbar und wird grünlichgrau bis schwarz; von Salzsäure bei gewöhnlicher Temp. langsam, in der Wärme rasch und mit starkem Brausen gelöst. — Auf Erzgängen: Freiberg, Oberneisen bei Diez in Nassau, Horhausen, Bockenrod im Odenwald, Kapnik, Nagyag, Vieille, Moët-Fontaine in den Ardennen.

Ein rosenrothes, Mangandolomit genanntes Mineral von Stirling in New-Jersey hält nur 43 bis 44 pCt. $MnCO^3$ gegen 50 $CaCO^3$ und fast 6 $MgCO^3$.

**Kobaltspath,** *Weisbach* (Sphärocobaltit).

Sphäroidische Gebilde, im Bruch von grobstrahliger Zusammensetzung, deren kugelige Oberfläche u. d. M. aus lauter kleinen flachen Rhomboëderchen mit der Basis besteht; H. = 4; G. = 4,02...4,13; die Sphäroide äusserlich schwarz sammtähnlich, innerlich von erythrinrother Farbe mit pfirsichblüthrothem Strich. — Chem. Zus.: Kobaltcarbonat, $CoCO^3$, mit 62,95 Kobaltoxydul und 37,05 Kohlensäure. Schwärzt sich beim Erhitzen; von Salzsäure in der Kälte wenig angreifbar, in der Wärme unter lebhafter Kohlensäure-Entwickelung löslich. — Schneeberg, mit Roselith, 1876 von *Weisbach* gefunden, nachdem schon 1850 *Sénarmont* rhomboëdrisches Kobaltcarbonat künstlich dargestellt; Libiola bei Casarze, Ligurien.

## Zinkspath (Smithsonit, Galmei z. Th.).

Rhomboëdrisch, isomorph mit Kalkspath; R 107° 40′; A.-V. = 1:0,8062; häufigste Formen sind R, 4R und R3, auch kennt man 0R, $-\frac{1}{2}$R, 2R und $\infty P2$; Krystalle meist klein und sehr klein, stumpfkantig und oft rauh, wie abgerundet; gewöhnlich nierförmige, traubige, stalaktitische und schalige, oft zellig durcheinander gewachsene Aggregate, auch feinkörnige bis dichte Massen; Pseudomorphosen nach Flussspath und Kalkspath. — Spaltb. nach R; H. = 5; G. = 4,1...4,5; farblos, doch oft licht grau, gelb, braun oder grün gefärbt; Glas- bis Perlmutterglanz, durchscheinend bis undurchsichtig. — Chem. Zus.: Zinkcarbonat, $ZnCO^3$, mit 64,8 Zinkoxyd und 35,2 Kohlensäure, doch ist meist etwas isomorphes Carbonat von Eisen, Mangan, Calcium und Magnesium, zuweilen auch ein wenig von Blei und Spur von Cadmium zugemischt; der schön gelb gefärbte von Wiesloch hält über 3 pCt. $CdCO^3$, eine zart rothe Var. von Boléo in Niedercalifornien 10,27 pCt. CoO; manche Varr. sind durch etwas Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd verunreinigt; verliert v. d. L. die Kohlensäure und verhält sich dann wesentlich wie Zinkoxyd; gibt zuweilen auf Kohle im Red.-F. einen rothgesäumten Beschlag von Cadmiumoxyd; in Säuren leicht und mit Brausen, auch in Kalilauge löslich. — In Kalkstein und Dolomit auf Lagerstätten, welche als Verdrängungen von jenen gelten, gewöhnlich begleitet von Kieselzink: Altenberg bei Aachen, Tarnowitz, Olkusz, Wiesloch in Baden, Dognacska und Rezbánya, Nertschinsk, Mendip und Matlock in England, Chessy bei Lyon, Gegend von Santander in Spanien, Malfidano auf Sardinien, am oberen Mississippi.

**Gebrauch.** Eines der wichtigsten Erze zur Gewinnung des Zinks.

Interessante Mittelglieder zwischen Zinkspath einerseits, Eisenspath und Manganspath anderseits lieferten die Galmeigruben der Umgegend von Aachen. Der Eisenzinkspath

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(Monheimit) schliesst sich unmittelbar an den Zinkeisenspath (S. 533) an; seine Rhomboëder haben grüne oder gelbe Farbe, Fettglanz und etwas schärfere Polkante; sie enthalten 24 bis 36,5 $FeCO^3$ auf 71 bis 56 pCt. $ZnCO^3$ (dazu etwas $CaCO^3$); der Manganzinkspath von dieser Localität besitzt 7,6 bis 15 $MnCO^3$ auf 72,4 bis 86 $ZnCO^3$. — Der pistaz- bis grasgrüne Herrerit von Albarradon in Mexico ist nur Zinkspath, gefärbt durch 3,4 pCt. kohlens. Kupferoxyd.

## Aragonit, *Haüy.*

Rhombisch; $\infty P$ (*M*) 116° 12′, $\breve{P}\infty$ (*k*) 108° 27′; A.-V. = 0,6224 : 1 : 0,7206; ausser jenen zwei Formen noch besonders häufig $\infty\breve{P}\infty$ (*h*), P (*P*), 0P (*o*), $6\breve{P}\frac{4}{3}$ (*p*) und mehre Brachydomen; gewöhnl. Combinationen $\infty\breve{P}\infty.\infty P.\breve{P}\infty$, wie Fig. 1, meist lang säulenförmig, $\infty\breve{P}\infty.\infty P.0P$, Fig. 5, meist kurz säulenförmig, $6\breve{P}\frac{4}{3}.\infty P.\breve{P}\infty$, wie Fig. 6, spitz pyramidal und spiessig; von weiteren sehr spitzen Formen wurden z. B. 6P und 9P, ferner 10P und 24P, sowie die sehr steilen Brachydomen $9\breve{P}\infty$, $16\breve{P}\infty$, $20\breve{P}\infty$ und $30\breve{P}\infty$ bestimmt. Ausserordentliche Neigung zur Bildung von Zwillingen nach $\infty P$ sowie von polysynthetischen Krystallen, daher einfache Individuen sehr selten sind; Wiederholung theils mit parallelen Zusammensetzungsflächen (vgl. Fig. 267 und 268 auf S. 137), wobei einzelne Individuen oft blos lamellenförmig werden; theils cyklisch mit geneigten Zusammensetzungsflächen, wobei gewöhnlich das Ansehen von sechsseitigen längsgefurchten Säulen erzeugt wird; bei letzteren Drillingen und Vierlingen erstrecken sich von einem Individuum aus häufig kleine blatt- oder stabförmige Fortsätze mit kammförmigen Nähten in die benachbarten hinein, so dass ein äusserst complicirt ineinandergreifendes Gewebe gebildet wird, wie dies *Sénarmont* optisch, *Leydolt* an geätzten Platten erkannte. — Die letzte Zusammenstellung der Formen gab *K. Zimányi* in Z. f. Kryst. XXXI. 1899. 352; bemerkenswerth ist das starke Vorwalten der Brachyformen (43 verschiedene $m\breve{P}\infty$ gegen nur 4 $m\bar{P}\infty$; ferner 27 $m\breve{P}n$ gegen 7 $m\bar{P}n$).

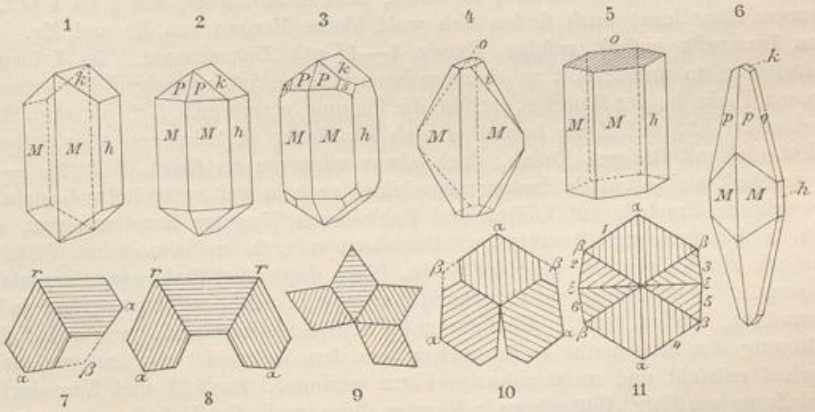



Fig. 1. $\infty P.\infty P\infty.\breve{P}\infty$. — Fig. 2. Dieselbe Comb. mit P. — Fig. 3. Die letztere Comb. mit der Brachypyramide $2\breve{P}2$ (*s*). Solche Formen finden sich sehr schön in den Basalten und Basalttuffen, zumal bei Horschenz unweit Bilin.

Fig. 4. $\infty P.2\breve{P}\infty.0P$; aus Spanien; die Polkante von $2\breve{P}\infty$ (*i*) misst 69° 31′.

Fig. 5. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.0P$; ebendaher, auch von Leogang und Herrengrund, wo die basische Fläche mit einer brachydiagonalen Streifung versehen ist.

Fig. 6. $6\breve{P}\frac{4}{3}.\infty P.\infty\breve{P}\infty.6\breve{P}\infty.\breve{P}\infty$; spitz pyramidale oder spiessige Krystalle, wie sie besonders auf Kalkstein- und Brauneisensteinlagern vorkommen; $q = 6\breve{P}\infty$.

Die Figuren 7 bis 11 sind Querschnitte von Zwillingen, wobei die Streifung die Richtung der Brachydiagonalen andeutet.

Fig. 7. Zwilling; die Winkel $\alpha$ messen 116° 12′, ebenso der Winkel $r$; der Winkel $\beta$,

welcher oft durch die Masse beider Individuen ausgefüllt ist, 127° 40′; die beiden noch übrigen Winkel 121° 55′.

Fig. 8. Drilling; $\alpha$ und $r = 116° 12′$.

Fig. 9. Vierling; oft das Schema für die spiessigen Krystalle.

Fig. 10. Drilling (z. B. von Herrengrund); Werthe von $\alpha$ und $\beta$ wie in Fig. 7.

Fig. 11. Sechsling nach *Sénarmont*; kann auch als Drilling mit Durchkreuzung der Individuen gelten; Winkel $\alpha$ und $\beta$ wie vorher, $\varepsilon = 168° 30′$. Schema der meisten spanischen Krystalle, nur dass bald dieses bald jenes der vier mittleren Individuen ausfällt.

Die Krystalle einzeln eingewachsen oder zu Drusen verbunden; auch stengelige und faserige Aggregate, die letzteren entweder parallelfaserig in Platten und Trümern, oder radialfaserig in Krusten, Stalaktiten (Sprudelstein und alle Aragonitsinter) und zackigen korallenähnlichen Gestalten (Eisenblüthe); concentrisch schalig in Kugeln (Erbsenstein oder Pisolith). Pseudomorph nach Gyps als der lockerblätterige sog. Schaumkalk (von Gera, Hettstedt, Lauterberg am Harz). Seltene Paramorphosen nach Kalkspath, welche aus mikroskopisch kleinen spiessigen Individuen bestehen, in Drusenräumen von Basalt und Anamesit (S. 180); häufiger ist das Umstehen des Aragonits in Calcit. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ deutlich, auch nach $\infty P$, nach $\breve{P}\infty$ unvollk., Bruch muschelig bis uneben; H. = 3,5...4, etwas grösser als bei Kalkspath; G. = 2,9...3, rein und normal 2,936, etwas höher als bei Kalkspath; farblos, doch oft gelblichweiss bis weingelb, röthlichweiss bis ziegelroth, auch lichtgrün, violblau, grau gefärbt; Glasglanz, durchsichtig bis durchscheinend. Die optischen Axen liegen im Makropinakoid, spitze Bisectrix die Verticalaxe; Doppelbrechung negativ; $\rho < v$. Beim Erwärmen um 100° wird der Winkel $\infty P$ um $2\frac{1}{2}'$ stumpfer, der von $\breve{P}\infty$ um $5\frac{1}{2}'$ schärfer. Werden die Krystalle erwärmt, so zeigen sie bei der Abkühlung auf $\infty P$ positive, auf $\infty\breve{P}\infty$ negative Elektricität. — Chem. Zus. identisch mit Kalkspath: Calciumcarbonat $CaCO^3$; bisweilen, aber nicht immer, mit $\frac{1}{2}$ bis 4 pCt. kohlensaurem Strontium; auch finden sich wohl kleine Mengen von Fe und Mg. Aragonit von Tarnowitz enthält zufolge *Traube* 1—$1\frac{1}{2}$ pCt. Zinkcarbonat. Im Kolben erhitzt schwillt er an und zerfällt zu einem weissen, groben (oft spiessigen) Pulver von Calcit, dessen Theile in der Pincette geglüht die Flamme carminroth färben, wenn Strontium vorhanden ist; auf Kohle brennt er sich kaustisch; in Salzsäure oder Salpetersäure leicht und mit Brausen löslich, doch etwas schwerer als Calcit (S. 301). — Minder massenhaft als Kalkspath, insbesondere bildet er kein weit verbreitetes Gestein. Aufgewachsene Krystalle auf Klüften und Hohlräumen jüngerer Eruptivmassen, namentlich in Basalten und Basalttuffen; Horschenz u. a. O. im böhmischen Mittelgebirge, Sasbach am Kaiserstuhl, Linz am Rhein, Blaue Kuppe bei Eschwege, Gergovia in der Auvergne. Nicht häufig auf Erzgängen (Leogang in Salzburg, Herrengrund in Ungarn, Dognacska, Alston Moor). Häufiger auf Eisenspathlagerstätten, wo er bei der Verwitterung des Eisenspaths zu Brauneisen aus dem Kalkgehalt des ersteren als Nebenproduct entsteht und meist spiessige Form annimmt: Saalfeld und Kamsdorf, Iberg und Zorge am Harz, Hüttenberg in Kärnten (hier auch die deshalb so genannte Eisenblüthe, flos ferri). Auf Spalten von krystallinischen Schiefern, Serpentin (Baumgarten), in Höhlungen von Mergel (Girgenti, Caltanisetta in Sicilien mit Schwefel). Eingewachsene Krystalle in Thon und Gyps von Molina und Valencia in Aragonien, Bastennes bei Dax im Dép. des Landes. — Sprudel- und Erbsenstein als Absatz der heissen Quellen von Karlsbad. Ueber die künstliche Bildung s. S. 301.

**Gebrauch.** Erbsenstein und Sprudelstein werden zu kleinen Ornamenten und Utensilien verarbeitet.

Der Tarnowitzit ist ein Aragonit mit isomorph zugemischtem Bleicarbonat (bis zu 9 pCt.); zeigt mitunter sehr verwickelte Combinationen, wie sie am Aragonit nicht bekannt sind, aber gleichfalls Zwillinge und Drillinge, bisweilen ringförmig gruppirte Zwölflinge. — Friedrichsgrube bei Tarnowitz in Oberschlesien.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## Witherit, *Werner.*

Rhombisch, isomorph mit Aragonit; $\infty P$ 117° 48′; A.-V. = 0,6032 : 1 : 0,7302. Die Krystalle sind scheinbar hexagonale Pyramiden oder Combinationen mehrer derselben mit oder ohne 0P, indem rhombische Pyramiden mit Brachydomen $2m\breve{P}\infty$ zusammentreten. Doch sind diese Formen nicht einfache Individuen, sondern beruhen auf cyklischer Drillingsverwachsung, indem nach dem beim Aragonit obwaltenden Gesetz (Zwillingsebene $\infty P$) Individuen von dreierlei Stellung unter Durchkreuzung mit einander verbunden sind, in welche dann noch dünne Lamellen nach demselben Gesetz aber mit parallelen Zusammensetzungsflächen eingeschaltet erscheinen. Die Fig. zeigt einen Horizontalschnitt nach der Basis mit solcher Drillingsbildung und der Richtung der optischen Axen, welche 26° 30′ bilden und im Brachypinakoid liegen. — Meist kugelige, traubige, nierförmige und derbe Aggregate von drusiger Oberfläche und radial-stengeliger Textur. — Spaltb. nach $\infty P$ deutlich, $2\breve{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$ unvollk., Bruch uneben; H. = 3…3,5; G. = 4,2…4,3; farblos, meist licht graulich oder gelblich gefärbt, Glasglanz, im Bruch fettartig, durchscheinend. Die spitze Bisectrix fällt in die Verticalaxe; $\rho > v$; die Krystalle oft mit einer matten und trüben Kruste. — Chem. Zus.: Baryumcarbonat $BaCO^3$, mit 77,68 Baryt und 22,32 Kohlensäure; schmilzt v. d. L. zu klarem Glas, das nach der Abkühlung emailweiss erscheint; färbt die Flamme gelblichgrün; auf Kohle kommt er nach einiger Zeit zum Kochen, wird kaustisch und verhält sich dann wie reiner Baryt; in nicht zu concentrirten Säuren mit Brausen löslich. — Auf Bleiglanzlagerstätten im Kohlenkalk zu Alston Moor in Cumberland, Anglesark in Lancashire, Fallowfield bei Hexham in Northumberland, Dufton in Westmoreland, mitunter in Baryt umgewandelt; ferner Grube Himmelsfürst bei Freiberg, Leogang in Salzburg, Peggau in Steiermark.



**Alstonit,** *Breithaupt*; Bromlit.

Rhombisch, isomorph mit Aragonit und Witherit; $\infty P$ 118° 50′. Krystalle ähnlich wie bei dem letzteren als spitze hexagonale Pyramiden mit einer Randk. von 141° erscheinend, doch auch hier, wie die optische Untersuchung ergibt, Drillinge und Sechslinge (nach $\infty P$ zusammengesetzt) darstellend. Anscheinende Pyramidenflächen horizontal gestreift, bisweilen durch eine Zwillingsnaht nach der Höhenlinie getheilt. Spaltb. nach $\infty P$ und $\infty\breve{P}\infty$ ziemlich deutlich; H. = 4…4,5; G. = 3,65…3,76; farblos, graulichweiss, schwach fettglänzend, durchscheinend. Optische Axenebene abweichend, nämlich in $\infty\breve{P}\infty$ gelegen. — Chem. Zus.: Isomorphe Mischung von Baryum- und Calciumcarbonat in der Aragonitform, $(Ba, Ca)CO^3$; Ba : Ca oft wie 1 : 1, dann mit 66,35 Baryumcarbonat und 33,65 Calciumcarbonat; doch finden sich nach *A. Becker* auch Mischungen 3 : 4 und 1 : 2; bisweilen mit etwas Strontiumcarbonat. — Fallowfield bei Hexham in Northumberland, Bromley Hill bei Alston in Cumberland.

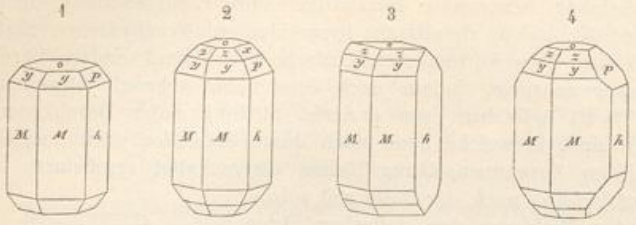
## Strontianit, *Sulzer.*

Rhombisch, isomorph mit Aragonit und Witherit, $\infty P$ (*M*) 117° 19′, $\breve{P}\infty$ (*x*) 108° 12′, $2\breve{P}\infty$ (*P*) 69° 16′ nach *Miller*; A.-V. = 0,6089 : 1 : 0,7237. Zu den Pyramiden *m*P treten häufig die Brachydomen $2m\breve{P}\infty$ im Gleichgewicht auf, und bilden mit ihnen eine scheinbar hexagonale Pyramide. An den schönen Krystallen von Hamm herrschen nach *Laspeyres* bei einem Habitus sehr spitze Pyramiden sammt den zugehörigen Brachydomen ($24\breve{P}\infty$, $12\breve{P}\infty$, $4\breve{P}\infty$, $2\breve{P}\infty$); sogar 40P wurde gemessen; am Ende erscheinen stumpfe Formen, wie $\frac{1}{3}$P, $\frac{2}{3}\breve{P}\infty$; 0P ist hier sehr selten. Bei Oberschaffhausen am Kaiserstuhl werden zufolge *Beckenkamp* eigenthümliche tetraëderähnliche Formen durch eine Hemimorphie nach der Axe *b* bedingt.

Fig. 1. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.0P.P.2\breve{P}\infty$, erscheint wie eine hexagonale Combination.
Fig. 2. Die Comb. Fig. 1 noch mit $\frac{1}{2}$P (*x*) und $\breve{P}\infty$, erscheint ebenso.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 3. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.0P.P.\frac{1}{2}P$.
Fig. 4. Die Comb. wie Fig. 2, jedoch ohne $\breve{P}\infty$ und mit vorwaltendem $2\breve{P}\infty$.




Krystalle und Zwillingsbildungen ähnlich denen des Aragonits, oft nadelförmig und spiessig, büschelförmig gruppirt, auch tonnenähnlich nach oben verjüngt; derb in dünnstengeligen und faserigen Massen. — Spaltb. nach $\infty P$ und nach $2\breve{P}\infty$ (69° 16′), unvollk.; H. = 3,5; G. = 3,6...3,73, farblos, aber oft graulich, gelblich, und besonders grünlich (licht spargel- oder apfelgrün) gefärbt; Glasglanz, im Bruch fettartig; durchscheinend bis durchsichtig; opt. Verhalten wie bei Aragonit. — Chem. Zus.: Strontiumcarbonat $SrCO^3$, mit 70,17 Strontian und 29,83 Kohlensäure, doch ist in der Regel etwas Calciumcarbonat isomorph beigemischt; ca. 13 pCt. $CaCO^3$ enthält ein Vorkommniss aus Massachusetts (Emmonit) und ein schön krystallisirtes vom Grosskogel bei Brixlegg (Calciostrontianit). V. d. L. schmilzt er in starker Hitze nur in den äussersten Kanten, schwillt dabei blumenkohlähnlich an, leuchtet stark und färbt die Flamme roth; in Säuren leicht und mit Brausen löslich; wird die salzsaure Sol. eingedampft und der Rückstand mit Alkohol übergossen, so brennt dieser mit carminrother Flamme. — Auf Erzgängen vielfach mit und auf Baryt: Bräunsdorf bei Freiberg, Clausthal, Leogang in Salzburg, Strontian in Schottland; selbständige Gänge im senonen Kreidemergel bei Hamm in Westfalen; Nester im Kalkstein von Skotschau in Schlesien, hier auch Pseudomorphosen nach Cölestin.

**Gebrauch.** Zuweilen zur Darstellung der Strontianerde oder gewisser ihrer Salze benutzt; besonders wichtig wurde der Str. zur Gewinnung des Zuckers aus der Melasse.

Stromnit, gelblichweisse, dünnstengelige Aggregate von Stromness auf der Orkney-Insel Pomona, ist nur ein Gemenge von Strontianit mit Baryt.

## Cerussit, *Haidinger*, oder Bleicarbonat (Weissbleierz und Schwarzbleierz).

Rhombisch, isomorph mit Aragonit, Witherit, Strontianit; P (*t*) vordere Polk. 130° 0′, Randk. 108° 28′, $\infty P$ (*M*) 117° 14′, $\breve{P}\infty$ (*P*) 108° 16′, $2\breve{P}\infty$ (*u*) 69° 20′; wichtigste Formen sind ausserdem $0P$ (*k*), $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ (*s*) 140° 15′, $4\breve{P}\infty$ (*x*) 38° 9′, $\infty\breve{P}\infty$ (*l*), $\infty\breve{P}3$ (*e*), $\infty\bar{P}\infty$ (*g*). A.-V. = 0,6100 : 1 : 0,7230. Bis jetzt sind 64 einzelne Formen bekannt; vgl. u. a. *v. Zepharovich* (Kirlibaba) Sitzgsber. Wiener Akad. Bd. 72. 1870. 439 und (Littai in Krain) Lotos 1884; *Seligmann* (Braubach) N. Jahrb. f. Min. 1880. I. 338; *Mügge* (Sta. Eufemia in Spanien) ebendas. 1882. II. 40; *Al. Schmidt* (Telekes) Z. f. Krystall. VI. 1882. 545; *Jeremejew* (Nertschinsk), ebend. VII. 1883. 637; *Liweh* (Hausbaden bei Badenweiler) ebend. IX. 1884. 512.

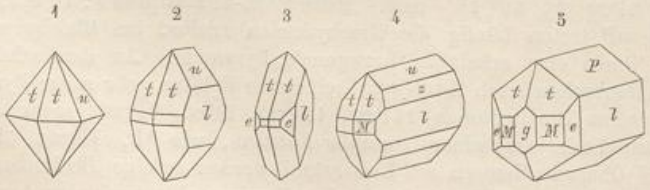



Fig. 1. $P.2\breve{P}\infty$; einer hexagonalen Pyramide ähnlich, da $\infty P$ nahe 120° ist.
Fig. 2. $P.\infty\breve{P}\infty.2\breve{P}\infty.\infty P$; die Flächen *u* und *l* gewöhnlich horizontal gestreift.
Fig. 3. $\infty\breve{P}\infty.P.\infty P.\infty\breve{P}3$; tafelartige Krystalle, *l* oft vertical gestreift.

Fig. 4. $\infty\breve{P}\infty.4\breve{P}\infty.2\breve{P}\infty.P.\infty P$; horizontal säulenförmig oder auch tafelförmig.
Fig. 5. $\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.P.\infty P.\infty\breve{P}3.\infty\bar{P}\infty$; horizontal säulenförmig.

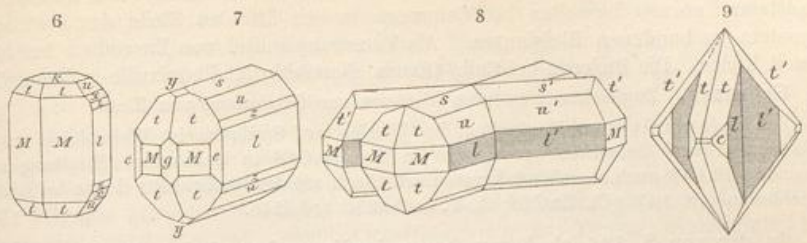



Fig. 6. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.0P.P.2\breve{P}\infty.3\breve{P}\infty.4\breve{P}\infty$; vertical säulenförmig.
Fig. 7. $\infty\breve{P}\infty.\frac{1}{2}\breve{P}\infty.2\breve{P}\infty.4\breve{P}\infty.P.\infty P.\infty\bar{P}\infty.\infty\breve{P}3.\frac{1}{2}\bar{P}\infty$.
Fig. 8. Zwilling der Comb. $\frac{1}{2}\breve{P}\infty.2\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.P.\infty P$.
Fig. 9. Zwilling der Comb. Fig. 3.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $t:t$ | $= 130^\circ\ 0'$ | $M:M$ | $= 117^\circ 14'$ | $P:l$ | $= 125^\circ 52'$ | $t:P$ | $= 136^\circ\ 9'$ |
| $t:u$ | $= 132\ 50$ | $M:l$ | $= 121\ 23$ | $u:l$ | $= 145\ 20$ | $s:l$ | $= 109\ 52$ |
| $t:l$ | $= 115\ 0$ | $e:l$ | $= 151\ 21$ | $z:l$ | $= 160\ 56$ | $t:M$ | $= 144\ 14$ |

Habitus der Krystalle theils pyramidal, theils horizontal- (selten vertical-) säulenförmig, theils tafelartig, die Brachydomen horizontal gestreift. Meist Zwillinge wie bei dem Aragonit nach $\infty P$, Berührungs- und Durchkreuzungszwillinge, auch sternförmige sechsstrahlige Drillinge mit Individuen in 3 Stellungen, sowie mehrfach zusammengesetzte Krystalle; in diesen Zwillingen schneiden sich bei Durchkreuzung der Individuen die Brachypinakoide beider unter $117^\circ 14'$ und $62^\circ 46'$; in den Drillingen bilden dieselben Flächen vier Winkel von $62^\circ 46'$, und zwei Winkel von $54^\circ 28'$. Seltene Zwillinge, bei denen $\infty\breve{P}3$ Zwillingsebene ist, und zwei der beiderseitigen Flächen von $\infty P$ einen einspringenden Winkel von $174^\circ 33'$ bilden; Grube Solotuschinsk s.w. von Schlangenberg am Altai, herzförmig auf der Grube Diepenlienchen bei Aachen, bei Rezbánya und Leadhills, Hausbaden bei Badenweiler, Grube Friedrichssegen bei Braubach, wo sich zufolge *Seligmann* an die Zwillinge nach $\infty\breve{P}3$ wohl noch Krystalle nach $\infty P$ zwillingsartig anlehnen, pfeilspitzen- oder herzähnlich in der Sierra del Cabo de Gata. — Krystalle theils einzeln aufgewachsen, theils zu Gruppen und Drusen verbunden; Pseudomorphosen nach Bleiglanz und Bleihornerz, nach Anglesit, Leadhillit, Linarit, auch nach Fluorit, Eisenkies, Calcit und (?) Baryt; sehr feinkörnige und erdige Varietäten (Bleierde, diese übrigens verunreinigt durch Kalk, Thon, Eisenoxyd und etwas wasserhaltig); bei Commern in der Eifel nach *v. Dechen* in stalaktitischen Ueberzügen als ganz neue Bildung. — Spaltb. nach $\infty P$ und nach $2\breve{P}\infty$, beide ziemlich deutlich; Bruch muschelig; spröd und leicht zersprengbar; H. $= 3 \ldots 3{,}5$; G. $= 6{,}4 \ldots 6{,}6$ (in der Bleierde bis 5,4 herabgehend); farblos, oft weiss, aber auch grau, gelb, braun, schwarz, selten grün oder roth gefärbt, die dunkeln Varr. durch Kohle oder durch allmähliche Umwandlung in Schwefelblei gefärbt (Schwarzbleierz); Diamantglanz, auch Fettglanz; pellucid in hohen und mittleren Graden. Die optischen Axen (ca. $18^\circ$ bei $12^\circ$ C. bildend) liegen im Brachypinakoid, $c$ ist spitze Bisectrix; Doppelbrechung negativ; durch die Wärme wird der optische Axenwinkel nicht unbeträchtlich grösser, wie eine basische Platte zeigt; $\rho > v$ beträchtlich; mittlerer Brechungsquotient sehr hoch, 2,076 für Na-Licht. — Chem. Zus.: Bleicarbonat, $\mathbf{PbCO^3}$ mit 83,52 Bleioxyd und 16,48 Kohlensäure; v. d. L. im Kolben verknistert er sehr stark, färbt sich gelb, verliert seine Kohlensäure und verhält sich dann wie Bleioxyd; auf Kohle reducirt er sich zu Blei, in Salpetersäure löst er sich vollständig unter Aufbrausen; auch in Kalilauge löslich. — Auf Erzgängen, meist als Umwandlungsproduct von Bleiglanz; besonders schöne Varr. bei Johanngeorgenstadt, Mies, Przibram, Zellerfeld, Clausthal, Friedrichssegen bei Braubach und Ems in Nassau,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tarnowitz, Leadhills, bei Kirlibaba in der Bukowina, Telekes im Borsoder Comitat, Rosas auf Sardinien, Beresowsk, mehrorts am Altai, vorzüglich aber in Transbaikalien bei Nertschinsk; Leadville in Colorado. — Bei Vilbeck in Franken als Bindemittel des Sandsteins; ebenso bisweilen bei Commern in der Eifel an Stelle des dort sonst im Sandstein vorhandenen Bleiglanzes. Als Vererzungsmittel von Encriniten bei Jaworzno unweit Kielce. Die Bleierde bei Call, Olkusz, Nertschinsk, Phönixville in Pennsylvanien.

**Gebrauch.** Zugleich mit anderen Bleierzen zur Gewinnung von Blei.

Der Iglesiasit vom Monte Poni bei Iglesias auf Sardinien ist Weissbleierz mit 7 pCt. Zinkcarbonat und bemerkenswerth, weil in ihm $ZnCO^3$ in isomorpher Mischung mit vorwaltendem $PbCO^3$ auch rhombisch krystallisirt. Auch auf der Redlichkeits-Grube bei Radzionkau in Schlesien mit 5,47 pCt. $ZnCO^3$; A.-V. = 0,5991 : 1 : 0,7246.

In der von S. 526 ab besprochenen **isodimorphen** Carbonatgruppe findet sich:

| rhomboëdrisch | | rhombisch |
|---|---|---|
| $CaCO^3$ | als Kalkspath . . . . . | als Aragonit, im Alstonit |
| $MgCO^3$ | als Magnesit . . . . . | — |
| $SrCO^3$ | im Strontianocalcit . . . . . | als Strontianit |
| $BaCO^3$ | im Neotyp . . . . . | als Witherit, im Alstonit |
| $FeCO^3$ | als Eisenspath . . . . . | — |
| $MnCO^3$ | als Manganspath . . . . . | — |
| $CoCO^3$ | als Kobaltspath . . . . . | — |
| $ZnCO^3$ | als Zinkspath . . . . . | im Iglesiasit |
| $PbCO^3$ | im Plumbocalcit . . . . . | als Cerussit. |

**Barytocalcit,** *Brooke.*

Monoklin, $\beta = 77° 34'$; A.-V. = 1,1201 : 1 : 0,8476; $\infty P$ (*b*) 84° 52′, P (*M*) 106° 54′, $P\infty$ (*h*) 61°, nach *Miller*; Krystalle säulenförmig, klein, zu Drusen vereinigt; auch stengelig-körnig aggregirt. — Spaltb. nach P vollk., nach $P\infty$ weniger deutlich; H. = 4; G. = 3,63...3,66; gelblichweiss, glasglänzend, durchscheinend. — Chem. Zus. stets eine Verbindung von 1 Mol. $BaCO^3$ und 1 Mol. $CaCO^3$, mit 66,35 des ersteren und 33,65 des letzteren; daher, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der weder mit Aragonit und Witherit noch mit Calcit übereinstimmenden Form, wohl keine isomorphe Mischung der beiden Carbonate — wie sie im Alstonit vorliegt — sondern die Molecularverbindung $BaCa(CO^3)^2$. V. d. L. unschmelzbar; von Soda wird er auf Kohle zersetzt, der Baryt geht mit der Soda in die Kohle, während der Kalk zurückbleibt; in verdünnter Salzsäure mit Brausen löslich, in concentr. nur momentan aufbrausend. — Alston in Cumberland.




$\infty P . \infty P3 . P . P\infty$
$b \quad c \quad M \quad h$
$b : b = 84° 52'$
$M : M = 106 \quad 54$
$c : c = 146 \quad 6$

**Bismutosphärit,** *Weisbach.*

Concentrische, feinfaserige und krummschalige Kügelchen, oft ein Wismutkorn umschliessend, hellgelb bis schwärzlichbraun. H. = 3...3,5; G. = 7,3...7,4. Ist nach *Winkler* $Bi^2CO^5$ oder $[BiO]^2CO^3$, mit 91,3 Wismutoxyd und 8,7 Kohlensäure; schmilzt leicht, gibt auf Kohle Wismutbeschlag; in Salpetersäure mit Brausen löslich. — Neustädtel bei Schneeberg (*Werner*'s Arsenikwismut), Guanaxuato, anscheinend pseudomorph nach einem tetragonalen Mineral.

## 2. Basische und wasserhaltige Carbonate.

### a) Von leichten Metallen.

**Thermonatrit,** *Haidinger* (Kohlensaures Natron, Urao z. Th.).




$\infty \breve{P}\infty . \infty \breve{P}2 . \breve{P}\infty$
$p \quad d \quad o$
$d : d' = 107° 50'$
$o : o = 83 \quad 50$

Rhombisch, gewöhnl. Comb. rectanguläre Tafeln mit zweireihig angesetzten Randflächen, meist als Efflorescenz. — Spaltb. nach $\infty \breve{P}\infty$; H. = 1,5; G. = 1,5...1,6; farblos. — Chem. Zus.: $Na^2CO^3 + H^2O$, mit 14,54 pCt. Wasser, schmilzt nicht in der Wärme. — Lagunillas in Venezuela, Absatz der Natronseen in Aegypten, als Bodenausblühung in der Ebene von Debreczin.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Natron** (Kohlensaures Natron, Soda).

Monoklin, $\beta = 57^\circ 40'$; gewöhnl. Comb. der künstlichen Krystalle wie die Fig., als spitz rhomboidische Tafel mit zweireihig angesetzten Randflächen. A.-V. = 1,4186: 1 : 1,4828. Die natürlichen Vorkommnisse bilden nur krystallinische Krusten oder mehligen Beschlag als Efflorescenzen des Bodens und verschiedener Gesteine. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$, auch nach $\infty\breve{P}\infty$; H. = 1...1,5; G. = 1,4...1,5; farblos. — Chem. Zus.: $Na^2CO^3 + 10H^2O$, mit 54,5 Wasser, verwittert schnell an der Luft zu Thermonatrit; schmilzt bei gelinder Wärme in seinem Krystallwasser unter Ausscheidung von Thermonatrit, zeigt übrigens dieselben Reactionen wie das Trona. In der Natur immer mit Thermonatrit, mit Natriumsulfat und etwas Chlornatrium gemengt.

$P.\infty P.\infty\breve{P}\infty$
$P \quad M \quad l$
$\infty P = 79^\circ 41'$
$P = 76\ 28$

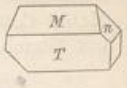



**Gebrauch.** Zur Seifen- und Glasfabrikation, zum Bleichen und Waschen, als Beizmittel in der Färberei, zu Glasuren, zur Bereitung des Berlinerblaues, als Beize des Tabaks.

**Trona,** *Klaproth* (Urao, in Südamerika).

Monoklin, $\beta = 77^\circ 23'$; A.-V. = 2,8459 : 1 : 2,9696. Krystalle vorwaltend durch 0P und $\infty\breve{P}\infty$ gebildet, breit horizontal säulenförmig nach der Orthodiagonale; unter mehren schmalen Orthodomen ist $-\frac{3}{4}\breve{P}\infty$ am constantesten. Stengelige Aggregate. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$; H. = 2,5...3; G. = 2,1...2,2; farblos. — Chem. Zus.: $Na^2CO^3.NaHCO^3 + 2H^2O$, mit 19,90 Wasser; im natürlichen Zustande fast immer mit Chlornatrium und Natriumsulfat gemengt; verwittert nicht an der Luft; gibt im Kolben viel Wasser; löst sich in verdünnter Salzsäure unter starkem Aufbrausen; färbt auf Platindraht geschmolzen die Flamme röthlichgelb. — In Sukena in Fezzan; in den Natronseen Aegyptens, bei Lagunillas in Venezuela und Nizam in Ostindien; Borax-See in Californien.

$0P.\infty\breve{P}\infty.P$
$T \quad M \quad n$
$T : M = 102^\circ 37'$
$n : n = 132\ 24$




**Gebrauch.** Wie der des gemeinen Natrons; da es nicht verwittert, so wird es in den steinarmen Gegenden von Fezzan sogar als Baustein benutzt.

**Gaylüssit,** *Boussingault* (Natrocalcit).

Monoklin, $\beta = 78^\circ 27'$, $\infty P = 68^\circ 51'$, $P = 110^\circ 30'$; A.-V. = 1,4895 : 1 : 1,4440; Krystalle oft säulenförmig verlängert nach P, einzeln eingewachsen in Thon. — Spaltb. nach $\infty P$, unvollk.; Bruch muschelig; H. = 2,5; G. = 1,9...1,95; farblos, durchsichtig. Opt. Axenebene senkrecht zum Klinopinakoid, um $b$ als spitze Bisectrix für verschiedene Farben gedreht; Dispersion $\rho < v$. — Chem. Zus.: $Na^2CO^3.CaCO^3 + 5H^2O$, mit 30,40 pCt. Wasser; die Verbindung bildet sich auch bei dem *Leblanc*'schen Sodaprocess. Langsam und nur theilweise im Wasser löslich; verknistert im Kolben, gibt Wasser, wird undurchsichtig und reagirt dann alkalisch; schmilzt v. d. L. rasch zu einer unklaren Perle, färbt die Flamme röthlichgelb. — Lagunillas in Venezuela, auch sehr häufig am kleinen Salzsee bei Ragtown in Nevada.

**Pirssonit,** *Pratt.*

Rhombisch, und zwar hemimorph nach $c$; $\infty P$ 120° 58'; am einen Ende oft P, am anderen $3\breve{P}3$ allein oder mit P; Krystalle bis 15 Mm. lang. A.-V. = 0,5661 : 1 : 0,3019. — H. = 3...3,5; G. = 2,35; sehr spröde. Farblos bis trübweiss, glasglänzend; opt. Axenebene 0P, spitze Bisectrix $b$; sehr stark doppeltbrechend, $\alpha = 1,504$, $\gamma = 1,575$; ausgezeichnet pyroelektrisch. — Chem. Zus.: $Na^2CO^3.CaCO^3 + 2H^2O$ mit 14,88 Wasser. Unter Brausen löslich in kalter verd. Salzsäure und Salpetersäure. Sehr selten in Thon am Borax-See, Californien.

**Hydromagnesit,** *v. Kobell.*

Monoklin oder rhombisch; $\infty P$ 87° bis 88°; Krystalle klein und dünn nadelförmig, nur sehr selten deutlich; gewöhnlich kryptokrystallinisch, als rundliche plattgedrückte Knollen; bisweilen radial-stengelige Aggregate; Bruch erdig und unvollk. muschelig; H. = 1,5...2; G. = 2,14...2,18; weiss, matt, fühlt sich etwas fettig an, färbt ab und schreibt. — Chem. Zus.: Wasserhaltiges basisches Magnesiumcarbonat, $3MgCO^3.Mg(OH)^2 + 3H^2O$, mit 43,95 Magnesia, 36,27 Kohlensäure und 19,78 Wasser; v. d. L. unschmelzbar, gibt im Kolben Wasser und verhält sich wie reine Magnesia; in Säuren löslich unter starkem Aufbrausen. — Im

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Serpentin bei Kumi auf der Insel Euböa, zu Hoboken in New-Jersey, Texas in Pennsylvanien, Hrubschitz in Mähren, Kraubat in Steiermark.

Der weisse, dichte sog. Baudisserit von Baldissero in Piemont scheint nur ein mit Kieselsäure innig gemengter Hydromagnesit zu sein. — Der Lancasterit von Lancaster in Pennsylvanien ist ein Gemenge von Hydromagnesit und Brucit; der Hydromagnocalcit oder Hydrodolomit, gelblichweisse travertinähnliche Kugeln vom Vesuv, wahrscheinlich ein solches von dolomitischem Kalk mit Hydromagnesit. — Weisse durchscheinende, fast paraffinähnliche krystallinische Stalaktiten, am Ende mit triklinen Formen, welche sich in einer Anthracitgrube zu Lansford bei Tamaqua in Pennsylvanien fanden, ergaben die Formel des Hydromagnesits, jedoch mit 21 Mol. $H^2O$ (57,56 pCt. Wasser) und wurden von *Genth* Lansfordit genannt. Als Umwandlungsproduct desselben erscheint der faserig-strahlige rhombische Nesquehonit, $MgCO^3 + 3H^2O$, welcher auch für sich in den Anthracitgruben von Mure, Dép. Isère, vorkommt.

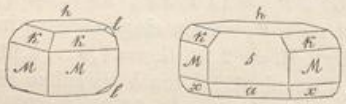
**Dawsonit,** *Harrington.*

Monoklin; dünnblätterige Krystalle, auch tremolitähnlich faserig. H. = 3; G. = 2,40; weiss, glasglänzend, durchscheinend bis durchsichtig. — Chem. Zus.: empirisch $Na^2O.Al^2O^3.2CO^2 + 2H^2O$, was sich als $NaAl[OH]^2CO^3$ schreiben lässt, und 24,54 Natron, 35,45 Thonerde, 30,52 Kohlensäure, 12,49 Wasser erfordert. Aluminiumcarbonat existirt bekanntlich nicht selbständig. V. d. L. nicht schmelzbar, verliert sein Wasser erst bei 180°, ist nach der Rothgluth in verdünnter Salzsäure löslich. — Auf Klüften eines Feldspathgangs im Trentonkalk zu McGill College bei Montreal in Canada; in dolomitführendem, z. Th. thonigem Quarzgestein mit Zinnober zu Pian Castagnaio in Toscana.

b) Von schweren Metallen.

**Kupferlasur,** *Werner* (Azurit, *Beudant*; Chessylit).

Monoklin, $\beta = 87°36'$, $\infty P$ ($M$) $99°20'$, $-P$ ($k$) $106°3'$ nach *Schrauf.* A.-V. = 0,8504 : 1 : 0,8805. Vielen Krystallen liegt die Comb. $0P.\infty P.\infty\breve{P}\infty.-P$ zu Grunde, andere werden vorherrschend von $\frac{1}{2}P.\frac{1}{2}\breve{P}\infty.0P$ gebildet, in anderen waltet $-P$ als kurze Säule vor. Im Ganzen sind 62 Partialformen bekannt.




| | | | |
|---|---|---|---|
| $M : M =$ | $99°20'$ | $M : s =$ | $139°40'$ |
| $k : k =$ | $106\ \ 3$ | $M : k =$ | $160\ \ 2$ |
| $x : x =$ | $116\ \ 3$ | $h : k =$ | $111\ 50$ |
| $h : l =$ | $149\ 36$ | $s : a =$ | $134\ 50$ |
| $h : s =$ | $92\ 24$ | $h : a' =$ | $132\ 54$ |

$\infty P.0P.-P.\frac{1}{3}\breve{P}\infty$
$M\ \ h\ \ k\ \ l$

$0P.\infty P.\infty\breve{P}\infty.-P.\frac{1}{2}P.\frac{1}{2}\breve{P}\infty$
$h\ \ M\ \ s\ \ k\ \ x\ \ a$

Zwillinge nach $-\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ führt *Groth* von Chessy an. Habitus der Krystalle meist kurz säulenförmig, dick tafelartig oder auch lang säulenförmig, wenn sie durch vorherrschende Hemidomen nebst $0P$ und $\infty\breve{P}\infty$ nach der Axe $b$ in die Länge gestreckt sind; mittler Grösse bis sehr klein, meist in Drusen und Gruppen vereinigt, auch in strahligen bis dichten, sowie angeflogen in erdigen Varietäten. Pseudomorphosen nach Rothkupfererz, Fahlerz und Dolomit. — Spaltb. nach $\breve{P}\infty$ $59°12'$ ziemlich vollk., Bruch muschelig bis uneben und splitterig; H. = 3,5...4; G. = 3,7...3,8; farbig, lasurblau, in erdigen Varr. smalteblau; Strich smalteblau; Glasglanz, pellucid in geringen Graden. Ebene der optischen Axen senkrecht zum Klinopinakoid, spitze Bisectrix im spitzen Winkel $\beta$, bildet mit der Axe $c$ $12°36'$, mit $a$ 75°. — Basisches Kupfercarbonat $2CuCO^3.Cu[OH]^2$ oder auch $Cu^3[OH]^2[CO^3]^2$, mit 69,19 Kupferoxyd, 25,58 Kohlensäure, 5,23 Wasser; gibt im Kolben Wasser und schwärzt sich; schmilzt v. d. L. auf Kohle und liefert ein Kupferkorn; löst sich in Säuren mit Brausen, auch in Ammoniak. — Auf Kupferlagerstätten; die schönsten Varr. zu Chessy bei Lyon, zu Neu-Moldova im Banat, Laurion in Griechenland, Kolywan und Nischne Tagilsk in Sibirien, Redruth in Cornwall, Phönixville in Pennsylvanien, Clifton Mine und Copper Queen Mine in Arizona, Mineral Point in Wisconsin, Burra-Burra bei Adelaide in Australien. Als

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Imprägnation in permischen Sandsteinen Russlands sowie im Buntsandstein von Wallerfangen und St. Avold.

**Gebrauch.** Zur Darstellung von Kupfer, auch von Kupfervitriol, und als blaue Farbe.

**Malachit,** *Wallerius.*

Monoklin, $\beta = 61^\circ 50'$, $\infty P = 104^\circ 20'$, $P\infty : \infty P\infty$ $90^\circ 15'$ nach *Hessenberg*; fast immer mikrokrystallinisch, daher die Krystallformen, welche gewöhnlich die säulenförmige Comb. $\infty P.\infty P\infty.0P$ darstellen, und zwillingsartig nach $\infty P\infty$ verbunden sind, nur selten deutlich erscheinen; Zwillinge theils mit Durchkreuzung, theils nur mit Juxtaposition der Individuen ausgebildet wie in der Figur. In der Regel nadel- oder haarförmig, oder dünn tafelförmig und schuppig, in traubigen, nierförmigen, stalaktitischen Aggregaten von krummschaliger und radialfaseriger Textur, welche endlich in das Dichte übergeht; auch eingesprengt, angeflogen; als Pseudomorphose besonders nach Kupferlasur (Chessy, Moldova, Ural) und Rothkupfererz; selten, aber sehr schön nach Atacamit (Bogoslowsk), auch nach Kupfer, Kupferglanz, Kupferkies und Fahlerz (Bieber), sowie in anderen Verdrängungen nach Kalkspath, Zinkspath, Cerussit. — Spaltb. der Nadeln nach 0P sehr vollk., nach $\infty P\infty$ vollk.; H. = 3,5...4; G. = 3,7...4,1; farbig, smaragd- bis spangrün, Strich span- bis apfelgrün; Krystalle diamant- und glasglänzend, Aggregate seidenglänzend bis matt; pellucid in niederen Graden. Optische Axen liegen in $\infty P\infty$, spitze Bisectrix gegen die Basis $85^\circ 20'$ geneigt. — Chem. Zus.: Das basische Kupfercarbonat $\mathbf{CuCO^3.Cu[OH]^2}$ oder auch $Cu^2[OH]^2CO^3$, mit 71,90 Kupferoxyd, 19,94 Kohlensäure, 8,16 Wasser; Verhalten wie bei Kupferlasur. — Blätterige, faserige, dichte und erdige Varr. finden sich mit anderen Kupfererzen vielorts, namentlich am Ausgehenden der Lagerstätten und mit Brauneisen, wenn eine Bildung aus Kupferkies stattfand: Saalfeld, Rheinbreitbach, Betzdorf bei Siegen, Olsa in Kärnten, Chessy bei Lyon, Cornwall, Rezbánya, Saska und Moldova im Banat, Miedzana-Gora in Polen, Nischne Tagilsk und Gumeschewsk am Ural und vielorts in Nordamerika, Clermont in Queensland.

$\infty P.0P.\infty P\infty$
$M\ P\ \ s$
Zwillingskrystall
$P : P' = 123^\circ 40'$
$M : M = 104\ 20$




**Gebrauch.** Zur Darstellung von Kupfer; der dichte Malachit wird zu Tischplatten, Vasen, Dosen, Brochen, Leuchtern u. a. Ornamenten verarbeitet, auch bisweilen als Malerfarbe benutzt.

Dass die Umwandlung der Kupferlasur in Malachit auf einem Austausch von Kohlensäure gegen Wasser beruht, ergibt sich, wenn man die Formeln beider zur directen Vergleichung dualistisch etwas anders schreibt:

$$\text{Kupferlasur} = 3\,CuO.2\,CO^2 + H^2O = 6\,CuO.4\,CO^2 + 2\,H^2O$$
$$\text{Malachit} \quad = 2\,CuO.CO^2 + H^2O = 6\,CuO.3\,CO^2 + 3\,H^2O.$$

So ist auch die von Kupferlasur herstammende blaue Farbe des Himmels auf alten Freskengemälden manchmal in Grün verändert. — Kalkmalachit von Lauterberg am Harz, spangrüne, seidenglänzende, traubige Aggregate, ist ein Gemenge von Malachit mit Gyps. — Der Atlasit von Chañarcillo in Chile, faustgrosse dünnstengelige Massen von Malachit mit 8 pCt. Chlorkupfer, ist ein Mittelstadium bei der Umwandlung von Atacamit in Malachit.

**Zinkblüthe,** *Karsten* (Hydrozinkit).

Nierförmige und traubig schalige, kreideähnlich erdige oder dichte Massen, z. Th. oolithisch oder stalaktitisch, etwas spröde, oft eckig abgesondert und von blassgelber bis schneeweisser Farbe, glänzendem Strich; G. = 3,58...3,8. — Chem. Zus.: Ein basisches Zinkcarbonat, wahrscheinlich $\mathbf{ZnCO^3.2Zn[OH]^2}$ oder $Zn^3[OH]^4CO^3$, mit 75,24 Zinkoxyd, 13,62 Kohlensäure, 11,14 Wasser. Die Analysen schwanken etwas in Folge von Inhomogenität. — Mit Kieselzink und Zinkspath, aus welchem sie hervorgeht, zu Bleiberg und Raibl in Kärnten, im Höllenthal an der Zugspitze bei Partenkirchen, Cumillas und Udlas in der Provinz Santander in Spanien, Grube Guttrupala bei Iglesias auf Sardinien, Auronzo in der Lombardei, Friedensville in Pennsylvanien. Bei Ramsbeck in Westfalen bildet sie auf den Halden und in den Gruben weisse, etwas wasserreichere Efflorescenzen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das gediegene Blei von Långban ist nach *A. E. Nordenskiöld* häufig von einer Schicht basischen Bleicarbonats (Hydrocerussit genannt) umhüllt, welche aus farblosen und weissen sechseckigen, optisch einaxig negativen, vollk. monotomen Blättern besteht; übereinstimmende perlmutterglänzende Schuppen sitzen auch in Höhlungen von Bleiglanz von Wanlockhead.

Wiserit, gelblichweiss bis röthlich, seidenglänzend, vom Berge Gonzen bei Sargans in der Schweiz auf Klüften von Hausmannit, ergibt sich als wasserhaltiges Manganoxydulcarbonat, ist aber nach *Kenngott*'s Vermuthung ein Pyrochroit, der unter Aufnahme von Kohlensäure nemalithähnlich faserig geworden.

**Aurichalcit,** *Böttger*; Messingblüthe.

Nadelförmige Krystalle von schiefer Auslöschung, nach *d'Achiardi* monoklin, und rosettenförmige Aggregate; H. = 2; spangrün bis himmelblau, perlmutterglänzend, durchscheinend. Ein basisches Carbonat von Zink und Kupfer, $2(Zn,Cu)CO^3.3(Zn,Cu)[OH]^2$; einige Varietäten enthalten bis 8 pCt. Kalk (*Delesse*'s Buratit). Gibt auf Kohle im Red.-F. mit Soda starken Zinkbeschlag, mit Borax oder Phosphorsalz die Reactionen des Kupfers; in Salzsäure mit Brausen löslich. — Loktewsk am Altai, Chessy, Matlock, Leadhills, Santander, Laurion in Griechenland, Campiglia marittima, Arizona.

**Nickelsmaragd,** Emerald-Nickel, Texasit.

Dünne, sehr feinkrystallinische, warzige Ueberzüge auf Chromeisen von Texas in Pennsylvanien; H. = 3; G. = 2,57...2,69; smaragdgrün, schwach glänzend, durchscheinend; ist wasserhaltiges basisches Nickelcarbonat, $NiCO^3.2Ni[OH]^2+4H^2O$, mit 59,60 Nickeloxydul, 14,69 Kohlensäure und 28,71 Wasser; in Säuren mit Brausen löslich zu grüner Solution. — Auch am Cap Ortegal in Spanien (sog. Zaratit), auf der Insel Unst, bei Pregratten in Tirol. — Remingtonit ist eine rosenrothe Incrustation von wasserhaltigem Kobaltcarbonat auf Serpentin von Finksburg in Maryland.

**Uranothallit,** *Schrauf*, oder Uran-Kalk-Carbonat, *Vogl.*

Rhombisch; die sehr kleinen Blättchen und Prismen sechsseitig begrenzt, mit Winkeln von ca. 120°; meist nur in kleinkörnigen Aggregaten, als Anflug und in Ueberzügen auf Uranpecherz. — H. = 2,5...3; zeisiggrün, halbdurchsichtig und durchscheinend, auf Spaltungsflächen perlmutterglänzend, sonst glasglänzend. — Chem. Zus.: $2CaCO^3.U[CO^3]^2+10H^2O$, mit 15,1 Kalk, 36,8 Urandioxyd, 23,8 Kohlensäure, 24,3 Wasser. Gibt mit Borax und Phosphorsalz Uranreaction; in Salzsäure unter Aufbrausen vollkommen zu grüner Flüssigkeit, in Schwefelsäure mit Rückstand löslich. — Joachimsthal. — Sehr nahe verwandt, aber auch noch 8,4 pCt. Kupferoxyd als Carbonat haltend, ist der Voglit von der Eliaszeche bei Joachimsthal; bildet schuppige Aggregate auf Uranpecherz, deren Individuen ganz kleine rhomboidische Lamellen von etwa 100° und 80° Flächenwinkel darstellen; smaragd- bis grasgrün, perlmutterglänzend, mild und zerreiblich. — Der schön apfelgrüne Liebigit, der das Uranpecherz von Adrianopel begleitet, ist ein wasserhaltiges basisches Carbonat von Uran und Kalk.

**Bismutit,** *Breithaupt.*

Derb, als krustenförmiger oder erdiger Ueberzug, sowie in nadelförmigen Pseudomorphosen nach ged. Wismut; doppeltbrechend nach *Weisbach*; Bruch muschelig bis uneben, sehr spröd; H. = 4...4,5; G. = 6,9 und höher; gelblichgrau, strohgelb, auch berg- und zeisiggrün; schwach glasglänzend bis matt. — Chem. Zus.: Ein basisches Wismutcarbonat, doch stimmen die Analysen, z. Th. wegen Unreinheit des Materials nicht überein; führt ca. 88—90 pCt. Wismutoxyd, 6,5—8 Kohlensäure, 2—5 Wasser; ist vielleicht $Bi^2CO^5+H^2O$ oder $Bi^2O^3.CO^2+H^2O$ (nach *Dana*); möglicherweise ist der sehr variable Wassergehalt überhaupt unwesentlich (vgl. Bismutosphärit). Zerknistert v. d. L., schmilzt auf Kohle sehr leicht, und reducirt sich unter Aufbrausen zu einem leichtflüssigen Metallkorn, welches die Kohle mit Wismutoxyd beschlägt; in Salzsäure unter Brausen löslich. — Ullersreuth bei Hirschberg und Sparenberg im Vogtlande, Schneeberg, Johanngeorgenstadt; Goldgruben von Chesterfield Co. in Südcarolina (sog. Wismutspath, galmeiähnlich porös und zellig), Cashers Valley in Nordcarolina, Guanaxuato in Mexico, Lydenburg-District in Transvaal. — Ein traubiger hellgelber Ueberzug auf Quarz von Schneeberg, bestehend u. d. M. aus fächerförmig gruppirten tetragonalen Täfelchen, ist nach *Thaddéeff*'s Analyse möglicherweise das basische Wismutcarbonat $5Bi^2O^3.CO^2+H^2O$.

Das graue pulverförmige sog. Grausilber (Selbit) von Real de Catorce in Mexico ist wahrscheinlich kein kohlensaures Silber, sondern ein Gemenge, wie auch das bei Altwolfach in Baden vorkommende, ähnlich erscheinende Mineral von *Sandberger* als sehr inniges Gemenge von erdigem Silberglanz, etwas gediegenem Silber und Braunspath erkannt wurde.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Lanthanit,** *Haidinger* (früher Hydrocerit).

Rhombisch, ∞P = 92° 46′, P Randkante = 105° 12′ nach *v. Lang*; A.-V. = 0,9528 : 1 : 0,9518; nur selten in kleinen tafelförmigen Krystallen der Comb. 0P.∞P.∞P̄∞.P; gewöhnlich feinkörnige, schuppige bis erdige Aggregate. — Spaltb. basisch; H. = 2; G. = 2,6...2,7; weiss, gelb oder rosenroth, perlmutterglänzend bis matt. — Wasserhaltiges Lanthancarbonat $La^2[CO^3]^3 + 9H^2O$, mit 52,4 Lanthanoxyd, 21,4 Kohlensäure, 26,2 Wasser. In Säuren mit Brausen löslich; v. d. L. schrumpft es ein, bleibt unschmelzbar, wird weiss und undurchsichtig, nach dem Erkalten aber braun und metallisch glänzend. — Bastnäs-Grube bei Riddarhytta in Schweden auf Cerit, Bethlehem in Pennsylvanien.

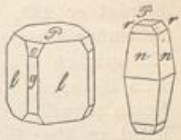
## 3. Chlor- und Fluor-haltige Carbonate.

**Northupit,** *Foote.*

Regulär, als O, isolirte Krystalle. H. = 3,5...4; G. = 2,38; sehr spröde; farblos und weiss, durch Verunreinigungen grau bis braun; isotrop. — Chem. Zus.: $Na^2CO^3.MgCO^3.NaCl$ mit 23,54 Chlornatrium. Schmilzt v. d. L. unter Aufschäumen; heisses Wasser zersetzt die Krystalle unter Abscheidung von $MgCO^3$. Sehr selten im Thon am Borax-See in Californien.

**Phosgenit,** *Breithaupt*; Bleihornerz, Hornblei, Kerasin.

Tetragonal, P 113° 56′; A.-V. = 1 : 1,0876; die Krystalle zeigen einestheils ∞P∞ (*l*), 0P mit ∞P (*g*) und untergeordneten Flächen von P (*c*) oder 2P∞, anderentheils (wie die zweite Figur) 8P (*n*) 170° 42′, $\frac{3}{2}$P (*r*) 133° 8′ und 0P, oder auch $\frac{5}{2}$P 150° 50′, mit ∞P und 0P, und erscheinen daher theils kurzsäulenförmig, wobei sich auch noch wohl ∞P2 einstellt, theils spitz pyramidal. Nach *Goldschmidt* deutet Flächenvertheilung und Streifung auf trapezoëdrische Hemiëdrie, nach *Traube* spricht die Natur der Aetzfiguren für Holoëdrie. — Spaltb. nach ∞P ziemlich vollk., Bruch muschelig; H. = 2,5 ... 3; G. = 6 ... 6,3; gelblichweiss bis weingelb, grünlichweiss bis spargelgrün, graulichweiss bis grau; fettartiger Diamantglanz; pellucid in verschiedenen Graden; Doppelbrechung positiv. — Chem. Zus.: Chlorocarbonat von Blei $[PbCl]^2CO^3$ oder Verbindung von Bleicarbonat mit Chlorblei = $PbCO^3.PbCl^2$, mit 49 Bleicarbonat und 51 Chlorblei; schmilzt v. d. L. leicht im Ox.-F. zu undurchsichtiger gelber Kugel, welche eine etwas krystallinische Oberfläche zeigt; im Red.-F. bildet sich Blei unter Entwickelung saurer Dämpfe; in verdünnter Salpetersäure mit Brausen löslich, die Sol. reagirt auf Chlor. — Sehr selten, zu Matlock und Cromford in Derbyshire, Gibbas, Montevecchio und Monte Poni auf Sardinien, und zu Tarnowitz, wo die vollständig ausgebildeten und oft ziemlich grossen Krystalle im Thon meist ganz in Bleicarbonat umgewandelt sind; Laurium, Caracoles in Chile.




**Parisit,** *Medici-Spada*; nach dem Entdecker *J. Paris* benannt.

Rhomboëdrisch; A.-V. = 1 : 5,8275 nach *G. Nordenskiöld*; Krystalle begrenzt z. B. von kleinem 0R und von den beiden sehr spitzen Rhomboëdern $\frac{5}{6}$R (63° 1′) und —$\frac{5}{3}$R, welches mit der Basis 95° 6′ bildet; auch —R und $\frac{1}{2}$R; stets Zwillinge nach der Basis, weshalb die an beiden Enden ausgebildeten Krystalle wie doppelte trigonale Pyramiden aussehen; auch anscheinend holoëdrisch entwickelt als hexagonale, horizontal gestreifte, oben pyramidal begrenzte Stengel. — Spaltb. basisch, sehr vollk., Bruch kleinmuschelig; H. = 4...5; G. = 4,35; bräunlichgelb in das röthliche, Strich gelblichweiss; Glasglanz im Bruch, fast Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen; kantendurchscheinend; optisch-einaxig, starke pos. Doppelbrechung; ω = 1,569, ε = 1,670. — Chem. Zus.: Fluorhaltiges Doppelcarbonat von Ceriummetallen und Calcium, deutbar als $2[RF]CO^3.CaCO^3$ oder $[RF]^2Ca[CO^3]^3$, worin R = Ce, La, Di; die Cermetalle (ca. 60 pCt.) bestehen ca. zur Hälfte aus $Ce^2O^3$, zur Hälfte aus $La^2O^3$ und $Di^2O^3$. V. d. L. unschmelzbar; in Salzsäure unter Brausen schwer löslich. — Sehr selten in den Smaragdgruben des Muzothals in Columbia; aufgewachsen auf Aegirin zu Igaliko in Grönland; Ravalli Co. in Montana mit Pyrit; als Geschiebe (Kyschtymit) in den Kyschtymskischen Goldwäschen am Ural, doch wiegt hier La über Ce vor und Ca fehlt; auch G. = 4,784 (ist vielleicht umgewandelter Parisit). — Ein Baryumparisit mit Ba statt Ca ist der isomorphe Cordylit (*Flink*) aus Grönland, wachsgelbe, keulenförmige hexagonale Kryställchen.

**Bastnäsit,** *Huot*, oder Hamartit, *A. E. Nordenskiöld.*

Hexagonal mit prismatischem Habitus, gewöhnl. Comb. ∞P.∞P2.0P; weitere Dimensionen nicht bekannt. H. = 4...4,5; G. = 4,93...5,18; wachsgelb bis röthlichbraun, glas-

bis harzglänzend. — Chem. Zus.: Ein Fluocarbonat der Ceriummetalle, $R^2[CO^3]^3.RF^3$, worin R = Ce, La, Di, mit ca. 20 pCt. Kohlensäure, 5—8 Fluor. — V. d. L. unschmelzbar; sehr leicht zersetzbar durch Salzsäure unter Entwickelung von Kohlensäure. — Bastnäs-Grube bei Riddarhytta in Schweden mit Allanit; Cheyenne Mountain am Pikes Peak in Colorado, theilweise in Feldspath eingewachsen, als Umwandlungsproduct des Tysonits (vgl. diesen).

## 4. Verbindung von Carbonat mit Sulfat.

**Leadhillit,** *Beudant.*

Monoklin, nach *Haidinger* und *Laspeyres* (Z. f. Kryst. I. 1877. 194); $\beta = 89° 47' 38''$; A.-V. = 1,7476 : 1 : 2,2154. Krystalle meist tafelartig nach 0P und in ihrer einfachsten Ausbildung auf den ersten Anblick an hexagonale Combinationen erinnernd; das scheinbar hexagonale Prisma besteht aus ∞P (59° 33′) und ∞P∞. Doch kommen auch sehr complicirte Combinationen vor (*Artini*, ebendas. XX. 1892. 588). Zwillinge und noch häufiger Drillinge, sowohl nach ∞P3 wie auch nach ∞P; nach *Mügge* lassen sich künstlich durch Erhitzen ausserordentlich zahlreiche und feine Zwillingslamellen hervorbringen; schalige Aggregate; in Pseudomorphosen nach Bleiglanz und Calcit. — Spaltb. basisch höchst vollk., sehr wenig spröd. H. = 2,5; G. = 6,26...6,55; gelblichweiss in grau, grün, gelb und braun geneigt; diamantartiger Perlmutterglanz auf 0P, sonst Fettglanz; pellucid in höheren Graden. Ebene der optischen Axen normal zu ∞P∞, die spitze Bisectrix ist nach *Laspeyres* normal auf 0P, nach *Artini* bildet sie damit ca. 4°; optische Normale die Axe *b*. Dispersion ziemlich bedeutend, $\rho < v$. Der Winkel der optischen Axen verengert sich bei der Erhitzung: bei 20° Temperatur beträgt er 20°, bei 60° misst er nur 16°, bei 100° (nach *Pirsson* und *Wells*) wird der L. scheinbar einaxig; nach ca. einem Tage tritt der normale Zustand wieder ein. — Chem. Zus.: Ein spärlich Wasser haltiges Sulfatocarbonat von Blei, vielleicht $4PbSO^4.2CO^2 + H^2O$, was 82,5 Bleioxyd, 8,3 Kohlensäure, 7,5 Schwefelsäure, 1,7 Wasser erfordern würde. V. d. L. auf Kohle schwillt er etwas an, wird gelb, aber beim Erkalten wieder weiss und reducirt sich leicht zu Blei; in Salpetersäure mit Aufbrausen löslich unter Hinterlassung von Bleisulfat. — Leadhills in Schottland, Matlock in Derbyshire (optisch etwas abweichend), Taunton in Somersetshire, Grube Malo Calzetto unweit Iglesias auf Sardinien (hier bis 2 Mm. dicke, 10 Mm. im Quadrat messende Krystalle, Maxit genannt nach *Max Braun*), Ganby in Missouri, Nertschinsk in Sibirien; meist ein Umwandlungsproduct von Bleiglanz; auch in den alten Bleischlacken von den Mendip Hills (hier anscheinend rhombisch). — Der sog. Susannit vom Susanna-Gange bei Leadhills sollte angeblich eine rhomboëdrische Heteromorphie der Leadhillitsubstanz darstellen, es ist jedoch zufolge *Kenngott* sehr wahrscheinlich, dass er nur ein anscheinend optisch einaxiges Drillingsgebilde des Leadhillits ist.

## Fünfte Ordnung: Selenite und Tellurite; Arsenite und Antimonite; Manganite.

**Chalkomenit,** *Des Cloizeaux* und *Damour.*

Monoklin, $\beta = 89° 9'$; beobachtete Formen ∞P (108° 20′), ∞P∞ (mit ∞P 144° 10′), P∞, —6P3, —12P6, sämmtlich mit glänzenden und ebenen Flächen, ferner 0P (mit P∞ 161° 6′), —8P∞, —4P2, letztere mehr oder minder gerundet. A.-V. = 0,7222 : 1 : 0,2460. Krystallinische Krusten, aus blauen, durchsichtigen kleinen Kryställchen zusammengesetzt. G. = 3,76. — Nach *Damour* ein wasserhaltiges selenigsaures Kupferoxyd, $CuSeO^3 + 2H^2O$, mit 35,09 Kupferoxyd, 49,00 seleniger Säure, 15,91 Wasser. — Löslich in den gewöhnlichen Säuren. — Bildet Krusten auf einem buntkupferähnlichen Erz im Cerro de Cacheuta, s. ö. von Mendoza in Argentinien. — Ebenda kommen auch weisse perlmutterglänzende Blättchen von wahrscheinlich selenigsaurem Blei (Molybdomenit von μόλυβδος Blei und μήνη Mond), kleine kobaltblüthfarbene monokline Kryställchen von selenigsaurem Kobalt (Cobaltomenit), sowie sehr feine weisse Nädelchen von secundär entstandener seleniger Säure vor.

Tellurigsaures Quecksilber, $Hg^2TeO^4$, oder $2HgO.TeO^2$, Magnolit genannt, fand *Genth* als weisse seidenglänzende, höchst feine nadel- und haarförmige Kryställchen mit Coloradoit (Tellurquecksilber) auf der Keystone-Grube in Colorado. — Im Ojojomo-District in Honduras wird ged. Tellur begleitet von den grünlichgelben zerreiblichen Warzen des Durdenits, eines wasserhaltigen Eisenoxydtellurits, wahrscheinlich $Fe^2O^3.3TeO^2 + 4H^2O$ mit etwas $SeO^2$ statt $TeO^2$.

**Trippkëit,** *vom Rath.*

Tetragonal, P Polk. 141° 56′, Randk. 104° 40′; ½P Polk. 134° 47′; P : ½P = 160° 36′; andere Formen 3P, sowie ditetragonale Pyramiden, wie ⅔P3, ¾P3, ferner ∞P, ∞P∞ und 0P. A.-V. =

1 : 0,9460. Krystalle, höchstens 1—2 Mm. gross, vorwaltend gebildet von P, 0P und ∞P∞. Spaltb. nach ∞P∞ und ∞P, beide vollk. — Blaugrün, lebhaft glänzend, einaxig positiv. — Ein arsenigsaures Kupferoxyd $n\mathbf{CuO.As^2O^3}$. Leicht löslich in Salpetersäure und Salzsäure. Beim Erhitzen entweicht sogleich arsenige Säure, welche einen aus feinsten Oktaëderchen bestehenden Beschlag bildet. — Copiapó in Chile, mit Olivenerz in Drusen von Rothkupfer.

**Ekdemit,** *A. E. Nordenskiöld.* Heliophyllit.

Tetragonal, anscheinend theilweise in rhombische Substanz umgestanden; meist derbe grobkörnige Massen; spaltb. ziemlich vollk. nach 0P. H. = 2,5...3; G. = 7,14. Hellgelb ins grüne, stark glasglänzend auf 0P, fettglänzend auf den Bruchflächen, in dünnen Splittern durchscheinend. — Chem. Zus.: Ein chlorhaltiges arsenigsaures Blei, vielleicht $\mathbf{Pb^6Cl^4As^2O^7}$ oder $Pb^4As^2O^7.2PbCl^2$. Schmilzt leicht zu einer gelben Masse, unter Entweichung eines weissen Sublimats von Chlorblei; leicht löslich in Salpetersäure und warmer Salzsäure. — Bei Längban in Wermland, eingesprengt in gelbem Calcit; Harstiggrube bei Pajsberg (Heliophyllit).

**Romëit,** *Damour.*

Tetragonal, P 110° 50′, also sehr oktaëder-ähnlich; A.-V. = 1 : 1,029. Krystalle klein, in Gruppen; ritzt Glas; G. = 4,67...4,71; honiggelb bis hyacinthroth; nach *Bertrand* optisch abnorm. — Chem. Zus. wahrscheinlich antimonigsaures Calcium, $\mathbf{CaSb^2O^4}$, was 16,2 Kalk und 83,8 antimonige Säure erfordern würde; etwas Kalk wird durch Eisen- und Manganoxydul ersetzt. Unlöslich in Säuren; schmilzt v. d. L. zu schwärzlicher Schlacke. — St. Marcel in Piemont, in Feldspath oder Manganerz.

**Nadorit,** *Flajolot.*

Rhombisch; ∞P = 132° 51′; A.-V. = 0,4365 : 1 : 0,3896. Krystalle flach tafelartig und spaltbar nach $\infty\breve{P}\infty$. H. = 3; G. = 7,02; gelbbraun, graulichbraun; fett- bis diamantglänzend, durchscheinend; opt. Axenebene parallel $\infty\breve{P}\infty$, *c* ist die positive Bisectrix. — Chem. Zus.: Empirisch $\mathbf{PbClSbO^2}$, was gedeutet werden könnte als antimonigsaures Blei mit Chlorblei, $\mathbf{PbSb^2O^4.PbCl^2}$, mit 32,48 Blei, 30,44 Antimon, 8,12 Sauerstoff, 8,99 Chlor, oder besser nach *Groth* als $\mathbf{[PbCl]SbO^2}$, d. h. ein Salz der antimonigen Säure $HSbO^2$, in welcher das Wasserstoffatom durch die einwerthige Gruppe PbCl ersetzt ist. — Löslich in Salzsäure und in einem Gemisch von wässeriger Salpetersäure mit Weinsteinsäure. — Am Gebel Nador in Constantine (Algier) in Drusenräumen eines Galmeilagers im Nummulitenkalk.

Ochrolith sind kleine dicktafelige rhombische schwefelgelbe Krystalle, wahrscheinlich von der Zus. $Pb^6Cl^4Sb^2O^7$, also analog dem Ekdemit. Harstiggrube bei Pajsberg.

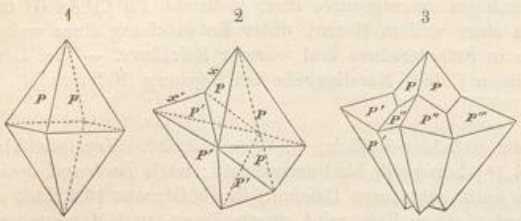
## Braunit, *Haidinger.*

Tetragonal; P = 108° 39′; A.-V. = 1 : 0,9852, sehr ähnlich dem regulären Oktaëder; gewöhnl. Formen P und P.0P, auch 4P2 bisweilen vorherrschend; Zwillinge nach P∞; Krystalle klein und sehr klein, zu Drusen und körnigen Aggregaten verbunden. — Spaltb. nach P ziemlich vollk.; H. = 6...6,5; G. = 4,72...4,8; eisenschwarz bis bräunlichschwarz, Strich schwarz, metallartiger Fettglanz, undurchsichtig. — Anfangs galt der Br. als Mangansesquioxyd $\mathbf{Mn^2O^3}$ (mit 69,6 Mangan, 30,4 Sauerstoff), darauf hat man aber wegen des mangelnden Isomorphismus mit Eisenglanz in ihm eine Verbindung von Manganoxydul mit Mangansuperoxyd, $\mathbf{MnO.MnO^2}$ sehen wollen; am wahrscheinlichsten ist er das manganigsaure Manganoxydul $\mathbf{MnMnO^3}$, das Mangansalz der der Metakieselsäure entsprechenden Säure $H^2MnO^3$, in welcher letzteren Formel Mn vierwerthig ist. Damit hängt zusammen, dass der Br. in der Regel noch einen Gehalt von 7—15 pCt. Kieselsäure führt, die wohl nicht an fremde Interpositionen gebunden ist, sondern zur Substanz gehört, in welcher alsdann das analoge Salz $MnSiO^3$ hinzugemischt wäre. Der Br. von Elgersburg enthält auch 2,26 pCt. Baryt. V. d. L. unschmelzbar; gibt mit Borax, Phosphorsalz und Soda die Reaction auf Mangan; in Salzsäure unter Entwickelung von Chlor löslich, bisweilen unter Zurücklassung gelatinöser oder flockiger Kieselsäure. — Auf Gängen im Porphyr mit Pyrolusit und Hausmannit zu Oehrenstock bei Ilmenau; Elgersburg, Ilfeld; St. Marcel (unrein, sog. Marcelin), Botnedal in Telemarken, Jakobsberg in Wermland in körnigem Kalk; Långbanshyttan, bis über zollgrosse Krystalle bisweilen prismatisch nach ∞P∞, mit 4,2 pCt. $Fe^2O^3$.

Das entsprechende Eisenoxydulsalz der Säure $H^2MnO^3$ liegt in dem regulären Bixbyit *Penfield*'s, $FeMnO^3$ vor (kleine Mengen von Mg und Mn vertreten Fe, solche von Ti das Mn); sehr selten in Utah; metallglänzende schwarze Würfel, bisweilen mit 2O2, aufgewachsen auf Topas und zersetztem Granat (Spessartin).

**Hausmannit,** *Haidinger.*

Tetragonal; P 116° 59′, P∞ 98° 32′ (*Dauber*); A.-V. = 1 : 1,1743; gewöhnlich P (Fig. 1) oder P.$\frac{1}{3}$P, selten mit untergeordnetem ∞P; die Krystalle stets pyramidal, zu Drusen verwachsen, ihre Flächen oft horizontal gestreift; Zwillinge nicht selten, Zwillingsebene P∞ (Fig. 2); die Zwillingsbildung wiederholt sich oft symmetrisch an allen vier unteren Polkanten eines mittleren Individuums (Fig. 3); nach einer Mittheilung von *Eck* sei der Hausmannit eigentlich sphenoidisch-hemiëdrisch. In körnigen Aggregaten; in Pseudomorphosen nach Manganit und Calcit. — Spaltb. basisch ziemlich vollk., weniger deutlich nach P und P∞; H. = 5...5,5, G. = 4,7...4,87; eisenschwarz, Strich braun, starker Metallglanz, in ganz dünnen Schliffen durchscheinend. — Chem. Zus.: Empirisch Manganoxyduloxyd, $MnO.Mn^2O^3$ mit 72,03 Mangan und 27,97 Sauerstoff. Man hat daher den H. nach Analogie des Magnetits als $MnMn^2O^4$ aufgefasst oder wegen des Mangels einer Isomorphie mit letzterem, auch als eine Verbindung von 2 Mol. Manganoxydul mit 1 Mol. Manganhyperoxyd, $2MnO.MnO^2$. Wahrscheinlicher ist er das Mangansalz der der Orthokieselsäure entsprechenden Säure $H^4MnO^4$ (in welcher Mn vierwerthig), also $Mn^2MnO^4$. Die Analysen ergaben auch einen ganz kleinen Gehalt an Kieselsäure (indem $Mn^2SiO^4$ hinzugemischt ist) und Baryt. — V. d. L. unschmelzbar, verhält sich wie Manganoxyd; in Salzsäure unter Chlorentwickelung löslich; conc. Schwefelsäure wird durch das Pulver nach kurzer Zeit lebhaft roth gefärbt. — Auf Gängen: Oehrenstock, Ilmenau und Ilfeld; bei Pajsberg, Nordmark, Långban und Grythytta in Schweden massenhaft im Dolomit, als einzelne Krystalle und Körner, oder körnige Aggregate.




Hetairit, schwarze, radialfaserige, halbmetallisch bis metallisch glänzende Krusten von Sterling Hill in New-Jersey, soll zinkhaltiger Hausmannit sein, mit ZnO statt MnO.

**Chalkophanit,** *G. E. Moore.*

Rhomboëdrisch, R = 114° 30′; A.-V. = 1 : 3,527; kleine Täfelchen mit vollk. basischer Spaltb., auch blätterige Aggregate und stalaktitische Formen. H = 2,5; G. = 3,907; bläulich bis eisenschwarz mit chocoladebraunem Strich und starkem Metallglanz. Hält 59,94 Mangansuperoxyd, 6,58 Manganoxydul, 21,70 Zinkoxyd, 11,58 Wasser, woraus sich die Formel $RMn^2O^5 + 2H^2O$ ableiten liesse, was als wasserhaltiges Salz der Säure $H^2Mn^2O^5$ betrachtet werden könnte (letztere entspräche der Kieselsäure $H^2Si^2O^5$, deren Salz der Petalit ist). V. d. L. wird er bronzegelb bis kupferroth (daher der Name). — Sterling Hill, New-Jersey, ein Umwandlungsproduct des Franklinits.

Anm. Möglicherweise gehören auch die unter den Oxyden aufgeführten Mineralien Wad, Psilomelan, Kobaltmanganerz u. a. zu den mangansauren Salzen.

## Sechste Ordnung: Sulfate.

### 1) Wasserfreie Sulfate.

**Thenardit,** *Casaseca.*

Rhombisch; A.-V. = 0,4734 : 1 : 0,8005; ziemlich spitze Pyramiden P, Polk. 74° 18′ und 135° 41′, Randk. 123° 43′ nach *Mitscherlich*, mit 0P und ∞P 129° 21′, vielfach zu Drusen und Krusten verbunden; Zwillinge nach ∞P. — Spaltb. nach ∞P∞ unvollk.; Bruch uneben. H. = 2,5; G. = 2,675...2,68; farblos, wasserhell und durchsichtig, häufig mit zart röthlichem

Ton, überzieht sich beim Liegen an der Luft mit einer oberflächlichen weissen Kruste. Optische Axenebene das Brachypinakoid, spitze Bisectrix $a$, Doppelbrechung positiv. Geschmack schwach salzig. — Chem. Zus.: Wasserfreies neutrales Natriumsulfat, $Na^2SO^4$, mit 43,68 Natron und 56,32 Schwefelsäure; in Wasser leicht löslich; färbt v. d. L. die Flamme gelb, schmilzt und lässt sich auf Kohle zu Schwefelnatrium reduciren; verwandelt sich an feuchter Luft in Glaubersalz. — An Salzseen: Espartinas bei Aranjuez; Tarapacá und Aguas Blancas in der Wüste Atacama; am Balchasch-See in Centralasien, bei Schemacha am Kaukasus; am Rio Verde, Yavapai Co. in Arizona.

**Gebrauch.** Zur Sodabereitung, als Viehsalz.

**Glaserit,** *Hausmann.* Aphthalose.

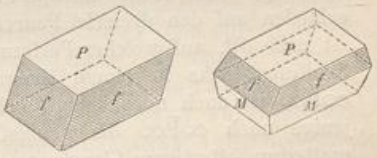
Rhomboëdrisch; R. = 88° 14′; A.-V. = 1 : 1,2839. Krystalle von rhomboëdrischem Habitus mit R, −R, $\frac{1}{2}$R, $-\frac{1}{2}$R, $-\frac{1}{4}$R, oft tafelartig, auch durch ungleichmässiges Fortwachsen verzerrt mit einspringenden Winkeln, oder in Gruppen, welche Aragonitdrillingen ähnlich sehen; meist aber als Kruste und Beschlag. — Spaltb. nach ∞R ziemlich deutlich. H = 3...3,5; G. = 2,63...2,66; glasglänzend, farblos. — Chem. Zus.: Neutrales wasserfreies Sulfat von Kalium und Natrium in wechselndem Verhältniss, $(K,Na)^2SO^4$, meist mit vorwiegendem Kalium; reines (rhombisches) $KSO^4$, als supponirtes Mineral Arcanit genannt gewesen, ist bis jetzt in der Natur nicht gefunden. V. d. L. zerknisternd, schmelzend und beim Erstarren krystallisirend; färbt die Löthrohrflamme violett und wird auf Kohle im Red.-F. hepatisch; löslich in Wasser. — Incrustationen auf Vesuvlava (wo die sog. Aphthalose z. Th. rhombisches Natrium-Kaliumsulfat zu sein scheint), Krystalle zu Douglashall bei Westeregeln in dem mit Steinsalz verwachsenen Blödit (nach *Bücking*), Racalmuto in Sicilien (Krystalle durch *G. vom Rath* irrthümlich als rhombisch beschrieben).

**Mascagnin,** *Karsten.*

Rhombisch, isomorph mit künstlichem Kaliumsulfat. A.-V. = 0,5642 : 1 : 0,7340; ∞P = 124° 8′, P̆∞ = 107° 40′; gewöhnl. Comb. ∞P.∞P̆∞.P.2P̆∞.0P; meist in Krusten und Stalaktiten. — Spaltb. basisch zieml. vollk.; H. = 2...2,5; G. = 1,7...1,8; farblos, weiss und gelblich; mild; schmeckt scharf und etwas bitter. — Chem. Zus.: Ammoniumsulfat, $(NH^4)^2SO^4$, mit 39,4 Ammoniak und 60,6 Schwefelsäure; im Wasser leicht löslich; verknistert im Kolben, schmilzt, gibt Wasser, zersetzt und verflüchtigt sich endlich gänzlich. — Als Sublimat in Klüften mancher Laven des Vesuv und Aetna; an den Suffionen in Toscana.

**Glauberit,** *Brongniart* (Brongniartin).

Monoklin, β = 67° 49′; ∞P (*M*) 83° 2′, ∞P : 0P 104° 29½′, 0P : −P 147° 31′, nach *v. Zepharovich*; A.-V. = 1,2199 : 1 : 1,0275. Gewöhnl. Comb. 0P.−P (*P* und *f*), selten mit ∞P (*M*), auch wohl ∞P̆∞ und mehre fernere Pyramiden, desgleichen Klinodomen 2P̆∞, $\frac{2}{3}$P̆∞; meist dick tafelartig durch Vorherrschen von 0P, die Flächen ihren Comb.-Kanten parallel gestreift; auch in dünnschaligen Aggregaten. — Spaltb. basisch vollk.; H. = 2,5...3; G. = 2,7...2,8; farblos, graulich- und gelblichweiss bis weingelb, röthlichweiss bis fleischroth und ziegelroth; Glas- bis Fettglanz; durchsichtig bis durchscheinend, jedoch in feuchter Luft an der Oberfläche sich mit einem Ueberzug von Gypskryställchen bedeckend und trübe werdend; Ebene der optischen Axen normal zu ∞P̆∞, die spitze Bisectrix bildet nach *Laspeyres* mit der Normalen auf 0P etwas über 8°; der sehr kleine Winkel der Axen wird durch Erwärmung (z. B. für gelbes Licht bei 45,8°) = 0, worauf dann die Axen in der Symmetrieebene auseinander gehen (S. 244); schmeckt salzigbitter. — Verbindung von 1 Mol. Natriumsulfat (51 pCt.) und 1 Mol. Calciumsulfat (49 pCt.), $Na^2SO^4.CaSO^4$; in Wasser unter Abscheidung von Gyps löslich. Zerknistert v. d. L. heftig, schmilzt leicht zu klarem Glas. — Im Steinsalzgebirge zu Villarubia in Spanien, Vic in Lothringen, Varengeville bei Nancy, Westeregeln bei Stassfurt, Berchtesgaden, Ischl, Priola in Sicilien, Mayo Salt Mines im Pendschab, Iquique in Peru; Borax-See in San Bernardino Co. in Californien, bis 40 Cm. lange Krystalle. Im Neocom an der Mündung des Flusses Anabara in das Eismeer sind grosse spitzpyramidale Krystalle (−P.3P̆3) in Aragonit umgewandelt.

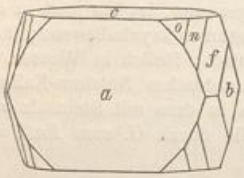


**Langbeinit,** *Zuckschwerdt.*

Regulär und zwar tetartoëdrisch; *Luedecke* beobachtete u. a. eine seltene Comb. von $\infty O\infty$, $\infty O$, $\pm\frac{O}{2}$, $-\frac{2O2}{2}$, $-\frac{2O}{2}$, $-\frac{\infty O3}{2}$, $-\frac{\infty O2}{2}$; meist körnige Aggregate. — H. = 3...4; G. = 2,83; farblos, fettartig glasglänzend; nimmt an der Luft schnell Wasser auf. — Chem. Zus.: $K^2SO^4.2MgSO^4$, mit 42,07 Kaliumsulfat, 57,93 Magnesiumsulfat. Langsam in Wasser, leicht in schwacher Salzsäure löslich. — Westeregeln und Neustassfurt, verwachsen mit Sylvin und Steinsalz; Solvayhall bei Bernburg; Thiederhall bei Braunschweig, linsenartig in grossen Massen im Steinsalz den Polyhalit vertretend. Mayo Salt Mines im Pendschab.

**Anhydrit** (Karstenit, Muriazit).

Rhombisch, nicht isomorph mit den folgenden, chemisch analog zusammengesetzten Mineralien. Krystalle im Allgemeinen selten. An den dicktafeligen von Aussee (Fig. 1) herrschen die 3 Pinakoide 0P (*c*), $\infty\bar{P}\infty$ (*a*), $\infty\breve{P}\infty$ (*b*) und sodann namentlich mehre übereinander liegende Pyramidenflächen wie P (*o*), $2\breve{P}2$ (*n*), $3\breve{P}3$ (*f*), auch ist wohl das Brachydoma $\breve{P}\infty$ (*s*) 90° 3′ vorhanden; $c : o = 123°29'$, $c:n = 113°33'$, $c:f = 107°20'$, $b : o = 123°41'$. Die Krystalle von Stassfurt (Fig. 2) sind nach dem Makrodoma $\bar{P}\infty$ (*r*) 96° 30′ in die Länge gezogen und in der makrodiagonalen Zone treten noch auf $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $\frac{1}{3}\bar{P}\infty$, $\frac{1}{5}\bar{P}\infty$, während sich mit *s* noch ein stumpferes Brachydoma, wahrscheinlich $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ oscillatorisch combinirt. A.-V. = 0,8932 : 1 : 1,0008 nach *Hessenberg*. Seltene Zwillingsbildungen nach $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ an Spaltungsstücken, wobei die beiden Brachypinakoide *b* 53° 10′ bilden. Häufiger zeigen sich auf $\infty\breve{P}\infty$ (*b*) feine Linien, welche einer lamellaren Zwillingsbildung nach $\bar{P}\infty$ (*r*) entsprechen, die auch durch Druck und durch Erwärmung hervorgerufen werden kann. Auch ist an Spaltungsstücken vielfach die Fläche 0P in Folge einer Verbiegung fein parallel der Axe *b* gefältelt. Meist in gross- und grobkörnigen bis feinkörnigen und fast dichten, auch stengeligen und blumenkohlähnlichen Aggregaten. Sehr seltene Pseudomorphosen nach Gyps (z. B. Sulz am Neckar). — Spaltb. nach den 3 Pinakoiden, weshalb die Spaltungsstücke rechtwinkelige Parallelepipeda ergeben, doch mit physikalischen Unterschieden auf den dreierlei Paaren paralleler Flächen: die beste und sehr vollk. Spaltb. ist nach 0P, auf welcher Perlmutterglanz erscheint oder durch Erhitzung eines kleinen Spaltungsstücks in einem Glasrohr hervorgebracht werden kann. Die Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ ist auch noch sehr, doch etwas minder vollk., mit gewöhnl. Glasglanz, diejenige nach $\infty\bar{P}\infty$ die wenigst deutliche, aber immerhin noch vollk., mit etwas matterem fettartigem Glasglanz. H. = 3...3,5; G. = 2,9...3, normal 2,963; farblos, weiss, aber häufig bläulichweiss, bläulichgrau bis smalteblau und violblau, röthlichweiss bis fleischroth, graulichweiss bis rauchgrau gefärbt; durchsichtig und durchscheinend. Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, spitze positive Bisectrix die Axe *a*, Axenwinkel in Luft 71½°; man erblickt deshalb durch Spaltungsstücke nach dem Makropinakoid das Axenbild. — Chem. Zus.: Calciumsulfat, $CaSO^4$, mit 41,16 Kalk und 58,84 Schwefelsäure, bisweilen mit bituminösen Verunreinigungen. Schmilzt v. d. L. schwer zu weissem Email und färbt die Flamme röthlichgelb, gibt auf Kohle im Red.-F. Schwefelcalcium, mit Borax ein klares Glas; mit Soda kann er auf Kohle nicht zu einer klaren Masse geschmolzen werden, indem der Kalk als unschmelzbar zurückbleibt; mit Flussspath schmilzt er leicht zu klarer Perle, welche beim Erstarren undurchsichtig wird, bei längerem Glühen aber anschwillt und unschmelzbar wird; in Salzsäure nur sehr wenig, als feines Pulver in conc. Schwefelsäure dagegen vollkommen, und verhältnissmässig leicht löslich; von kohlensauren Alkalien zersetzbar. — Mit Gyps und Steinsalz in den Lagern und Stöcken der Salzgebirge; als dünne vielfach wiederholte dichte Lagen abwechselnd mit Steinsalzschichten in der unteren Abtheilung






(Anhydritregion) der Stassfurter und benachbarter Salzlagerstätten des Zechsteins; in denen des Muschelkalks (Württemberg, Sulz am Neckar, schön blau), in den alpinen Salzlagern von Aussee, Ischl, Hallein, Berchtesgaden, Hall in Tirol, Bex in der Schweiz, hier auch späthig und körnig oder traubig und blumenkohlähnlich mit Steinsalz verwachsen; am Sommeraukogl bei Hallstatt füllt körniger A. Ammonitenkammern aus; Wieliczka und Bochnia (hier auch der Gekrösestein in gekröseähnlich zusammengestauchten weissen fast dichten Lagen). — Aufgewachsene Krystalle an den alpinen Localitäten (Aussee, Hallein, Ischl); ringsum ausgebildete Krystalle können aus dem Stassfurter Kieserit durch dessen Lösung in Wasser isolirt werden. — Selten auf Erzlagerstätten z. B. Fahlun, Kapnik, bei Bleiberg in Kärnten in der Nähe der Bleiglanznester. — In Auswürflingen des Vesuvs, in Einschlüssen der Lava von Aphroessa bei Santorin. — Der sog. Vulpinit von Vulpino ö. von Bergamo ist nur eine graue länglich körnige Var. des A., die als Marmo bardiglio di Bergamo zu Kaminbekleidungen verarbeitet wird.

Der Anhydrit wandelt sich im Lauf der Zeit durch Wasseraufnahme in Gyps um, welcher daher oft eine epigenetische Bildung aus A. ist; Anhydritpulver nimmt bei Berührung mit Wasser 2 Mol. des letzteren auf und wird zu Gyps. In vielen Anhydriten sieht man so u. d. M. schon eine sporadische Entwickelung von neu entstandenem Gyps, in manchen Gypsen noch übrig gebliebene Reste des ursprünglichen Anhydrits. Mit der Umwandlung ist eine Volumenvermehrung um ungefähr 60 pCt. verknüpft, weshalb sich im Hangenden der Ablagerungen oft beträchtliche Dislocationen und Störungen des Schichtenbaus kund geben. Umgekehrt kann sich der Anhydrit aber auch aus Gyps bilden: wird z. B. letzterer in einer concentrirten Lösung von Kochsalz überhitzt, so verwandelt er sich in Anhydrit (*G. Rose*).

**Baryt** (Schwerspath).

Rhombisch, isomorph mit Cölestin und Anglesit; $\bar{P}\infty$ (*M*) oben 78° 20′, $\breve{P}\infty$ (*o*) oben 105° 24′, $\infty\breve{P}2$ (*d*) seitlich 77° 43′, vorne 102° 17′; diese Formen sowie $\infty\breve{P}\infty$ (*P*) erscheinen vorwaltend in den meisten Combinationen, welche ausserordentlich manchfaltig sind, wie denn die Krystallreihe des Baryts eine der reichhaltigsten des rhombischen Systems ist. Habitus der Krystalle entweder tafelartig durch Vorwalten von $\infty\breve{P}\infty$, oder säulenförmig und zwar entweder durch Vorherrschen der verticalen Zone, in welcher $\infty P$ (*u*), $\infty\breve{P}2$ (*d*), $\infty\breve{P}4$ (*l*) auftreten oder sehr häufig durch Vorwalten der brachydiagonalen Zone, namentlich mit $\breve{P}\infty$ (*o*); im letzteren Falle sind die Säulen daher horizontal und längsgerichtet zu stellen. $x = P$, $k = 0P$, $\varepsilon = 2\breve{P}\infty$; das Makropinakoid sehr selten. A.-V. = 0,6206 : 1 : 0,7618. In seltenen Fällen zeigt sich eine individuelle Hemimorphie. Im Ganzen sind bis jetzt 120 Formen bekannt; vgl. aus der letzten Zeit *C. O. Trechmann*, Miner. Magaz. VII. 1886. 49; *Düsing*, Z. f. Kryst. XIV. 1888. 481; *Herschenz*, Z. f. allgem. Naturw. LXI. 1888. 143; *Brunlechner*, Min. u. petr. Mitth. XII. 1891. 62.

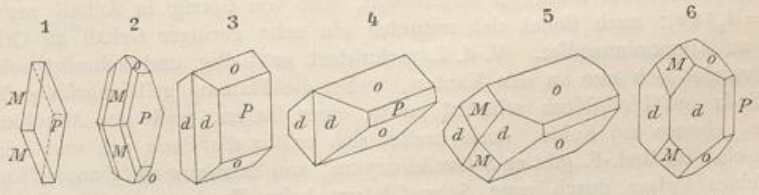



Fig. 1. $\infty\breve{P}\infty.\bar{P}\infty$; sehr häufige Comb., die Hauptform der meisten rhombisch-tafelartigen Krystalle, zugleich die Spaltungsgestalt.
Fig. 2. Die vorhergehende Comb. mit P und $\breve{P}\infty$; nicht selten.
Fig. 3. $\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}2.\breve{P}\infty$; sehr häufig, und die Hauptform der meisten rectangulär-tafelartigen Krystalle.
Fig. 4. Dieselbe Comb. wie Fig. 3, nur nach $\breve{P}\infty$ säulenförmig gestreckt; häufig.

Fig. 5. Die vorige Comb. mit Hinzufügung von $\bar{P}\infty$; sehr gewöhnlich.
Fig. 6. Dieselbe Comb. wie Fig. 5, nur nach $\infty\breve{P}2$ säulenförmig gestreckt.

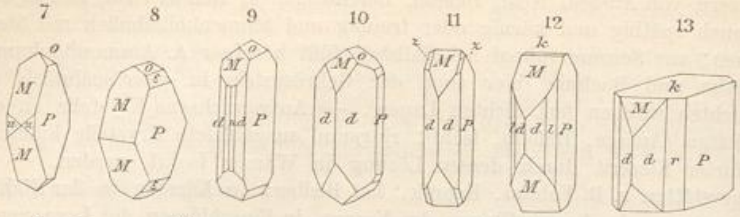



Fig. 7. $\infty\breve{P}\infty.\bar{P}\infty.\infty P.\breve{P}\infty$.
Fig. 8. $\infty\breve{P}\infty.\bar{P}\infty.\breve{P}\infty.2\breve{P}\infty$.
Fig. 9. $\infty\breve{P}\infty.\bar{P}\infty.\breve{P}\infty.\infty\bar{P}2.\infty P$; diese Comb. erscheint oft als längliche achtseitige Tafel, als ein Verbindungsglied der rhombisch- und der rectangulär-tafelartigen Krystalle.
Fig. 10. Dieselbe Comb. wie Fig. 6, nur noch mit $2\breve{P}\infty$.
Fig. 11. $\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}2.\bar{P}\infty.P$.
Fig. 12. $\infty\breve{P}\infty.\bar{P}\infty.\infty\breve{P}2.\infty\breve{P}4.0P$.
Fig. 13. $0P.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}2.\infty\breve{P}5.\bar{P}\infty$.

$M : M = 101° 40'$ $o : o = 74° 36'$ $P : l = 158° 4'$ $P : d = 141' 8'$
$u : u = 116 22$ $d : o = 118 10$ $P : o = 127 18$ $P : r = 162 8$

(Eine andere gebräuchliche Aufstellungsweise der Barytkrystalle ist diejenige, dass das Pinakoid $P$ als Basis $0P$ und das Makrodoma $M$ als Grundprisma $\infty P$ erscheint, welches seinen stumpfen Winkel nach vorne und hinten wendet.)

Die Krystalle einzeln, doch öfter in Drusen und mancherlei Gruppen (z. B. rosettenförmig, hahnenkammähnlich) vereinigt; auch in schaligen, stengeligen, faserigen, körnigen und dichten Aggregaten; in Pseudomorphosen nach Witherit und Barytocalcit. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ ($P$) vollk., nach $\bar{P}\infty$ ($M$) etwas weniger vollk. Eine selten zu beobachtende polysynthetisch lamellare Zwillingsbildung kommt nur an derben Spaltungsstücken und eingewachsenen Massen, nicht an aufgewachsenen Krystallen vor und scheint deshalb Gleitflächencharakter zu besitzen; sie erfolgt theils nach $\bar{P}\infty$ (der sog. Michel-Lévyt von Templeton in Quebec, den *Lacroix* als monoklines Baryumsulfat aufführte, ist nach *Dana* nur ein auf diese Weise durch Gebirgsdruck mit einer plagioklasähnlichen Streifung versehener Baryt); theils nach $\breve{P}\infty$, theils nach einem scharfen Brachyprisma (*M. Bauer*, N. Jahrb. f. Min. 1887. I. 37). — H. = 3 ... 3,5; G. = 4,3 ... 4,6 (normal 4,482); farblos und zuweilen wasserhell, aber meist röthlichweiss bis fleischroth, auch gelblich, grau, bläulich, grünlich und braun gefärbt; Krystalle nicht selten aufgebaut aus verschiedenfarbigen oder abwechselnden klaren und trüben Schichten. Glas- oder Fettglanz; pellucid in hohen und mittleren Graden. Die optischen Axen liegen in $0P$, spitze Bisectrix die Brachydiagonale. — Chem. Zus.: Baryumsulfat, $BaSO^4$, mit 65,68 Baryt und 34,32 Schwefelsäure; manche Varietäten halten einige pCt. Strontiumsulfat isomorph beigemischt, eine von Görzig in Anhalt sogar 15 pCt. (G. = 4,488); auch findet sich mitunter ein sehr geringer Gehalt an Calciumsulfat oder an Ammoniumsulfat. V. d. L. zerknistert er heftig und schmilzt sehr schwer, oder rundet sich nur an den Kanten, wobei die Flamme gelblichgrün gefärbt wird; mit Soda auf Platinblech schmilzt er zu einer klaren, nach der Abkühlung trüben Masse, ebenso auf Kohle, doch breitet sich später die Perle aus und dringt in die Kohle ein; im Red.-F. gibt er Schwefelbaryum; von Salzsäure nicht angreifbar, dagegen als feines Pulver durch conc. Schwefelsäure beim Erwärmen völlig löslich; durch kohlensaure Alkalien nicht zersetzbar. — Namentlich weitverbreitet als Gangart auf Erzgängen, wo er oft in zwei verschiedenalterigen Bildungen erscheint, verbunden mit Schwefelmetallen, Silbererzen, Bleiglanz, Kupferkies u. s. w.: Freiberg (hier auch der sog. Stangenspath), Marienberg, Clausthal, Przibram, Giftberg bei Komorau in Böhmen, Schemnitz, Offenbánya, Felsöbánya, (durch Auripigment gelb gefärbt, von Antimonit durchwachsen); Riechelsdorf und Bieber (mit Kobalt- und Nickelerzen),

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ilfeld und Ilmenau (mit Manganerzen). Blätteriger B. oft auf Eisenspathlagerstätten (Hüttenberg in Kärnten, Neuberg in Steiermark). Selbständige meist taube Gänge bildet der B. bei Riechelsdorf in Hessen, bei Brotterode im Thüringer Wald; selbständige Lager bei Meggen an der Lenne (dicht), Villa rica in Brasilien (körnig). — Vielfach auf Hohlräumen und Klüften im Sedimentärgebirge (schöne Krystalle von Dufton in Westmoreland; stalaktitisch zu Newhaven in Derbyshire). Radialfaserige Concretionen in den Subappenninenmergeln des Monte Paterno bei Bologna (Bologneser Leuchtspath). Als Bindemittel von Sandsteinen und als Knollen darin bei Rockenberg und Münzenberg in Hessen, Stapleford bei Nottingham. Als Versteinerungsmittel von Ammoniten (Banz in Bayern), von Belemniten (Nontron in Frankreich). Faserbaryt noch vom Kurprinz bei Freiberg, Rattenberg in Tirol, Chaudefontaine bei Lüttich. Baryterde auf Gängen von Freiberg, nesterweise im Mergel von Kanstein in Westfalen. Der Hepatit, ein mit bituminösen Stoffen gemengter, beim Reiben oder Schlagen hepatischen Geruch entwickelnder B. im Alaunschiefer von Andrarum in Schonen, auf Gängen bei Kongsberg.

**Gebrauch.** Der weisse derbe Baryt wird pulverisirt zur Verfälschung des Bleiweisses gemissbraucht; ausserdem dient das Material besonders zur Darstellung der Baryterde und mancher ihrer Präparate; auch wohl zu den sogenannten Lichtmagneten.

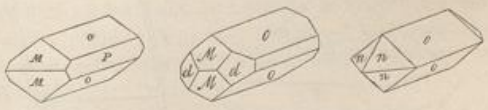
Der sog. Wolnyn von Rosenau, Muszai und Bereghszász in Ungarn ist nur Baryt, dessen Krystalle nach der Makrodiagonale säulenförmig verlängert sind. — Der angeblich rhomboëdrisch krystallisirende Dreelit von der Grube La Nuissière bei Beaujeu im Dèp. der Saône und Loire ist nach *Lacroix* Baryt. — Weiter ist der Eggonit, kleine lichtbraune Kryställchen auf Kieselzink vom Altenberg, die für triklin und wahrscheinlich für ein Cadmiumsilicat gehalten wurden, nach *J. D. Dana* nichts als Baryt. — Kalkbaryt (*Werner*'s krummschaliger Schwerspath), dessen mandelförmige, rosettenförmige und nierförmige Aggregate gebogene krummschalige Massen bilden, hält neben Baryumsulfat etwas Calciumsulfat; Freiberg, Derbyshire. — Der schalige Allomorphit von Unterwirbach bei Rudolstadt zeigt Formen und Spaltb. des Anhydrits, aber spec. Gew. sowie chem. Zus. des Baryts und ist wohl keine Dimorphie des Baryumsulfats, sondern wahrscheinlich eine Pseudomorphose nach Anhydrit.

**Barytocölestin,** *Thomson.*

Die seltenen Krystalle sind isomorph mit denen des Baryts und Cölestins, obschon ihre Winkel nicht zwischen diejenigen dieser letzteren fallen (S. 314); an einem Krystall aus dem Binnenthal maass *Neminar* $o:o = 74^\circ 34\frac{1}{2}'$; $d:d = 79^\circ 25'$; die Krystalle erscheinen als spiessige rhombische Tafeln oder, wie am Greiner, als ungestaltete Individuen mit zellig zerfressener bis erdiger Oberfläche; gewöhnlich in radial-stengeligen und schaligen Aggregaten; spröd und sehr leicht zerbrechlich; H. = 2,5; G. = 4,13...4,24; bläulichweiss. — Chem. Zus.: Entweder isomorphe Mischung von Baryum- u. Strontiumsulfat in verschiedenen Verhältnissen, $(Ba,Sr)SO^4$, oder vielleicht eher ein Gemenge von Baryt mit Cölestin, wofür es sprechen würde, dass zerfressen aussehende Krystalle um so ärmer an Strontium sind, je weiter jene Erscheinung vorgeschritten ist. — Bei Werfen in Salzburg mit Wagnerit, Nürten in Hannover, Jocketa in Sachsen, Imfeld im Binnenthal (Wallis), am Greiner in Tirol, hier im Talkschiefer mit Dolomit, Magnesit und Apatit.

## Cölestin, *Werner.*

Rhombisch, isomorph mit Baryt und Anglesit; die Winkel etwas schwankend, was, wie es scheint, nicht in einer Gegenwart von Baryum- oder Calciumsulfat begründet ist. Bei derselben Aufstellung wie bei Baryt ist $\breve{P}\infty$ $(M)$ $75^\circ 58'$, $\breve{P}\infty$ $(o)$ $104^\circ 8'$, $\infty\breve{P}2$ $(d)$ vorne $78^\circ 49'$, $P = \infty r' \infty$; $o:M = 118^\circ 58'$ (auch hier wird analog wie beim Baryt oft die abweichende Aufstellung gewählt, dass $M = \infty P$, $P = 0P$). A.-V. = 0,6086 : 1 : 0,7793. Bis jetzt sind 59 verschiedene Formen bekannt; vgl. aus der letzteren Zeit *Alex. Schmidt* in Z. f. Kryst. VI. 1882. 99; *Arzruni* und *Thaddéeff* ebendas. XXV. 1896. 38; *Grunenberg*, Inaug.-Diss. Erlangen 1892. — Die denen des Baryts ähnlichen Krystalle sind meist säulenförmig in der Richtung

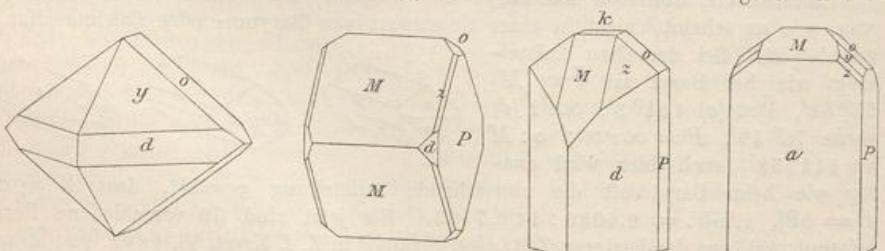


der Axe $a$ (durch $\breve{P}\infty$, wie in den Figuren), auch prismatisch nach der Verticalaxe (durch $\infty\breve{P}2$ und $\infty\breve{P}\infty$, wie Fig. 12, S. 552); selten von dem Habitus der rhombischen Tafeln des Baryts. Gewöhnlich zu Drusen vereinigt; auch in stengeligen und schaligen Aggregaten, in Platten und Trümern von parallelfaseriger, und in Nieren von feinkörniger bis dichter Zusammensetzung. — Spaltb. wie beim Baryt nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk., nach $\bar{P}\infty$ weniger vollk.; H. = 3...3,5; G. = 3,9...4, normal = 3,962 nach *Kopp*; farblos und bisweilen wasserhell, häufig (meist durch Anwesenheit von organischer Substanz) bläulichweiss, bläulichgrau, smalteblau bis indigblau, selten röthlich (in der Lettenkohle des Salzschachts bei Erfurt, sowie in Dolomiten und Quarziten des Röths am Hausberge bei Jena) oder gelblich gefärbt; bei Girgenti kommen gelbe Varr. vor, die fast 14 pCt. Schwefel enthalten. Glas- bis Fettglanz; pellucid in hohen und mittleren Graden. Optisch ganz ähnlich beschaffen wie Baryt; Axenwinkel in der Luft 87°45′. — Chem. Zus.: wesentlich Strontiumsulfat $SrSO^4$ mit 56,39 Strontian und 43,61 Schwefelsäure, auch enthalten manche Cölestine geringe Mengen Kalk oder Baryt (vgl. Barytocölestin); der von Clifton bei Bristol enthält von 1,2 bis selbst 10,9 pCt. $BaSO^4$. Zerknistert v. d. L., schmilzt ziemlich leicht zu einer milchweissen Kugel und färbt die Flamme carminroth (nach *v. Kobell* besonders deutlich, wenn die im Red.-F. geglühte Probe mit Salzsäure befeuchtet worden ist); gibt auf Kohle im Red.-F. Schwefelstrontium; wird dieses in Salzsäure gelöst, die Sol. eingedampft und dann mit Alkohol versetzt, so brennt derselbe mit carminrother Flamme. Von Salzsäure nur wenig angegriffen; gegen conc. Schwefelsäure wie Baryt. — Am häufigsten als Trümer, Nester, Hohlraumbekleidungen in Mergeln und Kalksteinen, mit Calcit, Gyps, auch Schwefel: Pschow unweit Ratibor (schöne Krystalle im tertiären Kalkstein), Lüneburg im Mergel, Rüdersdorf bei Berlin und Jühnde bei Göttingen im Muschelkalk, Giershagen bei Stadtberge, in Letten des Rothliegenden; Dornburg bei Jena (blaue körnelig parallelfaserige Platten im Muschelkalk, nach *Mügge* wahrscheinlich pseudomorph nach Fasergyps), Stephansstollen bei Steierdorf im Banat (im Neocomkalk), Bristol, Brousseval bei Vassy im Dép. Haute-Marne, Ville-sur-Saulx in Frankreich (in Kimmeridgemergeln), Montmartre bei Paris (Knollen im Gyps), Meudon bei Paris (auf Klüften von Kreidefeuerstein); Girgenti u. a. O. in Sicilien mit Schwefel und Gyps in Mergel, La Perticara bei Rimini, Mokattam bei Kairo in zwei Horizonten der Nummulitenformation; Drummond-Insel im Huronsee und Strontian-Insel im Eriesee (schöne Krystalle, barytähnlich breit nach $\infty\bar{P}\infty$); Frankstown in Pennsylvanien, ähnlich dem Dornburger Vorkommen; in Kammern württembergischer Ammoniten. — Selten auf Erzgängen (Scharfenberg in Sachsen, Herrengrund, Leogang in Salzburg, blau) und auf Blasenräumen vulkanischer Gesteine (Montecchio Maggiore bei Vicenza, Calton Hill bei Edinburgh).

**Gebrauch.** Zur Darstellung von Strontianverbindungen, welche in der Feuerwerkerei zur Bildung des rothen Feuers dienen; bei der Zuckerfabrikation.

**Anglesit,** *Beudant* (Bleisulfat, Bleivitriol, Vitriolbleierz).

Rhombisch, isomorph mit Baryt und Cölestin; $\bar{P}\infty$ ($M$) 103°43′ vorne, 76°17′ oben; $\breve{P}\infty$ ($o$) 104°24′ oben; $\infty\breve{P}2$ ($d$) 101°13′ vorne. In den Figuren erscheint




noch $z = P$, $k = 0P$, $a = \infty\bar{P}\infty$, $y = \breve{P}2$ (häufig). A.-V. = 0,6088 : 1 : 0,7793. Die Zahl der sicher bekannten Formen beträgt 65. *V. v. Lang* stellte in seiner

ausgezeichneten Monographie über den Anglesit die Krystalle so auf, dass $P$ zur Basis 0P, und $M$ zum Prisma $\infty$P wird, welches aber seine scharfe Kante nach vorne wendet (Sitzgsber. Wiener Akad. Bd. 36. 1859. 241). — Krystalle bald nach der Verticalaxe gestreckt, wobei auch $\infty\breve{P}\infty$, beim Baryt selten, auftritt, bald nach der Brachydiagonale ausgedehnt, auch wie Fig. 1 von pyramidalem Habitus nach $\breve{P}2$; meist klein, einzeln aufgewachsen und in Drusen verbunden; Pseudomorphosen nach Bleiglanz. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ und $\bar{P}\infty$ nicht sehr vollk., nicht so deutlich wie beim Baryt. Bruch muschelig; sehr spröd; H. = 3; G. = 6,2 ... 6,35, Normalgewicht = 6,316; farblos, oft wasserhell, auch gelblich, grau, braun gefärbt; Diamant- und Fettglanz, durchsichtig bis durchscheinend; optische Axenebene wie beim Baryt 0P, spitze positive Bisectrix die Brachydiagonale $a$, Axenwinkel aber sehr gross; starke Lichtbrechung, mittlerer Brechungsquotient um 1,88. — Chem. Zus.: Bleisulfat, $PbSO^4$, mit 73,57 Bleioxyd und 26,43 Schwefelsäure; zerknistert im Kolben, schmilzt auf Kohle im Ox.-F. zu klarer Perle, welche nach dem Erkalten milchweiss ist, gibt im Red.-F. Blei; mit Soda und Kieselsäure Reaction auf Schwefel; zu den Flüssen verhält er sich wie Bleioxyd; in Salzsäure schwer, in Kalilauge völlig löslich; Verhalten gegen conc. Schwefelsäure wie bei Baryt. — Verwitterungsproduct von Bleiglanz, meist am Ausgehenden von dessen Lagerstätten, wo die Krystalle oft in Höhlungen des zerfressenen und geschwärzten Bleiglanzes sitzen: Zellerfeld, Badenweiler, Grube Friedrich bei Wissen a. d. Sieg, Schwarzenbach und Miss in Kärnten, Moravicza, Dognacska, Felsöbánya und Borsabánya in Ungarn, Leadhills und Wanlockhead in Schottland, Insel Anglesea, Wirksworth in Derbyshire, Iglesias und Monte Poni auf Sardinien, Beresowsk, Nertschinsk u. a. O.; prachtvoll bei Phönixville in Pennsylvanien.

**Gebrauch.** Wo das Bleisulfat in grösserer Menge vorkommt, da wird es mit anderen Bleierzen zur Gewinnung von Blei benutzt.

Bei Monte Poni auf Sardinien, sowie bei Zellerfeld soll nach *Breithaupt* die Substanz des Anglesits $PbSO^4$ auch monoklin, also dimorph vorkommen (sog. Sardinian).

*Breithaupt*'s Selenbleispath (Kerstenit) von der Grube Friedrichsglück bei Hildburghausen, ist nach *Kersten* selensaures Blei, $PbSeO^4$; kugelige Aggregate und derb, schwefelgelb, deutlich spaltbar nach einer Richtung. — Nach *Breithaupt* kommt auf dem Gange Jaroso in der Sierra Almagrera in Spanien als Begleiter von Zinkblende Zinksulfat, $ZnSO^4$, (Zinkosit genannt) vor; sehr kleine rhombische Krystalle, isomorph mit Bleisulfat und Baryt; gelblich- und graulichweiss bis licht weingelb; Glas- bis Diamantglanz. — Der blassgrüne oder himmelblaue durchscheinende Hydrocyanit, bei der Eruption des Vesuvs im October 1868 durch Sublimation gebildet, ist $CuSO^4$ und besitzt Winkel ähnlich denen des Anglesits.

**Lanarkit,** *Beudant.*

Monoklin, $\beta = 88^\circ 11'$; A.-V. = 0,8681 : 1 : 1,3836 nach *Schrauf*; gewöhnlichste Formen 0P, $\infty\breve{P}\infty$, $\frac{3}{2}\breve{P}\infty$, $-3\breve{P}3$, $-2\breve{P}10$; die Krystalle sind nach der Orthodiagonale zu scheinbaren Prismen verlängert, namentlich sind Orthodomen entwickelt; auch dünnstengelige Aggregate. — Spaltb. sehr vollk. nach 0P, spurenhaft nach $\infty\breve{P}\infty$; mild, in dünnen Blättchen biegsam; H. = 2 ... 2,5; G. = 6,8 ... 7; dunkel grünlichweiss, gelblichweiss bis grau; diamantähnlicher Perlmutterglanz auf 0P, sonst z. Th. fettglänzend. — Das basische Bleisulfat $Pb^2SO^5$ oder $PbSO^4.PbO$ oder $[Pb^2O]SO^4$ mit 84,8 Bleioxyd und 15,2 Schwefelsäure. Schmilzt auf Kohle zu einer weissen Kugel, welche etwas reducirtes Blei enthält, in Salpetersäure nur theilweise mit Brausen löslich, indem neutrales Bleisulfat zurückbleibt. — Leadhills in Schottland, selten.

Die braunen glänzenden Kryställchen des Dolerophanits, welche bei der Vesuv-Eruption im October 1868 als Sublimationsproduct entstanden, sind wahrscheinlich $Cu^2SO^5$; ebenfalls monoklin, aber dem Lanarkit nicht unmittelbar ähnlich.

Alumian (*Breithaupt*), feinkörnige Aggregate von schneeweisser, apfelgrüner und licht himmelblauer Farbe auf zersetztem Thonschiefer in der Sierra Almagrera, hält nach der Analyse von *Utendörffer* 39 Thonerde und 61 Schwefelsäure, was auf die Formel $Al^2S^2O^9$ führen würde; nach *Goebel* auch als Efflorescenz am Ararat.

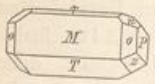
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## 2) Wasserhaltige Sulfate.

### a) Wasserhaltige einfache Sulfate.

**Glaubersalz** oder Mirabilit, *Haidinger.*

Monoklin, $\beta = 72^\circ 15'$, $\infty P$ (*o*) $= 86^\circ 31'$, P (*n*) $= 93^\circ 12'$, $\breve{P}\infty$ (*z*) $= 80^\circ 38'$; A.-V. $= 1{,}1161 : 1 : 1{,}2382$; die Krystalle meist nach der Orthodiagonale verlängert, vorwaltend durch 0P und $\infty\breve{P}\infty$ gebildet, zu Aussee auch nach der Verticalaxe verlängert; fernere Formen sind noch $-\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $2\breve{P}\infty$, $-P$, $\frac{1}{2}P$, $-\frac{1}{2}P$, $-2P$. Meist jedoch nur als Efflorescenzen und krustenartige Ueberzüge auf Gesteinen und altem Gemäuer. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk.; Bruch muschelig; H. $= 1{,}5 \ldots 2$; G. $= 1{,}4 \ldots 1{,}5$; farblos, pellucid; Geschmack kühlend und salzigbitter. — Chem. Zus.: Neutrales Natriumsulfat mit 10 Mol. Wasser, $Na^2SO^4 + 10H^2O$, mit 19,27 Natron, 24,85 Schwefelsäure, 55,88 Wasser; in Wasser leicht löslich; verwittert und zerfällt an der Luft, indem es 8 Mol. Wasser verliert; im Kolben schmilzt es in seinem Krystallwasser; auf Platindraht geschmolzen färbt es die Flamme röthlichgelb. — Als Neubildung in den Salzlagerstätten zu Hallstatt, Aussee, Berchtesgaden; gelöst in Mineralquellen und Salzseen; im Thale des Ebro, bei Logroño und Lodosa, wechsellagernd mit Kochsalz in bedeutender Mächtigkeit und Ausdehnung; als 2 M. mächtige Schicht bei Bompensieri in Sicilien; bei Muchrevan am Kaukasus ein 5 Fuss mächtiges Lager von reinem Glaubersalz, welches sich über eine halbe Quadratwerst ausbreitet und von Thon und Mergel bedeckt wird. — Reussin, büschelförmige und flockige Efflorescenzen von Sedlitz und Franzensbad, ist ein mit 31 pCt. Magnesiumsulfat verbundenes Glaubersalz.



0P.$\infty\breve{P}\infty$.$\infty\breve{P}\infty$.$\breve{P}\infty$.$\infty P$.$\breve{P}\infty$.P
*T M P r o z n*
$M : T = 107^\circ 45'$, $M : r = 130^\circ 10'$.

**Gebrauch.** Als Arzneimittel, zur Glasbereitung und zur Darstellung von Natron.

**Gyps.**

Monoklin, $\beta = 80^\circ 42'$; A.-V. $= 0{,}6899 : 1 : 0{,}4124$; gewöhnlichste Formen sind $\infty P$ (*f*) $111^\circ 30'$, P (*n*) $138^\circ 32'$, $-P$ (*l*) $143^\circ 48'$ und $\infty\breve{P}\infty$ (*p*); auch kommen viele Klinoprismen $\infty\breve{P}n$ vor, wie besonders $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$ und $\infty\breve{P}2$, deren vordere oder klinodiagonale Seitenkanten respective $88^\circ 48'$ und $72^\circ 35'$ messen; andere wichtige Formen sind die Hemidomen $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ (*o*), welches die Verticalaxe unter $87^\circ 20'$ schneidet, und $-\frac{1}{3}\breve{P}\infty$, welches mit 0P $10^\circ 54'$ bildet. Ueber die Formen s. *Des Cloizeaux* im Bull. soc. minér. IX. 1886. 175 (vgl. Z. f. Kryst. XIV. 1888. 271).

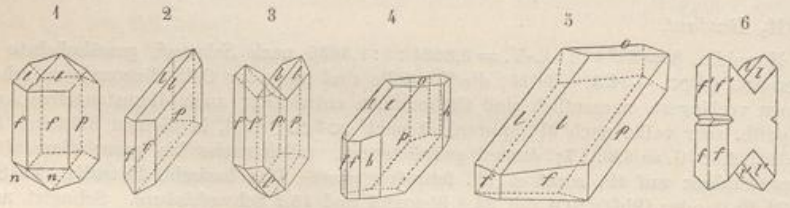



Fig. 1. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.P.-P$; Grundform vollständig ausgebildet; vergl. auch Fig. 226 auf S. 111; $l : f = 130^\circ 51'$; die Polk. von $+P$ (*n*) ist gegen die Axe *a* $33^\circ 19'$, gegen *c* $65^\circ 36'$ geneigt; dieselben Winkel sind für die Polk. von $-P$ (*l*) $28^\circ 35'$ und $52^\circ 29'$.

Fig. 2. $\infty\breve{P}\infty.\infty P.-P$; die Grundform ist nur mit der negativen Hemipyramide ausgebildet; eine der gewöhnlichsten Combinationen.

Fig. 3. Zwillingskrystall nach $\infty\breve{P}\infty$ der Form Fig. 2; s. unten.

Fig. 4. $\infty\breve{P}\infty.\infty P.\infty\breve{P}2.-P.\frac{1}{3}\breve{P}\infty$; Bex im Kanton Waadt; die Flächen *o* sind meist etwas gekrümmt, und etwa $87^\circ$ gegen die Verticalaxe geneigt.

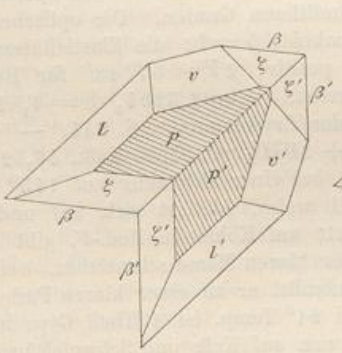
Fig. 5. $-P.\infty P.\infty\breve{P}\infty.\frac{1}{3}\breve{P}\infty$.

Fig. 6. Zwillingskrystall wie Fig. 3, jedoch mit vollkommener Durchkreuzung.

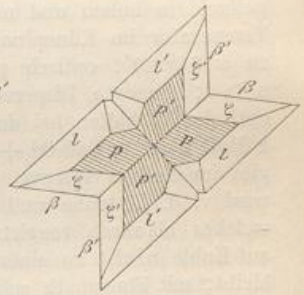
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Krystalle erscheinen theils kurz und dick, theils lang und dünn säulenförmig, gewöhnlich nach $\infty$P, bisweilen auch nach —P (*l*) verlängert, theils auch tafelartig nach $\infty\breve{P}\infty$; ferner kommen oft linsenförmige Krystalle vor, denen Fig. 5 oder auch die Comb. —P.—$\frac{1}{2}\breve{P}\infty$.0P.$\infty$P zu Grunde liegt, deren Flächen mehr oder weniger gekrümmt sind, wie denn auch an anderen Krystallen oft convexe Flächen auftreten. — Zwillinge (Schwalbenschwanzzwillinge) sehr häufig, nach zwei verschiedenen Gesetzen: 1) Zwillingsebene und Zusammensetzungsfläche das als Krystallfläche höchst seltene Orthopinakoid $\infty\breve{P}\infty$, vgl. Fig. 3, oder bei vollkommener Durchkreuzung der Individuen Fig. 6; namentlich bei tafelförmigen und prismatischen Individuen; hier wird also der einspringende Winkel von 104° 58′ durch die Hemipyramidenflächen *l* gebildet, die beiderseitigen Klinopinakoide *p* fallen in eine Ebene. Uebrigens kommen nach demselben Gesetz auch solche Zwillinge vor, in denen die Individuen seitwärts, mit ihren rechten, oder mit ihren linken Flächen des Klinopinakoids verwachsen sind. — 2) Zwillingsebene und Zusammensetzungsfläche eine Fläche, welche die Kante *ll* gerade abstumpft, daher dem Orthodoma —$\breve{P}\infty$ entspricht; auch hier fallen die beiden Klinopinakoide in eine Ebene, aber der einspringende Winkel wird durch andere Flächen, meist durch die Hemipyramidenflächen *n* gebildet und beträgt in diesem Falle 128° 34′. Nach diesem Gesetz erscheinen besonders die linsenförmigen Krystalle verbunden; letztere entstehen namentlich dadurch, dass das Prisma $\infty$P (*f*) fehlt und nun die Flächen —P (*l*) mit den Hemiorthodomen —$\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ (*o*) oder mit 0P in eine einzige convexe Fläche verfliessen, ferner auch die entgegengesetzte, durch die beiden Hemipyramiden P (*n*) bewirkte einspringende Begrenzung krummflächig ist, wie es Fig. 11 im Durchschnitt nach dem Klinopinakoid zeigt. Dergleichen linsenförmige Zwillinge nach —$\breve{P}\infty$ kommen besonders schön im körnigen Gyps am Montmartre bei Paris eingewachsen vor. Eigenthümlich erscheinen die linsenförmigen Gypszwillinge von Wasenweiler am s.-ö. Fuss des Kaiserstuhls. Fig. 7 ist ein Contactzwilling der Comb. —P.$\infty\breve{P}\infty$.$\breve{P}\infty$(*v*).$\frac{5}{9}\breve{P}\infty$(β).$\frac{3}{4}\breve{P}\frac{3}{2}$(ζ). Der einspringende und der gegenüberliegende ausspringende Winkel $\beta\beta' = 95° 40'$. Fig. 8 stellt nach demselben Gesetz einen Durchkreuzungszwilling dar; die auf den Flächen *P* und *P′* eingezeichnete Streifung entspricht der faserigen Spaltungsfläche $\breve{P}\infty$, die oft durch Risse angedeutet ist (*Hessenberg*).

7



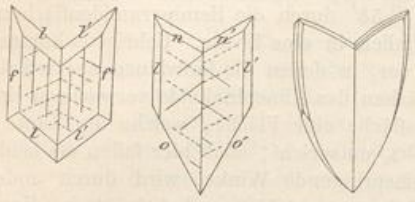

8




Die Krystalle sind einzeln eingewachsen, oder zu Gruppen und aufgewachsenen Drusen verbunden; oft gebogen, schlangenförmig gewunden oder geknickt, wobei allermeist $\infty\breve{P}\infty$ die Krümmungen und Runzelungen zeigt, $\infty\breve{P}\infty$ eine Ebene ist; die Flächen *f* und *p* sind oft vertical gestreift. Ausserdem erscheint der G. derb in grossen späthigen Massen (Marienglas, Fraueneis), in grob-, klein- und feinkörnigen bis dichten Aggregaten; in Platten und Trümern von stengeliger und faseriger Zusammensetzung (Fasergyps); in schuppigen Aggregaten (Schaumgyps) und als erdiger G.; in Pseudomorphosen nach Steinsalz, Anhydrit, Kalkspath. — Spaltb. nach dem Klinopinakoid *p* höchst vollkommen, in Folge dessen diese Fläche oft Perlmutterglanz zeigt. Die zweitbeste, aber viel weniger vollk. Spaltb. folgt eigentlich den beiden, 138° 32′ gegenseitig geneigten Hemipyramidenflächen *n*, doch werden, da diese Flächen beim Spalten stets oscilliren, nicht zwei ebene Spaltflächen erhalten, sondern eine

faserig oder gestreift aussehende, oft seidenglänzende Trennung, welche scheinbar $P\infty$ entspricht. Eine dritte unvollk. Spaltb. geht parallel dem Orthopinakoid und verläuft in flachmuscheligen Bruch. Platte Spaltblättchen haben daher eine rhombische Form mit ebenen Winkeln von 66° und 114°. Die beiderlei Zwillingsbildungen zeigen auch abweichende Spaltungserscheinungen. In dem Zwilling nach $\infty P\infty$ (Fig. 9) geht die dritte Spaltb. (ausgezogene Linien) in beiden Zwillingshälften parallel, während die zweite Spaltb. (punktirte Linien) in beiden 131° 12′ bildet. In dem Zwilling nach $-P\infty$ (Fig. 10) setzt sich die dritte Spaltb. der einen Hälfte beinahe in der Richtung der zweiten Spaltb. in der anderen Hälfte fort, indem sie miteinander 170° 34′ bilden oder die Knickung nur 9° 26′ beträgt. Eine fernere aber versteckte Spaltb. folgt der Krystallfläche $o = \frac{1}{3}P\infty$. Als Gleit- und Druckflächen sowie als Schlaglinien geben sich noch andere Cohäsionsminima zu erkennen; so nach der Fläche $\beta = \frac{5}{9}P\infty$ (mit der Faserrichtung sehr nahe 14° bildend), ein anderes fast horizontal liegendes in der Zone $\frac{1}{3}P\infty : \infty P\infty$, ein ferneres parallel der Kante $-P\infty : \infty P\infty$. Mild, in dünnen Blättchen biegsam (doch nicht in allen Varietäten); H. = 1,5...2; G. = 2,2...2,4, ganz rein 2,32. Farblos und oft wasserhell, auch schneeweiss, aber häufig gefärbt, besonders röthlichweiss bis fleisch- und blutroth; gelblichweiss bis wein- und honiggelb und gelblichbraun, graulichweiss bis schwärzlichgrau, selten grün oder bläulich; abgesehen von dem abweichenden Glanz auf den Spaltungsflächen zeigt sich Glasglanz; pellucid in hohen und mittleren Graden. Die optischen Axen liegen bei gewöhnlicher Temperatur im Klinopinakoid; $b = \mathfrak{b}$; die Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$ bildet mit der Normalen zu $a$ 36° 20′; optisch positiv; $2V = 57° 18'$ für Roth, 56° 43′ für Violett, also $\rho > v$; geneigte Dispersion. $\alpha = 1{,}5204$, $\beta = 1{,}523$, $\gamma = 1{,}5296$. Ueber das optische Verhalten bei der Erwärmung s. S. 244. — Chem. Zus.: Calciumsulfat mit 2 Mol. Wasser, $CaSO^4 + 2H^2O$, mit 32,55 Kalk, 46,52 Schwefelsäure, 20,93 Wasser; gibt im Kolben Wasser, bei einer Erhitzung auf 145° ist alles Wasser ausgetrieben; wird v. d. L. trübe und weiss, blättert sich auf und schmilzt zu weissem Email, welches alkalisch reagirt; auf Kohle im Red.-F. gibt er Schwefelcalcium; mit Soda auf Kohle nicht zu einer klaren Masse schmelzbar, weil die Kalkerde ungelöst zurückbleibt; mit Flussspath schmilzt er zu einer klaren Perle, die beim Erkalten weiss und undurchsichtig wird; bei 21° Temp. ist 1 Theil Gyps in 420 Theilen Wasser löslich, die Sol. gibt die Reactionen auf Kalk und Schwefelsäure; in Säuren nicht viel leichter löslich; eine Sodalösung verwandelt ihn in Kalkcarbonat, kochende Lösung in Aragonit. — Körniger oder dichter Gyps bildet mächtige Lager, Linsen, stockähnliche Schichtglieder in den verschiedensten sedimentären Formationen, in der Regel begleitet von Anhydrit, aus dem er oft hervorgegangen, Steinsalz (meist als Deckmaterial), Thon, Mergel. Besonders reich an G. ist die obere Dyas (am s. Harzrand, im Mansfeldschen, am N.-Westrand des Harzes, Gypsmassen, hervortretend aus dem Postpliocän Norddeutschlands wie bei Lüneburg, Segeberg; im Ural), die Trias, (im Buntsandstein, die Anhydritgruppe des Muschelkalks, im Keuper, in der alpinen Trias), das Tertiär (Pariser Becken, Wiener Becken, Karpathen, Sicilien). Schöne aufgewachsene Krystalle finden sich auf Höhlungen dieser Gypsgebirge und in Steinsalzlagern (Friedrichroda, Reinhardsbrunn, Quedlinburg, Kaaden in Böhmen, Girgenti, Castellina in Toscana). Eingewachsene Krystalle in körnigem Gyps, Mergeln und Thonen (Montmartre, Wasenweiler im Breisgau, Schöppenstedt, Podgorze bei Krakau, Baden bei Wien). Fasergyps bildet Trümer und Schnüre in Mergel und Thon. Als linsenartige Concretionen in Thonen. Als Bindemittel von Sandsteinen (Weisbach am Kocher), sowie als mit Sand erfüllte Krystalle im Sand (Sahara, transkaspische Steppe, Cariote in Bolivia). — Relativ selten und spärlich auf Erzgängen, z. Th. in der Nachbarschaft zersetzter Kiese,

9 10 11



als Neubildung im sog. Alten Mann. Als Product von Solfataren, wo vulkanische Aushauchungen von Schwefelwasserstoff und schwefeliger Säure die Kalksilicate des Bodens zersetzten (Krisuvik und Reykjahlid in Island, Lipari u. a. O., meist mit Schwefel). Als Umwandlung des Kalksteins durch die Einwirkung schwefelwasserstoffhaltiger Quellen (Selvena in Toscana, Aix in Savoyen). Als Ersetzungsmaterial von Fossilresten. — Ueber das Hervorgehen aus Anhydrit s. S. 551.

**Gebrauch.** Sowohl der rohe als der gebrannte Gyps dient als Verbesserungsmaterial des Bodens, zum Gypsen der Felder und Wiesen. Der gebrannte und mit Wasser angemachte wird als Mörtel, zur Herstellung von Estrichen, Stuckaturen, Büsten, Statuen, Abgüssen und Formen aller Art, auch zur Bereitung des künstlichen Marmors (Gypsmarmor) gebraucht; auch als Zusatz von Glasuren, zur Glas- und Porzellanmasse. Der dichte und feinkörnige weisse wird unter dem Namen Alabaster zu Vasen, Säulen, Statuen u. a. Ornamenten, der feinfaserige Gyps zu Perlen u. a. Schmuckgegenständen verarbeitet.

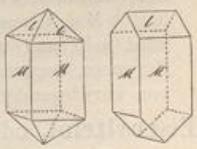
## Kieserit, *Reichardt.*

Gewöhnlich mikrokrystallinisch; in sehr feinkörnigen bis dichten Aggregaten. Bei Hallstatt jedoch nach *Tschermak* auch grobkörnig, sowie in ziemlich grossen monoklinen Krystallen; nach *Bücking* als 2—4 Mm. lange, 1—2 Mm. dicke Kryställchen in den Carnallit-Lösungsrückständen der Alkaliwerke von Westeregeln. $\beta = 88^{\circ}\,53'$; A.-V. = 0,9046 : 1 : 1,7739; vorherrschend erscheint die vollständige und im Gleichgewicht ausgebildete Grundpyramide $\pm P$, mit einer vierflächigen Zuspitzung ihrer Polecken durch die ähnlich ausgebildete Pyramide $\pm\frac{1}{3}P$; dazu noch, als Abstumpfung der orthodiagonalen Combinationsecken beider Pyramiden, das Klinodoma $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$. Die klinodiagonale Polkante von $+P = 101^{\circ}\,32'$, die von $-P = 102^{\circ}\,26'$, von $\frac{1}{3}P = 127^{\circ}\,10'$, von $-\frac{1}{3}P = 128^{\circ}\,9'$, die Randk. von $P = 93^{\circ}\,0'$. Die Krystalle haben einige Aehnlichkeit mit denen des Lazuliths, zeigen auch vielfache Zwillingsbildungen nach —P. Spaltb. nach P und $\frac{1}{3}P$ vollk., auch nach $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ und $-\breve{P}\infty$, unvollk.; H. = 3; G. = 2,569, in Aggregaten herab bis 2,517; farblos, graulichweiss, auch gelblich gefärbt; schimmernd, durchscheinend mit bläulichem Lichtschein, auf das Hemidoma $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ gesehen. Ebene der optischen Axen das Klinopinakoid. — Chem. Zus.: Magnesiumsulfat mit 1 Mol. Wasser, $MgSO^4 + H^2O$, mit 28,97 Magnesia, 57,99 Schwefelsäure und 13,04 Wasser. Bisweilen mit grösserem Wassergehalt, was wohl darin begründet ist, dass das Mineral sehr begierig Wasser anzieht, und endlich in Bittersalz übergeht. Zerknistert beim Erhitzen; das Wasser entweicht erst bei Temperaturen über 200°. An der Luft überzieht er sich bald mit einer trüben Verwitterungsrinde; in Wasser sehr langsam aber vollständig löslich; mit wenig Wasser befeuchtet erstarrt das Pulver fast wie gebrannter Gyps. — Bei Stassfurt in zoll- bis fussstarken Schichten, welche mit Steinsalz wechselnd eine bis 180 Fuss mächtige Ablagerung in der oberen Region der Salzlager bilden; in ihnen kommt Sylvin in grossen, und Anhydrit in kleinen Krystallen vor; indirect technisch wichtig bei der Herstellung der Kalisalze; auch bei Kalusz in Galizien und bei Hallstatt in Oesterreich.

Szmikit sind röthlichweisse stalaktitische Knollen des entsprechenden Mangansulfats $MnSO^4 + H^2O$ aus einer aufgelassenen Grube bei Felsöbánya.

## Bittersalz, oder Epsomit, *Beudant.*

Rhombisch hemiëdrisch; isomorph mit Zinkvitriol und Nickelvitriol; A.-V. = 0,9902 : 1 : 0,5709; die Pyramide P in den künstlichen Krystallen meist als rhombisches Sphenoid ausgebildet, wie in der zweiten Figur; gewöhnl. Comb. $\infty P.P$ und $\infty P.\frac{P}{2}$, dazu oft $\infty\breve{P}\infty$, die Krystalle säulenförmig; $\infty P = 90^{\circ}\,38'$, $l : M = 129^{\circ}\,3'$, Polk. des Sphenoids $101^{\circ}\,54'$. Im Mineralreich meist als körnige, faserige, erdige Aggregate, als Efflorescenz. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk.; H. = 2 ... 2,5; G. = 1,68; farblos, pellucid. Die optischen Axen liegen in der Basis, spitze Bisectrix die Makrodiagonale; Doppelbrechung negativ; Geschmack salzigbitter. — Chem. Zus.: Magnesiumsulfat mit 7 Mol. Wasser, $MgSO^4 + 7H^2O$, mit 16,25 Magnesia, 32,53 Schwefel-



säure und 51,22 Wasser; in Wasser leicht löslich; gibt im Kolben Wasser und schmilzt; schmilzt anfangs auf Kohle erhitzt, verliert dann sein Wasser und seine Säure, fängt an zu leuchten, und wirkt nun alkalisch; mit Kobaltsolution im Ox.-F. stark geglüht, schwach rosenroth; gewinnt bei 250° die dem Kieserit entsprechende Zus. — Schön krystallisirt zu Jano bei Volterra auf Hohlräumen und Spalten von Gyps. Als Efflorescenz des Bodens (Steppen Sibiriens, Catalonien, Gegend zwischen Madrid und Toledo) und mancher Gesteine (Gneiss bei Freiberg, Schieferthon bei Offenburg in Baden); als Umbildung des Kieserits zu Stassfurt und Hallstatt; derb in dünnen Lagen zu Leopoldshall (sog. Reichardtit); auch auf Erzlagerstätten (Herrengrund, Neusohl), wo kleine Mengen von Metalloxydulen die Magnesia zu vertreten pflegen; aufgelöst in Mineralwässern (Epsom, Seidschütz, Püllna, Ofen).

Anm. $MgSO^4 + 7H^2O$ ist dimorph, indem man es aus übersättigten Lösungen künstlich auch in monoklinen Krystallen erhalten kann, welche aber schnell trübe werden, so dass hier die rhombische Form die beständigere ist. Diese Dimorphie ist deshalb sehr interessant, weil die ganz analog constituirten Eisen- und Kobaltsulfate mit 7 Mol. Wasser isomorph sind mit jener monoklinen Gestalt. Das dimorphe $MgSO^4 + 7H^2O$ ist daher hier ebenso das verbindende Glied wie das als Kalkspath und Aragonit dimorphe $CaCO^3$ die Reihe der rhomboëdrischen und der rhombischen wasserfreien Carbonate $RCO^3$ verknüpft (vgl. Eisenvitriol).

**Zinkvitriol,** oder Goslarit, *Haidinger.*

Rhombisch, isomorph mit Bittersalz, doch fällt die Hemiëdrie seltener auf, indem P gewöhnlich mit allen 8 Flächen scheinbar holoëdrisch entwickelt ist; gewöhnl. Comb. der künstlichen säulenförmigen Krystalle $\infty P.\infty\breve{P}\infty.P$, wobei $\infty P = 91^\circ 7'$; A.-V. = 0,9807 : 1 : 0,5631; die natürlichen Varietäten meist körnige Aggregate von stalaktitischen, nierförmigen, krustenförmigen Gestalten; doch fanden sich auf der Mordgrube bei Freiberg im Inneren hohler Stalaktiten nach *Frenzel* Krystalle mit $\infty P.\infty\breve{P}\infty.P.2\bar{P}\infty.\breve{P}\infty.2\breve{P}\infty$. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk.; H. = 2...2,5; G. = 2...2,1; farblos, graulichweiss, schmeckt widerlich zusammenziehend; optisch wie Bittersalz. — Zinksulfat mit 7 Mol. Wasser, $ZnSO^4 + 7H^2O$, entsprechend 28,23 Zinkoxyd, 27,88 Schwefelsäure, 43,89 Wasser; sehr leicht löslich in Wasser, verliert bei 100° 40 pCt. Wasser, wobei er schmilzt; gibt, mit Kohlepulver geglüht, schwefelige Säure, mit Soda auf Kohle im Red.-F. starken Beschlag von Zinkoxyd (welches sich durch Kobaltsolution grün färbt), sowie Schwefelnatrium. — Als secundäres Erzeugniss (namentlich aus Zinkblende), Goslar, Schemnitz, Fahlun, Gagnon Mine in Montana.

**Gebrauch.** Künstlich dargestellter Zinkvitriol (weisser Vitriol) wird als Arzneimittel, in der Färberei, Druckerei, bei der Darstellung von Lackfarben und Firnissen gebraucht.

Fauserit (*Breithaupt*) ist ein rhombischer magnesiumhaltiger Manganvitriol, $(Mn,Mg)SO^4 + 7H^2O$, welcher sich in ziemlich grossen Krystallen ($\infty P = 91^\circ 18'$) und röthlich- oder gelblichweissen stalaktitischen Formen in den Bergwerken von Herrengrund in Ungarn bildet. Manche dafür geltende Exemplare sind nach *Tschermak* indessen Bittersalz.

**Nickelvitriol,** *Cronstedt*; Morenosit, *Casares.*

Künstlich dargestellte Krystalle rhombisch, isomorph mit Bittersalz und Zinkvitriol; A.-V. = 0,9845 : 1 : 0,5656. Die natürlichen Vorkommnisse theils derb von muscheligem Bruch, theils faserig und haarförmig; H. = 2; G. = 2,004; smaragdgrün, die haarförmigen Individuen fast farblos; glasglänzend. — Chem. Zus.: $NiSO^4 + 7H^2O$, mit 26,61 Nickeloxydul, 28,51 Schwefelsäure, 44,88 Wasser. Im Sonnenlicht oder bei 30° bis 40° C. verwittert er und verliert 1 Mol. Wasser; sehr leicht löslich in Wasser; gibt im Kolben viel Wasser, bläht sich auf, wird gelb und undurchsichtig. Riechelsdorf, Cap Ortegal in Spanien, Wallace-Grube am Huronsee, secundär aus Nickelerzen entstehend. — Pyromelin ist eine isomorphe Mischung von vorwiegendem Nickelvitriol mit Bittersalz.

**Eisenvitriol,** oder Melanterit, *Beudant.*

Monoklin, $\beta = 75^\circ 44\frac{1}{2}'$ nach *v. Zepharovich*; die gewöhnlichste Comb. ist $\infty P$ (*f*) und $0P$ (*b*) und liegt allen übrigen zu Grunde, daher die Krystalle kurz säulenförmig oder dick tafelförmig erscheinen. A.-V. = 1,1828 : 1 : 1,5427.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 1. $\infty P.0P$; $f:f = 82^\circ 12'$, $b:f = 99^\circ 19'$ und $80^\circ 41'$; die Comb. erscheint fast wie ein Rhomboëder, für welches *Haüy* dieselbe wirklich hielt.

Fig. 2. $\infty P.0P.\breve{P}\infty$; von *Haüy* als die Comb. R.0R gedeutet.

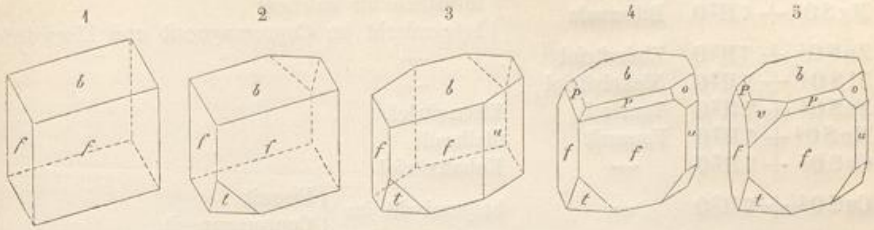



Fig. 3. Die Combination Fig. 2 mit $\infty\breve{P}\infty$ $(u)$.

Fig. 4. Dieselbe mit $-P$ $(P) = 101^\circ 27'$, $\breve{P}\infty$ $(o)$, $\infty\breve{P}\infty$; $b:o = 123^\circ 46'$; $o:o = 67^\circ 23'$.

Fig. 5. Die Comb. Fig. 4 mit $-\breve{P}\infty$ $(v)$; $v:b = 136^\circ 16'$.

Die in der Natur vork. Varr. selten deutlich krystallisirt, meist stalaktitisch, traubig, nierförmig, als Kruste und Beschlag; Pseudomorphosen nach Eisenkies. — Spaltb. basisch vollk., nach $\infty P$ weniger deutlich; H. = 2; G. = 1,8...1,9; lauch- und berggrün, an der Oberfläche oft gelb beschlagen; pellucid in hohen und mittleren Graden; die optischen Axen liegen im Klinopinakoid, ihre spitze Bisectrix ist gleichsinnig geneigt wie die Klinodiagonale, und bildet mit dieser $14^\circ 45'$; Geschmack süsslichherb. — Chem. Zus.: Eisenoxydulsulfat mit 7 Mol. Wasser, $FeSO^4 + 7H^2O$, mit 25,89 Eisenoxydul, 28,79 Schwefelsäure, 45,32 Wasser; bisweilen mit zugemischtem Magnesiumsulfat (bei Idria mit 4,60 Magnesia) oder etwas Mangansulfat (Luckit von Utah). In Wasser leicht löslich; schmilzt v. d. L. im Kolben in seinem Krystallwasser, welches dann entweicht und weisses entwässertes Salz zurücklässt; gibt auf Kohle im Ox.-F. Eisenoxyd. — Als neueres Erzeugniss durch Zersetzung von Eisenkies, Markasit, auch Kupferkies gebildet; Goslar, Bodenmais, Fahlun, Graul bei Schwarzenberg, Potschappel bei Dresden, Idria.

**Gebrauch.** Künstlich dargestellter Eisenvitriol (oder grüner Vitriol) findet eine Anwendung in der Färberei und Druckerei, zur Bereitung der schwarzen Tinte, des Berlinerblaus, zur Darstellung des Vitriolöls, bei Bereitung des Goldpurpurs und anderer Präparate.

Pisanit wurde ein sehr kupferreicher Eisenvitriol, $(Fe,Cu)SO^4 + 7H^2O$ genannt, der aus einem Kupferbergwerk der Türkei stammt; die kleinen Individuen der krystallinischen Aggregate sind isomorph mit Eisenvitriol und ziemlich complicirte Combinationen mit vorwaltendem $\infty P.0P$; $\infty P = 83^\circ 33'$, $0P:\infty P = 100^\circ 10'$, $\beta = 74^\circ 38'$. Farbe wie beim Kupfervitriol. — Ein ganz ähnlicher Kupfereisenvitriol hat sich nach *C. Hintze* in dem »alten Mann« der Grube Fenice bei Massa Marittima in Toscana gebildet.

Grüne Krusten auf Vesuvlava vom April 1872, Cupromagnesit genannt, bestehen aus kleinen Kryställchen, ebenfalls von der Eisenvitriolform und sind $(Cu,Mg)SO^4 + 7H^2O$.

Nach *Volger* kommen an der Windgälle im Canton Uri neben dem gewöhnlichen Eisenvitriol auch schöne Krystalle derselben Substanz in der Form des Bittersalzes vor, von ihm Tauriscit genannt; es würde somit für die Substanz $FeSO^4 + 7H^2O$ dieselbe Dimorphie vorliegen, welche bei dem analog constituirten Magnesiumsalz bekannt ist (vgl. Bittersalz).

**Mallardit,** *Carnot.*

Krystallinische, parallelfaserige Massen; die farblosen prismatischen Individuen zeigen schiefe Auslöschung (43°), daher höchst wahrscheinlich monoklin wie der chemisch identische künstliche Manganvitriol. — Chem. Zus.: $MnSO^4 + 7H^2O$. Gibt an der Luft 2 Mol. $H^2O$ ab. — Silbergrube Lucky Boy, s. vom Grossen Salzsee in Utah; vgl. den Fauserit, S. 560.

**Kobaltvitriol,** oder Bieberit, *Haidinger.*

Künstliche Krystalle monoklin, ähnlich dem Eisenvitriol; $\beta = 75^\circ 20'$; gewöhnlich nur stalaktitisch oder als flockige Efflorescenz. — Blass rosenroth; Geschmack zusammenziehend. — Die künstlichen Krystalle sind Kobaltsulfat mit 7 Mol. Wasser, $CoSO^4 + 7H^2O$; allein der natürliche Kobaltvitriol von Bieber enthält fast 4 pCt. Magnesia. — Bieber bei Hanau.

In der isodimorphen Gruppe der Vitriole $\overset{II}{R}SO^4 + 7H^2O$ ist bis jetzt bekannt:

| | rhombisch | monoklin |
|---|---|---|
| $MgSO^4 + 7H^2O$ | Bittersalz | künstlich als solches; beigemischt im Cupromagnesit und Eisenvitriol |
| $ZnSO^4 + 7H^2O$ | Zinkvitriol | — |
| $NiSO^4 + 7H^2O$ | Nickelvitriol | — |
| $FeSO^4 + 7H^2O$ | Tauriscit | Eisenvitriol |
| $MnSO^4 + 7H^2O$ | Fauserit | Mallardit |
| $CoSO^4 + 7H^2O$ | — | Kobaltvitriol |
| $CuSO^4 + 7H^2O$ | — | beigemischt im Pisanit; Cupromagnesit. |

---

**Haarsalz,** oder Halotrichit, *Hausmann*; Keramohalit, Alunogen.

Haar- und nadelförmige Krystalle von unbestimmter Form; wahrscheinlich monoklin; meist als Krusten, Trümer, traubige und nierförmige Aggregate von faseriger oder schuppiger (selten körniger) Structur; H. = 1,5...2; G. = 1,6...1,7; weiss, gelblich oder grünlich, seidenglänzend. — Wesentlich: Neutrales Aluminiumsulfat mit 18 Mol. Wasser, $Al^2[SO^4]^3 + 18H^2O$, mit 15,33 Thonerde, 36,04 Schwefelsäure, 48,63 Wasser. Bläht sich im Kolben auf, gibt viel Wasser, ist unschmelzbar; wird mit Kobaltsolution blau, wenn nicht zu viel Eisenoxyd vorhanden ist; in Wasser leicht löslich; versetzt man die Solution mit etwas schwefelsaurem Kali, so bilden sich Alaunkrystalle. — Besonders im Braunkohlengebirge als Zersetzungsproduct kieshaltiger Thongesteine: Kolosoruk, Friesdorf bei Bonn, Freienwalde, auch im Steinkohlengebirge: Potschappel; ferner als Solfatarenproduct in vulkanischen Gesteinen: Vulkan von Pasto, Insel Milo; Königsberg in Ungarn; reichlich bei Adelaide in Australien.

Tekticit (Braunsalz, Graulit), kleine pyramidale und nadelförmige, z. Th. büschelförmig gruppirte Krystalle (angeblich rhombisch) und derbe Partieen, nelkenbraun, glas- bis fettglänzend, sehr weich; ist ein Keramohalit mit ca. 5 pCt. $Fe^2O^3$ statt $Al^2O^3$; zerfliesst an der Luft sehr bald und schmilzt v. d. L. in seinem Krystallwasser. — Am Graul bei Schwarzenberg, zu Bräunsdorf bei Freiberg.

**Aluminit,** Websterit.

Kleine nierförmige Knollen von höchst feinschuppiger oder feinerdiger Zusammensetzung; u. d. M. ein Aggregat kleiner schwach doppeltbrechender, prismatischer Kryställchen, schiefwinkelig mit schiefer Auslöschung, daher wahrscheinlich monoklin (zufolge *Lacroix* rhombisch); Bruch feinerdig, mild; zerreiblich; H. = 1; G. = 1,8; schneeweiss, gelblichweiss, schimmernd oder matt; undurchsichtig. — Chem. Zus.: Im reinsten Zustande $Al^2SO^6 + 9H^2O$ oder $Al^2O^3.SO^3 + 9H^2O$, mit 29,69 Thonerde, 23,25 Schwefelsäure, 47,06 Wasser; doch sind viele Varr. mit mehr oder weniger Aluminiumhydroxyd gemengt. Gibt im Kolben viel Wasser, beim Glühen schwefelige Säure, der Rückstand ist unschmelzbar und verhält sich wie Thonerde; wird mit Kobaltsolution blau, gibt mit Soda Schwefelaluminium; löst sich in Salzsäure leicht. — Halle, in der Stadt und unweit davon bei Morl, in Knollen auf Schichtungsfugen oligocänen Sandes; Kochendorf in Württemberg in der Lettenkohlenformation; Melbthal bei Bonn im Löss; Mühlhausen bei Kralup im Quadersandstein; Newhaven in Sussex, Brighton, als 3 Fuss mächtiger Gang in der Kreide, Auteuil bei Paris, Lunel-Vieil im Dép. du Gard, 3 bis 4 Zoll mächtige Lage.

Der Felsöbanyit von Felsöbánya auf Baryt, steht dem Aluminit nahe; kleine kugelige Krystallgruppen, welche aus rhombischen Tafeln der Comb. $0P.\infty P.\infty\breve{P}\infty$ bestehen, wobei $\infty P$ 112° misst; Spaltb. basisch; sehr mild; H. = 1,5; G. = 2,33; weiss. — $Al^4SO^9 + 10H^2O$ oder $2Al^2O^3.SO^3 + 10H^2O$, mit 44,01 Thonerde, 17,23 Schwefelsäure, 38,76 Wasser.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Utahit,** *Arzruni.*

Rhomboëdrisch; gew. Comb. R.—2R.0R. als scheinbar reguläre Comb. von Würfel und Oktaëder; R:0R = 127°11′; A.-V. = 1:1,0576 nach *Dannenberg*. Kleine Krystalle auf Quarz, auch äusserst feine Schuppen als seidenglänzende Ueberzüge; die einzelnen Individuen haben einen breiteren grellgelben Rand, einen dunkleren braunen bis braunrothen Kern. — Chem. Zus. nach *Damour*: 58,82 Eisenoxyd, 28,45 Schwefelsäure, 3,19 Arsensäure, 9,35 Wasser, was auf die Formel $Fe^6S^3O^{18} + 4H^2O$ oder $3Fe^2O^3.3SO^3 + 4H^2O$ führt. *Thaddéeff* fand 12,47 pCt. Wasser und die einfachere Formel $Fe^2O^3.SO^3 + 2H^2O$. V. d. L. ziemlich schwer schmelzbar; gibt im Kolben erwärmt saures Wasser ab, und gewinnt die rothe Farbe des Eisenoxyds; löslich in heisser Salzsäure, nicht in Salpetersäure. — Eureka-Hill-Grube, Yuab Co., Utah; Grube Sta. Rosa, Taltal, Chile.

**Coquimbit,** *Breithaupt.*

Hexagonal rhomboëdrisch; A.-V. = 1:1,562 nach *Linck*. Die Krystalle sind dicke Tafeln oder kurze Säulen von der anscheinend holoëdrischen Comb. 0P.∞P.P; ausserdem erscheinen ∞P2, $\frac{3}{2}$R und mehre andere Rhomboëder, auch Zwillinge nach der Basis; 0R:R = 119°1′. Gewöhnlich klein- und feinkörnige Aggregate. — Spaltb. nach ∞R, auch nach R und —R, alle unvollk.; H. = 2...2,5; G. = 2,105; farblos, weiss, bläulich, licht violett und grünlich; Doppelbrechung positiv; Geschmack vitriolisch. — Neutrales Eisenoxydsulfat mit 9 Mol. Wasser, $Fe^2[SO^4]^3 + 9H^2O$, mit 28,46 Eisenoxyd, 42,72 Schwefelsäure, 28,82 Wasser, bisweilen ist etwas entsprechendes Aluminiumsulfat hinzugemischt; gibt v. d. L. im Kolben erst Wasser, dann schwefelige Säure, der Rückstand verhält sich wie Eisenoxyd; löslich in kaltem Wasser, aus der erhitzten Sol. präcipitirt Eisenoxyd. — In einem Lager von grünlichem Jaspis zu Tierra Amarilla bei Copiapó in der Provinz Coquimbo in Chile. Gelbe feinkrystallinische Aggregate auf Botryogen von Fahlun haben etwas abweichende chem. Zus.

Chemisch steht dem Coquimbit sehr nahe *Linck*'s Quenstedtit, indem seine Analyse auf die Formel $Fe^2[SO^4]^3 + 10H^2O$ (mit 31,04 Wasser) führt; bildet aber monokline tafelförmige gypsähnliche Krystalle von röthlichvioletter Farbe, die in Wasser sehr leicht zu einer dicken ölähnlichen Flüssigkeit zerfliessen; mit Coquimbit zu Copiapó; Montpellier in Jowa.

Der Ihlëit, orangegelbe traubige Ausblühungen (G. = 1,812), hervorgehend aus den im Graphit von Mugrau (Böhmerwald) eingesprengten Eisenkiesen, ist wesentlich $Fe^2[SO^4]^3 + 12H^2O$; auch als Efflorescenz auf cretaceischem Thon bei Webrschan, Böhmen.

**Copiapit,** *Haidinger* (blättriges basisches schwefelsaures Eisenoxyd) [1]).

Monoklin nach *G. Linck*; β = 71°36′; A.-V. = 0,4791:1:0,9759. Krystalle tafelförmig nach dem Klinopinakoid, ausserdem begrenzt namentlich von ∞P, $\frac{1}{5}$R∞, $\frac{4}{9}$P, —$\frac{4}{7}$P2 u. a. Formen; ∞P = 131° (Z. f. Kryst. XV. 1889. 14). Auch in körnigen Aggregaten. — Spaltb. nach ∞R∞ vollk.; H. = 2,5; G. = 2,103; Perlmutterglanz, gelb, gelbgrün, durchscheinend. — Chem. Zus.: Wahrscheinlich $Fe^4S^5O^{21} + 18H^2O$ oder $2Fe^2O^3.5SO^3 + 18H^2O$, was 30,6 Eisenoxyd, 38,3 Schwefelsäure, 31,3 Wasser erfordern würde. — Copiapó in Chile, bisweilen als Kruste über Coquimbit. — Wohl identisch mit Copiapit sind die als Misy aufgeführten feinschuppigen lockeren Aggregate von schwefel- bis citrongelber Farbe aus dem Rammelsberg bei Goslar; *Blaas* erkannte jedoch manches andere sog. Misy als Metavoltin.

Castanit, monokline Prismen und derbe Aggregate, kastanienbraun, Pulver orangegelb; ist $Fe^2S^2O^9 + 8H^2O$ oder $Fe^2O^3.2SO^3 + 8H^2O$; auf olivengrünem Copiapit von der Sierra Gorda in Chile.

Hohmannit (*Frenzel*), breitblätterige Partieen von triklinen Strahlen, kastanienbraun mit ockergelbem Strich, leicht zu ockeriger Masse zersetzbar; H. = 3; G. = 2,24; wahrscheinlich $Fe^2O^3.2SO^3 + 7H^2O$, mit 35,8 Eisenoxyd, 35,9 Schwefelsäure, 28,3 Wasser. Unlöslich in Wasser, leicht löslich in Salzsäure. Eingewachsen in gelbgrünem Copiapit nördl. von der Sierra Gorda bei Caracoles in Chile. — Nur eine mikrokrystallinische Var. des Hohmannits dürfte nach *Frenzel* der orangerothe Amarantit von ebendaher sein. Nach *Scharizer* sei Hohmannit ein Zersetzungsproduct des Amarantits.

Mit dem Copiapit findet sich in krustenartigen radialfaserigen Ueberzügen noch ein anderes, gelblichweisses bis schmutzig gelbgrünes Eisenoxydsulfat vom G. = 1,85, welches

1) Die folgenden wasserhaltigen (basischen) Eisenoxydsulfate sind aller Wahrscheinlichkeit nach hydroxylhaltig; nur ein Theil des in der Formel erscheinenden $H^2O$ ist daher als Krystallwasser zu betrachten.

Stypticit genannt wurde; die Fasern scheinen monoklin zu sein. Die empirische Zus. ist $Fe^2S^2O^9 + 10H^2O$ oder $Fe^2O^3.2SO^3 + 10H^2O$, mit 32 Eisenoxyd, 32 Schwefelsäure und 36 Wasser; doch zeigt das Verhalten beim Erhitzen, dass 1 Mol. $H^2O$ zur Constitution des Sulfats gehört; die Formel würde darnach sein $(Fe^2)[OH]^2S^2O^8 + 9H^2O$. Wird von kaltem Wasser theilweise gelöst, mit Hinterlassung eines basischeren unlöslichen Salzes. — Der sog. Fibroferrit, ein ebenfalls aus Chile stammendes feinfaseriges, gelbes Eisenoxydsulfat (ganz ähnlich zu Pallières im Dép. des Gard) scheint mit dem vorhergehenden identisch.

Der Apatelit bildet kleine, nierförmige und erdige, gelbe Massen (zusammengesetzt aus optisch einaxigen Kryställchen), im Thon von Auteuil bei Paris; sie ähneln zwar dem Gelbeisenerz, entsprechen aber ziemlich genau der Formel $Fe^6S^5O^{24} + 2H^2O$ oder $3Fe^2O^3.5SO^3 + 2H^2O$, welche 52,39 Eisenoxyd, 43,68 Schwefelsäure, 3,93 Wasser ergibt.

Raimondit, honiggelbe flache Rhomboëder, mit perlmutterglänzender Basis auf Zinnstein von Ehrenfriedersdorf, ist $2Fe^2O^3.3SO^3 + 7H^2O$.

Paposit, dunkelrothe, radialfaserige, stark glänzende monotome Krystalle, leicht zerbrechlich, eingewachsen in derbem Kupfervitriol im District Reventon bei Paposa in Atacama; führt auf die Formel $2Fe^2O^3.3SO^3 + 10H^2O$.

Karphosiderit, licht oder dunkler strohgelbe hexagonale einaxige Blättchen, monotom, fettglänzend, in nierförmigen Aggregaten oder als Incrustat; ein basisches Eisensulfat, vielleicht $3Fe^2O^3.4SO^3 + 10H^2O$; im Sandstein von St. Léger bei Mâcon; bei Laurion, wahrscheinlich auch in Grönland.

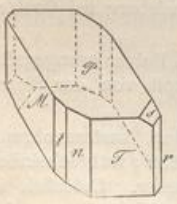
Glockerit von Obergrund unweit Zuckmantel, bildet Stalaktiten bis 2 Fuss Länge, von glänzender Oberfläche und dünnschaliger Zusammensetzung, ist im Bruch theils muschelig, glänzend schwärzlichbraun bis pechschwarz, theils erdig, matt und gelblichbraun bis dunkelgrün. — Chem. Zus.: $Fe^4SO^9 + 6H^2O$ oder $2Fe^2O^3.SO^3 + 6H^2O$, mit 62,96 Eisenoxyd, 15,75 Schwefelsäure, 21,29 Wasser. In Wasser unlöslich, in conc. Schwefelsäure löslich; wird beim Glühen roth unter Entwickelung von schwefeliger Säure. — Der sog. Vitriolocker von Fahlun (mit Botryogen) sowie von Goslar ist wohl nur erdiger ockergelber Glockerit.

Ebenfalls der Hauptsache nach wasserhaltiges Eisenoxydsulfat, doch wahrscheinlich eine z. Th. mit Thonerdesulfat gemengte Substanz ist der harzähnliche, olivengrüne bis leberbraune Pissophan; stalaktitisch und derb, Bruch muschelig; wenig mild, äusserst leicht zersprengbar; H. = 2; G. = 1,9...2; durchsichtig bis durchscheinend. — Als secundäres Erzeugniss aus Alaunschiefer, Reichenbach in Sachsen und Garnsdorf bei Saalfeld.

In Drusen auf olivengrünem Copiapit von Lautaro in Atacama sitzen kleine gelblichgrüne und braune, sechsseitig umrandete (wahrscheinlich rhombische) Täfelchen des Planoferrits, $Fe^2O^3.SO^3 + 15H^2O$; in Wasser leicht löslich; das basischste und zugleich wasserreichste (51,82 pCt. Wasser) aller bis jetzt gefundenen Ferrisulfate.

## Kupfervitriol, oder Chalkanthit, *Glocker*.

Triklin, den sehr unsymmetrischen künstlichen Krystallen liegt meist die Comb. $\infty'P.\infty P'.P'$ (*M*, *T* und *P*) zu Grunde, zu welcher noch besonders häufig $0P$, $\infty\breve{P}\infty$ (*n*) und $\infty\bar{P}\infty$ (*r*) treten; $n : r = 79^\circ 19'$ oder $100^\circ 41'$. A.-V. = 0,5656 : 1 : 0,5507; $\alpha = 82^\circ 21'$, $\beta = 73^\circ 11'$, $\gamma = 77^\circ 37'$. Der in der Natur vorkommende, gewöhnlich durch Eisenvitriol verunreinigte Kupfervitriol erscheint selten deutlich krystallisirt, sondern in stalaktitischen, nierförmigen u. a. Aggregaten, sowie als Ueberzug und Beschlag. — Keine deutliche Spaltb.; Bruch muschelig; H. = 2,5; G. = 2,286; farbig; berlinerblau bis himmelblau; durchscheinend; Geschmack höchst widerlich. — Ist Kupfersulfat mit 5 Mol. Wasser, $CuSO^4 + 5H^2O$, mit 31,81 Kupferoxyd, 32,10 Schwefelsäure, 36,09 Wasser; in Wasser leicht löslich, aus der Solution wird das Kupfer durch Eisen metallisch gefällt; v. d. L. im Kolben für sich schwillt er bedeutend auf, gibt Wasser (bei $100^\circ$ 4 Mol., das fünfte erst über $200^\circ$) und wird weiss; auf Kohle lässt sich, zumal mit Soda, das Kupfer leicht metallisch darstellen. —




$P'.\infty P'.\infty'P.\infty\bar{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.\infty'\bar{P}2.2\breve{P}'2$
$P \quad T \quad M \quad n \quad r \quad l \quad s$

$M : T = 123^\circ 10'$ $\quad P : r = 130^\circ 27'$
$M : r' = 126\ 40$ $\quad P : n = 120\ 50$
$T : r = 110\ 10$ $\quad P : T = 127\ 40$

Verwitterungsproduct von Kupferkiesen: Goslar, Herrengrund, Moldova, Fahlun, Rio Tinto u. a. O.

**Gebrauch.** In der Färberei und Druckerei, zur Bereitung mehrer Malerfarben und sympathetischer Tinte, zur Verkupferung des Eisens, bei der Papierfabrikation.

**Brochantit,** *Heuland* (und Krisuvigit).

Rhombisch, ∞P 104° 32′, P̆∞ 152° 37′ nach *v. Kokscharow*; A.-V. = 0,7739 : 1 : 0,4871. Comb. wie die Figur, kurz (auch länger) säulenförmig, vertical gestreift; auch feinstengelig nierförmig. — Spaltb. nach ∞P̆∞ vollk.; H. = 3,5...4; G. = 3,78... 3,9; smaragd- bis schwärzlichgrün, Strich hellgrün; Glasglanz; durchsichtig bis durchscheinend. Die optischen Axen liegen im Makropinakoid, die Makrodiagonale *b* ist spitze Bisectrix. — Basisches Kupfersulfat $CuSO^4.3Cu[OH]^2$, auch darstellbar durch $Cu^4[OH]^6SO^4$, enthaltend 70,36 Kupferoxyd, 17,74 Schwefelsäure, 11,90 Wasser. Nach *Ludwig* verliert er erst bei 300° Wasser und hinterlässt ein Gemenge von Kupfersulfat und -Oxyd. Gibt, mit Kohlepulver gemengt, beim Erhitzen schwefelige Säure, schmilzt auf Kohle und hinterlässt endlich ein Kupferkorn; in Säuren und in Ammoniak löslich, nicht in Wasser. — Am Ural bei Gumeschewsk, Mjednorudjansk (wo ∞P̆2 und ∞P̆16, vorne mit 170° 46′ auftreten) und Nischne Tagilsk, Rezbánya, Nassau an der Lahn, Solfataren von Krisuvig in Island (*Forchhammer*'s Krisuvigit); Monarch Mine in Chaffee Co., Colorado, Pisco in Peru.

∞P̆∞.∞P.P̆∞.P̄∞
P d o M
P : d = 127° 44′
P : o = 103 42




**Stelznerit,** *Arxruni.*

Rhombisch, kleine prismatische Kryställchen der Comb. ∞P.∞P̆∞.P.P̆∞.0P; ∞P 126° 32′, P vordere Polk. 135° 44′; A.-V. = 0,5037 : 1 : 0,7058. — G. = 3,88; schön grün, lebhaft glänzend, ähnlich dem Brochantit, welcher nur 1 Mol. Kupferhydroxyd mehr enthält, durchscheinend. — Chem. Zus.: $CuSO^4.2Cu[OH]^2$ mit 67,22 Kupferoxyd, 22,61 Schwefelsäure, 10,17 Wasser. — Remolinos in Vallinar, Chile.

**Langit,** *Maskelyne.*

Rhombisch; die sehr kleinen Krystalle stellen die langgestreckt tafelförmige oder breit säulenförmige Comb. 0P.∞P̆∞.∞P.P̆∞ dar, in welcher ∞P = 123° 44′ und 0P : P̆∞ = 128° 14′; meist zu Zwillingen oder zu sternförmigen Drillingen verwachsen. A.-V = 0,5347 : 1 : 0,3393. — Spaltb. nach 0P und ∞P̆∞; H. = 2,5; G. = 3,48...3,50; grünlichblau, auf 0P stark glänzend; die optischen Axen liegen im Brachypinakoid. — Chem. Zus. nach *Maskelyne* und *Warington*: $CuSO^4.3Cu[OH]^2 + 2H^2O$, gleichsam Brochantit mit 2 Mol. Wasser; entsprechend 65,11 Kupferoxyd, 16,42 Schwefelsäure, 18,47 Wasser; leicht löslich in Säuren und in Ammoniak. — Cornwall, als Krusten auf Schiefer; auf Buntkupfer von Viel-Salm; Andacollo in Chile (früher als Brochantit geltend).

Der den cornwaller Langit begleitende mikrokrystallinische blasser blaue Waringtonit entspricht der Formel $CuSO^4.3Cu[OH]^2 + H^2O$, mit 67,60 Kupferoxyd, 17,06 Schwefelsäure, 15,34 Wasser. Dieselbe Formel fand *Pisani* für Vorkommnisse aus Cornwall, die von ihm Langit genannt wurden. — Nach *Tschermak* ist das unter dem Namen Devillin aufgeführte Mineral nur ein lagenweises Aggregat von Langit und feinschuppigem Gyps.

**Herrengrundit,** *Brezina*; Urvölgyit, *Szabó.*

Monoklin nach *Brezina*; β = 88° 50′; herrschende Form 0P, wornach die Krystalle sechsseitige, 1—2,5 Mm. im Durchmesser haltende, kaum 0,2 Mm. dicke Tafeln bilden; am Rande treten auf ½P∞, ⅔P∞ und eine Reihe von Prismen, deren häufigstes ∞P, sodann ∞P⅔; A.-V. = 1,8161 : 1 : 2,8004. Krystalle stark gestreift parallel der Kante 0P : ∞P∞. Spaltb. nach 0P vollk., nach ∞P deutlich. Zwillinge nach 0P. — H. = 2,5; G. = 3,13. Durchsichtig, auf 0P starker Glasglanz, bisweilen perlmutterartig. Grössere einzelne oder fächerförmig angeordnete Krystalle dunkelsmaragdgrün, kleine zu Rosetten gruppirte spangrün. Doppelbrechung negativ; opt. Axenebene parallel der Streifungsrichtung auf 0P; Bisectrix nicht merkbar von der Verticalen auf 0P abweichend. — Chem. Zus. zufolge *Cl. Winkler* und *Schenck*: 49,96 Kupferoxyd, 8,17 Kalk, 24,59 Schwefelsäure, 17,76 Wasser, woraus sich $(Cu,Ca)^5S^2O^{11} + 6H^2O$ als Formel ergibt, worin Cu : Ca = 4 : 1; da nur die Hälfte des Wassers Krystallwasser ist, so

würde die Formel eigentlich $2Cu[OH]^2SO^4.Ca[OH]^2 + 3H^2O$ lauten. *Groth* fand in den dünnen Tafeln zahlreiche mikroskopische Nadeln, möglicherweise dem Gyps angehörig, eingelagert. — In Salpetersäure ganz, in Salzsäure und Ammoniak theilweise bis auf einen weissen Rückstand von Gyps löslich. Die salpetersaure Lösung gibt mit Ammoniak eine azurblaue Lösung, worin ein Tropfen Oxalsäure einen weissen Niederschlag hervorbringt. — Herrengrund in Ungarn, auf Grauwackenschiefer mit Gyps, Malachit, Calcit.

Ein später von *A. Weisbach* als Arnimit aufgeführtes Mineral, dünne Ueberzüge auf dem sog. Porzellanjaspis von Planitz bei Zwickau, ist zufolge *Winkler* $Cu^5S^2O^{11} + 6H^2O$, d. h. ein Herrengrundit, in welchem der Kalk auch noch durch Kupfer ersetzt ist; oder der Herrengrundit ist ein kalkhaltiger Arnimit. Nach den Analysen von *Berwerth* scheinen auch Mittelglieder zwischen beiden zu existiren (sog. Herrengrundit mit nur 2 pCt. Kalk).

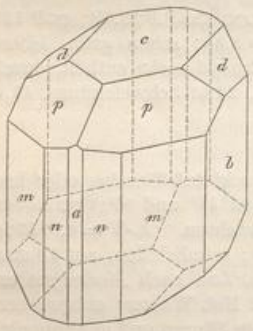
**Johannit,** *Haidinger* (Uranvitriol).

Monoklin, $\infty P = 69°$, $\beta = 85°40'$; Krystalle sehr ähnlich denen des Trona, aber sehr klein und in nierförmige Aggregate versammelt. — Spaltb. nach $\infty P$; H. = 2...2,5; G. = 3,19; lebhaft grasgrün, Strich lichter. — Wasserhaltiges Uransulfat mit kleinem Kupfergehalt. In Wasser schwer löslich; gibt im Kolben Wasser, wird braun und verhält sich zu Borax und Phosphorsalz wie Uranoxyd. — Sehr selten; Joachimsthal und Johanngeorgenstadt.

### b) Wasserhaltige Sulfate mehrer Metalle.

**Blödit,** *John* (Astrakanit, Simonyit).

Monoklin; $\beta = 79° 22'$; A.-V. = 1,3494 : 1 : 0,6705, nach *Groth* und *Hintze*. Die einfachste und gewöhnlichste Comb. ist beistehende. Die meisten der sehr vollkommen ausgebildeten Krystalle zeigen noch manche untergeordnete Formen, besonders Hemipyramiden und Prismen.




$\infty P.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}2$
$m \quad b \quad n$
$\infty\breve{P}\infty.-P.\breve{P}\infty.0P$
$a \quad p \quad d \quad c$

| | | | |
|---|---|---|---|
| $m : m$ | = | 74° | 0′ |
| $n : n$ | = | 112 | 54 |
| $m : c$ | = | 96 | 23 |
| $n : c$ | = | 98 | 51 |
| $p : p$ | = | 122 | 17 |
| $p : c$ | = | 143 | 5 |
| $d : c$ | = | 146 | 37 |
| $d : p$ | = | 158 | 56 |

Gewöhnlich indessen in körnigen bis dichten (bisweilen auch in stengeligen) Aggregaten, welche ganze Schichten bilden; H. = 2,5...3,5; G. = 2,22...2,28; farblos oder lichtgrau, röthlich, gelblich, auch bläulichgrün gefärbt; glasglänzend, pellucid; Ebene der optischen Axen $\infty\breve{P}\infty$, die spitze Bisectrix $\mathfrak{a}$ halbirt ungefähr den spitzen Winkel $\beta$ und bildet mit $c$ für Roth 42° 9′, für Blau 41° 5′. — Chem. Zus.: Magnesium-Natrium-Sulfat mit 4 Mol. Wasser, $Na^2Mg[SO^4]^2 + 4H^2O$, liefernd 18,58 Natron, 11,97 Magnesia, 47,91 Schwefelsäure, 21,54 Wasser. Verwittert an der Luft und löst sich in Wasser leicht; gibt beim Erwärmen sein Wasser rasch ab, erhält nach *Tschermak* bei 100° die Zus. des Löwëits; die zweite Hälfte des Wassers entweicht erst bei 200° C. und darüber. — Bei Stassfurt mit Kainit (zollgrosse Krystalle auf den derben Massen und auf Carnallit); auch zu Douglashall bei Westeregeln; ferner bei Hall, Ischl und Hallstatt (hier in dünnen Krusten zwischen Steinsalz, als Simonyit); unter dem Salz der Bittersalzseen an der Ostseite der Wolgamündungen, in weissen, undurchsichtigen Krystallen (als Astrakanit); bei Mendoza und S. Juan, am ö. Fuss der Anden in Argentinien; sehr schön in den Mayo Salt Mines im Pendschab.

Selten ist bei Leopoldshall der meist gelbliche Leonit, ein Kali-Blödit, der $K^2$ statt $Na^2$ enthält; ebenfalls monoklin, aber in Dimensionen nicht unwesentlich von dem Blödit verschieden.

**Löwëit,** *Haidinger.*

Tetragonal nach *Dana*, auf Grund einer undeutlichen Spaltungspyramide; eine deutl. Spaltb. würde 0P entsprechen; Bruch muschelig; H. = 2,5...3; G. = 2,376; gelblichweiss bis fleischroth, glasglänzend, zuweilen fast wie Feueropal erscheinend; Geschmack schwach salzig.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

— Chem. Zus.: Magnesium-Natrium-Sulfat mit 2,5 Mol. Wasser = $2Na^2Mg[SO^4]^2 + 5H^2O$, mit 20,21 Natron, 13,02 Magnesia, 52,12 Schwefelsäure, 14,65 Wasser. — Bei Ischl, mit Anhydrit verwachsen.

**Syngenit,** *v. Zepharovich* (Kaluszit, *Rumpf*).

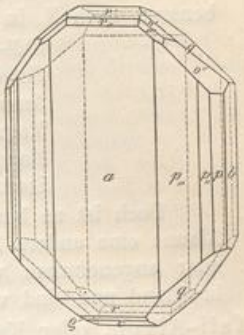
Monoklin; $\beta = 76°0'$ nach *v. Zepharovich*; $\infty P$ 73°55′; A.-V. = 1,3699 : 1 : 0,8738. Die häufigsten Formen sind: $\infty\breve{P}\infty$, $\infty\breve{P}\infty$, 0P, $\infty\breve{P}3$, $\infty\breve{P}2$, $\infty P$, $\infty\breve{P}2$, $-\breve{P}\infty$, $\breve{P}\infty$, $2\breve{P}\infty$, $\breve{P}\infty$, P, 2P. Die Krystalle sind nach der Verticalaxe lang gestreckte schmale Täfelchen mit vorwaltendem Orthopinakoid, im Allgemeinen mit rectangulären oder lanzettförmigen Umrissen; $\infty\breve{P}\infty$ vertical gestreift an den grösseren Krystallen; die verticale Zone, worin $\infty\breve{P}3$ vorwaltet, oftmals mit unvollzähligen Flächen, $\breve{P}\infty$ oft auch nur einseitig vorhanden, $\infty\breve{P}\infty$ gewöhnlich nur rechts oder links. Die Tafeln meist in paralleler oder auch in divergenter Richtung zu lamellaren Aggregaten verbunden. Spaltb. nach $\infty P$, nach $\infty\breve{P}\infty$, sowie (vielleicht Absonderung) nach $\infty\breve{P}\infty$; H. = 2,5; G. = 2,603; farblos, durchsichtig. Ebene der opt. Axen parallel der Orthodiagonale, die spitze Bisectrix a bildet 2°46′ mit der Normalen auf $\infty\breve{P}\infty$; wirkl. Winkel der opt. Axen für Roth 26°31′, Blau 29°24′, stark veränderlich mit der Temperatur; Brechungsquotient $\gamma = 1{,}518$ für Gelb, Doppelbrechung negativ. — Chem. Zus.: $K^2Ca[SO^4]^2 + H^2O$, oder vielmehr, da das Mineral unter Zurücklassung von Calciumsulfat leicht von Wasser angegriffen wird: $K^2SO^4.CaSO^4 + H^2O$, mit 28,79 Kali, 17,11 Kalk, 48,91 Schwefelsäure, 5,19 Wasser. Decrepitirt heftig, leicht schmelzbar zu einer weissen Perle; 400 Th. Wasser lösen 1 Th. Syngenit vollkommen. — In Steinsalz-Drusen zu Kalusz in Ostgalizien.

$\infty\breve{P}\infty . \infty\breve{P}\infty . 0P . \infty P . \infty\breve{P}2$
$a \quad b \quad c \quad p \quad p''$

$\infty\breve{P}3 . P . 2\breve{P}2 . 2P$
$p''' \quad o' \quad e' \quad o''$

$\breve{P}\infty . -\breve{P}\infty . \breve{P}\infty . 2\breve{P}\infty . -\frac{2}{3}\breve{P}\infty$
$q \quad r \quad r' \quad r'' \quad \varrho$

$l : b = 123°37'$
$p : b = 134\ \ 3$
$c : r = 151\ 49$
$r : a = 132\ 12$
$c : q = 139\ 42$
$x : o = 159\ 22$



Aus der Auflösung von Salzkrusten, welche aus den Fumarolen der Vesuvlaven im Jahre 1855 entstanden waren, erhielt *Scacchi* zwei krystallisirte und zwar monoklin isomorphe Salze: den Pikromerit ($\beta = 75°12'$) mit dem A.-V. = 0,7265 : 1 : 0,4900; ist Magnesium-Kalium-Sulfat mit 6 Mol. Wasser, $K^2Mg[SO^4]^2 + 6H^2O$; fand sich später auch als dünne Kruste auf Kainit zu Leopoldshall, Stassfurt und Aschersleben (sog. Schönit). Ferner den Cyanochrom oder Cyanochroit ($\beta = 71°56'$) mit dem A.-V. = 0,7477 : 1 : 0,5052; ist Kupfer-Kalium-Sulfat mit 6 Mol. Wasser, $K^2Cu[SO^4]^2 + 6H^2O$.

**Polyhalit,** *Stromeyer.*

Monoklin oder rhombisch, deutliche Krystalle nicht beobachtet; als breite langgestreckte, nach einer Richtung spaltbare Säulen, meist zu parallel-stengeligen bis faserigen, mitunter zu stengelig-blätterigen Aggregaten verwachsen. H. = 3,5; G. = 2,77...2,78. Farblos, doch meist fleisch- bis ziegelroth, selten grau gefärbt; schwach fettglänzend, kantendurchscheinend. — Chem. Zus.: $2CaSO^4.K^2Mg[SO^4]^2 + 2H^2O$, wasserhaltige Verbindung der Sulfate von Calcium (2 Mol.), Kalium (1 Mol.) und Magnesium (1 Mol.), mit 45,17 Calcium-, 28,93 Kalium-, 19,92 Magnesiumsulfat, 5,98 Wasser; löst sich in Wasser mit Zurücklassung von Gyps, daher die obige Schreibweise der Formel; nach vorheriger Entwässerung wird er im Wasser erst hart, schwillt dann bedeutend auf und zersetzt sich noch leichter; schmilzt auf Kohle äusserst leicht zu unklarer röthlicher Perle, die im Red.-F. erstarrt, weiss wird und eine hohle Kruste bildet. — Wechsellagernd in sehr dünnen Schichten mit Steinsalz in der sog. Polyhalitregion von Stassfurt und Umgegend; auch in den tieferen Regionen der alpinen Steinsalzlagerstätten zu Ischl, Hallein, Hallstatt, Aussee, Berchtesgaden; Vic; Stebnik in Galizien.

Krugit ist ein dem Polyhalit ähnliches Mineral aus dem Steinsalzlager von Neu-Stassfurt, theils weiss, theils durch Bitumen grau gefärbt, von H. = 3, G. = 2,804 und der Formel $4CaSO^4.K^2Mg[SO^4]^2 + 2H^2O$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## Alaune.

Die Alaune bilden eine der ausgezeichnetsten isomorphen Gruppen. Regulär, gewöhnlich nur O, hin und wieder $\infty O \infty$ und $\infty O$; künstliche Krystalle zeigen parallelflächige Hemiëdrie (Pentagondodekaëder). Die allgemeine Constitution entspricht der Formel $\overset{II}{X}\overset{III}{R^2}[SO^4]^4 + 24H^2O$, worin $X = K^2, Na^2, Am^2$ $(= 2NH^4)$, oder Mg, Mn, Fe, und $R^2 = Al^2, Fe^2, Cr^2$ bedeutet. Die Grundverbindungen vereinigen sich zu manchfachen isomorphen Mischungen. Die Alaune sind leicht löslich in Wasser und schmecken süsslich zusammenziehend. Die in der Natur vorkommenden Alaune sind, benannt nach X, in etwas anderer Schreibweise folgende:

| | |
|---|---|
| Kali-Alaun | $K^2SO^4 . Al^2[SO^4]^3 + 24H^2O$ |
| Natron-Alaun | $Na^2SO^4 . Al^2[SO^4]^3 + 24H^2O$ |
| Ammoniak-Alaun | $Am^2SO^4 . Al^2[SO^4]^3 + 24H^2O$ |
| Magnesia-Alaun | $MgSO^4 . Al^2[SO^4]^3 + 24H^2O$ |
| Mangan-Alaun | $MnSO^4 . Al^2[SO^4]^3 + 24H^2O$ |
| Eisen-Alaun | $FeSO^4 . Al^2[SO^4]^3 + 24H^2O.$ |

Doch ist zu bemerken, dass in einem Theil der natürlich vorkommenden sog. Alaune eine andere Zahl von Wassermolecülen (z. B. 22 statt 24) nachgewiesen ist oder angenommen wird; diese faserigen sog. Alaune verhalten sich auch doppeltbrechend und sind wenigstens zum Theil sicher monoklin.

### Kali-Alaun, oder Kalinit.

Meist als Efflorescenz, selten deutlich krystallisirt; H. = 2...2,5; G. = 1,75; farblos; besteht aus 9,93 Kali, 10,78 Thonerde, 33,75 Schwefelsäure, 45,54 Wasser; schmilzt im Kolben, bläht sich auf und gibt Wasser; die trockene Masse bis zum Glühen erhitzt gibt schwefelige Säure und wird mit Kobaltsolution blau. — Auf Klüften mancher Laven; in Brandfeldern des Steinkohlengebirges, Saarbrücken; als Ausblühung kieshaltiger Gesteine.

### Natron-Alaun, oder Mendozit.

Dem Kali-Alaun ganz ähnlich; G. = 1,88; als weisse seidenglänzende faserige Aggregate bei San Juan in Argentinien; auf Milo; zu Shimane, Prov. Idzumo in Japan (der Alaunformel mit 24 Mol. $H^2O$ entsprechend). — 2—3 Zoll lange und stecknadeldünne, zu pilzähnlichen weissen Massen vereinigte Krystalle (doppeltbrechend) von der Grube Alcaparrosa bei Copiapó, welche das Monoxyd zur Hälfte aus $Na^2$, zur anderen aus Mg bestehend enthalten (mit 24 Mol. $H^2O$), wurden Stüvenit genannt. — Der farblose faserige Tamarugit von den Cerros Pintados in Chile hat genau die Zus. des Natronalaunsulfats, aber nur 12 Mol. Wasser.

### Ammoniak-Alaun, oder Tschermigit.

Meist in parallelfaserigen Platten und Trümern; G. = 1,75; farblos, weiss und durchscheinend; enthält 5,75 Ammoniak; gibt im Kolben Sublimat von schwefelsaurem Ammoniak, und entwickelt mit Soda erhitzt Ammoniak. — Tschermig in Böhmen und Tokod bei Gran in Ungarn, an beiden Orten in Braunkohle; im Krater des Aetna mit anderen schwefelsauren Salzen; Solfatara bei Pozzuoli.

### Magnesia-Alaun.

Der Pickeringit von Iquique in Peru, faserig, weiss und seidenglänzend, doppeltbrechend, ist chemisch dem Magnesia-Alaun ähnlich, hält jedoch nur 22 Mol. Wasser; findet sich auch am Mäanderfluss in Neuschottland. — Bosjesmanit sind lange dünne schneeweisse Fasern aus einer Höhle am Bosjesman- (Buschmann-) Fluss in Südafrika, ein Magnesia-Alaun nebst etwas Mangansulfat mit 22 oder 24 Mol. Wasser.

Der farblose seidenglänzende Sonomait aus den Umgebungen des Geysirs in Sonoma Co., Californien, führt auf die Formel $3MgSO^4 . Al^2[SO^4]^3 + 33H^2O$, besitzt also eine von den Alaunen etwas abweichende Constitution. — Ein noch anderes, dem Pickeringit nahestehendes Magnesium-Aluminium-Sulfat ist der Pikroalumogen, welcher in der Eisengrube von Vigneria auf Elba stalaktitische, knotige, faserig-strahlige (monokline oder trikline) Massen bildet, weiss mit einem Stich ins Rosenrothe; erhitzt schmilzt er in seinem Krystallwasser. — Chem. Zus.: $2MgSO^4 . Al^2[SO^4]^3 + 22H^2O$.

### Mangan-Alaun, oder Apjohnit.

In der Lagoa-Bai in Südafrika kommt ein haarförmiger Alaun vor, der fast ganz genau nach der obigen Formel zusammengesetzt ist, welche 7,68 Manganoxydul erfordert.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ein schmutzigweisse Aggregate feinfaseriger Nädelchen bildender Alaun von Felsöbánya, welcher 3,7 pCt. Zinkoxyd, aber nur 22 Mol. Wasser führt, und doppeltbrechend mit gerader Auslöschung ist, wurde Dietrichit genannt.

Eisen-Alaun, oder Halotrichit, *Glocker*; Feder-Alaun.

Zu Idria findet sich Eisen-Alaun apfelgrün, gelblichweiss, seidenartig faserig, an der Luft dunkel und erdig werdend, von tintenartigem Geschmack. Auch in einem farbigen Alaun von Mörsfeld in Rheinbayern besteht das Monoxyd fast nur aus Eisenoxydul, aber der Wassergehalt beträgt wohl 22 Mol. Ganz ähnliche Eisen-Alaune finden sich zu Björkbakkagard in Finnland, zu Urumia in Persien, auch an der Solfatara von Pozzuoli. Die weissen bis 5 Cm. langen Fasern des von Copiapó löschen nach *Linck* sämmtlich schief gegen die Längsrichtung aus und sind deshalb wohl triklin, obwohl sie genau 24 Mol. Wasser enthalten. — Manche sog. Bergbutter, welche von anfangs butterähnlicher Consistenz, zuweilen aus Alaunschiefern herausschwitzt, ist ebenfalls hierher zu stellen. Das sog. Hversalt von Island, mit 4,57 Eisenoxydul und 2,19 Magnesia gehört wegen seiner geringeren Wassermenge, Doppelbrechung und wahrscheinlich schiefen Auslöschung der Fasern nicht zu den eigentlichen Alaunen.

**Gebrauch.** Der aus Alunit, Alaunschiefer, Eisenkiesen, Alaunerde u. s. w. im Grossen dargestellte Kali-Alaun dient als Arzneimittel, als Beizmittel bei der Färberei und Druckerei, bei der Gerberei, Papierfabrikation, zur Bereitung verschiedener Lackfarben u. a. Zwecken.

**Voltait,** *Scacchi.*

Die kleinen oft undeutlichen Krystalle anscheinend regulär (in den Formen O und $\infty O$, auch $\infty O \infty$), aber nach *Blaas* tetragonal, wobei gewöhnlich eine Zwillingsbildung nach $\infty P2$ derart herrscht, dass (ähnlich wie bei Hausmannit) um ein centrales Individuum sich vier andere gruppiren. A.-V. = sehr 1 : 1 genähert. H. über 3; G. = 2,79, nach *Blaas* 2,6. Dunkelgrün und schwarz, in grösseren Stücken undurchsichtig, an den Kanten ölgrün durchscheinend. Strich grüngrau; lebhaft glänzend, an der Oberfläche sich bald etwas trübend, aber nicht weiter verwitternd. *Blaas* erhielt: 13,85 Eisenoxyd, 3,72 Thonerde, 5,24 Eisenoxydul, 7,35 Magnesia, 2,37 Kali, 1,62 Natron, 49,12 Schwefelsäure, 16,60 Wasser, was auf die empirische Formel $R^5(R^2)^2S^{10}O^{41} + 15H^2O$ führt. Frühere Analysen weichen etwas ab, u. a. ergeben sie auch keine Magnesia. Das Mineral kann also weder nach seiner Krystallform noch nach seiner Zusammensetzung und Wassermenge als ein Eisenoxydul-Eisenoxyd-Alaun betrachtet werden. — Unter den Fumarolenbildungen der Solfatara bei Neapel, gewöhnlich mit Haarsalz verunreinigt, im Rammelsberg bei Goslar und bei Kremnitz, eingeschlossen in faserigen Eisenvitriol; als Zersetzungsproduct eisenkieshaltiger trachytischer Gesteine bei Madeni Zakh in Persien mit Hversalt in über 1 Cm. grossen Krystallen.

**Metavoltin,** *Blaas.*

Hexagonal, kurze Prismen mit der Basis oder sechsseitige Täfelchen, fest aneinanderhaftend und oft kaum 0,5 Mm. gross, zu einem schuppigen Aggregat von schwefel-, ocker- bis braungelber Farbe verbunden. H. = 2,5; G. = 2,53; ausgezeichnet dichroitisch, durch die Basis gesehen (ω) schwefelgelb, durch die Prismenflächen erscheint das parallel der Hauptaxe schwingende Licht (ε) grün. — Hält nach *Blaas*: 21,20 Eisenoxyd, 2,92 Eisenoxydul, 9,87 Kali, 4,65 Natron, 46,90 Schwefelsäure, 14,58 Wasser, was vielleicht auf die empirische Formel $R^5(R^2)^3S^{12}O^{50} + 18H^2O$ führt. Es ist das als künstliches Laboratoriumsproduct längst bekannte, von *Scheerer* chemisch und von *Haidinger* optisch untersuchte sog. *Maus*'sche Salz. — Mit Voltait, aus dessen Zersetzung hervorgegangen, zu Madeni Zakh in Persien.

**Alunit,** *Beudant* (Alaunstein).

Rhomboëdrisch, R 89° 10′, nach *Breithaupt*, also dem Hexaëder sehr nahe kommend, isomorph mit Jarosit; A.-V. = 1 : 1,2520; gewöhnlich kommen nur R und die Comb. $R.\frac{1}{64}R$ (177° 46′) vor; doch sind auch andere Rhomboëder wie $-2R$, $\frac{6}{5}R$, $\frac{6}{7}R$, und 0R nachgewiesen; am Mont Dore auch dünne basische Täfelchen. Die Krystalle klein, oft krummflächig und zu Drusen gruppirt; meist in klein- und feinkörnigen, erdigen bis dichten Aggregaten, welche gewöhnlich mit Quarz, Hornstein oder zersetztem Feldspath gemengt und innig durchwachsen sind. — Spaltb. basisch ziemlich vollk.; H. = 3,5 ... 4; G. = 2,6 ... 2,75; farblos, weiss, gelblich, röthlich, graulich gefärbt; Glasglanz, auf 0R Perlmutterglanz; durchscheinend, Doppelbrechung positiv. — Chem. Zus.: $K^2O.3Al^2O^3.4SO^3 + 6H^2O$, was auch als $K^2SO^4.Al^2[SO^4]^3.2Al^2[OH]^6$, Verbindung von 1 Mol. Kaliumsulfat, 1 Mol. Aluminiumsulfat und 2 Mol. Aluminium-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hydroxyd aufgefasst wird, mit 11,37 Kali, 36,98 Thonerde, 38,62 Schwefelsäure, 13,03 Wasser; Kali kann z. Th. durch Natron ersetzt werden. Verliert erst nahe der Glühhitze Wasser (und einen Theil Schwefelsäure); v. d. L. zerknistert der krystallisirte heftig; unschmelzbar, gibt mit Soda eine Hepar und wird mit Kobaltsolution blau. Conc. Schwefelsäure, sowie Kalilauge lösen ihn in der Wärme schwer; Salzsäure ist ohne Wirkung; aus dem geglühten Mineral zieht Wasser Alaun aus, wobei wesentlich Aluminiumhydroxyd zurückbleibt. — Tolfa bei Civitavecchia, Bereghszász, Parád und Muszai in Ungarn, Insel Milo, Pic de Sancy am Mont Dore, Rosita Hills in Colorado, hier überall im Bereich von trachytischen Gesteinen, deren Feldspathe durch Schwefelwasserstoffexhalationen umgewandelt wurden; in den sulfidischen Erzen der National Bell Mine, Colorado. Im feinkörnigen Gyps von Hadji-Kân bei Kelif in Buchará; als erbsen- bis apfelgrosse Concretionen in den Quarzsanden des unteren Oligocäns bei Wurzen unfern Leipzig.

**Gebrauch.** Liefert ein treffliches Material zur Bereitung des Alauns, dessen wesentliche Elemente er enthält; der römische Alaun von la Tolfa ist berühmt wegen seiner Güte.

Der bei la Tolfa, Muszai und in der Steinkohle von Zabrze in Oberschlesien vorkommende Löwigit ist anscheinend amorph, licht strohgelb, löslich in Salzsäure, und von dem Alunit nur durch den etwas grösseren Wassergehalt unterschieden, indem er nämlich in der ersterwähnten Formel nicht 6, sondern 9 Mol. $H^2O$ (18,33 pCt.) ergibt.

**Jarosit,** *Breithaupt.*

Rhomboëdrisch, R 89° 15′ nach *G. A. König*; A.-V. = 1 : 1,2492, isomorph mit Alunit; gewöhnl. Comb. 0R.R, tafelförmig; Krystalle klein, zu Drusen verbunden; auch in körnigen und schuppigen Aggregaten. — Spaltb. basisch deutlich; in sehr dünnen Lamellen etwas elastisch; H. = 3 ... 4; G. = 3,15 ... 3,26; nelkenbraun bis dunkel honiggelb und schwärzlichbraun; Glasglanz oder Diamantglanz, auf den Spaltungsflächen fast Perlmutterglanz; die hellfarbigen Varr. hyacinthroth durchscheinend bis durchsichtig. — Chem. Zus. analog dem Alunit: $K^2O.3Fe^2O^3.4SO^3 + 6H^2O$ oder $K^2SO^4.Fe^2[SO^4]^3.2Fe^2[OH]^6$, also ein Alunit, worin alles Al durch Fe ersetzt ist (ergebend 9,40 Kali, 47,98 Eisenoxyd, 31,94 Schwefelsäure, 10,77 Wasser). — Gang Jaroso in der Sierra Almagrera, Schwarzenberg und Hauptmannsgrün in Sachsen, auf eisenschüssigem Quarz und Limonit zu Smrkovic bei Pisek (Böhmen), Beresowsk, Vultur gold mine in Arizona, South Arkansas in Chaffee Co. in Colorado, Tintic-District in Utah, Mexico.

Als Ettringit bezeichnete *J. Lehmann* sehr feine seidenglänzende Prismen, welche in Kalkstein-Einschlüssen aus der Lava vom Ettringer und Mayener Bellenberg am Laacher See vorkommen und hexagonal krystallisiren mit P, ∞P, 0P, $\frac{1}{2}$P; A.-V. = 1 : 0,9434; optisch negativ; G. = 1,750. Die Analyse ergab: 27,27 Kalk, 7,76 Thonerde, 16,64 Schwefelsäure, 45,82 Wasser, woraus sich vielleicht die Formel $Ca^6Al^2S^3O^{18} + 33H^2O$ ableitet. Ein ähnliches Mineral bei Tombstone in Arizona.

**Gelbeisenerz.**

Wahrscheinlich hexagonal; nierförmig, knollig, in Platten und derb, auch erdig; Bruch muschelig, eben und uneben; H. = 2,5 ... 3; G. = 2,7 ... 2,9; schön ockergelb; Strich gelb; wenig glänzend bis matt, im Strich glänzender; undurchsichtig. — Nach *Rammelsberg* wird die chem. Const. des von Kolosoruk, welches 46,73 Eisenoxyd, 7,88 Kali, 0,64 Kalk, 32,11 Schwefelsäure und 13,56 Wasser ergab, durch die Formel $K^2O.4Fe^2O^3.5SO^3 + 9H^2O$ sehr genau ausgedrückt. Im Kolben wird es roth, indem es erst Wasser und dann schwefelige Säure gibt; in Wasser gar nicht, in Salzsäure schwer löslich. — Secundärbildung aus Eisenkies: Kolosoruk und Tschermig in Böhmen in Braunkohle, Modum in Norwegen in Alaunschiefer (von genau derselben Zus., nur K durch Na ersetzt), Insel Tscheleken im Kaspischen Meer.

**Urusit,** *Frenzel.*

Sehr kleine rhombische Kryställchen von desminähnlichem Habitus, zu citron- bis pomeranzgelben weichen Knollen und pulverigen Massen zusammengefügt. G. = 2,22. — Chem. Zus.: $2Na^2O.Fe^2O^3.4SO^3 + 7H^2O$, mit 17,0 Natron, 21,9 Eisenoxyd, 43,8 Schwefelsäure, 17,3 Wasser. — Unlöslich in Wasser, leicht löslich in Salzsäure; von kochendem Wasser zersetzbar unter Hinterlassung von rothem Eisenoxyd. — Mit Eisenvitriol auf der Hochfläche Urus auf der Naphtha-Insel Tscheleken im Kaspischen Meer. — Der feinfaserige orangegelbe Sideronatrit von der Grube San Simon bei Huantajaya in Chile scheint damit identisch.

Ferronatrit (*Mackintosh*) bildet selten deutliche spiessige Krystalle mit rhomboëdrischer Endigung (A.-V. = 1 : 0,5328), meist lamellar sternförmige Gruppen, ähnlich dem Wavellit;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

blass grünlichweiss, graulich und weiss; optisch einaxig. — Ist $3Na^2SO^4.Fe^2[SO^4]^3 + 6H^2O$. mit 19,9 Natron, 17,1 Eisenoxyd, 54,4 Schwefelsäure, 11,6 Wasser. — Sierra Gorda bei Caracoles in Chile, mit anderen Sulfaten.

**Botryogen,** *Haidinger.*

Monoklin, $\beta = 62°26'$, $\infty P$ 119°56', P 125°22', $\frac{3}{2}P\infty$ 141°0'; A.-V. = 0,6521 : 1 : 0,5992; die gewöhnlichste anorthitähnliche Comb. ist $\infty P.\infty P2.0P.\frac{3}{2}P\infty$, die kleinen Krystalle immer sehr kurz säulenförmig; häufiger sind kleintraubige und nierförmige Aggregate feinstengeliger Individuen. — Spaltb. nach $\infty P$; H. = 2...2,5; G. = 2...2,1: hyacinthroth, pomeranzgelb und gelblichbraun; sehr merklich dichroitisch; Strich ockergelb; Geschmack schwach vitriolisch. Die Analyse von *Cleve* ergab 18,7 Eisenoxyd, 0,5 Eisenoxydul, 6,7 Magnesia, 4,8 Zinkoxyd, 37,6 Schwefelsäure, 31 Wasser, woraus sich vielleicht die Formel $2RO.Fe^2O^3.4SO^3 + 15H^2O$ ableitet. In Wasser theilweise löslich; bläht sich v. d. L. auf, gibt beim Glühen schwefelige Säure und verhält sich dann wie Eisenoxyd. — Mit Bittersalz zu Fahlun, Tierra Amarilla bei Copiapó, Madeni Zakh in Persien.

**Roemerit,** *Grailich.*

Triklin; A.-V. = 0,9684 : 1 ; 2,6425 nach *Linck*; Krystalle tafelförmig nach 0P mit flächenreicher brachydiagonaler Zone, oft monoklin erscheinend. $\infty P'$ bildet mit $\infty\breve{P}\infty$ 128°15', mit $\infty\breve{P}\infty$ 133°2', mit 0P 110°27'; auch als grobkörniges Aggregat. — Spaltb. basisch sehr vollk.; H. = 3...3,5; G. = 2,1...2,2; licht oder dunkel kastanienbraun, violettbraun, rostbraun, lebhaft glasglänzend, durchscheinend. — Ist vielleicht $FeSO^4.Fe^2[SO^4]^3 + 12H^2O$, welchem entsprechen würde 9,4 Eisenoxydul, 20,8 Eisenoxyd, 41,7 Schwefelsäure, 28,1 Wasser. Einige Analysen ergaben 15 Mol. Wasser, auch einen kleinen Gehalt an ZnO oder MgO. — Rammelsberg bei Goslar, Madeni Zakh in Persien, Copiapó.

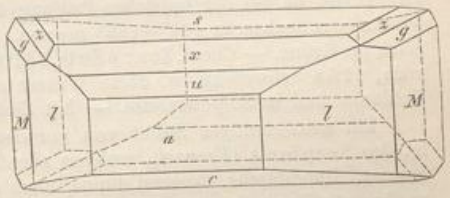
Quetenit (*Frenzel*), derb und in undeutlichen prismatischen, röthlichbraunen Krystallen, eingewachsen in Kupfervitriol von Quetena in Chile, ist $MgO.Fe^2O^3.3SO^3 + 13H^2O$.

**Kröhnkit,** *Domeyko.*

Monoklin nach *Darapsky*; langgezogene prismatische Krystalle, namentlich begrenzt von $\infty P$ (133°54') und $P\infty$ (134°52'), wohl auch von P und $\infty P\infty$; $\beta = 72°41$; A.-V. = 0,446 : 1 : 0,435. — Spaltb. nach dem Klinodoma und Prisma. Faserige und stengelige Aggregate von Glasglanz und blass himmelblauer Farbe; H. = 2,5; G. = 1,98. — Chem. Zus.: $CuSO^4.Na^2SO^4 + 2H^2O$, mit 23,5 Kupferoxyd, 18,4 Natron, 47,5 Schwefelsäure, 10,6 Wasser. Leicht löslich in Wasser, Lösung reagirt sauer. Bei Calama in der Wüste Atacama, mit Kupferkies und Gelbeisenerz.

**Linarit,** oder Bleilasur, *Breithaupt.*

Monoklin, $\beta = 77°23'$, A.-V. = 1,7161 : 1 : 0,8296; $\infty P$ 61°41' und 118°19', $2P\infty$ 52°31' nach *v. Kokscharow* und *v. Zepharovich*. Die flächenreichen Krystalle, an denen schon 29 Formen nachgewiesen sind, erscheinen meist breit säulenförmig in der Richtung der Orthodiagonale, vorwaltend von 0P (darnach bisweilen tafelförmig), $\infty P\infty$ und den Hemidomen $2P\infty$, $\frac{3}{2}P\infty$ (62°34'), $P\infty$ (74°49') gebildet, und seitwärts durch $\infty P$, $\infty P2$ (98°48'), $\frac{1}{2}P\infty$ (135°56'), $2P2$ und $\infty P\infty$ begrenzt; Zwillinge nach $\infty P\infty$ oft mit sehr ungleich grosser Entwickelung der Individuen. — Spaltb. nach $\infty P\infty$, sehr vollk. und nach 0P, minder vollk.; H. = 2,5...3; G. = 5,3...5,45; farbig, rein lasurblau, Strich blassblau; Diamantglanz, durchscheinend; opt. Axenebene senkrecht auf $\infty P\infty$. — Chem. Zus.: Basisches Sulfat von Blei und Kupfer, empirisch $PbCuSO^5 + H^2O$ oder $(Pb,Cu)SO^4.(Pb,Cu)[OH]^2$, mit 55,70 Bleioxyd, 19,82 Kupferoxyd, 19,98 Schwefelsäure, 4,50 Wasser. Gibt im Kolben etwas Wasser und entfärbt sich; reducirt sich auf Kohle im Red.-F. zu einem Metallkorn, welches weiter erhitzt einen Beschlag von Bleioxyd liefert. — Linares in Spanien und Leadhills in Schottland, Caldbeck



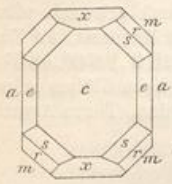

$0P.\infty P\infty.\infty P.\infty P2$
$c \quad a \quad M \quad l$

$P\infty.\frac{3}{2}P\infty.2P\infty.\frac{8}{7}P8.2P2$
$s \quad x \quad u \quad z \quad g$

und Keswick in Cumberland, Rezbánya, Nassau an der Lahn, Lölling in Kärnten, S. Giovanni auf Sardinien, Nertschinsk in Sibirien, Kara Oba im Bezirk Karkaralinsk (Zwillinge nach 0P), Grube Ortiz in der Sierra Capillitas, Argentinien. Bei der Zersetzung zerfällt er nach *Peters* in Cerussit und Malachit.

**Caledonit,** *Beudant.*

Rhombisch nach *Miller*, *Haidinger*, *Hessenberg* und *Busz*; A.-V. = 0,9163 : 1 : 1,4032; ∞P (*m*) 95°, P̆∞ (*e*) 70°57′, 2P̄∞ (*x*) 36°10′; die einfachste Comb. ist 0P.∞P̆∞.∞P; die Fig. gibt die Horizontalprojection einer mehrzähligen Comb. nach *Miller*. Nach *Schrauf* und *Jeremejew* monoklin und meist nach 0P verzwillingt. Krystalle gewöhnlich horizontal-säulenförmig nach den Flächen *a*, *c* und *e* (die Brachydomen stark längs gestreift), auch nadelförmig und zu Büscheln gruppirt. — Spaltb. nach ∞P̆∞ deutlich, basisch und prismatisch unvollk.; H. = 2,5...3; G. = 6,4; bläulichgrün, spangrün bis berggrün; fettglänzend, pellucid in höheren Graden. — Chem. Zus.: Nach *Flight* ein basisches Sulfat von Blei und Kupfer, vielleicht $5PbSO^4.2Pb[OH]^2.3Cu[OH]^2$; die gefundene Zus.: 68,42 Bleioxyd, 10,17 Kupferoxyd, 17,30 Schwefelsäure, 4,05 Wasser stimmt freilich mit dieser Formel nicht sonderlich überein. Ein von *Brooke* namhaft gemachter Gehalt an Kohlensäure stammte von dem begleitenden Cerussit. V. d. L. auf Kohle leicht zu Blei reducirbar; löslich in Salpetersäure unter Brausen mit Hinterlassung von Bleisulfat. — Leadhills in Schottland, Red-Gill in Cumberland, Rezbánya in Ungarn, Malacalzetta auf Sardinien, Beresowsk im Ural, sehr selten.




0P.∞P̆∞.∞P.P̆∞.2P̄∞.P.$\frac{3}{2}$P
c a m e x r s

| | | | |
|---|---|---|---|
| c : e = | 123°9′ | c : s = | 125°50′ |
| c : x = | 108 5 | e : r = | 115 43 |
| m : m = | 95 0 | e : a = | 90 0 |

**Lettsomit,** *Percy*, oder Kupfersammterz, *Werner*; Cyanotrichit, *Dana*.

Rhombisch nach *E. Bertrand*, doch nur als kurz haarförmige Individuen, welche zu feinen sammtähnlichen Drusen und Ueberzügen vereinigt sind; schön smalteblau; die spitze negative Bisectrix steht normal auf der Längserstreckung der Krystalle, welcher die opt. Axenebene parallel geht; deutlich pleochroitisch. — Chem. Zus.: Wasserhaltiges Aluminium-Kupfersulfat, vielleicht $4CuO.Al^2O^3.SO^3+8H^2O$, welchem 49,3 Kupferoxyd, 15,9 Thonerde, 12,4 Schwefelsäure, 22,4 Wasser entsprechen würde. — Alt-Moldova im Banat, Grube La Garonne im Dép. des Var, in radial angeordneten Kryställchen als Anflug auf Sandsteinplatten, Morenci in Arizona. — Der schön blaue und pellucide, kleine traubige Concretionen bildende Woodwardit aus Cornwall hat ganz ähnliche chem. Zus.

**Zinkaluminit,** *Bertrand* und *Damour*.

Sechsseitig umgrenzte Täfelchen, doch ist die Zugehörigkeit zum hexagonalen System zweifelhaft, da bei der optischen Prüfung das Kreuz in Hyperbeln auseinandergeht, und einige Winkel des Sechsecks 124°—128° messen. H. über 3; G. = 2,26; weiss mit einem schwachen Stich ins Grüne. — Chem. Zus.: $6ZnO.3Al^2O^3.2SO^3+18H^2O$, was 38,42 Zinkoxyd, 24,42 Thonerde, 12,48 Schwefelsäure, 25,28 Wasser erfordert. Gibt auf Kohle Zinkbeschlag, löslich in Kalilauge und in Salpetersäure. — Mit Zinkspath zu Laurion in Griechenland.

Ein wasserhaltiges Sulfat von vorwiegend Kupfer und Zink, $3(Cu,Zn,Ca)SO^4+3H^2O$, ist der Serpierit (*Frenzel*), welcher ebenfalls zu Laurium auf Zinkspath aufgewachsen vorkommt. Rhombische, äusserst dünne, nach der Basis tafelartige, und nach der Brachydiagonale verlängerte Krystalle von 0,5—1 Mm. Länge und 0,25—0,5 Mm. Breite; ∞P 89°42′, 0P : P 115 32′; A.-V. = 0,8586 : 1 : 1,3637. Optische Axenebene das Makropinakoid, spitze negative Bisectrix parallel *c*. Schön blau mit einem Stich ins Grüne, in Büscheln gruppirt.

Salvadorit (*Herz*), Aggregate bläulichgrüner, auch mehr blauer monokliner Krystalle von der Grube Salvador bei Quetena in Chile, ist ein Kupfereisenvitriol von der Formel $Cu^2Fe[SO^4]^3+24H^2O$, mit ca. 18 Kupferoxyd, 9 Eisenoxydul, 28 Schwefelsäure, 45 Wasser.

**Uranopilit,** *Weisbach*.

Sammtähnliche gelbe Incrustationen auf Uranpecherz oder Glimmerschiefer von Johanngeorgenstadt und Joachimsthal, bestehend aus zarten flachen Kryställchen mit schiefer Endigung und schiefer Auslöschung. G. = 3,75...3,97. Ist vielleicht $8UO^3.CaO.2SO^3+25H^2O$, was 77,6 Uranoxyd, 1,9 Kalk, 5,4 Schwefelsäure, 15,1 Wasser entsprechen würde. Er bildet einen Theil dessen, was *Werner* Uranocker genannt hat; die Analysen dieser letzteren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

citron-, pomeranz-, bis schwefelgelben milden und zerreiblichen Ueberzüge von denselben Fundorten ergeben dieselben Stoffe, aber in etwas anderen Verhältnissen.

### 3) Sulfate mit Haloidsalz.

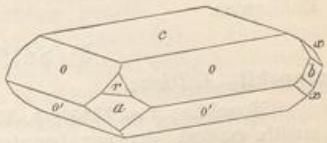
**Kainit,** *Zincken.*

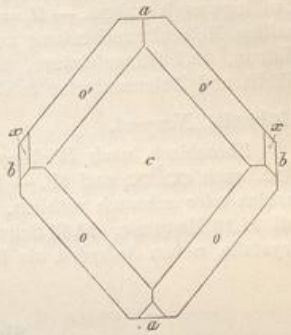
Monoklin nach *Groth*; $\beta = 85^\circ 5'$; A.-V. = 1,2186 : 1 : 0,5863; die auf Drusen der körnigen Aggregate nicht häufig vorkommenden, aber mitunter recht grossen Krystalle meist tafelförmig, wie nachstehende Comb.:

$0P.-P.P.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.-2\breve{P}\infty.3\breve{P}3$

$c \quad o \; o' \quad a \quad b \quad r \quad x$

| | | | |
|---|---|---|---|
| $o : o$ | $= 125^\circ 59'$ | $b : o'$ | $= 118^\circ 35'$ |
| $o' : o'$ | $= 122\ 49$ | $c : o$ | $= 144\ 2$ |
| $o : o'$ | $= 74\ 13$ | $c : o'$ | $= 141\ 45$ |
| $a : o$ | $= 116\ 8$ | $c : a$ | $= 94\ 54$ |
| $a : o'$ | $= 108\ 54$ | $r : a$ | $= 136\ 26$ |
| $b : o$ | $= 117\ 0$ | $b : x$ | $= 148\ 33$ |





Vgl. auch *v. Zepharovich* in Z. f. Kryst. VI. 1882. 234; gewöhnlich als feinkörniges Aggregat. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr deutlich, nach $\infty P$ deutlich, nach $\infty\breve{P}\infty$ undeutlich. G. = 2,07...2,15. Farblos, lichtgrau, gelblich bis dunkel fleischroth. Die optischen Axen liegen nach *Groth* in $\infty\breve{P}\infty$; spitze Bisectrix bildet mit $c$ 8° (10° 43′ nach *v. Zepharovich*) im spitzen Winkel $\beta$; geneigte Dispersion, Doppelbrechung negativ; wirkl. Winkel der optischen Axen für Gelb 84° 33′. — Chem. Zus.: $\mathbf{MgSO^4.KCl + 3H^2O}$, was 16,1 Magnesia, 15,7 Kalium, 32,2 Schwefelsäure, 14,3 Chlor und 21,7 Wasser erfordert; doch wird bisweilen ein Antheil KCl durch NaCl ersetzt. Wird an der Luft nicht feucht, löst sich in Wasser leicht, bei rascher Lösung bleiben wohl eingeschlossene wasserhelle Kieseritkörnchen zurück. Das Salz lässt sich nicht umkrystallisiren; aus der Lösung kryställisirt zuerst das von *Scacchi* unter dem Namen Pikromerit eingeführte Doppelsalz (vgl. S. 567), zuletzt aber gewöhnliches Bittersalz heraus, während Chlormagnesium und Chlorkalium in der Mutterlauge zurückbleiben. Kainit ist wohl aus Kieserit und Carnallit bei Gegenwart von Wasser hervorgegangen:

$MgSO^4.H^2O + KCl.MgCl^2.6H^2O + 2H^2O = MgSO^4.KCl.3H^2O +$ lösl. $MgCl^2.6H^2O$.

Bildet selbständige Schichten in den Kalisalzlagerstätten von Stassfurt, Westeregeln u. a. O. um den Harz; auch zu Kalusz in Galizien als stellenweise 60—80 Fuss mächtiges Lager. Wichtiges Material für die Fabrikation von Kalisalzen; dient gemahlen als Dünger.

Zu dieser Gruppe gehören noch:

Sulfohalit, farblose glänzende, glattflächige Rhombendodekaëder (vielleicht tetraëdrisch); sehr selten sitzend auf Hanksit vom Boraxsee in Californien; $\mathbf{2Na^2SO^4.NaCl.NaF}$.

Connellit, schön blaue, durchscheinende, spitze hexagonale Kryställchen, traubig aggregirt, ein wasserhaltiges Kupfersulfat mit -Chlorid; von einigen cornwaller Gruben.

Spangolith (*Penfield*), rhomboëdrisch mit vorwaltendem 0R, auch pyramidal, aber hemimorph und polar-pyroëlektrisch; basisch spaltb.; glasglänzend, dunkelgrün, ein sehr basisches wasserhaltiges Aluminium-Kupfersulfat mit 4,11 pCt. Chlor; aus Arizona und von St. Day, Cornwall.

Arzrunit (*Dannenberg*), drusige Ueberzüge kleiner rhombischer, aber wie die hexagonale Comb. $\infty P.P.0P$ aussehender Kryställchen; lebhaft blaugrün, stark pleochroitisch, leicht schmelzbar. Wird nach Abzug vieler Verunreinigungen angenommen als Verbindung von basischem Bleisulfat (Lanarkit) mit basischem Kupferchlorid, $[Pb^2O]SO^4 + 3(CuCl^2.H^2O).Cu[OH]^2$. — Grube Buena Esperanza bei Challacollo, Prov. Tarapacá, Chile.

### 4) Sulfat mit Carbonat (vgl. S. 546 Carbonat mit Sulfat).

**Hanksit,** *Hidden.*

Hexagonal, gewöhnliche bisweilen quarzähnliche Comb. der ca. 1 Cm. langen und dicken Krystalle $\infty P.P.2P.0P$, auch $\frac{4}{5}P$, die Prismenflächen horizontal gestreift; $0P:P = 130°45'$, $\infty P:P = 112°16'$; A.-V. $= 1:1{,}0056$. Auch Gruppen von dann mehr tafelförmigen Krystallen. — H. $= 3\ldots3{,}5$; G. $= 2{,}562$; wachsweiss, in Gelb neigend, durchsichtig bis durchscheinend, auch opak durch Verunreinigungen; einaxig negativ. — Chem. Zus. der reinen Krystalle nach *Mackintosh* und *Penfield*: das Carbonatosulfat $4Na^2SO^4.Na^2CO^3$. Leicht löslich in Wasser braust mit Säuren. — Mit Steinsalz, Thenardit, Glauberit am Boraxsee in San Bernardino Co., Californien.

### 5) Sulfat mit Nitrat oder Borat.

**Darapskit,** *A. Dietze.*

Monoklin; $\beta = 77°5'$; A.-V. $= 1{,}5258:1:0{,}7514$; quadratähnlich tafelig nach dem vollk. spaltb. $\infty\breve{P}\infty$, daneben hauptsächlich entwickelt $\infty P$ und eine gerundete Orthodomenzone; Zwillinge nach $\infty\breve{P}\infty$. — H. $= 2\ldots3$; G. $=$ ca. 2,2; farblos durchsichtig. — Chem. Zus.: Wasserhaltige Molecularverbindung von Natriumsulfat und -nitrat, $Na^2SO^4.NaNO^3 + H^2O$, mit 38,0 Natron, 32,7 Schwefelsäure, 22,0 Salpetersäure, 7,3 Wasser. Leicht löslich in Wasser. Mit Blödit und Natronsalpeter in der Pampa del Toro, Chile.

**Sulfoborit,** *Naupert.*

Rhombisch, nach *Bücking*; A.-V. $= 0{,}6196:1:0{,}8100$; Formen: P (Randk. 113°56'), $\infty P$, $\breve{P}\infty$, auch $\infty\breve{P}\infty$ und $0P$. — H. etwas über 4; spröde; G. frisch und rein 2,44; durchsichtig, farblos oder schwach röthlich. — Chem. Zus. nach *Thaddéeff*: $2MgSO^4.2Mg^2B^2O^5 + 9H^2O$, mit 34,19 Magnesia, 22,62 Schwefelsäure, 19,93 Borsäure, 23,70 Wasser. Ca. 3—4 Mm. lange Krystalle, neben Anhydrit als Rückstand aus gelöstem Carnallit von Westeregeln.

## Siebente Ordnung: Chromate.

**Rothbleierz,** *Werner*, oder Krokoit, *Breithaupt*; Bleichromat.

Monoklin, $\beta = 77°27'$, $\infty P$ 93°42' (*m*), $-P$ 119°12' (*t*), P 107°38' (*v*), $\infty\breve{P}2$ 56°10' (*f*) nach *Dauber*; A.-V. $= 0{,}9603:1:0{,}9171$.

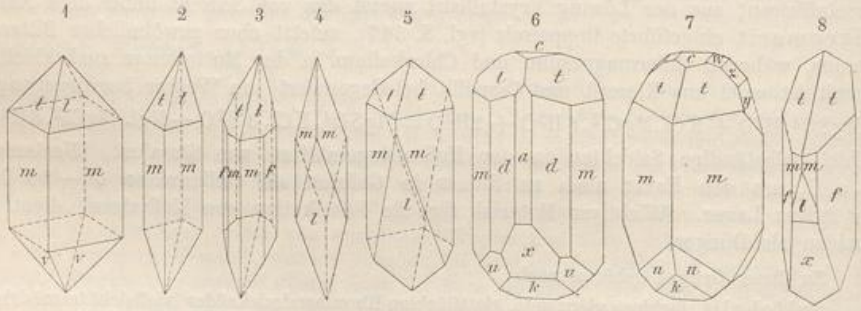



Fig. 1. $\infty P.-P.P$, beide Hemipyramiden im Gleichgewicht; Luzon.
Fig. 2. $\infty P.-P$, nur die negative Hemipyramide ausgebildet; Luzon.
Fig. 3. Die vorige Comb. mit dem Klinoprisma $\infty\breve{P}2$; Luzon.
Fig. 4. $\infty P.4\breve{P}\infty$, das Grundprisma mit einem sehr steilen Hemidoma (*l*); Beresowsk.
Fig. 5. $\infty P.-P.4\breve{P}\infty$, die Comb. Fig. 2 mit demselben Hemidoma; Beresowsk.
Fig. 6. $\infty P.\infty\breve{P}2.\infty\breve{P}\infty.-P.\breve{P}\infty.3\breve{P}\infty.2\breve{P}2.0P$; Beresowsk.
*m d a t k x u c*
Fig. 7. $\infty P.-P.\breve{P}\infty.2\breve{P}2.0P.2\breve{P}\infty.\breve{P}\infty.\frac{1}{2}\breve{P}\infty$; Beresowsk.
*m t k u c y z w*
Fig. 8. $\infty\breve{P}2.-P.3\breve{P}\infty.4\breve{P}\infty.\infty P$; Beresowsk.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$d:d = 129^\circ\ 46'$ $v:v = 107^\circ\ 38'$ $z:c = 138^\circ\ 13'$
$t:t = 119\ \ 42$ $m:v = 139\ \ 22$ $w:c = 155\ \ 56$
$m:t = 146\ \ 3$ $y:c = 119\ \ 14$ $a:c = 102\ \ 33$

Im Ganzen sind 58 Formen als sicher bekannt; *Dauber* bildete 1860 schon 54 verschiedene Combinationen ab. Die Krystalle säulenförmig nach ∞P (bisweilen auch nach —P), vertical gestreift, in Drusen vereinigt, oder der Länge nach aufgewachsen. — Spaltb. nach ∞P ziemlich deutlich, nach den beiden verticalen Pinakoiden unvollk.; mild; H. = 2,5...3; G. = 5,9...6; hyacinthroth bis morgenroth, Strich pomeranzgelb, Diamantglanz, durchscheinend. Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, spitze Bisectrix im stumpfen Winkel β, ca. $5\frac{1}{2}^\circ$ gegen die Verticale geneigt. — Chem. Zus.: Neutrales Bleichromat, $PbCrO^4$, mit 68,91 Bleioxyd, 31,09 Chromsäure. *Bourgeois* stellte diese Substanz künstlich in rhombischen, mit dem Anglesit völlig isomorphen Krystallen dar. — Zerknistert v. d. L. und färbt sich dunkler; schmilzt auf Kohle und breitet sich aus, während der untere Theil unter Detonation zu Blei reducirt wird; mit Borax oder Phosphorsalz im Ox.-F. grün, im Red.-F. dunkler; gibt mit Soda Blei; in erhitzter Salzsäure löslich unter Entwickelung von Chlor und Abscheidung von Chlorblei; färbt sich in Kalilauge erst braun, löst sich dann zu gelber Flüssigkeit. — Auf Quarzgängen im zersetzten Granit mit Bleiglanz: Beresowsk, Mursinsk und Nischne Tagilsk; auf Gangquarz im Talkschiefer zu Congonhas do Campo in Brasilien, Labo auf der Insel Luzon; Adelaide Mine im Dundas District, Tasmania; früher in Letten zu Rezbánya.

Jossait, ebenfalls von Beresowsk, rhombisch und formell dem Arsenkies ähnlich, pomeranzgelb, soll nach *Plattner* ein Chromat von Blei und Zink sein.

Im Natronsalpeter von Tarapacá sollen nach *Raimondi* Partikelchen von Kaliumchromat $K^2CrO^4$ (Tarapacait) die gelbe Farbe bedingen.

**Phönicit,** *Haidinger*; Phönikochroit, *Glocker* (Melanochroit).

Angeblich rhombisch; kleine, fast rechtwinkelig tafelförmige Krystalle, fächerartig gruppirt oder zellig durcheinander gewachsen, zu lagenförmigen Schalen über Bleiglanz verbunden und von Rothbleierz bedeckt. — Spaltb. nach einer Richtung sehr vollk.; H. = 3...3,5; G. = 5,75; cochenilleroth bis hyacinthroth; Diamant- und Fettglanz; kantendurchscheinend. — Chem. Zus.: $Pb^3Cr^2O^9 = 3PbO.2CrO^3$, mit 76,88 Bleioxyd und 23,12 Chromsäure; im Kolben zerknistert er nicht; auf Kohle schmilzt er leicht; im Red.-F. gibt er Blei, mit Borax und Phosphorsalz die Reaction auf Chrom. In Salzsäure löslich unter Abscheidung von Chlorblei. — Beresowsk. — Nach *Somoilow* ist ein Theil des sog. Melanochroit von Beresowsk ein ganz anderes Mineral (Beresowit genannt), indem die Deutung der Analyse auf die Formel eines Carbonatochromats, $2PbO.3PbCrO^4.PbCO^3$ führt, mit 79,5 Bleioxyd, 17,9 Chromsäure, 2,6 Kohlensäure; dunkelroth, ebenfalls sehr vollk. monotom, aber G. = 6,69.

**Vauquelinit,** *Berzelius*; Laxmannit.

Monoklin, $\beta = 69^\circ 3'$ im Mittel; ∞P 109°, 0P : ∞P = 127° 36'; A.-V. = 0,7497 : 1 : 1,3908; hauptsächliche Formen 0P, $\infty\breve{P}\infty$, ∞P, $\infty\breve{P}2$ und mehre Orthodomen; liniendicke krystallinische Krusten, deren Drusenräume mit kleinen glänzenden Krystallen bedeckt sind. H. = 3; G. = 5,77; pistaz- bis dunkelolivengrün, Strich licht pistazgrün. — Chemisch ein Phosphochromat von Blei (und Kupfer), vielleicht nach *Rammelsberg* $2(Pb,Cu)CrO^4.(Pb,Cu)^3[PO^4]^2$, welchem 74,4 Bleioxyd (hierzu die ca. 11 pCt. Kupferoxyd eingerechnet), 15,0 Chromsäure, 10,6 Phosphorsäure entsprechen würde. Schmilzt v. d. L. auf Kohle unter starkem Aufschäumen zu dunkelgrauer, metallglänzender, von kleinen Bleikörnern umgebener Kugel; mit Borax und Phosphorsalz im Ox.-F. ein grünes, im Red.-F., zumal nach etwas Zinnzusatz, ein rothes Glas; in Salpetersäure löslich mit gelbem Rückstand. — Beresowsk in Sibirien und Congonhas do Campo in Brasilien (erdige grüne Krusten) in Rothbleierz; als dünne drusige Kruste auf Pyromorphit von Wanlockhead und Leadhills in Schottland.

## Achte Ordnung: Molybdate und Wolframate; Uranate.

### 1. Molybdate.

**Wulfenit,** *Haidinger* oder Gelbbleierz, *Werner*; Molybdänbleispath.

Tetragonal, und zwar pyramidal-hemiëdrisch (über die Hemimorphie s. unten), isomorph mit Scheelbleierz und Scheelit; P 131° 43'; A.-V. = 1 : 1,5771 (vgl. *Koch*.

Z. f. Kryst. VI. 1882. 389), die Dimensionen sind übrigens etwas schwankend. Die gewöhnlichsten Formen sind 0P, $\frac{1}{3}$P, P, $\infty$P, $\frac{1}{2}$P$\infty$ und P$\infty$.

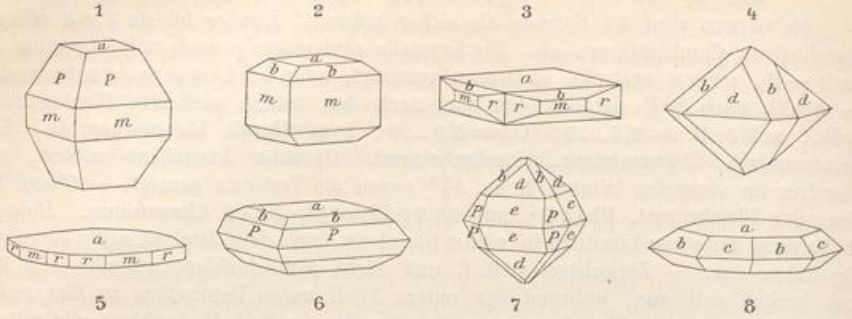



Fig. 1. P.$\infty$P.0P.
Fig. 2. $\infty$P.0P.$\frac{1}{3}$P.
Fig. 3. 0P.$\infty$P2.$\frac{1}{3}$P.$\infty$P.
Fig. 4. $\frac{2}{3}$P$\infty$.$\frac{1}{3}$P.
Fig. 5. 0P.$\infty$P.$\infty$P2.
Fig. 6. 0P.P.$\frac{1}{3}$P.
Fig. 7. P$\infty$.$\frac{2}{3}$P$\infty$.P.$\frac{1}{3}$P.
Fig. 8. 0P.$\frac{1}{3}$P.$\frac{1}{2}$P$\infty$.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $P : a$ | $= 114^\circ\ 9'$ | Randkanten von · · P | $(P)$ | $= 134^\circ$ | $43'$ |
| $P : m$ | $= 155\ 54$ | · · · · · · · · · · $\frac{1}{3}$P | $(b)$ | $= 73$ | $23$ |
| $b : a$ | $= 143\ 22$ | · · · · · · · · · · $\frac{1}{2}$P$\infty$ | $(e)$ | $= 76$ | $37$ |
| $b : m$ | $= 126\ 42$ | · · · · · · · · · · $\frac{2}{3}$P$\infty$ | $(d)$ | $= 93$ | $0$ |
| $r : r$ | $= 126\ 52$ | · · · · · · · · · · P$\infty$ | $(e)$ | $= 115$ | $16$ |

Krystalle theils tafelartig (an Stelle der Basis tritt oft eine ausserordentlich stumpfe Pyramide auf, z. B. gar $\frac{1}{264}$P$\infty$), theils kurz säulenförmig oder pyramidal. Die pyramidale Hemiëdrie ist an ditetragonalen Prismen (z. B. $\infty$P$\frac{4}{3}$ und $\infty$P$\frac{6}{5}$ als Tritoprismen) sowie an einer ditetragonalen Pyramide (P3 als Tritopyramide) nachgewiesen. Eine Hemimorphie wird von *Breithaupt* (schon 1841), von *Naumann* (bei Berggiesshübel), von *Zerrenner* (bei Przibram), von *Ingersoll* (in den Jarilla Mts., New-Mexico), von *Emerson* (Londville, Mass.) bestimmt angegeben, doch stehen nach *Traube* die Aetzfiguren damit nicht im Einklang und soll die abweichende Endausbildung wahrscheinlich auf Wachsthumsvorgängen beruhen. Die Krystalle aufgewachsen und meist in Drusen zusammengehäuft; Pseudomorphosen nach Bleiglanz; auch in körnigen Aggregaten. — Spaltb. nach P ziemlich vollk., basisch unvollk., Bruch muschelig bis uneben; wenig spröd; H. = 3; G. = 6,7...7,0; farblos, aber meist gefärbt, gelblichgrau, wachsgelb, honiggelb und pomeranzgelb bis morgenroth, Fettglanz oder Diamantglanz, pellucid in allen Graden. Optisch negativ, $\omega = 2{,}402$, $\varepsilon = 2{,}304$ für Roth. — Chem. Zus.: Bleimolybdat, **PbMoO$^4$**, mit 60,73 Bleioxyd und 39,27 Molybdänsäure; in einigen Varietäten ist ein die Länge der Hauptaxe etwas verkürzender Kalkgehalt nachgewiesen, in anderen ein geringer Chromgehalt (z. B. Wheatley-Mine 0,38 pCt.); auch Vanadin wird bisweilen angegeben, so in *Schrauf*'s Eosit, welcher als dunkelmorgenrothe Kryställchen (A.-V. = 1 : 1,376) auf Pyromorphit und Cerussit von Leadhills sitzt. Die rothe Farbe einiger Wulfenite rührt wohl nicht von jenem Chromgehalt her, weil dieselbe auch an ganz chromfreien auftritt, sondern stammt wahrscheinlich von einem organischen Pigment, wie denn auch die orangefarbigen Krystalle von Utah am Licht rasch bleichen. V. d. L. verknistert er heftig; schmilzt auf Kohle und zieht sich dann in dieselbe, indem Blei zurückbleibt; ebenso ist das Verhalten mit Soda; wird von Phosphorsalz leicht gelöst und gibt ein licht gelblichgrünes Glas, welches im Red.-F. dunkelgrün wird; mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen gibt er eine Masse, welche mit Wasser und etwas Zink eine blaue Flüssigkeit liefert; löslich in erwärmter Salpetersäure unter Abscheidung gelblichweisser salpetersaurer Molybdänsäure, in Salzsäure unter Bildung von weissem Chlorblei, in conc. Schwefelsäure zu einer blauen Lösung, auch in Kali- und Natronlauge. — Insbesondere auf

Bleiglanzlagerstätten: Bleiberg und Kappel in Kärnten, Berggiesshübel in Sachsen, Przibram, Rezbánya, Badenweiler, Sarrabus auf Sardinien, Swinzowaja Gora in der Kirgisensteppe, Zacatecas in Mexico, Wheatley-Mine bei Phönixville in Pennsylvanien (dünntafelig), Comstockgang in Nevada, Tecomah-Mine und Mount Nebo in Utah (Krystalle bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Grösse); im Silver-District, Juma Co., Arizona (sehr schöne rothe und intensiv gelbe tafelförmige, sowie braungelbe spitzpyramidale Krystalle); Broken Hill.

Der blassbläulichgrüne bis olivengrüne Powellit in tetragonalen Kryställchen von pyramidalem Habitus (A.-V. = 1 : 1,5445, isomorph mit Wulfenit und ebenfalls pyramidal-hemiëdrisch ist Calciummolybdat $CaMoO^4$, gemischt mit etwas $CaWO^4$. Peacock-Grube im westl. Idaho, South Hecla Copper Mine in Michigan. — Belonosit, weisse tetragonale Nadeln aus einem Gesteinseinschluss in der Vesuvlava von 1872, ist vielleicht Magnesiummolybdat $MgMoO^4$.

## 2. Wolframate.

**Scheelbleierz,** oder Stolzit, *Haidinger*; Wolframbleierz.

Tetragonal, und zwar pyramidal-hemiëdrisch, P 131° 25′, also isomorph mit Wulfenit und Scheelit; A.-V. = 1 : 1,567; meist sehr spitze, pyramidale, fast spindelförmige Krystalle der Comb. 2P.P.∞P, oder kurz säulenförmig; klein, einzeln oder knospenförmig und kugelig gruppirt. — H. = 3; G. = 7,9 ... 8,1; grau, braun, auch grün und roth gefärbt, fettglänzend, wenig pellucid. — Chem. Zus.: Neutrales Bleiwolframat, $PbWO^4$, mit 48,99 Bleioxyd und 51,01 Wolframsäure; schmilzt v. d. L. recht leicht, beschlägt die Kohle mit Bleioxyd und erstarrt bei der Abkühlung zu einem krystallinischen Korn; gibt mit Phosphorsalz im Ox.-F. ein farbloses, im Red.-F. ein blaues Glas, mit Soda auf Kohle Bleikörner; löst sich in Salpetersäure unter Abscheidung von gelber Wolframsäure; auch löslich in Kalilauge. — Zinnwald in Sachsen, Coquimbo in Chile, Manhan Bleigrube bei Southampton in Massachusetts.

Zu Broken Hill in Australien kommt $PbWO^4$ in monoklinen Formen vor (Raspit); eine unmittelbare Isomorphie mit Wolframit lässt sich nach *Hlawatsch* noch nicht nachweisen.

Der pistaziengrüne Cuprotungstit von den Kupfergruben von Llamuco bei Sanjago in Chile soll $CuWO^4$, der Cuproscheelit von La Paz in Niedercalifornien $(Ca,Cu)WO^4$ sein.

**Scheelit,** *v. Leonhard* (Schwerstein, Tungstein).

Tetragonal und zwar pyramidal-hemiëdrisch, isomorph mit Wulfenit und Scheelbleierz; A.-V. = 1 : 1,5356; P (*n*) 130° 33′, und P∞ (*P*) 113° 52′ nach *Dauber*; über die Formen vgl. *Max Bauer*, Württemb. naturw. Jahreshefte von 1871.

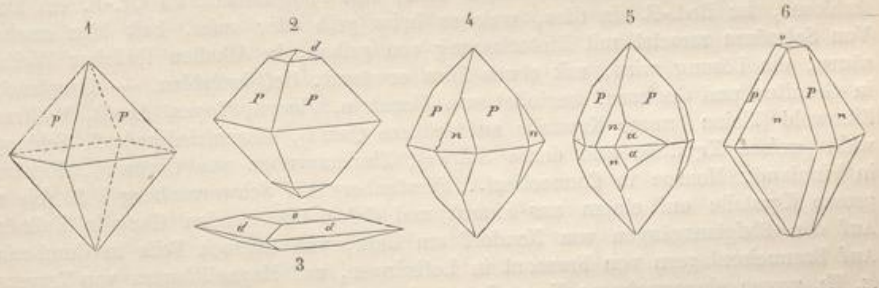



Fig. 1. Die Deuteropyramide P∞ für sich allein; sehr häufig, überhaupt in den meisten Krystallen bei weitem vorherrschend, weshalb sie früher mehrfach als Grundform gewählt wurde; die Rücksicht auf die Isomorphie mit Stolzit und Wulfenit fordert jedoch die Pyramide *n* zur Grundform. In den Figuren müsste daher eigentlich nicht eine Polkante, sondern eine Fläche von *P* (sowie von *d*) dem Beschauer zugewandt sein.

Fig. 2. P∞.$\frac{1}{3}$P∞; die letztere Form (*d*, Randk. 34° 8′) selten, auch andere flache Pyramiden erscheinen wie *d*; besonders $\frac{1}{2}$P∞ (*b*).

Fig. 3. 0P.$\frac{1}{3}$P∞; oft linsenförmig, 0P drusig.

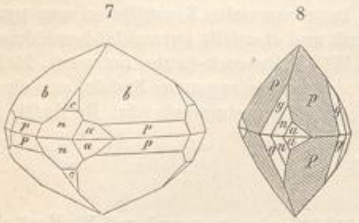
Fig. 4. P∞.P; häufig.

Fig. 5. P∞.P.3P3; die letzte Form (*a*) erscheint hemiëdrisch als Tritopyramide.

Fig. 6. P.P∞.0P; nicht selten, auch wohl mit *d* statt *o*.

| | | |
|---|---|---|
| $P:d = 140^\circ 8'$ | $d:o = 162^\circ 56'$ | $n:g = 155^\circ 37'$ |
| $P:n = 140\ 2$ | $n:a = 151\ 39$ | $g:P = 164\ 23$ |

In Fig. 7, der Comb. $\frac{1}{2}P\infty.P\infty.P.\frac{1}{3}P.3P3$, erscheint (wie in Fig. 5) 3P3 als eine rechts gewendete Tritopyramide; Fig. 8 zeigt ausserdem noch P3 (*g*) als eine links gewendete Tritopyramide. Die auf den Flächen *P* angedeutete Combinationsstreifung ist sehr gewöhnlich und wichtig für die Erkennung der nur durch die Hemiëdrie bedingten Zwillinge. Nicht ganz selten sind Ergänzungszwillinge mit parallelen Axensystemen als Penetrationszwillinge, welche auf den ersten Blick ganz wie einfache Krystalle erscheinen, indem sich zwei Individuen der Comb. 8 von entgegengesetzter Bildung gegenseitig so durchkreuzen, dass die beiderseitigen Flächen *P* coincidiren; die beiderseitigen Streifensysteme stossen dann in einer Naht zusammen, welche den Höhenlinien der *P*-Flächen entspricht; dieselben Flächen sind dagegen an einfachen Krystallen gewöhnlich ihren Höhenlinien parallel gestreift. — Habitus der Krystalle meist pyramidal, selten tafelartig; einzeln aufgewachsen, selten eingewachsen; die grossen Krystalle von Schlaggenwald bisweilen schalig zusammengesetzt nach den Flächen von P∞; knospenförmige Gruppen und Krystallstöcke vieler parallel verwachsener Individuen mit stark drusigen oberen und unteren Enden sehr gewöhnlich; Pseudomorphosen nach Wolframit. — Spaltb. nach P ziemlich vollk., nach P∞ und 0P weniger vollk.; Bruch muschelig und uneben; H. = 4,5...5; G. = 5,9...6,1; farblos, doch meist grau, gelb, braun, auch roth, selten grün gefärbt; Fettglanz, z. Th. in Diamantglanz übergehend, pellucid in niederen Graden; optisch-einaxig positiv, jedoch oft mit getrenntem Kreuz. — Im reinen Zustand das Calciumwolframat $CaWO^4$, mit 19,44 Kalk und 80,56 Wolframsäure; Molybdänsäure ist gewöhnlich vorhanden, von Spuren bis selbst zu 8 pCt., am meisten in den dunkeln Abarten, und beeinflusst das Schwanken der Winkel; mitunter auch kleine Mengen von Kieselsäure und etwas Eisenoxyd (selten Kupferoxyd und dann grün); bisweilen mit etwas Fluor. V. d. L. schmilzt er nur schwierig zu durchscheinendem, mit Borax leicht zu klarem Glas, welches bei vollkommener Sättigung, nach dem Erkalten milchweiss und krystallinisch wird; mit Phosphorsalz im Ox.-F. ein klares, farbloses, im Red.-F. ein Glas, welches heiss gelb oder grün, kalt blau erscheint. Von Salzsäure zersetzt mit Hinterlassung von gelber, in Alkalien löslicher Wolframsäure; die Lösung wird, mit etwas Zinn erwärmt, tief indigblau. — Hauptsächlich in Graniten und Gneissen, begleitet von Zinnstein, Fluorit, Topas, Apatit, Wolframit: Zinnwald (kleine braune Krystalle auf trübem Quarz), Ehrenfriedersdorf, Schlaggenwald (weissé Krystalle und derbe Stücke); Zinnerzgruben von Cornwall, Pitkäranta in Finnland, Monroe in Connecticut. Fürstenberg bei Schwarzenberg i. S. (bis zollgrosse Krystalle auf einem aus Fluorit und Calcit bestehenden Gang in Kalkstein). Auf den Bleiglanzgängen von Neudorf am Harz, von Carrock Fells in Cumberland. Auf Brauneisenlagern von Framont in Lothringen, auf Magnetitlagern von Traversella (z. Th. grosse eingewachsene Krystalle mit herrschender Grundpyramide). Auf Drusen krystallinischen Schiefers am Söllnkahr im Krimler Achenthal; auf Klüften von Hornblendeschiefern am kl. Mutschen im Etzlithal und Kammegg bei Guttannen.




## Wolframit, *Werner* (Wolfram).

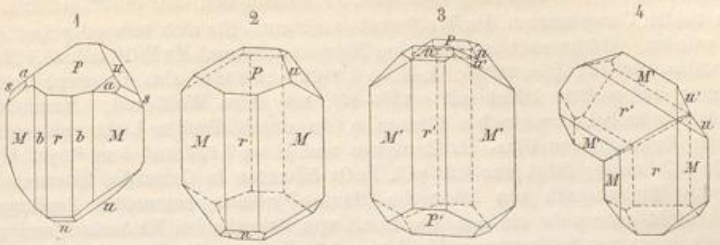
Monoklin; $\beta = 89^\circ 22'$, $\infty P\ (M)\ 100^\circ 37'$, $-\frac{1}{2}P\infty\ (P)\ 61^\circ 54'$. A.-V. = 0,8300 : 1 : 0,8678 nach *Des Cloizeaux*; vgl. *Seligmann*, Z. f. Kryst. XI. 1886. 349.

Fig. 1. $\infty P.\infty P2.\infty P\infty.-\frac{1}{2}P\infty.P\infty.-P.-2P2.\frac{1}{2}P\infty.$
$M\ \ b\ \ r\ \ P\ \ u\ \ a\ \ s\ \ n$

Fig. 2. $\infty P.\infty P\infty.-\frac{1}{2}P\infty.P\infty.\frac{1}{2}P\infty.$ Beide Krystalle von Zinnwald.
$M\ \ r\ \ P\ \ u\ \ n$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$M:r = 140^\circ\ 18'$ $r:n = 117^\circ\ 6'$ $u:u' = 98^\circ\ 6'$ $u:M = 115^\circ\ 9'$
$P:r = 118\ \ 6$ $b:r = 157\ 28$ $P:u = 132\ \ 5$ $u:M' = 114\ 20$




Andere, durch das vorwaltende Orthopinakoid mehr tafelartige Combinationen sind $\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}2.\infty P.0P.-\frac{1}{2}\breve{P}\infty.\breve{P}\infty$ mit fast horizontaler Basis (Ehrenfriedersdorf), und $\infty\breve{P}\infty.\infty P.\infty\breve{P}2.\breve{P}\infty.P$ (Schlaggenwald, Nertschinsk); merkwürdig sind die lamellaren Krystalle aus dem Trachyt von Felsőbánya, welche durch den Mangel von $\infty P$ (wofür wohl $\infty\breve{P}3$ auftritt), durch die Gegenwart von $\infty\breve{P}\infty$, sowie durch steile Hemidomen (zumal $\frac{5}{2}\breve{P}\infty$) charakterisirt sind, so dass ihre Form an die einseitig geschärfter Meissel erinnert. Zu Chorolque in Bolivia auch verlängert nach der Klinodiagonale oder fast würfelig durch alleiniges Auftreten der 3 Pinakoide. — Krystalle aber meist theils kurz säulenförmig, theils breit tafelförmig, grössere oft schalig zusammengesetzt; die verticalen Flächen meist vorherrschend, und vertical gestreift. Zwillinge nicht selten, besonders nach zwei Gesetzen: *a*) Zwillingsebene und Zusammensetzungsfläche $\infty\breve{P}\infty$, der einspringende Winkel der beiderseitigen Flächen $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ ($P$ und $P'$) misst $123^\circ\ 48'$, während $u$ und $u'$ fast in eine Ebene fallen, da sie $179^\circ\ 2'$ bilden, Fig. 3; *b*) Zwillingsebene $\frac{3}{2}\breve{P}\infty$, die beiden Verticalaxen sind unter $119^\circ\ 54'$ geneigt, und der einspringende Winkel der beiden Flächen $\breve{P}\infty$ misst $142^\circ\ 0'$, während $r$ und $r'$ scheinbar in eine Ebene fallen, aber $178^\circ\ 54'$ bilden, Fig. 4. Häufig in stengeligen, schaligen und grosskörnigen Aggregaten mit stark gestreiften Zusammensetzungsflächen; Pseudomorphosen nach Scheelit. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk., bisweilen mit Ablösung nach $\infty\breve{P}\infty$; Bruch uneben; H. = 5...5,5; G. = 7,143...7,544; bräunlichschwarz, Strich röthlichbraun oder schwärzlichbraun, metallartiger Diamantglanz auf Spaltungsflächen, ausserdem oft Fettglanz, meist undurchsichtig, selten in feinen Krystallen oder dünnen Lamellen durchscheinend; an solchen von der Grube Bajewka bei Katharinenburg erkannte *Des Cloizeaux*, dass die optischen Axen im Klinopinakoid liegen, und die eine Bisectrix mit der Verticalaxe $19^\circ$ bis $20^\circ$ bildet. — Chem. Zus.: Isomorphe Mischungen von Eisenoxydul- und Manganoxydulwolframat, in ganz schwankenden Verhältnissen (womit auch die Winkelverschiedenheiten zusammenhängen), allgemein $(Fe, Mn)WO^4$ oder $mFeWO^4 + nMnWO^4$, daher im Allgemeinen zwei Varietäten unterschieden werden können: manganreiche mit röthlichbraunem Strich und geringerem sp. Gew., und eisenreiche mit schwärzlichbraunem Strich und grösserem sp. Gew.; der Zinnwalder z. B. hält 75,7 $WO^3$, 14,7 MnO und 9,6 FeO, der Ehrenfriedersdorfer dagegen 76,1 $WO^3$, 4,7 MnO und 19,2 FeO. Bisweilen findet sich etwas Kalk oder Magnesia, auch wird in mehren Varr. ein wenig Niobsäure oder Tantalsäure angegeben, mitunter ist Indium oder Thallium nachgewiesen. Schmilzt v. d. L. auf Kohle in starkem Feuer zu einer magnetischen Kugel mit krystallisirter Oberfläche; gibt mit Phosphorsalz im Red.-F. die Reaction auf Wolfram, mit Soda auf Platinblech die auf Mangan; von Salzsäure wird das Pulver in der Wärme und an der Luft vollkommen zersetzt, der gelbliche Rückstand löst sich grösstentheils in Ammoniak; in conc. Schwefelsäure erhitzt wird das Pulver blau; auch gibt es, mit Phosphorsäure stark eingekocht, eine schön blaue Flüssigkeit von syrupähnlicher Consistenz. — Vorwiegend mit Zinnstein und dessen Begleitern: Zinnwald, Ehrenfriedersdorf, Geyer, Schlaggenwald, am Harz, in Cornwall, Lockfell und Godolphins Ball in Cumberland, Chanteloube bei Limoges, Nertschinsk,

Aduntschilon, Bajewka bei Katharinenburg. Im Gegensatz zu diesen Lagerstätten im alten meist granitischen Gebirge, auch auf Klüften des Trachyts zu Felsöbánya.

**Gebrauch.** Zur Darstellung verschiedener Farben und des Wolframstahls.

Die beiden Componenten des Wolframits sind auch für sich rein oder fast ganz rein gefunden worden. Hübnerit ist das reine Manganwolframat $MnWO^4$ mit 23,4 MnO und 76,6 $WO^3$; $\infty P = 100°12'$, $\beta = 89°7'$; A.-V. = 0,8362 : 1 : 0,8668, also isomorph mit Wolframit; Auslöschung auf $\infty R\infty$ bildet mit *c* 19°—20°, wie beim Wolframit. Mammoth-District in Nevada; als bräunlichschwarze bis blassgelbe, im durchfallenden Licht rubinrothe bis gelbe langtafelige Krystalle von Glas- bis Harzglanz und G. = 7,177 auf dem Royal Albert-Gang in Ouray Co., Colorado; führt nur 0,24 pCt. FeO; Silverton in Colorado, Inverness Co. in Nova Scotia. Im Manganspath von Adervielle (Hautes-Pyrénées) rosenrothe Zwillinge nach $\infty P$. Chemisch steht sehr nahe ein sog. Wolframit von Bajewka bei Katharinenburg mit nur 2,12 FeO, sowie einer von Schlaggenwald mit nur 3,74 FeO. — Als Reinit (*v. Fritsch*) beschrieb *Luedecke* von Kimbosan in Kai (Japan) einen schwarzbraunen, tetragonalen Krystall, welcher P (Polk. 103° 32') mit schmalen Abstumpfungen der Polkanten darstellte; A.-V. = 1 : 1,279; G. = 6,64; in sehr dünnen Splittern violett bräunlich durchsichtig; er bestand aus 23,40 Eisenoxydul und 75,45 Wolframsäure, ist also das reine Eisenwolframat $FeWO^4$. Bemerkenswerth ist, dass dasselbe nicht mit dem Wolframit (und Hübnerit) isomorph ist und anderseits seine tetragonale Form auch keine Uebereinstimmung mit dem analog constituirten Scheelit zeigt.

*Breithaupt*'s körniger schwarzer Ferberit aus der Sierra Almagrera in Spanien ist nach den Analysen auch fast reines Eisenwolframat, hält aber nur 69,5 pCt. $WO^3$, weshalb er sich der Wolframitformel nicht anschliesst; *Rammelsberg* schlägt dafür $2FeWO^4.FeO$ vor.

### 3. Uranate.

**Uranpecherz,** *Werner*, oder Nasturan, *v. Kobell*. Uraninit.

Regulär, wenn krystallisirt, gewöhnlich O, auch mit $\infty O$ und $\infty O\infty$; meist aber scheinbar amorph, derb und eingesprengt, auch nierförmig von stengeliger und krummschaliger Structur; Bruch flachmuschelig bis uneben; aber glatt; H. = 5...6; G. = 8...9,7; pechschwarz, grünlichschwarz und graulichschwarz, Strich bräunlichschwarz, Fettglanz, undurchsichtig. — Chem. Zus.: Gilt als ein Salz der Uransäure $H^6[\overset{VI}{U}O^6]$, in deren 2 Mol. die 12 H vorwiegend durch vierwerthiges Uran, zum geringeren Theil durch Blei ersetzt sind; so schreibt *Blomstrand* die Formel $(\overset{IV}{U}, Pb^2)^3.[\overset{VI}{U}O^6]^2$. Gewöhnlich mit Thorium, oft mit den Metallen der Lanthan- und Yttriumgruppe; Kalk und Wasser sind in kleinen Mengen zugegen, auch offenbare Verunreinigungen wie Eisen, Kieselsäure, Arsen, Wismut, Magnesia. In den derben Massen pflegt der Gehalt an den Sauerstoffverbindungen des Urans nur selten 80 pCt. zu erreichen; die Krystalle sind ärmer an den seltenen Erden. Bemerkenswerth ist noch der Stickstoffgehalt, den *Hillebrand* in den an den seltenen Erden reichen in einer Menge von 0,13 bis 2,62 pCt. auffand; auch ist das Uranpecherz der Träger von Helium. Die als Bröggerit unterschiedene krystallisirte Var. hält ca. 6 pCt. $ThO^2$ (das Uranpecherz von Glastonbury 9,79 $ThO^2$). Die reinsten und frischesten Substanzen scheinen das höchste spec. Gew. zu haben. — V. d. L. unschmelzbar; gibt mit Borax und Phosphorsalz im Ox.-F. ein gelbes, im Red.-F. ein grünes Glas; von Salpetersäure in der Wärme leicht gelöst, die Sol. gibt mit Ammoniak ein schwefelgelbes Präcipitat; von Salzsäure nicht angegriffen. — Als Gemengtheil granitischer Gesteine, meist krystallisirt; Halbinsel Anneröd, Elvestad in Råde und Huggenaeskilen bei Vandsjö in Norwegen (O und $\infty O$); im Pegmatit auf der Insel Digelskär bei Öregrund in Schweden ($\infty O\infty.O$); Branchville und Glastonbury in Connecticut, Mitchell Co. in Nordcarolina ($\infty O\infty$ vorwaltend). Ferner meist derb auf Erzgängen mit Silber-, Blei-, Kupfererzen: Marienberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt, Joachimsthal, Przibram, Redruth in Cornwall. Das U.p. verwittert leicht und eine Menge von Umwandlungsproducten geht aus ihm hervor.

**Gebrauch.** Das Uranpecherz findet in der Emailmalerei seine Anwendung, und wird auch ausserdem zur Darstellung des Urangelbs u. a. Farben, des Uranglases u. s. w. benutzt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Pittinerz (*Breithaupt*) ist ein Uranpecherz, welches durch Verwitterung geringere Härte (3...4), geringeres Gew. (4,8...5,5) und grünen Strich angenommen hat; bisweilen entsteht so eine weiche erdige, tief zeisiggrüne Masse. — Coracit von der Nordküste des Lake Superior ist unreines derbes Uranpecherz, von haarfeinen Kalkspathadern durchzogen.

Ein anderes verunreinigtes und durch Wasseraufnahme verändertes Uranpecherz scheint *A. E. v. Nordenskiöld*'s Clevëit zu sein. Regulär, $\infty O \infty$, oft mit $\infty O$ und O, gewöhnlich nur unregelmässige Körner; H. = 5,5; Gew. = 7,49; eisenschwarz, undurchsichtig, matt und wenig glänzend, Strich schwarzbraun. Die Analyse ergab ausser den Uranoxyden 6,87 Yttererde, 3,47 Erbiumsesquioxyd, 2,33 Ceroxyde, 4,76 Thoroxyd, 11,31 Bleioxyd, 1,05 Eisenoxyd, 4,28 Wasser. In ihm wurde neben Argon zuerst das Element Helium nachgewiesen. In Salzsäure unter Abscheidung von Chlorblei leicht löslich. Im Feldspath zu Garta bei Arendal.

Als ferneres Zersetzungsproduct des Uranpecherzes mag hier das sog. Gummierz (Gummit, Urangummi) angereiht werden, wenn es auch nach seiner jetzigen Zusammensetzung kein Uranat mehr darstellt. Es scheint amorph, ist jedoch vielleicht thatsächlich krystallinisch; eingesprengt, in schmalen Trümern, selten nierförmig; Bruch muschelig bis uneben; H. = 2,5...3; G. = 3,9...4,5; röthlichgelb bis hyacinthroth, röthlichbraun, Strich gelb, Fettglanz, wenig durchscheinend bis undurchsichtig. — Die Analysen ergeben 61—75 pCt. Uranoxyd $UO^3$, ferner namentlich PbO, $Fe^2O^3$, $SiO^2$, CaO, 10—14 pCt. Wasser, gewöhnlich auch ganz kleine Mengen von $Mn^2O^3$, MgO, bisweilen BaO und $P^2O^5$. Eine befriedigende Formel ist nicht aufgestellt. — Johanngeorgenstadt (auf der Eliaszeche als sog. Eliasit), Schneeberg, Joachimsthal und Przibram; Flat rock-Mine, Mitchell Co. in Nordcarolina.

**Uranosphärit,** *Weisbach.*

Halbkugelige feindrusige krystallinische Warzen von ziegelrother bis pomeranzgelber Farbe, schalig und radial struirt. H. = 2...3; G. = 6,36. Die Analyse von *Winkler* führt auf das uransaure Salz $Bi^2O^3.2UO^3 + 3H^2O$, welches 42,4 Wismutoxyd, 52,7 Uranoxyd, 4,9 Wasser ergeben würde. — Grube Weisser Hirsch bei Neustädtel unfern Schneeberg.

## Neunte Ordnung: Tellurate.

**Montanit,** *Genth.*

Erdige, weiche Substanz, matt oder von wachsartigem Glanz, gelblichweiss, Ueberzüge über Tellurwismut bildend und aus dessen Oxydation entstanden. *Genth* fand in einer Var.: 66,87 Wismutoxyd, 26,83 Tellursäure, 0,56 Eisenoxyd, 0,39 Bleioxyd, 5,94 Wasser, was auf die Formel $Bi^2O^3.TeO^3 + 2H^2O$ führt; eine andere ergab nur 2,80 Wasser, was 1 Mol. $H^2O$ entspricht. Gibt v. d. L. die Reactionen von Wismut und Tellur; löslich in Salzsäure unter Chlorentwickelung. — Highland in Montana; Davidson Co. in Nordcarolina.

## Zehnte Ordnung: Phosphate, Arsenate, Vanadinate, Niobate, Tantalate.

Diese, auf analog zusammengesetzte Säuren zurückzuführenden Salze sind hier in eine Ordnung vereinigt worden. Dieselben leiten sich ab von den:

a) Orthosäuren, z. B. der Orthophosphorsäure $H^3PO^4$, Orthoarsensäure $H^3AsO^4$; allgemein $H^3QO^4$, worin Q = P, As, V, Nb, Ta; das neutrale Salz ist daher für zweiwerthige Metalle $R^3[QO^4]^2$, für dreiwerthige $RQO^4$;

b) Pyrosäuren, z. B. der Pyrophosphorsäure $H^4P^2O^7$, allgemein $H^4Q^2O^7$;

c) Metasäuren, z. B. der Metaphosphorsäure $HPO^3$, allgemein $HQO^3$ oder $H^2Q^2O^6$; das neutrale Salz ist daher für zweiwerthige Metalle $R[QO^3]^2$, für dreiwerthige $R[QO^3]^3$.

### 1. Wasserfreie neutrale Salze.

#### Phosphate.

**Xenotim,** *Beudant* (Ytterspath).

Tetragonal, sehr zirkonähnlich; P Randk. 82°22′; Polk. 124°30′; A.-V. = 1 : 0,6187; eine übliche Form ist die Grundform mit schmalem $\infty P$ oder 0P; auch säulenförmige Krystalle mit $\infty P\infty$ und $\infty P$, an den Enden mit P, 2P∞ oder 3P3; ferner derb und eingesprengt, sowie in abgerollten Körnern. Charakteristisch ist eine regelmässige Verwachsung mit Zirkon, wobei

die Hauptaxen beider Mineralien zusammenfallen, vgl. Fig. 282 auf S. 143. Spaltb. nach $\infty P$; H. = 4,5; G. = 4,45...4,68; röthlichbraun, haarbraun, gelblichbraun und fleischroth, auch honiggelb (s. u.), Strich gelblichweiss bis fleischroth; Fettglanz, in dünnen Splittern durchscheinend; Doppelbrechung positiv. — Chem. Zus. wesentlich: Neutrales orthophosphorsaures Yttriumsesquioxyd, $YPO^4$ oder $Y^2[PO^4]^2$, welchem 61,47 Yttererde und 38,53 Phosphorsäure entspricht; doch kann statt des Yttriums Erbium in grosser Menge eintreten (bis zu 24 pCt. $Er^2O^3$), auch Cer vorhanden sein (bis 11 pCt. $Ce^2O^3$); $SiO^2$ (bis 3,5 pCt.) und $ThO^2$, auch $UO^2$ und $SO^3$ sind ebenfalls bisweilen nachgewiesen. V. d. L. unschmelzbar; mit Borsäure und Eisendraht gibt er Phosphoreisen; in kochenden Säuren unlöslich. — Accessorisch eingewachsen in Graniten und pegmatitischen Gängen: Schreiberhau im Riesengebirge, Schwalbenberg bei Königshayn unfern Görlitz, Schüttenhofen im Böhmerwald und Pisek, Hitterö bei Flekkefjord u. a. Punkte (Arendal, Kragerö) im s. Norwegen, Ytterby in Schweden. — Aufgewachsen in honiggelben Krystallen (sog. Wiserin, früher z. Th. für Zirkon gehalten, scheint frei von Cermetallen): Berg Fibia in der St. Gotthardgruppe, auf Gneiss an der Wyssi-Turbenalp, Alp Lercheltini im walliser Binnenthal (selten und leicht mit dortigem Anatas zu verwechseln). — Lose in den Goldwäschen von Clarksville in Georgia, in den goldführenden Sanden von Brindletown in Nordcarolina, in den diamantführenden Sanden von Minas Geraës und Bahia (sog. Castelnaudit).

Anm. Nach *Kraus* und *Reitlinger* ist der Xenotim aus dem von ihnen aufgefundenen, formell ganz übereinstimmenden Yttrium-Sulfatophosphat Hussakit durch Auslaugung des Schwefelsäuregehalts in dem letzteren hervorgegangen, und so konnte auch in einigen Xenotimkrystallen noch ein Rest von Schwefelsäure nachgewiesen werden.

## Monazit, *Breithaupt* (Edwardsit).

Monoklin, $\beta = 76^\circ 14'$; A.-V. = 0,9742 : 1 : 0,9227; $\infty P$ (*M*) $93^\circ 23'$, $P\infty$ (*e*) $96^\circ 18'$, nach *v. Kokscharow*; *G. vom Rath* fand an einem Krystall von Laach $\beta = 76^\circ 32'$, $\infty P = 93^\circ 35'$, und $P\infty = 96^\circ 15'$; an Krystallen aus Nordcarolina maass *E. S. Dana* $\beta = 76^\circ 20'$, $\infty P = 93^\circ 26'$. Die nachstehenden Figuren und Winkel nach *v. Kokscharow*.

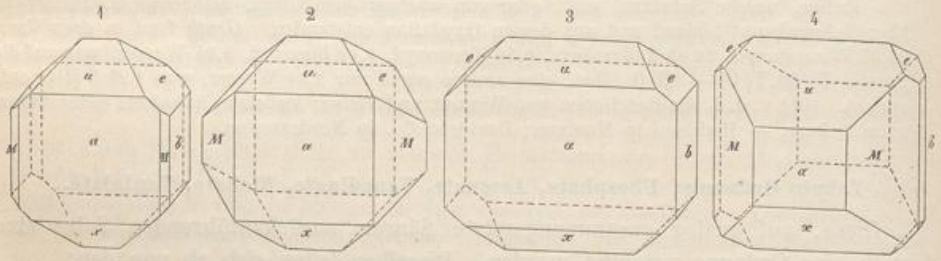



Fig. 1. $\infty P\infty.\infty P\infty.P\infty.-P\infty.P\infty.\infty P$.
*a b e u x M*

Fig. 2. $\infty P\infty.\infty P.P\infty.-P\infty.P\infty$.

$M : a = 130^\circ 41'$ $x : a = 126^\circ 15'$
$u : a = 140\ 44$ $M : e = 109\ 11$

Fig. 3. $\infty P\infty.\infty P\infty.-P\infty.P\infty.P\infty$.
*a b u x e*

Fig. 4. $\infty P.-P\infty.P\infty.P\infty.\infty P\infty$.

$e : b = 131^\circ 51'$
$e : u = 126\ 31$

Die schiefe Basis erscheint nur selten. Bisweilen entsteht ein scheinbar prismatischer Habitus durch Vorherrschen der Hemipyramide P (häufig in Nordcarolina, auch bei Olivone im Tessin). Zwillinge selten, Zwillingsebene das Orthopinakoid, nach diesem Gesetz auch kreuzförmige Zwillinge. Krystalle dick tafel- oder ganz kurz säulenförmig, einzeln ein- oder aufgewachsen. — Spaltb. nach $\infty P\infty$ vollk., auch nach $0P$; H. = 5...5,5; G. = 4,9...5,25; röthlichbraun, hyacinthroth, fleischroth, auch topasgelb, schwach fettglänzend, kantendurchscheinend, bisweilen durchsichtig. Ebene der optischen Axen senkrecht auf dem Klinopinakoid; die spitze Bisectrix c liegt im stumpfen Winkel $\beta$ und bildet mit *c* 1°—4°; wahrer Winkel der opt. Axen $14\frac{1}{2}^\circ$, scheinbarer 29° für Roth: $\gamma - \alpha = 0{,}051$. — Chem. Zus. in den reinsten Varr.: Neutrales Orthophosphat von Ceroxyd und Lanthanoxyd (auch Didymoxyd), $(Ce, La, Di)PO^4$; der

Gehalt an Phosphorsäure beträgt ungefähr 28—29 pCt. In brasilianischem M. fand *Gorceix* neben 31,3 Ceroxyd gar 39,9 Didymoxyd (wobei Lanthanoxyd fraglich). In manchen Monaziten ist aber auch ein beträchtlicher Gehalt an Thorerde, bis 18 pCt. nachgewiesen worden; da das Thorium nicht als Vertreter der Cermetalle gelten kann, so hielt *Penfield* dafür, dass es als Thoriumsilicat (Orangit) mechanisch vorhanden ist; im M. aus Nordcarolina fand er auch die entsprechende Menge Kieselsäure (1,4—2,8 pCt.) und wies er gelatinirende dunkelbraune harzglänzende fremde Körner nach. *Blomstrand* dagegen betrachtet den Thor- und Siliciumgehalt als wesentliche Bestandtheile des M. selbst. Uebrigens erweisen sich viele Monazite u. d. M. als mit zahlreichen fremden Interpositionen erfüllt. V. d. L. schwer schmelzbar, mit Schwefelsäure befeuchtet färbt er die Flamme grün; in Salzsäure löslich mit Hinterlassung eines weissen Rückstandes. — Als accessorischer Gemengtheil eingewachsen in granitischen Gesteinen: Schreiberhau im Riesengebirge, Schüttenhofen im Böhmerwald und Pisek in Böhmen, Nöterö und Gegend von Moss in Norwegen, Impilaks in Finnland, Miask, Amelia Court House in Virginien (Massen von 15—20 Pfund im Albitgranit), Alexander Co. und Stony Point in Nordcarolina; amerikanische Vorkommnisse sind wohl auch Eremit genannt worden. Nach *Derby* mikroskopisch in vielen Gneissen und manchen Graniten Brasiliens. — Aufgewachsen in meist gelben und braunen diamantglänzenden Krystallen (z. Th. sog. Turnerit): Le Puy nahe St. Christophe im Dauphiné mit Anatas, Quarz, Ilmenit, Albit; Sta. Brigitta unweit Ruäras im Tavetschthal, Cornerathal, Piz Cavradi, Perdatsch im Val Nalps, Amsteg im Maderaner Thal, Alp Lercheltini im Binnenthal in der Schweiz, Säulenkopf auf der Nillalpe bei Prägratten, Tirol. In Sanidin-Auswürflingen des Laacher Sees. — Als lose Kryställchen und Körnchen in manchen Sanden: Fluss Sanarka im Ural, in den goldführenden Sanden des östl. Sibiriens und Nordcarolinas, vom Rio Chico bei Antioquia (Columbien), in den Diamantsanden von Minas Geraës und Bahia; der diamantführende Sand von Caravellas in Bahia wird vorwiegend aus gelben glänzenden Monazitkörnern zusammengesetzt. In einer thonähnlichen Kluftausfüllung (kaum 1 Mm. grosse Krystalle) bei Nil St. Vincent in Belgien, nach *Renard*.

**Gebrauch.** Dient wie andere Mineralien, welche La, Di, Er, Y, Th, Zr, Ce, Nb enthalten (Thorit, Orangit, Aeschynit, Euxenit, Yttrotantalit, Gadolinit, Orthit, Cerit, Zirkon) zur Darstellung der Leuchtkörper im Gasglühlicht.

Kryptolith (Phosphocerit) nannte *Wöhler* äusserst feine weingelbe durchsichtige Nädelchen (nach *H. Fischer* etwa 0,045—0,224 Mm. lang, 0,004—0,016 Mm. dick), welche in derbem, namentlich röthlichem Apatit von Arendal eingewachsen sind, und erst dann sichtbar werden, wenn ein Apatitstück eine Zeitlang in verdünnter Salpetersäure gelegen hat; sie machen 2—3 pCt. der Masse aus. Die Analyse gab 70,26 Ceroxyd (mit etwas Lanthan und Didym), 1,51 Eisenoxydul, 27,37 Phosphorsäure, daher die Zus. des Monazits. Unschmelzbar; als feines Pulver von conc. Schwefelsäure vollständig zerlegbar. — *Mallard* fand im Apatit von Midbö n. von Tvedestrand Kryställchen, die er für identisch mit *Wöhler*'s Kryptolith hält und welche die Schmelzbarkeit, Härte, optischen und geometrischen Eigenschaften des Monazits zeigten. Die Nädelchen liegen auch im Moroxit von der Slüdianka in Sibirien. Eine ganz übereinstimmende Zus. hat nach *Watts* ein grüngelbes krystallinisches Pulver, welches beim Auflösen des gerösteten Kobaltglanzes von Johannesberg in Schweden zurückbleibt.

**Triphylin,** *Fuchs*, und **Lithiophilit,** *Brush* und *Dana*.

Rhombisch, fast nur derb in individualisirten Massen oder grosskörnigen Aggregaten; doch wies *Tschermak* an einigen zersetzten Exemplaren die Comb. von $\infty P$ 133°, $\infty P2$ 97°59′, $\bar{P}\infty$ 79°6′, $2\breve{P}\infty$ 87°3′, $0P$ und $\infty\breve{P}\infty$ nach. A.-V. = 0,4348 : 1 : 0,5265. Spaltb. nach $0P$ vollk., nach $\infty\breve{P}\infty$ und $\infty P$ unvollk. H. = 4...5; G. = 3,5...3,6. — Chem. Zus.: Allgemein ein Phosphat von Lithion, Eisenoxydul und Manganoxydul, $Li(Fe,Mn)PO^4$. Es existiren zwei Endglieder, nämlich 1) der grünlichgraue blaugefleckte fettglänzende Triphylin, das manganhaltige Lithioneisenphosphat $LiFePO^4$; manganfrei würde dasselbe bestehen aus 45,5 Eisenoxydul, 9,5 Lithion, 45 Phosphorsäure; 2) der hell lachsfarbige, bräunlichgelbe, glas- bis fettglänzende Lithiophilit, das eisenhaltige Lithionmanganphosphat $LiMnPO^4$, welches eisenfrei 45,4 Manganoxyd, 9,6 Lithion, 45,3 Phosphorsäure enthalten würde. Zwischen beiden bestehen Uebergänge. Geringe Mengen von CaO, MgO, $Na^2O$ pflegen vorhanden zu sein. Mit

der Zunahme des Eisens wachsen die Werthe der Brechungsquotienten und verkleinern sich zunächst die optischen Axenwinkel rapid; die opt. Axenebene ist für Lithiophilit 0P, für Zwischenglieder $\infty\breve{P}\infty$, für Triphylin wahrscheinlich $\infty\check{P}\infty$ (*Penfield*); vgl. auch S. 238. V. d. L. zerknistern diese Mineralien und schmelzen dann sehr leicht und ruhig, färben dabei die Flamme intensiv lithionroth mit blassgrünen Streifen am unteren Ende, nach vorheriger Befeuchtung mit Schwefelsäure deutlicher grün; mit Soda auf Platinblech die Reaction auf Mangan; leicht löslich in Salzsäure; wird die Sol. abgedampft und der Rückstand mit Alkohol digerirt, so brennt der letztere mit purpurrother Flamme. — Der Triphylin findet sich am Rabenstein bei Zwiesel in Bayern, mit Beryll, Oligoklas und grünem Glimmer, zu Ketyö im finnischen Kirchspiel Tammela (sog. Tetraphylin), Norwich in Massachusetts, Grafton in New-Hampshire. Bei der Verwitterung wird er braun und undurchsichtig und geht in den sog. Pseudotriplit über. Der Lithiophilit zu Branchville in Connecticut und bei Tubbs Farm in Maine. — Bei Branchville kommt sehr selten auch das rhombische tiefweingelbe Natronmanganphosphat $NaMnPO^4$, Natrophilit (*Brush* und *E. S. Dana*) vor.

In einem Pegmatitgang bei Grafton (New-Hampshire) findet sich als grosse Seltenheit noch ein anderes neutrales Orthophosphat, der monokline Graftonit (*Penfield*), welcher in dünnen lachsfarbigen Lagen gesetzlich mit blassgrünem Triphylin verwachsen ist; seine Formel ist $(Fe,Mn,Ca)^3[PO^4]^2$.

**Beryllonit,** *E. S. Dana* und *Wells*.

Rhombisch, $\infty P$ 120° 15′; A.-V. = 0,5724 : 1 : 0,5490. Kurzprismatische oder tafelartige Krystalle, sehr flächenreich, mit besonders entwickelter Prismen- und Brachydomenzone. Ausser den 3 Pinakoiden wurden gleich bei der ersten Untersuchung 12 Prismen, 3 Makrodomen, 11 Brachydomen, 20 Pyramiden festgestellt. Zwillinge nach $\infty P$. Spaltb. namentlich basisch sehr vollk.; Bruch ganz quarzähnlich. H. = 5,5 ... 6; G. = 2,843; glasglänzend, farblos, weiss oder schwach gelblich. Auf 0P ausgezeichnete fast quadratähnliche natürliche Aetzeindrücke; reich an mikroskopischen Flüssigkeiten, darunter auch liquide Kohlensäure. — Chem. Zus.: Das dem Triphylin ganz analoge Natriumberylliumphosphat $NaBePO^4$ mit 24,4 Natron, 19,7 Beryllerde, 55,9 Phosphorsäure. Langsam aber völlig in Säuren löslich. — In einem zersetzten Granitgang zu Stoneham in Maine.

## Arsenate.

**Berzeliit,** *Kühn* (Kühnit, *Brooke*).

Regulär; Combination $202.\infty O\infty.\infty O.\infty O2$ nach *Flink*; meist derb ohne Spaltb.; gelblichweiss bis honiggelb und schwefelgelb, bisweilen grün, weil dann mit unzähligen kleinen Hausmannit-Kryställchen durchwachsen; fettglänzend; isotrop, doch längs unregelmässiger Sprünge doppeltbrechend. H. = 5; G. = 4,07 ... 4,09. — Chem. Zus.: Neutrales Orthoarsenat von Kalk und Magnesia, worin auch ganz wenig Manganoxydul, $(Ca,Mg,Mn)^3[AsO^4]^2$, mit ca. 23 Kalk, 15 Magnesia, 60 Arsensäure; *Flink* fand 8,4 MnO und 0,73 $Na^2O$. V. d. L. leicht zu brauner Perle schmelzend; in Salpetersäure vollkommen löslich. — Långban in Schweden in Kalkstein; auf der Mossgrube in Wermland (stark doppeltbrechend und regelmässig zweiaxig). — Der Pyrrhoarsenit, ebenfalls von Långban (feuerroth) und von der Sjö-Grube in Örebro (morgenrothe Adern im Hausmannit), ist ein auch etwas Antimonsäure haltender, grösstentheils einfachbrechender Berzeliit, in welchem MgO bis auf kaum 1 pCt. sinkt, MnO bis über 20 pCt. steigt und daneben ein $Na^2O$-Gehalt von 5 pCt. erscheint.

Carminspath, *Sandberger* (Carminit) bildet bei Horhausen in Rheinpreussen auf Quarz und Brauneisenerz büschelförmige und traubige Aggregate feiner rhombischer glasglänzender Nädelchen, von H. = 2,5, G. = 4,105, carminroth bis ziegelroth. Besteht aus 29,14 Eisenoxyd, 23,62 Bleioxyd, 47,24 Arsensäure, was vielleicht auf die Formel $Pb^3[AsO^4]^2.10FeAsO^4$ führt; in Säuren mit gelber Farbe löslich; Kalilauge zieht Arsensäure aus.

## Vanadinate.

**Pucherit,** *Frenzel*.

Rhombisch, formell ähnlich dem Euchroit; hauptsächliche Formen nach *Frenzel*, welcher die Ebene der vollkommensten Spaltbarkeit als 0P nimmt: $\infty P$ 123° 55′, 0P, $\infty\breve{P}\infty$, $\check{P}\infty$, $\check{P}2$ (seitl. Polk. 145° 20′), $\frac{1}{2}P$; A.-V. = 0,5327 : 1 : 2,3357. Krystalle sehr klein, einzeln aufgewachsen, hyacinthroth, gelblichbraun, röthlichbraun bis schwärzlichbraun, glas- bis diamantglänzend; H. = 4; G. = 6,249. — Chem. Zus. nach *Frenzel*: Neutrales orthovanadinsaures Wismut, $BiVO^4$, mit 71,77 Wismutoxyd und 28,23 Vanadinsäure (davon ein kleiner Theil durch Arsensäure und Phosphorsäure vertreten). Decrepitirt heftig, gibt in Salzsäure unter Chlorentwickelung

eine tiefrothe Lösung, die beim Stehen oder Eindampfen grün wird, und beim Verdünnen einen gelblichen Niederschlag bildet. — Pucherschacht bei Schneeberg, Grube Sosaer Glück bei Eibenstock, Grube Arme Hilfe bei Ullersreuth im reuss. Vogtland.

**Dechenit,** *Bergemann.*

Rhombisch; bei Kappel in Kärnten sehr kleine rhombische Pyramiden, mit den Polk. 113°30′ und 125°30′, Randk. 91° (nach *Grailich*); A.-V. = 0,8354 : 1 : 0,6538, sonst nur in kleintraubenförmigen oder in dünnschaligen warzigen Aggregaten; pseudomorph nach Bleiglanzoktaëdern. H. = 3,5; G. = 5,81 ... 5,83; roth bis röthlichgelb und nelkenbraun, Strich gelblich bis pomeranzgelb, im Bruch fettglänzend, kantendurchscheinend. — Chem. Zus.: Neutrales metavanadinsaures Blei, $Pb[VO^3]^2$, mit 54,99 Bleioxyd und 45,01 Vanadinsäure, auch ist bisweilen etwas ZnO vorhanden. V. d. L. in der Zange und auf Kohle leicht zu gelblicher Perle schmelzend, aus welcher sich auf Kohle Bleikörner reduciren, mit Phosphorsalz im Red.-F. grün, im Ox.-F. gelb. In verdünnter Salpetersäure leicht löslich, auch zersetzbar in Salzsäure unter Bildung von Chlorblei und einer grünen Solution, die sich mit Wasser bräunlich färbt, sowie in Schwefelsäure unter Abscheidung von Bleisulfat. — Schmale Trümer im dunkelrothen Letten des Buntsandsteins bei Niederschlettenbach in Rheinbayern; Zähringen bei Freiburg i. Br. als gelbrothe Krusten auf Quarz; auch bei Kappel in Kärnten.

*Fischer*'s Eusynchit, gelblichrothe kleine kugelige und traubige Aggregate, sowie radialfaserige Ueberzüge, scheint ein neutrales Orthovanadinat, $R^3[VO^4]^2$, worin R = Pb und Zn im At.-Verh. 3 : 4. Leicht schmelzbar zu bleigrauer Kugel, aus welcher auf Kohle Blei reducirt wird; in Salpetersäure leicht löslich. — Hofsgrund bei Freiburg i. Br. auf zelligem Quarz.

## Niobate und Tantalate.

**Columbit,** *G. Rose* (Niobit).

Rhombisch, isomorph mit Tantalit; sehr nahe homöomorph mit Wolframit, wie *G. Rose* zeigte; P (*u*) Polk. 104° 10′ und 151° 0′, Randk. 83° 8′ nach *Schrauf*. A.-V. = 0,4074 : 1 : 0,3347. Gewöhnlichste Formen sind: 0P (*c*), $\infty\breve{P}\infty$ (*b*), $\infty\bar{P}\infty$ (*a*), $\infty$P (*g*) 135° 40′ $\infty$r3 (*m*) 101° 26′, P (*u*), 2P (*s*), $3\breve{P}3$ (*o*) $3\breve{P}\frac{3}{2}$ ($\pi$), $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ (*l*) 161° 0′, $\breve{P}\infty$ (*k*) 143° 0′, $2\breve{P}\infty$ (*h*) 112° 26′, $\bar{P}\infty$ (*i*) 101° 12′, $2\bar{P}\infty$ (*e*) 62° 40′, und andere. Die manchfaltigen und oft sehr complicirten Combinationen sind entweder tafelartig bei sehr vorwaltendem Brachypinakoid (Fig. 1, 2, Krystalle aus Bayern, Russland, Connecticut), oder kurz (jedoch horizontal) säulenförmig, wenn mit dem Brachypinakoid zugleich Brachydomen vorherrschen (Fig. 3, 4, Krystalle aus Grönland).

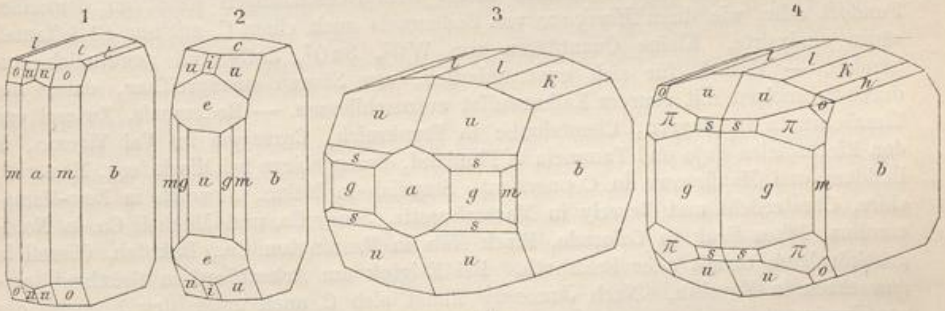
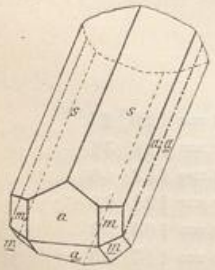



Fig. 1. $\infty\breve{P}\infty . \infty\breve{P}3 . \infty\bar{P}\infty . 0P . 3\breve{P}3 . P . \frac{1}{2}\breve{P}\infty$.
Fig. 2. $\infty\breve{P}\infty . \infty\bar{P}\infty . \infty P . \infty\breve{P}3 . 0P . P . 2\bar{P}\infty . \bar{P}\infty$.
Fig. 3. $\infty\breve{P}\infty . \breve{P}\infty . \frac{1}{2}\breve{P}\infty . P . \infty\bar{P}\infty . \infty P . 2P . \infty\breve{P}3$.
Fig. 4. $\infty\breve{P}\infty . \frac{1}{2}\breve{P}\infty . \breve{P}\infty . 2\breve{P}\infty . \infty P . P . 3\breve{P}\frac{3}{2} . \infty\breve{P}3 . 2P . 3\breve{P}3$.

| | | |
|---|---|---|
| $m : a = 129° 17′$ | $o : b = 120° 6′$ | $i : a = 129° 24′$ |
| $m : b = 140 43$ | $o : c = 127 48$ | $i : c = 140 36$ |
| $g : a = 157 50$ | $o : m = 142 22$ | $e : a = 148 40$ |
| $g : b = 112 10$ | $l : b = 99 30$ | $e : c = 121 20$ |
| $u : b = 104 30$ | $k : b = 108 30$ | $s : u = 160 59$ |
| $u : c = 138 26$ | $h : b = 123 47$ | $\pi : b = 117 33$ |

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die umstehenden Figuren und Winkel sind *Schrauf* entlehnt (Sitzgsber. Wiener Akad. Bd. 44. 1861. 445). An Krystallen von Standish in Maine fand *E. S. Dana* das auf *Schrauf*'s Stellung bezogene A.-V. als 0,4023 : 1 : 0,3579. Krystalle stets eingewachsen; $\infty\breve{P}\infty$ meist vertical gestreift, zumal an den tafelförmigen Krystallen; bei letzteren findet sich bisweilen eine Zwillingsbildung nach $2\bar{P}\infty$ (*e*), so dass die beiden Verticalaxen 62° 40′ bilden, wie in beistehender Abbildung eines Zwillings von Bodenmais ($n = 2\bar{P}2$), welcher durch die verticale Streifung auf *b* selbst federartig gestreift erscheint. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ recht deutlich, nach $\infty\bar{P}\infty$ ziemlich deutlich, basisch undeutlich; H. = 6; G. = 5,37 ... 6,39; nach *Marignac* steigt das G. mit dem Gehalt an Tantalsäure. Bräunlichschwarz bis eisenschwarz; Strich kirschroth in den frischen und reinen Varr., ausserdem röthlichbraun bis schwarz; metallartiger Diamantglanz; undurchsichtig, in dünnen Splittern durchscheinend. — Chem. Zus.: Der C. ist nur selten blos metaniobsaures Eisenoxydul, $\mathbf{Fe[NbO^3]^2}$, gewöhnlich eine Mischung von diesem mit tantalsaurem Eisenoxydul, $m\mathbf{Fe[NbO^3]^2} + n\mathbf{Fe[TaO^3]^2}$, mit vorwaltendem Niobat; die tantalreichen Columbite gehen daher in die niobreichen Tantalite über. FeO wird, wie im Tantalit, immer theilweise durch MnO ersetzt; in einer Var. von Branchville in Connecticut fand *Comstock* gar 15,58 pCt. des letzteren auf nur 0,43 FeO; die allgemeinste Formel wäre darnach $\mathbf{(Fe,Mn)[(Nb,Ta)O^3]^2}$. Die grönländischen C.e sind die tantalärmsten; aus solchen erhielt *Marignac* nur 3,30, *Hermann* nur 0,56 pCt., *Blomstrand* selbst gar keine Tantalsäure ($n = 0$); dies ist also das reine Niobat, welches 21,18 Eisenoxydul und 78,82 Niobsäure erfordern würde. Auch die C.e aus Nordcarolina und Colorado sind nach *Lawrence Smith* sehr arm an Tantalsäure. Dagegen fand *Blomstrand* in dem C. von Haddam mehr als 28, in einer Var. von Bodenmais fast 23, in einer anderen Var. ebendaher über 30, und *Rammelsberg* sogar 33 pCt. Tantalsäure; hierin ist $m : n = 4 \ldots 2 : 1$. Uebrigens wechselt auch hier das Verhältniss beider Grundverbindungen selbst an demselben Fundort sehr, wie denn *Marignac* von Bodenmais auch einen C. mit nur 13,4 Tantalsäure analysirte. Kleine Quantitäten von $WO^3$, $SnO^2$, $ZrO^2$ sind gewöhnlich vorhanden. — V. d. L. für sich unveränderlich, von Säuren unangreifbar, daher nur durch Schmelzen mit saurem Kaliumsulfat aufzuschliessen. — Bodenmais, Zwiesel und Tirschenreuth in Bayern, Chanteloube in Frankreich, Craveggia im Val Vigezzo, in den Kirchspielen Pojo und Tammela in Finnland, Ilmengebirge bei Miask (sog. Mengit), Haddam und Middletown in Connecticut, Standish in Maine, Acworth in New-Hampshire, Chesterfield und Beverly in Massachusetts, Janey Co. und Mitchell Co. in Nordcarolina, Pikes Peak in Colorado, Black Hills in Pennington Co., Dakotah, überall in grobkörnigem Granit oder Feldspath. Bei Evigtok am Arksutfjord in Grönland, eingewachsen in Kryolith. Nach *Janovsky* findet sich C. auch unter den Körnern des sog. Iserins.



Eine tetragonale Modification der Columbitsubstanz liegt in dem Mossit (*Brögger*) vor; kleine schwarze Krystalle mit $\infty P\infty$, 0P, P (Polk. 123° 9′, Randk. 84° 38′), $P\infty$, $3P\infty$ u. s. w. A.-V. = 1 : 0,6438; in der Fig. ist $m = \infty P$, $a = \infty P\infty$, $s = P$. Die meisten Krystalle sind aber Zwillinge nach $P\infty$, prismatisch verlängert nach der Polkante von P, weshalb sie am freien Ende völlig rhombischen einfachen Krystallen gleichen. — G. = 6,45. Die Analyse ergab $\mathbf{Fe[NbO^3]^2}$ und $\mathbf{Fe[TaO^3]^2}$ im Verhältniss 1 : 1, was 16,9 Eisenoxydul, 31,2 Niobsäure, 51,9 Tantalsäure erfordert. — Von einem Pegmatitgang bei Berg im Kirchspiel Råde bei Moss, Norwegen.

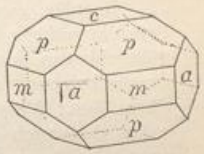
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Tantalit,** *Ekeberg*, und Ixiolith.

Rhombisch, isomorph mit Columbit; Krystalle meist säulenförmig verlängert und dick tafelartig nach $\infty\breve{P}\infty$, ihre Flächen glatt, aber oft uneben und nur selten spiegelnd; auch derb und eingesprengt. Spaltb. sehr unvollk. nach $\infty\breve{P}\infty$; Bruch muschelig, bis uneben; H. = 6...6,5; G. = 6,3...8,0, überhaupt um so höher, je mehr Tantalsäure, um so leichter, je mehr Niobsäure vorhanden ist; eisenschwarz; unvollkommener Metallglanz, in Diamantglanz und Fettglanz geneigt; undurchsichtig. — Chem. Zus.: Wesentlich Mischungen von metatantalsaurem und -niobsaurem Eisenoxydul (und Manganoxydul): $m\,Fe[TaO^3]^2 + n\,Fe[NbO^3]^2$; dabei ist $m$ grösser als oder mindestens gleich $n$, und hier gehen alsdann die Tantalite in die Columbite über. Ganz reines niobfreies $Fe[TaO^3]^2$ würde aus 13,95 Eisenoxydul und 86,05 Tantalsäure bestehen; sehr reich an letzterer ist die Var. von Chanteloube. Gewöhnlich ist in den Tantaliten auch etwas $SnO^2$, bisweilen sehr spärlich $TiO^2$ vorhanden. Uebrigens ist das Verhältniss beider Grundverbindungen selbst an demselben Fundpunkt nicht constant. Eine Var. von Broddbo ergab noch 6 pCt. Wolframsäure. Die zinnreichen Varietäten sind auch meist reicher an MnO (4 bis 7 pCt.), und von *Nordenskiöld* unter dem Namen Ixiolith (richtiger Ixionolith) von den übrigen Tantaliten getrennt worden; doch enthielt auch ein zinnfreier T. von Utö 9,5 MnO (daneben 1,2 Kalk), ein anderer aus den Goldwäschen der Sanarka gar 13,88 MnO, aber nur 0,67 $SnO^2$ und $WO^3$. — V. d. L. unschmelzbar und unveränderlich; von Säuren gar nicht oder nur wenig angegriffen. — Selten; bei Finbo und Broddbo unweit Fahlun in Schweden, bei Chanteloube unweit Limoges, Paris in Maine, überall in Granit eingewachsen.

**Tapiolit,** *E. Nordenskiöld.*

Tetragonal, und isomorph mit Mossit; in seiner Substanz aber mit dem Tantalit völlig übereinstimmend, weshalb auch hier ein Beispiel von Dimorphie vorliegt. Die abgebildete Comb. zeigt $\infty P$ ($m$), $\infty P\infty$ ($a$), P ($p$), 0P ($c$); A.-V. = 1 : 0,6528; doch kommen auch hier wie beim Mossit Zwillinge nach $P\infty$, verlängert nach einer Polkante von P vor. Nach *Brögger* ist der als rhombisch geltende sog. Tantalit (Skogbölit) von Härkasaari im finnischen Kirchspiel Tammela und von Skogböle im Kirchspiel Kimito nichts als auf diese Weise verzwillingter und dadurch scheinbar rhombisch aussehender Tapiolit. — H. = 6; G. = 7,36...7,8; schwarz, stark glänzend. Eine Analyse von *Rammelsberg* ergab z. B. 15,28 Eisenoxydul und Manganoxydul, 73,91 Tantalsäure und 11,22 Niobsäure. — Auch zu Sukkula im Kirchspiel Tammela im Granit, in den Feldspathbrüchen von Topsham, Maine.




Anm. Die isomorphen $RNb^2O^6$ und $RTa^2O^6$ sind auch dimorph, indem das erstere im rhombischen Tantalit und tetragonalen Tapiolit vorliegt. — Wenn Tapiolit auch eine Isomorphie mit Rutil zeigt, so erklärte dies *Kenngott* in der Weise, dass, sofern die Formel des Rutils $Ti^3O^6$ geschrieben wird, sowohl dieser, als jede Grundverbindung des Tapiolits 3 At. Metall (zusammen mit 12 Valenzen) auf 6 At. Sauerstoff aufweist.

**Yttrotantalit,** *Berzelius.*

Rhombisch nach *Nordenskiöld*; den Krystallen, welche bald kurz säulenförmig, bald tafelförmig erscheinen, liegt meist die Comb. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.0P$ zu Grunde; sie sind stets eingewachsen und meist sehr unvollkommen ausgebildet; $\infty P$ 121° 48′, $2\breve{P}\infty : 0P = 103° 26'$ (schwankend von 101° 30′ bis 105°); auch in eingewachsenen Körnern und krystallinischen Partieen. Bruch muschelig bis uneben; theils sammtschwarz mit grauem Strich und halbmetallischem Glanz, theils wie amorph bräunlichgelb bis strohgelb, glas- bis fettglänzend. — Chem. Zus.: Wesentlich wohl ein (Pyro-)Tantalat (und -Niobat) von Yttrium und Erbium, $Y^4[Ta^2O^7]^3$ mit tantalsaurem Kalk und Eisenoxydul, sowie kleineren Mengen von Uran, Wolfram und Zinn. Ein Wassergehalt von 4—6 pCt. ist wahrscheinlich secundär aufgenommen. V. d. L. unschmelzbar, in Säuren nicht löslich, durch Schmelzung mit saurem schwefelsaurem Kali aber völlig zersetzbar. — Ytterby, Finbo und Korarfvet in Schweden.

**Fergusonit,** *Haidinger* (Brauner Yttrotantalit).

$$\frac{3P\frac{3}{2}}{2}.P.\frac{\infty P\frac{3}{2}}{2}.0P$$

$$x \quad s \quad r \quad i$$

$s : s = 100° 54'$
$s : i = 115\ 16$
$x : r = 169\ 17$




Tetragonal, und zwar pyramidal-hemiëdrisch, überhaupt isomorph mit Scheelit und Wulfenit; P ($s$) 128° 28′ nach *Miller*; A.-V. = 1 : 1,464; gewöhnliche Comb. $P.\frac{1}{2}\infty P\frac{3}{2}.0P$, in anderen Krystallen ist auch die halbe ditetragonale Pyramide $3P\frac{3}{2}$ ($x$) recht vorherrschend ausgebildet (vgl. die Figur); die undeutlichen Krystalle von Ytterby erscheinen als kurze tetragonale Prismen oder Pyramiden mit abgestumpften Polecken; die von Schreiberhau bilden dünne, bis

3 Linien lange, sehr spitze und etwas bauchige tetragonale Pyramiden, oft in feine Strahlen ausgezogen; gewöhnlich eingewachsen in Quarz. — Bruch unvollk. muschelig; spröd; H. = 5,5...6; G. = 5,6...5,9, bei Verwitterung leichter und weicher werdend; dunkel schwärzlichbraun bis pechschwarz, Strich hellbraun, fettartiger halbmetallischer Glanz, undurchsichtig, nur in feinen Splittern durchscheinend. — Chem. Zus.: Wesentlich ein (Ortho-)Niobat (und -Tantalat) von Yttrium $Y(Nb,Ta)O^4$ mit Erbium, Cer, Uran in verschiedenen Verhältnissen, auch Eisen, Kalk u. s. w.; ein geringer variabler Wassergehalt ist mit grösster Wahrscheinlichkeit secundär. Eine Analyse des F. aus Massachusetts von *Lawrence Smith* ergab z. B. 46,01 Yttererde, 4,23 Ceroxyde, 0,25 Eisenoxydul und Uranbioxyd, 48,75 Niobsäure, 1,65 Wasser. Das Mineral wird bei einer 500°—600° nicht überschreitenden Temperatur plötzlich glühend und entwickelt Helium, dessen Betrag im Ganzen 0,0326 pCt. ausmacht; dabei vermindert sich das spec. Gew. — Sehr selten; Cap Farewell in Grönland, Ytterby in Schweden, Helle unweit Arendal (sog. Tyrit), Josephinenhütte unweit Schreiberhau im Riesengebirge (uranreich), auch im Feldspath des Granits von Rockport, Massachusetts, in den goldführenden Sanden von Brindletown, Burke Co., in Nordcarolina.

Der Sipylit (*J. W. Mallet*) in kleinen irregulären Partieen von bräunlichschwarzer Farbe und metallischem Harzglanz, dürfte dem Fergusonit nahe stehen, da ein Krystall eine tetragonale Pyramide mit Randk. 127° ergab (A.-V. = 1 : 1,476) und die Substanz zur Hauptsache das Erbium-Orthoniobat $ErNbO^4$ mit Cermetallen darzustellen scheint, sofern der Wasserstoff des gefundenen Wassers mit als Metall berechnet wird. Zeigt v. d. L. lebhaftes Aufglühen, noch stärker als Gadolinit. — Little Friar Mountains bei Amherst in Virginien in einem Gemenge von Allanit und Magnetit.

**Mikrolith,** *Shepard.*

Regulär, gewöhnlich in der Comb. O.∞O und O.2O2, auch 3O3 und 2O ist beobachtet. — Bruch muschelig bis uneben; H. = 5...6; G. = 5,5...5,6; hellgraugelb, strohgelb bis dunkelröthlichbraun, ins Braunschwarze; fettglänzend bis glasglänzend, durchscheinend bis kantendurchscheinend, auch einmal vollkommen durchsichtig gefunden von dem G. = 6,13. — Chem. Zus.: Wesentlich ein neutrales (Pyro-)Tantalat (und -Niobat) von Kalk, $Ca^2Ta^2O^7$, worin neben CaO auch etwas MgO, MnO, FeO oder Alkalien zugegen sind, auch etwas Ta durch Nb ersetzt ist, ferner ist ein kleiner Gehalt an Fluor und Wasser nachgewiesen. — Eingewachsen im Albit zu Chesterfield in Massachusetts; in den Glimmergruben von Amelia Co., Virginien, in bis ¾ Zoll grossen Krystallen und grossen krystallinischen Massen; im turmalinführenden Petalit von Utö (sehr kleine Krystalle); auf den Feldspathen granitischer Gänge bei Le Fate und Facciatoia auf Elba (0,5 Mm. gross); mikroskopisch auf Aegirinkrystallen von Igaliko, Grönland. — Zum Mikrolith gehört wohl auch der Pyrrhit (*G. Rose*) von Alabaschka unweit Mursinsk (kleine pomeranzgelbe Oktaëder) und im Granit von San Piero auf Elba.

**Hjelmit,** *Nordenskiöld.*

Rhombisch nach *Weibull*; Formen ∞P 129¾°, ½P̄∞, ∞P̆3/2 108¼°, P̄∞ 134½°; A.-V. = 0,465 : 1 : 1,026. Krystalle als stumpfe vierseitige Pyramiden sind aber sehr selten; gewöhnlich derb in kleinen Trümern, dem schwarzen Yttrotantalit sehr ähnlich. Bruch körnig; H. = 5; G. = 5,82; sammtschwarz, Strich schwärzlichgrau; metallglänzend. — Hält nach *Weibull* hauptsächlich 72,2 Tantalsäure und 3,6 Niobsäure, 2,1 Wolframsäure und Zinnsäure, 6,2 Kalk, ferner Magnesia, Uran und wenig Wasser, doch war das Material nicht unzersetzt. — Bei Korarfvet in grobkörnigem Granit mit Pyrophysalit, Granat und Gadolinit.

**Samarskit,** *H. Rose* (Uranotantal, Yttroilmenit).

Rhombisch, gewöhnl. Comb. des aus N.-Carolina ∞P̄∞.∞P̆∞.P̄∞.∞P̆2.P, mitunter mit ∞P und 3P̆3/2 nach *E. Dana*; ∞P 122°46′, ∞P̆2 95°, P̄∞ 93°; A.-V. = 0,5456 : 1 : 0,5178, Krystalle meist rectangulär-prismatisch, indem ∞P̄∞ und ∞P̆∞ im Gleichgewicht, oder tafelartig durch Ueberwiegen eines derselben; auch wohl scheinbar rectangulär-prismatisch durch Vorwalten von P̄∞; in eingewachsenen platten Körnern bis zur Grösse einer Haselnuss, mit polygonalen Umrissen. Bruch muschelig; spröd; H. = 5...6; G. = 5,6...5,8; sammtschwarz, Strich dunkel röthlichbraun; starker halbmetallischer Glanz oder Fettglanz, undurchsichtig. — Chem. Zus. sehr complicirt; nach *Rammelsberg*'s Annahme $\overset{II}{R^3}\overset{III}{R^2}(Nb,Ta)^6O^{21}$, worin das zweiwerthige R = Fe, Ca, $UO^2$, das dreiwerthige = Y, Ce; ferner geringe Mengen von $SnO^2$, $WO^3$; einige Analysen fanden auch Zr und Th, *v. Chrustschoff* bis 1,5 pCt. Germanium. Im Kolben zerknistert er etwas, verglimmt, berstet dabei auf, wird schwärzlichbraun und vermindert sein G. bis auf 5,37; v. d. L. schmilzt er an den Kanten zu schwarzem Glas; mit

den Flüssen die Reactionen auf Niobsäure, Eisen und Uran; von Salzsäure schwer, aber vollständig zu einer grünlichen Flüssigkeit gelöst; leichter durch Schwefelsäure oder saures schwefelsaures Kali zerlegt. — Ilmengebirge bei Miask; in mehren Grafschaften von N.-Carolina, namentlich Mitchell Co. in der Nähe des North Joe River, (bis über 20 Pf. schwere Massen, hier, wie bei Miask von Columbit begleitet). — Der Nohlit von Nohl bei Kongsberg steht dem Samarskit nahe und ist vielleicht nur eine Zersetzungsphase desselben.

**Ånnerödit,** *Brögger.*

Rhombisch, in Winkeln dem Columbit sehr ähnlich; P Polk. 99° 41′ und 149° 52′, Randk. 87° 46′; $\infty P = 136° 2'$; beobachtete Formen ausser den Pinakoiden: $\infty P$, $\infty \breve{P}3$ (100° 44′), $\infty \breve{P}5$ (127° 18′), P, 2P, $2\breve{P}2$, $\breve{P}\infty$, $2\bar{P}\infty$ (58° 25′) u. a. A.-V. = 0,4037 : 1 : 0,3610. Gestalten bald langprismatisch polykrasähnlich, bald vertical tafelförmig nach $\infty\bar{P}\infty$, bald scheinbar quadratisch durch Gleichgewicht der beiden verticalen Pinakoide, bald kurzprismatisch und scheinbar monoklin. Durchkreuzungszwillinge nach $\infty\breve{P}5$, auch Zwillinge nach $2\bar{P}\infty$. — Bruch unvollk. muschelig. — H. = 6; G. = 5,7; schwarz, Strich heller, schwach metallischer bis fettähnlich halbmetallischer Glanz, undurchsichtig bis kantendurchscheinend. — Chem. Zus. nach *Blomstrand*: 48,13 Niobsäure, 2,51 Kieselsäure, 16,28 Uranoxydul, 2,37 Thorerde, 2,56 Ceroxyde, 7,10 Yttriumoxyde, 2,40 Bleioxyd, 2,38 Eisenoxydul, 3,35 Kalk, 8,19 Wasser, geringe Mengen von $ZrO^2$, MnO, MgO, Alkalien; ist vielleicht ein Pyroniobat. *Brögger* sieht den Wassergehalt als secundär an, da er auch bisweilen fast fehlte. Die wasserfreie Substanz würde der Zus. des Samarskits sehr nahe kommen; krystallographisch bestehen indessen erhebliche Gegensätze. Der Ånnerödit scheint in derselben Beziehung zum Columbit zu stehen, wie der Samarskit zum Tantalit. — In Pegmatitgängen der Halbinsel Ånneröd bei Moss in Norwegen.

**Koppit,** *A. Knop.*

Regulär, einzig beobachtete Form $\infty O\infty$, vormals zum Pyrochlor gerechnet; braun, durchsichtig, mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse enthaltend. G. = 4,45...4,56. — Chem. Zus. nach *Knop*: 61,90 Niobsäure, 10,10 Cer- (Didym-, Lanthan-) Oxyd, 16,00 Kalk, 1,80 Eisenoxydul, 0,40 Manganoxydul, 4,23 Kali, 7,52 Natron; ausserdem ein Fluorgehalt unter 2 pCt.; unterscheidet sich daher von dem Pyrochlor durch das Fehlen der Titanate und Thorate; die Zus. wird vielleicht, abgesehen von dem geringen Fluorgehalt, durch $5\mathbf{R}O.2\mathbf{Nb}^2O^5$ dargestellt. — Mit Apatit und Magnoferrit im körnigen Kalk von Schelingen (auch seltener bei Vogtsburg) am Kaiserstuhl.

Am Schluss seien noch erwähnt die diamantglänzenden röthlich- und grünlichgelben Körner des Stibiotantalits aus den Zinnerzsanden von Greenbushes in Westaustralien, welche $\mathbf{Sb}(\mathbf{Ta.Nb})O^4$ sind und 40,2 Antimonoxyd, 54,1 Tantalsäure, 7,6 Niobsäure ergaben (analog dem Antimonocker).

## 2. Wasserhaltige Phosphate, Arsenate, Vanadinate.

### a) Einfache Phosphate, Arsenate, Vanadinate.

**Brushit,** *Dana.*

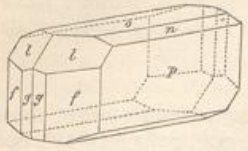
Monoklin, isomorph mit Pharmakolith; $\beta = 83° 24'$; A.-V. = 0,6236 : 1 : 0,3548; Krystalle lang säulenförmig, abgeplattet nach dem vollk. spaltbaren Klinopinakoid, zu zarten Gruppen und Krusten verbunden; farblos bis blassgelblich, durchsichtig bis durchscheinend; G. = 2,208; leicht löslich in Säuren; glüht mit grünem Licht und schmilzt v. d. L. Ist $\mathbf{H}CaPO^4 + 2\mathbf{H}^2O$; mit 32,53 Kalk, 41,29 Phosphorsäure, 26,16 Wasser; das Krystallwasser geht bei 240°, der Rest erst beim Glühen fort. Insel Sombrero, ein Product der Wirkung löslicher Bestandtheile des Guano auf den unterliegenden Korallenkalk; als gelblichweisses Pulver in der Minervade Grotte im s. w. Départ. Hérault. — Von der ersteren Lagerstätte wurden noch unterschieden der monokline Metabrushit, $2\mathbf{H}CaPO^4 + 3\mathbf{H}^2O$, und der amorphe Kollophan, $Ca^3[PO^4]^2 + \mathbf{H}^2O$. — Auf der Insel Moneta findet sich unter ähnlichen Verhältnissen der trikline Monetit, $\mathbf{H}CaPO^4$.

Ein ferneres basisches wasserhaltiges Calciumphosphat ist der farblose, monokline, langsäulenförmige Isoklas von Joachimsthal ($\infty P$ ca. 136° 50′), welcher empirisch $4\mathbf{Ca}O.P^2O^5 + 5\mathbf{H}^2O$ ist, was man als $\mathbf{Ca}^3[PO^4]^2.\mathbf{Ca}[O\mathbf{H}]^2 + 4\mathbf{H}^2O$ deuten kann.

**Pharmakolith,** *Hausmann.*

Monoklin, isomorph mit Brushit; $\beta = 83° 13'$, A.-V. = 0,6137 : 1 : 0,3622, nach *Schrauf*. In der folgenden Figur ist $P = \infty\breve{P}\infty$, $o = 0P$, $f = \infty P$ 117° 17′,

$g = \infty\breve{P}3$ 157° 2′, $n = \breve{P}\infty$ 140° 26′, $l = 3\breve{P}\frac{3}{2}$ 139° 4′. Krystalle nach der Klinodiagonale säulenförmig verlängert, klein und sehr selten; meist nur kurz nadel- und haarförmig, zu kleinen traubigen, nierförmigen Gruppen und radialfaserigen Krusten verbunden. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk., mild, in dünnen Blättchen biegsam; H. = 2 ... 2,5; G. = 2,730; farblos, weiss, auf $\infty\breve{P}\infty$ perlmutterglänzend, die faserigen Aggregate seidenglänzend; durchscheinend. — Chem. Zus.: $\mathbf{HCaAsO^4 + 2H^2O}$, mit 25,9 Kalk, 53,3 Arsensäure, 20,8 Wasser, wie die Analyse identischer künstlicher Krystalle durch *Dufet* feststellte; Reactionen dieselben wie bei Haidingerit. — Mit arsenhaltigen Erzen zu Andreasberg, Joachimsthal, Glücksbrunn, Wittichen, Riechelsdorf, Markirchen.



Der ähnliche weisse Pikropharmakolith, kleine kugelige und traubige, radialblätterige Aggregate, schwach perlmutterglänzend, ist wahrscheinlich $\mathbf{(Ca,Mg)[AsO^4]^2 + 6H^2O}$. — Riechelsdorf, Freiberg, Joplin in Missouri.

**Haidingerit,** *Turner.*

Rhombisch, ∞P 100°, $\breve{P}\infty$ 127°, $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ 147°, auch $\infty\breve{P}\infty$ und $\infty\bar{P}\infty$ sind vorwaltend; A.-V. = 0,8391 : 1 : 0,4986; die Figur stellt die Comb. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.\breve{P}\infty$ dar; Krystalle kurz säulenförmig, klein, meist zu drusigen Krusten verbunden. Zwillinge nach ∞P. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk.; mild, dünne Blättchen biegsam; H. = 2 ... 2,5; G. = 2,8 ... 2,9; farblos, weiss, durchsichtig und durchscheinend. — Chem. Zus.: $\mathbf{HCaAsO^4 + H^2O}$, mit 28,27 Kalk, 58,10 Arsensäure, 13,63 Wasser; schmilzt in der Zange im Ox.-F. zu weissem Email und färbt die Flamme hellblau, auf Kohle unter Arsendämpfen zu einem halbdurchscheinenden Korn; leicht löslich in Säuren. — Aeusserst selten: Joachimsthal, Wittichen, Grube Wolfgang bei Alpirsbach.



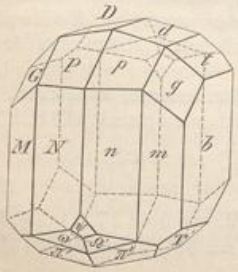
**Roselith,** *Lévy.*

Triklin nach *Schrauf* mit Axenwinkeln (89°, 90° 34′, 89° 20′) welche sehr nahe 90° sind (Mineral. Mitth. 1874. 137). Die kleinen, oft kugelige Aggregate bildenden Krystalle sind sehr flächenreich und von vielgestaltigem Habitus, dabei innerlich nach mehren Gesetzen lamellar verzwillingt. Bemerkenswerth ist die reichliche Entwickelung der Makrodomen mit complicirtem Zeichen, das Fehlen des Brachypinakoids und das zweifelhafte Auftreten der Prismenflächen. H. = 3,5; G. = 3,46; dunkelrosenroth. — Chem. Zus.: nach *Winkler*: 25,51 Kalk, 10,25 Kobaltoxydul, 3,65 Magnesia, 52,39 Arsensäure, 8,20 Wasser, woraus die Formel $\mathbf{R^3[AsO^4]^2 + 2H^2O}$ resultirt, worin R = 10 Ca : 3 Co : 2 Mg. Gibt mit Salzsäure eine blaue, beim Verdünnen rothe Lösung. Gruben Daniel und Rappold bei Schneeberg, auf Quarz.

Der trikline formähnliche weisse Brandtit von der Harstig-Grube bei Pajsberg ist ganz analog $\mathbf{Ca^2Mn[AsO^4]^2 + 2H^2O}$. — Weiter reiht sich hier an der trikline Fairfieldit, meist in radialstrahligen weissen bis blass strohgelben Aggregaten, mit einer vollk. gypsähnlichen Spaltb. und diamantähnlichem Perlmutterglanz. H. = 3,5. Ist analog $\mathbf{Ca^2Mn[PO^4]^2 + 2H^2O}$, mit 34,0 Kalk, 19,6 Manganoxydul, 39,4 Phosphorsäure, 10 Wasser; doch sind die Formen nicht unmittelbar mit Roselith und Brandtit übereinstimmend. Branchville in Connecticut, auch nach *Sandberger* zu Rabenstein im bayr. Wald als Zersetzungsproduct von Triphylin. — Messelit (*Muthmann*), undeutliche trikline Kryställchen, sternförmig gehäuft, farblos bis bräunlich, auf bituminösem Schieferthon bei Messel in Hessen, ist $\mathbf{(Ca,Fe)^3[PO^4]^2 + 2\frac{1}{2}H^2O}$.

**Wapplerit,** *Frenzel.*

Triklin nach *Schrauf* (Z. f. Kryst. IV. 1880. 281), doch mit fast monokliner Vertheilung und Anordnung der Flächen. $\alpha = 90° 14'$, $\beta = 95° 20'$, $\gamma = 90° 10\frac{1}{2}'$. A.-V. = 0,9004 : 1 : 0,2615.



| | | |
|---|---|---|
| $m = \infty P'$ | $t = 3,\breve{P}'\infty$ | $g = 3\breve{P}'\frac{3}{2}$ |
| $M = \infty'P$ | $T = 3'\breve{P},\infty$ | $G = 3'\breve{P}\frac{3}{2}$ |
| $n = \infty\bar{P}'2$ | $p = 2\bar{P}'2$ | $\omega = 4,\bar{P}4$ |
| $N = \infty'\bar{P}2$ | $P = 2'\bar{P}2$ | $\Omega = 4\bar{P},4$ |
| $d = ,\breve{P}'\infty$ | $\pi = 2,\bar{P}2$ | $\Psi = 10,\bar{P},\infty$ |
| $D = '\breve{P},\infty$ | $\Pi = 2\bar{P},2$ | $b = \infty\breve{P}\infty$ |
| $b : n = 114° 19'$ | $b : t = 128° 10'$ | $g : p = 157° 17'$ |
| $b : N = 113\ 59$ | $g : b = 123\ 14$ | $d : D = 150\ 48$ |
| $b : m = 132\ 0$ | $g : P = 159\ 8$ | |

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Prismenzone meist vorherrschend. Krystalle klein, meist reihenförmig gruppirt, krystallinische Krusten, hyalitähnliche, kleintraubige oder zähnige Aggregate und derbe glasähnliche Ueberzüge. Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$; mild; H. = 2...2,3; G. = 2,48; farblos, weiss, wasserhell. *Frenzel* erhielt 44,19 Kalk, 8,29 Magnesia, 47,70 Arsensäure, 29,40 Wasser, also ein Magnesia-Kalkarsenat $HRAsO^4 + 3\frac{1}{2}H^2O$, worin R = Ca und Mg, im Verh. 4:3. — Verliert bei 100° $2\frac{1}{2}$ Mol. Wasser (18 bis 20 pCt.) und verwandelt sich (wie Pharmakolith) alsdann in Haidingerit; bei 360° entweicht der Rest Wasser. — Joachimsthal, Schneeberg, Wittichen, Riechelsdorf, Bieber; von Pharmakolith begleitet.

**Newberyit,** *vom Rath.*

Rhombisch, P Polk. 109° 49′ und 112° 19′; $\infty P = 92° 39'$; A.-V. = 0,9548 : 1 : 0,9360 nach *Al. Schmidt.* Meist tafelförmig durch breite Ausdehnung von $\infty\bar{P}\infty$ oder rechtwinkelig säulenförmig durch gleichmässige Ausbildung der verticalen Pinakoide, am Ende namentlich mit $\frac{1}{3}\bar{P}\infty$ (52° 13′), $\breve{P}\infty$ (86° 13′) und $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ (56° 13′), auch mit P. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk., basisch unvollk.; H. etwas über 3; G. = 2,1. Wasserhell, doch mit feinem Guanostaub verunreinigt. — Chem. Zus. nach *Mac Ivor*: 23,02 Magnesia, 41,25 Phosphorsäure, 35,73 Wasser, woraus sich die Formel $HMgPO^4 + 3H^2O$ ergibt. — Im Guano der Skipton-Höhlen bei Ballarat, Victoria in Australien, quadratzollgrosse Krystalle; im Guano von Mejillones in Chile.

**Hoernesit,** *Haidinger.*

Monoklin, sehr wahrscheinlich isomorph mit Vivianit und Kobaltblüthe. Die bis halbzollgrossen sternförmig gruppirten Krystalle ähneln der gewöhnlichen Comb. des Gypses (Fig. 2, S. 556); doch messen ungefähr die Winkel $ff$ ($\infty P$) = 107°, $ll$ = 152°, Kante $ff$ : Kante $ll$ = 144°; Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk.; H. = 0,5...1,0; G. = 2,474; äusserst mild und in dünnen Blättchen biegsam; weiss, blass rosaroth, perlmutterglänzend, pellucid. — Chem. Zus. nach *K. v. Hauer*: $Mg^3[AsO^4]^2 + 8H^2O$, mit 24,28 Magnesia, 46,57 Arsensäure, 29,15 Wasser; schmilzt schon in der Kerzenflamme, gibt im Glasrohr mit Soda und Kohle erhitzt ein Sublimat von metallischem Arsen; mit Kobaltsolution befeuchtet und erhitzt rosenroth. — Früher ein einziges Stück im kais. Mineraliencabinet zu Wien, wahrscheinlich von Cziklova oder Oravicza; 1882 von *Bertrand* auch in einer thonigen Gangmasse von Nagyag gefunden. — Im Guano von Mejillones findet sich in weisslichen Knollen auch der monokline Bobierrit, von der analogen Zus. $Mg^3[PO^4]^2 + 8H^2O$.

**Vivianit,** *Werner* (Blaueisenerz, Anglarit, Mullicit).

Monoklin, isomorph mit Kobaltblüthe; nach *G. vom Rath* ist $\beta = 75° 34'$ (= $c : a'$ in Fig. 3); A.-V. = 0,7498 : 1 : 0,7017.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\infty P$ | $(m) = 108° 2'$ | $P$ | $(v) = 120° 26'$ | $\breve{P}\infty$ | $(w) = 54° 40'$ |
| $\infty\breve{P}3$ | $(y) = 152\ 48$ | $\frac{1}{2}P$ | $(r) = 142\ 13$ | $-\breve{P}\infty$ | $(n) = 39\ 15$ |
| $\infty\breve{P}\infty$ | $(a)$ | $-P$ | $(x) = 132\ 8$ | $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ | $(g) = 142\ 30$ |
| $\infty\breve{P}\infty$ | $(b)$ | $-\frac{1}{2}P$ | $(z) = 148\ 31$ | $\frac{3}{2}\breve{P}3$ | $(q)$ |
| $0P$ | $(c)$ | $3\breve{P}3$ | $(s) = 60\ 27$ | | |

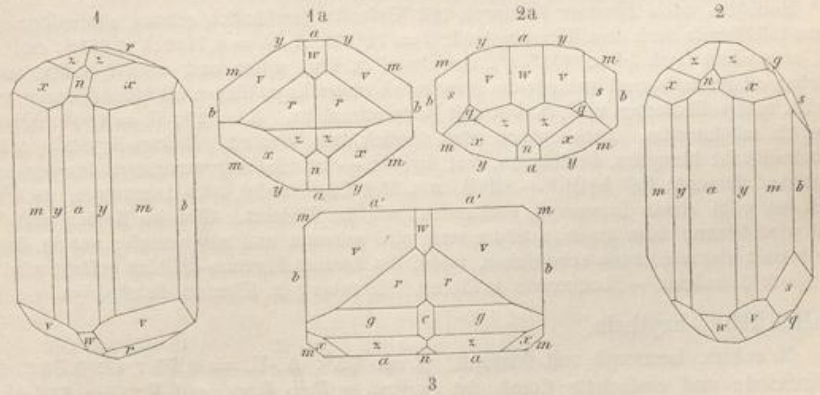



Fig. 1. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}3.P.-P.\frac{1}{2}P.-\frac{1}{2}P.\breve{P}\infty.-\breve{P}\infty$; Cornwall.
Fig. 2. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}3.P.3\breve{P}3.\breve{P}\infty.-P.-\frac{1}{2}P.-\breve{P}\infty$; Cornwall. — Fig. 1*a* und 2*a* sind die entsprechenden Horizontalprojectionen.
Fig. 3 die der Comb. $\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.\infty P.\frac{1}{2}\breve{P}\infty.-\frac{1}{2}P.-P.0P.\breve{P}\infty.-\breve{P}\infty$; Commentry.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Krystalle von Bodenmais sind ähnlich Fig. 3, zeigen jedoch am Ende nur P und $\breve{P}\infty$ vorherrschend; 0P ist nur selten und sehr untergeordnet. Alle Krystalle sind säulenförmig durch Vorherrschen der verticalen Formen; meist klein, einzeln aufgewachsen oder gruppirt; auch kugelige, nierförmige Aggregate von radial stengeliger und faseriger Textur, eingesprengt und in staubartigen Theilen als Blaueisenerde. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk.; mild, in dünnen Blättchen biegsam; H. = 2; G. = 2,6...2,7; indigblau bis schwärzlichgrün und bläulichgrün, Strich bläulichweiss aber bald blau werdend; auch die Blaueisenerde ist auf der Lagerstätte oft farblos, wird aber bald blau; Spaltungsfl. stark perlmutterglänzend; durchscheinend, in Lamellen durchsichtig. — Doppelbrechung sehr stark; die Ebene der opt. Axen mit grossem Winkel steht senkrecht auf $\infty\breve{P}\infty$, spitze Bisectrix die Orthodiagonale. — Der V. ist ursprünglich farblos und in diesem Zustande nur neutrales wasserhaltiges Eisenoxydul-Orthophosphat gewesen, $Fe^3[PO^4]^2 + 8H^2O$, mit 43,03 Eisenoxydul, 28,29 Phosphorsäure, 28,68 Wasser; an der Luft aber hat er sich theilweise in basisches Eisenoxydphosphat oxydirt, und so enthalten die blauen Vivianitkrystalle eine grosse Menge Eisenoxyd. Die farblosen Krystalle aus dem Sand des Delaware, welche an der Luft grün werden, sind in der That oxydfrei. In den übrigen Analysen sinkt der Eisenoxydulgehalt von 42,71 auf 9,75, und steigt der Eisenoxydgehalt von 1,12 auf 38,20 pCt.; es sind 87 bis 0,5 Mol. des Oxydulphosphats und 3 bis 99,5 Mol. des Oxydphosphats darin vorhanden. Gibt im Kolben viel Wasser, bläht sich auf und wird stellenweise grau und roth; schmilzt in der Zange und färbt die Flamme bläulichgrün; brennt sich auf Kohle roth und schmilzt zu grauer glänzender magnetischer Kugel. In Salzsäure und Salpetersäure leicht löslich; durch heisse Kalilauge wird er schwarz. — Schöne krystallisirte Varietäten auf Höhlungen von Eisenkies in Cornwall und bei Tavistock in Devonshire; bei Commentry und Cransac in Frankreich, in den Brandschlacken der Steinkohlenformation; mit Magnetkies zu Bodenmais und Amberg in Bayern, Starkenbach im n. ö. Böhmen, bei Allentown in New-Jersey, Middletown in Delaware und anderweit in Nordamerika; auch krystallisirt in Säugethierknochen z. B. aus dem Laibacher Torfmoor; als ebenfalls ursprünglich weisse Knollen und Ueberzüge in den thonigen Sanden bei den antwerpener Festungswerken; Blaueisenerde zu Eckartsberga und Spandau, zu Anglar im Dép. de la Haute-Vienne, in den Mullica-Hills in New-Jersey, hier und bei Kertsch in der Krim auch krystallisirt als Ausfüllung von Petrefacten; in Torfmooren und im Raseneisenstein.

**Gebrauch.** In einigen Gegenden wird der erdige Vivianit als blaue Farbe benutzt.

**Symplesit,** *Breithaupt.*

Monoklin, nach *Krenner* isomorph mit Vivianit; gewöhnlich schmal säulenförmig, auch etwas tafelförmig nach dem Klinopinakoid; $\beta = 72°\,43'$; A.-V. = 0,7806 : 1 : 0,6812; $\infty P = 106°\,36'$, ausserdem noch $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ ($155°\,40'$), manchmal $\infty\breve{P}\infty$, selten und schmal $\infty\breve{P}\infty$ sowie 0P. Flächen oft gerundet und uneben; die gewöhnlich zarten Kryställchen oft büschelförmig gruppirt. Spaltb. sehr vollkommen nach $\infty\breve{P}\infty$ mit Perlmutterglanz. H. = 2,5; G. = 2,957; blass indigblau bis seladongrün. Auch optisch ganz ähnlich dem Vivianit. Dickere Krystalle sehr stark pleochroitisch: blaugrün, lichtölgrün, fast farblos. — Ist oder war wenigstens das wasserhaltige Eisenoxydularsenat $Fe^3[AsO^4]^2 + 8H^2O$, mit 36,6 Eisenoxydul, 39,0 Arsensäure, 24,4 Wasser, auch ist wohl etwas Eisenoxyd vorhanden, wie im Vivianit. Gibt im Kolben erst Wasser und wird braun, dann arsenige Säure und wird schwarz und magnetisch; nur in der Spitze der blauen Flamme etwas schmelzbar, wobei die äussere Flamme hellblau gefärbt wird; leicht löslich in Salzsäure. — Lobenstein in Reuss, Hüttenberg in Kärnten, Felsőbánya.

## Kobaltblüthe, Erythrin.

Monoklin, isomorph mit Vivianit; $\beta$ ca. 75°; A.-V. = 0,75 : 1 : 0,70; die gewöhnlichste und einfachste Comb. ist $\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.\breve{P}\infty$, mit $\breve{P}\infty = 55°\,9'$; auch ein paar verticale Prismen, sowie die Hemipyramide P ($118°\,24'$) sind nicht selten. Krystalle klein, meist nadel- und haarförmig, büschel- und bündelartig, auch sternförmig gruppirt. Pseudomorphosen nach Speiskobalt. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk., fast mild, in dünnen Blättchen sogar etwas biegsam; H. = 2,5; G. = 2,9...3,0;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kermesin- bis pfirsichblüthroth (zuweilen schmutziggrün in Folge von Zersetzung), Strich blassroth; auf Spaltungsflächen perlmutterglänzend, durchscheinend. Optische Axen und Bisectrix liegen wie im Vivianit. — Chem. Zus.: $Co^3[AsO^4]^2 + 8H^2O$, mit 37,47 Kobaltoxydul, 38,46 Arsensäure, 24,07 Wasser; kleine Beimischungen der isomorphen Arsenate von Nickel, Eisen oder Calcium zugegen. Gibt im Kolben Wasser und wird blau, oder (bei Eisengehalt) grün und braun; schmilzt auf Kohle im Red.-F. unter Arsendämpfen zu grauer Kugel von Arsenkobalt; Borax färbt er blau; in Säuren leicht löslich zu rother Solution; conc. Salzsäure gibt jedoch eine blaue Solution, welche erst durch Wasserzusatz roth wird; mit Kalilauge digerirt wird er schwarz, während sich die Lauge blau färbt. — Zersetzungsproduct kobalthaltiger Kiese, besonders des Speiskobalts; Schneeberg, Saalfeld, Riechelsdorf, Allemont, Modum.

Der Kobaltbeschlag, pfirsichblüth- bis rosenroth, erdig, kleinkugelig und nierförmig, ist ein Gemeng von Kobaltblüthe und arseniger Säure, welche letztere durch heisses Wasser ausgezogen wird.

Der Köttigit von der Grube Daniel bei Schneeberg ist eine, der Kobaltblüthe ganz ähnliche Neubildung, eine isomorphe Mischung von vorwaltendem wasserhaltigem Zinkarsenat (30,52 pCt. ZnO) mit etwas solchen Kobaltarsenats (6,94 CoO), $(Zn,Co)^3[AsO^4]^2 + 8H^2O$, worin Zn:Co = 3:1 ist. Dünne, pfirsichblüthrothe bis weisse Ueberzüge von blätterig-faseriger Zus., deren Individuen ($\infty P$ ca. 106°) in Form und Spaltb. mit Kobaltblüthe übereinstimmen.

**Nickelblüthe,** Annabergit, Nickelocker.

Monoklin; die kurz haarförmigen höchst zarten Krystalle zeigen u. d. M. den Habitus der Kobaltblüthe; flockige Efflorescenzen, auch derb und eingesprengt, erdig. H. = 2...2,5; G. = 3...3,1; apfelgrün bis grünlichweiss, schimmernd bis matt, im Strich glänzender. — Chem. Zus.: $Ni^3[AsO^4]^2 + 8H^2O$, mit 37,47 Nickeloxydul, 38,46 Arsensäure, 24,07 Wasser; bisweilen eine kleine isomorphe Zumischung des entsprechenden Kobalt- oder Eisenarsenats. Gibt auf Kohle Arsendampf und die Reactionen auf Nickel; schmilzt im Red.-F. zu einer schwärzlichgrauen Kugel; in Säuren leicht löslich. — Zersetzungsproduct nickelhaltiger Kiese; Annaberg und Schneeberg, Saalfeld, Riechelsdorf, Allemont, Sierra Cabrera.

Der Cabrerit ist eine etwas deutlicher krystallisirte Var. von einem Braunspathgang der Sierra Cabrera in Spanien, welche nur 20 pCt. NiO, und dafür über 9 MgO und 4 CoO enthält; auch mit grünem Adamin in den Galmeigruben von Laurion in kleinen Adern und Nestern von radialer Textur (mit 4,64 MgO und 2,01 FeO). Die apfelgrünen, auf der vollk. Spaltfläche perlmutterglänzenden Lamellen sind ganz isomorph mit Kobaltblüthe.

Anm. Hoernesit, Bobierrit, Vivianit, Symplesit, Kobaltblüthe, Köttigit, Nickelblüthe, Cabrerit bilden mit ihrer analogen chemischen Zusammensetzung eine ausgezeichnete isomorphe Gruppe.

**Ludlamit,** *Field* und *Maskelyne.*

Monoklin, $\beta = 79°27'$; $\infty P$ 131°23'; 0P:P = 111°29'; P:$\infty\breve{P}\infty$ = 143°23'; $\breve{P}\infty$:0P = 143°19'; $\breve{P}\infty$:$\infty\breve{P}\infty$ = 137°44'; A.-V. = 2,2527:1:1,9820; vorherrschend 0P und P, auch $\infty\breve{P}\infty$, $\infty P$ und $\breve{P}\infty$; 0P und P beide nach ihren Combinationskanten gestreift, $\infty\breve{P}\infty$ sehr glänzend. — Spaltb. nach 0P sehr vollk., nach $\infty\breve{P}\infty$ deutlich; H. = 3,5; G. = 3,12; ziemlich grosse, hellgrüne, durchsichtige und glänzende Krystalle mit einer charakteristischen dreiflächigen Gestalt in der freien Endigung. Opt. Axenebene parallel dem Klinopinakoid, Doppelbr. pos.; die Bisectrix bildet 67°5' mit der Verticalaxe im spitzen Winkel *ac*. — Basisches wasserhaltiges Eisenoxydulphosphat von der empirischen Formel $7FeO.2P^2O^5 + 9H^2O$ oder $^2Fe^3[PO^4]^2.Fe[OH]^2 + 8H^2O$, mit 53,05 Eisenoxydul, 29,90 Phosphorsäure, 17,05 Wasser. Beim Erhitzen decrepitirt er heftig, wird schön dunkelblau und gibt Wasser. Löslich in verdünnter Salz- und Schwefelsäure; oxydirt sich etwas an der Luft, wie Vivianit, zu einem Eisenoxydul-oxydphosphat. — Wheal Jane Mine bei Truro in Cornwall.

**Hureaulit,** *Alluaud.*

Monoklin, $\beta = 89°27'$; $\infty P$ 61°0'; $\breve{P}\infty$ 96°45'; A.-V. = 1,6977:1:0,8886; häufige Comb. $\infty P.0P.\breve{P}\infty$; noch öfter kommen solche von mehr tafelartigem Habitus mit vorherrschendem $\infty\breve{P}\infty$ vor; Krystalle klein, vertical gestreift; auch knollige und kugelige Aggregate

von stengeliger oder körniger Textur, und drusiger Oberfläche. — H. = 3,5; G. = 3,18...3,20; röthlichgelb und röthlichbraun, auch violblau und röthlichweiss; mit muscheligem Bruch, fettglänzend, durchscheinend. — Chem. Zus.; $5(Mn,Fe)O.2P^2O^5 + 5H^2O$, mit 41 Manganoxydul, 8 Eisenoxydul, 39 Phosphorsäure, 12 Wasser, $= H^2(Mn,Fe)^5[PO^4]^4 + 4H^2O$. In Säuren leicht löslich. — Bei Huréault unweit Limoges und La Vilate bei Chanteloube, in Cavitäten von Heterosit oder Triphylin; Branchville in Connecticut.

Andere wasserhaltige Eisenmanganphosphate sind zunächst noch: der Heterosit (Hetepozit), ebenfalls von Huréault, derb in individualisirten Massen, glas- bis fettglänzend, ziemlich leicht zersprengbar, grünlichgrau in das Blaue schielend, doch an der Luft dunkel viol- bis lavendelblau oder violettbraun werdend. Ist wahrscheinlich nur ein zersetzter Triphylin, dessen Spaltb. auch von *Tschermak* noch nachgewiesen wurde. Nach *Stelzner* auch in den granitischen Quarzstöcken der Sierra von Cordoba, hier aus Triplit hervorgegangen. — Pseudotriplit ist ein gleichfalls aus der Zersetzung des Triphylins hervorgegangenes und äusserlich dem Triplit sehr ähnliches Mineral von Bodenmais in Bayern, nach *Tschermak* ein Gemeng aus Kraurit und Wad.

Der braune Alluaudit von Chanteloube bei Limoges, nach zwei, unter 90° geneigten Flächen ziemlich leicht, nach einer dritten, auf jenen beiden rechtwinkeligen Fläche nur schwierig spaltbar, ist ebenfalls ein Phosphat von Eisenoxyd, Manganoxydul und Alkalien, mit 2,6 pCt. Wasser, übrigens wohl nur ein Zersetzungsproduct des Triplits; auch zu Norwich in Massachusetts in Krystallen, deren Form und Spaltb. an Triphylin erinnert.

**Triploidit,** *Brush* und *Edw. Dana.*

Monoklin, bisweilen prismatische Krystalle zeigend; $\beta = 71°46'$; A.-V. = 1,8571 : 1 : 1,4925; gewöhnlich faserig bis stengelig. G. = 3,697; durchscheinend bis durchsichtig, glas- bis fettartig diamantglänzend, gelblich- bis röthlichbraun. — Mittlere Zus.: 48,45 Manganoxydul, 14,88 Eisenoxydul, 0,33 Kalk, 32,11 Phosphorsäure, 4,08 Wasser, führt auf die Formel $4(Mn,Fe)O.P^2O^5 + H^2O$ oder $R[R.OH]PO^4$; trotz der Analogie der Zus. ist der Triploidit mit Olivenit, Libethenit und Adamin nicht isomorph. Eine grosse Formähnlichkeit existirt aber mit dem Wagnerit, und *Brush* und *Dana* bringen das Mineral mit dem dem letzteren analog zusammengesetzten Triplit in Verbindung, indem das Hydroxyl (OH) das Fluor des Triplits ersetze. — Branchville in Fairfield Co., Connecticut.

Ganz analog zusammengesetzt ist *Sjögren*'s Sarkinit (Polyarsenit); monoklin, $\beta = 62°14'$; A.-V. = 2,0013 : 1 : 1,5880; rosenroth und fleischroth, oft in Kugeln; $Mn[Mn.OH]AsO^4$. Harstigs-Grube bei Pajsberg, Sjö-Grube bei Örebro.

**Reddingit,** *Brush* und *Edw. Dana.*

Rhombisch, kleine Krystalle, mit P, $\breve{P}2$ und $\infty\breve{P}\infty$ in den Höhlungen derber, glasglänzender, blassrosenrother bis farbloser Massen; A.-V. = 0,8676 : 1 : 0,9485; H. = 3...3,5; G. = 3,102. — Trotz der vollkommenen Isomorphie mit Skorodit und Strengit ist die Zusammensetzung nicht analog, indem der Reddingit auf die Formel $Mn^3[PO^4]^2 + 3H^2O$ führt, welcher 52,05 Manganoxydul (z. Th. durch etwas FeO vertreten), 34,74 Phosphorsäure, 13,21 Wasser entspricht, also stimmt weder der Oxydationszustand der Metalle, noch die Anzahl der Wassermolecüle überein. Löslich in Salz- und Salpetersäure. — Branchville in Fairfield Co., Connecticut.

Zu Branchville in Connecticut haben *Brush* und *Edw. Dana* noch andere wasserhaltige Phosphate, namentlich ebenfalls von Mangan aufgefunden, nämlich:

Fillowit, Aggregate von krystallinischen, leicht von einander trennbaren Körnern mit Harz- und Fettglanz, wachsgelb, durchsichtig bis durchscheinend; selten in monoklinen ($\beta = 89°51'$), durch gleichmässige Ausbildung von P und $-2\breve{P}\infty$ (neben 0P) sehr rhomboëderähnlichen Krystallen. A.-V. = 1,7303 : 1 : 1,4190. H. = 4,5; G. = 3,43. — Chem. Zus.: $3R^3[PO^4]^2 + H^2O$, worin RO vorwiegend MnO (40,19), FeO, CaO und etwas $Na^2O$ (5,84) ist.

Dickinsonit, grüne, blätterige, fast glimmerähnliche Massen, glasglänzend bis durchsichtig, selten in monoklinen pseudorhombischen Krystallen ($\beta = 61°30'$) von vollk. basischer Spaltb.; A.-V. = 1,7320 : 1 : 1,1981. — Ist ebenfalls $3R^3[PO^4]^2 + H^2O$, worin RO hauptsächlich (weniger) MnO mit 31,6 pCt., (mehr) FeO, (mehr) $Na^2O$.

Aus Nordmarken in Wermland kommen noch folgende wasserhaltige Manganarsenate:

Chondroarsenit, gelbe Körner mit harzähnlichem Bruch (ähnlich dem Chondrodit), eingewachsen in Schwerspath, der in Hausmannit vorkommt; H. = 3. Vielleicht das basische Manganoxydularsenat $Mn^3[AsO^4]^2.3Mn[OH]^2$, mit etwas Ca und Mg; ergab 51,5 Manganoxydul, 33,5 Arsensäure und 7,8 Wasser, der Rest Kalk und Magnesia. — Pajsberg.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Allaktit, monoklin, $\beta = 84°17'$; A.-V. = 0,6128 : 1 : 0,3338; bräunlichroth, durchsichtig, axinitähnlich, stark pleochroitisch mit hyacinthroth und olivengrün. — $Mn^3[AsO^4]^2.4Mn[OH]^2$. Moss-Grube.

Hämafibrit, radialstrahlige Aggregate in Drusen, rhombisch, braunroth bis granatroth, verwittert schwarz. A.-V. = 0,5261 : 1 : 1,1510. — $Mn^3[AsO^4]^2.3Mn[OH]^2 + 2H^2O$. Moss-Grube. — Chemisch ähnlich der schwefelgelbe derbe Xanthoarsenit von der Sjö-Grube.

Hämatolith (Diadelphit), kleine, rhomboëdrische braunrothe bis granatrothe Krystalle, leicht basisch spaltb.; A.-V. = 1 : 0,8885. — $MnAsO^4.4Mn[OH]^2$ mit Al, Fe, Mg. Moss-Grube. Aehnlich der Arseniopleït.

Synadelphit, rhombische, schwarzbraune bis schwarze Krystalle; A.-V. = 0,8582 : 1 : 0,9192. — $2(Mn,Al)AsO^4.5Mn[OH]^2$. Moss-Grube. Aehnlich der Flinkit von der Harstigs-Grube.

## Skorodit, *Breithaupt.*

Rhombisch, isomorph mit Strengit; die etwas spitze Grundform P (*p*), (mit Polk. 114° 40′ und 102° 52′, Randk. 111° 6′ nach *vom Rath*), meist vorherrschend mit $\infty\breve{P}\infty$ (*a*), $\infty\breve{P}2$ (*d*), auch $\infty\breve{P}\infty$ (*b*), $2\bar{P}\infty$ (*m*), 0P, $\infty$P (*n*), $2\breve{P}2$ (*s*); A.-V. = 0,8658 : 1 : 0,9541.

| | | |
|---|---|---|
| $n : n$ | = | 98° 8′ |
| $d : d$ | = | 59 56 |
| $m : a$ | = | 155 36 |
| $p : i$ | = | 160 32½ |
| $p : d$ | = | 140 28 |
| $p : s$ | = | 160 27 |
| $p : b$ | = | 122 40 |
| $n : d$ | = | 160 54 |
| $n : p$ | = | 144 43 |

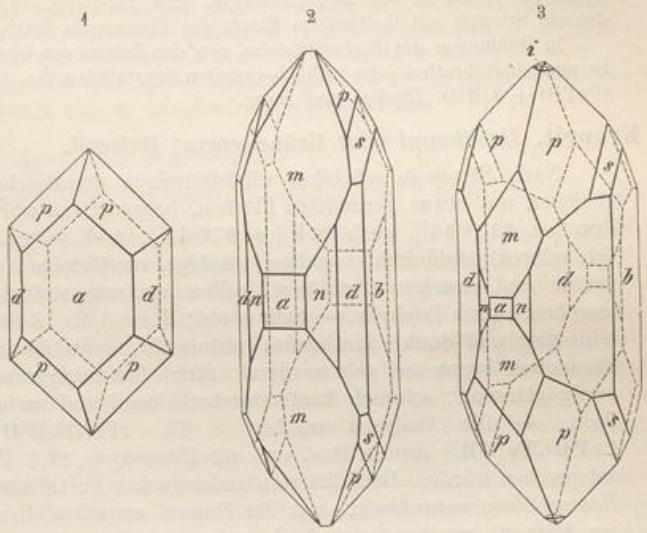



Fig. 1. $P.\infty\bar{P}\infty.\infty\breve{P}2$. Fig. 2. $P.\infty\bar{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.\infty P.\infty\breve{P}2.2\bar{P}\infty.2\breve{P}2$.
Fig. 3. Dieselbe Comb. mit etwas anderem Habitus und noch $\frac{1}{2}$P (*i*).

Krystalle pyramidal, oder kurz säulenförmig, klein, drusenartig gruppirt; auch feinstengelige, faserige, erdige und dichte Aggregate. — Spaltb. nach $\infty\bar{P}\infty$ deutlich, nach $\infty\breve{P}2$ unvollk.; wenig spröd; H. = 3,5...4; G. = 3,1...3,2; lauch-, berg-, seladongrün bis grünlichschwarz, auch indigblau, roth und braun; durchscheinend; Glasglanz. Doppelbrechung positiv, optische Axenebene $\infty\bar{P}\infty$, spitze Bisectrix die Verticalaxe. — Chem. Zus.: Neutrales Orthoarsenat von Eisenoxyd mit 2 Mol. Wasser, $FeAsO^4 + 2H^2O$, mit 34,62 Eisenoxyd, 49,80 Arsensäure, 15,58 Wasser, ohne alles Eisenoxydul. Gibt im Kolben Wasser und wird gelblich; stärker erhitzt sublimirt er arsenige Säure; auf Kohle schmilzt er unter Arsendämpfen zu grauer, metallisch glänzender, magnetischer Schlacke; in Salzsäure leicht (in Salpetersäure nicht) löslich; die Sol. ist braun und gibt mit Goldsolution kein Präcipitat; Kalilauge zieht Arsensäure aus unter Abscheidung von Eisenoxyd. — Graul bei Schwarzenberg in Sachsen, Dernbach bei Montabaur, Lölling in Kärnten, Chanteloube bei Limoges, Cornwall, Beresowsk, Nertschinsk, Antonio Pareira in Brasilien und Ouro Preto (oft tafelförmig nach $\infty\breve{P}\infty$). Als krustenförmiger Absatz aus den heissen Quellen und Ausfüllung von Hohlräumen in den Kieselsintermassen des Yellowstone National Park.

**Strengit,** *Aug. Nies.*

Rhombisch, isomorph mit Skorodit; P Polkk. 114°0′ und 101°58′, $\infty\breve{P}2$ (60°3′) und $\infty\bar{P}\infty$, diese drei Formen in Comb. wie Fig. 1 des Skorodits; A.-V. = 0,8652 : 1 : 0,9827. Selten einzelne Krystalle, meist kugelige, nierförmige, radialfaserige Aggregate mit drusiger Oberfläche. — Spaltb. nicht sehr deutlich nach $\infty\bar{P}\infty$; H. = 3...4; G. = 2,87; roth in verschiedenen Nüancen, pfirsichblüthroth, kermesinroth, mitunter fast farblos; durchsichtig bis durchscheinend; Glasglanz. Ist das dem Skorodit ganz analoge Eisenoxydphosphat $FePO^4 + 2H^2O$ mit 42,7 Eisenoxyd, 38,0 Phosphorsäure, 19,3 Wasser. Gibt im Kolben viel Wasser; leicht löslich in Salzsäure, unlöslich in Salpetersäure; v. d. L. leicht zu schwarzer glänzender Kugel schmelzbar. — Eisensteingrube Eleonore am Dünsberg bei Giessen; Grube Rothläufchen bei Waldgirmes; mit Dufrenit und Kakoxen in Rockbridge Co., Virginia. — Das entsprechende Thonerdephosphat findet sich als Variscit.

Die kleinen gelben faserigen Kügelchen des rhombischen Koninckits von Richelle bei Visé in Belgien sind $FePO^4 + 3H^2O$, entsprechend dem Zepharovichit.

Aehnlich dem Strengit ist der Barrandit, ganz kleine, radial-faserig und concentrisch-schalige Kugeln und traubige Aggregate von grünlich-, röthlich-, bläulich- oder gelblichgrauer Farbe auf silurischem Sandstein bei Cerhovic unweit Beraun in Begleitung des Wavellits. Ist $(Fe,Al)PO^4 + 2H^2O$, mit 26,2 Eisenoxyd, 12,6 Thonerde, 40,6 Phosphorsäure, 20,6 Wasser; also ein Strengit mit theilweisem Ersatz des Eisenoxyds durch Thonerde.

In Höhlungen des Pecheisensteins von der Kaltenborn-Grube bei Eiserfeld (Siegen) sitzen die pfirsichblüthrothen oder röthlich-violetten Kryställchen des rhombischen Phosphosiderits, $2FePO^4 + 3\frac{1}{2}H^2O$ (*Bruhns* und *Busz*).

**Kraurit,** *Breithaupt* oder Grüneisenerz; Dufrenit.

Nach *Streng* in scheinbar würfelförmigen rhombischen (optisch monoklinen) Kryställchen mit etwas gerundeten Flächen, begrenzt von $\infty\bar{P}\infty$, $\infty\breve{P}\infty$ und gerundetem $\breve{P}\infty$ (ca. 133° 50′), auch $\infty P$ (ca. 97° 44′); A.-V. = ca. 0,873 : 1 : 0,426; gewöhnlich mikrokrystallinisch, kugelige, traubige, nierförmige Aggregate von radial-faseriger Textur und drusiger Oberfläche, selten makrokrystallinische Gruppen; als Pseudomorphosen nach Triphylin. — Sehr spröd; H. = 3,5...4 und darüber; G. = 3,3...3,5; schmutzig und dunkel lauchgrün, pistazgrün, schwärzlichgrün, durch Zersetzung zu Brauneisen braun und gelb werdend; Strich fast zeisiggrün; schimmernd oder nur sehr wenig glänzend; schwach kantendurchscheinend und undurchsichtig; stark pleochroitisch. — Die Analysen ergeben z. Th. $2Fe^2O^3.P^2O^5 + 3H^2O$, was sich als $FePO^4.Fe[OH]^3$ deuten lässt und 62 Eisenoxyd, 27,5 Phosphorsäure, 10,5 Wasser entsprechen würde. Doch lieferten andere neben $Fe^2O^3$ auch bis zu 10 pCt. FeO, daher *Rammelsberg* vermuthete, dass das Mineral ursprünglich ein Eisenoxydulphosphat (wie der Vivianit) gewesen sei. Noch andere ergaben etwas zu viel Phosphorsäure (bis 32,6 pCt.). — Gibt im Kolben Wasser, schmilzt sehr leicht zu poröser, schwarzer, nicht magnetischer Kugel, färbt dabei die Flamme bläulichgrün; in Salzsäure leicht löslich. Die mit der Verfärbung eintretende Zersetzung besteht nach *Diesterweg* in einem allmählichen Verlust der Phosphorsäure, Zutritt von etwas Wasser, und schliesslich in einer Umwandlung zu Brauneisen. — Auf Brauneisen im Siegen'schen, Waldgirmes, Hirschberg in Reuss, Hauptmannsgrün im Vogtland, Anglar im Dép. der Haute-Vienne, Rockbridge Co. in Virginia.

Delvauxit ist ein braunes Eisenoxydphosphat von Visé in Belgien, welches von seinem ca. 40 pCt. betragenden Wassergehalt schon ca. 20 pCt. über Schwefelsäure verliert.

**Beraunit,** *Breithaupt*; **Eleonorit,** *Nies.*

Monoklin nach *Streng*, welcher die krystallisirten Varietäten als Eleonorit aufführt; $\beta = 48°33'$; P klinodiag. Polk. 39°56′; A.-V. = 2,755 : 1 : 4,0157; Krystalle hauptsächlich begrenzt von P, $\infty\breve{P}\infty$ und 0P; gewöhnlich tafelartig nach $\infty\breve{P}\infty$, welche Fläche parallel der Combinationskante mit 0P gestreift erscheint. Zwillinge nach $\infty\breve{P}\infty$, wobei beide 0P 97°6′ bilden, auch Durchkreuzungszwillinge. Krystalle nur 1—2 Mm. gross, gewöhnlich parallel gestellt zu Drusen oder aufgeblätterten Partieen und radialblätterigen oder -strahligen Krusten verbunden (Beraunit). — Spaltb. parallel $\infty\breve{P}\infty$; H. = 3...4; rothbraun bis dunkelhyacinthroth mit gelbem Strich; auf $\infty\breve{P}\infty$ Glasglanz, in Perlmutterglanz geneigt; stark pleochroitisch:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

braunroth parallel der Längsrichtung, hellgelb senkrecht dazu. — Chem. Zus.: Wahrscheinlich nach *Streng* $3Fe^2O^3.2P^2O^5 + 8H^2O$, was sich als $2FePO^4.Fe[OH]^3 + 2\frac{1}{2}H^2O$ deuten lässt, und 52,8 Eisenoxyd, 34,3 Phosphorsäure, 15,9 Wasser entsprechen würde. *Bořicky* und *Frenzel* geben eine nur wenig abweichende Formel. Dass der seit 1844 bekannte Beraunit und die 1880 gefundenen Krystalle des Eleonorits identisch sind, ist zufolge *E. Bertrand* gewiss, nach *E. S. Dana* kaum zweifelhaft. V. d. L. leicht zu krystallinisch erstarrender schwarzer metallglänzender Kugel schmelzend; leicht löslich in Salzsäure. — Der Eleonorit auf den Gruben Eleonore bei Bieber und Rothläufchen bei Waldgirmes (zwischen Wetzlar und Giessen), begleitet von Kraurit, Kakoxen u. s. w.; der Beraunit mit denselben Mineralien zu St. Benigna im Berauner Kreise in Böhmen (hier auch als Pseudomorphosen nach Vivianit), sowie mit Brauneisen auf der Grube Vater Abraham bei Scheibenberg in Sachsen.

**Kakoxen,** *Steinmann.*

Mikrokrystallinisch, sehr zarte faserige und nadelförmige, nach *H. Fischer* schief (5—8°), nach *Luquer* gerade auslöschende Individuen, welche zu sammtähnlichen Ueberzügen, kleinen Kugeln, nierförmigen Partien verbunden sind; sehr weich; G. = 2,3...2,4; ockergelb, sehr rein fast citrongelb; seidenglänzend. — Chem. Zus.: wahrscheinlich $2Fe^2O^3.P^2O^5 + 12H^2O$, deutbar als $FePO^4.Fe[OH]^3 + 4\frac{1}{2}H^2O$, mit 47,2 Eisenoxyd, 20,9 Phosphorsäure, 31,9 Wasser. Gibt im Kolben Wasser und Spuren von Flusssäure; schmilzt in der Zange zu schwarzer glänzender Schlacke und färbt die Flamme bläulichgrün; löslich in Salzsäure. — Auf Brauneisen zu St. Benigna und auf Sandstein über Wavellit zu Cerhovic in Böhmen, Amberg in Bayern; Gruben Rothläufchen bei Waldgirmes und Eleonore am Dünsberg bei Giessen (wo die Zus. etwas abweicht); Noblis Mine in Lancaster Co., Pennsylvanien.

## Pharmakosiderit, *Haidinger*, oder Würfelerz.

Regulär, tetraëdrisch-hemiëdrisch; gewöhnlich $\infty O\infty$, mit $\frac{O}{2}$ oder mit $\infty O$, auch ein sehr hexaëderähnliches Trigondodekaëder fast wie Fig. 58, S. 49; Krystalle meist sehr klein und in Drusen versammelt. — Spaltb. $\infty O\infty$, unvollk., wenig spröd; H. = 2,5; G. = 2,9...3; lauchgrün, pistazgrün bis honiggelb und braun; Strich hellgrün oder gelb; Diamant- bis Fettglanz; pellucid in geringen Graden mit anomaler Doppelbrechung; pyroëlektrisch. — *Hartley* gibt die Formel $2FeAsO^4.Fe[OH]^3 + 5H^2O$, entsprechend 40,88 Eisenoxyd, 39,18 Arsensäure, 19,94 Wasser; doch ist immer mehr oder weniger Kalium vorhanden (in einer Probe 4,54 pCt.), von welchem er annimmt, dass es den Wasserstoff in der Hydroxylgruppe vertritt; auch ist etwas Phosphat zugemischt. Gibt im Kolben Wasser, wird roth und bläht sich dann ein wenig auf; schmilzt auf Kohle unter starkem Arsengeruch zu stahlgrauer magnetischer Schlacke; löst sich leicht in Säuren; von Kalilauge schnell röthlichbraun gefärbt und grösstentheils zersetzt. — St. Day in Cornwall, am Graul bei Schwarzenberg, Kahl in der Wetterau, Eisenbach bei Neustadt im Schwarzwald, Mammoth Mine in Utah, auch im goldführenden Quarz von Victoria in Australien.

**Variscit,** *Breithaupt.*

Rhombisch in undeutlichen sechsseitigen Krystallen, meist als nierförmige und halbkugelige, krustenförmige, manchmal radialfaserige Ueberzüge und Trümer, häufig scheinbar amorph; Bruch muschelig, bisweilen uneben; etwas spröd; fühlt sich fettig an; H. = 4...5; G. = 2,34...2,4; smaragd-, apfel-, span- und berggrün bis ganz farblos; schwacher Fettglanz, durchscheinend; opt. Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, spitze negative Bisectrix die Axe *a*. — Chem. Zus.: $AlPO^4 + 2H^2O$, mit 32,34 Thonerde, 44,92 Phosphorsäure, 22,77 Wasser, also völlig analog dem Strengit und Skorodit. Bisweilen ist etwas Chromoxyd und Eisenoxyd vorhanden. Gibt im Kolben ziemlich viel Wasser und wird dabei schwach rosenroth; färbt in der Pincette die Flamme bläulichgrün, schmilzt nicht und brennt sich weiss, mit Kobaltsolution dagegen blau; in warmer conc. Salzsäure auffallend schnell löslich. — Messbach bei Plauen im Vogtland, in Quarz und Kieselschiefer; Montgomery Co., Arkansas, auf Quarz, reichlich damit gemengt.

Zepharovichit (*Bořicky*), ein bei Trzenic in Böhmen, auf silurischem Sandstein vorkommendes, kryptokrystallinisches, grünlich-, gelblich- oder graulichweisses, durchscheinendes Mineral von muscheligem Bruch; H. = 3,5, G. = 2,38; ist vielleicht $AlPO^4 + 3H^2O$, wenn von verschiedenen Beimengungen abgesehen wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Kallait,** *Fischer v. Waldheim* (Türkis).

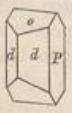
Anscheinend amorph, jedoch nach *Bücking* u. d. M. ein Aggregat allerkleinster doppeltbrechender Partikelchen oder kurzer dicker Fasern; in Trümern und Adern, nierförmig, stalaktitisch, als Ueberzug, auch derb, eingesprengt und in kleinen Geröllen; Bruch muschelig und uneben; H. = 6; G. = 2,62...2,8; himmelblau bis spangrün, auch zuweilen pistaz- oder apfelgrün, Strich grünlichweiss; sehr wenig glänzend; undurchsichtig bis schwach kantendurchscheinend. — Zur Hauptsache ein wasserhaltiges Phosphat von Aluminium, doch ist, abgesehen von einem Gehalt an Eisenoxyd noch Kupferoxyd vorhanden, welches wegen der Homogenität des Materials nicht wohl in Form einer beigemengten färbenden Kupferverbindung zugegen sein kann, sondern als wesentlicher Bestandtheil gelten muss. In den besseren neueren Analysen schwankt Thonerde von 35,03 bis 40,19, Eisenoxyd von Spur bis 4,07, Kupferoxyd von 5,27 bis 8,57, Phosphorsäure von 28,63 bis 34,42, Wasser von 18,6 bis 19,8 pCt.; eine befriedigende Formel ist noch nicht aufgestellt. Gibt erst bei sehr hoher Temperatur Wasser ab, zerknistert im Kolben heftig, wird beim Glühen schwarz und später braun, wahrscheinlich durch Abscheidung von Kupferoxyd; färbt die Flamme grün; unschmelzbar, gibt mit Borax und Phosphorsalz die Reactionen auf Kupfer und Eisen, und löst sich in Säuren, auch in Alkalihydraten. — Der orientalische Türkis findet sich bei Maden am Südabhang der Gebirgskette Ali-Mirsai zwischen Kotschan und Nischapur in Persien als kleine Gänge in einer verwitterten Breccie porphyrischen Trachyts; in den Kara-Tube-Bergen in Turkestan, 50 Werst von Samarkand; im Bezirk von Karkaralinsk in der Kirgisensteppe (mit dem hohen Gehalt von 7,67 pCt. CuO und 3,52 FeO, G. = 2,887); im Megarathal am Sinai mit schaligem Brauneisen auf Klüften von Carbonsandstein. — Mt. Chalchuitl in den Cerillos-Bergen in New-Mexico (Adern und Nester in zersetztem Trachyt, angeblich aus Kaolin entstanden), Burro Mts. in New-Mexico, Turquois Mountain in Cochise Co. und Mohave Co. in Arizona; 35 Miles n. w. von Silver Seak im Columbus-District Nevadas. Andere weniger schöne Varietäten bei Jordansmühl in Schlesien, Oelsnitz in Sachsen. — *v. Zepharovich* beschrieb eine merkwürdige Pseudomorphose von Kallait nach Apatit aus Californien.

**Gebrauch.** Der Kallait liefert in seinen himmelblauen Varietäten den unter dem Namen Türkis bekannten Edelstein, welcher zu mancherlei Schmucksachen verarbeitet wird. Vieles was als Türkis in den Handel kommt, ist jedoch nur blau gefärbtes fossiles Elfenbein.

*Blomstrand* untersuchte mehre Mineralien von der auflässigen Grube bei Vestanâ in Schonen, und erkannte dabei drei verschiedene Thonerde-Phosphate, nämlich Berlinit = $2Al^2O^3.2P^2O^5+H^2O$, Trolleit = $4Al^2O^3.3P^2O^5+3H^2O$, und Augelith = $2Al^2O^3.P^2O^5+3H^2O$; das letztere perlmutterglänzende derbe und barytähnliche farblose Mineral hat eine ganz analoge Constitution, wie der Kraurit; findet sich auch in bis 6 Mm. grossen monoklinen Krystallen zu Machacamarca, ferner bei Tatasi (Prov. Potosi) in Bolivia. — Ein kupferhaltiges (7,10 pCt.) Thonerdephosphat in türkisblauen oder grünlichblauen kugeligen Massen von der West-Phönix-Mine in Cornwall beschrieb *Collins* als Henwoodit.

**Wavellit,** *Werner* (Lasionit).

Rhombisch (mikrokrystallinisch), ∞P (*d*) 126° 25′, $\breve{P}\infty$ (*o*) 106° 46′ nach *Senft*; A.-V. = 0,5049 : 1 : 0,3751; gewöhnl. Comb. $\infty\breve{P}\infty.\infty P.\breve{P}\infty$, wie die Figur; *Streng* beobachtete u. d. M. drei verschiedene unmessbare Pyramiden. Krystalle klein, nadelförmig, in kleine halbkugelige und nierförmige Aggregate von radialfaseriger Textur und drusiger Oberfläche vereinigt. — Spaltb. nach ∞P und $\breve{P}\infty$; H. = 3,5...4; G. = 2,3...2,4; farblos, aber meist gelblich oder graulich, zuweilen auch schön grün und blau gefärbt; Glasglanz; durchscheinend; pos. Bisectrix parallel der Faserrichtung (*c*). — Nach den Analysen wesentlich $3Al^2O^3.2P^2O^5+12H^2O$, was sich als $4AlPO^4.2Al[OH]^3+9H^2O$ deuten lässt, mit 38,00 Thonerde, 35,22 Phosphorsäure, 26,78 Wasser; vielleicht gilt die einfachere Formel $2AlPO^4.Al[OH]^3+5H^2O$. Bisweilen ist Fluor von Spuren bis 2 pCt. als Ersatz des Hydroxyls vorhanden. Gibt im Kolben Wasser; unschmelzbar;




UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

schwillt in der Pincette auf und färbt die Flamme schwach bläulichgrün, zumal wenn er vorher mit Schwefelsäure befeuchtet wurde; schwillt auf Kohle an und wird schneeweiss, mit Kobaltsolution blau; von Säuren sowohl als von Kalilauge gelöst; mit Schwefelsäure erwärmt entwickelt er oft etwas Flusssäure. — Langenstriegis bei Frankenberg auf Klüften von Kieselschiefer, Cerhovic bei Beraun auf silurischer Grauwacke, Staffel in Nassau in Drusen von Phosphorit, Dünsberg bei Giessen und Waldgirmes auf Kieselschiefer, Amberg in Bayern in Brauneisen, Barnstaple in Devonshire, Montebras (Creuse) in Frankreich, Steamboat in Pennyslvanien.

*Breithaupt*'s Striegisan scheint nur ein unreiner, etwas zersetzter Wavellit zu sein. Auch der Planerit *Hermann*'s von Gumeschewsk am Ural, welcher dünne traubige Ueberzüge über Quarz bildet, aussen olivengrün, innen spangrün, steht dem Wavellit sehr nahe; doch enthält er nur 21 pCt. Wasser, sowie neben $Al^2O^3$ auch 3,7 CuO und 3,5 FeO. — Caeruleolactin (*Petersen*) ist ein dem Kallait ähnliches Thonerdephosphat; Trümer und Adern im Brauneisen von Rindsberg bei Katzenellenbogen in Nassau, krypto- bis mikrokrystallinisch, im Bruch muschelig, bläulich milchweiss, matt; H. = 5; G. = 2,55...2,59; ist wesentlich $3Al^2O^3.2P^2O^5 + 10H^2O$, also das Wavellit-Phosphat mit 10 Mol. Wasser.

Evansit vom Berg Zeleznik unweit Szirk im Gömörer Comitat in Ungarn ist anscheinend amorph in kleinen kugeligen, traubigen, nierförmigen und stalaktitischen Gestalten auf Höhlungen von Brauneisen. H. = 3,5...4; G. = 1,82...2,10; farblos bis bläulichweiss, z. Th. lichtgelblich oder bläulich, glas- bis fettglänzend. — Ist $3Al^2O^3.P^2O^5 + 18H^2O$, was sich deuten lässt als $AlPO^4.2Al[OH]^3 + 6H^2O$, entsprechend 39,68 Thonerde, 18,38 Phosphorsäure, 41,94 Wasser; findet sich auch zu Gross-Tresny in Mähren.

**Fischerit,** *Hermann.*

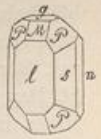
Rhombisch; ∞P 118°32′ nach *v. Kokscharow*, auch bildet $\infty\breve{P}2$ Zuschärfungen der scharfen Seitenkanten; meist kleine undeutliche sechsseitige Säulen der Comb. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.0P$, zu krystallinischen Krusten und Drusenhäuten vereinigt; H. = 5; G. = 2,46; grasgrün bis olivengrün und spangrün; Glasglanz; durchsichtig. $\infty\bar{P}\infty$ ist die opt. Axenebene, die spitze positive Bisectrix *c*; opt. Axenwinkel 62° für Roth. — Die Analyse ergibt $2Al^2O^3.P^2O^5 + 8H^2O$, was sich deuten lässt als $AlPO^4.Al[OH]^3 + 2\frac{1}{2}H^2O$, mit 41,68 Thonerde, 28,96 Phosphorsäure, 29,36 Wasser; auch etwas $Fe^2O^3$ und CuO. Gibt im Kolben Wasser und wird weiss; von Schwefelsäure vollständig gelöst, von Salzsäure und Salpetersäure nur wenig angegriffen. — Nischne Tagilsk am Ural; Román-Gladna (Krassóer Comitat) in Ungarn.

**Peganit,** *Breithaupt.*

Rhombisch; ∞P ca. 127°; meist sehr kleine, kurz säulenförmige Krystalle der Comb. $\infty P.0P.\infty\breve{P}\infty$, in dünne Krusten und Drusenhäute vereinigt. — H. = 3...4; G. = 2,49...2,54; smaragd-, gras-, berggrün bis grünlichgrau und weiss, Glas- bis Fettglanz; durchscheinend. — Die Analyse ergibt $2Al^2O^3.P^2O^5 + 6H^2O$, was sich deuten lässt als $AlPO^4.Al[OH]^3 + 1\frac{1}{2}H^2O$, mit 44,97 Thonerde, 34,26 Phosphorsäure, 23,77 Wasser; auch sehr wenig CuO, BaO, $Fe^2O^3$. Gibt im Kolben viel Wasser; v. d. L. in der Zange färbt er die Flamme bläulichgrün, zumal nach Befeuchtung mit Schwefelsäure, wird violett bis röthlichweiss, ist aber unschmelzbar; von Salzsäure und Salpetersäure mehr oder weniger vollständig gelöst. — Langenstriegis bei Frankenberg, Nobrya bei Albergaria Velha in Portugal.

**Hopëit,** *Brewster.*

Rhombisch; $\infty\breve{P}2$ (*s*) vordere Kante 82°20′, P (*P*) Polk. 106°36′ und 140°0′ nach *Miller*, $\bar{P}\infty$ (*M*) 101°0′, 0P (*g*), $\infty\bar{P}\infty$ (*l*) und $\infty\breve{P}\infty$ (*n*). A.-V. = 0,5722 : 1 : 0,4717. Die Figur stellt eine Comb. der erwähnten Formen dar. — Spaltb. nach $\infty\bar{P}\infty$ sehr vollk.; H. = 2,5...3; G. = 2,76; graulichweiss, Glasglanz, auf *l* Perlmutterglanz. Ebene der opt. Axen 0P, spitze negative Bisectrix die Axe *b*. *Nordenskiöld*'s Angabe, dass das Mineral wesentlich ein wasserhaltiges Zinkphosphat sei, wurde durch *Friedel* und *Sarasin* bekräftigt, welche krystallographisch und optisch mit dem Hopëit übereinstimmende Krystalle künstlich erzeugten, die die Zus. $Zn^3[PO^4]^2 + 4H^2O$ (35,18 Zinkoxyd, 31,07 Phosphorsäure, 15,75 Wasser) besassen. V. d. L. schmilzt er auf Kohle zu einer weissen Kugel, färbt dabei die Flamme etwas grünlich, und reagirt mit Soda auf Zink und Cadmium. — Sehr selten am Altenberg bei Aachen mit Galmei.




**Adamin,** *Friedel.*

Rhombisch, die sehr kleinen Krystalle nach *Des Cloizeaux* isomorph mit Libethenit und Olivenit; ∞P 91°33′, $\bar{P}\infty$ 107°20′, dazu $\infty\breve{P}\infty$ und andere Formen; A.-V. = 0,9733 : 1 : 0,7458;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Krystalle prismatisch bald nach der Verticalaxe, bald nach der Makrodiagonale, auch kleinkörnige Aggregate; Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk.; H. = 3,5; G. = 4,33...4,35; honiggelb und violblau, auch rosenroth, selbst grün, lebhaft glasglänzend, pellucid; die optischen Axen liegen in der Basis, spitze Bisectrix die Makrodiagonale. — Die Analysen ergeben wesentlich $4\,Zn\,O.As^2O^5 + H^2O$, was sich deuten lässt als $Zn^3[AsO^4]^2.Zn[OH]^2$; dieser Formel würde entsprechen 56,64 Zinkoxyd, 40,21 Arsensäure, 3,15 Wasser; doch stimmen einige Analysen damit nicht ganz überein; die rosenrothe Var. vom Cap Garonne enthält 4 bis 5 Kobaltoxydul die grüne von da 23,45 pCt. Kupferoxyd. Nach *Laspeyres* besitzen die vertical prismatischen smaragdgrünen und nicht unbedeutend CuO-haltigen Krystalle von Laurion bei gleicher Brachydiagonale $a$ ein etwas kürzeres $c$ als die dortigen makrodiagonal gestreckten farblosen und nur spurenhaft CuO führenden Krystalle. Gibt im Kolben für sich etwas Wasser, mit Kohlepulver und Soda einen Arsenspiegel; auf Kohle Zinkoxydbeschlag; in Salzsäure leicht löslich. — Chañarcillo in Chile mit Silber, Kalkspath, Limonit und Embolit, am Cap Garonne bei Hyères in Frankreich, zu Laurion in Drusen eines zelligen Galmeis.

## Libethenit, *Breithaupt.*

Rhombisch, isomorph mit Adamin und Olivenit; gewöhnl. Comb. $\infty P.\breve{P}\infty.P$ ($u$, $o$ und $P$), kurz säulenförmig nach $\infty P$ (92° 20′); $\breve{P}\infty = 109°\,52'$ (nach *G. Rose*); A.-V. = 0,9601 : 1 : 0,7019; Krystalle klein, einzeln aufgewachsen und zu Drusen vereinigt. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ und $\infty\bar{P}\infty$, unvollk.; H. = 4; G. = 3,6...3,8; lauch-, oliven-, schwärzlichgrün; Strich olivengrün; Fettglanz, kantendurchscheinend; optische Axenebene die Basis, spitze Bisectrix $b$. — Die Analysen ergeben: $4\,Cu\,O.P^2O^5 + H^2O$, was man deuten kann als $Cu^3[PO^4]^2.Cu[OH]^2$ mit 66,47 Kupferoxyd, 29,76 Phosphorsäure, 3,77 Wasser; *Bergemann* wies noch einen Gehalt von 2,3 pCt. Arsensäure nach; chemische Reactionen dieselben, wie bei Phosphorkupfer. — Libethen bei Neusohl in Ungarn, Nischne Tagilsk, Mercedes ö. von Coquimbo, Loanda in Afrika; Ullersreuth unweit Hirschberg in Reuss, hier vorzüglich schön.




Pseudolibethenit nannte *Rammelsberg* zwei Substanzen von Libethen und von Ehl bei Linz am Rhein, von derselben Zus. wie Libethenit, nur mit 2 Mol. $H^2O$ anstatt 1.

## Olivenit, *v. Leonhard* (Olivenerz).

Rhombisch, isomorph mit Adamin und Libethenit; $\infty P$ 92° 30′ ($r$), $\breve{P}\infty$ 110° 50′ ($l$); A.-V. = 0,9573 : 1 : 0,6894; gewöhnl. Comb. $\infty P.\breve{P}\infty.\infty\bar{P}\infty$, wie die Figur; auch $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$, $0P$; kurz oder lang säulenförmig bis nadelförmig; Krystalle einzeln aufgewachsen oder zu Drusen vereinigt, auch kugelige und nierförmige Aggregate von feinstengeliger bis faseriger Textur (Holzkupfererz). — Spaltb. nach $\infty P$ und $\breve{P}\infty$ sehr unvollk.; H. = 3; G. = 4,1...4,4; lauch-, oliven- und pistaz- bis schwärzlichgrün, auch gelb bis braun; Strich olivengrün bis braun; Glas-, Fett- und Seidenglanz; pellucid in allen Graden; optische Axenebene die Basis, spitze Bisectrix $a$. — Die Analysen ergeben $4\,Cu\,O.As^2O^5 + H^2O$, deutbar als $Cu^3[AsO^4]^2.Cu[OH]^2$, mit 56,12 Kupferoxyd, 40,70 Arsensäure, 3,18 Wasser, doch ist auch, vermöge einer isomorphen Beimischung von Libethenit, 1 bis 6 pCt. Phosphorsäure vorhanden. Gibt im Kolben Wasser und wird erst grün, dann graulichschwarz; schmilzt v. d. L. in der Zange leicht, färbt die Flamme bläulichgrün und krystallisirt beim Erkalten zu einer schwarzbraunen, diamantglänzenden, strahligen Perle; auf Kohle unter Arsendämpfen zu weissem Arsenkupfer, und mit Borsäure zu Kupfer reducirt; löslich in Säuren und in Ammoniak. — Redruth und St. Day in Cornwall, Tavistock in Devonshire, Zinnwald, Nischne Tagilsk, Mammoth Mines im Tintic-District, Utah.




Hier mag auch *Schrauf*'s Veszelyit angereiht werden. Scheinbar monoklin, indessen nach *Schrauf* triklin; $\alpha = 89°\,31'$, $\beta = 103°\,50'$, $\gamma = 89°\,34'$. A.-V. = 0,7101 : 1 : 0,9134. Die Krystalle zeigen gewöhnlich nur das vorherrschende $\infty P$ (109° 15′) in Comb. mit $\breve{P}\infty$ (95° 10′); vordere Domenkante gegen vordere Prismenkante unter 103° 50′ geneigt. Meist rindenartige Krusten und undeutliche Individuen. H. = 3,5...4; G. = 3,53; grünlichblau. — Die Analyse lieferte: 37,34 Kupferoxyd, 25,20 Zinkoxyd, 10,41 Arsensäure, 9,01 Phosphorsäure, 17,05 Wasser,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

woraus sich vielleicht die Formel $7(Cu,Zn)O.(P,As)^2O^5+9H^2O$ ergibt. Auf Granatfels und Brauneisen zu Moravicza im Banat. — Der spangrüne strahlige Trichalcit von Beresowsk ist wohl $Cu^3[AsO^4]^2+5H^2O$.

**Descloizit,** *Damour.*

Rhombisch, nach *Des Cloizeaux* und *vom Rath*; P an den Krystallen vom Lake Valley Polkk. 126°56′ und 90°54′; A.-V. = 0,6367:1:0,8046, die kleinen Krystalle vielfach von pyramidalem Habitus, versehen mit dem flachen Brachydoma $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ (136°40′ über 0P), mit $2\overline{P}\infty$, in der Säulenzone herrschend $\infty P$ (115°), daneben $\infty\breve{P}3$; auch wohl prismatisch bis 8 Mm. lang. Die argentinischen Krystalle, welche vielleicht geringe Abweichungen in den Dimensionen besitzen, sind meist Combinationen von $\infty P$ mit einem Brachydoma und zeigen auch 0P. Auch stalaktitische und radialfaserige warzige Aggregate. — Spaltb. nicht erkennbar. H. = 3,5; G. = 5,9...6,2. Kirschroth, bräunlichroth, haarbraun bis bräunlich-olivengrün und bräunlichschwarz, im Bruch bisweilen mit concentrischen Farbenzonen. Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, spitze negative Bisectrix *c*. — Chem. Zus.: $4RO.V^2O^5+H^2O$, deutbar als $R^3[VO^4]^2.R[OH]^2$, also ganz analog mit Adamin, Libethenit und Olivenit. Darin ist R = Pb und Zn, meist ungefähr in dem Verh. 1:1, was 55,4 Bleioxyd, 19,7 Zinkoxyd, 22,7 Vanadinsäure, 2,2 Wasser entsprechen würde. Bisweilen ist ein geringer Gehalt an MnO, CuO und $As^2O^5$ nachgewiesen, auch ein Chlorgehalt unter 1 pCt. Mit wenig Salpetersäure erwärmt nimmt das Pulver die hochrothe Farbe der Vanadinsäure an, welche durch grösseren Zusatz von Säure sich auflöst, während die Flüssigkeit blassgelb erscheint. Auf Quarz in der Sierra de Cordoba in Argentinien (Ajuadita, Grube Venus); Grube Sierra Grande im Lake Valley, New-Mexico; Yavapai Co. in Arizona; auch am Berg Obir in Kärnten. — Der bräunlichschwarze krustenförmige sog. Cuprodescloizit von S. Luis Potosi in Mexico hält unter R auch 7—8 pCt. Kupferoxyd, auf Kosten des Zinks. — Ein ähnliches Mineral scheint der krustenartige papageigrüne Psittacinit aus dem Silver Star District in Montana zu sein.

Zu dem Descloizit scheint als eine neben der Vanadinsäure auch Arsensäure haltige und etwas zinkreichere Varietät *v. Kobell's* Aräoxen zu gehören, bräunlichrothe, traubige Aggregate auf Klüften des Buntsandsteins bei Dahn unfern Niederschlettenbach in Rheinbayern.

**Volborthit,** *Hess.*

Kleine und sehr kleine sechsseitige Täfelchen, einzeln und zu kugeligen und rasenförmigen Aggregaten oder zu schuppigen Partieen verbunden; meist als erdiger Anflug; H. = 3; G. = 3,49...3,55; olivengrün, grasgrün bis zeisiggrün und gelb; Strich fast gelb. — Chem. Zus.: Ein wasserhaltiges Vanadinat von Kupfer, auch Baryum und Calcium, vielleicht $R^3[OH]^3VO^4+6H^2O$; eine Analyse von *Genth* ergab z. B. nach Abzug von Verunreinigungen: 40,7 Kupferoxyd, 4,6 Baryt, 4,8 Kalk, 1,5 Magnesia, 14,6 Vanadinsäure, 33,8 Wasser. Schmilzt auf Kohle leicht und erstarrt bei stärkerer Hitze zu einer graphitähnlichen Schlacke, welche Kupferkörner enthält; mit Soda liefert er sogleich Kupfer; mit Phosphorsalz im Ox.-F. licht, im Red.-F. tief grün, welche Farbe selbst nach einem Zusatz von Zinn verbleibt; löslich in Salpetersäure; aus der sauren Sol. wird durch Eisen das Kupfer metallisch gefällt, wobei sich die Sol. licht smalteblau färbt, was auch durch einen Zusatz von Zucker erfolgt. — Sysertsk und Nischne Tagilsk in Russland; nach *Planer* ziemlich häufig in der Permischen Formation Russlands; bisweilen färbt er den Sandstein gelbgrün, oft bildet er einen Anflug auf Klüften, in versteinerten Holzstämmen u. s. w.

Der sog. Kalkvolborthit (*Heinrich Credner*) von Friedrichroda am Thüringer Wald ist nicht etwa ein kalkreicher Volborthit, sondern ein ganz abweichend zusammengesetztes Mineral, trotzdem es auch dünne grünliche Blättchen und graue krystallinische Partieen bildet. Führt durchschnittlich 40 pCt. Kupferoxyd, 16 Kalk, 1 Magnesia und Manganoxydul, aber 18 Vanadinsäure und nur 5 Wasser; vielleicht ist die Formel $4RO.V^2O^5+H^2O$.

**Tagilit,** *Hermann.*

Monoklin nach *Breithaupt*; die sehr kleinen und nicht messbaren Krystalle ähnlich denen des Lirokonits, zu nierförmigen oder kugeligen Aggregaten gruppirt; gewöhnlich schwammige, warzenförmige, staudenförmige Massen von rauher Oberfläche und radialfaserigem oder erdigem Bruch; H. = 3; G. = 4,076; smaragdgrün, verwittert berggrün; Strich spangrün; glasglänzend, kantendurchscheinend. — Chem. Zus.: $4CuO.P^2O^5+3H^2O$, was sich deuten lässt als $Cu^3[PO^4]^2.Cu[OH]^2+2H^2O$, mit 61,81 Kupferoxyd, 27,67 Phosphorsäure, 10,52 Wasser. — Häufig bei Nischne Tagilsk auf Brauneisen; Mercedes ö. von Coquimbo, Grube Arme Hilfe bei Ullersreuth unweit Hirschberg in Reuss; Grosskamsdorf.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Euchroit,** *Breithaupt.*

Rhombisch, ∞P 117°20′, P̆∞ 87°52′ nach *Miller*; A.-V. = 0,6088 : 1 : 1,0379; gewöhnl. Comb. ∞P (*M*), ∞P̆2 (*l*), 0P (*P*), P̆∞ (*n*), wie die Fig., auch mit P̄∞ und ½P̄∞. Krystalle kurz



$M : M' = 117°20'$
$l : l = 104\ 12$
$P : n = 133\ 56$

säulenförmig, vertical gestreift. — Spaltb. nach ∞P und P̆∞ unvollk.; ziemlich spröd; H. = 3,5...4; G. = 3,3... 3,4; smaragd- und lauchgrün; Strich spangrün; Glasglanz; durchsichtig und durchscheinend; optische Axenebene ∞P̆∞, spitze pos. Bisectrix *c*. — Chem. Zus.: $4CuO.As^2O^5 + 7H^2O$, was sich deuten lässt als $Cu^3[AsO^4]^2.Cu[OH]^2 + 6H^2O$, mit 47,12 Kupferoxyd, 34,17 Arsensäure, 18,71 Wasser. Verknistert im Kolben nicht, wird aber gelblichgrün und zerreiblich; schmilzt v. d. L. und erkaltet zu grünbrauner krystallisirter Masse; schmilzt auf Kohle unter Arsengeruch, gibt erst weisses Arsenkupfer, endlich ein Kupferkorn; gibt mit Kohlepulver im Glasrohr geglüht ein Sublimat von Arsen und arseniger Säure; in Salpetersäure leicht löslich. — Libethen in Ungarn.

**Erinit,** *Haidinger.*

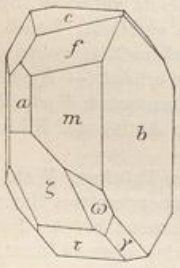
In nierförmigen Gestalten von concentrisch schaliger Zusammensetzung mit rauher Oberfläche aus winzigsten Kryställchen und mit muscheligem Bruch; H. = 4,5...5; G. = 4...4,1; smaragdgrün, Strich apfelgrün; matt, in Kanten durchscheinend. — Chem. Zus. nach *Turner* sehr genau entsprechend $5CuO.As^2O^5 + 2H^2O$, deutbar als $Cu^3[AsO^4]^2.2Cu[OH]^2$, was 59,85 Kupferoxyd, 34,72 Arsensäure und 5,43 Wasser entspricht; doch haben andere Analysen (Utah) 7—9 pCt. Wasser ergeben. — Angeblich in Limerick, Irland, wogegen *Church* den Fundort in Cornwall erkannte, daher der Name nicht passt; mit Olivenit und Kupferlasur auf den Mammoth- und American Eagle-Gruben in Utah. — Auf der letzteren auch der malachitähnliche Konichalcit, $4CuO.As^2O^5 + 1½H^2O$, ein Theil des Cu durch Ca ersetzt. — Ein anderes Erinit genanntes Mineral ist eine Var. von Bol.

**Mottramit,** *Roscoe.*

Krystallinische Krusten, aus kleinen undeutlichen schwarzen Krystallen zusammengesetzt; in dünnen Schichten gelb durchsichtig; Strich gelb; H. = 3; G. = 5,894. Ist wahrscheinlich das dem Erinit und Dihydrit vollständig entsprechende Vanadinat, worin neben dem Kupfer auch Blei vorkommt: $5(Cu,Pb)O.V^2O^5 + 2H^2O$, deutbar ganz analog; äquivalenten Mengen von Cu und Pb entspricht die Zus.: 20,48 Kupferoxyd, 56,95 Bleioxyd, 18,85 Vanadinsäure, 3,72 Wasser. — Auf Keupersandstein zu Mottram St. Andrews in Cheshire.

**Dihydrit,** *Hermann.*

Monoklin oder triklin. $\alpha = 89°29'$, $\beta = 91°$, $\gamma = 90°39'$; A.-V. = 2,8252 : 1 : 1,5339 nach *Schrauf*. Die Fig. zeigt eine Comb. der 3 Pinakoide mit ∞P′ (*m*), ¾P′ (*f*), ⅔P̆,∞ (ζ), ⅔P̆,3 (ω), P̆,∞ (τ), P̆,¾ (γ); $a : m = 110°4'$; $c : f = 129°9'$; $c : m = 89°52'$; $t : c = 151°16'$. Habitus der Krystalle monoklin mit nach ∞P̆∞ eingelagerten Zwillingslamellen, auch ist ∞P̆∞ Zwillingsebene. Oft zu Aggregaten mit drusiger Oberfläche versammelt, blätterig, in nierförmigen Massen von concentrischer Structur, undeutlich faserig. — Spaltb. nach ∞P̆∞ undeutlich. H. = 4,5...5; G. = 4...4,4. Dunkel smaragdgrün, Strich etwas heller. Diamantglanz, in Glasglanz geneigt. Deutlich pleochroitisch zwischen tief bläulichgrün und gelblichgrün. — Ch. Zus.: Wesentlich $5CuO.P^2O^5 + 2H^2O$, deutbar als $Cu^3[PO^4]^2.2Cu[OH]^2$, mit 69,02 Kupferoxyd, 24,72 Phosphorsäure, 6,26 Wasser. Verhält sich sonst wie Libethenit. Zeigt bei 200° keinen Glühverlust. — Ehl bei Linz und Virneberg bei Rheinbreitbach am Rhein; Nischne Tagilsk.




**Phosphorchalcit,** *v. Kobell*; Lunnit, Phosphorkupfer, Pseudomalachit.

Nicht auskrystallisirt bekannt; kugelige, traubige und nierförmige Aggregate, von strahliger und faseriger Textur und drusiger Oberfläche. Bruch uneben und feinsplitterig; H. = 4...5; G. = 3,4...4,4; schwärzlich-, smaragd- und spangrün; Strich spangrün, dunkler als Malachit; Fettglanz; pellucid in sehr geringem Grade. — Chem. Zus.: $6CuO.P^2O^5 + 3H^2O$, was sich deuten lässt als $Cu^3[PO^4]^2.3Cu[OH]^2$ (also vollkommen analog dem Strahlerz), mit 70,82 Kupferoxyd, 21,14 Phosphorsäure, 8,04 Wasser; bisweilen mit einem kleinen Gehalt an Selen, auch wohl mit wenig Arsensäure. Schmilzt man die entwässerte Probe in der Zange, so erhält man eine

bei der Abkühlung krystallisirende schwarze Kugel; v. d. L. schnell erhitzt zerknistert er, langsam erhitzt wird er schwarz und schmilzt zu einer schwarzen Kugel, welche ein Kupferkorn enthält; schmilzt man diese Kugel mit gleichem Volum Blei, so bildet sich um dieselbe eine bei der Abkühlung krystallisirende Hülle von phosphorsaurem Blei; leicht löslich in Salpetersäure, wenig löslich in Ammoniak. — Rheinbreitbach, Hirschberg im Vogtland, Kreuzberg in Böhmen, Libethen, Nischne Tagilsk, Cornwall.

**Ehlit,** *Breithaupt.*

Nur bekannt als traubige und nierförmige Aggregate von radial blätteriger Textur und drusiger oder auch glatter glänzender Oberfläche; Spaltb. nach einer Richtung, sehr vollk.; G. = 3,8...4,27; spangrün im Inneren, die Oberfläche der Aggregate fast smaragdgrün; Perlmutterglanz auf Spaltungsflächen; kantendurchscheinend. — Scheint $5CuO.P^2O^5 + 3H^2O$ zu sein, deutbar als $Cu^3[PO^4]^2.2Cu[OH]^2 + H^2O$, mit 66,92 Kupferoxyd, 23,97 Phosphorsäure, 9,11 Wasser. *Bergemann* fand auch über 7 pCt. Vanadinsäure. Decrepitirt sehr heftig, verhält sich übrigens ganz ähnlich wie Phosphorchalcit. — Ehl bei Linz am Rhein; Frauenstein bei Wiesbaden. — Der sog. Prasin von Libethen, ausgezeichnet durch glatte Oberfläche seiner nierförmigen Gestalten und durch smaragdgrünen Strich, hat genau die Zus. des Ehlits.

Unter dem Namen Cornwallit wurde ein derbes dunkelgrünes Kupferarsenat aus Cornwall von muscheligem Bruch, H. = 4,5 und G. = 4,166 beschrieben, dessen Analyse nach *Church* auf die Formel $5CuO.As^2O^5 + 3H^2O$ führt; findet sich mit Olivenit.

**Tirolit,** *Haidinger*; Kupferschaum, *Werner.*

Rhombisch nach *E. S. Dana*; die dünnen Krystalle tafelförmig nach 0P und nach der Axe *b* gestreckt, die freien Enden zeigen $\infty\breve{P}\infty$, $\infty P$ (94°), $\breve{P}2$ (123° 36′); gewöhnlich fächerähnliche Gruppirungen, kugelige Aggregate von strahlig-blätteriger Textur und drusiger Oberfläche; Spaltb. nach 0P sehr vollk., glimmerähnlich; mild, in dünnen Blättchen biegsam; H. = 1...1,5; G. = 3...3,1; spangrün bis himmelblau, Strich gleichfarbig, Perlmutterglanz. Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, spitze neg. Bisectrix *c*. — Ist vielleicht $5CuO.As^2O^5 + 9H^2O$ (deutbar als $3Cu[AsO^4]^2.2Cu[OH]^2 + 7H^2O$), welchem 50,28 Kupferoxyd, 29,18 Arsensäure, 20,54 Wasser entspricht. Frühere Analysen von *v. Kobell* und *Frenzel* sowie eine spätere von *Church* haben auch ca. 13 pCt. $CaCO^3$ ergeben, doch erhielt *Hillebrand* an anscheinend ganz reinem Material keine Kohlensäure, aber anderseits ca. 2 pCt. schwefelige Säure; die Zus. ist daher noch etwas unsicher. V. d. L. zerknistert er sehr heftig; in der Zange schwärzt er sich und schmilzt zu stahlgrauer Kugel, gibt auf Kohle Arsengeruch; löslich in Säuren und in Ammoniak. — Falkenstein und Schwatz in Tirol, Riechelsdorf und Bieber in Hessen (im Zechsteindolomit), Schneeberg, Saalfeld in Thüringen, Posing und Libethen in Ungarn, Mammoth Mine in Utah.

**Strahlerz,** *Werner*; Aphanesit, *Shepard*; Abichit; Klinoklas.

Monoklin, $\beta = 80°30'$, 0P (*P*), $\infty P$ (*M*) 56°, $\frac{3}{2}\breve{P}\infty$ (*c*) 19° nach *Miller*; A.-V. = 1,9069 : 1 : 3,8507; gewöhnliche Comb. $\infty P.0P.\frac{3}{2}\breve{P}\infty$, wie die Figur, in welcher *P* und *c* (0P und $\frac{3}{2}\breve{P}\infty$) eine horizontale Kante von 99°30′ bilden; säulenförmig nach $\infty P$; keilförmige und halbkugelige Aggregate mit convexer Oberfläche und radialstengeliger Textur. — Spaltb. basisch höchst vollk. Die Spaltungsflächen in den Aggregaten gekrümmt; H. = 2,5...3; G. = 4,2...4,4; aussen fast schwärzlich blaugrün, innen dunkel spangrün, Strich bläulichgrün, Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen, sonst Glasglanz; kantendurchscheinend. Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, spitze Bisectrix fast normal auf 0P. — Chem. Zus.: $6CuO.As^2O^5 + 3H^2O$, was sich deuten lässt als $Cu^3[AsO^4]^2.3Cu[OH]^2$ (also vollkommen analog dem Phosphorchalcit), mit 62,62 Kupferoxyd, 30,28 Arsensäure, 7,10 Wasser. Gibt im Kolben Wasser und wird schwarz; auf Kohle ein Kupferkorn; löslich in Säuren und Ammoniak. — Cornwall mehrorts, Tavistock in Devonshire, und Sayda in Sachsen, Mammoth Mine im Tintic District, Utah.




Anm. Bei der analogen Zus. von Phosphorchalcit und Strahlerz ist eigentlich eine Isomorphie beider zu erwarten; auch der Chondroarsenit schliesst sich chemisch hier an.

**Atelestit,** *Breithaupt.*

Monoklin, $\beta = 70°43'$; A.-V. = 0,9334 : 1 : 1,5051 nach *Busz*. Kleine Krystalle tafelförmig nach $\infty\breve{P}\infty$ mit namentlich entwickeltem $\breve{P}\infty$, P, −P, sowie $-\breve{P}3$; Basis und Klinopinakoid ganz zurücktretend. H. = 3...4,5; G. = 6,4; schwefelgelb mit Diamantglanz, durchsichtig bis durchscheinend. — Basisches Wismutarsenat $3Bi^2O^3.As^2O^5 + 2H^2O$ oder $BiAsO^4.2BiO[OH]$, mit 83,9 Wismutoxyd, 13,9 Arsensäure, 2,2 Wasser. In verdünnter Salzsäure leicht löslich. — Grube Neuhilfe bei Schneeberg mit Wismutocker.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Rhagit,** *Weisbach.*

Mikrokrystallinisch in isolirten und traubenförmig gruppirten Kügelchen von weinbeergrüner Farbe, die glatte Oberfläche schwach wachsartig glänzend; H. = 5; G. = 6,82; Strich weiss. — Chem. Zus.: Nach *Winkler* ein wasserhaltiges Arsenat von Wismut, vermuthlich $5Bi^2O^3.2As^2O^5 + 9H^2O$, oder $2BiAsO^4.3Bi[OH]^3$, entsprechend 78,8 Wismutoxyd, 15,7 Arsensäure, 5,5 Wasser. In Salzsäure leicht, in Salpetersäure schwer löslich; beim Erhitzen im Kolben decrepitirend und unter Wasserabgabe zu einem isabellgelben Pulver zerfallend; v. d. L. auf Kohle schmelzend. — Mit Uranerzen auf der Grube Weisser Hirsch bei Neustädtel unweit Schneeberg, von Walpurgin begleitet.

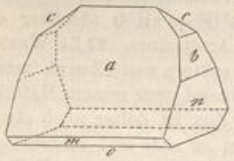
**Troegerit,** *Weisbach.*

Nach *Schrauf* monoklin; nach *Goldschmidt* mit aller Wahrscheinlichkeit tetragonal, obschon gewisse Formen nur partiell wie im monoklinen System auftreten. A.-V. = 1 : 2,16. Dünne Täfelchen, ausgedehnt nach dem etwas unebenen 0P, am Rande mit schmalen Prismen und Pyramiden. — Spaltb. vollk. nach 0P, gut nach $\infty P\infty$; G. = 3,23; citrongelb; abnorm optisch-zweiaxig. — Chem. Zus.: $3UO^3.As^2O^5 + 12H^2O$, was erfordert 65,97 Uranoxyd, 17,55 Arsensäure, 16,48 Wasser. — Mit Walpurgin, Zeunerit u. a. Uranerzen auf den Gruben Weisser Hirsch und Daniel bei Schneeberg. — Ein ähnliches Uranphosphat ist der Phosphuranylit, citrongelbe Krusten von der Flat Rock Mine in Nordcarolina.

### b) Phosphate und Arsenate mehrer Metalle.

**Struvit,** *Ulex.*

Rhombisch, und zwar ausgezeichnet hemimorph nach der Verticalaxe; A.-V. = 0,5664 : 1 : 0,9121, nach *Sadebeck* (Min. Mitth. 1877. 113); vgl. auch *Kalkowsky*, Z. f. Kryst. XI. 1886. 1. Die Krystalle meist vollständig, doch am unteren Ende etwas




| Am oberen Ende die Flächen | | Flächen am unteren Ende | |
|---|---|---|---|
| $a = \breve{P}\infty$ | 63° 41′ | $m = \frac{1}{3}\breve{P}\infty$ | 123° |
| $c = \breve{P}\infty$ | 95 16 | $o = 0P$ | |
| $b = 4\breve{P}\infty$ | 30 40 | | |
| $n = \infty\breve{P}\infty$ | | | |

unregelmässig ausgebildet; zwischen $n$ und $o$ tritt bisweilen noch $2\breve{P}\infty$ auf, auch fehlt wohl 0P dem oberen Ende nicht ganz. Krystalle bald nach der Verticalaxe, bald nach der Brachydiagonale ausgedehnt, auch abgeplattet nach $\infty\breve{P}\infty$. Zwillinge ganz denen des Kieselzinks analog, bei welchen zwei Individuen bald mit ihren unteren, bald mit ihren oberen Enden in der Fläche 0P zusammengewachsen sind. — Spaltb. basisch vollk., nach $\infty\breve{P}\infty$ ziemlich vollk.; H. = 1,5...2; G. = 1,66...1,75; farblos, meist gelb oder lichtbraun gefärbt, glasglänzend, halbdurchsichtig bis undurchsichtig; polarpyroëlektrisch, am unteren Ende liegt der negative, am oberen der positive Pol; optische Axenebene die Basis, spitze Bisectrix die Makrodiagonale; $2E$ = ca. 60°; starke Dispersion, $\rho < v$. — Chem. Zus.: Wasserhaltiges phosphorsaures Ammonium-Magnesium, $[NH^4]MgPO^4 + 6H^2O$, mit 10,63 Ammoniak, 16,32 Magnesia, 28,97 Phosphorsäure, 44,08 Wasser. — Vorkommen in einer aus Viehmist gebildeten Moorerde unter der Nikolaikirche in Hamburg, in den Abzugskanälen der Kaserne in Dresden, zu Braunschweig und Homburg v. d. H. in einer Düngergrube; auch in einer Guanoschicht in den Skiptonhöhlen bei Ballarat in Australien und im Guano an den Küsten Afrikas, daher auch Guanit genannt.

**Arseniosiderit,** *Dufrénoy.*

Mikrokrystallinisch, kugelige Aggregate von faseriger Textur, die faserigen Individuen leicht trennbar; auch als Pseudomorphose nach Eisenspath. H. = 1...2; G. = 3,52; bräunlichgelb, an der Luft dunkelnd; seidenglänzend. — Chem. Zus.: $6CaO.4Fe^2O^3.3As^2O^5 + 9H^2O$ (wahrscheinlich), was 18,3 Kalk, 35 Eisenoxyd, 37,8 Arsensäure, 8,9 Wasser entsprechen würde. V. d. L. schmilzt er leicht, gibt dabei die Reactionen auf Arsen und Eisen; in Salzsäure vollständig löslich. — Romanèche bei Mâcon auf Manganerz; Wittichen und Bulach in Württemberg; Schneeberg; auf Klüften des körn. Kalks von Auerbach.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Aus denselben Stoffen, aber in anderem Verhältniss besteht der rhombische Mazapilit (*G. A. König*), lange dünne schwarze Prismen, blutroth in Splittern durchscheinend, von der Jesus Maria-Grube bei Mazapil in Mexico, indem er $3CaO.2Fe^2O^3.2As^2O^5 + 6H^2O$ ist. — Der kastanienbraune nierförmige Borickit (Delvauxen) von Leoben in Steiermark, Nenacovic in Böhmen, ist ein ähnliches wasserhaltiges Phosphat von Eisenoxyd und Kalk.

**Chalkosiderit,** *Maskelyne.*

Triklin, nach *Maskelyne*; hellgrüne Krystalle von G. = 3,108, garbenförmig vereinigt. Ist wahrscheinlich $CuO.3Fe^2O^3.2P^2O^5 + 8H^2O$, mit 8,0 Kupferoxyd, 48,6 Eisenoxyd, 28,8 Phosphorsäure, 14,6 Wasser. West-Phoenix-Mine in Cornwall.

**Goyazit,** *Damour.*

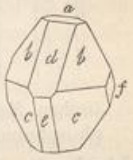
Gelblichweisse, mehr oder minder durchsichtige Körner von 1,5 Mm. Durchmesser, leicht spaltbar, optisch einaxig positiv. H. = 5; G. = 3,26. Sehr basisches Calcium-Aluminiumphosphat, dessen Analyse (17,33 Kalk, 50,66 Thonerde, 14,87 Phosphorsäure, 16,67 Wasser) auf die Formel $3CaO.5Al^2O^3.P^2O^5 + 9H^2O$ führt. Begleitet in der brasilianischen Provinz Goyaz die Diamanten.

## Lazulith, *Karsten* (Blauspath).

Monoklin, nach *Prüfer*; $\beta = 88^\circ 2'$, $\infty P\ 91^\circ 30'$, P (*c*) $99^\circ 40'$, $-P$ (*b*) $100^\circ 20'$, $\breve{P}\infty$ (*l*) $30^\circ 22'$, $-\breve{P}\infty$ (*d*) $29^\circ 25'$, $-\frac{1}{2}P\ 115^\circ 30'$. A.-V. = 0,9747 : 1 : 1,6940. Die Fig. stellt eine der einfachsten Comb. dar; andere sind z. Th. sehr complicirt; der allgemeine Habitus ist theils pyramidal durch P und $-P$, theils tafelartig wenn 0P, theils säulenförmig wenn $-P$ (*b*) sehr vorwaltet; doch sind deutlich entwickelte Krystalle äusserst selten; zu den schönsten gehören die vollständig ausgebildeten, in Quarzit eingewachsenen aus Georgia; gewöhnlich nur derb oder eingesprengt, in individualisirten Partieen und körnigen Aggregaten. Zwillinge, bei denen $\infty\breve{P}\infty$ Zwillingsebene ist, bestehen aus zwei symmetrischen Hälften, welche einen scheinbar einfachen Krystall bilden; seltenere Zwillingsbildung erfolgt nach $-\frac{2}{3}P$. — Spaltb. nach $\infty P$ unvollk., Bruch uneben und splitterig; H. = 5...6; G. = 3...3,12; eigentlich farblos, aber fast immer blau gefärbt, indigblau, berlinerblau, smalteblau bis bläulichweiss; Strich farblos; Glasglanz; in Kanten durchscheinend; die gefärbten Varr. stark pleochroitisch, z. B. azurblau und farblos. Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, die negative Bisectrix bildet mit *c* im spitzen Winkel $\beta$ $9\frac{1}{2}^\circ$. — Chem. Zus.: Wasserhaltiges Thonerde-, Magnesia-, Eisenoxydul-Phosphat, $RO.Al^2O^3.P^2O^5 + H^2O$, oder $RAl^2[OH]^2[PO^4]^2$, worin R = Mg und Fe in sehr verschiedenem Verhältniss (aber Mg meist vorwaltend); der Gehalt an Phosphorsäure beträgt 43 bis 45, an Thonerde 33 bis 34, an Wasser ca. 6 pCt.; der dunkelblaue Lazulith hält 6 bis 10, der hellblaue sog. Blauspath nur 1 bis 3 pCt. FeO. Gibt im Kolben Wasser und entfärbt sich, wird jedoch, mit Kobaltsolution geglüht, wieder blau; schwillt auf Kohle an, wird etwas blasig, schmilzt aber nicht; färbt die Flamme schwach grün; von Säuren nur wenig angegriffen, nach vorgängigem Glühen aber fast gänzlich gelöst. — Fressnitzgraben bei Krieglach und Fischbacher Alp in Steiermark, Rädelgraben bei Werfen in Salzburg, Zermatt im Wallis, Horrsjöberg in Wermland, Crowder's Mt. in Nordcarolina, hier mit Cyanit in grosser Menge, am Graves Mt. in Lincoln Co. in Georgia, in Quarzit oder Itacolumit reichlich eingewachsen, Einschlüsse von Rutil enthaltend; Keewatin in Canada; Tijuco in Minas Geraës.

| $-P$. P. | $-\breve{P}\infty$. | $\breve{P}\infty$. | 0P. | $\infty\breve{P}\infty$ |
|---|---|---|---|---|
| *b* | *c* | *d* | *l* | *a* | *f* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $b : b =$ | $100^\circ 20'$ | $d : a =$ | $121^\circ 23'$ |
| $c : c =$ | $99\ 40$ | $l : a =$ | $118\ 24$ |
| $b : c =$ | $135\ 25$ | $d : b =$ | $140\ 10$ |




**Childrenit,** *Brooke.*

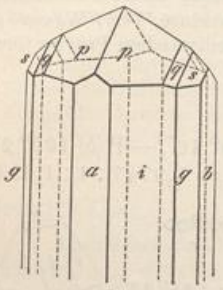
Rhombisch, völlig isomorph mit Eosphorit (vgl. dessen Fig.); P (*p*) Polk. $133^\circ 55'$ und $118^\circ 14'$; $\infty P$ (*r*) $104^\circ 14'$; $2\breve{P}2$ (*s*) Polk. $103^\circ 4'$ und $97^\circ 53'$. A.-V. = 0,7780 : 1 : 0,5257. Habitus der Krystalle pyramidal, oft wie eine hexagonale Pyramide (Comb. $\infty P$ mit $2\breve{P}2$ oder $3\breve{P}3$); Krystalle einzeln aufgewachsen. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ unvollk. H. = 4,5; G. = 3,18...3,24;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gelblichweiss, wein- bis ockergelb, auch gelblichbraun bis fast schwarz; pleochroitisch; Glasglanz fettartig; durchscheinend. Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, spitze negative Bisectrix $b$. — *Penfield*'s Analyse lieferte z. B. 21,17 Thonerde, 26,54 Eisenoxydul, 4,87 Manganoxydul, 1,21 Kalk, 30,19 Phosphorsäure, 15,87 Wasser, woraus sich die Formel $2RO.Al^2O^3.P^2O^5+4H^2O$ ableitet, also ganz analog der des Eosphorits, welcher sich nur durch das Ueberwiegen des MnO vor FeO unterscheidet. V. d. L. färbt er die Flamme blaugrün, schwillt etwas an, ist nur an den Kanten schmelzbar, gibt aber die Reaction auf Eisen und Mangan. In Salzsäure schwer löslich. — Tavistock in Devonshire, Crinnisgrube bei St. Austell in Cornwall mit Eisenspath, Quarz und Kupferkies, Hebron in Maine mit Amblygonit.

**Eosphorit,** *Brush* und *E. Dana*.

Rhombisch, isomorph mit Childrenit; P ($p$) Polk. 133° 32′ und 118° 58′; $\infty P$ ($i$) 104° 19′; ausserdem noch, wie in der Fig., $\infty\breve{P}\infty$ ($a$), $\infty\breve{P}\infty$ ($b$), $\infty\breve{P}2$ ($g$), $\frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$ ($q$) und $2\breve{P}2$ ($s$) mit den Polk. 130° 26′ und 98° 42′. A.-V. = 0,7768 : 1 : 0,5150. Krystalle klein, gewöhnlich nicht sehr vollkommen und nur an einem Ende ausgebildet; Prismenflächen fein gestreift; auch in derben Massen und ganz dichten Aggregaten. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk.; H. = 5; G. = 3,11...3,15; blassroth bis ganz farblos, auch durch fremde Einmengungen (von Dickinsonit) grünlich. Glasglanz, fettartig. Optisch genau wie Childrenit; deutlich pleochroitisch. — Die Analysen von *Penfield* ergaben im Mittel: 22,19 Thonerde, 7,40 Eisenoxydul, 23,51 Manganoxydul, 0,54 Kalk, 0,33 Natron, 31,05 Phosphorsäure, 15,60 Wasser, woraus sich dieselbe allgemeine Formel wie für den Childrenit ableitet, nur dass unter RO hier FeO über MnO überwiegt. Decrepitirt beim Erhitzen und gibt Wasser; färbt v. d. L. die Flamme blassgrün und schmilzt ziemlich schwer zu einer schwarzen magnetischen Masse. Löslich in Salpetersäure und Salzsäure. — Begleitet von anderen Manganphosphaten auf Nestern im Albit des Granits von Branchville in Connecticut.




**Lirokonit,** *Haidinger* (Linsenerz).

Monoklin; $\beta = 88° 33'$, $\infty P$ 61° 31′ (also $d : d = 118° 29'$), $\breve{P}\infty$ ($o$) 74° 21′; A.-V. = 1,6809 : 1 : 1,3190; gewöhnlich gerade so ausgebildet wie die rhombische Comb. $\infty P.\breve{P}\infty$ ($d$ und $o$), kurz säulenförmig oder rectangulär pyramidal; die Flächen beider Formen sind ihren Combinationskanten parallel gestreift; Krystalle klein, zu Drusen vereinigt, auch derb und eingesprengt. — Spaltb. prismatisch unvollk.; H. = 2...2,5; G. = 2,83...2,93; himmelblau bis spangrün; Strich lichter; Glas- und Fettglanz; durchscheinend. Optische Axenebene normal auf $\infty\breve{P}\infty$ und etwa 25° gegen $a$ geneigt; spitze Bisectrix = $b$. — Die ganz übereinstimmenden Analysen führen auf das sehr complicirte Verhältniss $18CuO.4Al^2O^3.5As^2O^5+60H^2O$, wofür vielleicht $4CuO.Al^2O^3.As^2O^5+12H^2O$ zu setzen; etwas Phosphorsäure (3 bis 4 pCt.) stets vorhanden; die Arsensäure beträgt ca. 23, Kupferoxyd 37 bis 39, Thonerde 9 bis 11, Wasser 25 bis 26 pCt. Im Kolben zerknistert er nicht, gibt Wasser, wird grün, fängt dann an zu glühen und erscheint darauf braun; schmilzt in der Zange und färbt die Flamme bläulichgrün. Löslich in Salpetersäure, sowie in Ammoniak. — Cornwall, Herrengrund in Ungarn.




**Chalkophyllit,** *Breithaupt*, oder Kupferglimmer, *Werner*.

Rhomboëdrisch, R 69° 48′ ($P$) nach *Miller*; A.-V. = 1 : 2,5536; Krystalle stets tafelartig durch Vorherrschen von 0R ($o$), welches seitlich durch R oder schärfere Rhomboëder begrenzt wird; kleine Drusen, blätterige Aggregate. — Spaltb. basisch sehr vollk.; mild; H. = 2; G. = 2,4...2,66; bläulich-, smaragd- bis spangrün, Strich hellgrün; Perlmutterglanz auf 0R; durchsichtig bis durchscheinend; Doppelbrechung negativ. — Die Analysen weichen so von einander ab, dass eine gemeinsame Formel für dies sehr basische thonerdehaltige Kupferarsenat nicht aufzustellen ist; sie ergeben: Kupferoxyd 44 bis 53, Thonerde 2 bis 6, Arsensäure 16 bis 21, Wasser 23 bis 32 pCt.; auch etwas Phosphorsäure und Eisenoxyd. *Hartley* fand nur 14,5 Arsensäure, aber 7 pCt. Schwefelsäure. Zerspringt im Kolben heftig, wird schwarz und gibt viel Wasser; schmilzt auf Kohle unter Entwickelung von Arsendämpfen zu grauem sprödem Metallkorn; in Säuren und Ammoniak leicht löslich. — Redruth, Sayda in Sachsen, Sommerkahl im Spessart, Nischne Tagilsk.




**Mixit,** *Schrauf*.

Sehr zarte nadelförmige Krystalle, vertical gestreift; Auslöschung nach *Cross* gerade, nach *Schrauf* schief; als Incrustation mit körnigem Inneren und radialfaseriger Peripherie. H = 3...4;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

G. = 3,79. Smaragdgrün bis bläulichgrün, blassgrün oder weisslich. — Chem. Zus.: ca. 43 bis 44 Kupferoxyd, 11 bis 13 Wismutoxyd, 29 bis 31 Arsensäure, 11 Wasser, was vielleicht auf die Formel $20CuO.Bi^2O^3.5As^2O^5 + 22H^2O$ führt. Bedeckt sich in gewässerter Salpetersäure fast unverzüglich mit einer Schicht von darin unlöslichem weissem glänzendem Wismutarsenat, während das vorhandene Kupferarsenat völlig in Lösung geht. — Auf gelbem Wismutocker im Geistergang zu Joachimsthal; zu Wittichen mit Baryt; Mammoth Mine in Utah.

**Kalkuranit,** oder Uranit (Uranglimmer z. Th., Autunit).

Rhombisch nach *Des Cloizeaux*; $\infty P = 90^\circ\ 43'$, $\frac{1}{2}P$ (unter den Pyramiden allein ausgebildet) Polk. $100^\circ\ 40'$ und $101^\circ\ 52'$; $0P : \frac{1}{2}P = 63^\circ\ 46'$, $: \breve{P}\infty = 109^\circ\ 6'$, $: \breve{P}\infty = 109^\circ\ 19'$. Hiernach weichen die Formen in ihren Dimensionen nur wenig von tetragonalen ab. A.-V. = 0,9875 : 1 : 2,8517. Krystalle daher sehr ähnlich denen des Kupferuranits, fast immer tafelartig durch Vorwalten des Pinakoids 0P, welches seitlich entweder durch $\infty P$ oder durch $\frac{1}{2}P$, oder auch durch die beiden im Gleichgewicht ausgebildeten Domen $\breve{P}\infty$ und $\breve{P}\infty$ begrenzt wird, welche letztere dann scheinbar eine tetragonale Pyramide bilden; Zwillinge, wobei $\infty P$ die Zwillingsebene ist; 0P bisweilen brachydiagonal gestreift. Kalkuranit bildet mitunter in paralleler Verwachsung einen Rahmen um Kupferuranit. Krystalle meist stumpfkantig, einzeln aufgewachsen oder zu kleinen Drusen vereinigt. — Spaltb. basisch höchst vollk., glimmerähnlich; mild; H. = 2...2,5; G. = 3...3,2; zeisiggrün bis schwefelgelb; Strich gelb; Perlmutterglanz auf 0P; durchscheinend; optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, spitze negative Bisectrix = *c*. — Chem. Zus.: Wasserhaltiges Phosphat von Uran und Calcium; ein Theil der Analysen führt auf die Formel $CaO.2UO^3.P^2O^5 + 8H^2O$ oder $Ca[UO^2]^2[PO^4]^2 + 8H^2O$, mit 62,77 Uranoxydul, 6,09 Kalk, 15,46 Phosphorsäure, 15,68 Wasser, analog dem Kupferuranit. Andere Analysen, z. B. von *Laugier*, *Pisani*, *Jannettaz* ergeben aber einen grösseren Wassergehalt von 20 pCt. und darüber. Entweder ist dies so zu erklären, dass das Mehr an Wasser hygroskopisch vorhanden ist, und die Substanz des Kalkuranits als solche in der That nur 8 Mol. $H^2O$ besitzt, oder dadurch, dass die analysirten Kalkuranite mit 8 Mol. $H^2O$ schon einen Theil ihres Wassers verloren hatten und der wirkliche ursprüngliche Wassergehalt 10 oder 12 Mol. beträgt. Die letztere Auffassung würde auch die Abweichung im Krystallsystem vom Kupferuranit erläutern. Gibt im Kolben Wasser und wird strohgelb, schmilzt auf Kohle zu schwarzer Masse von halbkrystallinischer Oberfläche; mit Soda bildet er eine gelbe unschmelzbare Schlacke; in Salpetersäure löslich, die Solution gelb. — Johanngeorgenstadt, Eibenstock und Falkenstein in Sachsen, Cornwall, im Granit von St. Symphorien bei Autun, Wolfsinsel im Onega-See in Amethystmandeln, Chesterfield in Massachusetts im Inneren rother Turmaline, Schuylkill bei Philadelphia.

Anm. Nach *Brezina* sind zeisiggrüne, 1 bis höchstens 2 Mm. lange, 0,4 bis höchstens 1 Mm. breite (nicht analysirte) Kalkuranit-Kryställchen von der Grube Himmelfahrt bei Johanngeorgenstadt monoklin (oder triklin); Z. f. Kryst. III. 1879. 273.

**Uranospinit,** *Weisbach.*

Zeisiggrüne rectangulär schuppige Krystalle von scheinbar tetragonaler, jedoch wegen ihrer optischen Zweiaxigkeit rhombischer Form (höchst wahrscheinlich isomorph mit Kalkuranit); sie bilden vorwiegend Combinationen von 0P mit zwei Domen, deren Neigung gegen 0P ($124^\circ 28'$) indess so nahe gleich ist, dass sie durch Messung nicht unterschieden werden können. Spaltb. basisch höchst vollk.; G. = 3,45. Ist nach *Winkler* ein wasserhaltiges Arsenat von Uran und Calcium, wahrscheinlich dem Kalkuranit entsprechend $CaO.2UO^3.As^2O^5 + 8H^2O$ (oder vielleicht mit 10 Mol. $H^2O$) und würde sich dann zu dem Kalkuranit gerade so verhalten, wie der Zeunerit zu dem Kupferuranit. Mit Zeunerit, Trögerit, Walpurgin auf der Grube Weisser Hirsch zu Neustädtel unweit Schneeberg.

**Uranocircit,** *Weisbach.* Baryumuranit.

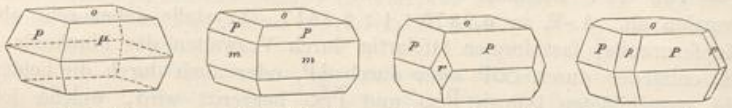
Gelblichgrüne rectanguläre Täfelchen, entschieden optisch-zweiaxig und wahrscheinlich rhombisch, isomorph mit Uranospinit; Spaltb. basisch höchst vollk., nach den verticalen Pinakoiden deutlich; opt. Axenwinkel 15—20°, spitze Bisectrix *c*; G. = 3,53. Ist das entsprechende Phosphat von Uran und Baryum, $BaO.2UO^3.P^2O^5 + 8H^2O$ mit 56,7 Uranoxydul, 15,1 Baryt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

14,0 Phosphorsäure, 14,2 Wasser; nach *Church* entweichen 6 Mol. Wasser bei 100° C. oder beim Aufbewahren des feinen Pulvers über Schwefelsäure, die beiden letzten nur bei starkem Erhitzen. — Gegend von Bergen bei Falkenstein im sächs. Vogtland.

**Kupferuranit,** Torbernit oder Chalkolith, *Werner* (Uranglimmer z. Th.).

Tetragonal. Um die Aehnlichkeit mit Kalkuranit zu erzielen, wird in den folgenden Figuren $P$ als $P\infty$ genommen; Polk. 95° 58′; $o = 0P$, $m = \infty P\infty$, $r = \infty P$, $p = \frac{1}{2}P$, Polk. 100° 51′; $P : o = 108° 48′$; $p : o = 115° 43′$. A.-V. = 1 : 2,9361. In Formen und Combinationen sehr ähnlich dem Kalkuranit, nur sind die Krystalle mehr scharfkantig und glänzender.



$P\infty.0P$ $\infty P\infty.0P.P\infty$ $P\infty.0P.\infty P$ $P\infty.0P.\frac{1}{2}P.$

Krystalle meist sehr dünn tafelartig, klein und sehr klein, einzeln aufgewachsen oder zu kleinen Drusen verbunden. — Spaltb. basisch höchst vollk., zufolge *Mügge* auch nach $\infty P\infty$ recht vollk.; etwas spröd; H. = 2...2,5; G. = 3,4...3,6; gras- bis smaragdgrün, auch spangrün, Strich apfelgrün; Perlmutterglanz auf 0P; durchscheinend, optisch einaxig negativ. — Chem. Zus.: Ein dem Kalkuranit analoges Doppelphosphat von Uran und Kupfer, $CuO.2UO^3.P^2O^5 + 8H^2O$ oder $Cu[UO^2]^2[PO^4]^2 + 8H^2O$, mit 61,21 Uranoxydul, 8,42 Kupferoxyd, 15,08 Phosphorsäure, 15,29 Wasser. Im Gegensatz zum Kalkuranit verliert der Kupferuranit im Vacuum oder an trockener Luft kein Wasser (nach *Church*); bei 100° entweichen 11,1 pCt. Wasser. Hält bisweilen etwas Arsensäure, was auf eine Mischung mit Zeunerit verweist. Auf Kohle mit Soda gibt er ein Kupferkorn, und mit Phosphorsalz und etwas Zinn die Reaction auf Kupfer; mit Salzsäure befeuchtet färbt er die Flamme blau; löslich in Salpetersäure, Sol. ist gelblichgrün; mit Kalilauge gekocht wird er braun, und von kohlensaurem Ammoniak zersetzt. Häufiger als der Kalkuranit: Johanngeorgenstadt, Eibenstock, Schneeberg, Joachimsthal, Cornwall, hier an vielen Orten, besonders schön bei Callington und Redruth, Gunnislake bei Tavistock; St. Yrieix bei Limoges.

Anm. Nach *T. L. Walker* ist der Kupferuranit (wie auch der Kalkuranit) monoklin, auf Grund der Aetzfiguren auf 0P und einer schwachen optischen Zweiaxigkeit; auch seien die beiden verticalen Spaltrichtungen nicht äquivalent und entsprechen nicht $\infty P\infty$, sondern $\infty P\infty$ und $\infty \breve{P}\infty$.

Fritschëit nennt *Breithaupt* ein ähnlich krystallisirtes und vielleicht analog zusammengesetztes Uranmineral, welches jedoch röthlichbraun oder hyacinthroth ist und MnO statt CuO, neben Phosphorsäure etwas Vanadinsäure enthält; sehr seltene Krystalle, mit einem Rahmen von Kalkuranit eingefasst. Neudeck in Böhmen, Johanngeorgenstadt und Elsterberg.

**Zeunerit,** *Weisbach.*

Tetragonal, isomorph mit Kupferuranit, welchem er überhaupt täuschend ähnlich ist. $P\infty$ Polk. 96° 3′, Randk. 142° 6′; $0P : P\infty = 109° 57′$; A.-V. = 1 : 2,9125. Krystalle theils tafelartig, theils pyramidal; ausser 0P, $P\infty$ und $\infty P\infty$ erscheinen spitze Deuteropyramiden, welche auch fast selbständig ohne andere Formen auftreten. — Spaltb. basisch vollk.; H. = 2,5; G. = 3,53; grasgrün, in smaragd- und apfelgrün, auf 0P perlmutterglänzend, optisch-einaxig. — Chem. Zus. nach *Winkler*: $CuO.2UO^3.As^2O^5 + 8H^2O$ oder $Cu[UO^2]^2[AsO^4]^2 + 8H^2O$, das dem Kupferuranit ganz entsprechende Arsenat mit 55,98 Uranoxydul, 7,70 Kupferoxyd, 22,34 Arsensäure, 13,98 Wasser. Auf eisenschüssigem Quarz oder Brauneisenocker mit Uranpecherz, Trögerit, Walpurgin in der Grube Weisser Hirsch unweit Schneeberg; Geisterhalde bei Joachimsthal, Zinnwald, St. Anton-Gang bei Wittichen, Huel Gorland in Cornwall.

**Walpurgin,** *Weisbach.*

Triklin nach *Weisbach* $\alpha = 70° 44′$; $\beta = 114° 8′$; $\gamma = 85° 30′$. A.-V. $a : b = 0,686 : 1$; Habitus der dünnen spanförmigen Krystalle gypsähnlich, scheinbar monoklin, weil sie sämmtlich Zwillinge zweier, nach $\infty \breve{P}\infty$ verwachsener tafeliger Individuen von nahezu gleicher Dicke

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sind, oben begrenzt von einem scheinbaren Klinodoma, das von den symmetrisch entgegengesetzt geneigten Basisflächen der beiden Individuen gebildet wird; die verticalen Prismenflächen des Zwillings bilden vorne 107° 42′, hinten 117° 30′; die gewöhnl. Comb. zeigt $\infty\breve{P}\infty$, $\infty P'$, $\infty'P$, $0\breve{P}$; auch $\infty\bar{P}\infty$. — Spaltb. ziemlich deutl. nach $\infty\breve{P}\infty$; H. = 3,5; G. = 5,76; pomeranz- oder wachsgelb; diamant- und fettglänzend. Nach den Analysen ein basisches Arsenat von Wismut und Uran; sie liefern als Mittel: 60,39 Wismutoxyd, 20,42 Uranoxydul, 12,96 Arsensäure, 4,49 Wasser. — Mit Trögerit und Zeunerit ebenfalls auf der Grube Weisser Hirsch.

**Bleigummi,** *v. Leonhard*; Plumbogummit, *Dana*; Plumboresinit.

Traubige, nierförmige und stalaktitische Formen von schaliger Zusammensetzung, muscheligem und splitterigem Bruch; nach *E. Bertrand* sind die aggregirten Individuen hexagonal, optisch-einaxig. H. = 4...4,5; G. = 4...4,9; gelblichweiss in grün, gelb, röthlichbraun verlaufend, fettglänzend, durchscheinend. Es ist nicht zweifelhaft, dass als Bleigummi verschiedene und schwankende Verbindungen von Bleioxyd, Thonerde, Phosphorsäure und Wasser aufgeführt und analysirt worden sind. Die Analysen verweisen in der That mehr auf unbestimmte Gemenge als auf stöchiometrische Verbindungen. In sieben Analysen schwankt Phosphorsäure von 1,4 bis 25,5 pCt., Bleioxyd von 10 bis 78,22, Thonerde von 2,88 bis 34,32, Wasser von 1,24 bis 38,0; ausserdem meist ein Gehalt an Chlor (bis 2,35) und ganz geringe Mengen von Schwefelsäure und Kohlensäure. Zerknistert im Kolben heftig und gibt Wasser; schwillt in der Zange v. d. L. an, färbt die Flamme blau, schmilzt aber nur unvollkommen; Soda reducirt das Blei, Kobaltsolution färbt die Probe blau. — Poullaouen in der Bretagne; Nussière bei Beaujeu im Rhônedepartement; als himmelblaue Unterlage von Pyromorphitkrystallen zu Roughten Gill, Cumberland; Canton-Grube in Georgia.

## 3. Phosphate, Arsenate, Vanadinate mit Gehalt an Chlor, Fluor oder äquivalentem Hydroxyl.

**Apatit,** *Werner.*

Hexagonal, und zwar pyramidal-hemiëdrisch; P ($x$) 80° 37′ (nach *Breithaupt* schwankend von 80° bis 81°); Polk. 142° 15′; A.-V. = 1 : 0,7346; isomorph mit Pyromorphit, Mimetesit, Vanadinit; die gewöhnlichen Formen sind $\infty P$ ($M$), $\infty P2$ ($e$), $0P$ ($P$), $\frac{1}{2}P$ ($r$), $2P$ ($z$), auch $2P2$ ($s$); die seltenern dihexagonalen Pyramiden und Prismen sind zwar ab und zu scheinbar holoëdrisch ausgebildet, erscheinen aber in der Regel nur mit der Hälfte ihrer Flächen. *E. S. Dana* beschrieb von Paris in Maine einen A., dessen Habitus bedingt war durch das Vorwalten der Tritopyramiden $2P\frac{3}{4}$, $3P\frac{3}{2}$, $7P\frac{7}{4}$, $4P\frac{4}{3}$. Auch durch die Aetzversuche *Baumhauer*'s wird der pyramidal-hemiëdrische Charakter des Apatits erwiesen[1]).

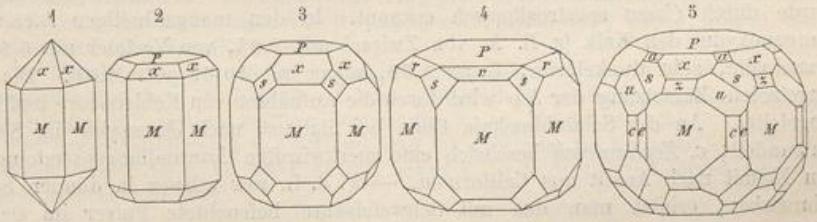



Fig. 1. $\infty P.P$; besonders am Spargelstein und Moroxit; die Seitenkanten des Prismas sind oft abgestumpft durch $\infty P2$.

Fig. 2. $\infty P.0P.P$; sehr gewöhnlich; noch häufiger ohne P, aber mit $\infty P2$, womit eine verticale Streifung verbunden ist; $P : x = 139° 41\frac{1}{2}'$.

Fig. 3. Die vorige Comb. mit Zutritt der Flächen von $2P2$.

1) Die Flächen der scheinbar holoëdrischen Combinationen ergeben nach rechts und links unsymmetrische Aetzfiguren, weshalb denn z. B. $M$ als ein Tritoprisma $\infty Pn$, wo $n = 4$, $x$ als eine Tritopyramide $Pn$, wo $n = 4$ gelten muss; selbst die Basis zeigt gemäss ihrer Aetzeindrücke einen hemiëdrischen Charakter, demzufolge sie als eine Tritopyramide $mPn$ gedeutet werden kann, bei welcher $m = 0$ ist.

Fig. 4. $\infty P.0P.\frac{1}{2}P.2P2$; $P:r = 157^{\circ}\,1'$.

Fig. 5. $\infty P.0P.P.2P.2P2.3P\frac{3}{2}.\infty P\frac{3}{2}.P2.\infty P2$; vom Gotthard, mit hemiëdrischer Ausbildung der Pyramide $3P\frac{3}{2}$ (*u*) und des Prismas $\infty P\frac{3}{2}$ (*e*).

Krystalle meist kurz (selten lang) säulenförmig oder dick tafelartig, im letzteren Falle besonders flächenreich; die Prismen gewöhnlich vertical gestreift; Krystalle einzeln aufgewachsen und eingewachsen oder zu Drusen vereinigt; auch in eingewachsenen rundlichen Körnern; derb in individualisirten oder körnig zusammengesetzten, sowie in faserigen und dichten Massen (Phosphorit). — Spaltb. nach $\infty P$ und $0P$, beides unvollk., Bruch muschelig bis uneben und splitterig; spröd; H. = 5; G. = 3,17...3,23; farblos und bisweilen weiss, aber gewöhnlich grün, blau, violett (durch organische Substanz), roth, braun, grau, doch meist licht gefärbt; die spargelgrünen Varietäten hat man Spargelstein, die dunkel bläulichgrünen Moroxit genannt; in dem Spargelstein vom Greiner im Zillerthal fand *Sandberger* Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure und zu Büscheln gruppirte Amiantfasern, welche beim Lösen in Salpetersäure zurückblieben. Ueber den Gehalt an sog. Kryptolith s. S. 583. Glasglanz auf Krystallflächen, Fettglanz auf Spaltungs- und Bruchflächen; durchsichtig bis kantendurchscheinend; Doppelbrechung negativ schwach, $\omega = 1{,}646$, $\varepsilon = 1{,}642$ für Gelb; bisweilen abnorm zweiaxig. Dichroismus an gefärbten Varr. oft bedeutend, der ausserordentliche Strahl hat eine stärkere Absorption als der ordentliche; viele Varietäten und besonders die Phosphorite leuchten mit farbigem Licht, wenn sie erhitzt werden. — Chem. Zus. allgemein $Ca^5(Cl,F,OH)[PO^4]^3$. Chlor, Fluor und die stets nur ganz geringe Menge von Hydroxyl ersetzen sich gegenseitig. Die meisten Apatite enthalten Fluor und Chlor zusammen und zwar das erstere in überwiegenden Procenten. In dem (chlorfrei gedachten) reinen Fluor-A. würde der Gehalt an Phosphorsäure 42,26, der an Fluor 3,78, in dem (fluorfrei gedachten) reinen Chlor-A. der an Phosphorsäure 40,93, der an Chlor 6,81 pCt. betragen. Es sind fast ganz reine Fluorapatite analysirt worden, welche nur eine Spur von Chlor besassen (Pargas, Miask, Canada, Turkestan); der Fluorgehalt in einem von Valtigels bei Sterzing betrug 3,74 pCt. auf 0,05 Chlor. Anderseits haben sich fluorfreie und blos chlorhaltige A.e ergeben; wenn dieselben insofern nicht dem reinen Chlorapatit entsprechen, als sie für diesen etwas zu wenig Chlor aufweisen, so liegt wohl eine Vertretung durch Hydroxyl vor. Vielleicht nimmt mit dem grösseren Chlorgehalt das spec. Gew. ab und der Winkel $0P:P$ etwas zu. Manche A.e enthalten etwas Eisenoxyd oder Magnesia; *Scheerer* fand im A. des südnorwegischen Augitsyenits einen Gehalt von ca. 5 pCt. Ceroxydul, welcher nach ihm nicht von eingeschlossenem Kryptolith herrührte. Die Gegenwart von Didym wurde durch *Cossa* spectroskopisch erkannt. In den manganhaltigen A.en ersetzt Manganoxydul den Kalk (z. B. A. von Zwiesel mit 3,04, von Vestanå mit 5,95, von Branchville, sehr dunkelgrün, G. = 3,39, sogar mit 10,59 pCt. MnO). Die häufig eingetretene Zersetzung der A.e wird durch die Aufnahme von Kohlensäure und Wasser eingeleitet. An der Schischimskaja Gora bei Slatoust nach *Jeremejew* in Serpentin verwandelt; *v. Zepharovich* beschrieb eine merkwürdige Umwandlungspseudomorphose von Kallait nach Apatit aus Californien. — V. d. L. nur schwer in dünnen Splittern schmelzbar; erhitzt man das mit Schwefelsäure befeuchtete Pulver im Oehr des Platindrahts, so färbt sich die Flamme bläulichgrün; von Phosphorsalz wird er in grosser Menge gelöst zu klarem Glas, welches bei ziemlicher Sättigung während der Abkühlung unklar wird und einzelne Krystallflächen zeigt; Borsäure löst ihn schwierig, und gibt mit Eisendraht Phosphoreisen; mit Phosphorsalz und Kupferoxyd erfolgt die Reaction auf Chlor, mit Phosphorsalz im Glasrohr oder mit Schwefelsäure die auf Fluor. Löslich in Salzsäure und Salpetersäure, auch in schmelzendem Kochsalz. — Vorkommen des eigentlichen Apatits: Als charakteristischer Begleiter des Zinnsteins auf Gängen, aufgewachsen krystallisirt: Ehrenfriedersdorf, Zinnwald, Schlaggenwald, Cornwall. Auf Klüften und Drusen krystallinischer Schiefer krystallisirt: St. Gotthard, Val Maggia, Zillerthal, Floitenthal und Untersulzbachthal in Tirol (mit Epidot). Eingewachsen im Talkschiefer des Greiner im Zillerthal (sog. Spargelstein), im Chloritschiefer des Pfitsch-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

thals; im Granit bei Penig in Sachsen; im Rhyolithtuff bei Jumilla in Murcia (Spargelstein). Im körnigen Kalk theils als rundum ausgebildete Krystalle (oft harzähnlich glänzend und mit abgerundeten Kanten), theils als Trümer und kleine Lager, vielfach mit Magneteisenlagern verbunden: Arendal (sog. Moroxit), Gellivara, Kirchspiel Pargas in Finnland, Hammond in New-York (fast fussgrosse Krystalle), Hurdstown in New-Jersey (bedeutendes Lager), South Burgess und Elmsley in Canada (fussdicke Krystalle, sowie als 10 Fuss mächtiges Lager), Ottawa Co. in Quebec (mehre Fuss lange, mehre Centner schwere Krystalle) u. viele a. O. in Nordamerika; zum Theil scheinen die apatitführenden Kalke contactmetamorphischer Art. Selbständige Gänge bildend im Hornblendeschiefer, Skapolith-Amphibolgestein, Gabbro in der sog. Apatitregion zwischen Krageröe, Bamle, Arendal und Langesundfjord (grobkrystallinisch). — Als gewöhnlich nur mikroskopisch wahrnehmbarer accessorischer Gemengtheil in den meisten massigen und schieferigen krystallinischen Gesteinen, längere, stets frische Prismen mit grellem Querschnitt, mitunter mit zahlreichen staubähnlichen Einschlüssen, durch Absonderung nach 0P in einzelne Gliedchen getheilt, vielfach auch als Einschluss in Biotit, Hornblende, Augit; auch schon mit freiem Auge als zarteste glasähnliche Nädelchen in manchen Doleriten und Diabasen, im Teschenit zu sehen.

Der Phosphorit begreift die kryptokrystallinen, feinfaserigen, dichten und erdigen Varietäten, oft in nierigen Kugeln und schaligen Krusten, vielfach verunreinigt durch Kalkcarbonat, Kieselsäure, Thonerde: Logrosan bei Truxillo und Caceres in Estremadura, Amberg (Nester im Jurakalk) und Pilgramsreuth in Bayern, in der Lahngegend von Diez, Limburg, Weilburg, Wetzlar über einen Raum von 6 geogr. Meilen Länge und 4 Meilen Breite bekannt. Knollenförmig findet sich der Ph. in grosser Verbreitung in der nordfranzösischen Kreide, im Braunschweigischen, in Galizien, Russland (von Simbirsk nach Grodno), Algier, Südcarolina, Florida; diese Knollen sind wahrscheinlich meist organischen Ursprungs, z. Th. Koprolithen. — Osteolith wurden weisse feinerdige Phosphoritlagen auf Klüften von Doleriten und Basalten genannt (Wetterau, bei Ostheim unweit Hanau; bei Schönwalde unweit Böhmisch-Friedland, zolldicke Ablagerungen zwischen Basaltsäulen).

**Gebrauch.** Wo sich der Apatit und Phosphorit in grösserer Menge findet, wird er, nachdem eine Aufschliessung durch Schwefelsäure stattgefunden, als vorzügliches Düngemittel zur Veredelung des Ackerbodens benutzt.

Der sog. Pseudo-Apatit von der Grube Kurprinz bei Freiberg ist eine Pseudomorphose nach Pyromorphit. Francolit von Tavistock in Devonshire ist ein weisser stalaktitischer Apatit. Der magnesiahaltige Talkapatit aus den Schischimskischen Bergen am Ural nur ein zersetzter Apatit; der faserig knollige Eupyrchroit von Hammondsville in Essex Co. (New-York) ein unreiner Phosphorit. Hydroapatit, milchweiss, warzig, von St. Girons in den Pyrenäen, führt 5,3 pCt. Wasser.

Der Sombrerit, von der Insel Sombrero am n. Ende der kleinen Antillen, ist ein durch Sickerwässer aus dem überliegenden Guano grösstentheils in Kalkphosphat umgewandelter mariner Kalkstein; wird als kräftiges Düngemittel in den Handel gebracht.

Der hexagonale Svabit von Pajsberg und Jakobsberg ist zur Hauptsache ein Fluorapatit mit Ersatz von P durch As; $Ca^5F[AsO^4]^3$, etwas F durch Cl und OH, etwas Ca durch Pb, Mg und Alkalien vertreten.

## Pyromorphit, *Hausmann* (Grün- und Braunblei z. Th., Buntblei, Polychrom).

Hexagonal, pyramidal-hemiëdrisch, wie die Aetzfiguren erweisen, isomorph mit Apatit, Mimetesit, Vanadinit; P ($x$) Randk. 80° 44′, Polk. 142° 13′, übrigens etwas schwankend. A.-V. = 1 : 0,7362; gewöhnl. Comb. ∞P. 0P ($M$ und $P$), oft noch mit ∞P2, oder mit P, selten mit anderen Pyramiden; säulenförmig, zuweilen in der Mitte bauchig (spindel- oder fassförmig) oder an der Basis ausgehöhlt; meist in Drusen vereinigt, auch in nierförmigen, traubigen und derben Aggregaten; Pseudomorphosen nach Bleiglanz und Cerussit. — Spaltb. nur in Spuren nach P und ∞P; Bruch muschelig bis uneben; H. = 3,5...4; G. = 6,9...7; farblos, aber fast immer gefärbt, namentlich grün (gras-, pistaz-, oliven-, zeisiggrün) und braun (nelken- und haarbraun), selten wachs- bis honiggelb, Fettglanz z. Th.



glasartig; durchscheinend; Doppelbrechung negativ. Im reinen arsenfreien Zustande und bei normalem Wachsthum einaxig, bisweilen am Rande anscheinend zweiaxig wegen einer hier nicht völlig parallelen Stellung der verwachsenen Individuen; mit Zunahme einer Beimischung von Mimetesit stellt sich wirkliche Zweiaxigkeit ein. — Chem. Zus. ganz analog dem Apatit: $Pb^5Cl[PO^4]^3$, worin der Gehalt an Phosphorsäure 15,73, an Chlor 2,62 pCt. beträgt; doch wird zuweilen etwas Phosphorsäure durch Arsensäure, etwas Bleioxyd durch Kalk und ein kleiner Theil Chlor durch Fluor vertreten, d. h. es ist etwas Mimetesit und Fluorapatit isomorph zugemischt. V. d. L. schmilzt er sehr leicht und erstarrt dann unter Aufglühen zu einem mit Facetten bedeckten krystallinischen Korn, welches jedoch kein Krystall, sondern ein polyëdrisch begrenztes Aggregat ist; mit Borsäure und Eisendraht gibt er Phosphoreisen und Blei, das letztere auch mit Soda; löslich in Salpetersäure, und, wenn kalkfrei, auch in Kalilauge. — Auf Bleierzlagerstätten, namentlich an deren Ausgehendem, als secundäre Bildung, aber auch einer rückläufigen Umwandlung in Bleiglanz fähig (S. 429): Freiberg, Zschopau, Zellerfeld, Przibram, Bleistadt, Mies, Braubach und Ems, Schapbach, Poullaouen, Nertschinsk, Phönixville und Philadelphia in Pennsylvanien. — Miesit und Polysphärit sind braune, nierförmige Varietäten, welche wegen eines grösseren Kalkgehalts ein geringeres spec. Gew. zeigen.

**Mimetesit,** *Breithaupt* (Grünblei z. Th.).

Hexagonal, pyramidal-hemiëdrisch, isomorph mit Pyromorphit, Apatit, Vanadinit; P 81° 48′ nach *G. Rose*, übrigens schwankend (Polk. nach *Jeremejew* von 141° 18′ bis 142° 45′). A.-V. = 1 : 0,7224; gewöhnl. Comb. ∞P. 0P. P, oder P. 0P, wozu bisweilen ∞P2, 2P, ½P treten; an Krystallen aus dem Bezirk von Nertschinsk beobachtete *Jeremejew* $3P\frac{3}{2}$ und $\infty P\frac{3}{2}$ pyramidal hemiëdrisch als Tritoformen. Krystalle kurz säulenförmig, tafelartig oder pyramidal, übrigens selten lose, meist einzeln aufgewachsen, oder auch verbunden zu Drusen, zu rosetten-, knospen- und wulstförmigen Gruppen. Bisweilen bildet Mimetesit eine Hülle um Pyromorphit. — Spaltb. nach P ziemlich deutlich; Bruch muschelig bis uneben; H. = 3,5...4,0; H. = 7,19...7,25; farblos, aber gewöhnlich gelb (honig- und wachsgelb), gelblichgrün oder grau gefärbt, von Fettglanz oder Diamantglanz, durchscheinend; Doppelbrechung positiv. Basische Platten zeigen sich bald in der Mitte einaxig (hier wahrscheinlich aus normalem phosphorsäurefreiem Mimetesit oder aus normalem arsensäurefreiem Pyromorphit bestehend) und blos am Rande zweiaxig, bald gänzlich zweiaxig; im letzteren Falle zerfällt die Platte in sechs Felder, deren Basis je eine Prismenfläche ist; optische Axenebene in jedem Felde parallel dieser Prismenfläche; der Axenwinkel in Luft geht bis zu 64° (*Bertrand*, *Jannettaz* und *Michel*). *Brauns* hält dafür, dass die Zweiaxigkeit des Mimetesits immer die Folge einer isomorphen Beimischung von Pyromorphitsubstanz ist. — Chem. Zus, ganz analog dem Pyromorphit: $Pb^5Cl[AsO^4]^3$, mit einem Gehalt an Arsensäure von 23,22, an Chlor von 2,38 pCt., wobei jedoch oft etwas Arsensäure durch Phosphorsäure vertreten, d. h. etwas Pyromorphit zugemischt ist. Schmilzt v. d. L. auf Kohle und gibt im Red.-F. unter Arsendämpfen ein Bleikorn; in der Pincette geschmolzen krystallisirt er bei der Abkühlung; mit den Flüssen wie Bleioxyd; löslich in Salpetersäure und in Kalilauge. — Aehnliches Vorkommen wie bei Pyromorphit: Johanngeorgenstadt, Zinnwald, Przibram, Badenweiler, St. Prix im Dép. der Saône (haarförmig), Almodovar del Campo in der Provinz Murcia (lose Krystalle), Zacatecas in Mexico, Phönixville in Pennsylvanien.

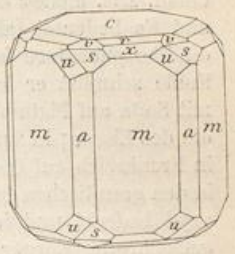
Kampylit, pomeranzgelb, in hexagonalen, fassähnlich bauchigen, wulstartig gruppirten Säulen, ist wesentlich Mimetesit, enthält aber 3,34 Phosphorsäure, 0,5 Kalk und Spuren von chromsaurem Bleioxyd. — Drygill in Cumberland, Badenweiler, Przibram. — Endlichit hat man einen stark vanadinhaltigen Mimetesit oder Mittelglieder zwischen Mimetesit und Vanadinit aus dem Lake Valley, Sierra Co. in New-Mexico genannt, z. B. mit 11,86 Arsensäure, 9,60 Vanadinsäure; der schwefelgelbe sog. Endlichit von Hillsboro', New-Mexico, ist aber fast reiner Vanadinit. — Der von *Breithaupt* eingeführte Hedyphan scheint chemisch ein Mimetesit zu sein, in welchem aber ein beträchtlicher Theil des Bleioxyds durch Kalk (bis zu 14 pCt.),

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auch wohl durch Kalk und Baryt (8,3 pCt.) ersetzt wird, desgleichen etwas Arsensäure durch Phosphorsäure; der Chlorgehalt ist der normale des Mimetesits. Die seltenen Krystalle haben eine Randk. von 78°24′, das A.-V. = 1 : 0,7063; meist aber nur derbe Massen. H. = 3,5...4; G. = 5,4...5,5; gelblichweiss, weiss, fettartiger Diamantglanz, trübe. — Längbanshytta in Schweden, auch bei Pajsberg (vgl. Svabit); Broken Hill in Australien.

**Vanadinit,** *Haidinger.*

Hexagonal, pyramidal-hemiëdrisch, isomorph mit Apatit, Pyromorphit, Mimetesit; P (*x*) Polk. 142° 48′. A.-V. = 1 : 0,7122; Comb. ∞P.0P, ∞P.P, dazu bisweilen P2 (*v*), 2P, auch ½P (*r*), ∞P2 (*a*), ∞P$\frac{3}{2}$. Die Fig. zeigt die dihexagonalen Pyramiden 3P$\frac{3}{2}$ (*u*) und 2P2 (*s*) als Tritopyramiden. Krystalle säulenförmig, klein, auch nierförmige Aggregate von feinstengeliger bis faseriger Textur; Spaltb. nicht deutlich; H. = 3; G. = 6,8...7,2; tief rubinroth, gelb und braun, Strich weiss, fettglänzend, durchscheinend bis undurchsichtig. — Chem. Zus.: Bleivanadinat mit etwas Chlorgehalt, ganz analog dem Pyromorphit und Mimetesit, $Pb^5Cl[VO^4]^3$, mit 19,33 Vanadinsäure, 2,50 Chlor; bisweilen ist etwas Phosphorsäure (bis 3 pCt.) oder Arsensäure vorhanden, d. h. Pyromorphit oder Mimetesit zugemischt; v. d. L. verknistert er stark, schmilzt auf Kohle zu einer Kugel, welche sich unter Funkensprühen zu Blei reducirt, während die Kohle gelb beschlägt; mit Phosphorsalz im Ox.-F. ein warm rothgelbes, kalt gelbgrünes, im Red.-F. ein schön grün gefärbtes Glas; mit einer kupferoxydhaltigen Perle von Phosphorsalz geschmolzen färbt er die Flamme blau; mit 3 bis 4 Theilen sauren Kaliumsulfats im Platinlöffel geschmolzen liefert er eine gelbe flüssige Salzmasse, die endlich pomeranzgelb wird; leicht löslich in Salpetersäure. — Berg Obir bei Windischkappel in Kärnten, Haldenwirthshaus im Schwarzwald, Wanlockhead in Schottland, Bölet in Westgotland, Beresowsk im Ural (einen Kern von Pyromorphit umhüllend), Lake Valley in New-Mexico, Zimapan in Mexico, Silver-District (Yuma Co.) in Arizona (tief rubin- bis orangeroth), Pinal Co. in Arizona (Krystalle bis zu 3,5 Mm im Durchmesser), Sierra de Cordoba in Argentinien.




**Wagnerit,** *Fuchs*; Kjerulfin.

Monoklin, β = 71°53′. A.-V. = 1,9145 : 1 : 1,5059 nach *Dana*. Krystalle kurz- und langsäulenförmig, vertical gestreift, zeigen in der Prismenzone namentlich ∞P (122°23′), ∞P̄∞ und ∞P̄2 (84°34′), in der oft complicirt geformten Endigung herrscht P̄∞ (69°53′); P̄∞, ½P, auch 0P vorhanden. Die Formen treten sowohl in der verticalen Zone als am Ende z. Th. unvollzählig, z. Th. nicht mit gleichmässiger Flächenausdehnung auf. — Spaltb. nach ∞P und ∞P̄∞ unvollk., auch nach 0P nur in Spuren. H. = 5...5,5; G. = 3...3,1. Weingelb und honiggelb bis weiss, auch blassröthlich; Fettglanz, dem Glasglanz genähert, durchscheinend. Optische Axenebene ∞P̄∞, optisch negativ, $\rho > v$; spitze Bisectrix bildet mit *c* ca. 21½° im spitzen Winkel β. — Chem. Zus.: Ein Fluophosphat von Magnesium, $Mg^2F.PO^4$, oder $Mg[MgF]PO^4$, welcher Formel zufolge die Analyse in 100 Theilen 49,34 Magnesia, 11,79 Fluor, 43,81 Phosphorsäure ergeben würde; doch wird MgO zum Theil durch FeO (3 bis 4,5 pCt.) und durch CaO (1 bis 4 pCt.) ersetzt. Die letzte Formel lässt den W. auffassen als ein Salz der normalen Phosphorsäure $H^3PO^4$, in welcher 2H durch Mg, das dritte Wasserstoffatom durch die einwerthige Gruppe [MgF] ersetzt sind (*Groth*), die erste ihn ableiten aus der basisch phosphorsauren Magnesia $HMg^2PO^4$ durch Ersatz von H durch F (*Tschermak*). Schmilzt v. d. L. sehr schwer und nur in dünnen Splittern zu dunkel grünlichgrauem Glas; färbt mit Schwefelsäure befeuchtet die Flamme schwach bläulichgrün, in erwärmter Salpetersäure und Schwefelsäure löst sich das Pulver unter Entwickelung von etwas Flusssäure langsam auf. — Aeltester Fundpunkt auf Quarzadern im Thonschiefer im Höllgraben bei Werfen in Salzburg (sehr selten). Später wurden bei Kjörrestad oder Havredal unfern Bamle in Norwegen neben derben Massen auch z. Th. mehre Dm. lange rauhflächige Krystalle gefunden und anfangs Kjerulfin genannt; nachdem *M. Bauer* schon die Zugehörigkeit derselben zum Wagnerit vermuthet, wurde diese später durch *Brögger* erwiesen, auch chemisch dargethan. Letztere Krystalle sind sehr stark zum Verwittern geneigt, und entweder von weissen Adern durchsetzt, oder fast völlig in eine weisse undurchsichtige Substanz (nach *Pisani* Apatit) verändert.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

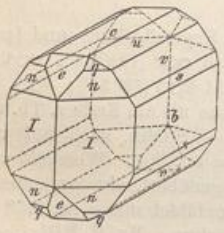
Der aschgraue rhombische Spodiosit von der Krangruva in Wermland ist vielleicht ursprünglich das dem Wagnerit entsprechende Fluophosphat von Calcium gewesen.

**Triplit,** *Hausmann* (Eisenpecherz).

Wahrscheinlich monoklin, nach *Des Cloizeaux*, und isomorph mit Wagnerit, doch bis jetzt nur bekannt als grosskörnige Aggregate und individualisirte Massen. — Spaltb. nach zwei auf einander senkrechten Richtungen, die eine ziemlich vollk., die andere weniger deutlich; Bruch flachmuschelig bis eben; H. = 4...5,5; G. = 3,5...3,8; kastanienbraun, röthlichbraun bis schwärzlichbraun, Strich gelblichgrau, Fettglanz, kantendurchscheinend bis undurchsichtig; dünne Lamellen stark doppeltbrechend. — Chem. Zus. analog dem Wagnerit: $R^2F.PO^4$ oder $R[RF]PO^4$, worin R wesentlich Mn und Fe bedeutet (als Oxydul vorhanden), auch ganz geringe Mengen von Ca und Mg; die Phosphorsäure ist zu 32 bis 34, das Fluor zu 7 bis 8 pCt. vorhanden. V. d. L. auf Kohle schmilzt er leicht zu stahlgrauer, metallglänzender, sehr magnetischer Kugel; mit Soda auf Platinblech grün; mit Borax im Ox.-F. die Farbe des Mangans, im Red.-F. die des Eisens; in Salzsäure löslich; mit Schwefelsäure Reaction auf Fluor. — Bei Limoges in Frankreich auf Quarzgängen im Granit, Schlaggenwald in Böhmen, Peilau in Schlesien; in den granitischen Quarzstöcken in der Sierra von Cordoba, Südamerika. Oft mit Manganoxyd bedeckt und in eine heterositähnliche Substanz umgewandelt. — Talktriplit, gelblichrothe Körner in dem lazulithführenden Gestein von Horrsjöberg in Wermland, ist eine an Magnesia (17,4) und Kalk (14,9 pCt.) reiche Varietät. — Auch der derbe braune fettglänzende und kantendurchscheinende Zwieselit (Eisenapatit) im Quarz von Zwiesel unweit Bodenmais und Döfering bei Waldmünchen ist chemisch Triplit, in welchem nur Fe über Mn vorwiegt, mit 6 pCt. Fluor; auch er zeigt zwei auf einander senkrechte Spaltbarkeiten von abweichender Deutlichkeit. — Der fleischrothe bis lavendelblaue Sarkopsid von Michelsdorf in Schlesien ist sehr wahrscheinlich nur ein unreiner, theilweise zersetzter Triplit.

**Herderit,** *Haidinger* (Allogonit).

Monoklin nach *Penfield*; $\beta = 89°54'$; A.-V. = 0,6307 : 1 : 0,4274. Die meist an beiden Enden ausgebildeten Krystalle weisen vielfach in ihren Combb. grosse Aehnlichkeit mit rhombischen auf, ohne doch den monoklinen Charakter zu verläugnen.



Von Formen erscheinen namentlich: $b$ ($\infty\breve{P}\infty$), $c$ (0P, mitunter fehlend), $J$ ($\infty$P), $e$ ($-\frac{3}{2}\breve{P}\infty$), $u$ ($\breve{P}\infty$), $v$ ($3\breve{P}\infty$), $s$ ($6\breve{P}\infty$), $n$ ($-3$P), $q$ ($-\frac{3}{2}$P); $\infty P = 115°31'$; $c:e = 134°35'$; $b:v = 142°3'$; $n:n = 121°1'$; $b:s = 158°42'$; $q:q = 131°38'$. Habitus oft prismatisch nach der Klinodiagonale. Die Aehnlichkeit mit dem rhombischen System wird auch dadurch hervorgebracht, dass die Krystalle (wie die abgebildete Comb.) ganz dem Desmin entsprechende Durchkreuzungszwillinge sind, weshalb über $J$ und $b$ eine der Klinodiagonale, über $b$ auch noch eine der Prismenkante parallele Naht verläuft. — H. = 5; G. = 3; spröd, durchsichtig, farblos oder schwach gelblich, glasglänzend. Ebene der optischen Axen $\infty\breve{P}\infty$, Auslöschungsschiefe $2\frac{1}{2}°$ gegen die Verticale im spitzen Winkel $\beta$. — Chem. Zus.: Ein Phosphat von Calcium und Beryllium mit einem Gehalt an sich vertretendem Hydroxyl und Fluor, $Ca[Be(OH.F)]PO^4$, daher ganz analog dem Wagnerit und Triplit. Ist F : [OH] = 1 : 1, so würde dies erfordern: 34,6 Kalk, 15,4 Beryllerde (BeO), 43,8 Phosphorsäure, 5,9 Fluor, 2,8 Wasser. Fluorfreie Herderite sind untersucht (liefernd beim Glühen 5,59 pCt. Wasser), aber noch keine hydroxylfreien. Der Wassergehalt, der kein Krystallwasser ist, entweicht erst bei sehr hoher Temperatur. Phosphorescirt v. d. L. mit glänzender orangegelber Farbe, wird mit Kobaltsolution veilchenblau; löslich in Säuren. — Als sehr grosse Seltenheit früher zu Ehrenfriedersdorf vorgekommen, 1883 zu Stoneham in Maine in einem Margarodit-Gang aufgefunden, auch bei Auburn, Paris und Hebron; stets krystallisirt, mit Zinnstein, Topas und Beryll.

**Amblygonit,** *Breithaupt.*

Triklin nach *Des Cloizeaux*; A.-V. = 0,7334 : 1 : 0,7633; Krystalle äusserst selten; gewöhnlich derb, in individualisirten und grosskörnig zusammengesetzten Massen, deren Individuen nach einem schiefwinkeligen Parallelepipedon spaltbar sind. Die vollkommenste Spaltb. mit

Perlmutterglanz ist 0P; sie bildet mit einer zweiten, etwas minder vollk. und glasglänzenden nach dem Makropinakoid 104°30′; bisweilen fast ebenso deutlich ist die nach $2'\breve{P},\infty$, welche mit letzterem 78°35′, mit der Basis 105°20′ bildet; unvollk. ist eine Spaltb. nach $\infty'P$, die mit dem Makropinakoid 135°30′ bildet. Zwillingsbildung häufig und zwar in der Weise, dass die Spaltungsstücke von zwei Systemen zahlreicher papierdünner Lamellen durchsetzt werden, welche den beiden fast rechtwinkelig (90°58′) auf einander stehenden Flächen $'\bar{P}'\infty$ und $,\bar{P},\infty$ entsprechen und von denen das Lamellensystem nach der ersteren Fläche gewöhnlich vorwaltet. Bruch uneben und splitterig; H. = 6; G. = 3,04 ... 3,09; graulich- und grünlichweiss, bis berg- und seladongrün, durchscheinend. Optische Axenebene $12\frac{1}{2}°$ gegen $\infty\bar{P}\infty$, $67\frac{1}{4}°$ gegen 0P geneigt, spitze negative Bisectrix bildet 11°40′ mit der Kante zwischen beiden Pinakoiden. — Chem. Zus. insbesondere nach den aufklärenden Analysen von *Penfield* ein Fluophosphat von Aluminium und Lithium, $Li[AlF]PO^4$, in welchem aber ein Theil des Li durch Na und ein Theil des F durch Hydroxyl [OH] vertreten zu sein pflegt. Jener Formel würde entsprechen: 10,1 Lithion, 34,4 Thonerde, 12,9 Fluor, 47,9 Phosphorsäure (Summe 105,3). In den Analysen geht der Gehalt an Natron auf Kosten des Lithions bis 3,5, sinkt der Fluorgehalt von 11,3 bis 1,7 und steigt dementsprechend der Gehalt an Wasser von 1,7 bis 6,6 pCt. Schmilzt v. d. L. sehr leicht zu klarem Glas, welches kalt unklar wird; färbt dabei die Flamme mehr gelb als roth; mit Schwefelsäure befeuchtet färbt er sie vorübergehend bläulichgrün, im Glasrohr mit geschmolzenem Phosphorsalz gibt er Flusssäure; fein pulverisirt von Salzsäure schwierig, von Schwefelsäure leichter gelöst; die schwefels. Sol. gibt mit Ammoniak einen bedeutenden Niederschlag von phosphorsaurer Thonerde. — Sehr selten, bei Chursdorf und Rochsburg (oder Arnsdorf) unweit Penig, bei Geyer in Sachsen, überall in Granit, Arendal in Norwegen, Montebras im Dép. der Creuse, auf Zinnerzgängen; Hebron und Paris in Maine, Branchville in Connecticut. — Einen Theil der Vorkommnisse von Montebras und Hebron trennte *Des Cloizeaux* als Montebrasit (oder Hebronit) von den übrigen Amblygoniten ab, indem sie zwar auch optisch negativ sind, aber bei ihnen, abgesehen von kleinen Differenzen der Spaltungswinkel, die opt. Axenebene gegen $\infty\bar{P}\infty$ ca. 82°, gegen 0P ca. 23° geneigt, und die spitze Bisectrix beinahe parallel der Kante dieser beiden Pinakoide ist; nach *v. Kobell* ist im eigentlichen Amblygonit $\rho > v$, im Montebrasit $\rho < v$. Auch fehlen hier die Zwillingsbildungen und sei das G. geringer. Chemisch scheint der Montebrasit sich durch grösseren Gehalt an Hydroxyl, geringeren an Fluor auszuzeichnen, auch natronärmer zu sein.

**Durangit,** *Brush.*

Monoklin; $\infty P$ 110°10′, P 112°10′ nach *Des Cloizeaux*; $\beta = 64°47'$; A.-V. = 0,7716 : 1 : 0,8230; gewöhnl. Comb. $\infty P.P$; $\infty P.\frac{1}{2}P$; auch $\infty P.\infty\breve{P}\infty.P.\frac{1}{2}P$; und $\infty P.P.—P.\frac{1}{2}P$; ausserdem noch $2\breve{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$. Spaltb. zieml. vollk. prismatisch; H. = 5; G. = 3,94 ... 4,07; hell und dunkler röthlichgelb; starker Glasglanz, doch sind die Krystalle gewöhnlich rauh- oder mattflächig. Ebene der opt. Axen senkrecht auf $\infty\breve{P}\infty$, spitze Bisectrix negativ. — Ein dem Amblygonit ganz analoges (aber nicht mit ihm isomorphes) Fluoarsenat von Aluminium und Natrium $Na[AlF]AsO^4$, worin jedoch ein Theil des Al durch Fe und Mn (als Sesquioxyde), ein sehr kleiner Theil des Na durch Li ersetzt ist; jener Formel würde entsprechen: 14,9 Natron, 24,5 Thonerde, 9,2 Fluor, 55,3 Arsensäure (103,9). V. d. L. leicht zu gelbem Glas schmelzend und Fluorreaction gebend; schwer löslich in Salzsäure. — Mit Topas auf Zinn führenden Spalten n.-w. von Coneto, Staat Durango in Mexico.

## 4. Phosphate oder Arsenate mit Boraten, Carbonaten, Sulfaten.

**Lüneburgit,** *Nöllner.*

Platte Knollen, feinkrystallinisch, faserig und erdig im Gypsmergel von Lüneburg; G. = 2,05. Chem. Zus.: $3MgO.P^2O^5.B^2O^3 + 8H^2O$, deutbar als $2HMgPO^4.Mg[BO^2]^2 + 7H^2O$, mit 25,21 Magnesia, 29,85 Phosphorsäure, 14,68 Borsäure, 30,26 Wasser.

**Dahllit,** *Brögger* und *Bäckström.*

6—8 Mm. dicke Krusten auf hellrothem derbem Apatit; optisch einaxig negativ. H. = 5; G. = 3,053; blassgelblich weiss, fettglänzend. — Chem. Zus.: $2Ca^3[PO^4]^2.CaCO^3 + \frac{1}{2}H^2O$, mit 53,7 Kalk, 39,0 Phosphorsäure, 6 Kohlensäure, 1,3 Wasser. Löslich in verdünnter Säure unter Kohlensäureentwickelung; ist kein Gemenge von Apatit und Calcit. Oedegaard in Norwegen.

Staffelit sind hellgrüne traubige und nierförmige mikrokrystallinische Ueberzüge von undeutlich faseriger Textur, welche bei Staffel unweit Limburg a. d. Lahn auf dichtem Phosphorit sitzen und bisweilen die hexagonalen Formen des Apatits erkennen lassen. Die Analysen

ergaben vorwaltenden Fluorapatit nebst einem Gehalt an $CaCO^3$ bis zu 9 pCt., auch etwas Wasser und Spuren von Jod. *Stein* betrachtet den St. als das Product der Einwirkung kohlensäurehaltiger Gewässer auf Phosphorit. Da *Bäckström* die Substanz homogen befand, so liegt wohl eine chemische Verbindung von Phosphat mit Carbonat (kein Gemenge) vor.

**Svanbergit,** *Igelström.*

Rhomboëdrisch nach *Dauber*, formenähnlich dem Beudantit; R. Polk. 90° 35′, sehr würfelähnlich; dazu 4R, 5R, —2R; A.-V. = 1 : 1,2063. Spaltbar nach 0R; spröd; H. = 5; G. = 2,57 (*Breithaupt*), 3,29 (*Blomstrand*); honiggelb bis hyacinthroth; Glas- bis Diamantglanz; optisch einaxig positiv. — *Blomstrand* fand darin: 34,95 Thonerde, 16,59 Kalk, 15,97 Schwefelsäure, 15,70 Phosphorsäure, 3,82 Bleioxyd, 0,73 Eisenoxydul, 0,24 Magnesia, 12,21 Wasser; nach *Prior* hält das Mineral Strontium. Theilweise löslich in Säuren, der Rückstand zeigt beim Glühen eine Feuererscheinung. — Horrsjöberg in Wermland mit Lazulith, und Vestanå, sehr selten.

**Hussakit,** *Kraus* und *Reitlinger.*

Tetragonal, gewöhnl. langprismatische Comb. ∞P.P, auch mit ∞P∞ und 3P; Polk. von P 124° 22′; A.-V. = 1 : 0,6208; in der ganzen formellen Ausbildung durchaus mit Xenotim übereinstimmend. Spaltb. nach ∞P sehr deutlich. — H. = 5; G. = 4,59; gelblichweiss, honiggelb bis dunkelbraun; einaxig positiv mit ausserordentlich starker Doppelbrechung, $\omega = 1{,}7207$, $\varepsilon = 1{,}8155$ für Gelb. — Chem. Zus.: Ein Sulfatophosphat von Erden der Yttriumgruppe, $3R^2O^3.3P^2O^5.SO^3$; die Analyse ergab: 43,43 Yttriumoxyd, 14,82 Erbiumoxyd, 1,99 Gadoliniumoxyd, 34,51 Phosphorsäure, 6,13 Schwefelsäure. — In den Sanden von Dattas, Diamantina in Brasilien. Nach *Kraus* und *Reitlinger* ist der S. 581 erwähnte Xenotim nichts anderes, als ein Hussakit, aus welchem durch schwach alkalische Gewässer die Schwefelsäure ausgelaugt wurde, und der so in das Yttriumorthophosphat übergeführt wurde.

**Beudantit,** *Lévy.*

Rhomboëdrisch; R nach *Dauber* 91° 18′; gewöhnl. Comb. R.0R.—2R, auch R.0R.—R, andere mit vorwaltendem 5R. Spaltb. basisch; H. = 3,5; G. = 4 ... 4,3; olivengrün, ins Bräunlichschwarze, dichroitisch. Glasglanz, durchsichtig bis undurchsichtig; optisch negativ. — Chem. Zus.: Wasserhaltiges Phosphat oder Arsenat mit Sulfat von Eisenoxyd und Bleioxyd, auch wohl Kupferoxyd. In den Analysen schwankt Schwefelsäure von 1,7 bis 13,8, Phosphorsäure von 0 bis 13,2, Arsensäure von Spur bis 13,6, Eisenoxyd von 37,6 bis 47,2, Bleioxyd von 24 bis 29,5, Kupferoxyd von Spur bis 8,5 pCt. Wasser wird theils gar nicht, theils mit 10 bis 11 pCt. aufgeführt; eine Formel ist darnach nicht aufzustellen. — Horhausen in Rheinpreussen auf Limonit, Grube Schöne Aussicht bei Dernbach in Nassau, Glandore bei Cork in Irland.

**Lossenit,** *Milch.*

Rhombische, skoroditähnliche, ziemlich spitzpyramidale Kryställchen, braunroth, an der Oberfläche vielfach verockert. A.-V. = ca. 0,843 : 1 : 0,945. Ergab nach Abzug von Gangart: 35,4 Eisenoxyd, 10,9 Blei, 34,3 Arsensäure, 3,8 Schwefelsäure, 16,0 Wasser (z. Th. chemisch gebunden). — Gruben von Laurion.

**Diadochit** (Phosphoreisensinter).

Mikrokrystallinisch und zwar monoklin nach *Dewalque*; gewöhnlich nierförmig und stalaktitisch von schaliger Zusammensetzung; Bruch muschelig; spröd und sehr leicht zersprengbar; H. = 2,5 ... 3; G. = 1,9 ... 2; braun und gelb; Glas- und Fettglanz; durchscheinend. — *Plattner* erhielt: 39,69 Eisenoxyd, 15,14 Schwefelsäure, 14,82 Phosphorsäure, 30,35 Wasser, womit die Analysen von *Dewalque* und *Carnot* ziemlich gut übereinstimmen. Die Schwefelsäure ist jedenfalls wesentlich, obgleich sie durch Kochen in Wasser grösstentheils ausgezogen wird. Im Kolben gibt er viel Wasser, welches sauer reagirt, schwillt etwas an, wird matt und undurchsichtig; geglüht gibt er schwefelige Säure. V. d. L. bläht er sich stark auf und zerfällt fast zu Pulver. — Arnsbach bei Gräfenthal und Garnsdorf bei Saalfeld in Alaunschiefer; Anthracitgruben von Peychagnard-Isère; Argenteau in Belgien (sog. Destinezit), gelbweisse, aussen erdige Knollen, nach *Cesàro* von der Formel $2Fe^2O^3.2SO^3.P^2O^5 + 12H^2O$.

**Pittizit** (Arseneisensinter).

Knollig und derb, sonst äusserlich sehr ähnlich dem vorhergehenden, aber von dem höheren G. = 2,3 ... 2,5. — Chemisch abweichend: Ein wasserhaltiges Arsenat und Sulfat von Eisenoxyd mit sehr schwankender Zus., vielleicht überhaupt nicht homogen; es beträgt der Gehalt an Arsensäure 24 bis 29, an Schwefelsäure 4 bis 15, an Eisenoxyd 33 bis 58, an Wasser 12 bis 29 pCt. Die Arsensäure gibt sich v. d. L. auf Kohle sehr leicht durch die Arsendämpfe

zu erkennen, während die Schwefelsäure durch Kochen in Wasser grösstentheils ausgezogen werden kann. — Ein porodines Zersetzungsproduct des Arsenkieses: mehre Gruben bei Freiberg (wo es sich mitunter im butterweichen Zustand findet), am Graul bei Schwarzenberg, am Rathhausberg bei Gastein. — Das sog. Gänseköthigerz oder der Ganomatit von Andreasberg, Schemnitz, Joachimsthal und Allemont bildet dünne Ueberzüge über Arsen, Silberblende, Bleiglanz, ist fett- bis glasglänzend, gelblichgrün, roth und braun, und ebenfalls ein Zersetzungsproduct; hält Arsensäure, Eisenoxyd, Antimonsäure, Wasser. Nach *Luedecke* besteht es wahrscheinlich hauptsächlich aus Beudantit, ausserdem noch aus zwei anderen Substanzen.

## Elfte Ordnung: Antimonate.

**Atopit,** *A. E. v. Nordenskiöld.*

Regulär, O mit ∞O und ∞O∞; H. = 5,5...6; G. = 5,03; gelblichbraun bis harzbraun, fettglänzend, halbdurchsichtig. — Chem. Zus.: 17,51 Kalk, 2,71 Eisenoxydul, 1,50 Manganoxydul, 4,32 Natron, 0,84 Kali, 73,12 Antimonsäure, daher wohl zur Hauptsache das Calcium-Pyroantimonat $Ca^2Sb^2O^7$ oder $2CaO.Sb^2O^5$ mit etwas FeO, MnO, $Na^2O$ statt CaO. In Phosphorsalz ohne Rückstand zu einem heiss gelben, abgekühlt farblosen Glas löslich, unlöslich in Säuren. — Sehr selten bei Långban in Wermland, eingewachsen in grauweissem Hedyphan.

Tripuhyit (*Hussak* und *Prior*), mikrokrystallinische Aggregate von matt gelblichgrüner Farbe, bestehend aus stark doppeltbrechenden Körnchen, Strich canariengelb. — G. = 5,82. — Ist wahrscheinlich $2FeO.Sb^2O^5$, also analog dem Atopit; unlöslich in Säuren. In zinnoberhaltigem Sand von Tripuhy, Minas Geraës, mit Lewisit und Derbylith.

**Monimolit,** *Igelström.*

Regulär; chemisch ein Antimonat von Blei und Eisen, $R^3Sb^2O^8$, mit z. B. 57,2 Bleioxyd, 6,2 Eisenoxydul, 36,6 Antimonsäure; diese Var. erscheint als ∞O∞ mit O, ist dunkelbraun bis schwarz, halbmetallisch glänzend, von G. = 7,287. Eine andere Var. hält bis 10 pCt. Kalk und krystallisirt als O.3O3, ist bräunlichgrün, durchscheinend fettglänzend, von G. = 6,579; letztere Var. scheint mehr $R^4Sb^2O^9$ zu entsprechen. — Pajsberg und Långban.

**Bleiniere,** *Karsten,* Bindheimit.

Nierförmig von krummschaliger Absonderung, auch knollig, derb und als Ueberzug, fest, bis erdig und zerreiblich; H. = 4 in den festen Varietäten; G. = 4,6...5; verschiedene weisse, gelbe, graue, grüne und braune Farben, mit geaderter, geflammter, gewolkter Farbenzeichnung; fettglänzend bis matt. — Chem. Zus.: Ein wasserhaltiges Bleiantimonat, aber von ganz schwankender Zus. (Bleioxyd 40,73 bis 61,83; Antimonsäure von 31,71 bis 51,94; Wasser 6,08 bis 11,91), so dass wohl Gemenge vorliegen. Reducirt sich auf Kohle zu einer Legirung von Blei und Antimon, und gibt den diese Metalle charakterisirenden gelben und weissen Beschlag. — Zersetzungsproduct anderer Antimonerze: Nertschinsk, Lostwithiel in Cornwall, Horhausen in Rheinpreussen; Secret Cañon, Nevada.

Von der Sjögrube im Kirchspiel Grythytta in Örebro werden noch mehre Manganantimonate aufgeführt, z. B. der fettartig glänzende rabenschwarze Manganostibiit, wahrscheinlich die sehr basische Verbindung $R^{10}Sb^2O^{15}$, etwas Sb durch As ersetzt; ferner der Ferrostibian und Stibiatil.

Der derbe Rivotit, gelblichgrün bis graulichgrün und leicht zersprengbar, führt 39,5 Kupferoxyd, 1,18 Silberoxyd, 42 Antimonsäure, 21 Kohlensäure; eingesprengt in Kalkstein der Sierra del Cadi, Provinz Lerida. — Der Thrombolith *Breithaupt*'s ist eine porodine amorphe Substanz von muscheligem Bruch, ziemlich spröd und leicht zersprengbar; H. = 3...4; G. = 3,67; smaragdgrün, dunkellauch- bis schwärzlichgrün, glasglänzend. *Schrauf* fand 39,44 Kupferoxyd, 1,05 Eisenoxyd und 16,56 Wasser und ausserdem Antimonsäure mit etwas antimoniger Säure (42,95). Im Kalkstein zu Rezbánya in Ungarn, als Umwandlungsproduct von kupferreichem Antimonfahlerz.

**Lewisit,** *Hussak* und *Prior.*

Regulär; O und Zwillinge nach O; ziemlich spaltb. nach O; Krystalle selten über 1 Mm. gross. H. = über 5; G. = 4,95. Honiggelb bis kolophoniumbraun, glas- bis fettglänzend, isotrop. — Chem. Zus.: $5CaO.3Sb^2O^5.3TiO^2$, mit 19,9 Kalk, 68,4 Antimonsäure, 11,7 Titansäure. Unlöslich in Säuren. — In einem zinnoberhaltigen Kieslager bei Tripuhy in Brasilien.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Cervantit,** *Dana.*

Angeblich rhombisch, aber nur in sehr feinen Nädelchen, derb und als Ueberzug; isabellfarbig bis weiss; H. = 4...5; G. = 4,08. — Chem. Zus.: Antimonsaures Antimonoxyd $SbSbO^4$, mit 78,93 Antimon. Unschmelzbar, auf Kohle leicht reducirbar, im Kolben nicht flüchtig (Unterschied von Valentinit), in Salzsäure schwer löslich. — Cervantes in Galicia, Pereta in Toscana, Cornwall, Borneo.

**Stiblith,** *Blum* und *Delffs*; Stibiconit.

Feinkörnig bis dicht, stellenweise porös und rissig, als Pseudomorphose nach Antimonglanz; H. = 5,5; G. = 5,28; gelblichweiss, strohgelb, citrongelb und schwefelgelb; fettglänzend bis matt. — Chem. Zus. wahrscheinlich: $H^2Sb^2O^5$, oder antimonsaures Antimonoxyd mit 1 Mol. Wasser: $SbSbO^4 + H^2O$, was procentarisch 74,52 Antimon, 19,89 Sauerstoff und 5,59 Wasser erfordern würde. V. d. L. wird er nicht für sich, wohl aber mit Soda zu Antimon reducirt. — Grube Silbersand bei Mayen, Kremnitz, Felsöbánya, Goldkronach, Chios, Zacualpan in Mexico, Borneo, mit und secundär aus Antimonglanz. — Der ähnliche Antimonocker erscheint in erdigen Krusten, als Anflug, auch in Pseudomorphosen nach Antimonglanz; mild, weich und zerreiblich; G. = 3,7...3,8; stroh-, schwefel-, ockergelb bis gelblichgrau und gelblichweiss, schimmernd oder matt. — Chem. Zus.: Antimonoxyd oder vielleicht eine Verbindung desselben mit Antimonsäure, beidesfalls mit etwas Wasser; wird auf Kohle im Red.-F. für sich leicht zu Antimon reducirt. — Bräunsdorf, Wolfsberg am Harz, Magurka in Ungarn, Goldkronach; überall als ein Zersetzungsproduct von Antimonglanz.

## Zwölfte Ordnung: Silicate.

Unter allen natürlichen Sauerstoffsalzen sind die Silicate diejenigen, welche die verschiedensten Verhältnisse der Basen zu der Säure ergeben. Das normale Hydroxyd des Siliciums scheint die Kieselsäure $H^4SiO^4$ oder $Si[OH]^4$ (Orthokieselsäure) zu sein. Durch Austritt eines Mol. Wasser leitet sich daraus die ebenfalls als solche, wenn auch in gleicher Weise als ziemlich unbeständige Verbindung bekannte Kieselsäure $H^2SiO^3$ oder $[SiO][OH]^2$ (Metakieselsäure) ab. Wie überhaupt die mehrbasischen Säuren (z. B. Schwefelsäure, Phosphorsäure, Titansäure, Wolframsäure) durch Vereinigung mehrer Molecüle, unter Austritt von Wasser Polysäuren zu bilden vermögen, so scheint die Kieselsäure ebenfalls eine grosse Neigung zu solchen Condensationen zu besitzen; diese allerdings im freien Zustand nicht bekannten oder nicht isolirten Polykieselsäuren gehen, wie schon die vorerwähnte, gleichfalls aus der normalen Säure nach der allgemeinen Formel $mSi[OH]^4 - nH^2O$ hervor, z. B. die Säure $H^6Si^2O^7$ oder $Si^2O[OH]^6$ durch Austritt von 1 Mol. Wasser aus 2 Mol. Säure, die Säure $H^4Si^3O^8$ oder $Si^3O^4[OH]^4$ durch Austritt von 4 Mol. Wasser aus 3 Mol. Säure, $H^2Si^2O^5$ durch Austritt von 3 Mol. Wasser aus 2 Mol. Säure.

Darnach wäre der Olivin $Mg^2SiO^4$ ein neutrales Orthosilicat, durch Ersatz von 4 H in $H^4SiO^4$ vermittels 2 Mg; ebenfalls der Granat $Ca^3Al^2[SiO^4]^3$, indem in 3 Mol. Orthokieselsäure 12 H durch die zwölfwerthigen $Ca^3 + Al^2$ ersetzt sind. Der Dioptas $H^2CuSiO^4$ ein saures Orthosilicat, indem von 4 H nur 2 durch Cu ersetzt sind.

Das neutrale Salz der Metakieselsäure $H^2SiO^3$ ist darnach z. B. $MgSiO^3$ (Enstatit) oder $KAlSi^2O^6$ (Leucit), letzteres vermöge des Ersatzes von 4 H durch die vierwerthigen K + Al in 2 Mol. dieser Säure. Pyrophyllit $HAl[SiO^3]$ wäre ein saures, Kieselzink $[Zn.OH]^2SiO^3$ ein basisches Metasilicat. — Wohl die meisten Silicate hängen mit diesen beiden Säuren zusammen.

Eine weitere Bedeutung scheint noch die Mesokieselsäure (Diorthokieselsäure) $H^6Si^2O^7$ zu besitzen, welche gewissermassen in der Mitte steht zwischen 2 Mol. Orthokieselsäure $H^8Si^2O^8$ und 2 Mol. Metakieselsäure $H^4Si^2O^6$; dazu würde gehören als neutrales Salz der Barysilit $Pb^3Si^2O^7$, ferner Hardystonit, Cordierit, Ganomalith, Nasonit.

Das neutrale Salz der Kieselsäure $H^4Si^3O^8$ (Trikieselsäure) wäre in dem Orthoklas $KAlSi^3O^8$ gegeben; dasjenige der Kieselsäure $H^2Si^2O^5$ (Dimetakieselsäure) in dem Petalit $LiAlSi^4O^{10}$, durch Ersatz von 4 H durch Li + Al in 2 Mol. dieser Säure.

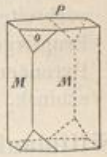
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Jedes Silicat, welches auf 1 Atom $\overset{IV}{Si}$ mehr als 4 $\overset{I}{R}$ oder als 2 $\overset{II}{R}$ oder als $\overset{I}{R} + \overset{III}{R}$ enthält, muss das basische Salz irgend einer Kieselsäure sein, d. h. es muss entweder die Metalle in sauerstoffhaltigen Gruppen, wie [AlO] oder ihre Valenzen z. Th. durch Hydroxyl gesättigt, wie [Al.OH] enthalten. Von diesem Gesichtspunkte aus wäre z. B. der Homilit $FeCa^2B^2Si^2O^{10}$, wenn seine Formel $(\overset{II}{Fe,Ca})^3[\overset{I}{B}O]^2[SiO^4]^2$ geschrieben wird, ein basisches Orthosilicat; ferner ebenso der Zoisit $HCa^2Al^3Si^3O^{13}$, wenn man ihn als $\overset{II}{Ca^2}[\overset{II}{Al}.O\overset{I}{H}]\overset{III}{Al^2}[SiO^4]^3$ betrachtet, ein basisches Orthosilicat von 3 Mol. $H^4SiO^4$.

## 1. Andalusitgruppe.

**Andalusit,** *Lamétherie.*

Rhombisch; ∞P (*M*) 90° 48′, $\bar{P}\infty$ (*o*) 109° 4′, $\breve{P}\infty$ 109° 50′ nach *Des Cloizeaux*; A.-V. = 0,9861 : 1 : 0,7024; gewöhnliche Combb. ∞P. 0P, wie *M* und *P* in der Figur, und dieselbe mit $\bar{P}\infty$ oder $\breve{P}\infty$; andere Formen selten; Zwillinge mit Sicherheit nicht bekannt. Krystalle von anscheinend quadratischem Querschnitt, z. Th. gross, säulenförmig, auf- und eingewachsen, auch radialstengelige und körnige Aggregate. — Spaltb. nach ∞P nicht sehr deutlich; Spuren nach $\infty\breve{P}\infty$, $\infty\bar{P}\infty$ und $\bar{P}\infty$; Bruch uneben und splitterig; H. = 7 ... 7,5; G. = 3,1 ... 3,2 (im zersetzten Zustand weicher und leichter); farblos, aber stets gefärbt; röthlichgrau bis fleischroth, pfirsichblüthroth, violblau und röthlichbraun, aschgrau, grünlichgrau bis grün; Glasglanz, selten stark; meist durchscheinend bis kantendurchscheinend, selten durchsichtig (Brasilien). Ebene der optischen Axen $\infty\breve{P}\infty$; $2V = 84° 30'$ für Roth; spitze negative Bisectrix *c*; $a = \mathfrak{c}$, $b = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{a}$; in dickeren gefärbten Platten oft stark trichroitisch; $\mathfrak{a}$ rosaroth bis blutroth, $\mathfrak{b}$ ölgrün, $\mathfrak{c}$ olivengrün. Platten senkrecht zu einer optischen Axe sind idiocyklophanisch, zeigen rothbraune Polarisationsbüschel; α = 1,632, β = 1,638, γ = 1,643. U. d. M. vielfach verschiedentlich gelagerte faserige Büschelsysteme zeigend. — Chem. Zus.: Das Aluminiumsilicat $\mathbf{Al^2SiO^5}$, mit 37,02 Kieselsäure und 62,98 Thonerde; etwas $Fe^2O^3$ gewöhnlich vorhanden; procentarisch also übereinstimmend zusammengesetzt mit Sillimanit und Disthen. Mit Rücksicht auf die im Vergleich mit Disthen leichtere Zersetzbarkeit durch natürlich wirkende Agentien[1]) darf man in dem A. das basische Orthosilicat $Al[AlO]SiO^4$ erblicken (*Groth*). Einige Analysen haben in Folge beigemengten Quarzes oder einer auf Zersetzung beruhenden Verminderung der Thonerde einen etwas zu hohen Kieselsäuregehalt ergeben. V. d. L. unschmelzbar; mit Kobaltsolution geglüht wird er blau; Säuren sind ohne Wirkung; aufschliessbar durch Schmelzen mit Aetzalkalien oder Alkalicarbonaten. Zuweilen umgewandelt in Disthen, in Glimmer oder in dichte, weiche steatitähnliche Producte. — Im Glimmerschiefer und dessen Quarz: Bräunsdorf in Sachsen, Landeck in Schlesien, Goldenstein in Mähren, Pitzthal in Tirol, Almeria in Andalusien, Wicklow in Irland, Kalwola in Finnland, Gosham in Maine u. a. O. in Nordamerika. Im Gneiss von Istan in Andalusien. In Quarzpartieen und -Gängen im Gneiss: Lisens-Alpe bei Selrain in Tirol, Katharinenberg bei Wunsiedel, Krumbach bei Eibiswald in Steiermark. Selten im Granit. Stark pleochroitische Geschiebe am Rio dos Americanos in Minas Geraës. Als höchst charakteristisches aber meist nur mikroskopisches Contactmineral im inneren Contacthof um Granite (auch Syenite, Eläolithsyenite, Diorite) in den Hornfelsen und Knotenglimmerschiefern, hier oft als büschelig aggregirte kurze Prismen oder Körnerreihen, in und zwischen welchen sehr zahlreiche Einschlüsse von Quarz, kohligen Partikeln und Biotitblättchen liegen. — In disthenführenden Quarzglimmerschiefern der Gegend von Vestanå in Schonen ist ein grasgrüner Manganandalusit verbreitet, mit




[1]) Das Orthosilicat eines Metalls pflegt minder widerstandsfähig als das Metasilicat zu sein, wie auch der Vergleich von $Mg^2SiO^4$ (Olivin) mit $MgSiO^3$ (Enstatit) zeigt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

6,91 pCt. $Mn^2O^3$ statt $Al^2O^3$; *a* und *b* blaugrün mit einem Stich ins Grasgrüne, *c* intensiv reingelb.

Der Chiastolith (Hohlspath) ist nur eine eigenthümliche Varietät des Andalusits; die Krystalle, lang säulenförmig und gewöhnlich in schwarzem Thonschiefer eingewachsen, sind dadurch charakterisirt, dass des letzteren kohlige Substanz sich im Inneren der Krystalle eingeschlossen befindet. Quer- und Längsdurchschnitte weisen eine durch die Fig. wiedergegebene verschiedene Vertheilung der schwarzen färbenden Masse auf. *Rohrbach* hält dafür, dass anfangs das Krystallwachsthum hier auf den Flächen von ∞P rascher fortschritt, als auf den Kanten, und dass die deshalb eingekerbten Kanten, deren Spur als die dunkelen Diagonalen erscheint, die Ablagerungsstätten für Kohlenstoffpartikelchen wurden. In dem Centralfleck des Querschnitts sieht *Becke* den Durchschnitt des Anwachskegels der Basis. Bisweilen ist die Chiastolithmasse etwas faserig und dabei etwas weicher geworden. Gleich dem Andalusit verbreitet in Schiefercontacthöfen, doch meist in etwas weiterer Entfernung vom Eruptivgestein: Gefrees im Fichtelgebirge, Leckwitz bei Strehla in Sachsen, Bretagne, Pyrenäen, Eckern-See in Norwegen, Bona in Algier, Mankowa im District von Nertschinsk, Lancaster in Massachusetts.



## Sillimanit, *Bowen.*

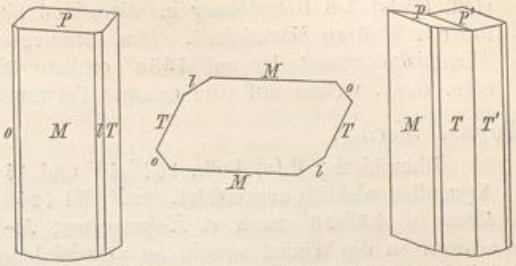
Stengelige, faserige oder verfilzte Aggregate dünner zarter rhombischer Krystalle. In der Prismenzone erscheint vorwiegend ∞P (111°), daneben oft $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$ (88° 15′), auch letzteres allein, wobei dann der fast quadratische Querschnitt sehr dem des Andalusits ähnelt; fernere unbestimmte oscillatorische Flächen der Prismenzone erzeugen eine starke verticale Streifung, Abrundung oder Einkerbung der Querschnitte. Terminale Flächen nicht bestimmt zu erkennen. — Spaltb. nach $\infty\bar{P}\infty$ sehr vollk.; H. = 6...7; G. = 3,23...3,24; farblos, auch gelblichgrau, blassolivengrün bis nelkenbraun gefärbt; Fettglanz, auf Spaltungsflächen Glasglanz; durchsichtig bis kantendurchscheinend. Ebene der optischen Axen $\infty\bar{P}\infty$, spitze positive Bisectrix *c*; $a = \mathfrak{b}$, $b = \mathfrak{a}$, $c = \mathfrak{c}$; $2E$ für Roth = 44°, für Violett = 37°; $\beta = 1{,}660$ für Roth; $\gamma - \alpha = 0{,}021$. — Chem. Zus.: Die des Disthens und Andalusits, also $Al^2SiO^5$, wohl wie Andalusit (nicht wie Disthen) aufzufassen und dann mit diesem dimorph; von der Thonerde wird ein kleiner Theil durch Eisenoxyd ersetzt. V. d. L. unschmelzbar, von Säuren nicht angreifbar. — Als accessorischer Gemengtheil krystallinischer Schiefer, so zumeist in Gneissen und Granuliten, weniger Glimmerschiefern; grössere Individuen zu Saybrook, Connecticut. Eingewachsen in anderen Gemengtheilen (namentlich Quarz und Cordierit), oder als mehr selbständige, meist mit mehr oder weniger Quarz getränkte filzig-faserige Knöllchen und Linsen (sog. Fibrolith, Faserkiesel, Bucholzit) oder als büschelige Lagen auf den Schichtungsflächen. Auch in contactmetamorphischen Schieferhöfen, namentlich gern mit Cordierit vergesellschaftet.

Zum Sillimanit, der mehr oder weniger mit fein vertheiltem Quarz imprägnirt ist und dessen Masse daher einen zu hohen Kieselsäuregehalt gibt, stellt *Des Cloizeaux*: den sog. Monrolith von Monroe in New-York, den stengeligen und faserigen Bamlit von Bamle in Norwegen, den Xenolith und Wörthit, Geschiebe in der Gegend von St. Petersburg.

## Disthen, *Haüy* (Cyanit oder Kyanit, Rhätizit).

Triklin; A.-V. = 0,8994 : 1 : 0,70898; $\alpha = 90° 5\frac{1}{2}'$, $\beta = 101° 2\frac{1}{2}'$, $\gamma = 105° 44\frac{1}{2}'$ nach *vom Rath*; meist langgestreckte, breit säulenförmige Krystalle (Fig. 1 und der Querschnitt derselben in Fig. 2), vorwaltend durch zwei Flächenpaare, $\infty\bar{P}\infty$ (*M*) und $\infty\breve{P}\infty$ (*T*) gebildet, welche sich unter 106° 4′ schneiden; *M* glänzend, aber selten glatt und eben, *T* glatter und auch glänzender; die scharfen Seitenkanten dieser rhomboidischen Säule sind gewöhnlich durch $\infty'P$ (*o*) abgestumpft, welches mit *M* 131° 42′ bildet; die stumpfen Seitenkanten zwischen *M* und *T* werden wohl

durch mehre Flächen abgestumpft, darunter $\infty P'$ (*l*), mit *M* 145° 43′ bildend, sowie $\infty\breve{P}'2$ (*k*, meist rauh); $M:k = 159°\ 18'$. Terminale Flächen sind sehr selten; 0P (*P*), gewöhnlich matt, ist gegen *M* unter 78° 30′, gegen *T* unter 86° 45′ geneigt. Mehrfache Zwillingsbildungen, und zwar erfolgt einerseits auf verschiedene Weise eine Verwachsung nach den breiten Pinakoidflächen *M*: 1) am häufigsten, Drehungsaxe die Normale zu *M* oder Zwillingsebene *M* (Fig. 3); wobei sowohl die beiden *P*-Flächen




als die beiden *T*-Flächen einspringende Winkel bilden und nach *M. Bauer* häufig eine polysynthetische Zwillingsverwachsung nach Art der Plagioklase erfolgt; 2) Drehungsaxe die in *M* liegende Normale zur Kante *MT*; die *T*-Flächen bilden einspringende Winkel, die *M*-Flächen nicht; 3) Drehungsaxe die Kante zwischen *M* und *T*, d. h. die Verticale; die *P*-Flächen bilden einen einspringenden Winkel, die *T*-Flächen nicht. Ausserdem erscheint noch das fernere Gesetz: Zwillingsebene die Basis, wobei die auf *T* entstehenden ein- und ausspringenden Zwillingskanten 173° 33′ betragen. Nach *Bauer* sind diese nach 0P verwachsenen Krystalle möglicherweise schon vorher Zwillinge nach dem oben unter 2) aufgeführten Gesetz, übrigens nicht ursprünglich gebildet, sondern durch Druckwirkung (ähnlich den nach $-\frac{1}{2}R$ verzwillingten Calciten) erzeugt, indem 0P als Gleitfläche dient; *vom Rath* fand auch parallel $\frac{3}{8}\breve{P},\infty$ eingeschaltete Lamellen (letztere sowie die Lamellirung nach 0P sind indessen nach *Mügge* nur Parallelverschiebungen). Ferner noch Zwillinge mit der Brachypyramide $2\breve{P},2$ als Zwillings- und Verwachsungsebene (nach *Bauer*), wobei sich die Säulen unter fast 60° schneiden. Ueber Formen und Zwillinge s. *Bauer*, Zeitschr. geol. Ges. 1878. 283; 1879. 244. 717; *vom Rath*, Z. f. Kryst. III. 1; V. 17. — Krystalle einzeln eingewachsen; auch in stengeligen Aggregaten, welche oft krumm- und theils radial-, theils verworrenstengelig sind; in Pseudomorphosen nach Andalusit. — Spaltb. nach *M* sehr vollk., nach *T* vollk.; eine Ablösung (nicht eigentliche Spaltung) erfolgt nach der Gleitfläche 0P, nach welcher auch feine Streifen parallel der Kante *PM* entstehen. *Bauer* beobachtete noch eine seltene Spaltb. nach $'\breve{P},\infty$. Bei einer regelmässigen Verwachsung von Disthen mit Staurolith ist *M* des ersteren mit $\infty\breve{P}\infty$ des letzteren und die Verticalaxe der beiden parallel. — H. auf den breiten Seitenflächen der Säulen der Länge nach = 5, der Quere nach = 7; G. = 3,56...3,68; farblos, aber häufig gefärbt; bläulichweiss, berlinerblau bis himmelblau und seladongrün, grasgrün in Yancey Co., Nordcarolina (doch ohne Spur von Fe oder Cr), gelblichweiss bis ockergelb, röthlichweiss bis ziegelroth, graulichweiss bis schwärzlichgrau; Perlmutterglanz auf *M*, sonst Glasglanz, durchsichtig bis kantendurchscheinend. Die Ebene der optischen Axen, welche durch den scharfen ebenen Winkel auf *M* geht, steht beinahe senkrecht auf *M* und ist gegen die Kante *MT* auf *M* ungefähr 30°, auf *T* ungefähr $7\frac{1}{2}°$ geneigt; spitze negative Bisectrix (a) ebenfalls fast senkrecht auf *M*; $\beta = 1{,}720$ für Roth. Scheinbarer Axenwinkel in Oel für Roth 100—101°. Bei intensiverer Blaufärbung deutlich pleochroitisch, namentlich auf *T*; c blau, a ganz schwach bläulichweiss. U. d. M. gewöhnlich sehr reine Substanz zeigend. — Chem. Zus.: Empirisch genau dieselbe wie beim Andalusit, $\mathbf{Al^2SiO^5}$; im Gegensatz zu letzterem darf man in dem durch natürliche Agentien schwerer angreifbaren Disthen das basische Metasilicat $[AlO]^2SiO^3$ erblicken (*Groth*). Ein wenig Thonerde ist oft durch Eisenoxyd ersetzt. V. d. L. und gegen Säuren wie Andalusit. Man unterscheidet als Varietäten Cyanit (meist breitstengelig und blau gefärbt) und Rhätizit (schmalstengelig und nicht blau, oft durch Kohle grau bis schwarz gefärbt). — In Glimmerschiefer und Quarz (Monte Campione bei Faido mit Staurolith, Grossarl in Salzburg, Greiner im Zillerthal und a. O. in Tirol, Pontivy im Morbihan, Petschau in Böhmen und viele a. O.); auch im

Granulit (Röhrsdorf bei Chemnitz, Penig, Göttweig in Niederösterreich), im Eklogit (Saualpe in Kärnten); intensiv dunkle und doch klare abgerollte Krystalle in den Goldseifen des südl. Urals; bei Horrsjöberg in Wermland bildet der Cyanit selbständige Lager von mehren Klaftern Mächtigkeit. Den Eruptivgesteinen ist der Disthen fremd. — Nach *Vernadsky* erlangt der auf 1350° erhitzte Disthen optische Eigenschaften und ein spec. Gew., welche auf eine erfolgte Umwandlung in Sillimanit schliessen lassen.

## Topas, *Werner.*

Rhombisch; P (*o*) Polk. 101° 40′ und 141° 0′, Randk. 91° 10′, an den meisten Krystallen wirklich ausgebildet. ∞P (*M*) 124° 17′, 2$\breve{P}\infty$ (*n*) 92° 42′, ∞$\breve{P}$2 (*l*) 93° 11′, 4$\breve{P}\infty$ (*y*) 55° 20′ nach *v. Kokscharow*; A.-V. = 0,5285 : 1 : 0,4769. Uebrigens schwanken die Winkel sowohl an verschiedenen Orten, als auch an Krystallen desselben Fundpunktes. Andere nehmen die Pyramide 2P zur Grundform. Ausser den 3 Pinakoiden sind noch 18 Prismen (fast alles Brachyprismen), 12 Brachydomen, 8 Makrodomen, 38 Pyramiden (namentlich Brachypyramiden) sicher bekannt.

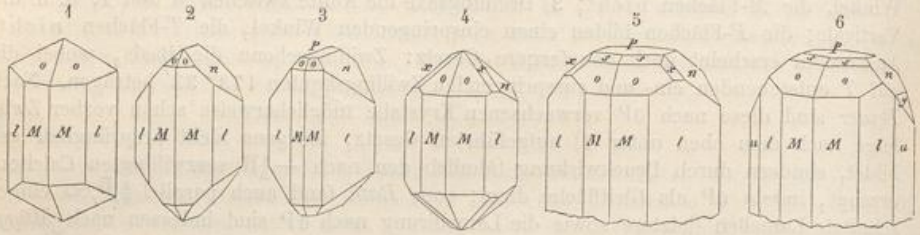



Fig. 1. ∞P.∞$\breve{P}$2.P; die gemeinste Form der brasilianischen Krystalle.
Fig. 2. ∞P.∞$\breve{P}$2.2$\breve{P}\infty$.P; eine häufig vorkommende Combination.
Fig. 3. Comb. wie Fig. 2, mit der Basis 0P.
Fig. 4. Comb. wie Fig. 1, mit 2$\breve{P}\infty$ und $\frac{4}{3}\breve{P}$2 (*x*); Brasilien, Schneckenstein, Ural.
Fig. 5. ∞P.∞$\breve{P}$2.0P.2$\breve{P}\infty$.P.$\frac{2}{3}$P.$\frac{4}{3}\breve{P}$2; vom Schneckenstein in Sachsen.
Fig. 6. Comb. wie Fig. 5 ohne *x*, dafür mit ∞$\breve{P}$3 und 4$\breve{P}\infty$ (*u* und *y*); ebendaher.

Habitus der Krystalle immer säulenförmig, indem gewöhnlich die Prismen ∞P und ∞$\breve{P}$2 vorwalten, deren Combination an den Enden durch mancherlei Flächen begrenzt wird, unter denen sich besonders 0P, oder P, oder auch 2$\breve{P}\infty$ auszeichnen; bisweilen scheinbar, aber nicht wirklich hemimorph; auch die künstlichen Aetzfiguren schliessen die Hemimorphie aus; das eine Ende der Krystalle bisweilen nur rudimentär, mit sehr kleinen und unvollkommenen Flächen ausgebildet, oder in sehr viele kleine Krystallspitzen dismembrirt, daher drusig; die Prismen fein vertical gestreift; einzeln aufgewachsen oder zu Drusen verbunden; auch derb in grossen, undeutlich ausgebildeten feldspathähnlichen Individuen (Pyrophysalit von Finbo bei Fahlun), eingesprengt, und in Geröllen und stumpfeckigen Stücken. — Spaltb. basisch sehr vollk.; Spuren nach 2$\breve{P}\infty$ und 2$\breve{P}\infty$, denen nach *Mügge* auch Schlagfiguren entsprechen. Bruch muschelig bis uneben; H. = 8; G. = 3,4...3,6; farblos und bisweilen wasserhell, aber meist gefärbt, gelblichweiss bis wein- und honiggelb, röthlichweiss bis hyacinthroth und fast violblau, grünlichweiss bis berg-, seladon- und spargelgrün; dem Tageslicht lange ausgesetzt bleichen die Farben aus; Glasglanz; durchsichtig bis kantendurchscheinend. U. d. M. häufig Flüssigkeitseinschlüsse führend, darunter auch solche von liquider Kohlensäure. Die optischen Axen liegen in ∞$\breve{P}\infty$ und bilden in verschiedenen Varr. sehr verschiedene Winkel, spitze positive Bisectrix *c*; *a* = a, *b* = b, *c* = c; Doppelbrechung schwach, β um 1,616; pyroëlektrisch (s. S. 274). — Chem. Zus.: Früher galt der T. für vollkommen wasserfrei und seine Analyse hatte nur Kieselsäure, Thonerde und Fluor geliefert, wobei stets Si : Al = 1 : 2; es haben aber *Penfield* und *Minor*, *Jannasch* und *Locke* in dem Mineral einen Wassergehalt von 0,19 bis 2,69 pCt. aufgefunden. Da in ihm Hydroxyl das Fluor vertritt, so gestaltet sich die

Formel zu $Al^2(F,OH)^2SiO^4$; die hydroxylfreie Substanz $Al^2F^2SiO^4$ würde bei der Analyse 36,61 Kieselsäure, 55,44 Thonerde, 20,65 Fluor (Summe 108,70) liefern. Selbst in den hydroxylreichsten Varietäten ist das Verhältniss F : OH circa 3 : 1. Die fluorreichsten sind die spec. schwersten. Mit der Ersetzung des Fluors durch Hydroxyl nimmt der Werth von $2E$ ganz regelmässig ab, nehmen die Brechungsquotienten zu, wächst die Axenlänge von $a$, und nimmt die von $c$ ab. — Im Glasrohr mit Phosphorsalz stark erhitzt gibt er die Reaction auf Fluor; v. d. L. unschmelzbar, löst sich aber in Phosphorsalz mit Hinterlassung eines Kieselskelets; mit Soda geschmolzen gibt er kein klares Glas; mit Kobaltsolution geglüht wird er blau; Salzsäure greift ihn nicht an; mit Schwefelsäure anhaltend digerirt gibt er etwas Flusssäure. — Hauptsächlich in Graniten, insbesondere den zinnerzführenden, auch in Gneissen: Ehrenfriedersdorf, Altenberg, Geyer und Penig in Sachsen, Schlaggenwald, Cairngorm. in Schottland und Mourne-Berge in Irland, Cornwall, Finbo in Schweden, Miask und Alabaschka bei Mursinka im Ural, Aduntschilon und am Fluss Urulga in Transbaikalien (bis fussgrosse Krystalle), Stoneham in Maine (fast durchsichtige Krystalle bis 6 Cm. lang), San Luis Potosi in Mexico, Villarica in Brasilien, Mughla in Kleinasien (sehr schöne, den brasilianischen ähnliche Krystalle). — Am Schneckenstein bei Muldenberg in Sachsen verkittet Topas und Quarz Bruchstücke von Turmalinfels; das Vorkommen gehört in die Contactzone des eibenstocker Turmalingranits, durch dessen pneumatolytische Wirkung auch die Feldspathe benachbarter Quarzporphyre theilweise in Topas umgewandelt wurden; ein ähnlicher topasirter Quarzporphyr, wo auch Quarz in Topas verwandelt wurde, erscheint am Mount Bischoff in Tasmanien. — Abweichend von allen diesen Vorkommnissen in alten Gebirgen finden sich Topaskrystalle auch in den Drusenräumen tertiärer Rhyolithe (Chalk Mountain in Colorado und n. vom Sevier Lake in Utah; auch für die in zinnsteinführenden Sanden von Durango in Mexico sich findenden Topase soll Trachyt das Muttergestein sein). — Auf secundärer Lagerstätte als Geschiebe z. B. im Rio Belmonte in Brasilien, auf Ceylon, Goldseifen der Sanarka im Gouv. Orenburg, Prov. Mino in Centraljapan. — Der T. erleidet eine Umwandlung in steinmarkähnliche Substanz (sog. Steatit, Gilbertit), die theils zum Nakrit und Kaolin, grösstentheils aber wohl zum Kaliglimmer gehört.

**Gebrauch.** Der Topas wird in seinen schön gefärbten und durchsichtigen Varietäten als Edelstein benutzt.

Pyknit ist nur eine etwas trübe parallelstengelige Varietät des Topas; strohgelb bis gelblich- und röthlichweiss. Altenberg in Sachsen; Magnetberg von Durango in Mexico.

**Dumortierit,** *F. Gonnard.*

Rhombisch; ∞P 124° nach *Diller*; strahlig faserige Aggregate, die einzelnen strahligen Krystalle sind bisweilen Zwillinge nach ∞P, ganz wie beim Aragonit, mit paralleler Stellung ihrer Längsrichtungen; die opt. Axenebenen bilden mit einander ca. 120°. — H. = 7; G. = 3,36; intensiv blau, ins Grünlichblaue, z. Th. fast schwarz; auffallend stark pleochroitisch: fast farblos bis gelblichweiss bei Parallelstellung der Faser-Längsrichtung mit dem Nicolhauptschnitt, senkrecht dazu schön smalteblau. Opt. Axenebene parallel den Fasern, die spitze negative Bisectrix fällt mit der Längsaxe der Fasern zusammen, die stumpfe senkrecht zu derselben; mittlerer Brechungsquotient = 1,65; $c = \mathfrak{a}$, $a = \mathfrak{c}$; starke Dispersion, $\rho < v$ nach *Bertrand*, $\rho > v$ nach *Michel Lévy*. — Chem. Zus.: Wesentlich das basische Aluminiumsilicat $Al^8Si^3O^{18}$, vielleicht zu schreiben als $Al^2[AlO]^6[SiO^4]^3$, mit 30,6 Kieselsäure, 69,4 Thonerde; ob das frische Mineral etwas Wasser führt ist unsicher. Unlöslich in Säuren, unschmelzbar. — Auf Pegmatitgängen im Gneiss von Beaunan zwischen Oullins und Chaponost im Iseron-Thal, auch bei Brignais (Rhône); zwischen Bormio und Sondalo im oberen Veltlin (zeigt starke Borsäure-Reaction); Wolfshau bei Schmiedeberg in Schlesien, Harlem in New-York; auch im Cordierit von Tvedestrand; reichlich im Quarz von Clip in Arizona (borhaltig).

**Zunyit,** *Hillebrand.*

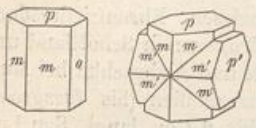
Regulär, vorherrschend Tetraëder, auch mit Gegentetraëder und Würfel, von grosser Kleinheit bis zu 5 Mm. Grösse. Spaltb. oktaëdrisch; H. = ca. 7; G. = 2,875; farblos wasserhell und durchsichtig; isotrop; häufig mit schwarzen Einschlüssen von Titaneisen. — Chem. Zus.: 24,33 Kieselsäure, 57,88 Thonerde, 10,89 Wasser, 5,61 Fluor, 2,91 Chlor, kleine Mengen

von $Fe^2O^3$, $K^2O$, $Na^2O$, $P^2O^5$. Als Formel wird angenommen $[Al(OH,Cl,F)^2]^6Al^2[SiO^4]^3$. Unangreifbar durch Säuren, aber leicht zersetzbar durch Schmelzen mit kohlens. Alkalien. — Reichlich eingewachsen in einem derben metallischen Mineral (Guitermanit) von der Zuñi Mine in der Nähe von Silverton, San Juan Co., Colorado, hier auch im Porphyrit; in der Nähe ebenfalls im zersetzten Porphyrit bei Red Mountain.

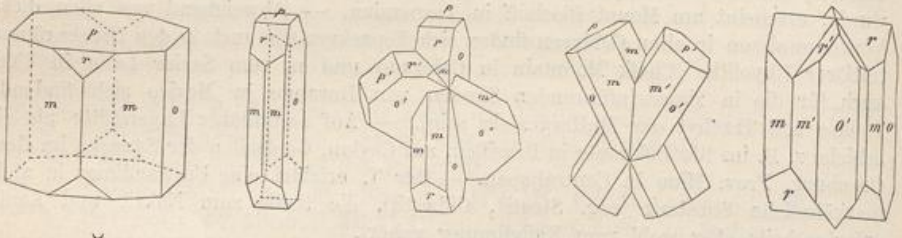
## Staurolith, *Karsten.*

Rhombisch; $\infty P\,(m)$ 129° 40′, $\breve{P}\infty\,(r)$ 69° 28′. A.-V. = 0,4734 : 1 : 0,6828; gewöhnl. Combb. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.0P$ ($m$, $o$ und $p$ in Fig. 1) und $\infty\breve{P}\infty.\infty P.0P.\breve{P}\infty$ wie die Figg. 3 und 4; die letztere Comb. von Faido im Canton Tessin ist langgestreckt und mit vorwaltendem Brachypinakoid. Krystalle kurz- und dick-, oder lang- und breitsäulenförmig; eingewachsen; Zwillinge sehr häufig, als Durchkreuzungs-Zwillinge namentlich nach zwei Gesetzen, indem sich die Verticalaxen beider Individuen entweder fast rechtwinkelig durchschneiden, wobei die Zwillingsebene eine Fläche des Brachydomas $\frac{3}{2}\breve{P}\infty$ ist (Fig. 2, auch Fig. 269 auf S. 137), oder indem sie sich schiefwinkelig fast unter 60° schneiden, wobei als Zwillingsebene eine Fläche der Brachypyramide $\frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$ erscheint (Fig. 5 und 6, auch Fig. 270 auf S. 137). Krystalle von Fannin Co., Georgia, zeigen nach *E. S. Dana* noch ein drittes seltenes Zwillingsgesetz (Fig. 7),

1 2



3 4 5 6 7



wobei $\infty\breve{P}3$ die Zwillingsebene der beiden sich durchkreuzenden Individuen ist, deren Brachypinakoide 70° 45′ mit einander bilden; hier auch merkwürdige Drillinge, bei welchen zwei Individuen sich nach dem ersten Gesetz fast rechtwinkelig kreuzen, während ein drittes beide nach dem zweiten nahezu unter 50° schneidet. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ deutlich, auch Spuren nach $\infty P$; Bruch muschelig oder uneben und splitterig; H. = 7...7,5; G. = 3,65...3,77; röthlichbraun bis schwärzlichbraun; Glasglanz, durchscheinend bis undurchsichtig. Die optischen Axen (ca. 89° für Roth) liegen im Makropinakoid, spitze positive Bisectrix = $c$; $a = \mathfrak{b}$, $b = \mathfrak{a}$, $c = \mathfrak{c}$; pleochroitisch: $\mathfrak{c}$ dunkelbraun ins Rothe, $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ beide ähnlich lichtgelb, wohl etwas ins Grünliche. — Die Feststellung der chem. Zus. hat grosse Schwierigkeiten verursacht, weil die einzelnen Bestandtheile: Kieselsäure, Thonerde, beide Eisenoxyde und Magnesia so erhebliche Schwankungen aufwiesen, wie denn z. B. die Kieselsäuremenge zwischen 27,9 und 54,3, die Thonerdemenge zwischen 34,3 und 54,7 liegend befunden wurde. Es hat sich aber namentlich durch die Untersuchungen von *Lechartier* herausgestellt, dass nur die St.e mit dem niedrigsten Kieselsäure- und grössten Thonerdegehalt (z. B. der von Faido) reine Substanz darstellen, alle anderen (z. B. aus der Bretagne, von Pitkäranta in Finnland, Lisbon in New-Hampshire) trotz ihrer wohlentwickelten Krystallgestalt mehr oder weniger Quarzkörner (selbst bis zu 40 pCt.), auch Granat, Glimmer u. s. w. eingeschlossen enthalten. Diese stark verunreinigten St.e haben daher auch ein geringeres spec. Gew. Werden die fremden mechanischen Einwachsungen, welche u. d. M. sehr gut zu erblicken sind, durch Behandlung des St. mit Fluorwasserstoffsäure weggeätzt, so bleibt reine Mineralmasse z. B. von der Zus. des von Faido übrig. Was die Zus. dieser reinen Substanz anbetrifft, so enthält dieselbe auch ca. 1,5 pCt. Wasser, welches erst beim Glühen entweicht. Nach den neuesten Analysen

von *Penfield* und *Pratt* gestaltet sich die Formel zu $HFeAl^5Si^2O^{13}$, was 26,32 Kieselsäure, 55,92 Thonerde, 15,79 Eisenoxydul, 1,97 Wasser erfordern würde. Doch wird stets ein Theil der Thonerde durch $Fe^2O^3$, ein solcher des Eisenoxyduls durch MgO und MnO ersetzt. Die Var. von Nordmarken in Schweden (Nordmarkit, schmelzbar) hält 11,6 pCt. Manganoxyd, 13,7 Eisenoxyd und nur 35,18 Thonerde; eine andere von Canton in Georgia enthält über 7 pCt. Zinkoxyd. V. d. L. selbst in Splittern nicht schmelzbar, in Borax und Phosphorsalz nur sehr schwer löslich; Säuren sind ganz ohne Wirkung. — Hauptsächlich in Glimmerschiefern und Gneissen (den Eruptivgesteinen ganz fremd): Am Monte Campione oberhalb Cheronico bei Faido (mit Disthen in hellem Paragonitschiefer), Alp Piora bei Airolo, St. Radegund in Steiermark, Goldenstein in Mähren, Thal des Evel in der Bretagne, Sebes in Siebenbürgen, Polekowskoi am Ural, bei Santiago de Campostela in Spanien, Windham in Maine, Lisbon und Franconia in New-Hampshire, Fannin Co. in Georgia u. a. O. in Nordamerika. Gerölle in den Goldseifen der Sanarka. — Ueber die Verwachsung mit Disthen s. S. 621.

**Sapphirin,** *Giesecke.*

Monoklin nach *Ussing*, $\beta = 79^\circ 30'$, undeutliche Krystalle tafelförmig nach $\infty\breve{P}\infty$, gewöhnlich als Aggregate flacher Körner ohne geradlinige Umrisse und ohne deutliche Spaltb. — H. = 7,5; G. = 3,46...3,49; licht berlinerblau in bläulichgrau und grün geneigt, glasglänzend, durchscheinend; pleochroitisch. — Chem. Zus.: $Mg^5Al^{12}Si^2O^{27}$, entsprechend 12,88 Kieselsäure, 65,66 Thonerde, 21,46 Magnesia, mit etwas FeO statt MgO; das kieselsäureärmste und thonerdereichste aller bekannten Silicate. Unschmelzbar v. d. L., unangreifbar durch Säuren. — Fiskernäs an der grönländischen Westküste im Glimmerschiefer, mit Hornblende, Anthophyllit, stellenweise auch Bronzit und Spinell.

Hier reihen sich noch zwei andere basische Mg-Al-Silicate an, beide rhombisch und wahrscheinlich identisch: der weisse dünnstengelige und sillimanitähnliche, glasglänzende Kornerupin (*Ussing*); $\infty P = 99^\circ$; H. = 7; G. = 3,273; von Fiskernäs, in Begleitung des Sapphirins. Sodann der langsäulenförmige blassbräunlichgelbe Prismatin (*Sauer*); bis daumenstarke Krystalle ohne Endflächen in einer dem Granulit von Waldheim untergeordneten albitischen Feldspathmasse; $\infty P = 98^\circ 27'$; H = 6...7; G. = 3,341. Beide scheinen $MgAl^2SiO^6$ zu sein, welchem 29,70 Kieselsäure, 50,50 Thonerde, 19,80 Magnesia entsprechen würde.

**Bertrandit,** *Damour.*

Rhombisch, hemimorph nach der Verticalaxe; Krystalle mit den 3 Pinakoiden tafelig nach $\infty\breve{P}\infty$ oder 0P; $\infty P = 120^\circ 39'$; herzförmige Zwillinge nach $\breve{P}\infty$ (auch nach $\infty\breve{P}3$ und $3\breve{P}\infty$, stets mit einspringendem Winkel von fast 60°). Auch sind zwei hemimorphe Individuen mit der Basis zu einem Zwilling vereinigt. A.-V. = 0,572 : 1 : 0,595. — H. = 6...7; G. = 2,57...2,6. Wasserhell oder weiss, glas- oder perlmutterglänzend; durchscheinend. Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, spitze neg. Bisectrix = *a*; polar-pyroëlektrisch. — Chem. Zus.: $H^2Be^4Si^2O^9$, mit 50,42 Kieselsäure, 40,02 Beryllerde BeO, 7,56 Wasser (erst in starker Glühhitze entweichend). V. d. L. unschmelzbar, unlöslich in Säuren. — Auf Quarz oder Feldspath in Höhlungen eines Pegmatits der Umgegend von Nantes, auch zu Villeder im Morbihan; im Pegmatit von Pisek und Umgegend in Böhmen, Mount Antero in Colorado, Stoneham in Maine, meist mit zerfressenen Beryllen, aus deren Zersetzung er hervorgegangen zu sein scheint.

## 2. Turmalingruppe.

### Turmalin.

Rhomboëdrisch, ausgezeichnet hemimorph; R (*P*) 133° 8′ nach *Kupffer*; A.-V. = 1 : 0,4477; die Winkel schwanken übrigens bedeutend; die Polk. von R liegt nach *Wülfing* zwischen den Extremen 132° 45′ und 133° 12′, zufolge *d'Achiardi* an den elbanischen Turmalinen zwischen 132° 34′ und 133° 42′, das Mittel ist hier 133° 9′ mit dem A.-V. = 1 : 0,4475; für die Krystalle von Ceylon gibt *v. Worobieff* R im Mittel zu 132° 46′ 21″ und das A.-V. = 1 : 0,4518. Die gewöhnlichsten Formen sind: 0R (*k*), $-\frac{1}{2}$R (*n*) 154° 58′, R (*P*), $-2$R (*o*) 103°, $\infty$P2 (*s*), und $\infty$R (*l*), ausserdem z. B. untergeordnet $-\frac{1}{2}$R3 (*x*), $-\frac{7}{2}$R, 4R, R5 (*u*), R3. Die Hemimorphie spricht sich nicht nur in der abweichenden Gestaltung beider Enden, sondern auch

darin aus, dass nach S. 94 $\infty R$ als trigonales Prisma, ferner $\infty P\frac{5}{4}$ als ditrigonales Prisma (dagegen $\infty P2$ vollflächig) ausgebildet ist. — In den Zeichen folgender einfacher Combinationen sind die prismatischen Formen zuerst, dann die oberen, zuletzt die unteren terminalen Formen aufgeführt.

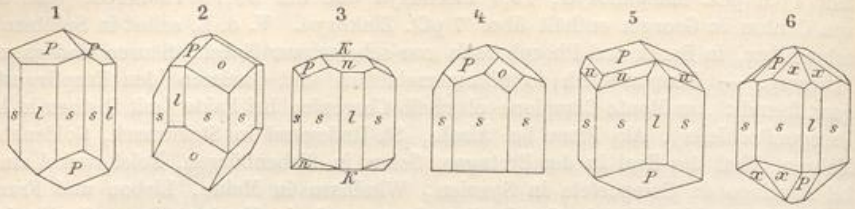



Fig. 1. $\infty P2 \cdot \frac{\infty R}{2} \cdot R$ oben und unten; durch oscillatorische Combination der Prismen erhält die Säule oft eine dreiseitig cylindrische Gestalt.

Fig. 2. $\infty P2 \cdot \frac{\infty R}{2} \cdot -2R.R$ oben, blos $-2R$ unten.

Fig. 3. $\infty P2 \,.\, -\frac{\infty R}{2} \cdot R \,.\, -\frac{1}{2}R.0R$ oben, $-\frac{1}{2}R.0R$ unten.

Fig. 4. $\infty P2.R.-2R$ oben, $0R$ unten.

Fig. 5. $\infty P2 \,.\, -\frac{\infty R}{2} \cdot R.R5$ oben, R unten.

Fig. 6. $\infty P2 \,.\, -\frac{\infty R}{2} \cdot -\frac{1}{2}R3.R$ oben und unten.

Im Ganzen sind bis jetzt an 180 Formen bekannt, von denen allein 131 durch *v. Worobieff* an den enorm flächenreichen, auffallend kurzprismatischen braunen Krystallen von Ceylon als neu nachgewiesen wurden (Z. f. Kryst. XXXIII. 1900. 263). Habitus der oft complicirten Krystalle theils lang-, theils kurz-säulenförmig, selten rhomboëdrisch, indem sie vorwaltend von $\infty P2.\frac{1}{2}\infty R$ gebildet und von Rhomboëdern begrenzt werden; die nicht häufigen Skalenoëder sind fast immer nur untergeordnet und nur sehr selten bedingen sie den Habitus des einen Endes (braune T.e von Gouverneur, New-York, mit R5); die Säulen meist vertical gestreift; bisweilen ist ein scheinbar einfacher Krystall aus mehren nicht ganz parallel mit einander verwachsenen zusammengesetzt. Eingewachsen und aufgewachsen; auch in parallel-, radial- und verworren-stengeligen bis faserigen, oder in körnigen Aggregaten. — Spaltb. nach R und nach $\infty P2$, doch beides sehr unvollk.; die mikroskopischen Prismen zeigen parallel der Basis recht vollkommene Absonderung. H. = 7...7,5; G. = 2,94...3,24; nach *d'Achiardi* wird mit höherem G. die Polk. von R stumpfer; Bruch muschelig bis uneben; zuweilen farblos, selten wasserhell, gewöhnlich gefärbt, in manchfaltigen grauen, gelben, grünen, blauen, rothen und braunen Farben, am häufigsten ganz schwarz, oft mehrfarbig in einem und demselben Krystall, indem bald der innere Kern und die äussere Hülle, bald das obere Ende und der untere Theil ganz verschieden gefärbt sind. Glasglanz; pellucid in allen Graden, die schwarzen undurchsichtig; Maass der Lichtbrechung und der stets negativen Doppelbrechung äusserst verschieden, je nach Zus. und Farbe; $\omega$ schwankt von 1,6354 bis 1,6918, $\varepsilon$ von 1,6159 bis 1,6572, $\omega - \varepsilon$ von 0,0175 bis 0,0346. Auffallend dichroitisch (vgl. S. 256 und 218); vermöge der sehr starken Absorption des ordentlichen Strahls erscheinen selbst die hellgefärbten Turmalinsäulen, wenn ihre Verticalaxe senkrecht zum optischen Hauptschnitt des Polarisators ($n$) steht, sehr dunkel (vgl. die Fig.). Optisch vielfach anomal; basische Platten zeigen dann Zweiaxigkeit selbst mit Axenwinkeln von 6° bis 10°; doch sind letztere oft am Rande anders als innen, und sonst zweiaxige Platten sind stellenweise einaxig.



Polar-pyroëlektrisch (S. 275). — Chem. Zus. äusserst complicirt und schwankend und Gegenstand sehr verschiedener Auffassungen. Die Turmaline enthalten als stets vorhandene Bestandtheile Kieselsäure, Borsäure, Thonerde, Eisenoxydul, Magnesia, Kalk, Natron, Kali, Wasser; wechselnd ist Gehalt an Lithion, Eisenoxyd, Manganoxydul, Titansäure, Phosphorsäure, Fluor. Aus den Untersuchungen von *Riggs*, *Wülfing*, *Jannasch* und *Kalb*, insbesondere von *Penfield* und *Foote* hat sich ergeben, dass das Verhältniss von $SiO^2:B^2O^3$ stets $= 4:1$; werden die anderen Stoffe gemäss ihren Valenzen als Wasserstoff umgerechnet, so würde die Zahl der Wasserstoffatome allemal 20 betragen, und also (nach *Penfield* und *Foote*) der Turmalin von der Borokieselsäure $H^{20}B^2Si^4O^{21}$ abzuleiten sein, in welcher wahrscheinlich 2 mit Bor verbundene Hydroxylgruppen bestehen, so dass diese Säure dann $H^{18}[B.OH]^2Si^4O^{19}$ zu schreiben wäre. Da Al immer so reichlich vorhanden ist, um über die Hälfte des Wasserstoffs zu ersetzen, so würde die Formel $\mathbf{H^9Al^3[B.OH]^2Si^4O^{19}}$ für alle Turmaline charakteristisch sein. Der kleine Fluorgehalt vertritt wahrscheinlich das Hydroxyl. Die weitere Ersetzung der 9 Atome H ist nun sehr variabel; eine Ersetzung durch dreiwerthiges Metall findet durch weiteres Al statt, während als zweiwerthige Metalle Fe und Mg auftreten, als einwerthige Na, K, Li, H. Es lassen sich auseinanderhalten:

Lithion-Turmalin, farblos bis licht gefärbt; Li in relativ reichlicher Menge, überhaupt einwerthiges R (auch H) relativ reichlich; auch Gehalt an dreiwerthigem R sehr hoch, an zweiwerthigem R spärlich; s. die Analysen 1 (Brasilien), 2 (Haddam Neck).

Magnesia-Turmalin, hellgefärbt; zweiwerthiges R sehr reichlich und vorwiegend Mg, dreiwerthiges R relativ recht spärlich, einwerthiges R sehr spärlich; s. die Analysen 3 (Orford), 4 (Dekalb).

Eisen-Turmalin und Magnesia-Eisen-Turmalin, braun und schwarz, in einander übergehend, in denen das zweiwerthige R vorwiegend Fe mit mehr oder weniger Mg, einwerthiges R sehr spärlich, dreiwerthiges relativ recht spärlich; die verbreitetsten Turmaline; s. die Analysen 5 (Alabaschka), 6 (Haddam), 7 (Ramfossen).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kieselsäure ... | 37,19 | 36,96 | 36,66 | 36,72 | 35,37 | 34,95 | 35,29 |
| Borsäure ..... | 10,06 | 11,00 | 10,07 | 10,81 | 9,11 | 9,92 | 8,37 |
| Titansäure .... | — | 0,03 | 0,23 | 0,05 | — | 0,57 | 1,01 |
| Thonerde ..... | 42,43 | 39,56 | 32,84 | 29,68 | 33,75 | 31,11 | 28,51 |
| Eisenoxyd .... | — | — | — | — | 0,28 | 0,50 | 5,15 |
| Eisenoxydul ... | 0,52 | 2,14 | 2,50 | 0,22 | 14,16 | 11,87 | 6,94 |
| Manganoxydul . | 0,79 | 2,00 | — | — | — | 0,09 | — |
| Magnesia ..... | — | 0,15 | 10,35 | 14,92 | 1,58 | 4,45 | 7,63 |
| Kalk ..... | 0,57 | 1,28 | 1,35 | 3,49 | 0,18 | 0,81 | 1,71 |
| Natron ..... | 2,24 | 2,10 | 2,42 | 1,26 | 2,09 | 2,22 | 2,65 |
| Kali ..... | 0,23 | — | 0,22 | 0,05 | 0,34 | 0,24 | 0,14 |
| Lithion ..... | 1,73 | 1,64 | — | — | — | — | — |
| Wasser ..... | 3,90 | 3,14 | 3,78 | 2,98 | 3,42 | 3,62 | 2,88 |
| Fluor ..... | — | 1,09 | — | 0,93 | 0,29 | — | — |

Nach *Clarke* sind alle Turmaline Derivate der Säure $H^{14}Al^5B^3Si^6O^{31}$. — Der tiefgrüne Chromturmalin von Nischne Issetsk im Ural hält 10,86 pCt. Chromoxyd als theilweisen Vertreter der Thonerde. — Das Verhalten v. d. L. muss natürlich bei so verschiedener Zus. etwas abweichend ausfallen; einige Varr. schmelzen leicht und unter Aufblähen, andere schwellen nur auf, ohne zu schmelzen, noch andere schmelzen mehr oder weniger schwer, ohne aufzuschwellen; alle geben mit Flussspath und saurem Kaliumsulfat die Reaction der Borsäure; Salzsäure zersetzt das rohe Pulver gar nicht, Schwefelsäure nur unvollkommen; dagegen wird das Pulver des geschmolzenen T. durch längere Digestion mit conc. Schwefelsäure fast vollkommen zerlegt. — Verbreitet

in Graniten, sowohl eingewachsen als aufgewachsen in Drusenräumen, namentlich an den Rändern und in greisenartigen Modificationen derselben; auch in krystallinischen Schiefern, wie Gneissen, Granuliten; seltener in Quarzporphyren; in metamorphischen Schiefercontactzonen um Granite (im sog. Turmalinhornfels und als quarziger Turmalinschiefer). Selten sind Vorkommnisse im Dolomit (Schweiz), in Lagerstätten von Kupfererzen (Kravikfjord und Chile), von Magnetit (Arendal). Mikroskopisch weitverbreitet als vereinzelte scharfe Individuen in Gneissen, Granuliten, Hälleflinten, Phylliten, auch in sedimentären Thonschiefern; ferner als allothigener Gemengtheil vielfach in klastischen Sandsteinen, losen Sanden, Kalksteinen und Mergeln; als grössere Gerölle in Ceylon und Brasilien. — Farblos (sog. Achroit): Elba; Roth: Schaitansk und Mursinsk im Ural (sog. Rubellit), San Piero in Campo auf Elba, Penig und Wolkenburg, Chesterfield in Massachusetts, Paris in Maine; Rozena in Mähren im Lepidolith; Blau: Utö (sog. Indigolith), Goshen in Mass.; Grün: Penig, Schüttenhofen in Böhmen, Campo longo am St. Gotthard im Dolomit, Paris, Chesterfield; Bräunlich (z. Th. sog. Dravit, magnesiareich): Dobrowa oder Prävali bei Unterdrauburg in Kärnten in weissem Glimmer, Ste. Colombe in den Pyrenäen, Gouverneur in New-York, Texas in Pennsylvanien. Am häufigsten schwarz (sog. Schörl), ausgezeichnet am Sonnenberg bei Andreasberg, Hörlberg bei Lam im bayer. Wald, Eibenstock (grosse radialstrahlige Knollen), Hirschkogel bei Krumbach in Steiermark, Ramfossen bei Snarum, Dekalb und Pierpoint in New-York. — Umwandlung erleidet der T. zuweilen in Muscovit, Pinit, Steatit, Chlorit; Feldspath kann sich in Turmalin umsetzen.

**Gebrauch.** Die grünen, blauen und rothen Varietäten von starker Pellucidität werden als Edelsteine benutzt; auch liefern die durchsichtigeren Varietäten die Platten zu Polarisations-Apparaten (vgl. S. 218).

Die zarten nadelförmigen, grünlichbraunen Kryställchen des Zeuxits von Huel Unity bei Redruth in Cornwall, zu lockeren, verworrenen und faserigen Aggregaten verbunden, sind nur stark dichroitische eisenreiche Turmaline.

## Karpholith, *Werner.*

Mikrokrystallinisch; bis jetzt wohl nur in fein nadel- und kurz haarförmigen Individuen, welche zu büschelförmig-faserigen, und diese wiederum zu kleinen eckigkörnigen Aggregaten verbunden sind; *Kenngott* gibt ein rhombisches, an allen Seitenkanten abgestumpftes, und durch 0P begrenztes Prisma von 111°27′ an. Da aber ein Theil der Nadeln gerade, ein Theil schief auslöscht, so muss das Mineral monoklin sein. Spaltb. deutlich nach der Längsrichtung. H. = 5...5,5; G. = 2,935; strohgelb, in das wachsgelbe geneigt, lebhaft grüngelb; pleochroitisch, in der Längsrichtung (c) farblos, sonst blassgelb; Seidenglanz; durchscheinend. — Chem. Zus. nach der Formel $H^4MnAl^2Si^2O^{10}$; das Mangan ist nur als Oxydul vorhanden; an Stelle der Thonerde findet sich Eisenoxyd zu einigen Procenten. Einige Analysen geben auch etwas FeO in Vertretung von MnO an. Obiger eisenfrei gedachter Formel würden entsprechen: 36,58 Kieselsäure, 31,03 Thonerde, 21,51 Manganoxydul, 10,88 Wasser, welches nur in der Rothgluth völlig entweicht (bei 500° blos 1,2 pCt.). Ein Fluorgehalt rührt von etwas beigemengtem Fluorit her. V. d. L. schwillt er an, erglüht mit rothem Licht, und schmilzt zu trübem bräunlichem Glas; mit den Flüssen deutliche Manganreaction; von Säuren kaum angreifbar. — Schlaggenwald in Böhmen, mit blauem Flussspath in quarzreichem greisenartigem Granit, ein altbekanntes Vorkommniss; Gegend von Biesenrode bei Wippra am s.ö. Harz, als parallelfaserige, schmale und meist geknickte Trümer von lebhaft gelblichgrüner Farbe und ausgezeichnetem Seidenglanz, in den Quarzknauern metamorphischer Schiefer. Mit Quarz innig gemengt in Geschieben bei Meuville, Ardennen.

## Lawsonit, *Ransome* und *Palache.*

Rhombisch, die eingewachsenen Krystalle dicktafelig mit 0P und ∞P (112° 44′), die aufgewachsenen zeigen ∞P und P̆∞ (107° 7′) gleichmässig entwickelt, daher Querschnitt meist sechseckig. A.-V. = 0,6652 : 1 : 0,7385. Zwillinge nach ∞P; Prismenflächen horizontal gestreift. — Spaltb. nach ∞P̆∞ sehr vollk., nach 0P vollk.; H. etwas über 8; G. = 3,09; farblos, blassblau bis graublau, wie heller Cyanit, Farben oft ungleichmässig vertheilt; Glasglanz, in

Fettglanz geneigt. Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, Doppelbrechung positiv, $c$ ist spitze Bisectrix; $a = \mathfrak{a}$, $b = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{c}$; mittl. Brechungsq. 1,672; $\gamma - \alpha =$ ca. 0,02. — Chem. Zus. im Mittel 37,71 Kieselsäure, 32,43 Thonerde, 18,15 Kalk, 11,31 Wasser (entweicht erst ganz bei starker Rothgluth); dies führt auf die Formel $H^4CaAl^2Si^2O^{10}$, auffassbar als 2 Mol. des Andalusitsilicats, $2(Al^2SiO^5)$, in welchen $Al^2$ durch $H^4 + Ca$ vertreten ist. Schmilzt leicht v. d. L. zu Glas; roh von Säuren wenig angreifbar, geschmolzen leicht von Salzsäure unter Gallertbildung zersetzbar. — Zuerst gefunden als Hauptgemengtheil eines krystallinischen Schiefers auf der Halbinsel Tiburn, Marin Co. in Californien, auch eingewachsen und trumweise in Margaritschiefer. In Diabasen und Gabbros der Basilicata als ein saussuritähnliches Umwandlungsproduct basischer Plagioklase, auch aufgewachsen auf Klüften (*Viola*). In veränderten amphibolhaltigen Gabbros und in glaukophanreichen Schiefern auf Corsica und Giglio sowie in Ligurien (*Lacroix*).

**Datolith,** *Esmark.*

Monoklin, isomorph mit Homilit (und Euklas); $\beta = 89°51'$, $\infty P$ ($g$) $115°22'$, $\infty\breve{P}2$ ($f$) $76°38'$, $-\breve{P}\infty$ ($a$) $45°8'$, $-\breve{P}2$ ($c$) $120°58'$ nach *Dauber*. A.-V. = 0,6329 : 1 : 0,6345. Eine specielle Monographie gab *Luedecke* in Z. f. d. ges. Naturwissensch. LXI. 1888. 235; darin sind 116 Formen aufgeführt. Die Krystalle zeigen mancherlei und z. Th. sehr verwickelte Comb., von denen einige der einfachsten folgende sind:

nach *Dauber*

| | | |
|---|---|---|
| $b : a =$ | 135° | 4′ |
| $b : o =$ | 128 | 14 |
| $b : c =$ | 141 | 7 |
| $b : f =$ | 90 | 6 |
| $b : s =$ | 90 | 9 |
| $b : d =$ | 147 | 38 |
| $g : f =$ | 160 | 38 |



$0P . \infty P . \infty\breve{P}2 . -\breve{P}2 . \infty\breve{P}\infty . -\breve{P}\infty . \breve{P}\infty$
$b \quad g \quad f \quad c \quad s \quad a \quad o$



$0P . \infty P . \infty\breve{P}2 . -\breve{P}\infty . -\breve{P}2 . P . 2\breve{P}\infty$
$b \quad g \quad f \quad a \quad c \quad e \quad d$

Gewöhnlich sind sie kurz säulenförmig oder dick tafelartig durch Vorwalten der beiden genannten Prismen und der Basis; meist zu Drusen zusammengehäuft; auch in grobkörnigen Aggregaten. — Spaltb. fehlt; Bruch uneben bis muschelig; H. = 5 ... 5,5; G. = 2,9 ... 3; farblos, grünlich-, gelblich-, graulich- und röthlichweiss; Glasglanz, jedoch im Bruch Fettglanz; durchscheinend bis kantendurchscheinend. Die optischen Axen (ca. 74°) liegen in $\infty\breve{P}\infty$, die Bisectrix liegt im spitzen Winkel $ac$ und bildet mit letzterer Axe ca. 4°. — Chem. Zus.: $HCaBSiO^5$, deutbar als das basische Orthosilicat $Ca[B.OH]SiO^4$, mit 37,54 Kieselsäure, 21,83 Borsäure ($B^2O^3$), 35,00 Kalk, 5,63 Wasser, welches erst in starker Glühhitze entweicht; die Constitution ist demnach völlig der des Euklas und Homilits analog. V. d. L. schwillt er an und schmilzt leicht zu klarem Glas, wobei er die Flamme grün färbt; in Phosphorsalz löslich mit Hinterlassung eines Kieselskelets; das Pulver zeigt starke alkalische Reaction und wird von Salzsäure leicht und vollständig zersetzt mit Ausscheidung von Kieselgallert. — Meist auf Klüften und Drusen verwitterter pyroxenführender Gesteine (Diabas, Melaphyr), auch Serpentin: Andreasberg, Freiburg in Baden, Niederkirchen im Nahethal (bayer. Pfalz), Seisser Alp, Kuchelbad bei Prag, Theiss in Tirol (auf Amethyst in Achatdrusen), Toggiana in Modena (wasserhelle Krystalle in Serpentin), Serra dei Zanchetti im bolognesischen Appennin, Casarza in Ligurien, Bergen Hill in New-Jersey, Deerfield in Massachusetts, Lacy Mine in Ontario, am Superior-See und anderwärts in Nordamerika. Baveno im Granit. Arendal und Utö auf Magnetitlagerstätten.

Der auf Kalkspath von Arendal kleine traubige und zartfaserige Ueberzüge bildende Botryolith, blassgrau und röthlich, ist nach *Lacroix* (auch optisch) Datolith, dessen Individuen nach der Orthodiagonale verlängert sind; führt ca. 3 pCt. (wohl secundär aufgenommenes) Wasser mehr als Datolith.

**Homilit,** *Paijkull.*

Monoklin, isomorph mit Datolith (und Gadolinit). $\beta = 89°21'$. Namentlich entwickelt $\infty P$ (146°) und $\breve{P}\infty$, was den Krystallen ein oktaëdrisches Ansehen verleiht, daneben sind $0P$ und $\infty\breve{P}\infty$ stark ausgebildet. A.-V. = 0,6249 : 1 : 0,6412. *Brögger* verlängert die Axe $c$ um

das Doppelte. — Spaltb. undeutlich. H. = 5,5; G. = 3,28; schwarz oder schwarzbraun, wachs- oder glasglänzend, in dünnen Lamellen durchsichtig bis durchscheinend. *Des Cloizeaux* und *Damour* beobachteten Krystalle mit einem grünen doppeltbrechenden Kern und einer gelblich-braunen isotropen Rinde, daneben aber auch vollkommen einfach brechende Krystalle. — Chem. Zus.: $FeCa^2B^2Si^2O^{10}$, deutbar als das basische Orthosilicat $(Fe,Ca)^3[BO]^2[SiO^4]^2$; nach der ersteren Formel völlig analog dem Datolith, wenn die des letzteren verdoppelt wird, indem dann $H^2$ im Datolith durch Fe im Homilit ersetzt erscheint. Die proc. Zus. berechnet sich zu 32,12 Kieselsäure, 18,68 Borsäure, 29,25 Kalk, 19,45 Eisenoxydul; die Analysen geben auch kleine Mengen von $Fe^2O^3$, $Al^2O^3$, MgO, Alkalien. Schmilzt leichter als Natrolith zu schwarzem Glas; leicht und völlig in Salzsäure löslich. — Im Augiteläolithsyenit mit Erdmannit und Melinophan auf Stokö bei Brevig, Norwegen.

**Euklas,** *Haüy.*

Monoklin; $\beta = 79°\,44'$, $\infty P\ 144°\,40'$, $P\ 151°\,43'$, $-P\ 156°\,14'$, $\infty\breve{R}2$ (*s*) $115°\,0'$, $3\breve{R}3$ (*f*) $105°\,49'$, $\breve{P}\infty\ 49°\,8'$ nach *Schabus*; A.-V. = 0,3237 : 1 : 0,3332; den durch viele Orthoprismen und Hemipyramiden z. Th. recht complicirten Combinationen liegt wesentlich die in der Figur abgebildete Comb. $\infty\breve{R}2.3\breve{R}3.\infty\breve{P}\infty$ zu Grunde; indessen haben die uralischen Krystalle einen anderen Habitus als die brasilianischen. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ höchst vollk., nach $\breve{P}\infty$ weniger vollk., nach $\infty\breve{P}\infty$ in Spuren; sehr leicht zersprengbar; H. = 7,5; G. = 3,09 ... 3,1; licht berggrün, in gelb, blau und weiss verlaufend; Glasglanz; durchsichtig bis halbdurchsichtig. Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, die spitze positive Bisectrix ist gleichsinnig gelegen mit $\breve{P}\infty$ und bildet mit der Verticalaxe ca. 42°; deutlich pleochroitisch. — Chem. Zus.: Das dem Datolith völlig analog constituirte Silicat $HBeAlSiO^5$, oder $Be[Al.OH]SiO^4$ mit 41,34 Kieselsäure, 35,18 Thonerde, 17,28 Beryllerde (BeO), 6,20 Wasser, welches nur in der Glühhitze auszutreiben ist; auch erscheint etwas Eisenoxyd und Zinnsäure. V. d. L. stark erhitzt schwillt er an und schmilzt in dünnen Splittern zu weissem Email; mit Kobaltsolution geglüht wird er blau, von Borax und Phosphorsalz unter Brausen schwer gelöst, von Säuren nicht angegriffen. — Aeusserst selten; Boa Vista in Brasilien (in Drusen eines Chloritschiefers mit Bergkrystall, Topas und Steinmark), von wo aber nur lose Krystalle stammen; in den Goldseifen des südlichen Ural unweit des Flusses Sanarka; hier wurde ein über 7 Cm. langer und 2 Cm. dicker Krystall gefunden. Mit Periklin auf Klüften des Glimmerschiefers an der Gamsgrube gegenüber dem Grossglockner und im Möllthal; der alpine Euklas wurde zuerst von *Tschermak* entdeckt.




**Gadolinit,** *Ekeberg.*

Monoklin; nach *Eichstädt* ist $\beta = 89°\,26\frac{1}{2}'$; $\infty P = 115°\,48'$; $P = 120°\,44'$; $-P = 121°\,6\frac{1}{2}'$; $\breve{P}\infty = 74°\,4'$; $\frac{1}{2}\breve{P}\infty = 113°\,5\frac{1}{2}'$. A.-V. = 0,6273 : 1 : 1,3215, Axen *a* und *b* wie beim Datolith, *c* von doppelter Länge. *H. Sjögren* beobachtete 22, *Eichstädt* 23 Formen, welche z. Th. nicht identisch sind. Die Krystalle von Hitterö sind gewöhnlich prismatisch und am Ende durch die Klinodomen zugeschärft, durch die Basis abgestumpft; die von Ytterby meist nach der Klinodiagonale gestreckt und tragen u. a. das Klinopinakoid sowie die Pyramiden $-\frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$ und $\frac{4}{3}\breve{P}2$. Im Allgemeinen sind Krystalle sehr selten, stets eingewachsen und undeutlich ausgebildet, meist matt und rauh; gewöhnlich nur derb und eingesprengt. — Keine merkliche Spaltb.; Bruch muschelig oder uneben und splitterig; H. = 6,5 ... 7; G. = 4 ... 4,3; pechschwarz und rabenschwarz, Strich grünlichgrau; Glasglanz, oft fettartig; kantendurchscheinend bis undurchsichtig. Der G. ist z. Th. krystallinisch, doppeltbrechend zweiaxig, im durchfallenden Licht grüngrau (z. B. von Hitterö); optische Axenebene hier $\infty\breve{P}\infty$, spitze positive Bisectrix im stumpfen Winkel *a c*, bildet mit *c* ca. 10°. Häufiger aber, und zwar sowohl in den Krystallformen als in derben Partieen einfachbrechend (z. B. Ytterby, Hofors); auch erweist sich nicht selten ein Individuum als ein Gemenge von anisotroper und isotroper Substanz. Da die chem. Zus. beider dieselbe zu sein scheint, so liegt hier wohl eine paramorphe moleculare Umlagerung der krystallinischen in die isotrope Substanz vor. Bei der Erhitzung verglimmt der isotrope G. sehr lebhaft unter eigenthümlichem Aufleuchten (Phosphoresciren) und wandelt sich unter Erhöhung des spec. Gew. ohne zu schmelzen in die krystallinische Modification um; auch geht die Eigenschaft, mit Salzsäure zu gelatiniren, verloren. Der doppeltbrechende G. zeigt das Verglimmen nicht, schwillt nur zu blumenkohlähnlichen Gestalten auf, aber auch er erhöht sein spec. Gew. und gelatinirt nicht mehr. Beide Modificationen werden bei der Umwandlung braun und etwas wasserhaltig, aber hierdurch geht der optische Gegensatz nicht verloren (*Petersson*). — Chem. Zus.: $FeBe^2Y^2Si^2O^{10}$, also ganz analog dem Homilit, sowie dem Datolith und Euklas, oder $FeBe^2[YO]^2[SiO^4]^2$; der Formel würde entsprechen 25,56 Kieselsäure,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

48,44 Yttererde, 15,32 Eisenoxydul, 10,68 Beryllerde. Kleine Mengen sind von Si durch Th, von Y durch Ce, Er, La, Di, Fe, von Fe durch Ca, $Na^2$ ersetzt. Doch sind auch beryllärmere und beryllfreie G.e untersucht worden; mit dem Beryllgehalt hängt übrigens der optische Gegensatz nicht zusammen, denn die beryllreichen sind bald doppelt-, bald einfachbrechend; doch ist es möglich, dass die geringere Menge von Beryllerde auf secundärer Umwandlung beruht. — Fast stets in Granit eingewachsen: Insel Ytterby unweit der Festung Waxholm bei Stockholm, Finbo, Broddbo, Korarfvet bei Fahlun, Carlberg in Schweden, Insel Hitterö in Norwegen, im Riesengrund bei Schreiberhau, im Radauthal am Harz.

Thalenit aus Österby in Dalekarlien (mit Fluocerit, Allanit, Gadolinit), ist monoklin mit dem A.-V. = 1,154 : 1 : 0,602, aber meist derb, hellfleischroth, halbdurchsichtig und fettglänzend; auch gelb mit stärkerem Glanz und durchsichtiger; G. = 4,15 ... 4,3; H. = 6,5. Spaltb. fehlt. Als Formel wird $H^2Y^4Si^4O^{15}$ vorgeschlagen; führt 1,9 pCt. Stickstoff und Helium.

## 3. Epidotgruppe.

### Zoisit, *Werner.*

Rhombisch; nach *Tschermak* ist an den Krystallen von Ducktown $\infty P$ 116° 26′, $\infty\breve{P}2$ 145° 24′, $\infty\breve{P}3$ 156° 40′, $\breve{P}\infty$ 122° 4′, $_2\breve{P}\infty$ 111° 6′; andere Gestalten sind $\infty\breve{P}\infty$, $\infty\breve{P}2$, $\infty\breve{P}3$, $\infty\breve{P}4$, $\infty\breve{P}\infty$, P, $_2\breve{P}2$. A.-V. = 0,6196 : 1 : 0,3429. Die Krystalle, an denen sehr selten terminale Gestalten deutlich ausgebildet sind, erscheinen lang säulenförmig nach der Verticalaxe, meist gross, aber eingewachsen, stark gestreift oder gerieft, oft gekrümmt, geknickt und sogar zerbrochen. Die meisten Krystalle sind aus zweierlei optisch abweichenden, schwach doppeltbrechenden Partieen zusammengesetzt, welche verschiedenartig mit einander verwachsen sind: die meist vorwaltenden Theile zeigen die Ebene der optischen Axen (mit grösserem Winkel) parallel $\infty\breve{P}\infty$, $\rho < \upsilon$, vorwiegend blaue Interferenzfarbe; bei den gewöhnlich mehr zurücktretenden Partieen ist die optische Axenebene (mit kleinerem Winkel) parallel 0P, $\rho > \upsilon$, die Interferenzfarbe vorwiegend gelblichgrau. Besonders oft in stengeligen Aggregaten. Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk. Bruch muschelig und uneben; H. = 6; G. 3,25 ... 3,36. Farblos, doch meist gefärbt, graulichweiss, aschgrau bis licht rauchgrau, gelblichweiss, gelblichgrau bis erbsengelb, auch grünlichweiss, grünlichgrau bis grün; Glasglanz, auf Spaltungsflächen starker Perlmutterglanz; meist nur schwach durchscheinend. — Chem. Zus.: $\mathbf{HCa^2Al^3Si^3O^{13}}$ oder $Ca^2Al^2[Al.OH][SiO^4]^3$, welchem entsprechen würde 39,65 Kieselsäure, 33,73 Thonerde, 24,64 Kalk, 1,98 Wasser, welches erst in sehr starker Hitze entweicht und deshalb als chemisch gebunden gelten muss. Etwas $Al^2O^3$ ist durch $Fe^2O^3$ vertreten, dessen Menge aber durchschnittlich unter 3 pCt. bleibt. Der Z. hat somit eine analoge Zus. mit dem Epidot und unterscheidet sich von diesem chemisch nur durch den geringeren Gehalt an $Fe^2O^3$; mit grösserem Gehalt an $Fe^2O^3$, d. h. grösserer Betheiligung des im Epidot vorhandenen eisenoxydhaltigen Silicats scheint dann die monokline Form zu resultiren. V. d. L. schwillt er an, wirft Blasen und schmilzt an den Kanten zu klarem Glas; mit Kobaltsolution wird er blau; von Säuren roh nur schwer, geglüht sehr leicht angegriffen unter Bildung von Kieselgallert. — In krystallinischen Schiefern, Amphiboliten und Eklogiten makroskopisch und mikroskopisch: grössere Individuen zu Gefrees in Oberfranken, bei Sterzing, Valtigels, Prägratten und Windisch-Matrey in Tirol, an der Saualpe in Kärnten, im Pinzgau, Rympfischwäng bei Zermatt, Insel Syra; Ducktown in Tennessee, Goshen und Conway in Massachusetts. U. d. M. als längliche Körnchen, lange quergegliederte Säulen, einzeln oder aggregirt, mit annähernd sechsseitigem, rhombischem oder durch unregelmässige Entwickelung der Säulenzone trapezförmigem Querschnitt; jeweilig stahlblau polarisirend. — Das als Saussurit bezeichnete Mineral ist gewöhnlich ein fast gänzlich oder theilweise aus Zoisit bestehendes Umwandlungsproduct des (triklinen) Feldspaths; vgl. die Anhänge an letzteren.

Der rosen- und pfirsichblüthrothe Thulit von Kleppan (Kirchspiel Souland) in Telemarken ist Zoisit, welcher durch etwas Manganoxyd jene Farbe erlangt hat; selten krystallisirt, meist als stengelige Aggregate in Quarzadern des Hornblendegneisses, begleitet von Calcit, blauem

Vesuvian (Cyprin), violettem Fluorit, grünlichweissem Granat; auch zu Lexviken bei Drontheim, bei Arendal; mikroskopisch im rothen antiken Porphyrit aus Aegypten.

## Epidot, *Haüy* (Pistazit).

Monoklin; isomorph mit Orthit; die Dimensionen etwas schwankend. $\beta = 64^{\circ}36'50''$. A.-V. = 1,5787 : 1 : 1,8036. Habitus der Krystalle fast immer horizontal säulenförmig, indem sie (nicht nach der Verticalaxe, sondern) nach der Orthodiagonale langgestreckt, und die Hemidomen sowie das basische und orthodiagonale Pinakoid vorwaltend ausgebildet sind; diese an dem einen Ende meist aufgewachsenen Säulen zeigen an dem frei ausgebildeten Ende oft sehr complicirte Combinationen von Hemipyramiden, Klinodomen und Prismen. Selten sind Krystalle, die in der Richtung der Orthodiagonale nicht gestreckt (Achmatowsk) oder die nach der Verticalaxe prismatisch sind (Elba, Colorado). *Bücking* zählte im Jahre 1878 schon 220 sicher nachgewiesene Partialformen auf (Z. f. Kryst. II. 321); vgl. auch *Flink* ebendas. XIII. 1888. 405 und *Artini* ebendas. XIV. 1888. 587. — Die Figuren 1 bis 5 sind so gezeichnet, dass die Orthodiagonale schräg von links unten nach rechts oben (parallel der Kante $MT$ in Fig. 1) am Beschauer vorbei läuft. *Weinschenk* versuchte, durch andere Aufstellung des Zoisits und Wahl einer anderen Fläche als Basis des Epidots beide Mineralien auf ein genähertes A.-V. zu bringen (Z. f. Kryst. XXVI. 1896. 159).

1 2 3 4 5

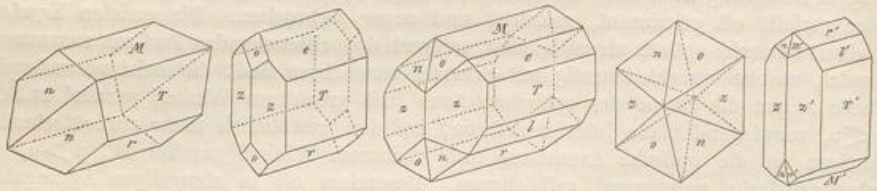


Fig. 1. Einfache Comb. von $\infty\breve{P}\infty$ ($T$), 0P ($M$), $\breve{P}\infty$ ($r$), P ($n$); $M:T = 115^{\circ}24'$; $r:T = 128^{\circ}18'$; $n:n = 109^{\circ}35'$; $n:r = 125^{\circ}13'$; $M:r = 116^{\circ}18'$.

Fig. 2 zeigt ausser $\infty\breve{P}\infty$ und $\breve{P}\infty$ noch $\infty$P ($x$), $\breve{P}\infty$ ($o$) und $-\breve{P}\infty$ ($e$); $x:x = 109^{\circ}56'$; $T:e = 150^{\circ}6'$; $e:o = 115^{\circ}27'$.

Fig. 3 zeigt in der langgestreckten orthodiagonalen Zone ausser 0P, $-\breve{P}\infty$, $\infty\breve{P}\infty$, $\breve{P}\infty$ noch $2\breve{P}\infty$ ($l$), an den Enden $\infty$P, P und $\breve{P}\infty$; $T:l = 154^{\circ}3'$; $l:r = 154^{\circ}15'$.

Fig. 4. $\infty$P. P. $\breve{P}\infty$. Eigenthümliche Comb., welche nicht nach der Orthodiagonale gestreckt ist und die Flächen der orthodiagonalen Zone meist gänzlich entbehrt. Ausbildung der in Calcit eingewachsenen, Bucklandit genannten schwarzen Var. von Achmatowsk; $x:o = 145^{\circ}47'$; $n:o = 146^{\circ}6'$.

Fig. 5. Zwilling der Comb. $\infty\breve{P}\infty$. 0P. $2\breve{P}\infty$. $\breve{P}\infty$. $\infty$P. P, nach dem Orthopinakoid.

Die Figuren 6 bis 9 sind Projectionen auf $\infty\breve{P}\infty$, die äusseren Umrisse stellen daher die der meist langgestreckten orthodiagonalen Zone angehörigen Flächen dar.

6 7 8 9

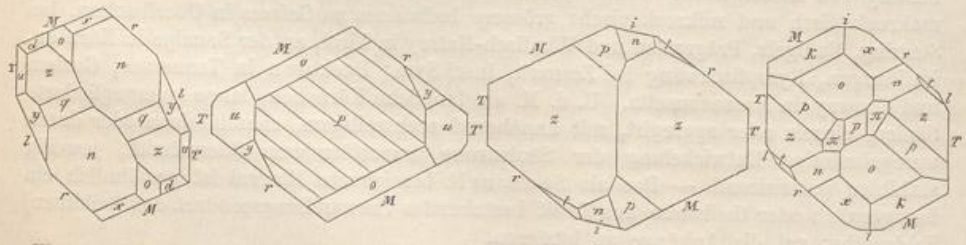


Fig. 6. Am Ende der orthodiagonalen Zone erscheinen ausser $\infty$P ($x$), P ($n$), $\breve{P}\infty$ ($o$) noch $-$P ($d$), $\frac{1}{2}$P ($x$), 2P ($q$), $\infty\breve{P}2$ ($u$), $2\breve{P}2$ ($y$); $n:x$ über $o = 117^{\circ}40'$; $n:x$ über $q = 150^{\circ}57'$; $x:T = 125^{\circ}0'$.

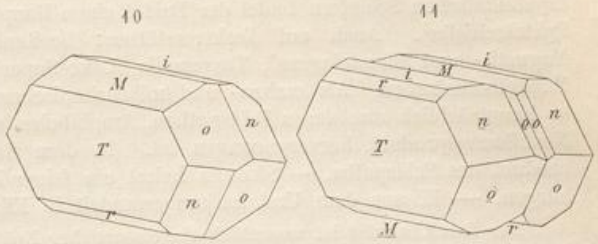
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 7. Am Ende waltet das oft seiner Combinationskante mit $r$ parallel gestreifte Klinopinakoid $\infty\breve{P}\infty$ ($P$) vor (büudelförmig gruppirte Krystalle von Oisans).

Fig. 8 zeigt in der orthodiagonalen Zone noch $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ ($i$), am Ende noch $-3\breve{P}\frac{3}{2}$ ($p$) und $\frac{4}{3}\breve{P}2$ ($t$); $M:i = 145°39'$; Zermatt.

Fig. 9. Am Ende ausser den genannten Flächen noch $\infty\breve{P}5$ ($\pi$) und $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ ($k$).

Die in die Zone der Orthodiagonale fallenden Flächen sind oft stark horizontal gestreift; Krystalle meist zu Drusen vereinigt; Zwillinge nicht selten, Zwillingsebene und Zusammensetzungsfläche $\infty\breve{P}\infty$; vgl. das in anderer Richtung als Fig. 1 bis 5 gezeichnete einfache Individuum Fig. 10 und den Zwilling zweier derselben Fig. 11. Diese Zwillingsbildung ist bei den grösseren Epidoten oft vielfach repetirt mit eingeschalteten dünnen Lamellen. Sehr selten ist die Zwillingsebene $0P$. Isomorphe Schichtung wird in den Krystallen sehr oft wahrgenommen. Auch stengelige, körnige bis dichte Aggregate, in Trümern, als Ueberzug. Pseudomorphosen nach Granat, Skapolith, Orthoklas, Oligoklas, Labradorit, Pyroxen und Amphibol. — Spaltb. basisch sehr vollk., und nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk., die beiden Spaltungsflächen bilden daher $115°24'$; Bruch muschelig bis uneben und splitterig; H. = 6...7; G. = 3,25...3,50; fast immer gefärbt, besonders grün, gelb und grau, selten roth und schwarz; Glasglanz, auf Spaltungsflächen diamantartig, pellucid in allen Graden, meist nur durchscheinend bis kantendurchscheinend. Ebene der optischen Axen $\infty\breve{P}\infty$, also rechtwinkelig auf die Längsausdehnung der Säulen; $b = \mathfrak{b}$; bei eisenreichen liegt die spitze Bisectrix ($\mathfrak{a}$) im spitzen Winkel $ac$, und $2Va$, gemessen über $\mathfrak{a}$, beträgt ca. 74° für Gelb; $\mathfrak{c}:a =$ ca. 28°. Mit Abnahme des Eisengehalts wird $\mathfrak{c}$ zur spitzen Bisectrix. Die Brechungsquotienten verkleinern sich bei abnehmendem Eisengehalt, $\beta$ wurde für Gelb zwischen 1,754 und 1,716 schwankend befunden; auch die Stärke der Doppelbrechung nimmt dann ab, z. B. $\gamma - \alpha$ bei eisenreichen = 0,037, bei eisenarmen nur = 0,01. Dickere Krystalle zeigen deutlichen Pleochroismus: $\mathfrak{a}$ nur ganz hellgelb, fast farblos, $\mathfrak{b}$ ($= b$) gelbgrün bis braun, $\mathfrak{c}$ citronengelb bis grün; Absorption $\mathfrak{b} > \mathfrak{c} > \mathfrak{a}$. — Nach $\breve{P}\infty$ abgeplattete Krystalle zeigen die S. 257 erwähnten Polarisationsbüschel. — Chem. Zus.: $\mathbf{HCa^2(Al,Fe)^3Si^3O^{13}}$ oder $Ca^2R^2[R.OH][SiO^4]^3$; das Wasser entweicht erst in starker Glühhitze. Das Atomverhältniss von Al:Fe variirt gewöhnlich von 6:1 bis 3:2; so kann man mit *Ludwig* alle Epidote als Gemische von idealem reinem Thonerde-Epidot und reinem Eisenoxyd-Epidot betrachten, wovon der erstere theoretisch 39,65 Kieselsäure, 33,73 Thonerde, 24,64 Kalk, 1,98 Wasser, der letztere 33,29 Kieselsäure, 44,35 Eisenoxyd, 20,70 Kalk, 1,66 Wasser enthält. Allgemein schwankt der Gehalt an Kieselsäure von 36 bis 40, an Thonerde von 18 bis 29, an Eisenoxyd von 7 bis 17, und an Kalk von 21 bis 25 pCt. Bei Zöptau fand *Bauer* auf dunkelgrünem Epidot (einer Mischung von 60 Thonerde- und 40 pCt. Eisenepidot) ganz hellgrüne Krystalle (eine Mischung von 80 Thonerde- und nur 20 pCt. Eisenepidot) parallel aufgewachsen. Die Substanz des reinen oder nur ganz wenig Eisenoxyd haltenden Thonerde-Epidots krystallisirt auch rhombisch als Zoisit; reiner Eisenoxyd-Epidot ist noch nicht gefunden. Sehr eisenarme (optisch positive) und dadurch dem Zoisit chemisch genäherte monokline Epidote wurden Klinozoisit (*Weinschenk*) genannt, mit ihnen scheint der Fouquéit (*Lacroix*) aus indischen Anorthitgneissen identisch zu sein. — V. d. L. schmilzt er erst an den äussersten Kanten und schwillt dann zu dunkelbraunen, staudenförmigen Massen an, welche meist nicht vollständig in Fluss zu bringen sind; die Gläser sind stark eisenfarbig. Stark geglüht oder geschmolzen werden alle Varietäten mehr oder



weniger leicht von Salzsäure zerlegt, mit Abscheidung von Kieselgallert; roh wird er wenig angegriffen, doch erfährt überaus feines Pulver, sehr lange Zeit hindurch mit conc. Salzsäure gekocht, vollständige Zersetzung. — Hauptsächlich als secundäres Product auf Klüften und Drusen krystallinischer Gesteine, namentlich krystallinischer Schiefer (Hornblendeschiefer, Chloritschiefer), auch von Diorit, Syenit, Granit u. s. w., begleitet insbesondere von Quarz, Albit, Chloriten, Asbest. Schöne Krystalle an der Knappenwand im Untersulzbachthal (Pinzgau) auf Epidotschiefer, am Rothenkopf bei Schwarzenstein im Zillerthal auf Chloritschiefer, Zöptau in Mähren, Striegau im Granit, Rothlaue im Haslithal, Ala-Thal in Piemont, Le Puys bei St. Christophe (Bourg d'Oisans) im Dauphiné mit Axinit; Arendal, Achmatowsk bei Slatoust in Chloritschiefer. In gewissen krystallinischen Schiefern bildet der Epidot einen Hauptgemengtheil (Epidosit, Amphibol-Epidotschiefer). Auch auf Erzlagerstätten: Breitenbrunn und Schwarzenberg (auf Magnetit- und Blendelagern), Traversella, Lake Superior. Als Ausfüllungsmaterial von Mandelhohlräumen. Als makro- und mikroskopischer Gemengtheil vieler Gesteine, wo er hauptsächlich aus deren Feldspathen, Amphibolen und Pyroxenen, auch Biotiten als Neubildungsproduct hervorgegangen ist. In dem Saussurit genannten Umbildungsproduct des Feldspaths. — Skorza heisst ein feiner Epidotsand von Muska in Siebenbürgen. — E. aus dem Ural ist umgewandelt in Klinochlor oder Leuchtenbergit.

Der Bucklandit ist wesentlich ein eisenreicher Epidot, dessen Krystalle die Flächen *M*, *T* und *r* gar nicht oder nur sehr untergeordnet zeigen; schwarz, in dünnen Splittern röthlichbraun durchscheinend. G. = 3,54. In Kalkspath mit Granat und Diopsid bei Achmatowsk am Ural (vgl. Fig. 4, S. 632). — Der sog. Puschkinit, lose Krystalle, grün, gelb bis hyacinthroth, durchsichtig mit ausgezeichnetem Pleochroismus, von Werchneiwinsk und Kyschtymsk am Ural, ist nichts anderes als Epidot. — Auch der Withamit, aus dem Labradorporphyrit von Glencoe in Schottland, der kleine, sternförmig gruppirte stark pleochroitische Krystalle von strohgelber bis rother Farbe bildet, ist seiner Form nach nur Epidot; wie beim Piemontit ist aber die spitze Bisectrix positiv; nach *Lacroix* ist v. d. L. ein Mangangehalt nachweisbar. Mikroskopisch auch im rothen antiken ägyptischen Porphyrit.

**Piemontit,** Manganepidot.

Monoklin, in Formen und Dimensionen ähnlich dem gewöhnlichen Epidot; $\beta = 64^\circ 39'$; stengelige Aggregate, schwärzlich violblau bis röthlichschwarz, Strich kirschroth; H. = 6,5; G. = 3,4. Abweichend von dem eigentlichen Epidot ist aber die Doppelbrechung positiv, die spitze Bisectrix = c; c bildet mit *a* ca. 32° im stumpfen Winkel *ac*; $a:c$ = ca. 7°; $c:c$ = ca. 3°. Kräftig pleochroitisch: a orange bis citrongelb, b amethystfarbig bis rosa, c lebhaft carminroth. In ihm besteht ein grosser Theil der Sesquioxyde neben Thonerde und Eisenoxyd aus Manganoxyd (bis 24 pCt.); übrigens führt er auf ganz dieselbe Formel wie der gewöhnliche Epidot, und auch bei ihm hat sich der Gehalt an Wasser, welches erst beim Glühen entweicht, herausgestellt. V. d. L. schmilzt er sehr leicht zu schwarzem Glas; mit Borax die Reaction auf Mangan. — St. Marcel in Piemont, Insel Groix in Glimmerschiefer; in Quarzporphyr des South Mt., Pennsylvanien; nach *Kotō* weitverbreitet in Japan, theils mit feinen Quarzkörnern ein dunkelviolettes Gestein bildend, theils accessorisch in Glaukophanschiefern; die Analyse ergab 6,43 pCt. $Mn^2O^3$. — Bei Jakobsberg in Wermland (Schweden) kommt in Kalkstein ein roth durchscheinender Epidot vor, welcher jedoch nach *Igelström* und Anderen kein Manganoxyd, sondern Manganoxydul (und zwar nur 4,85 pCt.) enthält, übrigens genau dieselben Winkel wie der gewöhnliche E. besitzt.

Die bräunlichrothen Kryställchen des Hancockits von den Zinkgruben zu Franklin, New-Jersey, formell ganz mit Epidot übereinstimmend, ergeben auch die allgemeine Epidotformel, nur wird Ca zum Theil durch Pb (18,47 pCt. Bleioxyd) und Sr (3,89 pCt. Strontian) vertreten; ausserdem etwas $Mn^2O^3$ und MnO vorhanden.

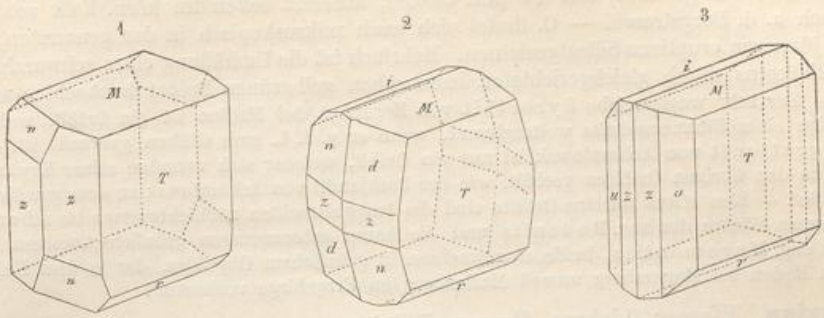
## Orthit, *Berzelius* und Allanit (Cerin).

Monoklin, isomorph mit Epidot; $\beta = 64^\circ 59'$, $\infty P$ (*x*) $70^\circ 52'$, P (*n*) $71^\circ 38'$, $-P$ (*d*) $96^\circ 54'$; A.-V. = 1,5507 : 1 : 1,7684.

Fig. 1. $\infty\breve{P}\infty . \infty P . 0P . P . \breve{P}\infty$; $M:T = 115^\circ 1'$, $x:x = 109^\circ 8'$.
$T \quad x \quad M \quad n \quad r$

Fig. 2. $\infty\breve{P}\infty . 0P . \breve{P}\infty . \frac{1}{2}\breve{P}\infty . P . -P . \infty P$; $T:n = 111°18'$, $T:d = 130°20'$.
$T \quad M\,r \quad i \quad n \quad d \quad z$

Fig. 3. $\infty\breve{P}\infty . 0P . \breve{P}\infty . \frac{1}{2}\breve{P}\infty . \infty P . \infty\breve{P}2$; $M:i = 145°45'$, $M:r = 116°36'$.




Krystalle gewöhnlich tafelförmig nach dem Orthopinakoid, nach der Orthodiagonale gestreckt. Zwillinge nach $\infty\breve{P}\infty$, auch nach 0P; häufiger aber theils als langgestreckte stengelige Individuen, oftmals zu Büscheln vereinigt, theils als dicke, bis mehre Zoll grosse, oder auch als kleine tafelförmige Individuen; oft nur derb und eingesprengt. Spaltb. nach 0P und $\infty\breve{P}\infty$ selten deutlich, auch nach $\infty P$ angegeben; Bruch muschelig; H. = 5,5...6; G. = 3...4; dunkelgrau, braun bis pechschwarz und rabenschwarz; aussen oft unvollkommener Metallglanz bis Fettglanz und rostbraune Verwitterungsrinde, im Bruch oft Glasglanz; undurchsichtig, im Schliff mit bräunlichen und grünlichen Tönen durchscheinend. Aehnlich dem Gadolinit ist nur ein Theil der Vorkommnisse normal doppeltbrechend; optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$; pleochroitisch: a grünlichbraun, b röthlichbraun, c braungelb; $\beta = 1{,}682$. Ein anderer Theil ist völlig isotrop wie ein amorpher Körper, auch erscheinen Gemenge von einfach- und doppeltbrechenden Partieen. — Chem. Zus.: Im frischen Zustande analog dem Epidot $\overset{II\,III}{HRR^3}Si^3O^{13}$, worin $\overset{II}{R}$ = Ca und Fe, $\overset{III}{R}$ = Al,Fe, sowie die Ceriummetalle Ce, Di, La, in geringerer Menge auch diejenigen der Yttriumgruppe als Sesquioxyde. Magnesia ist meist, Manganoxydul oft in ganz geringer Menge vorhanden. Der Wassergehalt wechselt sehr, von jener kleinen Menge, welche wie im Epidot als basisches Wasser zu betrachten und nur in der Glühhitze auszutreiben ist, bis zu 8 und 13 pCt. in den unfrischen, wasserhaltig gewordenen O.en. Der Gehalt an Kieselsäure beträgt ca. 31 bis 36, der an Ceroxyd und Didymoxyd 10 bis 20 pCt.; der an Yttererde geht gewöhnlich nicht über 3 pCt.; der an Lanthan ist in der Regel grösser, als der an Yttrium; auch die Kalkmenge ist sehr verschieden, in den frischeren 9 bis 12 pCt., in den sehr wasserreichen O.en sinkt sie bedeutend. — V. d. L. schmilzt er z. Th. unter Aufblähen oder Aufschäumen zu braunem oder schwarzem Glas; mancher O. zeigt beim Erhitzen eine dem Verglimmen ähnliche Feuererscheinung. Viele Abänderungen werden von Salzsäure völlig unter Gallertbildung zersetzt, andere von Säuren kaum angegriffen. — Die Orthit genannten und die als Allanit bezeichneten Vorkommnisse sind weder formell noch chemisch wesentlich verschieden. — Accessorischer Gemengtheil von Graniten, Syeniten, Dioriten, Pegmatitgängen, auch Gneissen, als derbe Partieen oder einzelne Krystalle: Plauenscher Grund bei Dresden in Feldspath-Concretionen des Syenits, im Syenit bei Seligstadt und Lampersdorf, Schreiberhau in Pegmatitgängen; in Graniten des Thüringer Waldes mehrorts, z. B. am Glasbachskopf bei Brotterode, Gegend von Ilmenau; häufig accessorisch im Tonalit des Adamellomassivs (s. Alpen); sehr verbreitet in dem sog. Schapbachgneiss des Schwarzwaldes, in Amphiboliten des mittleren Schwarzwaldes. In Skandinavien vielorts: Gegend von Fahlun, Snarum, auf Fillefjeld und Hitterö, Gegend von Stockholm. Miask und Werchoturie im Ural (sog. Uralorthit). An der Bystraja in Sibirien umgewandelt in Magnetit. Orange Co. und Moriah, Essex Co. in New-York, Berks Co. und Northampton Co. in

Pennsylvanien. — Auf der Magnetitlagerstätte des Schwarzen Krux bei Schmiedefeld, Thüringen; das Vorkommen von der Bastnäsgrube bei Riddarhytta wird als Cerin aufgeführt. — Selten in Drusen trachytischer Auswürflinge des Laacher Sees (früher Bucklandit genannt, mit 21 pCt. $Ce^2O^3$); äusserst selten im körn. Kalk von Auerbach a. d. Bergstrasse. — O. findet sich auch mikroskopisch in den genannten, sowie in jüngeren eruptiven Silicatgesteinen. Mehrfach ist die Umhüllung eines schwarzbraunen Orthitkerns durch gleichgerichteten isomorphen gelbgrünen Epidot beobachtet worden.

Der sehr wasserreiche Pyrorthit von Korarfvet bei Fahlun ist ein Orthit, welcher in Folge eines Bitumengehalts weiterglimmt, wenn er v. d. L. zum Glühen gebracht ist. — Der Bagrationit von Achmatowsk ist nur ein Orthit, welcher sich vermöge seiner Krystallform so zu den übrigen Orthiten verhält, wie der Bucklandit von Achmatowsk zu dem gewöhnlichen Epidot. — Blos etwas unreine Orthite sind die langgestreckten röthlichbraunen bis schwärzlichbraunen Säulen des sog. Bodenits und die kaum erbsengrossen grünlichschwarzen Körner des sog. Muromontits, beide eingewachsen in grünlichem Oligoklas, der in dem Kalklager von Boden bei Mauersberg unweit Marienberg im Erzgebirge vorkommt.

## Vesuvian, *Werner* (Idokras, Egeran, Wiluit).

Tetragonal, die Winkel etwas schwankend; an den hellen Krystallen ist im Mittel P (*c*) 74° 27′ und A.-V. = 1 : 0,5372; an den schwarzen oder schwarzbraunen ist im Mittel P (*c*) 73° 28½′ und A.-V. = 1 : 0,5278. Formen und Combinationen sehr manchfaltig, da schon 23 Protopyramiden, 6 Deuteropyramiden, 25 ditetragonale Pyramiden und 4 solcher Prismen bekannt sind (vgl. die treffliche Monographie von *v. Zepharovich*, Sitzgsber. Wiener Akad. B. 49. 106; *Strüver*, Z. f. Kryst. I. 1877. 251 und N. Jahrb. f. Miner. 1888. II. 35). Die gewöhnlichsten Formen sind ∞P (*d*), ∞P∞ (*M*), 0P (*P*), P (*c*), P∞ (*o*) 56° 29′, ∞P2 (*f*).

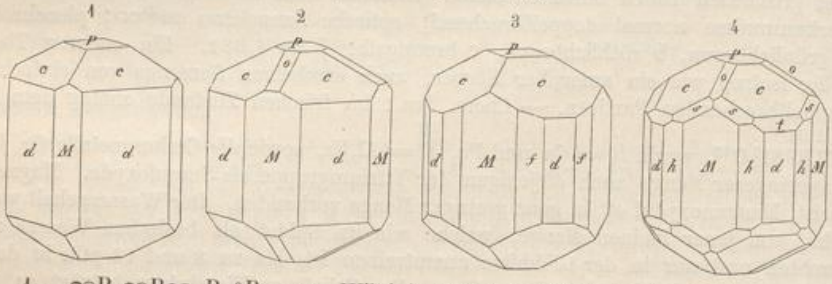



Fig. 1. ∞P.∞P∞.P.0P; vom Wilui in Sibirien; Achmatowsk, Cziklova.
Fig. 2. Comb. wie Fig. 1, mit der Deuteropyramide P∞ (*o*); vom Vesuv.
Fig. 3. ∞P∞.∞P.∞P2.P.0P; Vesuv; ∞P2 das gewöhnliche achtseitige Prisma.
Fig. 4. Comb. ähnlich der vorigen, doch mit dem seltenen Prisma ∞P3 (*h*) statt ∞P2, sowie mit 3P (*t*), 3P3 (*s*) und P∞.

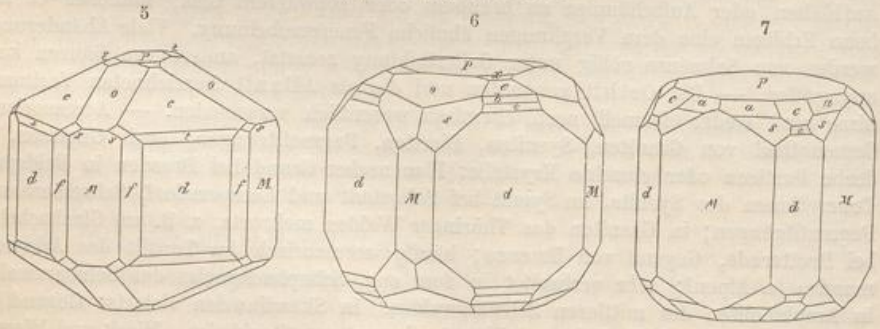



Fig. 5. ∞P.∞P∞.∞P2.P.3P.$\frac{1}{6}$P.P∞.0P.3P3; grüne Krystalle von der Mussa-Alp im Alathal in Piemont, mit der sehr flachen Pyramide $\frac{1}{6}$P (ε).

Fig. 6. $\infty P.\infty P\infty.0P.P\infty.3P3.3P.2P.P.\frac{1}{9}P$; grüne Krystalle ebendaher; merkwürdig wegen der noch flacheren Pyramide $\frac{1}{9}P$ ($x$).

Fig. 7. $\infty P\infty.\infty P.0P.P.3P.3P3.\frac{3}{2}P3$; ebendaher; an diesen schlanken braunen Säulen waltet gegenüber den dortigen grünen Krystallen $\infty P\infty$ vor $\infty P$ vor.

8 9 10

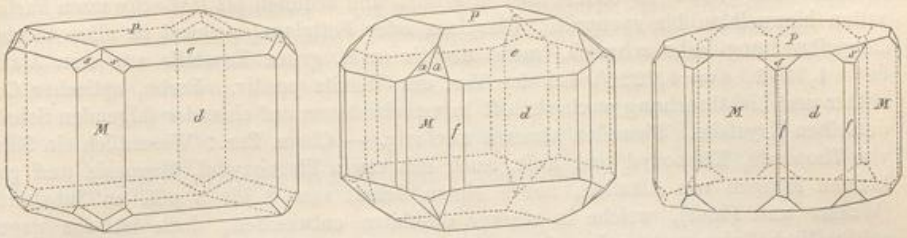


Fig. 8. $\infty P.0P.\infty P\infty.P.3P3$; kleine, dunkelbraune Krystalle von Zermatt.

Fig. 9. $\infty P.P.0P.\infty P\infty.\infty P2.\frac{3}{2}P3$; andere, ebendaher; $\frac{3}{2}P3 = a$.

Fig. 10. $\infty P\infty.\infty P.0P.\infty P2.3P3$; noch andere, ebendaher.

11 12 13

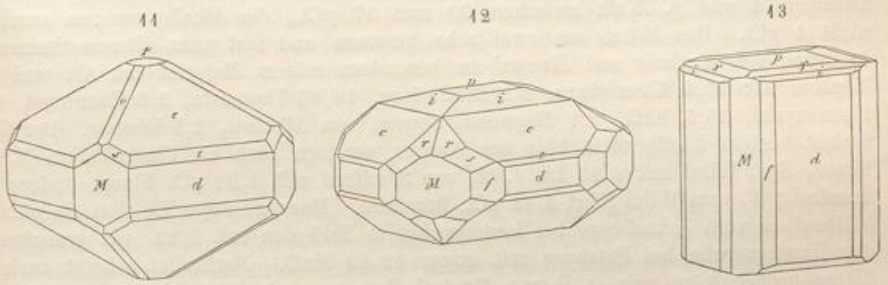


Fig. 11. $P.\infty P.\infty P\infty.3P.0P.3P3.P\infty$; vom Monzoniberg in Tirol; die Grundpyramide erscheint dort zuweilen ganz vorwaltend.

Fig. 12. $P.\frac{1}{3}P.0P.\infty P.\infty P\infty.\infty P2.3P3.\frac{5}{3}P5.3P$; Porgumer Alp, Pfitschthal.

Fig. 13. $\infty P.\infty P\infty.\infty P2.0P.\frac{1}{8}P.\frac{1}{3}P$; von Eker bei Drammen in Norwegen; ähnliche und z. Th. recht grosse, schalig zusammengesetzte Krystalle, in denen jedoch P statt der beiden niedrigen Pyramiden auftritt, finden sich bei Egg unweit Christiansand, sowie bei Achmatowsk; $\frac{1}{8}P = \gamma$; $\frac{1}{3}P = i$.

14 15 16 17

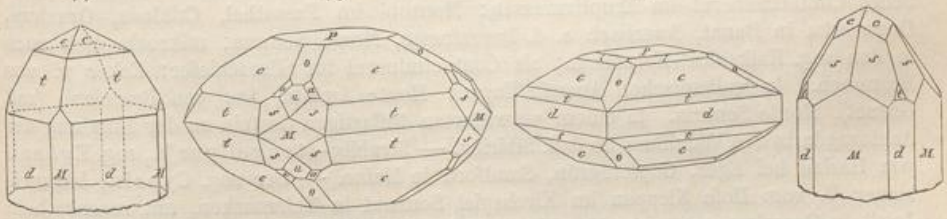


Fig. 14. $\infty P.3P.P.\infty P\infty$; von Achmatowsk in den Nasämsker Bergen am Ural.

Fig. 15. $P.3P.0P.\infty P\infty.2P\infty.P\infty.3P3.\frac{3}{2}P3$; Habitus pyramidal, ebendaher.

Fig. 16. $\infty P.3P.P.\frac{1}{3}P.0P.P\infty$; dunkel rothbraune Krystalle, ebendaher.

Fig. 17. $\infty P\infty.\infty P.3P3.P.3P$; von Poläkowsk am Ural; ganz ähnliche Krystalle mit sehr vorwaltender Pyramide 3P3 im Saasthal und an der Mussa-Alp.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Habitus der Krystalle meist säulenförmig, durch Vorwalten von $\infty P$ und $\infty P\infty$, selten tafelartig oder pyramidal, durch Vorwalten von $0P$ oder $P$; die Prismen oft vertical gestreift, das Pinakoid $P$ quadratisch parkettirt; Krystalle selten eingewachsen, meist aufgewachsen und zu Drusen verbunden; auch in stengeligen und körnigen Aggregaten; Zwillinge nicht beobachtet. — Spaltb. nach $\infty P\infty$ und $\infty P$, unvollk.; Bruch uneben und splitterig oder unvollk. muschelig; H. = 6,5; G. = 3,35...3,45; gefärbt in mancherlei gelben, besonders aber in grünen und braunen bis fast schwarzen Farben, selten himmelblau bis spangrün; Glasglanz oder Fettglanz; pellucid in allen Graden; Doppelbrechung sehr schwach, meist negativ (z. B. grüne Krystalle aus dem Alathal $\omega = 1{,}7235$, $\varepsilon = 1{,}7226$), bei der Var. des Wiluits positiv. Farbe, optischer Charakter und Lichtbrechung wechseln oft in verschiedenen auf einander folgenden Schalen desselben Krystalls. Bisweilen abnorm zweiaxig. — Chem. Zus.: Wesentlich ein Silicat von Thonerde, Eisenoxyd und Kalk, auch mit etwas Eisenoxydul, Magnesia und ganz kleinen Mengen von Alkalien, sowie einem Gehalt von 2 bis 3 pCt. an Substanzen (Wasser und Fluor), welche in starker Glühhitze entweichen; doch ist das gegenseitige Verhältniss recht schwankend. Die Formel wurde vielfach abweichend gestaltet; *Jannasch* und *Weingarten* geben zuletzt für die fluorfreien V.e die einfache Orthosilicatformel $\mathbf{HCa^2Al[SiO^4]^2}$ oder $[OH]Ca^2AlSi^2O^7$; in den fluorhaltigen wäre OH theilweise durch F ersetzt. *Weibull* folgert aus den Analysen $\mathbf{(OH,F)Ca^6(Al,Fe)^3[SiO^4]^5}$. Die Kieselsäure liegt zwischen 37 und 39, Thonerde zwischen 13 und 16, Eisenoxyd zwischen 4 und 9, Kalk zwischen 33 und 37 pCt., die Alkalienmengen erreichen nicht 1 pCt. Das Mittel aus zwei sehr genauen und fast ganz übereinstimmenden Analysen von *Ludwig* und *Renard* an besonders reinem Material von Ala und vom Monzoni ist: 37,4 Kieselsäure, 0,2 Titansäure, 16,25 Thonerde, 3,9 Eisenoxyd, 0,35 Eisenoxydul, 36,5 Kalk, 3,1 Magnesia, Spuren von Alkalien, 2,5 Wasser. Der Glühverlust besteht häufig nicht blos aus Wasser, sondern auch aus Fluorsilicium (V. vom Vesuv, Egg, Wilui mit 0,23 bis 1,68, von Sandford mit 1,92 pCt. Fluor; andere sind fluorfrei); V. vom Wilui führt 2,81 pCt. Borsäure. Manganhaltige V.e sind ein pfirsichblüthrother vom Johnsberge bei Jordansmühl in Schlesien mit 3,23, ein granatrother der Harstigsgrube bei Pajsberg mit sogar 12,49 MnO. Verbreitet scheint auch ein Titansäuregehalt zu sein (z. B. von Deutsch-Tschammendorf i. Schles. mit 1,77 $TiO^2$). Ein lichtgrüner Krystall auf chromitreichem Olivin-Serpentin von Nischne Tagilsk hielt 2,31 pCt. $Cr^2O^3$. — Schmilzt v. d. L. leicht und unter Aufschäumen zu gelblichgrünem oder bräunlichem Glas; gibt mit Borax und Phosphorsalz Eisenfarbe und in letzterem ein Kieselskelet; von Salzsäure roh nur unvollständig, nach vorheriger Schmelzung vollständig zersetzt, unter Abscheidung von Kieselgallert. — Auf Klüften in krystallinischen Schiefern, oft mit Diopsid und Klinochlor: Alathal (Mussa) in Piemont, Schwarzenstein in Tirol, Porgumer Alp im Pfitschthal, Zermatt, Achmatowsk im Ural. Eingewachsen in den Kalken der krystallinischen Schiefer: Egg bei Christiansand, Amity in New-York (sog. Xanthit). Bei manchen Vorkommnissen in Kalksteinen ist der V. ein sehr deutliches Contactmineral an Eruptivmassen: Monzoni im Fassathal, Cziklova, Oravicza, Dognacska in Banat, Auerbach a. d. Bergstrasse, Monte Somma; mikroskopisch auch in den sog. Kalksilicat-Hornfelsen; als Contactmineral im Silurschiefer: Ecker w. von Drammen. In vulkanischen Auswürflingen: Monte Amiata, See von Bracciano (mit Granat), Monte Somma. In einem verwitterten tuffartigen Gestein an der Mündung der Achtaragda in den Wiluifluss im östl. Sibirien. — Strahlig-stengeliger V., sog. Egeran von Haslau bei Eger, Göpfersgrün, Sandford in Maine. — Der sog. Cyprin, himmelblauer V. vom Hofe Kleppan im Kirchspiel Souland in Telemarken, mit rosenrothem Zoisit in Quarzknauern eines Hornblendegneisses, ist durch Kupferoxyd (z. B. 0,73 pCt.) gefärbt. — Nach *Breithaupt* und *Wichmann* ist der körnige Kolophonit von Arendal grossentheils Vesuvian. — Umwandlungsproducte des V. sind Glimmer, Chlorit, Steatit, Fassait und Diopsid, Skapolith, Granat.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## 4. Olivingruppe.

**Forsterit,** *Lévy.*

Rhombisch, völlig isomorph mit Fayalit und Olivin (s. diesen)[1]; P Polk. 85° 12′ und 140°, Randk. 108° 31′; ∞P = 130° 9′; 2P̆∞ = 80° 58′; A.-V. = 0,4648 : 1 : 0,5857 nach *Bauer*. Die kleinen Krystalle zeigen gewöhnlich die Comb. P.0P.∞P̆∞.∞P.∞P̆2 oft dicktafelförmig nach ∞P̆∞; Zwillinge nach P̆∞ und 3P̆∞; ferner als unregelmässige eingewachsene Körner. Spaltb. nach ∞P̆∞; H. = 6 ... 7; G. = 3,2 ... 3,33. Farblos, weiss, gelblich-, grünlichweiss, durchsichtig bis durchscheinend. — Chem. Zus.: Wesentlich das Magnesium-Orthosilicat $Mg^2SiO^4$ mit 42,89 Kieselsäure, 57,11 Magnesia, gewöhnlich mit geringer Beimischung des entsprechenden Eisenoxydulsilicats, wodurch ein Uebergang in Olivin bedingt wird. Leichter oder langsamer mit Salzsäure gelatinirend. — In den alten Auswürflingen des Vesuvs am Monte Somma mit Spinell und Augit, im Kalkstein von Schelingen am Kaiserstuhl (häufig mehre Mm. lange dickprismatische Krystalle mit 4,65 FeO und 1,76 MnO); in bläulichem Kalkspath der Nikolaje-Maximiliangrube im uralischen District Slatoust; Snarum in Norwegen im Serpentin; im körn. Kalkstein von Bolton, Massachusetts (sog. Boltonit).

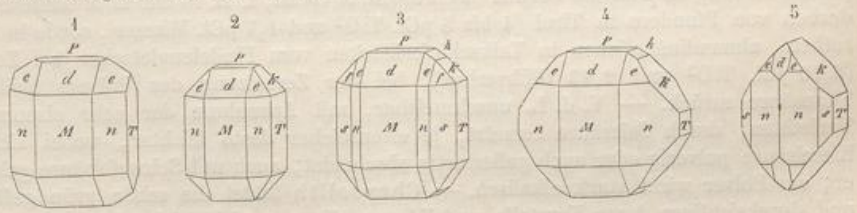
**Fayalit,** *C. Gmelin.*

Rhombisch, isomorph mit Forsterit und Olivin; P Polk. 84° 53′ und 140° 27′, Randk. 108° 32′; A.-V. = 0,4584 : 1 : 0,5793 nach *Penfield*. Comb. ähnlich wie Olivin, gewöhnlich tafelartig nach ∞P̄∞, auch in derben Massen. Spaltb. nach 0P und ∞P̆∞; H. = 6,5; G. = 4 ... 4,35. Krystalle frisch lichtgelb durchscheinend, durch Oxydation werden sie opak, schwärzlichbraun und oft aussen irisirend oder metallglänzend; die derben Massen grünlichschwarz und pechschwarz. — Chem. Zus.: Das Eisenoxydul-Orthosilicat $Fe^2SiO^4$ mit 29,43 Kieselsäure, 70,57 Eisenoxydul; gewöhnlich ist etwas FeO durch MnO oder MgO vertreten. Dieselbe Zus. und Form ist auch künstlichen Eisenfrischschlacken eigen. Schmilzt leicht zu schwarzer magnetischer Kugel; gelatinirt mit Salzsäure. — Als kleine Trümer im Granit von Slievecarrach in den Mourne-Bergen, Irland, im Hornblende-Biotitgranit von Rockport, Massachusetts. Krystalle in den Lithophysen des Rhyoliths und Obsidians am Obsidian Cliff u. a. O. des Yellowstone Parks; ähnlich im Obsidian von Lipari; in Drusen des Andesits von Santorin (tafelig nach 0P). Die losen Vorkommnisse von der Azoreninsel Fayal sind wahrscheinlich ausgeladene fremde künstliche Schlacke.

Eine haarförmige Var. des Fayalits (nicht, wie *v. Lasaulx* angab, des Amphibols) ist nach *Wichmann* das Breislakit genannte Mineral, welches kleine lockere Büschel und wolleähnliche Aggregate zarter nadelförmiger Kryställchen bildet, gelblich-, röthlich- bis kastanienbraun; als Sublimationsproduct in Höhlungen von Lava: Capo di Bove bei Rom, Vesuvlava von La Scala bei Portici, Monte Olibano bei Pozzuoli (Z. f. Kryst. XXVIII. 1897. 529).

**Olivin** und Chrysolith; Peridot.

Rhombisch, isomorph mit Forsterit und Fayalit (formähnlich mit Chrysoberyll, S. 514); P (*e*) Polk. 85° 16′ und 139° 55′, Randk. 108° 30′, ∞P (*n*) 130° 3′, P̄∞ (*d*) 76° 54′, P̆∞ (*h*) 119° 13′, 2P̆∞ (*k*) 80° 54′; A.-V. = 0,4657 : 1 : 0,5865; die Combb. zeigen ausser jenen Formen besonders noch ∞P̄∞ (*M*), ∞P̆∞ (*T*), auch 0P (*P*) u. a.; die reichhaltigsten hat der O. aus dem Pallas-Meteoreisen geliefert.




1) Die rhombischen Mischungen von $Mg^2SiO^4$ und $Fe^2SiO^4$ zeigen im A.-V. und spec. G. nicht allenthalben die auf Grund der betreffenden Proportionen zu erwartenden einfachen Gesetzmässigkeiten; vgl. *Max Bauer*, N. Jahrb. f. Min. 1887. I. 34; *Thaddéeff*, Z. f. Kryst. XXVI. 1896. 28. Nach dem Letzteren träte in den isomorphen Mischungen das Silicat $Fe^2SiO^4$ in einer dichteren Modification auf, als im Fayalit selbst. — Nach *Penfield* und *Forbes* ist dagegen in optischer Hinsicht mit der Zunahme des Eisens verbunden eine constante Abnahme des Werthes $2V$, gemessen über a (*b*) sowie eine Zunahme des Werthes von $\beta$ und der Stärke der Doppelbrechung (s. S. 315).

Fig. 1. $\infty\bar{P}\infty . \infty P . \infty\breve{P}\infty . P . \bar{P}\infty . 0P$. Fig. 2. Dieselbe Comb. mit $2\breve{P}\infty$.
Fig. 3. Die Comb. Fig. 2 mit $\infty\breve{P}2$ ($s$, $= 94^{\circ}4'$), $2\breve{P}2$ ($f$) und $\breve{P}\infty$ ($h$).
Fig. 4. Die Comb. Fig. 1 mit $2\breve{P}\infty$ und $\breve{P}\infty$.
Fig. 5. $\infty P . \infty\breve{P}2 . \infty\breve{P}\infty . 2\breve{P}\infty . P . \bar{P}\infty$; dieser durch das Fehlen von $\infty\bar{P}\infty$ und das Vorwalten von $2\breve{P}\infty$ ausgezeichnete Habitus findet sich besonders am Olivin der Gesteine, dessen Krystalle oft nur von $\infty P$, $\infty\breve{P}\infty$ und $2\breve{P}\infty$ gebildet werden, namentlich auch an der Var. Hyalosiderit.

Zwillinge nach $\breve{P}\infty$ (Axen $c : c = 60^{\circ}47'$) sind in den Gesteinen (Basalten, Diabasen, Pikriten, Minetten) bisweilen zu beobachten, sowohl mit Juxtaposition als Penetration; äusserst seltene Zwillinge nach $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ ($c : c = 32^{\circ}41'$); zufolge *Doss* kommen wahrscheinlich auch Zwillinge nach $\infty P$ vor. — Habitus der Krystalle meist säulenförmig durch gleichzeitiges Vorherrschen mehrer Prismen und des Makropinakoids, welche vorzüglich durch $2\breve{P}\infty$ und $\bar{P}\infty$ begrenzt werden; mikroskopisch stabförmige Individuen, wie sie in den Gesteinen wohl skeletartige Aggregate bilden, sind bisweilen nicht nach der Axe $c$, sondern nach $a$ in die Länge gestreckt. Eingewachsen oder lose, auch Fragmente und Körner; oft in körnigen Aggregaten. — Spaltb. nicht besonders gut ausgebildet, nach $\infty\breve{P}\infty$ noch ziemlich deutlich, nach $\infty\bar{P}\infty$ recht unvollk., Bruch muschelig. H. $= 6{,}5 \ldots 7$; G. $= 3{,}27 \ldots 3{,}37$, mit dem Eisengehalt wachsend. Olivengrün bis spargelgrün und pistazgrün, durch Oxydation des Eisens gelblichbraun oder roth werdend. Ein zonaler Bau ist einigemal an basaltischen Olivinen entweder direct beobachtet oder auf Grund schichtenweise abwechselnden Verhaltens bei der Zersetzung erschlossen worden. Glasglanz, durchsichtig bis kantendurchscheinend. Die optischen Axen (fast $90^{\circ}$ bildend) liegen in der Basis. Meist fällt die spitze Bisectrix in die Brachydiagonale und die Doppelbrechung ist positiv; $a = c$, $b = a$, $c = b$; $\alpha = 1{,}661$, $\beta = 1{,}678$, $\gamma = 1{,}697$ für Roth. — Chem. Zus.: Die Olivine sind isomorphe Mischungen des neutralen Magnesium-Orthosilicats $\mathbf{Mg^2SiO^4}$, mit dem Eisenoxydulsilicat $\mathbf{Fe^2SiO^4}$, also von Forsterit- und Fayalitsubstanz, allgemein $n\mathbf{Mg^2SiO^4} + \mathbf{Fe^2SiO^4}$; der magnesiareichste O., in welchem $n = 16$, wurde vom Vesuv analysirt (FeO nur 5,01 pCt.); bei Körnern in der Hekla-Lava ist $n = 12$ (mit 6,93 FeO); nach *Rammelsberg* ist in den meisten O.en der Basalte $n = 9$, welchem die Zusammensetzung: 41,01 Kieselsäure, 49,16 Magnesia, 9,83 Eisenoxydul entspricht. In anderen O.en besitzt $n$ geringere Werthe; ein sehr eisenreicher O. ist der braune Hyalosiderit z. B. von Sasbach im Kaiserstuhl, mit 29,96 Eisenoxydul und nur 31,99 Magnesia, in welchem $n = 2$; bei ihm geht G. bis 3,57 und ist das A.-V. nach *Bauer* $=$ 0,4681 : 1 : 0,5899. Manche O.e halten mehre pCt. Manganoxydul, auch Kalk oder Thonerde, andere Spuren von Phosphorsäure; bisweilen findet sich ein Gehalt an Nickel, auch Spuren von Kupfer und Zinn; eine Spur von Fluor führt der O. von Elfdalen und Tunaberg in Schweden. Mitunter wird Kieselsäure durch Titansäure ersetzt (Titanolivin), so dass die Formel $(Mg,Fe)^2(Si,Ti)O^4$ ist, z. B. in einem bräunlichrothen, derben von Pfunders in Tirol (4 bis 5 pCt. $TiO^2$ und 1,7 pCt. Wasser), sowie in einem rothen, almandinähnlichen in Talkschieferblöcken vom Findelengletscher bei Zermatt (6,10 pCt. $TiO^2$ und 2,23 Glühverlust); bei der Zersetzung des Pulvers bleibt die Titansäure zurück. — V. d. L. unschmelzbar, mit Ausnahme der sehr eisenreichen Varietäten; durch Salzsäure zersetzt, je eisenreicher desto leichter, wobei sich die Kieselsäure pulverig oder auch gallertartig abscheidet; auch mit Schwefelsäure gelatinirt er; das Pulver wirkt stark alkalisch. — Chrysolith bildet die schön grün gefärbten und durchsichtigen losen Krystalle und Körner, die von nicht sicher bekannter Lagerstätte aus dem Orient, aus Aegypten, angeblich auch aus Brasilien kommen; Olivin die weitverbreiteten, minder schönfarbigen und meist nur durchscheinenden Varietäten. Der O. bildet fast allein für sich oder vorwiegend im Gemenge mit anderen Mineralien Gesteine, die bald als Eruptivmassen auftreten, bald zu den krystallinischen Schiefern gehören (Dunit, Lherzolith, Pikrit, Olivinschiefer, Eulysit). Aggregate von vorwaltendem O. mit Pyroxenen und Spinell erscheinen als eigenthümliche Knollen und fragmentare Massen in Basalten und Tuffen. Anderseits ist O. ein wesentlicher oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

accessorischer Gemengtheil zahlreicher weiterer meist pyroxenführender Felsarten und zwar einestheils eruptiver (Basalte, Melaphyre, gewisse Diabase, Gabbros, Norite, Kersantite, Minetten), hier ein relativ frühes Ausscheidungsproduct, mehr oder weniger automorph; gute Krystalle am Forstberg bei Mayen, Gegend von Neutitschein in Mähren, zu Coupet bei Largeac im Dép. der Haute-Loire; Forellenstein (Troktolith) ist ein Gemenge von Olivin und Anorthit. Anderentheils accessorisch und mehr xenomorph in krystallinischen Schiefern, wie Amphiboliten, auch in körnigen Kalken, in Talkschiefern (am Berge Itkul, s. von Sysertsk im Ural Trümer und derbe Knauer, sog. Glinkit, bei Webster in Nordcarolina); faustgrosse Partieen in Glimmerschiefer von Birkedal bei Stat in Norwegen. Auf Erzlagern Schwedens, die im Kalkstein liegen. Als lose Krystalle und Rollstücke. Der Meteorstein von Chassigny besteht gänzlich aus Olivin.

Der im Eulysit von Tunaberg Augit und Granat begleitende Olivin hält nur 2,4 bis 3,4 pCt. MgO, dagegen 53 bis 56 FeO und 8 bis 9 MnO; es ist der eisenreichste O. Der dunkelgrüne bis schwarze, gut krystallisirte O. von Stirling in New-Jersey (Roeperit) führt nur 30 pCt. Kieselsäure und 5 bis 6 Magnesia, aber 35 Eisenoxydul, gegen 17 Manganoxydul und fast 11 pCt. Zinkoxyd, und ist daher $(Fe, Mn, Zn, Mg)^2SiO^4$ (G. = 4,08). — Der Hortonolith von Monroe in New-York ist ein O. mit 44,37 FeO, 4,35 MnO und 16,68 MgO; er steht also mitten inne zwischen dem Hyalosiderit und dem Olivin des Eulysits; seine Krystallformen sind übereinstimmend mit denen des Chrysoliths. — In dem O. aus dem Pikrit der Schwarzen Steine in der Dillgegend (Nassau) fand *Oebbeke* 14,1 pCt. Kalk (35,7 Magnesia und 6,5 Eisenoxydul); derselbe bildet daher ein Mittelglied zwischen Olivin und Monticellit.

**Gebrauch.** Die schönfarbigen und klaren orientalischen und brasilianischen Chrysolithe werden als Edelsteine benutzt.

Die häufigste Umwandlung des Olivins erfolgt in Serpentin (s. S. 689, schöne Pseudomorphosen z. B. bei Snarum) und ganze Serpentinmassen sind so auf ursprüngliche Olivingesteine zurückzuführen. Bei dieser Umwandlung, welche unter Abscheidung von Magnetit längs der vielen mikroskopischen Sprünge der Olivinkörner vor sich geht, gibt es ein Stadium, in welchem sich grünliche oder bräunliche Adern und Stränge von Serpentin netzartig durch die noch frische und klare Olivinmasse hindurchziehen (Fig. 298 auf S. 177). Die grünlichgelben Körner und Krystalle des Villarsits im Dolomit von Traversella (auch in den Graniten des Forez und Morvan) stellen eine noch nicht ganz vollendete Pseudomorphose von Serpentin nach O. dar. — Sodann wandelt sich der O. namentlich in der Nachbarschaft von Feldspath auch in filzig-faserige oder stengelige Amphibolmineralien (blassgrüne, strahlsteinartige Hornblende, Anthophyllit) um; diese Pseudomorphose wurde Pilit genannt. Ferner gehen auch Delessit und Chlorophäit manchmal aus O. hervor, welche sich dann weiter zu Gemengen von Brauneisen oder Eisenoxyden mit Carbonaten oder mit Quarz zersetzen. Manchmal ist den Umwandlungsproducten Magnesit oder Opal beigemengt.

**Tephroit,** *Breithaupt.*

Rhombisch, isomorph mit Olivin; $\infty P = 130° 36'$; A.-V. = 0,4600 : 1 : 0,5939; Comb. denen des Olivins gänzlich ähnlich, gewöhnlich aber nur in individualisirten Massen und körnigen Aggregaten. — Spaltb. an Krystallen nicht zu beobachten. Bruch muschelig, uneben und splitterig; H = 5,5...6; G. = 3,95...4,12; fast farblos, aschgrau, rauchgrau, röthlichgrau bis braunroth, braun und schwarz anlaufend, fettartiger Diamantglanz, kantendurchscheinend. Die optischen Axen liegen zwar auch in der Basis, aber $b$ ist spitze negative Bisectrix; pleochroitisch: $a$ = c grünblau, $b$ = a braunroth, $c$ = b röthlich. — Chem. Zus.: Wesentlich Manganoxydul-Orthosilicat, $Mn^2SiO^4$, entsprechend 29,75 Kieselsäure und 70,25 Manganoxydul; in manchen Tephroiten ist von dem analogen Magnesiumsilicat (selbst 21 pCt. Magnesia liefernd) zugemischt, auch eine ganz geringe Menge des entsprechenden Eisenoxydul- und Calciumsilicats; sie sind daher hauptsächlich $(Mn, Mg)^2SiO^4$; der 0,3 bis 11,6 pCt. betragende Zinkgehalt ist indess möglicherweise auf eine mechanische Beimengung von Rothzinkerz zu schieben. V. d. L. schmilzt er nicht schwer zu schwarzer oder dunkelbrauner Schlacke; mit Borax die Reaction auf Mangan und Eisen; von Salzsäure zersetzt, indem sich eine steife Gallert bildet.

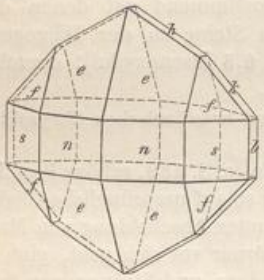
Sparta, Franklin, Stirling in New-Jersey, mit Franklinit und Rothzinkerz; Långban in Schweden, im Gemenge mit Jacobsit, Glimmer und Diopsid; hier der zinkfreie Pikrotephroit mit 12,17 MgO neben 51,19 MnO. Pajsberg mit Rhodonit, krystallisirt.

An den Tephroit schliesst sich der Knebelit, derb oder in Kugeln von lamellarer oder breitstengeliger Aggregation; spaltb. nach einem Prisma von 129°54′ (entsprechend ∞P beim Olivin) vollk., ziemlich vollk. nach ∞P̆∞. H. = 6...7; G. = 3,93...4,4. Grau bis graulichweiss, auch in roth, braun, schwarz und grün ziehend; schimmernd bis matt, nur in sehr dünnen Lamellen pellucid. Opt. Axenebene 0P, spitze Bisectrix = *a*, Pleochroismus sehr stark. — Isomorphe Mischung gleicher Molecüle von $Fe^2SiO^4$ und $Mn^2SiO^4$, welcher 29,50 Kieselsäure, 35,46 Eisenoxydul und 34,94 Manganoxydul entsprechen; von Salzsäure zersetzt unter Abscheidung von Kieselgallert. — Ilmenau; Dannemora.

Grauschwarze, unregelmässig schalige Massen, gelblich kantendurchscheinend, spaltb. nach 2 Richtungen (134°), dem G. = 4,17, zwischen glas- und fettglänzend, hat *Weibull* Eisenknebelit (später Igelströmit) genannt; ist ein etwas magnesiahaltiger Knebelit, in dem ca. 2 Mol. des Eisensilicats mit 1 Mol. des Mangansilicats verbunden sind; bezeichnender wäre deshalb der Name Manganfayalit. — Vester-Silfberget in Dalarne.

**Monticellit,** *Brooke.*

Rhombisch, isomorph mit Olivin. P (*e*) Polk. 141° 47′ und 82° 0′; ∞P (*n*) 133° 6′; ∞P̆2 (*s*) 98° 7′; 2P̆∞ (*k*) 81° 57′; 2P̆2 (*f*) Polk. 110° 43′ und 97° 55′; ∞P̆ (*h*) 120° 8′, wie beistehende Comb., an welcher noch ∞P̆∞ (*b*). A.-V. = 0,4337 : 1 : 0,5757. Habitus der Krystalle völlig olivinähnlich; Spaltb. nicht hervortretend. H. = 5...5,5; G. = 3,03...3,25; farblos, gelblichgrau, lichtgrünlichgrau, weisslich; durchsichtig bis durchscheinend, glasglänzend: $a = c$, $b = a$, $c = b$, wie beim Olivin. — Chem. Zus.: Das Magnesium-Calciumsilicat $CaMgSi^2O^4$ mit 38,49 Kieselsäure, 35,88 Kalk, 25,63 Magnesia, wobei indessen etwas Mg durch Fe (z. B. 5,63 pCt. FeO) ersetzt wird. — V. d. L. sich nur an den Kanten abrundend; bildet mit verd. Salzsäure eine klare Lösung, welche beim Erhitzen zu einer Gallert wird. — Selten mit Glimmer und Augit in den körnigen Kalken des Monte Somma; bis 5 Cm. grosse Formen, aber theilweise in Serpentin umgewandelt, in der Pesmeda-Schlucht am Monzoni, in contactmetamorphischem Kalkstein; hier erscheint der M. auch unter Erhaltung seiner Form in ein Aggregat regellos gelagerter Fassait-Kryställchen metamorphosirt. Im Gemenge mit Ceylanit und blaugrauem Kalkspath in gelblichen Körnern am Toal dei Rizzoni beim Monzoni (sog. Batrachit). Im Kalkspath von Magnet Cove in Arkansas, bis 1 Zoll grosse Krystalle.



An den Monticellit schliesst sich der isomorphe rhombische Glaukochroit von den Zinkgruben zu Franklin, New-Jersey, mit Nasonit, Granat und Axinit; A.-V. = 0,440 : 1 : 0,566; zart bläulichgrün. Ist $CaMnSiO^4$, mit 32,08 Kieselsäure, 29,95 Kalk, 37,97 Manganoxydul.

## Humitgruppe.

Humit war der Name für eine eigenthümliche Mineralgruppe, bestehend aus drei Gliedern, welche man zufolge *Scacchi* und *G. vom Rath* früher als Humit des 1., 2. und 3. Typus bezeichnete, sowie sämmtlich für rhombisch und trotz der abweichenden Formausbildung auf eine Grundgestalt zurückführbar erachtete, auch chemisch einander sehr nahe verwandt, oder identisch befand. Auf Grund der optischen (und krystallographischen) Untersuchungen von *Edw. Dana*, *C. Klein* und *Des Cloizeaux* hat sich aber herausgestellt, dass nur der sog. erste Typus dem rhombischen System angehört (eigentlicher Humit), während der sog. zweite (Chondrodit genannt) und der dritte (deshalb als Klinohumit bezeichnet) dem monoklinen System zuzuweisen ist. Wenn man bei dem rhombischen Humit die Axen *a* und *b* vertauscht, also die kurze Axe $a = 1$ setzt, so ergeben sich als Axenverhältnisse für:

| | | |
|---|---|---|
| Chondrodit, monoklin | 1,0803 : 1 : 3,1438, | $\beta = 90°$ |
| Humit, rhombisch | 1,0803 : 1 : 4,4013 | |
| Klinohumit, monoklin | 1,0803 : 1 : 5,6588, | $\beta = 90°$. |

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Verticalaxen verhalten sich bei den dreien wie $\frac{5}{9} : \frac{7}{9} : \frac{9}{9}$. — Zufolge *Penfield* und *Howe* (Z. f. Kryst. XXIII. 1894. 78) sind die Formeln für

| | |
|---|---|
| Chondrodit | $Mg^3[Mg(F,OH)]^2[SiO^4]^2$ |
| Humit | $Mg^5[Mg(F,OH)]^2[SiO^4]^3$ |
| Klinohumit | $Mg^7[Mg(F,OH)]^2[SiO^4]^4$. |

Die drei Mineralien können abgeleitet werden aus 2, 3 und 4 Mol. Orthokieselsäure $H^4SiO^4$, in welchen 2 Wasserstoffatome ersetzt werden durch das einwerthige Radical [Mg(F,OH)], die übrigen durch Magnesium. Sie bilden so eine chemische Reihe, deren Glieder vom Chondrodit zum Klinohumit um je 1 Mol. $Mg^2SiO^4$ zunehmen, und die oben erwähnten Verhältnisszahlen der Verticalaxen (5, 7 und 9) correspondiren mit der Zahl der Magnesiumatome in den Formeln.

Prolektit ist ein höchst spärlich auf der Ko-Grube in Nordmarken vorkommendes monoklines Glied der Humitgruppe, mit dem A.-V. = 1,0803 : 1 : 1,8862; dasselbe ist noch nicht chemisch untersucht; da aber seine Verticalaxe $\frac{3}{9}$ von der des Klinohumits beträgt, so kann es kaum zweifelhaft sein, dass seine Zus. $Mg[Mg(F,OH)]^2[SiO^4]$ sein wird.

**Humit.** Rhombisch, ausserordentlich flächenreiche Krystalle, auch Zwillinge mit Penetration; rundliche Körner, zuweilen körnige Aggregate. Spaltb. basisch; H. = 6,5; G. = 3,06...3,23. Gelblichweiss, weingelb, honiggelb, pomeranzgelb, in das Röthliche und Bräunliche; Glasglanz, durchsichtig bis durchscheinend. Optische Axenebene die Basis, die spitze pos. Bisectrix fällt in die kürzere Horizontalaxe; Axenwinkel 78° 18′ bis 79°. — Chem. Zus. s. oben; der H. vom Vesuv lieferte z. B. 36,63 Kieselsäure, 56,45 Magnesia, 2,35 Eisenoxydul (als Ersatz für MgO), 3,08 Fluor, 2,45 Wasser. — V. d. L. kaum schmelzbar, im Glasrohr mit Phosphorsalz die Reaction auf Fluor; in Phosphorsalz löslich mit Hinterlassung eines Kieselskelets; in Salzsäure löslich unter Ausscheidung von Kieselsäure, so auch in conc. Schwefelsäure, durch welche letztere das Fluor ausgetrieben wird. — Der eigentliche Humit, nach dem Prolektit das seltenste Glied der Gruppe, findet sich in den alten Auswürflingen des Monte Somma am Vesuv, sowohl in den Kalkblöcken als auch in den Silicatblöcken, meist in Begleitung von lichtgrünem oder röthlichgelbem Glimmer, grünem Augit, weissem Olivin, schwarzem Spinell und Kalkspath. Er scheint hier in Folge von fumarolen und pneumatolytischen Processen entstanden. Ferner nach *H. Sjögren* in der Ladugrube in Schweden, etwas formenärmere Krystalle als am Vesuv, mit Magnetit, Serpentin und Brucit, hier in verschiedenen Stadien der Umwandlung in Serpentin. Auch im Kalk von Llanos de Juanar (Serrania de Ronda) in Andalusien, verwachsen mit Klinohumit. — Ein braunes Mineral von der Zus. des Humits (aber alles F auch noch durch OH ersetzt und monoklin) spielt nach *R. W. Schaefer* eine Rolle in den Serpentinen des Allalingebietes zwischen Zermatt und Saasthal.

Der krystallinische hellpurpurrothe oder himbeerrothe Leukophönicit von Franklin, New-Jersey, ist nach *Penfield* und *Warren* ein Manganhumit $R^5[R.OH]^2[SiO^4]^3$, in welchem R vorwiegend Mangan ist (60,6 pCt. MnO und 4 pCt. ZnO) und welcher auch nur Hydroxyl, kein Fluor enthält.

**Klinohumit.** Monoklin, früher als dritter Typus des Humits bezeichnet und für rhombisch gehalten. Krystalle ebenfalls höchst formenreich und von sehr verschiedener individueller Gestaltung, mit mehrfacher Zwillingsbildung, auch polysynthetischer nach 0P. Obschon $\beta = 90°$, erweisen sich die Krystalle optisch als monoklin; Ebene der optischen Axen senkrecht zu $\infty\breve{P}\infty$, bildet nach vorne einen schiefen Winkel mit der Basis, welcher nach *Edward Dana* $7\frac{1}{2}°$, nach *C. Klein* 12° 28′, nach *Des Cloizeaux* ca. 11° beträgt; spitze pos. Bisectrix die Orthodiagonale; scheinbarer Axenwinkel in Oel 84° bis 87°. — Die sonstigen physikalischen Eigenschaften sowie die chemischen Reactionen wie bei dem eigentlichen Humit. — Chem. Zus. s. oben. Eine Analyse des Kl. vom Monte Somma ergab z. B. 37,78 Kieselsäure, 53,05 Magnesia, 5,64 Eisenoxydul, 3,58 Fluor, 1,33 Wasser. — Findet sich mit dem rhombischen Humit am Monte Somma, entschieden häufiger als der letztere, ja die in den meisten Sammlungen vertretenen »Humite« vom Vesuv gehören nur hierher. *E. Dana* erkannte auch Kl. neben den auf der Tilly-Foster-Eisengrube vorkommenden Chondroditen.

**Chondrodit.** Monoklin; durch *v. Kokscharow* wurde für die Krystalle von Pargas, durch *vom Rath* für die von Kafveltorp bei Nyakopparberg in Schweden dargethan, dass ihre Formen mit dem für rhombisch gehaltenen sog. zweiten Typus der vesuvischen Humitkrystalle vollkommen

übereinstimmen. Mehr als bei dem Klinohumit pflegt ein Theil der Pyramiden in 2 Partialformen, eine positive und negative Hemipyramide zu zerfallen. Dennoch kann auch hier eine Abweichung des Winkels β von 90° durch Messung nicht nachgewiesen werden. Die anscheinend einfachen Krystalle sind vielfach polysynthetische Zwillinge nach der Basis, wodurch es auch geschieht, dass Flächen, welche eigentlich zu den positiven Quadranten gehören, gleichfalls in den negativen auftreten und umgekehrt; bei äusserst dünner Zwillingslamellirung werden dadurch die Winkeldifferenzen zwischen den + und − Quadranten ausgeglichen und es findet eine fast vollständige Accommodation an die Winkelverhältnisse des rhombischen Systems statt. Solche nach 0P polysynthetisch lamellirte Krystalle verzwillingen sich nach anderen Gesetzen noch weiter. — Spaltb. nach 0P deutlich. H. und G. wie beim Humit. Farbe gewöhnlich etwas dunkler, vielfach roth oder braun, auch bisweilen ölgrün, spargelgrün bis olivengrün; der Ch. von Kafveltorp ist nach *Sjögren* stark pleochroitisch: parallel dem Klinopinakoid braungelb und blaugrau, parallel der Basis gelbbraun und gelbgrau. Die Ebene der optischen Axen bildet mit 0P einen Winkel, welcher nach *E. S. Dana* 25° bis 26°, nach *Des Cloizeaux* ca. 30°, nach *Sjögren* 28°56′ beträgt — eine Thatsache, welche die Krystalle in das monokline System verweist; spitze pos. Bisectrix normal auf der Symmetrie-Ebene; scheinbarer Axenwinkel in Oel für Roth 88°48′ nach *Dana*. Chem. Zus. s. o. Eine Analyse des Ch. von Kafveltorp ergab z. B. 33,33 Kieselsäure, 54,30 Magnesia, 6,62 Eisenoxydul, 6,60 Fluor, 1,67 Wasser. — In körnigen Kalksteinen: Pargas in Finnland, Gullsjö, Åker u. a. O. in Schweden, Boden in Sachsen, Geppersdorf in Schlesien, Stemmas bei Wunsiedel, Monte Somma (viel seltener als Klinohumit), Sparta in New-Jersey und Warwick, Monroe in New-York; in einem aus Bleiglanz, Kupferkies und Pyrit bestehenden Erzlager zu Kafveltorp bei Nyakopparberg, auch in den Kupfergruben von Orijärfvi in Finnland. In einem Magnetitlager auf der Tilly-Foster-Grube bei Brewster in New-York (ausgezeichnete granatrothe Krystalle).

## Liëvrit, *Werner* (Ilvait).

Rhombisch; P (*o*) Polk. 139° 31′ und 117° 27′, Randk. 77° 12′, nach *Des Cloizeaux*; ∞P (*M*) 112°38′, ∞$\breve{P}$2 (*s*) 73°45′, $\bar{P}\infty$ (*P*) 112°49′; A.-V. = 0,6665 : 1 : 0,4427; über die 36 bekannten Formen, darunter manche mit complicirten Ausdrücken s. *Max Bauer* im N. Jahrb. f. Min. 1890. I. 47.

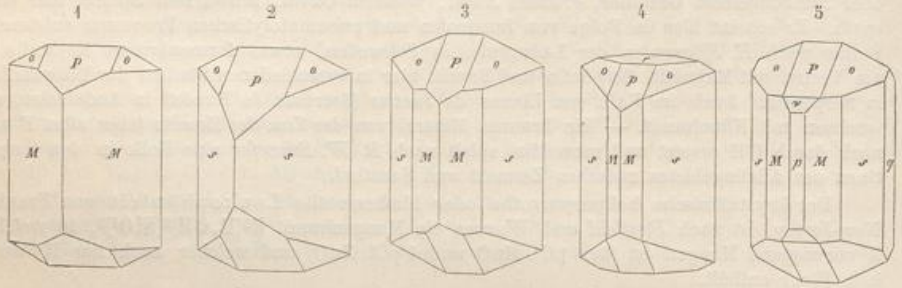



Fig. 1. ∞P.$\bar{P}\infty$.P; $M : o = 128° 36′$. Fig. 2. ∞$\breve{P}$2.$\bar{P}\infty$.P; $s : s = 73° 45′$.
Fig. 3. Die Comb. Fig. 2 mit ∞P. Fig. 4. Die Comb. Fig. 3, noch mit 0P (*r*).
Fig. 5. ∞P.∞$\breve{P}$2.∞$\breve{P}\infty$.∞$\bar{P}\infty$.P.$\bar{P}\infty$.3$\bar{P}\infty$.

Krystalle meist langsäulenförmig, vertical gestreift, aufgewachsen und zu Drusen vereinigt; radialstengelige bis faserige, selten körnige Aggregate. — Spaltb. nach mehren Richtungen, namentlich den 3 Pinakoiden entsprechend, aber sämmtlich unvollk.; Bruch muschelig und uneben, spröd; H. = 5,5 ... 6; G. = 3,9 ... 4,1; bräunlichschwarz bis grünlichschwarz, Strich schwarz, Fettglanz z. Th. halbmetallisch; gewöhnlich undurchsichtig, doch ergaben grönländische Liëvrite durchscheinende Schnitte, in denen der parallel der Brachydiagonale schwingende Strahl braungelb ist, während die parallel den anderen Axen schwingenden Strahlen fast ganz absorbirt werden; die opt. Axen mit grossem Winkel liegen in $\infty\bar{P}\infty$, *c* ist spitze Bisectrix. — Chem. Zus. namentlich nach *Städeler* und *Sipöcz*: $\overset{II}{H}\overset{II}{Ca}\overset{III}{Fe^2}\overset{II}{Fe}\overset{IV}{Si^2}O^9$, entsprechend 29,36 Kieselsäure, 19,55 Eisenoxyd, 35,20 Eisenoxydul, 13,69 Kalk, 2,20 Wasser, welches erst in starker Glühhitze entweicht; in den nassauischen Liëvriten ist FeO theilweise durch

MnO ersetzt. V. d. L. schmilzt er leicht zu schwarzer magnetischer Kugel; mit Phosphorsalz Eisenfarbe und Kieselskelet; von Salzsäure leicht und völlig gelöst mit Abscheidung von Kieselgallert. — Eisenlagerstätte von Rio Marina auf Elba, im Contact mit grünem strahligem Pyroxen und Kalkstein, auch am Capo Calamita; Campiglia in Toscana, Kupferberg in Schlesien, Herbornseelbach u. a. O. in Nassau, wo das Mineral auf einer meilenlangen Contactzone zwischen devonischem Tentaculitenschiefer und Diabasen vorkommt (A.-V. = 0,6795 : 1 : 0,4576 nach *Bauer*); Cap Bou-Garonne in Algier; im Sodalithsyenit von Kangerdluarsuk in Grönland (mit sehr steilen Brachydomen und Pyramiden, A.-V. = 0,6744 : 1 : 0,4484 nach *Lorenzen*); Thyrill an der Westküste Islands.

**Cerit,** *Berzelius* (Cerinstein).

Rhombisch nach *A. E. Nordenskiöld*; A.-V. = 0,999 : 1 : 0,8127; $\infty P = 90^\circ 4'$; äusserst seltene Krystalle kurzprismatisch; meist feinkörnige Aggregate mit sehr fest verwachsenen und kaum unterscheidbaren Individuen. — Spuren von Spaltb., Bruch uneben und splitterig, spröd; H. = 5,5; G. = 4,9 ... 5; schmutzig nelkenbraun bis kirschroth und dunkel röthlichgrau, Strich weiss, Diamantglanz bis Fettglanz, kantendurchscheinend. — Wasserhaltiges Silicat der Cermetalle mit geringem Gehalt an Calcium und Eisen, vielleicht $H^3(Ca,Fe)Ce^3Si^3O^{13}$, worin Ce auch La und Di begreift; dieser Formel würde entsprechen: 23,47 Kieselsäure, 64,68 Ceroxyd 4,69 Eisenoxydul, 3,65 Kalk, 3,51 Wasser; einige Analysen ergeben mehr $(La,Di)^2O^3$ als $Ce^2O^3$. *Deville* fand sehr geringe Mengen von Tantalsäure und Titansäure, sowie Spuren von Vanadin. V. d. L. unschmelzbar; mit Borax im Ox.-F. ein sehr dunkelgelbes Glas, welches beim Erkalten sehr licht und im Red.-F. farblos wird; mit Phosphorsalz verhält er sich ähnlich und gibt ein Kieselskelet; von Salzsäure vollständig zersetzt unter Abscheidung von Kieselgallert. — Bastnäsgrube bei Riddarhytta in Westmanland (Schweden) auf einem Lager im Gneiss (1803 entdeckten darin *Hisinger* und *Berzelius* das Cerium).

**Kieselzink;** Galmei z. Th., Calamin, Hemimorphit.

Rhombisch, und zwar ausgezeichnet hemimorph nach der Verticalaxe. Die von *G. Rose* als Grundform gewählte Pyramide ist zwar bis jetzt noch nicht beobachtet worden, lässt aber die bekannten Formen mit sehr einfachen Zeichen hervortreten, weshalb sie hier beibehalten ist. A.-V. = 0,7835 : 1 : 0,4778, nach *Schrauf* (welcher die Makrodiagonale als Axe der Hemimorphie nahm, was der Stellung der aufgewachsenen Krystalle nicht entspricht). Wichtige Formen sind $2\breve{P}2$ (*s*) Polk. 101° 35′ und 132° 26′, $\infty P$ (*g*) 103° 50′, $\bar{P}\infty$ (*o*) 117° 14′, $\breve{P}\infty$ (*r*) 128° 55′, $3\bar{P}\infty$ (*p*) 57° 20′, $3\breve{P}\infty$ (*m*) 69° 48′, 0P (*c*), $\infty\bar{P}\infty$ (*a*) und $\infty\breve{P}\infty$ (*b*). — Die Hemimorphie gibt sich fast immer so kund, dass die Krystalle am unteren Ende nur durch die Brachypyramide $2\breve{P}2$ begrenzt werden, wie verschieden sie auch am oberen Ende ausgebildet sein mögen, was freilich nicht immer zu erkennen ist, weil sie meist mit jenem unteren Ende aufgewachsen sind; am oberen pflegen Quer- und Längsdomen zu herrschen mit meist kleiner Basis. Auch die Aetzeindrücke zeigen nach *Baumhauer* die Hemimorphie deutlich (vgl. S. 194). Krystalle meist klein, länglich tafelförmig nach $\infty\breve{P}\infty$, oder kurz und breit säulenförmig, bisweilen auch pyramidenähnlich nach oben, durch gleichmässige Ausbildung der beiden Domen $3\breve{P}\infty$ und $3\bar{P}\infty$. Ueber die bekannten 42 Formen s. *Bauer* und *Brauns*, N. Jahrb. f. Min. 1889. I. 8.

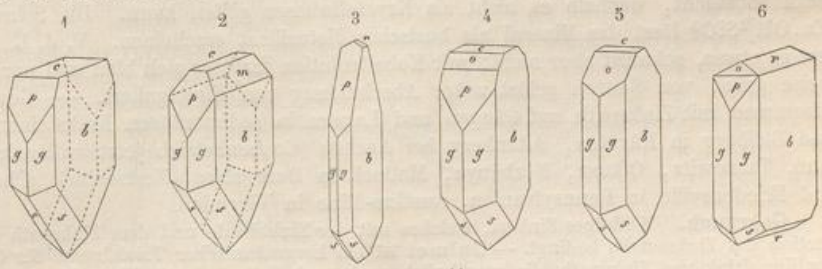



Fig. 1. $\infty\breve{P}\infty . \infty P . 0P . 3\bar{P}\infty$; unten nur $2\breve{P}2$; vom Altenberg bei Aachen.

Fig. 2. Die Comb. Fig. 1 mit $3\breve{P}\infty$; ebendaselbst.
Fig. 3. $\infty\breve{P}\infty . \infty P . 3\bar{P}\infty . \bar{P}\infty$; unten nur $2\breve{P}2$; Nertschinsk, Santander.
Fig. 4. $\infty\breve{P}\infty . \infty P . 3\bar{P}\infty . \bar{P}\infty . 0P$; unten nur $2\breve{P}2$; Rezbánya.
Fig. 5. $\infty\breve{P}\infty . \infty P . \bar{P}\infty . 0P$; unten nur $2\breve{P}2$; Tarnowitz.
Fig. 6. $\infty\breve{P}\infty . \infty P . \breve{P}\infty . 3\bar{P}\infty . \bar{P}\infty$; unten $2\breve{P}2$ und $\breve{P}\infty$; Bleiberg, Raibl, Kreuth.

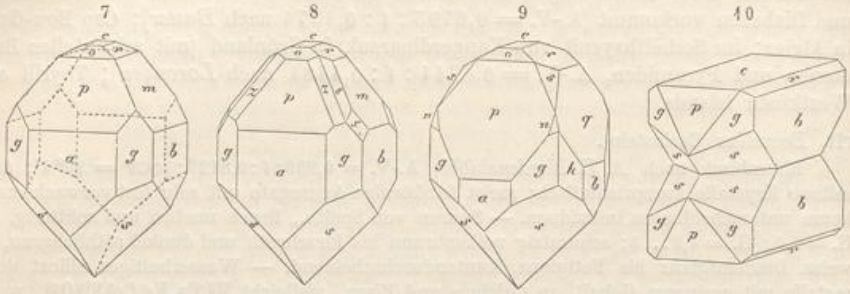



Fig. 7. $\infty\bar{P}\infty . \infty\breve{P}\infty . \infty P . 3\bar{P}\infty . 3P\infty . \bar{P}\infty . \breve{P}\infty . 0P$; unten nur $2\breve{P}2$; Altenberg.
Fig. 8. Comb. wie Fig. 7, nur noch oben mit $2\breve{P}2$ (*s*), $2\bar{P}2$ (*z*) und $4\breve{P}4$ (*x*).
Fig. 9. Comb. wie Fig. 7, nur dass oben $7\breve{P}\infty$ (*q*) statt $3\breve{P}\infty$, sowie $2\breve{P}2$ und $4\bar{P}\frac{4}{3}$ (*n*), und ausserdem das Brachyprisma $\infty\breve{P}5$ (*h*) auftritt; Altenberg.
Fig. 10. Zwilling der Comb. $\infty\breve{P}\infty . 0P . \infty P . 3\bar{P}\infty . \breve{P}\infty$ und $2\breve{P}2$; beide Individuen sind mit ihren unteren Enden in 0P an einander gewachsen, so dass sich gleichsam eine Tendenz zur Aufhebung der Hemimorphie und zur Wiederherstellung einer vollständigen Form zu erkennen gibt; Altenberg.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $g : g =$ | 103° 50′ | $p : c =$ | 118° 40′ | $r : r =$ | 128° 55′ | $s : s' =$ | 132° 26′ |
| $g : b =$ | 128 5 | $p : a =$ | 151 20 | $r : c =$ | 154 28 | $s : a =$ | 113 47 |
| $g : a =$ | 141 55 | $m : c =$ | 124 54 | $o : c =$ | 148 37 | $s : b =$ | 129 10 |
| $p : p =$ | 57 20 | $m : b =$ | 145 6 | $s : s =$ | 101 35 | $s : g =$ | 135 1 |

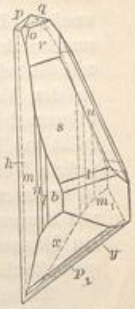
Krystalle aufgewachsen und zu Drusen, besonders häufig aber zu keilförmigen, fächerförmigen, kugeligen, traubigen und nierförmigen Gruppen vereinigt, letztere meist aus lauter in einander greifenden fächerförmigen Systemen zusammengesetzt; auch feinstengelige und faserige Aggregate; endlich feinkörnige, dichte bis erdige Varietäten. Pseudomorphosen nach Flussspath, Kalkspath, Dolomit, Pyromorphit und Bleiglanz. — Spaltb. nach $\infty P$ recht vollk., nach $\bar{P}\infty$ minder vollk., nach 0P in Spuren. H. = 5; G. = 3,4 ... 3,5; farblos und weiss, aber oft verschiedentlich grau, gelb, roth, braun, grün und blau, doch gewöhnlich licht gefärbt; Glasglanz, auf $\infty\breve{P}\infty$ perlmutterartig, pellucid in mittleren Graden bis undurchsichtig. Optische Axenebene $\infty\bar{P}\infty$, spitze positive Bisectrix die Verticalaxe; starke Doppelbrechung, $\alpha = 1{,}614$, $\beta = 1{,}617$, $\gamma = 1{,}636$ für Gelb. Durch Erwärmung polar-elektrisch an den Enden von *c* (vgl. S. 275). — Chem. Zus.: $\mathbf{H^2Zn^2SiO^5}$, mit 25,01 Kieselsäure, 67,49 Zinkoxyd, 7,5 Wasser, welches zufolge *Fock* bei 340° noch nicht, sondern erst bei Rothgluth entweicht, weshalb es nicht als Krystallwasser gelten kann. Die Schreibweise $[Zn.OH]^2SiO^3$ lässt das Mineral als basisches Metasilicat erscheinen. V. d. L. zerknistert es etwas, schmilzt aber nicht; mit Kobaltsolution färbt es sich blau und nur stellenweise grün; von Säuren gelöst unter Abscheidung von Kieselgallert. — Gewöhnlich zusammen mit Zinkspath auf Gängen und Lagern in sedimentären Kalksteinen: Raibl und Bleiberg in Kärnten, Altenberg bei Aachen (Grubenbetrieb jetzt auflässig), Iserlohn, Tarnowitz, Olkusz, Rezbánya, Matlock in Derbyshire, Nertschinsk, Phönixville und Friedensville in Pennsylvanien, Austins-Mine in Virginien.

**Gebrauch.** Wichtiges Zinkerz, welches mit der Zinkblende und dem Zinkspath die Production des Zinkmetalls bedingt. — Galmei ist ein bergmännischer Trivialname für Gemenge von Kieselzink und Zinkspath, die gewöhnlich auch noch Kalk, Dolomit, Thon, Eisenoxydhydrat enthalten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Klinoëdrit** (Clinohedrit), *Penfield* u. *Foote.*

Monoklin-hemiëdrisch; $\beta = 76°\,4'$; A.-V. $= 0{,}6826 : 1 : 0{,}3226$; $\infty P$ ($m$) ($112°\,58'$) und mehre andere Prismen, $\infty\breve{R}\infty$ ($b$, das einzige parallele Flächenpaar), Pyramiden und Klinoformen erscheinen mit der für diese Hemiëdrie charakteristischen Flächenvertheilung (S. 112), die den bis 4 Mm. langen Krystallen ein sehr unsymmetrisches Ansehen gibt. In der Fig., welche dem Beschauer die Symmetrieebene zuwendet, ist $h = \infty\breve{P}\frac{3}{2}$, $n = \infty\breve{R}2$, $l = \infty\breve{R}3$, $p = -P$, $q = P$, $r = 3P$, $s = 5P$, $t = 7P$, $y = 2\breve{R}2$, $o$ und $x = 3\breve{R}3$, $u = 3\breve{R}\frac{3}{5}$. H. $= 5{,}5$; G. $= 3{,}33$. Amethystfarbig bis farblos durchsichtig oder weiss. Polar-pyroëlektrisch nach der Verticalaxe. — Chem. Zus. analog dem Kieselzinkerz, in welchem 1 Zn durch Ca ersetzt ist: $H^2ZnCaSiO^5$, mit 27,92 Kieselsäure, 37,67 Zinkoxyd, 26,04 Kalk, 8,37 Wasser. Blättert sich v. d. L. auf und schmilzt zu gelbweissem Email; gepulvert rasch in Salzsäure löslich, die Sol. gibt beim Abdampfen Kieselgallert. — Mit Willemit, braunem Granat, Phlogopit, Axinit auf der Trotter Mine bei Franklin, New-Jersey.



## 5. Willemitgruppe.

**Willemit,** *Lévy.*

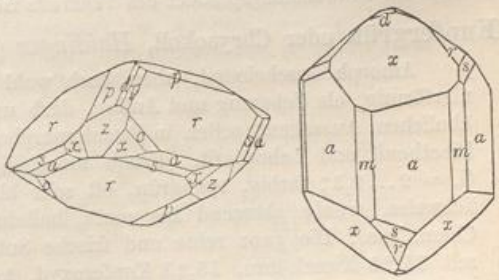
Tetartoëdrisch-rhomboëdrisch, isomorph mit Troostit und Phenakit; R $= 116°\,4'$; gewöhnl. Comb. $\infty$R.$\frac{3}{4}$R, auch $\infty$P2.0R.$-\frac{1}{2}$R. Polk. von $\frac{3}{4}$R (welches *Lévy* als R nahm) $128°\,30'$; $\frac{3}{2}$P2 kommt z. B. an Krystallen aus New-Mexico ausgezeichnet viertelflächig als Rhomboëder II. Ordnung vor. A.-V. $= 1 : 0{,}6697$; Zwillinge, bei denen die Pyramide $\frac{3}{2}$P2 die Zwillingsebene und die darauf normale Ebene diejenige der Verwachsung ist; Krystalle klein und sehr klein, meist mit abgerundeten Kanten und Ecken, gewöhnlich in klein- und feinkörnigen Aggregaten, auch nierförmig; bisweilen in Pseudomorphosen nach Kieselzink. Spaltb. meist nicht zu bemerken, bisweilen basisch nicht sehr deutlich; spröd; H. $= 5{,}5$; G. $= 3{,}9 \ldots 4{,}2$; weiss, gelb oder braun und roth, bisweilen grün; schwach fettglänzend, meist nur durchscheinend, Doppelbrechung positiv. — Chem. Zus.: Wesentlich das neutrale Zink-Orthosilicat $Zn^2SiO^4$, mit 27,04 Kieselsäure und 72,96 Zinkoxyd; Eisenoxydul und Manganoxydul vertreten oft in kleinen Mengen das Zinkoxyd als isomorph beigemischte Silicate. Gibt kein Wasser, verhält sich aber ausserdem wie Kieselzink; der rothe enthält Eisenoxyd mechanisch beigemengt. — Altenberg bei Moresnet unfern Aachen, Lüttich, Musartut in Grönland; Mine-Hill und Sterling-Hill bei Franklin, New-Jersey; Merritt-Mine in New-Mexico.

**Troostit,** *Shepard.*

Tetartoëdrisch-rhomboëdrisch, isomorph mit Willemit und Phenakit; Comb. $\infty$P2.R, worin R $116°\,4'$; A.-V. $= 1 : 0{,}6697$; $\frac{3}{2}$P2 kommt als Rhomboëder II., $3\breve{P}\frac{3}{2}$ als solches III. Ordnung vor; z. Th. grosse, mehre Zoll lange, in Franklinit oder Kalkspath eingewachsene Krystalle; auch körnige Aggregate; Spaltb. nicht wahrzunehmen; H. $= 5{,}5$; G. $= 4 \ldots 4{,}1$; spargelgrün, gelb, grau und röthlichbraun, Glasglanz, z. Th. fettartig, durchscheinend. — Chem. Zus.: Das Zinksilicat des Willemits, isomorph gemischt mit entsprechendem Manganoxydulsilicat $(Zn,Mn)^2SiO^4$; nach den Analysen mit Kieselsäure ca. 28, Zinkoxyd 58 bis 68, Manganoxydul 4 bis fast 13 pCt.; auch kleine Mengen der Silicate von FeO und MgO. — Sterling und Franklin in New-Jersey, reichliches Vorkommen mit Rothzinkerz.

**Phenakit,** *Nordenskiöld.*

Tetartoëdrisch-rhomboëdrisch, isomorph mit Willemit und Troostit; R ($r$) $116°\,36'$; A.-V. $= 1 : 0{,}6611$; einfachste Comb. R.$\infty$P2; die Skalenoëder treten meist nur mit der Hälfte der Flächen als Rhomboëder III. Ordnung auf. In den Figuren erscheinen $m = \infty P$, $a = \infty P2$, ferner als Rhomboëder I. Ordnung $r = R$, $z = -R$, $d = -\frac{1}{2}R$ ($144°\,2'$); als Rhomboëder II. Ordnung $p = \frac{2}{3}P2$ ($139°\,7'$), $o = \frac{1}{3}P2$; sodann als Rhomboëder III. Ordnung $s = R3$, $x = -\frac{1}{2}R3$. Häufig Zwillinge mit parallelen Axensystemen, als vollkommene Durchkreuzungszwillinge; die Krystalle rhomboëdrisch, mehr oder weniger linsenförmig, oder kurz säulenförmig und

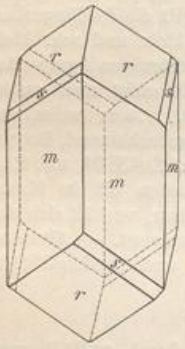


pyramidal. — Spaltb. nach R und nach $\infty P2$, nicht sehr deutlich; Bruch muschelig; H. = 7,5...8; G. = 2,96...3; farblos, wasserhell oder gelblichweiss bis weingelb; quarzähnlicher Glasglanz, durchsichtig und durchscheinend; Doppelbrechung positiv. — Chem. Zus.: Das dem Willemit analoge Beryllium-Orthosilicat $Be^2SiO^4$, mit 54,47 Kieselsäure und 45,53 Beryllerde; v. d. L. unschmelzbar; in Phosphorsalz löst er sich sehr langsam mit Hinterlassung eines Kieselskelets, mit Kobaltsolution wird er schmutzig bläulichgrau; von Säuren nicht angegriffen. — Framont in den Vogesen in Brauneisen mit Quarz; Reckingen im Wallis mit Adular und Eisenglanz; Pilgramshain bei Striegau in Drusen des Granits; Ober-Neusattel in Böhmen. Im Quarz oder Albit am Kammerfosself bei Krageröe, mehre Dm. grosse prismatische Krystalle ohne ausgeprägte Tetartoëdrie, mit gross entwickeltem —2R, während R3 wie ein Skalenoëder erscheint. In braunem Glimmerschiefer bei Stretinsk an der Tokowaia, 85 Werst n.-ö. von Katharinenburg mit Smaragd; auf Granitgängen bei Miask im Ilmengebirge mit Topas und grünem Feldspath; am Magnetberg von Durango in Mexico; in Colorado am Mount Antero in Chaffee Co. (ganz quarzähnlich), Topaze Butte bei Florissant (in Amazonenstein) und Pikes Peak.

Zwischen dem Phenakit und dem Tephroit steht chemisch der lachsfarbige, stark glänzende seltene Trimerit (*G. Flink*) von der Harstigsgrube in Wermland; triklin, aber durch Drillingsbildung in pseudohexagonalen dicktafeligen Formen, ist chemisch $Be(Mn,Ca)SiO^4$.

**Dioptas,** *Haüy*; Achirit.

Hexagonal mit rhomboëdrischer Tetartoëdrie; R 125°55′, —2R (*r*) 95°27′; A.-V. = 1 : 0,5342, also trotz der sehr ähnlichen Formausbildung und der analogen chem. Zus. nicht eigentlich isomorph mit Willemit; gewöhnl. Comb. $\infty P2$.—2R, wie die Fig., welche die Combinationskanten zwischen beiden Formen abwechselnd durch ein Rhomboëder der III. Art (*s*), den Hälftflächner eines Skalenoëders $-2R\frac{2}{5}$ abgestumpft zeigt; in ähnlicher Weise treten auch $-2R\frac{4}{3}$ und $-2R2$ vielfach oscillirend auf. Krystalle meist kurz säulenförmig und aufgewachsen, auch zu Drusen vereinigt. — Spaltb. nach R (also nach den Abstumpfungsflächen der Polkk. von *r*) vollk., spröd; H. = 5; G. = 3,27...3,35; smaragdgrün, selten bis span- oder schwärzlichgrün, Glasglanz, durchsichtig bis durchscheinend, Doppelbrechung positiv. — Chem. Zus.: Das saure Kupfer-Orthosilicat $H^2CuSiO^4$, mit 38,46 Kieselsäure, 50,40 Kupferoxyd, 11,44 Wasser; letzteres ist nicht als Krystallwasser zu betrachten, da das Mineral beim Erhitzen bis auf 400° unverändert bleibt, das Wasser erst beim Glühen austritt, und das geglühte braunschwarze Pulver kein Wasser wieder anzieht. V. d. L. wird er im Ox.-F. schwarz, im Red.-F. roth, ohne jedoch zu schmelzen; gibt mit Phosphorsalz die Farben des Kupfers und ein Kieselskelet; mit Soda auf Kohle ein dunkles Glas mit einem Kupferkorn; von Salpetersäure oder Salzsäure gelöst mit Abscheidung von Kieselgallert; so auch von Ammoniak. — Sibirien, im Kalkstein des Berges Altyn-Tübe (einem w. Ausläufer des Altai, ungefähr 100 Werst n.-w. von Karkaralinsk, 500 Werst s. von Omsk), auch in den Goldseifen am Oni und an der Quelle der Muroschnaja; in Hohlräumen von Kieselkupfer von Copiapó; auf den Bon Ton Mines bei Clifton und bei Riverside in Arizona; Mindouli zwischen Bouanza und Brazzaville im französ. Congo-Gebiet in quarzitischem Sandstein; Rezbánya in Ungarn.




Auf der Trotter Mine bei Franklin in New-Jersey kommt im Kalkspath als blassgraugelbe, sternförmig faserige und leicht zerreibliche Partieen, ähnlich dem Pyrophyllit oder Karpholith, der Bementit (*G. A. König*) vor, welcher, indem er ungefähr auf die Formel $H^2MnSiO^4$ führt, wohl ein Umwandlungsproduct des Tephroits ist.

**Kupfergrün** oder Chrysokoll, *Haidinger* (Kieselkupfer, Kieselmalachit).

Amorph erscheinend, aber doch wohl feinfaserig kryptokrystallinisch; traubig, nierförmig, als Ueberzug und Anflug, derb und eingesprengt, oft von opal- oder emailähnlichem Aussehen; selten in Pseudomorphosen nach Atacamit, Kupferlasur, Cerussit, Libethenit und Labradorit. Bruch muschelig und feinsplitterig; spröd; H. = 2...3; G. = 2...2,3; farbig, spangrün, oft sehr bläulich, selten bis pistazgrün, Strich grünlichweiss, wenig glänzend bis matt, halbdurchsichtig bis kantendurchscheinend. — Chem. Zus.: Die ganz reine und frische Substanz scheint $CuSiO^3 + 2H^2O$ zu sein, mit 34,23 Kieselsäure, 45,23 Kupferoxyd, 20,54 Wasser, vielleicht das Dioptas-Silicat mit 1 Mol. Krystallwasser, $H^2CuSiO^4 + H^2O$; gewöhnlich aber mehr oder weniger

verunreinigt durch freie Kieselsäure, Opal, Thonerdesilicat, Kalk, Eisenoxydhydrat, auch gemengt mit Malachit. Gibt im Kolben Wasser; färbt sich v. d. L. im Ox.-F. schwarz, im Red.-F. roth, ohne zu schmelzen; mit Phosphorsalz die Reactionen auf Kupfer und Kieselskelet, mit Soda metallisches Kupfer; von Salzsäure zersetzt unter Abscheidung von pulveriger Kieselsäure, ohne Gallertbildung. — Häufiger Begleiter des Malachits u. a. Kupfererze; Sayda und Schneeberg in Sachsen, Lauterberg am Harz (sog. Malachitkiesel), Kupferberg in Bayern, Saalfeld, Rezbánya, Saska und Moldova, Cornwall, Bogoslowsk, Chile, auch in Lava auf Lipari, auf den Aetna-Laven der Monti Rossi; das pistazgrüne, sog. eisenschüssige Kupfergrün hält Eisenoxyd.

In einem Kupfergrün aus Utah fand *Mallet* 10,78 Thonerde; eine lichtgrünlichblaue Var. aus Chile (Pilarit genannt) führt 16,9 Thonerde, 2,5 Kalk und nur 19,0 Kupferoxyd. — Der Asperolith von Nischne Tagilsk am Ural, in blaugrünen, glasglänzenden nierförmigen Massen, an den Kanten durchscheinend, soll $CuSiO^3 + 3H^2O$ sein, mit 27,93 Wasser. — Das himmelblaue bis licht lasurblaue Kupferblau *G. Rose*'s von den Turjin'schen Gruben bei Bogoslowsk, ebenfalls opalähnlich, soll sich vom Kupfergrün ausser durch die Farbe durch einen Gehalt an Kohlensäure unterscheiden; angeblich auch im Schapbachthal in Baden. — Der sog. Demidowit von Nischne Tagilsk, dünne, himmelblaue Ueberzüge über Malachit bildend, ist nur ein Gemenge von Kupfersilicat mit -Phosphat.

## Anhang.

**Friedelit,** *E. Bertrand.*

Rhomboëdrisch, isomorph mit Pyrosmalith; R = 123°42′; A.-V. = 1 : 0,5624; Combinationen von R, 0R, auch wohl mit ∞R, meist von tafelartigem Habitus; gewöhnlich aber nur in körnigen Aggregaten. Spaltb. basisch vollk.; H. = 4 ... 5; G. = 3,07. Rosenroth mit röthlichweissem Strich; optisch einaxig mit negativer Doppelbrechung, dünne Blättchen durchsichtig. — Chem. Zus.: Nach der Auffindung des Chlors scheint sich die empirische Formel zu $H^7Mn^5Si^4O^{16}Cl$ zu gestalten, was als das Orthosilicat $H^7[MnCl]Mn^4[SiO^4]^4$ gedeutet werden kann; dem entspricht: 35,06 Kieselsäure, 51,72 Manganoxydul, 5,17 Chlor, 9,19 Wasser, welches erst in der Glühhitze entweicht. Leicht schmelzbar zu schwarzem Glas und leicht löslich in Salzsäure unter Abscheidung von Kieselsäuregallert. — Mit Manganspath und Manganblende zu Adervielle im Thal von Louron in den Hochpyrenäen; Harstigsgrube bei Pajsberg in Wermland (mit Gehalt an FeO); Sjö-Grube, äusserlich rhodonitähnlich.

**Pyrosmalith,** *Hausmann.*

Rhomboëdrisch, isomorph mit Friedelit; A.-V. = 1 : 0,5308; die aufgewachsenen Krystalle stellen meist die Comb. ∞P.0P, säulenförmig oder tafelartig dar, doch erscheinen wohl auch am Ende R (Polk. 126°11′) mit −R zu einer scheinbar hexagonalen Pyramide verbunden oder das eine Rhomboëder mit grösseren Flächen oder für sich allein. Auch individualisirte Massen und körnige Aggregate. — Spaltb. basisch vollk., nach ∞P sehr unvollk., spröd; H. = 4 ... 4,5; G. = 3,1 ... 3,2; schwärzlichgrün bis pistazgrün, auch grünlichgelb bis braungelb, Strich heller; metallartiger Perlmutterglanz auf 0P, sonst Fettglanz, durchscheinend bis undurchsichtig; stark negativ doppeltbrechend einaxig. — Chem. Zus. nach *Ludwig* gewissermassen ein eisenoxydulhaltiger Friedelit, $H^7(Fe,Mn)^5Si^4O^{16}Cl$, was analog dem Friedelit gedeutet werden kann. Wenn Fe : Mn = 1 : 1, so würde die Analyse liefern: 34,92 Kieselsäure, 26,16 Eisenoxydul, 25,77 Manganoxydul, 5,15 Chlor, 9,16 Wasser. Gibt beim Erhitzen Wasser und dann gelbe Tropfen von Eisenchlorid, doch wird nach *v. Lang* bei 200° noch nichts ausgetrieben. Schmilzt v. d. L. zu schwarzer magnetischer Kugel; mit Borax und Phosphorsalz die Reaction auf Eisen, Mangan und Kieselsäure, mit Phosphorsalz und Kupferoxyd die auf Chlor; von conc. Salpetersäure vollständig zersetzt. — Auf dem Magnetitlager der Bjelkesgrube zu Nordmarken in Schweden mit Calcit und Hornblende, auch zu Dannemora.

**Prehnit,** *Werner* (Kupholith).

Rhombisch (hemimorph, s. u.), ∞P (*M*) 99°58′, $3\breve{P}\infty$ (*o*) 33°26′, $\frac{3}{4}\bar{P}\infty$ (*n*) 90°32′, $\frac{3}{8}\bar{P}\infty$ 127°17′ nach *Streng*; A.-V. = 0,8401 : 1 : 1,1253; nach *Beutell* 0,8420 : 1 : 1,1272.

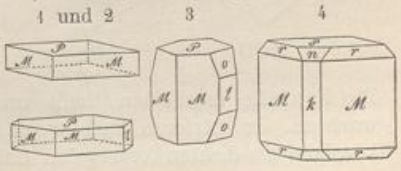


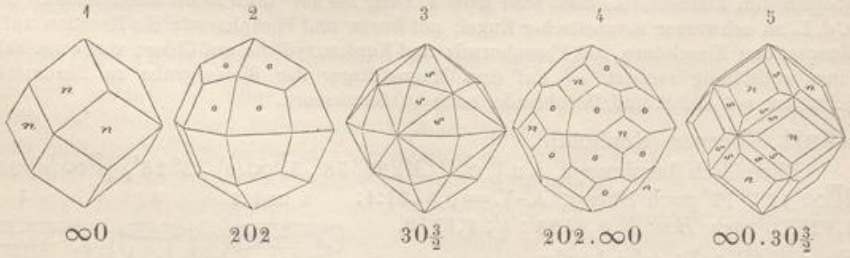

Fig. 1. 0R.∞P; sehr häufig.
Fig. 2. Dieselbe Comb. mit $\infty\breve{P}\infty$ (*l*).
Fig. 3. ∞P.0P.$\infty\breve{P}\infty$.$3\breve{P}\infty$; nicht selten.
Fig. 4. ∞P.0P.$\infty\bar{P}\infty$.$\frac{3}{4}\bar{P}\infty$.P (*r*).

Krystalle tafelartig oder kurz säulenförmig; selten walten $3\breve{P}\infty$ oder 3P an spitzen Formen vor; 0P makrodiagonal, $\infty P$, $\infty\breve{P}\infty$ und $3\breve{P}\infty$ horizontal gestreift; Krystalle zu Drusen, oder wie namentlich die Tafeln, zu keilförmigen, fächerförmigen und wulstförmigen, bisweilen auch zu kugeligen, traubigen, nierförmigen Gruppen verbunden, dann meist schalig oder radialfaserig. Pseudomorphosen nach Calcit, Analcim, Natrolith, Laumontit und Leonhardit, Feldspath; derb in körnigen Aggregaten. — Spalth. basisch ziemlich vollk., nach $\infty P$ unvollk.; H. = 6...7; G. = 2,8...2,95; farblos, doch meist grünlichweiss, spargelgrün, apfelgrün bis lauchgrün gefärbt; Glasglanz, auf 0P Perlmutterglanz; durchsichtig bis kantendurchscheinend; die optischen Axen liegen meist im Brachypinakoid, *c* ist pos. Bisectrix; mittl. Brechungsquotient 1,626. Bisweilen geben sich optische Anomalieen (Zerfallen der Platten in Felder mit verschiedenem Axenwinkel, gekreuzte Dispersion) kund, mit *Des Cloizeaux* wohl auf einen complicirten Aufbau aus dünnen abweichend orientirten Lamellen zurückzuführen, wobei auch eine feine Zwillingslamellirung nach $\infty P$ eine Rolle spielt. Pyroëlektrisch, und zwar zeigt die Axe *a* an beiden Enden entgegengesetzte Elektricität (auch die Aetzfiguren auf 0P verweisen auf Hemimorphie nach *a*); basische Tafeln, die beim Abkühlen an beiden stumpfen brachydiagonalen Ecken positiv, in der Mitte negativ sind, stellen mit dem analogen Pol verwachsene Zwillinge nach $\infty\breve{P}\infty$ dar (*Traube*). — Chem. Zus.: $H^2Ca^2Al^2Si^3O^{12}$; dem entspricht: 43,69 Kieselsäure, 24,78 Thonerde, 27,16 Kalk, 4,37 Wasser, welches erst in starker Glühhitze austritt; etwas $Al^2O^3$ pflegt durch $Fe^2O^3$ vertreten zu sein. Schmilzt v. d. L. unter starkem Blasenwerfen zu blasigem Glas; Salzsäure löst ihn nur dann vollständig mit Bildung von Kieselgallert auf, wenn er vorher geglüht oder geschmolzen wurde; das Pulver zeigt alkalische Reaction. — Auf Klüften und Hohlräumen krystallinischer Silicatgesteine, vielfach mit Zeolithen, Datolith, Epidot: Im Diabas bei Weilburg und Dillenburg, Norheim a. d. Nahe, Kuchelbad bei Prag, Kilpatrick in Dumbartonshire; im Gabbro: Radauthal bei Harzburg, Impruneta in Toscana; im Amphibolit: Spitzberg bei Wermsdorf in Mähren, Ratschinges in Tirol; in chloritischen und amphibolischen Schiefern: bei Bourg d'Oisans; im Serpentin: zu Jordansmühl in Schlesien. Namaqua-Land, von wo (vom »Cap«) die ersten durchscheinenden derben Stücke nach Europa kamen; Farmington in Connecticut; in der Kupferregion am Lake Superior mit ged. Kupfer.

## 6. Granatgruppe.

### Granat, *Albertus Magnus.*

Regulär; gewöhnlichste Formen $\infty O$ und $2O2$, oft beide combinirt, auch $3O\frac{3}{2}$, $4O\frac{4}{3}$ u. a. untergeordnete Formen; merkwürdig ist das seltene Vorkommen von O und $\infty O\infty$ (vgl. Pyrop); auf Elba und an der Bockleitner Halde beim Schneeberg in Tirol kommen vollständige reine Oktaëder vor. Unter den sehr seltenen Formen sind $\frac{3}{2}O$ und $\infty O2$ noch am häufigsten. Bisweilen sind sehr rhombendodekaëderähnliche Pyramidenwürfel (z. B. $\infty O\frac{8}{5}$) und Hexakisoktaëder (z. B. $64O\frac{64}{63}$) beobachtet worden.




$\infty O$ $2O2$ $3O\frac{3}{2}$ $2O2.\infty O$ $\infty O.3O\frac{3}{2}$

Die Krystalle erscheinen theils und sehr häufig einzeln eingewachsen, theils aufgewachsen, im letzteren Falle meist flächenreicher und zu Drusen verbunden; derb, in körnigen bis dichten Aggregaten und eingesprengt, secundär in kleinen Geschieben und

Körnern. Bisweilen sind die Krystalle als Perimorphosen (S. 160) ausgebildet, dergleichen sehr merkwürdige, aus abwechselnden Granat- und Calcitschalen bestehende am Sixmadun in Graubünden vorkommen. — Häufig umgewandelt in Chlorit (mit oder ohne Ausscheidung von Magnetit) oder Glimmer; fernere Umwandlungen sind mehr oder weniger häufig beobachtet worden in Epidot, Serpentin, Amphibol, Skapolith, Orthoklas, Oligoklas, Calcit, Brauneisen. Ueber Mineralproducte bei der Erstarrung des künstlich geschmolzenen Granats vgl. S. 367. — Spaltb. (oder Absonderung) dodekaëdrisch, sehr unvollk., bisweilen gar nicht wahrnehmbar; als grosse Seltenheit wird auch hexaëdrische angegeben. Bruch muschelig, oder uneben und splitterig; H. = 6,5...7,5; G. = 3,4...4,3, in den Kalkthongranaten herab bis 3,15; gefärbt, sehr verschieden nach der chemischen Zus., besonders grün, gelb, roth, braun und schwarz, selten ganz farblos oder weiss, doch lässt sich zwischen dem Gehalt an $FeO$, $MnO$ oder $Fe^2O^3$ und der Färbung kein unmittelbarer Zusammenhang nachweisen. Glas- bis Fettglanz; pellucid in allen Graden. Brechungsquotient hoch, 1,7 bis 1,8. Erscheinungen von Doppelbrechung, namentlich an schichtenförmig aufgebauten Granaten, sind sehr vielfach constatirt worden; vgl. darüber *C. Klein* im N. Jahrb. f. Min. 1883. I. 87, wonach die optische Structur von der Umgrenzungsform der Krystalle abhängig ist; s. auch S. 247, 251. — Chem. Zus. äusserst schwankend, doch stets nach der allgemeinen Formel $\overset{II}{R^3}\overset{III}{R^2}Si^3O^{12}$ oder $R^3(R^2)[SiO^4]^3$ (vgl. S. 618); die Grundverbindungen sind, genannt nach den dreiwerthigen Elementen:

| I. Thongranat. | II. Eisengranat. | III. Chromgranat. |
|---|---|---|
| $Ca^3Al^2Si^3O^{12}$ | $Ca^3Fe^2Si^3O^{12}$ | $Ca^3Cr^2Si^3O^{12}$ |
| $Mg^3Al^2Si^3O^{12}$ | $Mg^3Fe^2Si^3O^{12}$ | $Mg^3Cr^2Si^3O^{12}$ |
| $Fe^3Al^2Si^3O^{12}$ | $Fe^3Fe^2Si^3O^{12}$ | $Fe^3Cr^2Si^3O^{12}$ |
| $Mn^3Al^2Si^3O^{12}$ | $Mn^3Fe^2Si^3O^{12}$ | $Mn^3Cr^2Si^3O^{12}$. |

Wahrscheinlich tritt auch Cr, vielleicht auch $\overset{II}{Mn^2}$ auf. Die verschiedenen Granate sind nun isomorphe Mischungen der einzelnen Glieder, wobei namentlich häufig Thongranat (I) und Eisengranat (II), bisweilen auch Thongranat und Chromgranat sich mischen. Von den reinen Grundverbindungen würde a) Kalk-Thongranat, b) Eisen-Thongranat, c) Kalk-Eisengranat folgende Zus. haben:

| | *a* | *b* | *c* |
|---|---|---|---|
| Kieselsäure | 40,01 | 36,15 | 35,45 |
| Thonerde | 22,69 | 20,51 | — |
| Eisenoxyd | — | — | 31,49 |
| Eisenoxydul | — | 43,34 | — |
| Kalk | 37,30 | — | 33,06 |

Bisweilen ist ein Gehalt an Yttererde nachgewiesen, z. B. in dem dunkelrothbraunen Gr. von Schreiberhau in Schlesien 2,64, in einem schwarzen aus Norwegen 6,66 pCt. Die schwarzen Melanite sind fast immer titanhaltig (angegeben als $TiO^2$ oder $Ti^2O^3$), z. B. Melanit von Frascati mit 1 pCt. Titanoxyd, ein anderer ebendaher mit 3,02, von Oberbergen und Oberschaffhausen (Kaiserstuhl) mit 7,05 pCt. Titansäure; vermuthlich kommen auch beide Oxydationsstufen von Ti nebeneinander vor; vgl. auch Schorlomit. V. d. L. schmelzen die Gr.e ziemlich leicht (die Kalk-Eisengranate am schwersten) zu grünem, braunem oder schwarzem Glas, welches oft magnetisch ist; mit Borax und Phosphorsalz geben viele die Reactionen auf Eisen oder Mangan, und mit letzterem Salz alle ein Kieselskelet; Soda auf Platinblech wird oft grün gefärbt. Von Salzsäure roh nur wenig, nach vorheriger Schmelzung aber leicht und vollständig zersetzt mit Ausscheidung von Kieselgallert. — Die verschiedenen Abarten finden sich im Allgemeinen als accessorische und wesentliche Gemengtheile krystallinischer Schiefer (Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Gneiss, Hornblendeschiefer, Eklogit, Granatfels); auch im Granit, selten im Quarzporphyr; in Serpentinen; als Contactmineralien in körnigen Kalken; auf Erzlagern. — Man hat besonders folgende Varietäten zu unterscheiden:

1. Vorwiegend Kalk-Thongranat.

a) Weisser Granat; derb, fast ungefärbt, von Souland in Telemarken und Slatoust am Ural; in ganz kleinen, z. Th. wasserhellen Dodekaëdern und sehr hexaëderähnlichen Tetrakishexaëdern auf Prehnit bei Jordansmühl in Schlesien; Auerbach a. d. Bergstrasse; Wakefield in Canada mit nur 1,75 Eisen- und 0,30 Manganoxyd.

b) Grossular; grünlich- und gelblichweiss bis spargelgrün, ölgrün, grünlichgrau und licht olivengrün, krystallisirt, durchscheinend; Wiluifluss in Sibirien, Rezbánya.

c) Hessonit (oder Kaneelstein); honig-, pomeranzgelb bis hyacinthroth, in eckigen Geschieben, krystallisirt und körnig zusammengesetzt, durchsichtig bis durchscheinend; Ceylon, Piemont, Vesuv, auch wohl die Oktaëder von Elba.

2. Vorwiegend Magnesia-Thongranat.

d) Pyrop, eine dunkelhyacinthrothe bis blutrothe Granatvarietät, äusserst selten krystallisirt, in undeutlichen Hexaëdern mit convexen und rauhen Flächen; gewöhnlich nur in rundlichen, eingewachsenen oder losen Körnern. — Bruch vollk. muschelig; H. = 7,5; durchsichtig bis stark durchscheinend. Neben Eisenoxydul ist etwas Chrom als Oxyd oder Oxydul vorhanden. V. d. L. geglüht wird er schwarz und undurchsichtig, während der Abkühlung aber wieder roth und durchsichtig; stärker erhitzt schmilzt er etwas schwierig zu einem schwarzen glänzenden Glas; mit Borax die Reaction des Chroms; von Säuren roh gar nicht, geschmolzen nur unvollständig zersetzt. — In Serpentin eingewachsen, Zöblitz u. a. O.; lose oder von Opal umschlossen, Meronitz und Podsedlitz in Böhmen, Santa Fé in New-Mexico; rauhe aber scharfkantige Würfel in diamantführenden Sanden Brasiliens. — Rhodolith wurden blassrosa, sehr durchsichtige Granatgeschiebe aus Macon Co., Nordcarolina genannt, welche mit 17 pCt. MgO und 15½ pCt. FeO aus 2 Mol. Magnesia-Thongranat (Pyrop) und 1 Mol. Eisen-Thongranat (Almandin) bestehen.

3. Vorwiegend Eisen-Thongranat.

e) Almandin oder edler Granat; columbin-, blut-, kirsch- oder bräunlichroth bis röthlichbraun, meist krystallisirt, selten derb und schalig zusammengesetzt, durchsichtig und durchscheinend. Sehr häufig als Gemengtheil von Gesteinen. Zum Eisen-Thongranat gehört auch ein Theil des gemeinen Granats.

4. Vorwiegend Mangan-Thongranat.

f) Spessartin, meist in granitischen Gesteinen und als $2O2$ krystallisirt, hat man zuerst einen Mangan-Thongranat von Aschaffenburg im Spessart genannt, welcher über 27 pCt. Manganoxydul gegen 13 Eisenoxydul enthält; ein Gr. von Haddam in Connecticut wies 27,36 MnO, ein dichter, bräunlich-fleischrother Gr. von Pfitsch sogar 34 MnO gegen 6,37 FeO auf; der letztere, sowie ein bei Salm-Château (Ardennen) im Wetzschiefer vorkommender Spessartin wird in seiner Annäherung an den reinen Mangan-Thongranat noch übertroffen durch einen Spessartin aus Amelia Co. in Virginien mit 44,2 MnO; sehr manganreich (34,25) ist auch der Spessartin von St. Marcel in Piemont, dessen Krystalle nach *Pisani* stets einen Kern von Marcelin enthalten, sowie der in Muscovit eingewachsene von der Villeneuve Mica Mine in Canada. Minder manganreich (14½ bis 15 pCt. MnO) sind die viel Eisenoxyd (bis 21 pCt.) führenden schön rothen und durchsichtigen Granate aus Graniten in Rossshire. *Klement* fand 14,72 MnO auf 15,53 FeO in dem Gr. aus *Dumont's* »Quartzite grénatifère« der Gegend von Bastogne. Auch der merkwürdige Granat, welchen *Cross* in Lithophysen eines Rhyoliths von Nathrop in Colorado auffand, ist mit 29,48 MnO ein Spessartin.

5. Vorwiegend Kalk-Eisengranat.

g) Gemeiner Granat (und Aplom), auch Andradit genannt, verschiedentlich grün, gelb und braun gefärbt, schwach durchscheinend bis undurchsichtig, krystallisirt, und derb in körnigen bis dichten Aggregaten, welche letztere Allochroit genannt worden sind; häufig, Breitenbrunn, Schwarzenberg, Berggiesshübel.

h) Melanit; schwarz, undurchsichtig, krystallisirt; Frascati, als vulkanischer Auswürfling, in Leucitphonolithen (Kaiserstuhl), Phonolithen und Tephriten; am East Rock unfern Newhaven, Conn., auf Klüften der sog. Trappgesteine. Nur eine grauschwarze Abart des Melanits ist der Pyrenäit.

i) Topazolith ist ein gelber Granat von der Mussa-Alp in Piemont, auch vom Mill Rock unfern Newhaven, welcher in Hexakisoktaëdern (darunter $64O\frac{4}{3}$) krystallisirt, die wie Rhombendodekaëder erscheinen, deren Flächen in vier Felder getheilt sind; hierher gehört auch der in gelben Oktaëdern krystallisirte Granat vom Schneeberg (sog. Schneebergit, früher für ein Antimonat gehalten); ist reiner Kalk-Eisengranat ohne $Al^2O^3$.

Hierher gehören ferner der Rothhoffit von Långban, ein manganhaltiger Kalk-Eisengranat, der Romanzovit, der Polyadelphit von Franklin in New-Jersey. Der glänzende prächtig grüne sog. Demantoid von Bobrowka im sysertsker Bezirk in Sibirien ist nichts als ein Kalk-Eisengranat (kein Uwarowit).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

6. Vorwiegend Chromgranat.

k) Der Uwarowit ist ein sehr schöner, dunkel smaragdgrüner, als $\infty O$ krystallisirter Granat, welcher sich dadurch auszeichnet, dass $R^2O^3$ fast nur durch Chromoxyd repräsentirt wird, welches zu 22 pCt. vorhanden ist; er lässt sich betrachten als eine Mischung von 5 Mol. Kalk-Chromgranat mit 2 Mol. Kalk-Thongranat, ist unschmelzbar v. d. L.; aufgewachsen auf Klüften von Chromeisen am Berge Saranowsk, 44 Werst von Bissersk, sowie bei Kyschtymsk am Ural, auf der Insel Skyros, bei Neu-Idria in Californien, bei Haule im westlichen Himalaya. — Es gibt übrigens auch Chromoxyd (5 bis 7 pCt.) haltige Thongranate, welche unter den Monoxyden fast nur Kalk besitzen (Pic Posets bei Venasque in den Pyrenäen).

**Gebrauch.** Die schönfarbigen und klaren Varietäten des Almandins und Hessonits werden als Edelsteine benutzt; der gemeine Granat wird, wo er häufig vorkommt, als Zuschlag bei dem Schmelzen der Eisenerze gebraucht. Der Pyrop ist ein in noch höherem Werth stehender Edelstein als der Granat; seine feineren Körner dienen als Schleifpulver.

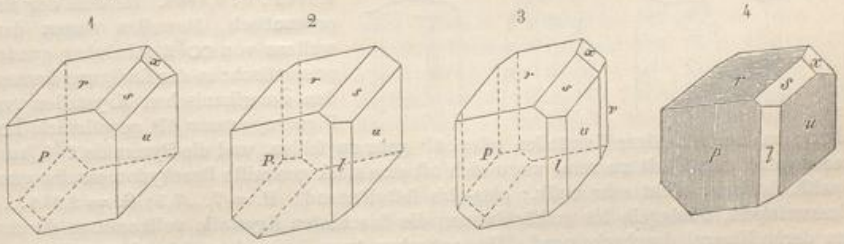
Körnige harzglänzende Aggregate von Granat werden wohl als Kolophonit bezeichnet; doch ist der gelblichbraune bis honiggelbe und fast pechschwarze Kolophonit von Arendal zufolge *Des Cloizeaux* und *Wichmann* körniger Vesuvian.

Zu den Granaten gehört wohl auch der Schorlomit (Ferrotitanit); regulär, $\infty O$ und $\infty O.2O2$, jedoch sehr selten krystallisirt, meist derb. — Spaltb. nicht bemerkbar; H. = 7...7,5; G. = 3,78...3,86; pechschwarz, Strich schwärzlichgrau, stark glasglänzend, undurchsichtig. Da das Titan, wie dies von *Rammelsberg* angenommen und von *G. A. König* dargethan wurde, theils als Titansäure (12,46 pCt.), theils als Titanoxyd (4,44 pCt.) vorhanden ist, so gestaltet sich die Formel zu der eines sehr titanreichen Kalkeisengranats, $Ca^3(Fe,Ti)^2(Si,Ti)^3O^{12}$. Von Salzsäure nur wenig angreifbar. — Magnet Cove in Arkansas, mit dunkelbraunem Granat, Arkansit und Eläolith; am Kaiserstuhl bei Oberschaffhausen im Phonolith und am Horberig bei Oberbergen kommen Mittelglieder zwischen Schorlomit und titanhaltigem gewöhnlichem Granat vor. — Aehnlich dem Schorlomit ist der Iiwaarit aus dem Eläolithsyenit von Iiwaara im finnisch-lappländischen Kirchspiel Kunsamo.

Partschin ist ein schon 1832 von *Breithaupt* als eigenthümlich erkanntes Mineral, welches in dem Gold und Rutil führenden Sande von Olahpian (Siebenbürgen) in ganz kleinen Geschieben, sehr selten in kleinen Krystallen oder Krystallbruchstücken vorkommt. Monoklin; $\infty P$ 94°52′, $P\infty$ 52°46′, P 116°; $\beta = 52°16'$; A.-V. = 1,2239 : 1 : 0,7902; Combb. ähnlich denen des Augits; Bruch unvollk. muschelig; H. = 6,5; G. = 4,006; gelblich- und röthlichbraun, schwach fettglänzend, wenig kantendurchscheinend. — Chem. Zus. nach *Carl v. Hauer* ganz die eines Spessartins von der Formel $(Mn,Fe)^3Al^2Si^3O^{12}$; darnach würde also hier eine Dimorphie der Granatsubstanz vorliegen.

## Axinit, *Haüy.*

Triklin; bei der hier befolgten Aufstellung von *Des Cloizeaux* ist $P = \infty'P$, $u = \infty P'$, $l = \infty\breve{P}\infty$, $v = \infty\breve{P}\infty$, $r = 'P$, $x = P'$, $s = 2'\breve{P}'\infty$. A.-V. = 0,4921 : 1 : 0,4797; $\alpha = 82°54'$, $\beta = 91°52'$, $\gamma = 131°32'$. Im Ganzen sind 45 Formen bekannt.



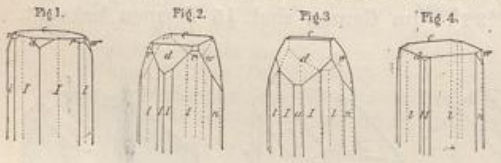

| | | | |
|---|---|---|---|
| $P : r = 134°45'$ | $l : P = 151° 5'$ | $s : r = 143°35'$ | $r : x = 139°13'$ |
| $P : u = 135 31$ | $l : u = 164 26$ | $s : u = 152 3$ | $u : v = 147 13$ |
| $r : u = 115 38$ | $l : v = 131 39$ | $s : x = 163 53$ | $x : u = 149 27$ |

*G. vom Rath* wählte die Stellung, dass $u$ und $r$ das Protoprisma $\infty'P'$, und $s$ das Makropinakoid bilden; $P$ wird alsdann $= 2,\breve{P},\infty$. *Schrauf* wählte seinerseits wieder eine andere Stellung und Grundform ($P = 0P$, $r = 'P$, $u = P'$). Die Flächen $P$ und $u$ sind vertical, die Flächen $r$ ihren Comb.-Kanten zu $P$ parallel gestreift, wie solches in Fig. 4 angedeutet ist. An den Krystallen von Striegau walten die Flächen $x$ und $r$ sehr

vor. Krystalle einzeln aufgewachsen oder zu Drusen vereinigt; derb, in schaligen und breitstengeligen Aggregaten. — Spaltb. deutlich nach dem Brachypinakoid $v$, welches die scharfe Kante zwischen $P$ und $u$ unter 77° 20′ Neigung gegen $P$ abstumpft; minder deutlich nach einer Fläche, welche die scharfe Kante zwischen $P$ und $r$ so abstumpft, dass sie mit $P$ 89° 51′ bildet; auch nach $P$ und $r$, unvollk.; H. = 6,5...7; G. = 3,27...3,3; nelkenbraun bis rauchgrau, und pflaumenblau bis pfirsichblüthroth; durchsichtig bis kantendurchscheinend, bisweilen mit Chlorit imprägnirt; Glasglanz. Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht auf $x$, und bildet mit der Kante $rx$ 24° 40′, mit $Px$ ca. 40°; spitze Bisectrix senkrecht auf $x$; Doppelbrechung negativ; ausgezeichneter Trichroismus: olivengrün, nelkenbraun, violblau. — Chem. Zus.: Hauptbestandtheile sind Kieselsäure, Borsäure, Thonerde, Kalk und Eisenoxydul; die Analysen des A. von Bourg d'Oisans durch *Jannasch* und *Locke* lieferten im Durchschnitt: 42,88 Kieselsäure, 18,25 Thonerde, 6,02 Borsäure, 0,62 Eisenoxyd, 7,11 Eisenoxydul, 1,05 Manganoxydul, 19,88 Kalk, 2,23 Magnesia, 0,11 Kali, 0,36 Natron, 2,14 (chemisch gebundenes) Wasser, woraus sich die Formel $\overset{I}{R^2}\overset{II}{R^4}\overset{III}{R^4}Si^6O^{23}$ ergibt. V. d. L. schmilzt er leicht und unter Aufblähen zu dunkelgrünem Glas, welches sich im Ox.-F. durch höhere Oxydation des Mangans schwarz färbt; mit Borax ein Glas, welches die Farbe des Eisens und im Ox.-F. die violblaue des Mangans zeigt; so auch mit Phosphorsalz, welches zugleich die Kieselsäure abscheidet; mit Soda ebenfalls die Reaction auf Mangan, mit Flussspath und saurem Kaliumsulfat die Reaction auf Borsäure; von Salzsäure roh nicht, geschmolzen aber vollständig zersetzt mit Ausscheidung von Kieselgallert. Das Pulver reagirt kräftig alkalisch. — Auf Klüften von Silicatgesteinen, namentlich Hornblendeschiefern und Diabasen: Oisans im Dauphiné, Botallack u. a. O. in Cornwall, Kongsberg, Nordmarken und Dannemora, Thum in Sachsen, Andreasberg, Treseburg und Heinrichsburg am Harz, Falkenstein im Taunus, Striegau in Schlesien, Scopi am Lukmanier und St. Gotthard, Poloma bei Betler in Ungarn, Berkutskaja Gora bei Miask, Berg Karaulnaja bei Poliakowskaja im südl. Ural; Oibira, Prov. Bungo in Japan. Vorwiegender Axinit bildet mit Pyroxen, Amphibol, Quarz u. s. w. in den Pyrenäen, z. B. unterhalb des Lac bleu in der Nachbarschaft von Granit Contactlagerstätten (als Gestein Limurit genannt) im Kalkstein.

**Danburit,** *Shepard.*

Rhombisch nach *Brush* und *Edw. Dana*, merkwürdig formähnlich mit Topas; ∞P (*J*) 122° 52′; ∞$\breve{P}$2 (*l*) 94° 52′; $\bar{P}\infty$ (*d*) 97° 7′; 4$\breve{P}\infty$ (*w*) 54° 58′; andere Formen: 0P (*c*) in der Regel vorhanden, P (*o*) selten gross, 2$\breve{P}$2 (*r*), ∞$\bar{P}\infty$ (*a*), ∞$\breve{P}$4 (*n*), wie in den Figuren, auch 2P, $\frac{1}{2}\breve{P}$2, 4$\breve{P}$4, ∞$\breve{P}\infty$, u. a. Gestalten. A.-V. = 0,5445 : 1 : 0,4808. Habitus der Krystalle prismatisch, bisweilen wegen des Vorwaltens von ∞$\breve{P}$2 scheinbar quadratisch-prismatisch; in der Endigung herrschen an den amerikanischen Krystallen (vgl. die Figuren) ausser 0P gewöhnlich $\bar{P}\infty$ und 4$\breve{P}\infty$; an den schweizer Krystallen pflegt 0P ganz zu fehlen, und die Pyramide 2$\breve{P}$4 (auch 2$\breve{P}$2) vorwiegend entwickelt zu sein, wozu sich oft eine stark gestreifte Brachydomenreihe gesellt. — Spaltb. basisch, nicht sehr vollk.; glas- bis fettglänzend. H. = 7...7,5; G. = 2,986...3,021; blassweingelb, honiggelb bis gelblichbraun; die frischesten Krystalle vollkommen durchsichtig, das derbe Mineral durchscheinend. Die optischen Axen liegen (abweichend vom Topas) in der Basis und bilden einen sehr grossen, fast rechten Winkel; die spitze Bisectrix liegt für Roth, Gelb und Grün parallel der Axe $b$, für Blau parallel $a$; $\beta = 1,637$. — Chem. Zus.: Ein Silicat von der Formel $CaB^2Si^2O^8$, welche 48,84 Kieselsäure, 28,39 Borsäure, 22,77 Kalk erfordert; diese (dem Anorthit analoge) Constitution lässt trotz der überaus grossen Aehnlichkeit der Krystallformen keine unmittelbare Beziehung zum Topas erkennen. V. d. L. wird er leuchtend, und schmilzt leicht unter grüner Färbung der Flamme. Von Salzsäure roh nur schwach angreifbar, bis zum Schmelzpunkt erhitzt, gelatinirt er. — Im Dolomit bei Danbury in Connecticut; mit Quarz, Pyroxen, Turmalin, Glimmer in einem »granitischen« Gestein bei Russell, St. Lawrence Co., New-York, derbe Massen und freiliegende bis 12 Cm. lange Krystalle, welche



letztere ursprünglich in einem die Hohlräume erfüllenden, jetzt weggelösten Kalkspath eingewachsen waren. Am Piz Valatscha, dem n. Vorberge des Scopi in Graubünden als 2—15 Mm. lange, $\frac{1}{2}$—3 Mm. dicke Prismen in einer mit Chlorit erfüllten Spalte gefunden, lose und mit Chlorit zu kuchenähnlichen kleinen Massen vereinigt. In vulkanischen Auswürflingen der Berge von Cimini, bis 2 Mm. lang, mit Haüyn, Nephelin, Granat, Sanidin.

## 7. Helvingruppe.

**Helvin,** *Werner.*

Regulär, tetraëdrisch-hemiëdrisch; $\frac{O}{2}$, auch $\frac{O}{2} \cdot -\frac{O}{2}$ (*P* und *e*), selten $\frac{2O2}{2}$; Krystalle eingewachsen und aufgewachsen, bei Miask auch in grossen kugeligen Aggregaten. Spaltb. oktaëdrisch, unvollk.; H. = 6 ... 6,5; G. = 3,21 ... 3,37; honiggelb bis wachsgelb und zeisiggrün, oder bis gelblichbraun und röthlichbraun; fettartiger Glasglanz; kantendurchscheinend. Die Analysen ergeben die merkwürdige empirische Zus. des schwefelhaltigen Silicats $(\mathbf{Mn,Be,Fe})^7\mathbf{Si}^3\mathbf{O}^{12}\mathbf{S}$; die Var. aus dem norwegischen Syenit lieferte z. B. 32,42 Kieselsäure, 11,46 Beryllerde, 49,12 Manganoxydul, 4,00 Eisenoxydul, 5,71 Schwefel. Die Formel kann auch $(Mn,Fe)^2[Mn^2S]Be^3[SiO^4]^3$ geschrieben werden, abgeleitet von 3 Mol. $H^4SiO^4$, in denen 10 H durch 5 R, und 2 H durch die zweiwerthige Gruppe $[R^2S]$ ersetzt sind. V. d. L. schmilzt er im Red.-F. unter Aufwallen zu gelber unklarer Perle; in Borax gelöst zu klarem Glas, welches im Ox.-F. violblau wird; mit Natron auf Platinblech grün; durch Salzsäure zersetzbar unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff und mit Abscheidung von Kieselgallert. — Schwarzenberg und Breitenbrunn in Sachsen auf Erzlagern; Kapnik in Ungarn in der Erzgangmasse; auf Pegmatitgängen im Augitsyenit des südl. Norwegens; die kugeligen Aggregate bei Miask in einem Schriftgranit, die in Trigondodekaëdern krystallisirte Var. bei Lupikko in Finnland; Amelia Co., Virginien, eingewachsen im Spessartin und Orthoklas.



Wahrscheinlich eine Pseudomorphose nach Helvin ist der an der Mündung des Baches Achtaragda in den Wilui-Fluss mit Vesuvian (Wiluit) und Grossular vorkommende Achtaragdit, welcher eingewachsene (bis 2 Cm. grosse) Trigondodekaëder $\frac{2O2}{2}$ und vollkommene Durchkreuzungszwillinge bildet, aussen mit aschgrauer und compacter Rinde, innen fast weiss und erdig. Die chem. Zus. (frei von Schwefel) lässt sich als ein Gemenge von 71 Kalk-Thongranat und 29 pCt. Magnesiahydrat deuten. Anderseits ist in den Formen zersetzter Grossular erblickt worden. *Prendel*, welcher auch etwas Borsäure darin auffand, ist geneigt, sie für ein Umwandlungsproduct von Boracit zu betrachten.

**Danalith,** *Cooke.*

Regulär; eingesprengt und derb, zum Theil in bedeutenden Massen; aus den derben Massen lassen sich Oktaëder mit abgestumpften Kanten herausschlagen, deren Abstumpfungsflächen stark gestreift sind. Bruch muschelig; H. = 5,5 ... 6; G. = 3,35 ... 3,4; spröd; fleischroth bis grau, glas- bis fettglänzend, durchscheinend. Ebenfalls ein schwefelhaltiges Silicat; besteht nach den Analysen aus ca. 30 Kieselsäure, 14 Beryllerde, 28—37 Eisenoxydul, 5—18 Zinkoxyd, 6—11 Manganoxydul, 5 Schwefel; die Zus. ist also der des Helvins ganz analog: $(\mathbf{Fe,Be,Zn,Mn})^7[\mathbf{SiO}^4]^3\mathbf{S}$, deutbar in analoger Weise; es ist ein zinkhaltiger, sehr mangan-armer, eisenreicher Helvin. V. d. L. in Kanten leicht schmelzbar zu schwarzem Email; auf Kohle Zinkbeschlag; von Säuren leicht zersetzbar unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff und Abscheidung von Kieselsäure. — Im Granit von Cap Ann, und bei Gloucester, Massachusetts; Eisengrube von Bartlett, New-Hampshire; bei Redruth, Cornwall.

**Kieselwismut,** oder Eulytin, *Breithaupt* (Wismutblende).

Regulär, tetraëdrisch-hemiëdrisch, gewöhnliche Formen $\frac{2O2}{2}$ und $-\frac{2O2}{2}$, beide bisweilen im Gleichgewicht; untergeordnet $\frac{O}{2}$ und $\infty O\infty$. Krystalle sehr klein, oft krummflächig, einzeln aufgewachsen oder zu kleinen Drusen und kugeligen Gruppen vereinigt, auch kommen nicht selten Durchkreuzungszwillinge nach $\infty O\infty$ vor. —

Spaltb. nicht beobachtet; Bruch muschelig; H. = 5,5...6; G. = 6,106; nelkenbraun, gelblichbraun bis gelblichgrau, weingelb und graulichweiss, auch wohl rabenschwarz; Diamantglanz bis Fettglanz, durchsichtig und durchscheinend. Ein Zerfallen in einzelne doppeltbrechende Theile ist wohl als secundäre Erscheinung zu deuten. — Chem. Zus.: Das Wismutorthosilicat $Bi^4Si^3O^{12}$ oder $Bi^4[SiO^4]^3$, welchem entspricht: 83,74 Wismutoxyd und 16,26 Kieselsäure; die Analysen ergaben noch ca. 1 pCt. Eisenoxydphosphat. Schmilzt v. d. L. unter Aufwallen leicht zu brauner Perle; gibt mit Soda Wismutmetall, mit Phosphorsalz ein Kieselskelet; von Salzsäure zersetzt unter Abscheidung von Kieselgallert. — Schneeberg, Johanngeorgenstadt.

Die Substanz des Kieselwismuts ist dimorph, indem *Frenzel* zeigte, dass kleine weingelbe bis ölgrüne, auch wasserhelle Kugeln, welche auf Quarz von Johanngeorgenstadt und Schneeberg sitzen und nach *Groth* ein Aggregat monokliner Kryställchen sind, aus 81,82 Wismutoxyd, 16,67 Kieselsäure und 0,90 Eisenoxyd bestehen; *Frenzel* nannte das von regulärem Eulytin begleitete Mineral Agricolit. Auch auf der Grube Stamm Asser am Graul bei Schwarzenberg, wavellitähnlich auf Wismutocker.

## 8. Skapolithgruppe.

Die tetragonalen isomorphen Mineralien bis zum Sarkolith auf S. 659 bilden die eigentliche Skapolithgruppe. Die nicht sehr verbreiteten Glieder derselben sind rein gewöhnlich farblos und glasglänzend oder weiss und trübe, frei von färbenden Metallen. Nach den Deutungen von *Tschermak* (Sitzgsber. Wien. Akad. Bd. 83, Novbr. 1883; Min. u. petrogr. Mitth. VII. 400) lassen sich, ähnlich wie auf dem Gebiet der Feldspathgruppe, die hier bisher unterschiedenen Mineralien als eine fortlaufende Reihe von isomorphen Mischungen zweier Silicate auffassen, von welchen das eine in manchen Meioniten fast rein auftritt und demnach als Meionit (Me) bezeichnet werden kann, während das andere den grössten Theil des Marialiths ausmacht und daher auch von ihm mit dem Namen Marialith (Ma) belegt wurde. Die durch Abstraction aus den Analysen gewonnenen Formeln, welche ähnliche Gegensätze wie zwischen Anorthit und Albit zeigen, sind:

$$\text{Meionit} = Ca^4Al^6Si^6O^{25}, \qquad \text{Marialith} = Na^4Al^3Si^9O^{24}Cl.$$

Die procentarische Zusammens. der Endglieder und verschiedener Mischungen ist:

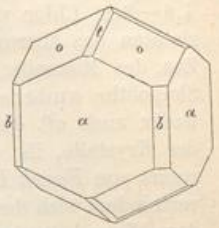
| | Me | $Me_4Ma_1$ | $Me_2Ma_1$ | $Me_1Ma_1$ | $Me_3Ma_7$ | $Me_1Ma_9$ | Ma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO^2$ . . . | 40,45 | 45,15 | 48,03 | 51,90 | 56,90 | 61,60 | 63,95 |
| $Al^2O^3$ . . | 34,38 | 31,13 | 29,16 | 26,47 | 23,00 | 19,74 | 18,12 |
| CaO . . . | 25,17 | 20,13 | 17,04 | 12,90 | 7,55 | 2,52 | — |
| $Na^2O$ . . | — | 2,94 | 4,76 | 7,15 | 10,28 | 13,22 | 14,69 |
| Cl . . . . | — | 0,84 | 1,35 | 2,04 | 2,93 | 3,77 | 4,19 |

Das Verhältniss von $CaO + Na^2O : Al^2O^3$ ist constant = 4 : 3. Der Chlorgehalt ist lange übersehen worden; chlorreiche Glieder zeigen die Silberreaction wie Sodalith. Ein Gehalt an Fe, Mg, K wird nur durch fremde Einschlüsse oder stattgefundene Veränderung hervorgebracht. — H. = 6...6,5. G. für Me = 2,764, für Ma = 2,540, in den Zwischengliedern steigend mit dem Gehalt an Me. Die Stärke der Doppelbrechung und die Höhe der Brechungsquotienten nimmt von Me zu Ma allmählich ab. Durch Salzsäure werden die kalkreichen, Me-reichen Glieder leicht und zwar ohne zu gelatiniren, die kalkarmen und natronreichen schwer zersetzt. Eingetretene Veränderungen bedingen einen Gehalt an Wasser und Kohlensäure.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

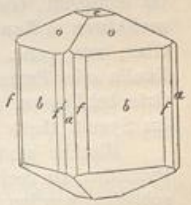
**Meionit,** *Haüy.*

Tetragonal und zwar pyramidal-hemiëdrisch; P (*o*) Randk. 63° 42′, Polk. 136° 11′; A.-V. = 1 : 0,4393. Gewöhnl. kurzsäulenförmige Comb. ∞P∞ . P . ∞P, wie *a*, *o* und *b* in der Figur, bisweilen mit P∞ (*t*), 0P, ∞P2 u. a. untergeordneten Formen. Die Hemiëdrie wird durch das Auftreten von 3P3 als Tritopyramide, durch die Form der Subindividuen und Aetzfiguren erwiesen. — Spaltb. nach ∞P∞ ziemlich vollk., weniger nach ∞P. Bruch muschelig; H. = 5,5 ... 6; G. = 2,6 ... 2,74; farblos und weiss, Glasglanz, durchsichtig und durchscheinend; Doppelbrechung negativ. — Chem. Zus.: *Tschermak* hat vorgeschlagen, als Meionit diejenigen Glieder der Skapolithgruppe zu bezeichnen, welche von dem Grenzglied **Me** bis zur Mischung $\mathbf{Me_2Ma}$ gehen, in welchen also theoretisch der Gehalt an Kieselsäure von 40,5—48, an Thonerde 29—34,4, an Kalk 17—25,2, an Natron 0—4,8, an Chlor 0—1,4 pCt. betragen würde. *Neminar* erhielt z. B. bei dem Vorkommen vom Vesuv: 43,36 Kieselsäure, 32,09 Thonerde, 21,45 Kalk, 0,31 Magnesia, 1,35 Natron, 0,76 Kali, 1,14 Chlor, 0,72 Kohlensäure, 0,27 Wasser. Noch näher der oben als **Me** angeführten Substanz kommt eine ältere Analyse von *Stromeyer*. Schmilzt v. d. L. unter starkem Aufschäumen zu blasigem farblosem Glas; von Salzsäure wird er völlig aufgelöst, und aus der Sol. beim Abdampfen die Kieselsäure als Pulver ausgeschieden. — Vesuv, in den Kalkauswürflingen der Somma; im trachytischen Lavastrom vom Arso auf Ischia; in Auswürflingen am Laacher See.



Die eben angeführten Mischungsverhältnisse sind auch einigen der unter dem Namen Wernerit und Skapolith aufgeführten Vorkommnisse eigen, trüben, oft graulich, grünlich, bläulich gefärbten Krystallen; so gewissen Skapolithen von Pargas und Bolton; *Tschermak* schlägt vor, für diese Glieder speciell die Bezeichnung Wernerit zu reserviren.

Einige in diese Abtheilung zu stellende Skapolithglieder sind früher mit besonderen Namen belegt worden. Dazu gehören: der Nuttalit von Bolton in Massachusetts und Diana in New-York, mit P 64° 40′; Comb. ∞P . ∞P∞ . P, säulenförmig; aschgrau und grünlichgrau bis graulichschwarz. Der Atheriastit von Arendal, wahrscheinlich nur ein zersetzter Skapolith dieser Art. Der licht indigblaue Glaukolith aus dem Thal der Slüdianka, einem Zufluss des Baikalsees, mineralogisch und chemisch ein Skapolith. Ferner ist der Strogonowit aus derselben Gegend nur ein mehr oder weniger zersetzter und daher etwas Kohlensäure haltender Skapolith (dieser Art), wie *v. Kokscharow* gezeigt hat.



**Mizzonit,** *Scacchi.*

Dies dem Meionit sehr ähnliche und in Sanidin-Auswürflingen am Monte Somma sowie am Laacher See vorkommende Mineral unterscheidet sich dadurch, dass an den farblosen und glasglänzenden Krystallen ∞P stets vorwaltet, auch 0P oft ausgebildet ist (vgl. die Figur). — Randk. von P 64°; ω = 1,563, ε = 1,540 für Gelb. G. = 2,623; die Zus. führt auf die Mischung $\mathbf{MeMa_2}$. Das feine Pulver ist in Salzsäure nur wenig löslich.

**Skapolith,** *Werner* (Wernerit, Paranthin).

Tetragonal; P 63° 42′, also völlig isomorph mit Meionit; gewöhnl. Combb. wie bei Meionit und Mizzonit; von den anderen seltenen Formen sind wohl ∞P2 und 3P3 pyramidal-hemiëdrisch ausgebildet. Krystalle oft sehr lang säulenförmig, eingewachsen, oder aufgewachsen und in Drusen vereinigt; auch in individualisirten Massen und grosskörnigen Aggregaten. — Spaltb. nach ∞P∞ ziemlich vollk., nach ∞P weniger deutlich, die Spaltungsflächen oft wie abgerissen erscheinend; H. = 5 ... 5,5; G. = 2,63 ... 2,79; farblos, zuweilen weiss, gewöhnlich gefärbt, doch nie lebhaft, verschiedentlich grau und grün, auch gelb und roth, Glasglanz z. Th. perlmutterähnlich, und Fettglanz; halbdurchsichtig bis undurchsichtig; Doppelbrechung negativ; ω = 1,566, ε = 1,545 für Roth. — Die chem. Zus. der als Skapolith und Wernerit bezeichneten Mineralien ergab sich als äusserst schwankend, und zwar einestheils, weil hier eben sehr

verschiedene isomorphe Mischungen der oben (S. 656) genannten Endsubstanzen vorliegen; *Tschermak* möchte den Namen Skapolith speciell auf diejenigen Glieder beschränken, in denen die Betheiligung der beiden Substanzen von $Me_2Ma$ bis $MeMa_2$ geht, daher die Kieselsäure von 48—55,7, Thonerde von 24—29, Kalk von 9—17, Natron von 4,8—9,6, Chlor von 1,4—2,75 schwankt. Diese Skapolithe stellen die trüberen Varietäten des Mizzonits dar. Der Sk. von Gouverneur in New-York hat fast genau die Zus. des Mizzonits vom Vesuv. Neben der an sich wechselnden Zus. sind aber die Skapolithe anderentheils auch noch sehr vielen Zersetzungsprocessen unterworfen, wofür auch oft das äussere trübe und matte Ansehen, die häufige grössere Weichheit der Krystalle, ihr oftmaliger Gehalt an Wasser, an kohlensaurem Kalk spricht. Der zuerst von *Frank D. Adams* und *Sipöcz* constatirte Gehalt an Chlor (und Schwefelsäure) vermindert sich bei beginnender Zersetzung und bei Glanzverlust, wird also leicht aus dem Mineral entfernt. Auch eine Umbildung in bestimmte andere Silicate ist nachgewiesen, so in Epidot (Arendal), in Albit (Krageröe), namentlich in Glimmer, wie in Biotit (Arendal, Bolton) und in Muscovit (Pargas). — V. d. L. schmelzen sie meist unter starkem Aufschäumen zu einer durchscheinenden, nicht weiter schmelzbaren Masse; im Glasrohr geben manche die Reaction auf Fluor; mit Kobaltsolution werden sie blau; von Salzsäure werden sie als Pulver zerlegt, ohne Bildung von Kieselgallert; die stark umgewandelten kieselsäurereichen sind unschmelzbar und auch unzersetzbar. — In Kalksteinen (z. Th. contactmetamorphischer Natur) und auf Magneteisenlagern: Arendal in Norwegen, Tunaberg, Malsjö, Sjösa in Schweden, Pargas, Hirvensalo u. a. O. in Finnland; an den Ufern der Slüdianka unweit des Baikalsees in sehr grossen Krystallen und reichhaltigen Combinationen; Bolton und viele a. O. in Massachusetts, Two Ponds, Amity und Edenville in New-York, Franklin in New-Jersey. Als Gemengtheil in schwedischen Amphiboliten und Gneissen, in Augitgneissen des niederösterr. Waldviertels, verbreitet in Gesteinen des Herero-Landes. Als Umwandlungsproduct des Plagioklases in pyrenäischen Ophiten. Auch auf den südnorwegischen Apatitlagerstätten zwischen Langesund und Risör, namentlich bei Oedegaarden und Bamle ist der Plagioklas des Gabbros in Sk. (der Pyroxen in Hornblende) umgewandelt.

Zu den Skapolithen gehört auch der optisch negativ einaxige, rechtwinkelig spaltbare Passauit oder Porzellanspath. H. = 5,5; G. = 2,67...2,69; gelblichweiss, graulichweiss bis lichtgrau, Glasglanz, auf der vollk. Spaltungsfläche fast Perlmutterglanz, durchscheinend meist nur in Kanten. V. d. L. schmilzt er ziemlich leicht unter Aufwallen zu farblosem blasigem Glas; von conc. Salzsäure wird er zerlegt. Durch Zersetzung liefert er wie der Feldspath Kaolin oder Porzellanthon, worauf sich der eine Name bezieht. — Obernzell, Pfaffenreuth u. a. Orte bei Passau, theils säulenförmige Krystalle im Feldspath oder derbe putzenförmige Partieen im Syenit, theils Nester und Lagen im körnigen Kalk bildend.

Hierher sind auch die beiden tetragonalen und optisch einaxigen Mineralien aus den Pyrenäen zu rechnen, welche ohne eigentlichen Grund als Dipyr und Couseranit unterschieden wurden und hauptsächlich in metamorphischen Kalken (und Schiefern) vorkommen. Der Dipyr zeigt bisweilen ausser $\infty P\infty$ und $\infty P$ noch P (64°4′), erscheint aber meist blos als unvollkommen ausgebildete, an den Enden abgerundete perlgraupenähnliche Säulchen, gewöhnlich nur 4 bis 7 Mm. lang, weiss, bläulichgrau oder röthlich, schwach glänzend, kantendurchscheinend. Libarens südl. von Mauléon, Angoumer bei Luzenac, Bäder von Aulus, Thäler von Esbint und Erce, Pouzac bei Bagnères de Bigorre u. a. O. in den Pyrenäen. *Salomon* nennt Dipyr prismatische Krystalle aus den (durch Tonalit) contactmetamorphischen Kalken von Breno in der Adamellogruppe. — Der pyrenäische Couseranit (genannt nach der Landschaft Couserans), der ein Veränderungsproduct des Dipyrs zu sein scheint, kommt theilweise mit letzterem vor, bildet weisse, graue oder schwärzliche vertical gestreifte Säulen ohne Endflächen oder Büschelaggregate. Die früher als Couseranit geltenden schwarzen Prismen in den dunkeln pyrenäischen Glimmerschiefern sind durch Kohlenstoff gefärbte Andalusite. Couseranit wurde ferner ein Skapolith aus dem körnigen Kalk von Canaan in Connecticut genannt. — Nach *Dana* ist auch der Algerit von Franklin in New-Jersey ein Skapolith; seine dünnen strohgelben, glasglänzenden Prismen werden bisweilen 5 bis 8 Cm. lang und sind oft gekrümmt in Kalkstein eingewachsen. — Weiter gehören hierher der Chelmsfordit von Chelmsford in Massachusetts, der bläulichgraue Gabbronit von Arendal, der Ekebergit von Hesselkulla in Örebro, der rosenrothe Wilsonit und der Riponit, beide aus Canada.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Marialith,** *G. vom Rath.*

Tetragonal, in der Form der sehr kleinen wasserhellen Prismen mehr an den Meionit als an den Mizzonit erinnernd. G. = 2,566. — Chem. Zus. nach einer mit äusserst wenig Material angestellten Analyse: 62,28 Kieselsäure, 24,67 Thonerde, 4,60 Kalk, 0,30 Magnesia, 9,31 Natron, 1,14 Kali (Chlorgehalt nicht bestimmt, *Rammelsberg* fand 4 pCt.); diese Zus. erreicht beinahe die des von *Tschermak* angenommenen Endgliedes **Ma** der Skapolithreihe. Im Piperno von Pianura theils in der Grundmasse, theils auf Poren. — Sehr kieselsäurereiche trübe sog. Skapolithe (z. B. von Bolton, auch von Ripon in Quebec) kommen in der Zus. dem Marialith ziemlich nahe.

**Sarkolith,** *Thomson.*

Tetragonal; P 102°58′; A.-V. = 1 : 0,8874; Comb. ∞P∞ . 0P.P, fast wie der sog. Mittelkrystall zwischen O und ∞O∞ erscheinend (daher die frühere Verwechselung mit Analcim), nebst untergeordneten z. Th. pyramidal-hemiëdrischen Formen. H. = 5,5...6; G. = 2,54 *Brooke*, 2,932 *Rammelsberg*; röthlichweiss bis fleischroth; Glasglanz, durchscheinend; Doppelbrechung pos. — Chem. Zus.: $(Ca,Na^2)^3Al^2Si^3O^{12}$, an die des Granats erinnernd; *Rammelsberg* erhielt z. B. 40,51 Kieselsäure, 24,54 Thonerde, 32,36 Kalk, 3,30 Natron, 1,20 Kali. Von Säuren unter Bildung von Kieselgallert zersetzt. — Selten in Auswürflingen des Vesuvs.

**Melilith,** *Fleuriau de Bellevue* (Humboldtilith, Sommervillit).

Tetragonal; P (*a*) Polk. 65° 30′, Randk. 135° 1′ nach *Des Cloizeaux*, die Winkel etwas schwankend; A.-V. = 1 : 0,4548; gewöhnl. Comb. 0P.∞P∞, meist dick tafelartig oder kurz säulenförmig; untergeordnet noch ∞P, ∞P3, selten P. Zuweilen kommen auch lang säulenförmige Krystalle vor, welche durch die oscillatorische Combination aller drei Prismen fast cylindrisch erscheinen, ferner strahlige Aggregate, während die Krystalle gewöhnlich einzeln aufgewachsen sind. Selten Zwillinge mit fast rechtwinkelig gekreuzten Hauptaxen. — Spaltb. basisch, mehr oder weniger deutlich; H. = 5...5,5; G. = 2,90...2,95; gelblichweiss bis honiggelb und gelblichbraun, die Humboldtilith genannte, sonst ganz übereinstimmende Var. vom Vesuv meist hellgrau bis gelblichgrau; Glasglanz oder Fettglanz; meist nur in Kanten durchscheinend, zuweilen bis halbdurchsichtig; Doppelbrechung wechselnd und sehr schwach, meist negativ ($\omega$ = 1,6312, $\varepsilon$ = 1,6262 für Roth), bisweilen positiv. — Chem. Zus. nach den Analysen sehr schwankend, so dass die Aufstellung einer Formel kaum möglich erscheint; im Allgemeinen hält das Mineral Kieselsäure, Thonerde, Kalk, Magnesia, Natron; die am besten übereinstimmenden Analysen von *Damour* ergaben 38 bis 41 pCt. Kieselsäure, 6 bis 11 Thonerde nebst 4 bis 10 Eisenoxyd, 32 Kalk nebst 4 bis 7 Magnesia und 2 bis 4 Natron. Vielleicht wird die Zus. durch $(Ca,Mg,Na^2)^7(Al,Fe)^2[SiO^4]^5$ ausgedrückt. Nach *J. H. L. Vogt* wäre der M. eine Mischung von ungefähr gleichen Theilen optisch negativen Gehlenits $R^3Al^2Si^2O^{10}$ und der als Mineral nicht vorkommenden, sich aber in Schlacken ausscheidenden, ebenfalls tetragonalen, jedoch optisch positiven Substanz Åkermanit, $Ca^4Si^3O^{10}$; in der letzteren würde die Atomgruppe CaSi die aequivalente $Al^2$ des Gehlenits ersetzen. V. d. L. schmilzt er z. Th. schwierig zu hellgrauem oder auch schwärzlichem Glas; von Säuren zersetzt unter Abscheidung von Kieselgallert. — Makroskopische Individuen in den Hohlräumen von Laven: Capo di Bove bei Rom, Vesuv, Herchenberg im Brohlthal. Meist nur mikroskopischer Gemengtheil dunkler basischer jüngerer Eruptivmassen, in Leucit und Nephelin führenden basaltischen Gesteinen, auch mit Augit einen Hauptgemengtheil der Melilithbasalte bildend (*F. Zirkel*, Basaltgest. 1870. 77; *Stelzner*, N. Jahrb. f. Min. Beilageb. II. 1882. 369); z. B. schwäbische Alp, Eifel, Erzgebirge, Hessen, Alnö in Schweden; die hier vorherrschenden dünnen Tafeln mit meist rechteckig leistenförmigen Verticalschnitten zeigen senkrecht auf die Längsseiten (0P) u. d. M. eigenthümliche pflock- oder spatelähnliche Gebilde, welche, parallel gestellt, mehr oder weniger weit in das Innere reichen

0P.∞P∞.∞P.∞P3.P
*P M d c a*

*M* : *d* = 135° 0′
*M* : *c* = 161 34
*P* : *a* = 147 15



und vielleicht aus Glassubstanz bestehen; an ihrer Stelle erscheint manchmal eine feine Faserung.

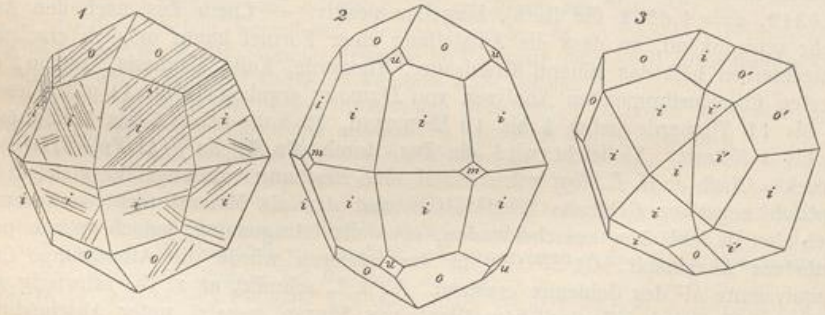
### Gehlenit, *Fuchs.*

Tetragonal; P 59° 0′; auch 2P, eine Deuteropyramide und das ditetragonale Prisma ∞P3; A.-V. = 1 : 0,400; ziemlich homöomorph mit Melilith; meist erscheint nur die einfache Comb. 0P.∞P∞, dick tafelartig oder kurz säulenförmig; die Krystalle eingewachsen oder zu lockeren Aggregaten verbunden. — Spaltb. basisch ziemlich vollk., nach ∞P∞ in Spuren; H. = 5,5...6; G. = 2,98...3,1; berg-, lauch-, olivengrün bis leberbraun; schwach fettglänzend, kantendurchscheinend bis undurchsichtig; Doppelbrechung negativ. — Chem. Zus.: $Ca^3Al^2Si^2O^{10}$, auch deutbar als das basische Orthosilicat $Ca^3[AlO]^2[SiO^4]^2$. *Rammelsberg* fand z. B.: 29,78 Kieselsäure, 22,02 Thonerde, 3,22 Eisenoxyd, 1,82 Eisenoxydul, 37,90 Kalk, 3,88 Magnesia, 1,28 Wasser. Bisweilen im zersetzten Zustande mit grösserem secundärem Gehalt an Wasser, auch solchem an kohlensaurem Kalk. V. d. L. in sehr dünnen Splittern nur schwer schmelzbar, auch in Borax und Phosphorsalz sehr schwierig zu lösen; von Salzsäure, sowohl vor als nach dem Glühen, unter Gelatiniren völlig zersetzbar. — Monzoniberg im tiroler Fassathal in contactmetamorphischem Kalkstein; Oravicza im Banat. — G. wandelt sich um in Steatit, auch in ein Aggregat von Fassait und Grossular.

## 9. Nephelingruppe.

### Leucit, *Werner.*

Die äussere Krystallform des Leucits ist das reguläre Ikositetraëder 202 (höchst untergeordnet und selten mit ∞O und ∞O∞), doch bildet diese Gestalt oft, wenigstens für grössere Krystalle, nur den Rahmen, innerhalb dessen eine Molecular-Umlagerung in ein minder symmetrisches, nicht reguläres (vielleicht das rhombische) System unter sehr complicirter gegenseitiger Verbindung der kleinen Individuen desselben stattgefunden hat. Nachdem schon lange von Mehren eine Zusammensetzung der Krystalle aus doppeltbrechenden Lamellen constatirt war, gelangte *vom Rath* an aufgewachsenen Krystallen vesuvischer Drusen, auf Grund von Winkelmessungen, die etwas von dem regulären System abwichen, sowie einer oberflächlichen Streifung, welche auf eine im regulären System unmögliche Zwillingsbildung nach ∞O verwies (Fig. 1) dazu, das




Ikositetraëder nur als Scheingestalt, in Wirklichkeit als die tetragonale Combination von P (*o*) mit 4P2 (*i*) anzuerkennen, mit ausserordentlich oft wiederholter polysynthetisch-lamellarer Zwillingsbildung nach 2P∞ (*u*), also blos nach einem Theil der scheinbaren Rhombendodekaëderflächen. Fig. 3 ist ein nach solchem Gesetz gewachsener einfacher Zwilling, wobei oft das eine Individuum noch weit mehr verkürzt erscheint. *Hirschwald* machte darauf im Gegensatz zu *vom Rath* die ganz richtige Beobachtung, dass an dem Leucit die polysynthetische Zwillingsbildung nach allen Flächen des scheinbaren Rhombendodekaëders, also nicht blos nach *u*, sondern auch nach *m* (∞P) vor sich geht; dadurch wird aber das tetragonale System ausgeschlossen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

weil hier nach der Symmetrie-Ebene ∞P eine Zwillingsbildung unmöglich ist. Während nun inzwischen bei den Leucit-Formen trotz ihres constanten regulären Typus überhaupt mancherlei Schwankungen der Winkel wahrgenommen waren, kam *Weisbach* zu dem Schluss, dass ein völlig durchsichtiger Krystall aus dem Albaner Gebirge auch äusserlich rhombisch sei; das scheinbare 202 zerlöse sich dabei in die 3 rhombischen Pyramiden: P (mit Polkk. 130° 43′ und 132° 33′), darüber liegend $4\breve{P}2$ und $4\breve{P}2$; das scheinbare ∞O zerfalle alsdann in die rhombischen Partialformen ∞P, $2\breve{P}\infty$, $2\bar{P}\infty$. — Darauf stellte *C. Klein* die aufklärende Thatsache fest, dass eine auf ca. 560° erhitzte dünne Platte von L. eine völlige Isotropie gewinnt, die sich aber beim Erkalten sehr rasch verliert, wobei meist der doppeltbrechende Zustand der anfänglichen Beobachtungstemperatur wieder unverändert eintritt. Darnach ist anzunehmen, der L. habe sich ursprünglich beim Entstehen als regulärer Körper gebildet, und seine jetzige Erscheinungsweise sei eine Folge geänderter Molecularanordnung, welche beim Sinken der Temperatur Platz griff (vgl. S. 250). Der Aufbau der Krystalle ist im Allgemeinen so, dass drei sich durchkreuzende Individuen vorkommen, die entweder gleichmässig oder ungleichmässig entwickelt sein können, von denen aber auch eines zur ausschliesslichen Herrschaft gelangt sein kann; diese Grundindividuen sind verzwillingt nach allen Flächen des Dodekaëders früherer Bedeutung. Der bei seiner Bildung regulär gewesene L. besteht also jetzt, wenigstens bei grösseren Krystallen innerlich aus Individuen eines nicht-regulären zweiaxigen (wohl rhombischen) Systems, wobei die äussere geometrische Form trotz der erfolgten Deformation noch immer die volle Erinnerung an die reguläre Symmetrie bewahrt. Mit der secundären Entstehung der optischen Feldergrenzen der Zwillingslamellen hängt zusammen, dass die mikroskopischen Einschlüsse nicht an diese gebunden sind, sondern darüber hinwegziehen. Gewisse beobachtete Erscheinungen im pol. Licht, welche mit rhombischer Symmetrie nicht direct vereinbar sind, können nach *Klein* auf Spannungen zurückgeführt werden.

Die Krystalle des Leucits sind meist rundum ausgebildet und einzeln eingewachsen, selten aufgewachsen und zu Drusen gruppirt, auch finden sich krystallinische Körner und körnige Aggregate. Die Leucite, in den Gesteinsschliffen gewöhnlich mehr oder weniger regelmässige Achtecke liefernd, haben die namentlich bei den kleineren hervortretende charakteristische Tendenz, fremde mikroskopische Körperchen (z. B. Mikrolithen von Augit oder Feldspath, Magneteisen-, Glas- und Schlackenkörnchen) so in sich einzuschliessen, dass in den Durchschnitten die Gruppirungsfigur derselben dem äusseren Leucitumriss conform ist (Fig. 292 S. 158). Seltener als die concentrisch zonale kränzchenähnliche Einbettung fremder Gebilde ist eine concentrisch radiale. Die Fig. zeigt den allmählichen Wachsthumsfortschritt von einfachen Skeletten an bis zu vollständigen Krystallen mit Glaseinschlüssen (aus dem Gestein der Beerpaw Mts, Montana, nach *Pirsson*). — Ohne deutliche Spaltb.; Bruch muschelig; H. = 5,5 ... 6;



G. = 2,45 ... 2,50, rein und normal 2,464; graulichweiss bis aschgrau, auch gelblich- und röthlichweiss; Glasglanz, im Bruch Fettglanz, halbdurchsichtig bis kantendurchscheinend. Brechungsquotienten sehr niedrig und Doppelbrechung äusserst schwach, ω = 1,508, ε = 1,509; die mikroskopischen Leucite sind meistens ganz isotrop und zeigen nicht die polarisirenden Streifensysteme der grösseren. — Chem. Zus.: Das neutrale Metasilicat $\mathbf{KAl[SiO^3]^2}$, mit 55,02 Kieselsäure, 23,40 Thonerde, 21,58 Kali; viele Leucite enthalten aber neben Kali auch mehr oder weniger Natron, welches in den zersetzten Varr. sogar vorwaltend werden kann; Spuren von Li, auch von Rb und Cs sind spectralanalytisch nachgewiesen. — V. d. L. unschmelzbar und unveränderlich; mit Kobaltsolution wird er schön blau; Borax löst ihn zu wasserhellem Glas; das Pulver zeigt

alkalische Reaction, und wird von Salzsäure vollständig zersetzt unter Abscheidung von Kieselpulver. — Makroskopischer Gemengtheil der Laven des Vesuvs und der Umgegend von Rom, Viterbo und Acquapendente, Rocca Monfina, Rieden am Laacher See, am Kaiserstuhl, hier jedoch zersetzt und (wahrscheinlich durch natronhaltige Gewässer) unter Ersetzung des Kalis in die Analcim-Zusammensetzung übergeführt. *Lemberg* hat diese Umwandlung künstlich durch Natronsalz-Lösung nachgeahmt, zugleich aber auch das Resultat erhalten, dass umgekehrt der Analcim durch gelöste Kalisalze wieder in Leucitsubstanz übergeführt wird. Mikroskopischer Gemengtheil vieler jüngerer quarzfreier meist basischer Effusivgesteine, Leucitit, Leucitbasalt, Leucitbasanit, Leucittephrit, mit Nephelin, Plagioklas, Augit, auch im Leucitphonolith und Leucittrachyt; das Gestein der Leucite-Hills in Wyoming besteht zum grössten Theil aus Leucit; sehr selten in den entsprechenden älteren Gesteinen. — Sehr grosse und äusserst scharfe, aber zersetzte Krystalle finden sich lose auf den Feldern von Oberwiesenthal im Erzgebirge und bestehen, nachdem sie eine Umwandlung zunächst in Analcim durchgemacht haben, nunmehr zu etwa $\frac{3}{4}$ aus Kalifeldspath, $\frac{1}{4}$ aus Kaliglimmer. In älteren Vesuvgesteinen kommen Krystalle von Leucitform vor, welche in ein Aggregat von Sanidin und Nephelin umgewandelt sind. In den Drusen der vesuvischen Auswurfsblöcke sind auch durch Sublimation Leucitkrystalle entstanden (*Scacchi* und *vom Rath*).

**Pollux,** *Breithaupt.* Pollucit.

Regulär, gewöhnlich die Comb. $\infty O\infty . 2O2$, auch wohl mit $\infty O$; deutliche Krystalle sind aber selten, meist erscheint er in ungestalteten, vielfach eingeschnittenen, eckigen oder abgerundeten, z. Th. hyalitähnlichen Formen, auch körnig. Bruch muschelig mit undeutlichen Spuren von Spaltb.; H. = 6,5...7; G. = 2,9...3,1; farblos, stark glasglänzend, durchsichtig, überhaupt klarem Hyalit, oft auch reinem Kampher sehr ähnlich; einfachbrechend. — Chem. Zus. durch den ganz wesentlichen Gehalt an dem sehr seltenen Element Caesium bemerkenswerth, wahrscheinlich der Formel $H^2Cs^4Al^4[SiO^3]^9$ entsprechend; eine Analyse von *Wells* ergab z. B. 43,48 Kieselsäure, 16,41 Thonerde, 36,77 Caesiumoxyd, 1,72 Natron, 1,53 Wasser, ganz geringe Mengen von Kalk, Kali, Lithion. Das Wasser entweicht erst beim Glühen, wobei das Mineral trübe wird; v. d. L. runden sich dünne Splitter an den Kanten zu emailähnlichem Glas und färben dabei die Flamme röthlichgelb; auf Platindraht mit Fluorammonium erhitzt und dann mit Salzsäure befeuchtet zeigt er im Spectroskop die zwei blauen Streifen des Caesiums. Durch Salzsäure langsam unter Abscheidung pulveriger Kieselsäure zerlegbar; die Sol. gibt mit Platinchlorid reichlichen Niederschlag von Caesiumplatinchlorid. — Sehr selten in Drusen der Turmalingranitgänge von San Piero in Campo auf Elba; Hebron in Maine.

## Nephelin und Eläolith.

Hexagonal; P ($x$) Randk. 88° 11′; Polk. 139° 17′; A.-V. = 1 : 0,8389; gewöhnliche Comb. $\infty P . 0P$ und $\infty P . 0P . P$, wie die Figur; doch kommen auch reichhaltigere Combinationen vor, in welchen besonders verschiedene Protopyramiden, $2P2$ und $\infty P2$ erscheinen. Jedoch ist der N. nach *Baumhauer* auf Grund der Aetzfiguren nicht holoëdrisch, sondern pyramidal- oder trapezoëdrisch hemiëdrisch und zugleich hemimorph nach der Verticalaxe (vgl. S. 95, 136); ferner auch noch verzwillingt nach $\infty P2$ und $0P$, wodurch sich auf den Prismenflächen eine vierfach abweichende Lage der unsymmetrischen Aetzfiguren zeigt. — Krystalle meist klein, einzeln eingewachsen oder aufgewachsen und dann zu kleinen Drusen gruppirt; auch in individualisirten Massen und grosskörnigen Partieen; selten in Pseudomorphosen nach Meionit. — Spaltb. basisch und nach $\infty P$ unvollk.; Bruch muschelig bis uneben; H. = 5,5...6; G. = 2,58...2,64; theils weiss und ungefärbt (Nephelin); theils gefärbt, besonders grünlichgrau, berggrün bis lauchgrün und entenblau, oder gelblichgrau, röthlichgrau bis fleischroth und licht gelblichbraun (Eläolith); die grünliche Farbe kommt von fein eingemengten chloritischen Substanzen, die röthliche von Eisenoxydhydratkörnchen her. Glasglanz auf Krystallflächen, im Bruch ausgezeichneter Fettglanz, durchsichtig bis kantendurchscheinend; Doppelbrechung schwach, negativ, $\omega = 1{,}541$, $\varepsilon = 1{,}537$. —




UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Chem. Zus.: Wahrscheinlich zufolge *Scheerer* und *Rauff* der Formel $R^8Al^8Si^9O^{34}$ entsprechend, worin R ganz vorwiegend Na mit K, gewöhnlich im Verhältniss von 4 : 1 oder 5 : 1; auch ist in der Regel sehr wenig Kalk vorhanden. Der Durchschnitt der Analysen ergab *Rammelsberg*: 44,98 Kieselsäure, 34,49 Thonerde, 15,49 Natron, 4,63 Kali, 0,50 Kalk; *Rauff*: 44,08 Kieselsäure, 33,28 Thonerde, 16,00 Natron, 4,76 Kali, 1,85 Kalk, 0,15 Wasser. Die Analysen zeigen einen Kieselsäuregehalt, welcher für die früher vielfach angenommene einfachere Formel $RAlSiO^4$ (mit ca. 41,2 pCt. $SiO^2$) constant etwas zu hoch ist. *Doelter* fand freilich, dass diese letztere Mischung, künstlich zusammengeschmolzen, in der That mit Leichtigkeit wie Nephelin krystallisirt. Alle Nepheline enthalten nach *Rauff* auch höchst geringe Spuren von Chlor. V. d. L. schmilzt er schwierig (Nephelin) oder ziemlich leicht (Eläolith) zu blasigem Glas; mit Kobaltsolution wird er an den geschmolzenen Kanten blau; farblose und klare Splitter werden in Salpetersäure trübe; von Salzsäure vollkommen zersetzbar unter Abscheidung von Kieselgallert, aus der Lösung krystallisiren kleine Würfelchen von NaCl; das Pulver reagirt deutlich alkalisch.

Der Nephelin begreift die farblosen, weissen und grauen, stark durchscheinenden, krystallisirten Varietäten, wie sie namentlich in den jüngeren Eruptivgesteinen auftreten: Makroskopisch am Vesuv, Capo di Bove bei Rom, Katzenbuckel im Odenwald, Löbauer Berg in Sachsen, Meiches in Hessen u. a. O. Mikroskopisch ein wesentlicher Gemengtheil der Phonolithe, Nephelinite, Nephelinbasalte, Nephelinbasanite, Nephelintephrite, accessorisch auch in basaltischen Leucitgesteinen; in den Dünnschliffen mit sechseckigen und kurz-rechteckigen (auch quadratischen) Durchschnitten, daneben auch als ganz unregelmässig contourirte aber individualisirte Partieen, oft in trübe zeolithische Fasern mit Aggregatpolarisation umgewandelt. Eläolith bildet die stark fettglänzenden grünen, rothen, trüben und derben Varietäten aus den alten Eläolithsyeniten und -Porphyren: Südküste von Norwegen, Halbinsel Kola, Serra de Monchique in Portugal, Grönland, Miask, Ditró; Hot Springs in Arkansas; Serra de Tinguá in Brasilien, Litchfield in Maine. Den krystallinischen Schiefern sind diese Mineralien ganz fremd. Eine Umwandlung des Eläoliths erfolgt in Spreustein, Natrolith u. a. Zeolithe, wie Thomsonit und Analcim; auch in Sodalith und Cancrinit; ferner gehen aus E. die beiden in Pseudomorphosen von der Form $\infty P.0P$ vorliegenden grünlichgrauen Substanzen Liebenerit und Gieseckit hervor, welche wohl vorwiegend Muscovit-Aggregate sind; ersterer findet sich in dem an platten ziegelrothen Orthoklasen reichen Porphyr des Monte Viezena bei Forno und Predazzo im Fleimser Thal in Tirol, letzterer an den Fjorden Igaliko und Kangerdluarsuk in Grönland.

Kaliophilit sind dünne farblose (optisch einaxig negative) Nädelchen, welche in den vorwiegend aus Augit und Melilith bestehenden Auswurfsblöcken des Monte Somma sitzen und wesentlich auf die Orthosilicatformel $KAlSiO^4$ führen; sie sind gewissermassen fast reiner Kali-Nephelin, sofern für den eigentlichen Nephelin die oben an zweiter Stelle angeführte Formel in Anspruch genommen wird; der Kaligehalt (27,20 pCt.) ist in keinem anderen Silicat grösser. Mit dem von *Mierisch* aufgefundenen Kaliophilit scheint *Scacchi*'s ebendort später bestimmter und benannter Phacelit ganz identisch zu sein. — Eine ganz analoge Zus., $LiAlSiO^4$ (mit 47,6 Kieselsäure, 40,5 Thonerde, 11,9 Lithion) hat der hexagonale farblose Eukryptit (*Brush* und *Dana*), welcher im Albit von Branchville, Connecticut, mikroskopische Einwachsungen darstellt, die ähnlich den Quarzen im Schriftgranit z. Th. nur als randliche Schalen ausgebildet sind; beide Mineralien sind aus Spodumen entstanden.

**Cancrinit,** *G. Rose.*

Hexagonal, sehr selten prismatische Krystalle mit stumpfer Pyramide; $P : 0P$ = ca. 145°; A.-V. = 1 : 0,4224; gewöhnlich derb in individualisirten Massen und stengeligen Aggregaten. — Spaltb. nach $\infty P$ vollk., auch basisch deutlich. H. = 5...5,5; G. = 2,42...2,46; weisslich, rosenroth (durch mikrosk. Eisenoxydschüppchen), citrongelb, grün und bläulichgrün. Auf Spaltungsflächen Glas- bis Perlmutterglanz, auf Bruchflächen Fettglanz; durchsichtig bis durchscheinend; negative Doppelbrechung stärker als bei Nephelin, $\omega = 1{,}523$, $\varepsilon = 1{,}496$. — Chem. Zus.: Ein Silicat vorwiegend von Al, Na und Ca, ausserdem Kohlensäure und Wasser. Die Cancrinite von Ditró und von Litchfield (eingeklammerte Zahlen) lieferten *Tschermak* und

*Clarke*: 37,2 (36,3) Kieselsäure, 30,3 (30,1) Thonerde, 5,1 (4,3) Kalk, 17,4 (19,5) Natron, 4,0 (3,0) Wasser, 5,2 (6,9) Kohlensäure. Wird Ca zu Na gerechnet, so ergibt sich nach *Clarke* die Formel $H^3Na^5Al^4[SiO^4]^4[CO^4]$. Da in der frischen Substanz u. d. M. ein Carbonat nicht zu erblicken ist, so bildet die in den verschiedenen Analysen auch quantitativ recht übereinstimmende Kohlensäure wohl einen integrirenden Bestandtheil der Mineralsubstanz, vielleicht als das Radical $[NaCO^3]$. Jedenfalls ist der C. kein durch Kohlensäure-Aufnahme veränderter Nephelin. Beim Glühen trübt er sich — im Gegensatz zu dem dann unverändert bleibenden frischen Nephelin — gleichmässig, wahrscheinlich durch Verlust der Kohlensäure. Schmilzt v. d. L. ziemlich leicht zu weissem blasigem Glas; löst sich schon in kalter Salzsäure unter starkem Aufbrausen völlig, aus der klaren Solution wird erst beim Kochen oder Abdampfen Kieselgallert ausgeschieden; auch Oxalsäure löst ihn unter Abscheidung von oxalsaurem Kalk. — Gemengtheil von Eläolithsyeniten, oft mit Sodalith: Ditró in Siebenbürgen (bis nussgrosse rosaröthliche Partieen), Barkevik im südl. Norwegen (gelblich, wird beim Erhitzen weiss), Siksjöberg in Dalarne, Schweden (mit Aegirin, frisch farblos), Miask, Tunkinsk in Sibirien, Litchfield in Maine, Dungannon in Ontario; bisweilen in Spreustein (Natrolith) umgewandelt.

**Davyn** und **Mikrosommit.**

Der Davyn erscheint theils in einfachen hexagonalen Prismen mit der Basis, theils in Krystallformen, wie beistehende Comb. $\infty P.\infty P2.0P.P$, wobei die Pyramide P (*r*) die Randk. 51°46′, die Polk. 154°55′ hat, daher fast völlig mit der am Nephelin bekannten Pyramide $\frac{1}{2}P$ übereinstimmt; nach den Aetzfiguren aber holoëdrisch. A.-V. = 1 : 0,4183. Krystalle schlank säulenförmig bis nadelförmig, milchig glasglänzend bis seidenglänzend, wasserhell bis graulichweiss; mitunter von sehr kleinen Dimensionen (Mikrosommit). Spaltb. recht vollk. nach $\infty P$, wenig nach 0P. H. = 6; G. = 2,4...2,5. — Analysen von *Rauff* an sog. Mikrosommit ergaben im Mittel: 32,21 Kieselsäure, 28,52 Thonerde, 10,53 Kalk, 11,20 Natron, 7,13 Kali, 7,04 Chlor, 3,94 Schwefelsäure, 1,42 Kohlensäure, ausserdem ist noch in sehr geringer Menge ein Sulfosalz beigemischt. *G. vom Rath*, welcher etwa 1500 Krystalle von 1 Decigr. Gesammtgewicht analysirte, erhielt: 33,0 Kieselsäure, 29,0 Thonerde, 11,2 Kalk, 11,5 Kali, 8,7 Natron, 9,1 Chlor und 1,7 Schwefelsäure, in Summa 104,2. Der Gehalt an Chlor und Schwefelsäure scheint zu wechseln. Schmilzt v. d. L. unter Aufwallen leicht zu klarem etwas blasigem Glas. In Säuren mit Brausen und Abscheidung von Kieselgallert zersetzbar unter schwachem aber deutlichem Geruch nach Schwefelwasserstoff. — Am Vesuv in den älteren Auswürflingen des Monte Somma (Davyn). Der ursprünglich so genannte Mikrosommit (*Scacchi*) bildete als Sublimationsproduct in den Auswürflingen der Vesuv-Eruption von 1872 so kleine Kryställchen, dass ihrer 20 ungefähr 1 Mgr. wogen. Die in den älteren Auswürflingen auch als Mikrosommit bezeichneten grösseren Krystalle scheinen von dem Davyn nicht verschieden zu sein.




## Sodalith, *Thomson.*

Regulär (zufolge *Brögger* und *Bäckström* verweisen die Aetzfiguren auf tetraëdrische Hemiëdrie, wobei dann die scheinbar einfachen Krystalle Zwillinge nach den Würfelflächen sein müssten; eine hemiëdrische Flächenvertheilung ist aber noch nicht beobachtet). Gewöhnl. Form $\infty O$, auch $\infty O.\infty O\infty$, sehr selten mit O, 202, 404. Zwillinge nach O mit Durchkreuzung der Individuen nicht selten, häufig nach einer trigonalen Axe wie ein hexagonales Prisma in die Länge gezogen; auch in körnigen Aggregaten und individualisirten Massen. — Spaltb. nach $\infty O$ mehr oder weniger vollk.; Bruch muschelig bis uneben und splitterig; H. = 5,5; G. = 2,2...2,4; farblos, gelblichweiss, grünlichweiss, grünlichgrau bis spargelgrün, auch berliner- bis lasurblau; Glasglanz auf Krystallflächen, doch in den Fettglanz geneigt, welcher im Bruch sehr vollk. ist; durchscheinend; Brechungsquotient 1,483 für Na-Licht. — Chem. Zus.: $Na^4Al^3Si^3O^{12}Cl$, liefernd in 100 Theilen: 37,14 Kieselsäure, 31,60 Thonerde, 25,60 Natron, 7,31 Chlor (101,65). Die Formel kann auch als $Na^4[AlCl]Al^2[SiO^4]^3$ geschrieben werden, wobei der S. als ein »Alkaligranat« erscheint, indem anstatt der 3 zweiwerthigen Atome in den Granaten hier ausser 4 Na noch die zweiwerthige Gruppe [AlCl] auftritt (*Brögger* und *Bäckström*). Ein grüner S. vom Vesuv ergab *Rammelsberg* nur 2,6, ein blauer von Tihuanaco in Bolivien *E. Bamberger* nur 5,65 pCt. Chlor. V. d. L. schmilzt er theils ruhig, theils unter Aufblähen, mehr oder weniger schwer zu farblosem Glas; die blaue und grüne Farbe verschwindet meist schnell beim Erhitzen; von Salzsäure und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Salpetersäure leicht und völlig zersetzt unter Abscheidung von Kieselgallert. — In den Auswürflingen des Vesuvs und Albaner Gebirges, auch aufgewachsene Krystalle; häufiger accessorischer Gemengtheil der Eläolithsyenite, meist nur derb: Ditró (licht- bis dunkelblau), Langesundfjord u. a. O. in Südnorwegen, Halbinsel Kola, Miask, Kangerdluarsuk in Grönland (grün), Litchfield in Maine (intensiv blau). Meist nur mikroskopischer aber scharf krystallisirter Gemengtheil in Trachyten und Phonolithen, auch auf deren Klüften (Cumae, Monte Olibano bei Pozzuoli, Scarrupata auf Ischia, Cabo de Gata); den krystallinischen Schiefern fremd. S. wandelt sich in Spreustein um.

**Haüyn,** *Neergard* und **Nosean,** *Klaproth.*

Regulär; meist $\infty O$, die aufgewachsenen Krystalle oft Zwillinge nach O, nach einer trigonalen Axe säulenförmig verlängert, auch polysynthetische Juxtapositionszwillinge; krystallinische unregelmässige Körner, und körnige Aggregate. Spaltb. nach $\infty O$ ziemlich vollk.; Bruch muschelig; H. = 5,5; G. = 2,28...2,5; wie es scheint, wachsend mit dem Kalkgehalt. Sehr selten farblos und weiss (als O krystallisirter sog. Berzelin im Peperin des Albaner Gebirges), graulich, graulichblau, lasur- bis himmelblau, bläulichgrün, grün, röthlich, schwarz; oft wird ein grauer Kern von einer weissen Rinde umschlossen und umgekehrt. Fettartiger Glasglanz, undurchsichtig bis durchscheinend; $n = 1{,}46...1{,}5$. — Chem. Zus.: Isomorphe Mischungen der beiden Substanzen $Na^{10}Al^6Si^6O^{24}S^2O^8$ und $Ca^5Al^6Si^6O^{24}S^2O^8$. Die erstere Substanz ist fast ganz rein, d. h. fast ganz kalkfrei bekannt und würde, blos mit Na, liefern: 34,65 Kieselsäure, 27,03 Thonerde, 27,26 Natron, 14,06 Schwefelsäure. Glieder, welche dieser Grundverbindung nahestehen, sind als Nosean bezeichnet worden (vorwiegend nicht-blau gefärbt). Die zweite, unter den Monoxyden blos Kalk enthaltende Substanz ist als solche noch nicht analysirt; diejenigen Mischungen der beiden, welche neben Natron eine nicht unbeträchtliche Menge von Kalk (meist gegen 10 pCt.) führen, sind es, welche den (meist blauen) Haüyn darstellen; diese Glieder pflegen auch kleine Mengen Kali zu enthalten. Für den blauen Haüyn vom Vesuv fand z. B. *Rammelsberg*: 34,06 Kieselsäure, 27,64 Thonerde, 14,79 Natron, 10,60 Kalk, 4,96 Kali, 14,25 Schwefelsäure. Auch ist Chlor von Spur bis 1 pCt. vorhanden. Die erstere Substanz würde durch die Formulirung $Na^4[Al.(NaSO^4)]Al^2[SiO^4]^3$ dem Granat analog constituirt erscheinen. Gewisse der kalkarmen Glieder scheinen schon etwas Schwefelsäure verloren zu haben, indem die Analysen davon nur ca. 8 pCt. aufweisen. V. d. L. entfärben sich diese Mineralien und schmelzen an den Kanten zu blasigem Glas. Durch Glühen allein oder durch Glühen in Schwefeldampf können graue Varietäten blau gefärbt werden. Bei nicht zu starkem Erhitzen behält der blaue Haüyn, zum Unterschied vom blauen Sodalith, seine Farbe. Von Salzsäure leicht unter Abscheidung von Kieselsäuregallert zersetzbar; aus der Lösung entstehen neben Kochsalzwürfelchen bei dem kalkreichen Haüyn reichliche, bei dem sehr kalkarmen Nosean keine oder ganz spärliche Gypskryställchen. — In den Auswürflingen des Laacher Sees, des Albaner Gebirges und des Braccianer Sees. Makroskopischer und mikroskopischer Gemengtheil quarzfreier und alkalireicher jüngerer Effusivgesteine (im Gegensatz zu dem auch in plutonischen Gesteinen vorkommenden Sodalith), fast immer von Nephelin oder Leucit begleitet: in eigentlichen Phonolithen (z. B. Hohentwiel), Leucitphonolithen (Selberg und Schorenberg bei Rieden, Schlossberg Olbrück unfern des Laacher Sees), in vielen Leucit- und Nephelinbasalten, Nepheliniten und Leucititen, in manchen Tephriten und Basaniten. Grosse Individuen in dem deshalb Haüynophyr genannten Gestein vom Vulkan Vultur bei Melfi in Unteritalien, in den Laven von Niedermendig, auf Gran Canaria; sehr reich an Haüyn sind Laven und Tuffe von S. Antão, Capverden. — Ueber die so merkwürdige mikroskopische Structur des Haüyns und Noseans, in welchen dunkle staubähnliche Körnchen, schwarze strichähnliche Gebilde, schwarze und röthliche Krystalle (alle oft zu regelrecht netzförmig sich durchkreuzenden Fäden aneinandergereiht) eine grosse Rolle spielen, vgl. z. B. *F. Zirkel*, Lehrb. d. Petrographie I.

1893. 254. Eine Umwandlung erfolgt in ein filziges polarisirendes Aggregat farbloser zeolithischer Fäserchen, mit oder ohne Calcitbildung.

Der aschgraue bis bläulichgraue, nach $\infty O$ spaltbare, meist derbe Ittnerit, sowie der nur spurenhaft spaltbare und splitterige lichtgraue bis fleischrothe Skolopsit, welche beide einschlussartige Knauer in einem Leucitphonolith-Gang am Badberg bei Oberbergen am Kaiserstuhl bilden, sind aller Wahrscheinlichkeit nach Umwandlungsproducte von Haüyn mit variabelem Wassergehalt.

## Lasurit.

Was Lasurstein oder Lapis Lazuli genannt wird, ist kein einfaches Mineral, sondern, wie schon die mikroskopischen Untersuchungen von *Fischer* (1869), *Zirkel* (1873) und *Vogelsang* (1873) erwiesen, ein Gemenge eines lasurblauen Minerals mit verschiedenartigen anderen Mineralien. Der blaue Gemengtheil wurde zuerst von *Brögger* und *Bäckström* als solcher isolirt, separat analysirt und speciell Lasurit genannt (Z. f. Kryst. XVI. 1890. 186; XVIII. 1891. 231); er bildet meist in jenem Gemenge irregulär begrenzte oder abgerundete xenomorphe isotrope Körnchen, bisweilen aber auch deutliche Rhombendodekaëder. Wo der Lasurit in dem Lasurstein stark vorwaltet, kann auch selbst das Aggregat des letzteren, wie lange bekannt, dodekaëdrische oder cubische Form annehmen, oder die Comb. $\infty O . \infty O \infty$ zeigen. — Spaltb. nach $\infty O$ nur unvollk.; H. = 5,5; G. des Lasursteingemenges ca. 2,4; glasähnlicher Fettglanz, kantendurchscheinend bis undurchsichtig. — Die Analyse des eigentlichen Lasurits ergab, nachdem früher immer nur das Gemenge des Lasursteins untersucht worden war: 32,52 Kieselsäure, 27,61 Thonerde, 6,47 Kalk, 19,45 Natron, 0,28 Kali, 10,46 Schwefelsäure, 2,71 Schwefel, 0,47 Chlor; dies wird aufgefasst als eine Verbindung von 77 Molec. Haüyn, 7 Mol. Sodalith und 16 Mol. der eigentlich färbenden, ebenfalls der Sodalithgruppe angehörigen Substanz $Na^4[Al.NaS^3]Al^2Si^3O^{12}$, welche auch im blauen künstlichen Ultramarin vorkommt und (übereinstimmend wie Sodalith und Haüyn) als mit der Granatgruppe analog betrachtet wird. Entfärbt sich v. d. L. und schmilzt zu weissem blasigem Glas; durch Salzsäure zersetzt unter Gallertbildung und Entwickelung von etwas Schwefelwasserstoff. — In dem Lasurstein sind mit dem blauen Lasurit insbesondere gemengt blasser Diopsid oder farblose Hornblende, dazu ein muscovitähnlicher Glimmer und Calcit, Pyrit; ausserdem finden sich nur hin und wieder untergeordnet Skapolith, Plagioklas, Kalifeldspath, Apatit, Titanit, Zirkon. In gewissen ganz hell himmelblauen Lasursteinen (auch violettlichen und grünlichen) ist das färbende Mineral wahrscheinlich kein Lasurit, sondern Haüyn. — Nach *Brögger* und *Bäckström* ist der Lasurstein ein an Kalkstein gebundenes contactmetamorphisches Product, zu vergleichen einem Kalksilicat-Hornfels, in welchem der Kalkthongranat durch den »Alkaligranat« Lasurit vertreten wäre. In Badakschan nördl. vom Hindukusch im oberen Thal des Kokcha, eines Nebenflusses des Oxus; am Bache Malaja-Bistraja am südl. Ende des Baikalsees; vielleicht auch in China; in den Andes de Ovalle in Chile. In den Kalkauswürflingen des Monte Somma, meist nur erdige nuss- bis faustgrosse Massen; als Bruchstücke im Peperin des Albanergebirges sowie als Aederchen in den eingeschlossenen veränderten Kalksteinfragmenten.

**Gebrauch.** Der Lasurstein wird wegen seiner schönen Farbe zu allerlei Geschmeide und Ornamenten verarbeitet; ehemals diente er auch zur Bereitung des natürlichen Ultramarins, welches später durch das künstliche verdrängt wurde. Vgl. *H. Vogelsang*, Ueber die natürlichen Ultramarin-Verbindungen. Amsterdam 1873.

## 10. Glimmergruppe[1]).

Sehr ausgezeichnet monotom basisch spaltbar, weshalb sich die Glimmer in ungemein feine, meist elastisch biegsame Lamellen zertheilen lassen. Das Krystall-

1) Ueber die Glimmergruppe vgl. in krystallographischer und chemischer Hinsicht: *Tschermak*,

system, früher auch theilweise für rhombisch oder hexagonal gehalten, ist bei allen Glimmern zufolge *Tschermak* monoklin, doch hat die Form oft hexagonalen, rhomboëdrischen oder rhombischen Habitus; Krystalle, welche sichere Messungen gestatten, sind nur selten, Zwillingsbildungen weit verbreitet. Die basischen Spaltungslamellen aller Glimmer liefern Axenbilder. Die optische Axenebene steht immer entweder senkrecht auf der Symmetrie-Ebene $\infty\breve{P}\infty$ (Glimmer erster Art) oder geht parallel derselben (Glimmer zweiter Art). Da von den drei Linien der Schlagfigur stets eine parallel $\infty\breve{P}\infty$ verläuft, so kann man ohne Kenntniss des Krystallumrisses beide Arten unterscheiden, indem die optische Axenebene in den Glimmern erster Art auch senkrecht zu einer Schlaglinie, in denen der zweiten Art parallel einer solchen geht; vgl. S. 193[1]). Im Zusammenhang mit dem monoklinen System steht die spitze (immer negative) Bisectrix nicht ganz normal auf der basischen Spaltbarkeit. Die Grösse des optischen Axenwinkels variirt sehr, selbst bei anscheinend zusammengehörigen Vorkommnissen. Geringe Härte; G. = 2,7...3. Chemisch sind die Glimmer Silicate wesentlich von Thonerde und Kali (oder Natron), wozu aber in vielen auch Magnesia (und Eisenoxydul) tritt; bisweilen begleitet Lithion das Kali und findet sich neben Thonerde Eisenoxyd; Kalk fehlt gewöhnlich; immer mit Gehalt an Wasser, welches erst beim Glühen entweicht, oft auch an Fluor. Ungeachtet zahlreicher Analysen ist die chemische Natur vieler Glieder der Gruppe noch nicht ganz befriedigend festgestellt, da anscheinend übereinstimmende Vorkommnisse nicht ungezwungen auf dieselbe Formel zurückgeführt werden können, und andere Glimmer überhaupt zur Annahme sehr complicirter Verbindungen nöthigen. Wichtige Gemengtheile vieler und weit verbreiteter Felsarten.

**Meroxen,** *Breithaupt*; Biotit zum grössten Theil[2]); Magnesiaglimmer z. Th.

Monoklin nach *Tschermak*. An den meisten Krystallen ist 0P (*c*), P (*m*), —P (*o*) und $\infty\breve{P}\infty$ (*b*) vorwaltend entwickelt, *m* und *o* häufig durch treppenartiges Abwechseln gestreift parallel zur Kante *mc*; seltener sind $\breve{P}\infty$ (*r*) und $-3\breve{P}3$ (*z*), welche ebenen Flächen zu *c* gleich geneigt sind, was z. Th. die frühere Annahme des rhomboëdrischen Charakters begünstigte. Ausserdem wurde eine Reihe stumpferer Pyramiden beobachtet; selten ist $\infty$P (*M*). — $\beta = 84^\circ 57'$; A.-V. = 0,5774 : 1 : 2,217. Winkel fast denen des Muscovits gleich: $c:o = 106^\circ 58'$, $o:o = 122^\circ 50'$, $c:m = 98^\circ 41'$, $m:m = 120^\circ 47'$ (den scheinbar hexagonalen Umriss bedingend), $c:r = 100^\circ 0'$, $c:z = 99^\circ 59\frac{1}{2}'$.

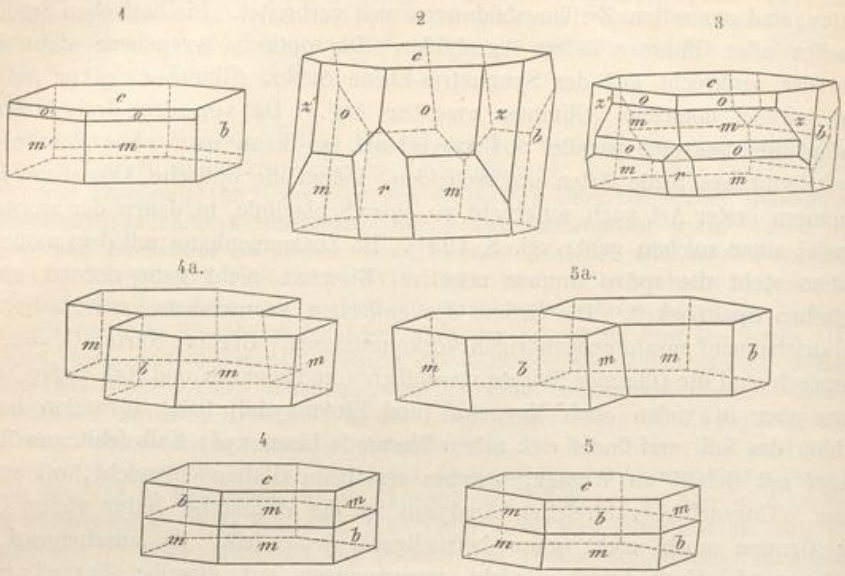
---

Sitzungsber. Wiener Akad. Bd. 76. Juliheft, und Bd. 78. Juniheft; auch Z. f. Kryst. II. 1878. 14 und III. 1879. 122. *Laspeyres* ebendas. XVII. 1890. 541. In chemischer Hinsicht: *Rammelsberg*, Ann. d. Phys. u. Ch., N. F. Bd. IX. 1880. 113 u. 302; N. Jahrb. f. Min. 1889. II. 35 (Excerpt). *Clarke*, Amer. journ. of science, Bd. 38. 1889. 284.

1) *T. L. Walker* fand bei den zahlreich untersuchten Schlagfiguren von Glimmer (Muscovit, Biotit, Phlogopit, Lepidolith, Zinnwaldit), dass zwar eine Linie des sechsstrahligen Sterns der Kante $0P:\infty\breve{P}\infty$ parallel geht, die beiden anderen Strahlen aber nicht den Kanten zwischen Basis und Prismenflächen parallel verlaufen, somit auch nicht ca. 60° mit einander bilden, sondern sich unter einem Winkel von 52°33′ bis 63°28′ schneiden; dieser spitze Winkel öffnet sich gegen die Kante nach $\infty\breve{P}\infty$ hin. — Nach ihm ist weiterhin zwar bei Muscovit und Lithionglimmer, aber nicht bei Meroxen und Phlogopit die optische Axenebene genau parallel mit oder senkrecht auf $\infty\breve{P}\infty$, und die beiden letzteren müssten daher als triklin gelten.

2) In Folge dessen wird auch gewöhnlich die Bezeichnung Biotit als gleichbedeutend mit Meroxen gebraucht.

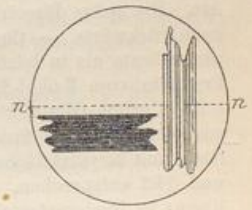
Fig. 1. $0P.P.-P.\infty P\infty$.
Fig. 2. Dieselbe Comb., noch mit $P\infty$ ($r$) und $-3P3$ ($z$).
Fig. 3. Dieselbe Comb. wie Fig. 2, mit treppenförmiger Wiederholung der Flächen.




Den Zwillingsbildungen liegt nach *Tschermak* das Gesetz zu Grunde, dass eine gegen $c$ senkrechte Fläche, welche in der Prismenzone $0P:\infty P$ liegt und parallel der Kante $cm$ geht, Zwillingsebene ist. Dabei kann diese Zwillingsebene entweder selbst auch die Verwachsungsfläche abgeben und, indem dann die beiden Individuen neben einander gelagert sind, würden zwei Fälle zu unterscheiden sein, je nachdem das zweite Individ sich an die vordere rechts liegende Prismenkante (Fig. 4a), oder an die vordere links liegende Prismenkante des ersteren anlagert (Fig. 5a). Da nun aber das Fortwachsen der Zwillinge seltener von den Zwillingsflächen aus (d. h. in horizontaler Richtung) erfolgt, häufig aber von der Fläche $0P$ aus vor sich geht, so erscheinen die beiden Individuen meist über einander gelagert, indem sie sich in einer Ebene berühren, welche fast genau parallel $0P$ ist; dies zeigt Fig. 4 für den rechten, und Fig. 5 für den linken Zwilling. Dabei beträgt der einspringende Winkel $mm = 162°49'$, $mb = 171°19'$. Bisweilen sind auch in grössere Krystalle eine oder mehre dünne Zwillingslamellen eingeschaltet. Anstatt $m$ und $b$ treten mitunter vicinale Flächen auf. — Aus dem Granit von Dschepa in Serbien gibt *Uroschewitsch* noch das Zwillingsgesetz an, dass zwei einander mehr oder weniger durchdringende Krystalle die Basis parallel haben, und der eine gegen den anderen um 30° gedreht ist.

Ueberhaupt sind die Krystalle meist tafelartig durch Vorherrschen von $0P$, bisweilen mit abgerundeten Kanten, selten kurz säulenförmig in der Richtung der Verticalaxe; die dunkelbraunen und schwarzen Glimmer der Basalte, Porphyre u. a. Massengesteine erscheinen meist als hexagonale Tafeln, randlich begrenzt von $m$ und $b$. Einzeln eingewachsen, oder aufgewachsen und dann zu Drusen gruppirt; individualisirte Massen, schalige, körnig-blätterige und schuppig-schieferige Aggregate, als Gemengtheil vieler krystallinischer Silicatgesteine. — Als mikroskopische Einwachsungen finden sich namentlich Apatit, Magnetit, sowie spiessige, keulenförmige und nadelförmige Mikrolithen (auch Körnchen derselben Substanz), welche z. Th. dem Rutil, z. Th. dem Epidot angehören, und einerseits — wie z. B. die von *Williams* beschriebenen sich gesetzmässig kreuzenden schönen Rutilnadeln — gerade in dem ganz frischen Glimmer liegen, und bei dessen Zersetzung allmählich verschwinden, anderseits aber auch

namentlich in dem der Ausbleichung und Umbildung unterworfenen erst hervorzutreten scheinen. — Spaltb. basisch höchst vollkommen; über die Schlagfigur und die dagegen verwendete Druckfigur s. S. 192; die eine Linie der ersteren geht parallel der Kante *cb* (die ihr entsprechende Trennungsfläche ist das Klinopinakoid), während zwei andere Schlaglinien parallel den Kanten *cm* und *cm'* verlaufen (mehren Pyramidenflächen entsprechend, darunter *m* die vollkommenste Trennung darbietet); eine faserige Theilbarkeit findet nicht statt. Mild, bisweilen fast spröd, in dünnen Lamellen elastisch biegsam; H. = 2,5...3; G. = 2,8...3,2, sinkend bei erfolgender Bleichung. Beim Aetzen entstehen nach *Baumhauer* regelmässig dreiseitige oder sechsseitige Vertiefungen. Grüne, braune, schwarze und graue, meist sehr dunkle Farben; starker metallartiger Perlmutterglanz auf 0P; pellucid, doch gewöhnlich in sehr geringem Grade, so dass man oft äusserst dünne Lamellen anwenden muss, um den optischen Charakter zu prüfen. Brechungsquotient nicht sehr gross, Doppelbrechung aber ziemlich stark, kräftiger als bei den Chloriten. Optisch zweiaxig negativ mit oft äusserst kleinem, selten über 15° betragendem Axenwinkel (aber wachsend bis zu 56° in einem schwarzen Meroxen aus dem Albanergebirge); nach *Tschermak* vergrössert sich in den eigentlichen Meroxenen der negative Axenwinkel mit Zunahme des Eisenoxydulgehalts. Die Ebene der optischen Axen liegt im Klinopinakoid, daher ist der Meroxen ein Glimmer der zweiten Art (S. 667); die spitze Bisectrix (a) weicht, wie zuerst *Hintze* nachwies, wenig von der Normalen auf 0P ab, und zwar ist sie bald nach vorne bald nach hinten geneigt. Daher fällt auch die stumpfe Bisectrix c beinahe genau mit *a* zusammen, $\mathfrak{b} = b$; $\rho < \upsilon$. Sehr stark pleochroitisch (stärker als Hornblende) mit bedeutender Absorption in Schnitten, welche nicht parallel 0P sind: senkrecht auf die Lamellirung (parallel a) gelblich bis hellbraun, parallel der Lamellirung (parallel b und c) dunkelbraun bis zur fast völligen Absorption; Verticalschnitte zeigen daher das Maximum der Absorption, wenn die Lamellirung parallel dem Hauptschnitt des Polarisators geht (vgl. die Fig.). In Folge des sehr kleinen Axenwinkels sind die Querschnitte meist scheinbar isotrop und ohne merklichen Pleochroismus; Längsschnitte zeigen meist gerade Auslöschung. Im converg. Licht erscheint bei sehr kleinem Axenwinkel ein dunkles Kreuz, ähnlich dem eines einaxigen Krystalls, welches bei einer Drehung nicht merklich oder nur wenig in Hyperbeln auseinandergeht. — Chem. Zus. äusserst verschiedenartig: Charakteristisch und unterscheidend vom Kaliglimmer ist der meist von 10 bis 30 pCt. schwankende Gehalt an Magnesia, und der oft bedeutende Gehalt an Eisen, welches zum Theil Oxydul ist; neben beiden Basen tritt aber stets Kali (5 bis 11 pCt.), auch etwas Natron auf, während die Sesquioxyde (Thonerde 11 bis 20 pCt., und Eisenoxyd 1 bis 13 pCt.) meist in umgekehrten Verhältnissen, aber in Summa etwas weniger vorhanden sind, als in den Kaliglimmern. Der Gehalt an Kieselsäure pflegt zwischen 38 und 43 pCt. zu schwanken, zuweilen ist ein kleiner Theil derselben durch Titansäure vertreten. Ein wenig Fluor ist oft, etwas Wasser stets vorhanden. Die Meroxene sind in vielen Fällen ein Orthosilicat $(H,K)^2(Mg,Fe)^2(Al,Fe)^2Si^3O^{12}$; *Tschermak* betrachtet dieselben als Mischungen der Substanzen $HK^2Al^3Si^3O^{12}$ (Muscovit) und $Mg^2SiO^4$ (Olivin), meist im Verhältniss 1:3, doch ist die Menge des zweiten Silicats bisweilen geringer. Dem ersten Silicat entspricht aber auch eine Eisenoxyd-, dem zweiten eine Eisenoxydulverbindung, weshalb die gefärbten das Eisen in beiden Formen enthalten. — Meist schwer schmelzbar zu grauem oder schwarzem Glas, je dunkler und eisenreicher, desto leichter; von Salzsäure wenig angegriffen, von conc. Schwefelsäure vollständig zersetzt mit Hinterlassung eines weissen Kieselskelets; das Pulver reagirt stark alkalisch. — Weitverbreiteter wesentlicher oder accessorischer Gemengtheil vieler Felsarten; in älteren und jüngeren körnigen und porphyrischen Massengesteinen (Granit, hier auch mit Muscovit zusammen, Syenit, Diorit, Kersantit, und den zugehörigen Porphyren, in Rhyolithen, Trachyten, Andesiten, weniger in



Basalten); als Neubildungsproduct in Contactgesteinen um Graniteruptionen. Hauptgemengtheil in vielen krystallinischen Schiefern, wie Gneissen, Glimmerschiefern u. s. w. Da er minder zäh und minder chemisch widerstandsfähig ist als Muscovit, so geht er nicht wie dieser in die Zusammensetzung klastischer Sedimentärmassen ein. — Aufgewachsene besser ausgebildete Krystalle in den Silicat-Auswürflingen des Monte Somma, Albaner Gebirges und Laacher Sees. — Secundär kann Meroxen aus Hornblende, Augit, Granat, Skapolith entstehen. Selbst setzt er sich um in Chlorit, manchmal mit einem kleinen Gehalt an Epidot.

Als auf verschiedenen Stadien befindliche Umwandlungsproducte des Meroxens gelten ferner: der Rubellan, sechsseitige undurchsichtige spröde Tafeln, bräunlichroth bis fast ziegelroth, mit starker Ausscheidung von Eisenoxyd; in Melaphyren, Laven (Laacher-See-Gebiet), Basalttuffen (Schima in Böhmen). — Der chloritähnliche, auch wohl kupferrothe Helvetan, in der Tödikette und im Engadin dünnschieferige Gesteine, auch einen Gemengtheil gneissartiger Schiefer oder des Verrucano bildend. — Weiterhin der sog. Bastonit, Eukamptit, Pseudobiotit, Rastolith, Voigtit. Aspidolith nannte *v. Kobell* einen in kleinen rhombischen, schildförmig convexen, oval-tafelförmigen Krystallen vorkommenden, dunkel olivengrünen Magnesiaglimmer, welcher sich v. d. L. ausserordentlich aufbläht, krümmt und windet, dabei metallischen Glanz und hellgraue Farbe erhält, auch von conc. Salzsäure ziemlich leicht zersetzt wird, mit Hinterlassung von weissen Kieselschuppen; eingesprengt in schuppigem Chlorit im tiroler Zillerthal, auch im Gneiss bei Znaim in Mähren. — Manganophyll von Pajsberg bei Filipstad und Långban in Schweden ist ein rother Magnesiaglimmer mit Gehalt an Manganoxydul, selbst bis zu 21,4 pCt.

**Anomit,** *Tschermak*; Biotit z. Th.

Monoklin, ganz wie Meroxen und äusserlich von ihm nicht zu unterscheiden, mit ihm unter den allgemeinen Begriff Biotit fallend; $c:m = 98°42'$; $c:o = 106°47'$; gewöhnl. Comb. *c, m, o, b* (S. 668). Winkel der opt. Axen 12°—16°, auch kleiner als 12° und grösser als 16°; die Ebene derselben ist aber nicht, wie beim Meroxen, parallel mit, sondern senkrecht auf $\infty\breve{P}\infty$, steht daher in den sechsseitigen basischen Lamellen senkrecht auf einer Randkante und auch senkrecht auf dem Leitstrahl der Schlagfigur; der A. ist also ein Glimmer der ersten Art. Die spitze Bisectrix (a) ist ebenfalls gegen die Normale auf 0P geneigt und zwar oben nach rückwärts. — Chemisch ganz ähnlich dem Meroxen, nur scheint etwas mehr des Aluminiumsilicats als in letzterem zugegen. — Hierher gehören die braunen durchsichtigen Glimmerkrystalle vom Baikal-See, welche mit Diopsid im grosskörnigen Kalkspath liegen, sowie der schöne grüne Glimmer von Greenwood Furnace bei Monroe, dessen Stücke gewöhnlich ausser von der basischen Spaltfläche von bisweilen faserigen Gleitflächen begrenzt werden, welche leicht mit Krystallflächen verwechselt werden könnten und nach *Tschermak* namentlich $\frac{2}{3}\breve{P}\infty$ und $\frac{3}{5}\breve{P}3$ entsprechen. Anomit findet sich ferner, meist braun oder rothbraun, im Gneiss bei Krems in Niederösterreich, im Quarzdioritporphyrit von Steinegg im niederösterr. Waldviertel, im Melilithbasalt von Alnö in Vesternorrland, Schweden; neben Biotit im Nephelindolerit vom Katzenbuckel, im Trachyt vom Monte Amiata u. a. O.

**Lepidomelan,** *Hausmann.*

Monoklin wie Meroxen, in kleinen sechsseitigen Tafeln als körnig-schuppige Aggregate; etwas spröd; rabenschwarz, stark glasglänzend; Ebene der optischen Axen (Winkel circa 4°—8°) parallel dem Klinopinakoid. — Chemisch ein fast magnesiafreier oder sehr magnesiaarmer, 8—10 pCt. Kali haltender Eisenglimmer mit viel Eisenoxydul und Eisenoxyd. V. d. L. schmilzt er zu schwarzem magnetischem Glas; von Salzsäure oder Salpetersäure ziemlich leicht zersetzt mit Hinterlassung eines Kieselskelets. — Persberg in Wermland. Hierher gehören auch gewisse, früher zum Biotit gerechnete dunkle Glimmer aus Graniten und Gneissen (Harzburg, Freiberg, Leinster und Donegal in Irland, Sutherland in Schottland); Rockport beim Cap Ann, Massachusetts (hier mit nur 0,05 MgO, sog. Annit); im finnischen Rapakiwi.

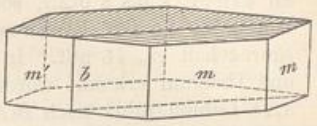
Verwandt ist der braune oder schwarze Haughtonit, der sich von dem Biotit durch den geringen Gehalt an MgO (grösser als im Lepidomelan, z. B. 6,6 pCt.), von dem Lepidomelan durch die besonders grosse Menge von FeO (z. B. 18 bis 21 pCt.) bei geringerer von $Fe^2O^3$ auszeichnet. In schottischen und irischen Graniten, im Pegmatit von Schüttenhofen, Böhmen.

**Phlogopit,** *Breithaupt* (Magnesiaglimmer z. Th.).

Monoklin, formell mit dem Meroxen vollständig übereinstimmend; gewöhnl. Comb. $0P.P.\infty\breve{P}\infty$; —P (*o*) gewöhnlich nur schmal (vgl. Meroxen). Zwillinge wie beim

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Meroxen mit übereinandergelagerten Individuen, aber auch mit nebeneinandergelagerten, wie beistehende Figur, wobei auf 0P eine zur Combinationskante mit *b* parallele Streifung erscheint. G. = 2,75...2,97; roth, gelb, braun, in dünnen Lamellen vollkommen durchsichtig. Opt. Axenebene parallel $\infty\breve{P}\infty$, Axenwinkel sehr oft ca. 15° betragend, doch auch viel kleiner, übrigens bei verschiedenen Blättchen desselben Krystalls bisweilen verschieden. Die spitze Bisectrix weicht bis $2\frac{1}{2}$° von der Normalen auf 0P ab; $\rho < \upsilon$. Pleochroismus wegen der helleren Farben nicht sehr grell. Einige Varr. zeigen einen ausgezeichneten sechsstrahligen Asterismus, auf der gesetzmässigen Interposition feiner leistenförmiger Einschlüsse beruhend (vgl. die sich auf Phlogopit beziehenden Angaben über asterisirenden Glimmer S. 259). — Die Phlogopite enthalten 41 bis 44 Kieselsäure, 13 bis 15 Thonerde, 1 bis 2 Eisenoxydul, 27 bis 29 Magnesia, 8 bis 10 Kali, 1 bis 2 Natron, 1 bis 4 Fluor, 0,5 bis 3 Wasser, auch Spuren von Lithion. Es sind also fast eisenfreie Magnesiaglimmer, doch entspricht nach *Tschermak* das Kalium-Aluminiumsilicat dem Lepidolith; auch hier ist wieder $Mg^2SiO^4$ zugemischt. Die rothbraunen enthalten alle Fluor, die grünen sind fluorarm, letztere oft schwer von dem Meroxen zu unterscheiden. — Charakteristisch ist das Auftreten in körnigen Kalken, Dolomiten und Serpentinen: Pargas in Finnland (mit Diopsid und Pargasit im körnigen Kalk), Åker in Schweden, Campolongo in Tessin (hellbraun, völlig durchsichtig, im Dolomit), Rezbánya (fast farblos), Fassathal, Natural Bridge und Penneville in Jefferson Co. (braun), Edwards in St. Lawrence Co., New-York (braun, nach *Berwerth* mit 2,46 pCt. Baryt), Perth-Amboy und Templeton in Canada, Burgess in Ontario u. a. O. in Nordamerika, Ratnapura auf Ceylon.

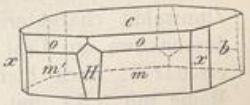



Zersetzter Phlogopit ist nach *Tschermak* der sog. Vermiculit aus Nordamerika, schuppige und grossblätterige Aggregate von grüner und grüngelber Farbe, Perlmutterglanz und H. = 1, welche v. d. L. die Eigenschaft besitzen, zu einem fast hundert Mal längeren, wurmartig gewundenen Cylinder anzuschwellen, bevor sie sehr schwierig schmelzen. Millbury in Massachusetts in einer steatitischen Masse. Jefferisit, Culsageeit, Hallit, Lucasit, Philadelphit, Protovermiculit sind Namen für besondere weitere Vorkommnisse dieser »Vermiculite«.

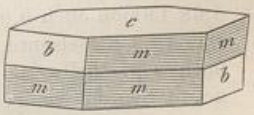
**Zinnwaldit,** *Haidinger*; Lithionit, Rabenglimmer, Lithionglimmer z. Th.

Monoklin, gewöhnl. Formen 0P (*c*), $\infty\breve{P}\infty$ (*b*), P (*m*), öfter auch —P (*o*), wie beim Meroxen; daneben erscheinen aber auch noch $2\breve{P}\infty$ (*H*) und $3\breve{P}3$ (*x*), wie in Fig. 1, welche bei dem Meroxen fehlen. Häufig sind 0P und $\infty\breve{P}\infty$ glatt, die übrigen Flächen vollständig matt; $c : o = 106° 41'$; $m : c = 98°$ bis 99°. Vielfach Zwillinge mit Aufeinanderlagerung der Individuen (vgl. Meroxen), wie Fig. 2, worin die matten Flächen, ihrer Streifung entsprechend, schraffirt erscheinen. Auf der Basis findet sich gewöhnlich eine feine, von der Zwillingsbildung unabhängige federförmige Fältelung in 6 Systemen, wobei die Falten auf den Randflächen der Tafel senkrecht stehen. Oft sind die Individuen und Zwillinge in solcher Weise zusammengefügt, dass jedes gegen den Strahlungspunkt hin sich verschmälert, nach der Seite der freien Krystallisation zu sich verdickt, und dass die vielen dünnen Individuen zusammengenommen nach aussen hin fassförmige oder auch rosettenförmige Aggregate bilden; beim Zertheilen entstehen dadurch oft keilförmige Platten. G. = 2,9...3,1. Grau, braun oder dunkelgrün, oft mit verschieden gefärbten concentrischen Lagen. Ebene der optischen Axen im Klinopinakoid; scheinbarer Axenwinkel bis 65°, doch kommen auch bei den eisenreichen Varietäten kleine Axenwinkel vor, ja es finden sich Blättchen, in welchen der Axenwinkel fast 0° wird (Rabenglimmer von Altenberg). Aetzfiguren werden als von asymmetrischem Charakter angegeben. — Chemisch sind die Zinnwaldite

1




2



(wie auch die Lepidolithe) charakterisirt durch den Gehalt an Lithion, welcher meist 1½ bis 5 pCt. beträgt, neben welchem aber Kali in grösserer absoluter Menge (Natron nur sehr spärlich) auftritt; ferner ausgezeichnet durch den bedeutenden Gehalt an Fluor (4 bis 8 pCt.), sodann im Gegensatz zu dem Lepidolith durch die Gegenwart von 8 bis 15 pCt. Eisenoxydul (daneben auch etwas Oxyd); Magnesia fehlt, Kieselsäuregehalt ca. 46 pCt. In der Var. von Zinnwald ist auch etwas Rubidium, Caesium und Thallium erkannt worden. Dieser Zinnwaldit mit 11,61 Eisenoxydul, 7,94 Fluor, 3,28 Lithion führt nach *Berwerth* auch 0,91 pCt. Wasser. *Sandberger* fand in einigen Vorkommnissen, sowie auch im Lepidolith eine nicht unbeträchtliche Borsäurereaction. *Tschermak* gibt die Formel $F^2K^2Al^2Si^3O^9$, jedoch mit Li und mit einer Beimischung des Eisensilicats $Fe^2SiO^4$ zu ungefähr 20 pCt. *Groth* schreibt dieselbe $(OH,F)^2(K,Li)^3FeAl^3Si^5O^{16}$. Im Glasrohr geben die Zinnwaldite, wie überhaupt die Lithionglimmer Reaction auf Fluor; v. d. L. schmelzen sie sehr leicht unter Aufwallen zu farblosem, braunem oder schwarzem Glas, wobei die Flamme roth gefärbt wird (zumal bei Zusatz von etwas Flussspath und saurem Kaliumsulfat); von Säuren roh unvollständig, nach vorheriger Schmelzung aber vollkommen zerlegt. — Namentlich auf Zinnerzlagerstätten: Altenberg und Zinnwald im Erzgebirge, St. Just und Trewavas Head in Cornwall. Ein Lithioneisenglimmer (mit ca. 12 Eisenoxydul, 7,5 Eisenoxyd, 3,4 Lithion, 4 Fluor, auch 0,2 Zinnsäure, letztere durch eingemengten Kassiterit) ist zufolge *Sandberger* der schwarze Glimmer aus dem Eibenstock-Neudecker Granitzug.

Zum Zinnwaldit gehört auch wohl der Kryophyllit, dunkelgrüne sechsflächige Säulen im Granit vom Cap Ann in Massachusetts, mit u. a. 53,46 Kieselsäure, 16,77 Thonerde, 1,97 Eisenoxyd, 7,98 Eisenoxydul, 13,15 Kali, 4,06 Lithion, 2,50 Fluor; *Riggs* fand weniger Kali und ca. 7 pCt. Fluor. G. = 2,909; optischer Axenwinkel 55° bis 60°, Axenebene klinodiagonal; ist fast der kieselsäurereichste aller Glimmer. — Polylithionit (*Lorenzen*) ist ein dem Zinnwaldit optisch nahe stehender Lithionglimmer von Kangerdluarsuk in Grönland, der aber 59,25 Kieselsäure, nur 12,57 Thonerde, blos 0,93 Eisen und sehr viel Alkalien (9,04 Lithion, 7,63 Natron, 5,37 Kali) enthält.

## Lepidolith, *Klaproth*; Lithionglimmer z. Th.

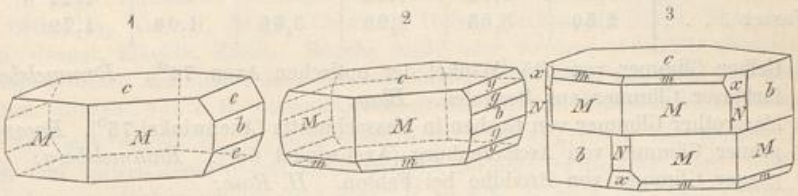
Monoklin wie Muscovit, doch kommen messbare Krystalle kaum vor. Ausgezeichnet perlmutterglänzend; weiss oder rosenroth bis pfirsichblüthroth, was von etwas Manganoxyd herrührt, auch grau oder grünlich. G. = 2,8. Ebene der optischen Axen meist senkrecht auf $\infty P\infty$ (Unterschied vom Zinnwaldit), doch nach *Scharizer* mitunter auch parallel demselben; optischer Axenwinkel 50° bis 77°. Chemisch wie der Zinnwaldit charakterisirt durch den bedeutenden Gehalt an Lithion und Fluor (zu Juschakowa am Ural sogar 8,7 pCt. des letzteren); im Gegensatz zum Zinnwaldit aber eisenfrei; auch hier sind Rb, Cs und Tl erkannt worden (Norway und Auburn in Maine mit 3,73 und 2,44 $Rb^2O$, 0,08 und 0,72 $Cs^2O$). *Sandberger* wies in mehren Zinnsäure nach. In den L.en von Rozena und Paris fand *Berwerth* neben 5,88 und 5,08 Lithion auch 0,96 und 2,36 Wasser. *Tschermak* gibt die Formel $\mathbf{F^2KLiAl^2Si^3O^9}$, was 49,3 Kieselsäure, 27,8 Thonerde, 12,8 Kali, 4,1 Lithion, 10,4 Fluor liefern würde, doch wird theilweise Li durch Na, und F durch OH ersetzt. Verhalten v. d. L. und gegen Säuren wie bei Zinnwaldit. — Im Granit: kleinblätterig am Berge Hradisko bei Rozena in Mähren, grösserblätterig bei Chursdorf unweit Penig und Wolkenburg in Sachsen, Schüttenhofen in Böhmen; Utö; Paris und Hebron in Maine, Schaitanka, Alabaschka und Juschakowa in der Gegend von Katharinenburg, meist begleitet von Turmalin, auch von Topas. — Der Cookëit von Paris und Hebron ist wahrscheinlich ein lepidolithähnliches Umwandlungsproduct von rothem Turmalin.

Als vanadinhaltiger Glimmer (mit ca. 24 pCt. Vanadinsesquioxyd $V^2O^3$) gilt der Roscoelith, blätterige Massen, dunkelgrün und bräunlich, mit einem in Metallglanz geneigten Perlmutterglanz und G. = 2,938. Auf schmalen Spalten eines plattigen Porphyrs auf einer Goldgrube bei Granit Creek, Eldorado Co., Californien.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Muscovit,** Kaliglimmer, Phengit, optisch-zweiaxiger Glimmer z. Th.

Monoklin, Formen denen des Meroxens sehr ähnlich. In den Figuren ist $c = 0P$, $M = \infty P$, $b = \infty\breve{P}\infty$, $m = P$, $y = 2\breve{P}\infty$, $x = 3\breve{P}3$, $N = \infty\breve{P}3$; $g$ und $e$ sind nicht wohl bestimmbar, überhaupt sind die Formen nur selten befriedigend messbar. Statt $M$ und $b$ treten manchmal vicinale Flächen auf; treppenförmige Wiederholung von $c$ und $e$ ist sehr häufig; $\infty P = 120°\,11'$; $c : M = 84°\,24'$; $c : m = 88°\,21'$. — Die einfachsten Krystalle sind scheinbar hexagonale Tafeln oder niedrige Prismen, begrenzt von $c$, $M$, $b$; sehr selten (z. B. am Ostufer des Ilmensees) ist ein spitzpyramidaler Habitus. Die Zwillinge sind in derselben Weise durch Uebereinanderlagerung gebildet, wie die des Meroxens (vgl. S. 668), wofür Fig. 3 ein Beispiel gibt; meistens




sind es linke Zwillinge. Krystalle eingewachsen und aufgewachsen, in letzterem Falle zu Drusen vereinigt; in individualisirten Massen und in schaligen, blätterigen, schuppigen, schieferigen Aggregaten. Spaltb. basisch höchst vollk., die Spaltungsflächen oft faserig gestreift oder fein gefältelt. Die Schlaglinien liegen den Kanten $cb$, sowie den beiderseitigen $cM$ parallel. Häufig zeigt der Muscovit auch natürliche, den Rissen der Druckfigur entsprechende Trennungsflächen, von denen eine $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, die beiden anderen $-\breve{P}3$ sind, wie zuerst *M. Bauer* erkannte. — Mild, in dünnen Lamellen elastisch biegsam; H. = 2...3; G. = 2,76...3,1, leichter als Biotit; farblos, oft weiss, besonders gelblich-, graulich-, grünlich- und röthlichweiss, aber daraus in gelbe, graue, grüne und braune Farben übergehend, welche jedoch gewöhnlich nicht sehr dunkel werden; metallartiger Perlmutterglanz, pellucid in hohen und mittleren Graden. Optisch-zweiaxig, mit sehr verschiedenen Winkeln der optischen Axen (40° bis über 70°); Ebene derselben immer senkrecht auf dem Klinopinakoid, parallel der längeren Diagonale des Prismas $M$, senkrecht auf dem Leitstrahl der Schlagfigur (Glimmer erster Art). Die spitze negative Bisectrix (a) weicht kaum bemerkbar wenig von der Normalen auf 0P ab, und zwar ist sie nach den bisherigen Ermittelungen oben nach vorwärts geneigt; die stumpfe Bisectrix c fällt genau mit der Orthodiagonalen $b$ zusammen und b beinahe genau mit $a$. Recht stark doppeltbrechend, deshalb lebhafte Interferenzfarben liefernd; $\alpha = 1{,}5609$, $\beta = 1{,}594$, $\gamma = 1{,}5997$; $\gamma - \alpha = 0{,}039$; $\rho > \upsilon$. — Chem. Zus.: Schwankend und nicht bei allen Vorkommnissen auf eine gemeinsame Formel zurückzuführen. Die meisten Muscovite sind[1]), wie insbesondere *Rammelsberg* dargethan, das Orthosilicat $(\mathbf{H,K})\mathbf{AlSiO^4}$; wenn, wie dies gewöhnlich der Fall, dann H : K = 2 : 1 ist, so gestaltet sich die Formel zu $\mathbf{H^2KAl^3Si^3O^{12}}$, was 45,2 Kieselsäure, 38,5 Thonerde, 11,8 Kali, 4,5 Wasser liefern würde. Abweichungen werden nach *Tschermak* dadurch hervorgebracht, dass etwas von einem Magnesiumglimmer, Natriumglimmer und einem kieselsäurereicheren und fluorhaltigen Glimmer beigemischt ist. Einige Analysen von Kaliglimmern sind:

1) Es ist bemerkenswerth, dass genau dieselbe Formel mit $\overset{\text{I}}{R^2} = Na^2$ in der Nephelingruppe, und mit $\overset{\text{I}}{R^2} = Ca$ beim Anorthit wiederkehrt.

| | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fluor . . . . . | 1,32 | 0,15 | 0,52 | 0,19 | 1,06 | — | — |
| Kieselsäure . . | 45,75 | 45,57 | 47,02 | 47,69 | 46,10 | 51,80 | 48,15 |
| Thonerde . . . | 35,48 | 36,72 | 36,83 | 33,07 | 31,60 | 25,78 | 29,40 |
| Eisenoxyd. . . | 1,86 | 0,95 | 0,51 | 3,07 | 8,65 | 5,02 | 2,14 |
| Eisenoxydul. . | — | 1,28 | — | 2,02 | — | 2,66 | 2,84 |
| Manganoxydul | 0,52 | — | 1,05 | 1,73 | 1,26 | — | — |
| Magnesia . . . | 0,42 | 0,38 | 0,26 | | — | 2,12 | 2,84 |
| Kalk . . . . . | — | 0,21 | — | — | — | 0,28 | 0,15 |
| Kali. . . . . | 10,36 | 8,81 | 9,80 | 9,70 | 8,39 | 6,66 | 9,13 |
| Natron . . . . | 1,58 | 0,62 | 0,30 | — | — | 1,22 | — |
| Wasser . . . . | 2,50 | 5,05 | 3,90 | 3,66 | 1,00 | 4,79 | 4,60 |

*a*) Gelber Glimmer von Utö (Winkel der optischen Axen 72°). *Rammelsberg;*
*b*) farbloser Glimmer aus Bengalen. *Blau;*
*c*) blassrother Glimmer von Goshen in Massachusetts (Axenwinkel 75°). *Rammelsberg;*
*d*) grauer Glimmer von Aschaffenburg (Axenwinkel 68°). *Rammelsberg;*
*e*) grauer Glimmer von Broddbo bei Fahlun. *H. Rose;*
*f*) graugrüner Glimmer aus rothem Gneiss von Freiberg. *Scheerer;*
*g*) bräunlicher Glimmer aus Granit von Borstendorf. *Scheerer.*

*c* enthält noch 0,19 Lithion, *g* 0,99 Titansäure. — Phengit nennt *Tschermak* einen Theil der Muscovite, welche sich darin dem Lepidolith nähern, dass sie reicher an Kieselsäure, ärmer an Thonerde sind, als die übrigen Muscovite, ohne jedoch grössere Mengen von Lithion und Fluor zu enthalten; diese kieselsäurereicheren Kaliglimmer, wozu der vom Rothenkopf im Zillerthal, von Soboth in Steiermark gehört, besitzen, wie es scheint, einen kleineren optischen Axenwinkel, als die übrigen normalen. — Magnesia spielt in den Muscoviten stets nur eine sehr untergeordnete Rolle; es gibt eisenhaltige Kaliglimmer, welche keine Spur von Magnesia besitzen, z. B. der lichtgrüne Glimmer von Branchville, Connecticut. Beim Erhitzen geben die Muscovite Wasser, welches auf Fluor reagirt; übrigens schmelzen sie mehr oder weniger leicht zu trübem Glas oder weissem Email; von Salzsäure oder Schwefelsäure nicht angegriffen. — Der Kaliglimmer ist sehr weit verbreitet in den krystallinischen Schiefern, in den Glimmerschiefern, Gneissen, Phylliten. Unter den älteren und jüngeren Massengesteinen führen ihn als wesentlichen Gemengtheil nur gewisse Granite (bisweilen mit Biotit zusammen); insbesondere fehlt er den jüngeren vulkanischen Gesteinen gänzlich. Ausgezeichnete Varietäten gewöhnlich nur auf Drusenräumen oder in grosskörnigen Ausscheidungen der krystallinischen Silicatgesteine; so am St. Gotthard, auf Utö, bei Fahlun, Kimito und Pargas in Finnland, in Cornwall, am Ural bei Katharinenburg und am Ilmensee (hier in spitz pyramidalen bis 25 Cm. langen Krystallen, blos von *M* und *m*, auch von *b* gebildet), an der Slüdianka in Sibirien; Grafton in New-Hampshire, sowie die Staaten Maine, Massachusetts, Connecticut, New-York, Pennsylvanien und Maryland liefern gleichfalls schöne Varietäten. — Vereinzelt auch in körnigen Kalken. Reichlich betheiligen sich die mechanisch und chemisch schwer zerstörbaren Muscovitblättchen an der Zusammensetzung der klastischen Gesteine, der Sandsteine, Grauwacken, Thonschiefer, auch im Löss, Mergel.

**Gebrauch.** Grosse Glimmertafeln werden vermöge ihrer ausgezeichneten Spaltbarkeit und Durchsichtigkeit zu Fensterscheiben und Ofenschirmen, zu Schutzbrillen für Feuerarbeiter benutzt; auch gebraucht man wohl durchsichtige Glimmer als Objectträger bei Mikroskopen, Lampenschirme, Lichtrosetten und den pulverisirten Glimmer als Streusand.

Regelmässige Verwachsungen verschiedener Glimmerarten mit einander sind nicht selten. So umhüllt in den Graniten heller Muscovit den dunkelen Biotit so, dass die Spaltb. des letzteren sich in den ersteren hinein fortsetzt. Bisweilen liegen bei solcher Umrandung oder bei gegenseitiger Bedeckung die Symmetrie-Ebenen beider

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Glimmer um 60° zu einander verwendet. In ähnlicher Weise umwächst Lepidolith den Muscovit oder umgekehrt. Ferner kennt man zonare Verwachsungen von Biotit mit Pennin. — Die schwarzen bis braunen, rothen und gelben Täfelchen, welche sternförmige, unter Winkeln von 60° sich schneidende und gesetzmässig eingewachsene Gruppirungen in dem zweiaxigen pennsylvanischen Glimmer von Pensbury, New-Providence u. s. w. bilden, erklärt *G. Rose* mit Recht sämmtlich für Eisenglanz, dessen abweichende Farbe nur eine Folge der verschiedenen Blättchendicke sei. *Dana* und *Brush* halten die schwarzen Blättchen für Magnetit, die rothen für Eisenglanz, die gelben für Eisenoxydhydrat.

Gross ist die Anzahl der (thonerdehaltigen) Mineralien, für welche die Möglichkeit einer Umwandlung in bald mehr blätterigen, bald mehr scheinbar dichten Muscovit oder in muscovitähnliche Substanz durch Pseudomorphosen nachgewiesen wurde; es sind Orthoklas, Korund, Beryll, Cordierit, Topas, Disthen, Andalusit, Skapolith, Turmalin, Granat, Eläolith, Zoisit. Manche mehr oder weniger vollendete pseudomorphe Bildungen dieser Art sind früher für selbständige Mineralien gehalten und besonders benannt worden; vgl. z. B. Gieseckit, Liebenerit, Micarell, Pinitoid, Gigantolith.

Nur eine mikro- bis kryptokrystallinische Aggregatform des Muscovits, chemisch und optisch damit übereinstimmend, ist der sog. Damourit; derb, feinblätterig mit Anlage zu strahlig-schuppiger Textur; H. = 1,5; G. = 2,792; gelblichweiss, perlmutterglänzend, kantendurchscheinend, bisweilen etwas fettig talkähnlich anzufühlen. Bläht sich v. d. L. auf, wird milchweiss und schmilzt unter starkem Leuchten schwierig zu weissem Email; Salzsäure ist ohne Wirkung, kochende Schwefelsäure dagegen zersetzt ihn mit Hinterlassung der Kieselsäure in der schuppigen Form des Minerals. Findet sich insbesondere als Umwandlungsproduct von Disthen, auch von Topas, Korund. Pontivy im Dép. Morbihan als Matrix des Disthens und Stauroliths; Unionville in Pennsylvanien, Korund führend (auch Lesleyit genannt); am Gumuch-Dagh nahe dem alten Ephesus im Gemenge mit Smirgel (sog. Ephesit). Im Salzburgischen bildet ein fast dichter Damourit (H. = 2,5) apfelgrüne Pseudomorphosen nach Disthen. Stengelige Aggregate von derselben Beschaffenheit in den Quarzlinsen des Gneisses bei Reschitza im Banat; als Ausfüllung der Klüfte derber Disthenmassen von Horrsjöberg in Elfdalen. — Onkosin, licht apfelgrüne, grauliche und bräunliche dichte Massen, schwach fettglänzend und durchscheinend im Dolomit von Tamsweg in Salzburg, ist nach *Tschermak* wahrscheinlich auch ein dichtes Aggregat von Kaliglimmer.

Der äusserlich etwas talkähnliche Sericit (*List*) gehört auch zu dem Muscovit, und stellt davon eine dichte Aggregationsform dar, welche sich zu ihm etwa ähnlich verhält, wie Speckstein zu Talk; sehr weich und mild, lauchgrün, grünlich oder gelblichweiss, seidenglänzend, fettig anzufühlen, hat G. = 2,8, und besteht nach der Analyse reinen Materials durch *Laspeyres* aus 45,36 Kieselsäure, 32,92 Thonerde, 2,05 Eisenoxyd, 1,76 Eisenoxydul, 0,49 Kalk, 0,89 Magnesia, 11,67 Kali, 0,72 Natron, 4,13 Wasser; dies ist genau die Zus. der Muscovite; bei früheren Analysen war der innigst beigemengte Quarz nicht entfernt. Die häutigen Lamellen des Sericits besitzen u. d. M. eine blätterig schuppige Structur, wobei die einzelnen fast farblosen, schwach lichtbrechenden Schüppchen bald parallel, bald verworren verfilzt sind und ihre Vereinigung oft einen faserigen Eindruck gewährt. Das Aggregat weist die dem individualisirten schlichtblätterigen Kaliglimmer eigene Elasticität natürlich nicht auf. — Sehr häufig nachweisbar aus Feldspath hervorgegangen und namentlich da secundär entwickelt, wo augenscheinliche Zertrümmerungserscheinungen auf erfolgte Gebirgspressung hindeuten. Zuerst für die alten Schiefer des Taunus als charakteristisch genannt, später in vielen anderen gneiss-, glimmerschiefer-, phyllitartigen Schiefern (Sachsen, Harz, Fichtelgebirge, Tirol u. s. w.) nachgewiesen; nach *v. Groddeck* führen die früher für Talkschiefer gehaltenen »weissen Schiefer« mancher Erzlagerstätten wesentlich Sericit (Holzappel bei Ems, Wellmich und Werlau am Rhein, Mitterberg in Salzburg, Agordo in den Venetianer Alpen.) — Sericitähnlich ist der sog. Leukophyllit.

Der sog. Didymit (oder Amphilogit), grünlichweiss, zartschuppig-schieferig und etwas talkähnlich, im Chloritschiefer vom Greiner im Zillerthal, gehört zum Muscovit; die Analyse ergab eine Beimengung von 22,74 pCt. $CaCO^3$. Auch der Adamsit von Derby in Vermont ist nur Muscovit. — Der graulichweisse natronhaltige Margarodit (früher »verhärteter Talk« genannt), in welchem im Zillerthal die schwarzen Turmaline eingewachsen vorkommen, ist mehr derb und dicht, körnig bis blätterig, optisch dem Muscovit gleich; nach *Tschermak* ein Gemenge oder eine Mischung von Muscovit mit Paragonit und Margarit. Aehnlich der mit Turmalin und Korund als Umwandlungsproduct des letzteren zu Unionville in Pennsylvanien vorkommende helle fast diamantartig perlmutterglänzende Euphyllit.

Was man Gilbertit genannt hat, sind hellgelbliche oder -grünliche seidenglänzende Massen von Stenna Gwyn in Cornwall, ferner theils fast dichte Partieen, theils kugelige oder sternförmige Aggregate, auch sechsseitige Täfelchen von den Zinnerzgängen des Erzgebirges (Ehrenfriedersdorf, Altenberg, Zinnwald, Pobershau, mit Zinnstein und Wolframit); die Vorkommnisse werden bald dem Muscovit, bald minder gut dem Kaolin angereiht (Wassergehalt nur 3 bis 4 pCt.); bildet Pseudomorphosen nach Topas, Scheelit, Apatit, Zinnwaldit.

Der Fuchsit von Schwarzenstein in Tirol ist durch 4 pCt. Chromoxyd schön smaragd- bis grasgrün gefärbt, und bildet nur feinschuppige schieferige Aggregate; von ihm trennt *Schafhäutl* den Chromglimmer, welcher in grösseren, z. Th. säulenförmig verlängerten Individuen von gelblichgrüner Farbe und G. = 2,75 mit Fuchsit vorkommt, und sich durch weit geringeren Gehalt an Thonerde, fast 6 pCt. Chromoxyd, 11,58 Magnesia, bei geringerem Kaligehalt vom Fuchsit unterscheidet. Chromglimmer fand *Sandberger* auch zu Steinbach und Alzenau im Spessart. Ein durchsichtiger schön smaragdgrüner Glimmer (G. = 2,88) aus dem uralischen Hüttendistrict Sysertsk führt 3,51 pCt. Chromoxyd.

## Paragonit, *Schafhäutl* (Natronglimmer).

Monoklin, bis jetzt nur als feinschuppiger Glimmerschiefer bekannt; H. = 2 ... 2,5; G. = 2,8 ... 2,9; gelblichweiss und graulichweiss, schwach glänzend von Perlmutterglanz. Optisch wie Muscovit, Axenwinkel ca. 70°. Ist ein dem Kaliglimmer ganz analog constituirter Natronglimmer $H^2NaAl^3Si^3O^{12}$; *Rammelsberg* erhielt z. B. 47,75 Kieselsäure, 40,10 Thonerde, 6,04 Natron, 1,12 Kali, 4,58 Wasser. *Schafhäutl* hatte 8,45 pCt. Natron gefunden. V. d. L. beinahe unschmelzbar, von Säuren kaum angegriffen. — Bildet das Muttergestein der schönen Staurolith- und Disthenkrystalle vom Monte Campione bei Faido in Tessin, sowie der Strahlsteinkrystalle aus dem Pfitsch- und Zillerthal in Tirol; auch auf Syra, wo er Cordierit, Staurolith und Disthen führt. Krutoi Klutsch auf dem l. Ufer der Kamenka im District Nischne Issetsk, Ural. — Das ähnliche Mineral vom Greiner im Zillerthal, welches die dortigen Strahlsteine enthält, ist nach *Cathrein* kein Paragonit, sondern Talk.

Zu den Natronglimmern gehört auch der als Pregrattit bezeichnete feinschuppige hellgrüne Glimmer von Prägratten im Pusterthal, welcher 7 pCt. Natron gegen 1,7 Kali enthält, sich aber durch starkes Aufblähen und Krümmen v. d. L. unterscheidet. — Der den Kalkglimmerschiefern des Bousson-Hügels im oberen Susa-Thal eingelagerte schön apfelgrüne Cossait mit 4,75 pCt. Natron scheint ebenfalls zum Paragonit zu gehören; auch bei Borgofranco.

### Barytglimmer.

Weisse feinschuppige Aggregate, dem Margarit sehr ähnlich, vom Rothbachl im tiroler Pfitschthal, welche einen Barytgehalt (bestimmt zu 4,65 und 5,91 pCt.) nebst einem sehr spärlichen Strontiangehalt besitzen; die anderen Monoxyde sind vorwiegend Natron und weniger Magnesia; G. = 2,894; *Dana* nannte das Mineral Oellacherit. — Nach *Sandberger* ist das weisse, im smaragdführenden Glimmerschiefer des salzburgischen Habachthals dünne Lagen bildende Mineral (kein Talk, sondern) ebenfalls ein Barytglimmer; v. d. L. leicht schmelzbar zu weissem Email mit 5,76 Baryt, neben 7,54 Kali (kein Natron) und 4,24 Wasser.

## Margarit, *Fuchs* (Perlglimmer, Corundellit, Clingmanit); Kalkglimmer.

Monoklin, nach *Tschermak*, Dimensionen denen des Meroxens ähnlich; beobachtete Formen: 0P, $-\frac{1}{3}$P, $-$P, $\frac{1}{2}$P, $\frac{2}{3}$P, $\frac{4}{3}$P, $\frac{5}{3}$P$\infty$, $\infty$P$\infty$; 0P oft vollkommen glatt und glänzend, die Pyramidenflächen gewöhnlich parallel zu 0P gestreift. Dünne sechsseitige Tafeln, meist körnigblätterige oder lamellare Aggregate. — Spaltb. basisch vollk., doch nicht so sehr leicht, wie bei den übrigen Glimmern, auch sind die Lamellen spröd

und leicht zerbrechlich, nicht elastisch; H. = 3,5...4,5; G. = 2,99...3,10; schneeweiss, graulichweiss, röthlichweiss bis perlgrau; stark perlmutterglänzend, durchscheinend. Ebene der optischen Axen mit gewöhnlich grossem Winkel senkrecht auf $\infty\breve{P}\infty$, wie beim Muscovit; unter allen Glimmern ist hier die Abweichung der negativen Bisectrix von der Normalen auf 0P am grössten (ca. 6°—8°) und zwar ist die Neigung, abweichend vom Muscovit, oben nach rückwärts; $\rho < v$. — Chem. Zus.: $H^2CaAl^4Si^2O^{12}$, was 30,14 Kieselsäure, 51,29 Thonerde, 14,05 Kalk, 4,52 Wasser ergeben würde, doch mit constantem Gehalt an Na; tiroler Perlglimmer lieferte z. B.: 30,11 Kieselsäure, 50,15 Thonerde, 1,05 Eisenoxyd, 10,29 Kalk, 1,22 Magnesia, 2,38 Natron, 0,39 Kali, 4,64 Wasser, 0,14 Fluor. V. d. L. schmilzt er, oft unter Aufschäumen und Leuchten, mehr oder weniger leicht an den Kanten. — Am Greiner im Zillerthal in Tirol im Chloritschiefer; als Begleiter des Smirgels auf Naxos und in Kleinasien (sog. Emerylith), ebenso bei Chester in Massachusetts, mit Korund in Pennsylvanien und Nordcarolina. In den Smaragdgruben des Ural mit Chrysoberyll, Smaragd und Phenakit (sog. Diphanit), weiss, perlmutterglänzend und undurchsichtig auf 0P, bläulich, glasglänzend und durchsichtig auf den Seitenflächen.

## 11. Clintonitgruppe (Gruppe der Sprödglimmer)[1].

**Clintonit,** *Mather*; Seybertit, *Clemson* (Chrysophan).

Monoklin nach *Tschermak*, formenverwandt mit Meroxen, ∞P ca. 120°; die Krystalle, entweder einfache Individuen oder Ueberlagerungszwillinge mit einer Verdrehung um 120°, erscheinen als längliche, dicke sechsseitige Tafeln mit herrschender Basis und runzeligen Seitenflächen, welche nur selten bestimmbar sind. — Spaltb. basisch sehr vollk.; spröd; H. = 4...5; G. = 3,1; röthlichbraun, gelblichbraun bis gelb, metallartiger Perlmutterglanz, durchscheinend. Ebene der optischen Axen senkrecht zu $\infty\breve{P}\infty$, Winkel derselben zwischen 3° und 13°, spitze Bisectrix negativ. — Chem. Zus. nach *L. Sipöcz*: 19,19 Kieselsäure, 39,73 Thonerde, 0,61 Eisenoxyd, 1,88 Eisenoxydul, 21,09 Magnesia, 13,11 Kalk, 4,85 Wasser, 1,26 Fluor, was *Tschermak* als eine Verbindung von 4 Mol. $H^2CaMg^4Si^3O^{12}$ mit 5 Mol. des Aluminats $H^2CaMgAl^6O^{12}$ deutet. V. d. L. unschmelzbar, brennt sich weiss und wird undurchsichtig; von Salzsäure vollk. zersetzbar, ohne Gallertbildung. — Amity und Warwick in New-York.

Dem Clintonit steht sehr nahe der monokline Brandisit, welcher in ähnlichen, ebenfalls vielfach verzwillingten Formen auftritt; Spaltb. basisch, sehr spröd; H. = 4,5...5 auf der Basis, 6...6,5 auf den Randflächen der Tafeln; lauchgrün bis schwärzlichgrün, verwittert röthlichgrau bis röthlichbraun, Perlmutterglanz auf 0P; Ebene der optischen Axen (18°—35°) aber parallel $\infty\breve{P}\infty$. — Chem. Zus. nach *Sipöcz*: 18,75 Kieselsäure, 39,10 Thonerde, 3,24 Eisenoxyd, 1,62 Eisenoxydul, 20,46 Magnesia, 12,14 Kalk, 5,35 Wasser, was *Tschermak* als eine Verbindung der beiden beim Clintonit aufgeführten Substanzen in dem Mol.-Verh. 3 : 4 interpretirt. V. d. L. unschmelzbar; von Salzsäure nicht angegriffen, von kochender conc. Schwefelsäure aber langsam zersetzt. — Monzoniberg in Tirol mit Pleonast.

**Xanthophyllit,** *G. Rose.*

Monoklin; anfänglich nur in krystallinischen Aggregaten bei Slatoust bekannt (Xanthophyllit), welche eine völlige Erkennung der Formen nicht zuliessen, worauf dann *v. Kokscharow* von Achmatowsk grosse schöne Krystalle unter dem Namen Waluewit oder Walujewit beschrieb, welche indessen nach *Tschermak* von dem eigentlichen Xanthophyllit nicht verschieden sind. *v. Kokscharow* beobachtete daran die Formen 0P (*c*), $-\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ (*x*), $\frac{3}{4}\breve{P}3$ (*d*), $\frac{1}{4}\breve{P}\infty$, $\infty\breve{P}3$, $-\frac{1}{3}P$ (*o*), $\frac{1}{8}P$; am häufigsten sind *c*,*x*,*d*; $x:c = 109°28'$; $d:c = 109°28'$; $d:x = 109°28\frac{1}{2}'$; $o:b = 140°46'$. $\beta = 90°$. Dicke Tafeln und Blätter, oft von sechsseitigem Umriss, oft wie ein Rhomboëder mit Endfläche aussehend, aber sehr von Zwillingsverwachsungen beherrscht, indem einerseits mehre Individuen 0P gemein haben und in ihrer Stellung um je 120° von einander abweichen, wobei die aufeinanderfolgenden Blättchen immer andere Abgrenzungen der Individuen zeigen, anderseits aber auch solchergestalt entstehende Sammelindividuen in einer um 120° verschiedenen Stellung sich mit parallelen Basisflächen übereinanderlagern. — Spaltb. nach 0P sehr vollk.; H. = 4,5...6; G. = 3...3,1; wachsgelb (X.) oder lauchgrün und

1) Vgl. das Nähere über die einzelnen Glieder in der Abhandlung von *Tschermak* und *Sipöcz*, Z. f. Kryst. III. 1879. 496.

bouteillengrün (W.), stark perlmutterglänzend auf 0P, in dünnen Blättchen durchsichtig. Ebene der opt. Axen parallel $\infty P\infty$; Axenwinkel bei dem X. 0°—20°, bei dem W. 17°—32°; die negative Bisectrix ist 12′ gegen die Normale der Basis geneigt. Der W. ist ausgezeichnet pleochroitisch, schön grün in der Richtung der Verticalaxe, röthlichbraun darauf senkrecht. — Die Analyse des W. von *Nikolajew*, womit die des X. recht gut übereinstimmen, ergab: 46,39 Kieselsäure, 43,40 Thonerde, 1,57 Eisenoxyd, 0,60 Eisenoxydul, 13,04 Kalk, 20,38 Magnesia, 4,40 Wasser; *Tschermak* deutet das Mineral als Verbindung der beiden beim Clintonit genannten Substanzen im Mol.-Verh. 5 : 8; das Wasser entweicht grösstentheils erst bei Weissgluth. V. d. L. unschmelzbar; von heisser Salzsäure nur sehr schwer zersetzt. — Bezirk von Slatoust am Ural auf Talkschiefer (X.), bei Achmatowsk im Chloritschiefer (W.).

## Chloritoid, *G. Rose* (Chloritspath) und Ottrelith, *Haüy*.

Die beiden früher getrennt gehaltenen Mineralien werden neuerdings mit einander vereinigt. — Monoklin (nach *Hobbs* triklin), mit formellen Beziehungen zum Biotit, Zwillingsbildungen ganz ähnlich wie beim Glimmer; die Individuen selten neben einander gelagert, meist mehrfach mit der Basis über einander gelagert, auch in einer um 120° verwendeten Stellung. Krystalle selten deutlich umgrenzt, gewöhnlich sechsseitige mitunter lang gestreckte Tafeln (Chl.) oder kreisrunde, scheibenartige bis linsenförmige, auch spindelähnliche Täfelchen und Körner (O.); zu blätterigen, garben- oder büschelförmigen, knäuelartigen Aggregaten verwachsen. — Spaltb. lange nicht so vollk. wie beim Glimmer, bisweilen anscheinend deutlicher in Folge der lamellaren Zwillingsbildung. In der Ebene der Basis verlaufen noch zwei weitere, einander hier unter ca. 120° kreuzende, oft etwas unregelmässige Risssysteme, zwei Randflächen parallel, ausserdem wohl noch ein drittes Risssystem, welches jenen Winkel von 120° halbirt. Diese Blätterdurchgänge scheinen nicht ganz senkrecht auf 0P zu stehen. Ferner zeigen sich auf den basischen Blättchen noch ganz unregelmässige Zerklüftungen. — Spröd; H. etwas über 6; G. = 3,45...3,6. Schwärzlichgrün bis dunkellauchgrün; ziemlich lebhafter, bisweilen perlmutterartiger Glasglanz auf 0P, auf den Seiten- und Bruchflächen wachsartig; wenig durchscheinend, nur in feinen Lamellen pellucid. — Optische Axenebene parallel $\infty P\infty$, die spitze positive Bisectrix weicht 12°—18° von der Normalen zur Basis ab; Winkel der optischen Axen stark schwankend. Mittlerer Brechungsquotient hoch, 1,72; Doppelbrechung schwach, $\gamma - \alpha = 0{,}015$. Meist sehr stark pleochroitisch: a (parallel der Axenebene) olivengrün, b (senkrecht darauf) pflaumen- bis indigblau, c (in den Verticalschnitten senkrecht zur Lamellirung) gelbgrün; bisweilen erscheint a wie b und umgekehrt; mitunter nur schwach pleochroitisch. U. d. M. sind oft Quarz, Rutil, Turmalin, Biotit, Erz- und Kohlestäubchen eingelagert. — Die Analysen reinen Materials führen auf die Formel $H^2FeAl^2SiO^7$, was 23,72 Kieselsäure, 40,71 Thonerde, 28,46 Eisenoxydul, 7,11 Wasser (nur im Glühen entweichend) ergeben würde; etwas Fe durch Mg ersetzt. — Blättert sich v. d. L. schwach an den Kanten auf, schmilzt sehr schwer zu schwärzlichem magnetischem Glas; gibt im Kolben Wasser. Meist nur als feines Pulver durch Schwefelsäure völlig zersetzbar (Chl.); einige Vorkommnisse werden aber auch von conc. Salz- oder Salpetersäure unter Gelatiniren zersetzt (z. B. belgischer Ottrelith). — Die Hauptverbreitung knüpft sich an phyllitische oder glimmerige Schiefer; z. B. Brunndöbra und Markneukirchen im Vogtland, Salzburg, Kaisersberg in Steiermark, Vanlup auf Shetland, Insel Groix im Dép. Morbihan; im Quarz bei Prägratten in Tirol; Hüttenwerk Mramorskoi bei Kossoibrod im Ural mit Diaspor, Smirgel und Brauneisen, einen Stock im körnigen Kalk bildend (Chloritoid genannte Vorkommnisse); Ottré bei Stavelot in Belgien an der Grenze von Luxemburg, Röhrsdorf und Niederrabenstein in Sachsen, Ebnat in der Oberpfalz, St. Barthélemy s.ö. von Alençon, Vavdhos in Griechenland, Tintagel in Cornwall, Mt. Maré im nördl. Transvaal, Newport in Rhode-Island (Ottrelith genannte Vorkommnisse). — Der dunkelgrüne Sismondin (St. Marcel in Piemont, Zermatt und Val de Chisone mit Glaukophan, Insel Groix), der graulichschwarze Venasquit (Venasque in den Pyrenäen), der Masonit (Natic Village in Rhode-Island), der Phyllit (Sterling in Massachusetts) gehören zum Chloritoid; im Salmit ist $\frac{1}{3}$ des Fe durch Mn ersetzt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anhang.

**Astrophyllit,** *Scheerer.*

Rhombisch, doch zeigt die Flächenvertheilung oft monoklinen oder triklinen Habitus. Bei den folgenden Angaben *Brögger*'s ist die Axe *a* länger als die Queraxe *b*. A.-V. = 1,0098 : 1 : 4,7556. Krystalle gewöhnlich platt nach der Querfläche $\infty\breve{P}\infty$, theils nach der Verticalen *c*, theils nach der Queraxe *b* lang gestreckt, zu lamellaren Streifen verlängert, zu strahligen oder sternförmigen Gruppen verwachsen. An den Seiten herrscht namentlich die steile Pyramide $\overline{P}\frac{4}{3}$ (Polk. 160° 50′ und 75° 20′); $\infty P = 91° 34'$; in der Endigung häufig $\frac{2}{3}\breve{P}\infty$ oder das sehr stumpfe Querdoma $\frac{1}{30}\breve{P}\infty$ (mit $\infty\breve{P}\infty$ 95° 23′ bildend). Spaltb. sehr vollk. nach $\infty\breve{P}\infty$, ganz unvollk. nach 0P, was als Krystallfläche fehlt. Spröd, die Blättchen oft äusserst zerbrechlich. H. = 3,5; G. = 3,3 ... 3,4; tombackbraun bis fast goldgelb und schwärzlichbraun; starker, fast metallartiger Glasglanz; wenig pellucid. Ebene der opt. Axen $\infty\breve{P}\infty$, spitze positive Bisectrix die Queraxe *b*; mittl. Brechungsquotient 1,703; deutlicher Pleochroismus: a (*a*) tief orangeroth, b (*b*) orangegelb, c (*c*) citrongelb. — Chem. Zus.: Vielleicht $\overset{I}{R^4}\overset{II}{R^4}Ti\,Si^4O^{16}$, worin R hauptsächlich $\overset{I}{H}$, Na, K, und $\overset{II}{R}$ = Fe, Mn einschliesslich $Fe^2O^3$; oft wird etwas Ti durch Zr ersetzt. Eine Analyse von *Bäckström* (Eikaholm) ergab: 33,02 Kieselsäure, 14,11 Titansäure, 3,65 Zirkonsäure, 2,54 Eisenoxyd, 21,76 Eisenoxydul, 11,96 Manganoxydul, 1,26 Kalk, 2,77 Natron, 5,78 Kali, 3,47 Wasser. *G. A. König* erhielt beim A. von El Paso Co. 34,68 Kieselsäure, 13,58 Titansäure, 2,20 Zirkonsäure, 6,56 Eisenoxyd, 26,10 Eisenoxydul, 3,48 Manganoxydul, 5,01 Kali, 2,54 Natron, 3,54 Wasser, ganz wenig Thonerde, Magnesia und Kupferoxyd. Schmilzt v. d. L. unter kleiner Aufblähung leicht zu schwarzer Kugel. — Gänge des Langesundfjord in Norwegen (auf Låven, Eikaholm, den Barkevik-Scheeren) mit Eläolith, Aegirin, schwarzem Glimmer, Kataplëit, Zirkon; El Paso Co., Colorado, in Quarz mit Zirkon; Kangerdluarsuk in Grönland. Das Mineral wurde früher vielfach mit (rhombischen) Pyroxenen oder mit Glimmern in Verbindung gebracht, von denen es sich aber sowohl chemisch als physikalisch stark unterscheidet; chemisch könnte es auch in die 13. Ordnung gestellt werden.

## 12. Chloritgruppe.

Die Glieder der Chloritgruppe, alle sehr vollk. spaltbar nach der Basis und biegsame Blättchen liefernd, stehen sowohl der äusseren Erscheinungsweise, als der chemischen Zusammensetzung, als der Weise des Auftretens nach zwischen Glimmern und Talken. Von ersteren sind sie durch den grossen Wassergehalt, und das Fehlen der Alkalien, von letzteren durch den Gehalt an Thonerde unterschieden. Beim Erhitzen geben sie Wasser, doch erst in starker Glühhitze. Oft krystallisirt, sonst blätterig, schuppig, auch dicht und erdig; meist grün gefärbt.

### 1. Eigentliche Chlorite (Orthochlorite).

Deutlich auskrystallisirt. Nach der wichtigen Arbeit von *Tschermak* über die Chloritgruppe[1]) ist das Krystallsystem überall monoklin, wenn auch oft hexagonale oder rhomboëdrische Formen nachgeahmt werden. Zufolge *Tschermak* entspricht die chem. Zus. einer isomorphen Mischung von zweierlei Silicaten, von denen das eine thonerdefreie in dem Serpentin, das andere thonerdehaltige in dem seltenen Amesit gegeben ist. In beiden ist die Summe der Valenzen identisch.

| Serpentinsilicat $H^4Mg^3Si^2O^9$ = Sp | | Amesitsilicat $H^4Mg^2Al^2SiO^9$ = At | |
|---|---|---|---|
| Kieselsäure | 43,48 | Kieselsäure | 21,58 |
| Thonerde | — | Thonerde | 36,69 |
| Magnesia | 43,48 | Magnesia | 28,78 |
| Wasser | 13,04 | Wasser | 12,95 |

1) Sitzgsber. Wiener Akad. Bd. 99; 17. Apr. 1890 und Bd. 100; 1. Febr. 1891. Diese Abhandlung ist im Folgenden mit in erster Linie zu Grunde gelegt worden.

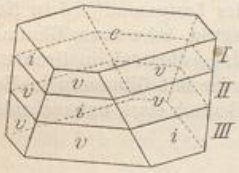
Ausserdem finden sich aber noch jene Silicate zugemischt, welche statt der Magnesia Eisenoxydul und daneben statt der Thonerde Eisenoxyd, auch Chromoxyd enthalten. Als Abstufungen werden unterschieden:

| | |
|---|---|
| Pennin . . . . . | $Sp_3At_2$ bis Sp At |
| Klinochlor . . . . . | Sp At bis $Sp_2At_3$ |
| Prochlorit . . . . . | $Sp_2At_3$ bis $Sp_3At_7$ |
| Korundophilit . . . . | $Sp_3At_7$ bis $Sp_3At_4$ |
| Amesit . . . . . | $Sp_3At_4$ bis At. |

An Serpentinsubstanz reichere Mischungsglieder scheinen zu fehlen. Alle Glieder lassen sich von einer monoklinen Grundform ableiten, für welche das A.-V. $= 0{,}5773 : 1 : 2{,}2771$ und $\beta = 89^\circ 40'$.

## Pennin, *Fröbel.*

Scheinbar rhomboëdrisch mit der Basis, doch zeigen die Winkel völlige Uebereinstimmung mit jenen des monoklinen Klinochlors und die optische Untersuchung leitet zu der Anschauung, dass die Penninkrystalle durch eine zwillingsmässige Uebereinanderlagerung monokliner Blättchen von der Form des Klinochlors aufgebaut sind. Da die Flächen $i$ ($\breve{P}\infty$) und $v$ ($-\frac{3}{2}\breve{P}3$) gegen die Basis ungefähr gleich geneigt sind ($103^\circ 55'$ und $104^\circ 23'$) und viele sehr dünne Blättchen in drei um $120^\circ$ verschiedenen Stellungen nach dem Glimmergesetz (Zwillingsebene senkrecht zu 0P) über einander gelagert sind, so gewinnt die Sammelform eine steile Rhomboëdergestalt (vgl. die Fig.). Es kommen auch sehr spitz rhomboëderähnliche Formen vor, welche sich formell zu der Fig. verhalten wie $3R : R$; Seitenflächen matt oder stark gerieft.




Andere Zwillingsbildungen erfolgen nach dem sogen. Penningesetz, dass 0P nicht nur wieder Verwachsungsebene sondern auch Zwillingsebene selbst ist, wobei die Zonen der einzelnen Flächen erhalten bleiben. Tafelförmige Krystalle zeigen oft dreiseitig treppenähnliche Zeichnung durch schmale Flächen. — Spaltb. basisch sehr vollk., mild, in dünnen Blättchen biegsam. H. $= 2 \ldots 3$; G. $= 2{,}61 \ldots 2{,}77$; lauchgrün, bläulichgrün bis schwärzlichgrün; stark pleochroitisch: Schwingungen parallel der Basis smaragdgrün oder lauchgrün, senkrecht darauf orangeroth oder gelblich. Optisch einaxig bis deutlich zweiaxig. Viele Krystalle sind optisch positiv und zeigen im Falle der Zweiaxigkeit $\rho < \upsilon$, die anderen sind negativ und zeigen in jenem Falle $\rho > \upsilon$. *K. Klein* fand, dass bei der Erwärmung positive Krystalle negativ werden, und negative dies bleiben (Unterschied von Klinochlor). Das scheinbar einfache Kreuz öffnet sich nicht selten beim Drehen, gewöhnlich in einer Ebene parallel einer Schlaglinie, bisweilen senkrecht dazu, auch in drei, um $120^\circ$ verschiedenen Lagen; manche Platten sind hier einaxig, dort zweiaxig; Axenwinkel variabel. Das Auftreten positiver und negativer Pennine lässt schliessen, dass im P. zwei Substanzen von verschiedenem optischen Charakter zusammenkrystallisirt seien, von denen die negative wahrscheinlich Serpentin ist; damit stimmt überein, dass häufig das Kreuz verwaschen, das Mittelfeld blau oder grün ist, das Fehlen der Interferenzringe, auch die schwache Doppelbrechung, $\gamma - \alpha = 0{,}011$; die Lichtbrechung ist ebenfalls recht schwach, ca. 1,576 im Mittel. Durch die Auflagerung nach dem Glimmergesetz können Complexe gebildet werden, die sich optisch einaxig verhalten. — Die chem. Zus. entspricht gewöhnlich dem kieselsäurereichsten Verhältniss $\mathbf{Sp_3At_2}$ mit 34,7 Kieselsäure, 14,6 Thonerde, 37,3 Magnesia, 13 Wasser (erst in der Glühhitze entweichend); doch ist meist ein Gehalt an Eisen als Oxyd und Oxydul vorhanden; in einigen Abarten ist jenes Verhältniss $\mathbf{SpAt}$, nähert sich also schon jenem des Klinochlors. Blättert sich v. d. L. in der Platinzange auf, wird weiss und trübe, und schmilzt endlich an den Kanten zu gelblichweissem Email; von Salzsäure zersetzt, unter Abscheidung von Kieselflocken; das Pulver zeigt starke alkalische Reaction. — Grösste und schönste Krystalle vom Findelengletscher und Rympfischwäng

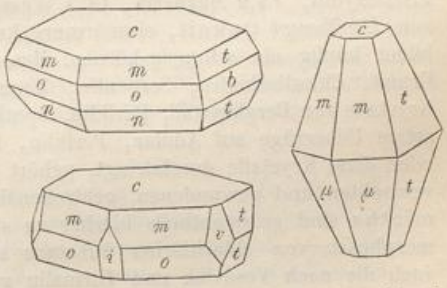
oberhalb Zermatt; Binnenthal in der Schweiz, Ala in Piemont, Żermatt in Tirol. An den sog. Chloritschiefern betheiligt sich der P. viel weniger als der Klinochlor.

Nur eine dichte serpentinähnliche apfelgrüne Var. des Pennins ist das Pseudophit genannte Mineral vom Berge Zdjar bei Aloysthal in Mähren, in welchem der Enstatit vorkommt. Feldspath hat sich bei Plaben unfern Budweis und bei Czkyn im südl. Böhmen in Pseudophit umgewandelt. In den Zoutpansbergen im n. Transvaal wird durchaus homogener lebhaft hellgrün gefärbter und noch in dicken Schichten durchscheinender Ps. zu Pfeifenköpfen verarbeitet. Alle diese Pseudophite enthalten ziemlich übereinstimmend 32,4 bis 35,3 Kieselsäure, 15,5 bis 18,8 Thonerde (Unterschied vom Serpentin), etwas Eisen, 30,7 bis 34,5 Magnesia, 13,5 bis 14,1 Wasser. — Hierher gehört auch die als Pyrosklerit bezeichnete sehr hellgrüne fett- und wachsglänzende Substanz, welche nierförmige Massen, deren Kern oft noch aus Feldspath besteht, im körnigen Kalk von St. Philippe unweit Markirch in den Vogesen bildet und als ein höchst fein verfilztes krystallinisches Aggregat von Pennin anzusehen ist. Loganit von den Calumet Falls in Canada ist ein dem Pseudophit ähnliches, aber aus Hornblende entstandenes chloritisches Zersetzungsproduct.

Gleichfalls stellt der Kämmererit nur eine Var. des Pennins dar, in welcher ein Theil der Thonerde durch 5 bis 8 pCt. Chromoxyd ersetzt ist; theils spitze hexagonale Pyramiden, theils kurze oder auch lange Prismen, auf den Seitenflächen stark horizontal gestreift; gewöhnlich in körnig-blätterigen und dichten Aggregaten; kermesinroth, pfirsichblüthroth bis violblau, auch grünlich und bläulichgrünlich; Perlmutterglanz auf 0P; optisch wie Pennin. Bisweilen ist ein Kern von K. mit einer Hülle von Klinochlor parallel umwachsen. — Bissersk im Gouv. Perm, auch am See Itkul und bei Miask, Kraubat in Steiermark, Schwarzenberg am Zobten, Hagdale auf Unst, Shetland, überall auf Klüften von Chromeisen; Texas in Pennsylvanien. Einen eigenthümlichen K., grauschwarz, in dickeren Platten violett durchscheinend, in dünneren farblos, mit einem Chromoxydgehalt von gar 13,46 pCt., fand *Eichstädt* als Spaltenausfüllung im Olivinfels des Quickjock-Kirchspiels in Norbotten. — Nur eine dichte Ausbildung des chromhaltigen Kämmererits ist der sog. Rhodochrom, meist mit ausgezeichnet splitterigem Bruch; H. = 2,5...3; graulichschwarz und schmutzig violblau, in dünnen Splittern pfirsichblüthroth durchscheinend; Strich röthlichweiss; stark kantendurchscheinend. Mit Chromeisen verwachsen, Kyschtymsk am Ural, Bissersk und am See Itkul, Insel Tino, Baltimore. — Der kermesinrothe, gleichfalls $Cr^2O^3$ (4 bis 11 pCt.) haltige und dem Kämmererit ähnliche Kotschubeyit steht seiner Mischung nach zwischen Pennin und Klinochlor; Goldseifen Karkadinsk im Distr. Ufaleisk am südl. Ural, Texas in Pennsylvanien. — Der bläulichgrüne grossblätterige Tabergit vom Taberg in Wermland scheint eine innige Verwachsung von Pennin mit Phlogopit zu sein (*Tschermak*).

**Klinochlor,** *Blake* (Ripidolith, *v. Kobell*; Chlorit, *G. Rose*).

Monoklin; die Krystalle sind manchmal tafelförmig und lassen dann die monokline Form und die Flächen $c = 0P$, $m = -\frac{1}{2}P$, $\mu = \frac{1}{2}P$, $o = P$, $t = \frac{4}{3}P\infty$, $n = \frac{2}{3}P$, $b = \infty P\infty$ erkennen (Typus von Achmatowsk). Manche Combb. sehen wie hexagonale Formen aus (Typus Zillerthal), bald pyramidal, bald mehr wie ein Rhomboëder, indem bei ihnen wie beim Pennin $i$ ($P\infty$) und $v$ ($-\frac{3}{2}P3$), beide fast gleichgeneigt gegen die Basis, herrschen. Die Flächen $m$, $n$ und $o$ sind meist ihren Combinationskanten parallel gestreift und gerieft. Häufig kommen Zwillingsbildungen, namentlich mit Uebereinanderlagerung, nach dem beim Glimmer üblichen Gesetz vor (ein Krystall gegen den anderen um 120° gedreht); auch bildet dasselbe Gesetz Drillinge, die völlig wie hexagonale Individuen aussehen. Daneben ist auch das sog. Penningesetz beobachtet. Krystalle aufgewachsen und zu Drusen verbunden; auch fächerförmige und wulstförmige Gruppen, sowie lamellare Aggregate; Spaltb. basisch sehr vollk., die Schlag-




$o : o = 121°\,28'$ $\quad m : m = 125°\,37'$
$c : o = 102\ \ 7$ $\quad c : n = 118\ \ 34$
$c : i = 103\ \ 55$ $\quad c : v = 104\ \ 23$
$c : m = 113\ \ 37$ $\quad c : t = 108\ \ 14$

figur ist nach *Bauer* ein sechsstrahliger Stern. H. = 2 (1,5...3); G. = 2,56...2,78; mild, in dünnen Blättchen biegsam. Lauchgrün, bläulichgrün und schwärzlichgrün; Strich grünlichweiss bis grün; Perlmutterglanz auf 0P, ausserdem Glas- oder Fettglanz; durchscheinend oder kantendurchscheinend, in dünnen Lamellen durchsichtig. Das optische Verhalten wechselt, der Charakter ist positiv (und ändert sich bei der Erwärmung nicht), der Axenwinkel bald sehr klein, bald ziemlich gross, die optische Axenebene bald parallel $\infty\breve{P}\infty$, bald senkrecht darauf. $\beta = 1{,}588$; $\gamma - \alpha = 0{,}011$. In den einfachen Krystallen weicht die spitze Bisectrix $6^{\circ}-8^{\circ}$ von der Normalen auf 0P ab. Oft ausgezeichnet pleochroitisch, nämlich grün in der Richtung der Verticalaxe, roth oder gelb in der auf ihr rechtwinkeligen Richtung. — Chem. Zus. entspricht oft dem Verhältniss $Sp_2At_3$, welches 30,34 Kieselsäure, 22,01 Thonerde, 34,66 Magnesia, 12,99 Wasser erfordern würde; doch ist auch hier meist ein Eisengehalt vorhanden. **Sp At** würde liefern: 32,53 Kieselsäure, 18,35 Thonerde, 36,13 Magnesia, 12,99 Wasser. Wird v. d. L. weiss und trübe, schmilzt schwer zu graulichgelbem Email; von Salzsäure kaum, von Schwefelsäure leichter angegriffen. — Deutlich ausgebildete Krystalle, begleitet von Granat und Diopsid, zu Achmatowsk am Ural; Schwarzenstein im Zillerthal, Pfitsch und Pfunders in Tirol, Zermatt im Wallis, West-Chester und Unionville in Pennsylvanien (grosse oft dreiseitige Tafeln). Blätterig zu Traversella in Piemont, mehr derb zu Markt-Leugast in Oberfranken. Von den gesteinsbildend auftretenden Gliedern der Chloritgruppe scheint der Kl. der verbreitetste zu sein; die sog. Chloritschiefer müssen nach *Tschermak* vorzugsweise als Klinochlorschiefer gelten, Penninschiefer sind selten.

Der in grossen, anscheinend hexagonalen Tafeln und in schaligen Massen von grünlichweisser, gelblichweisser bis licht ockergelber Farbe in den Schischimskischen Bergen bei Slatoust vorkommende Leuchtenbergit, fast ganz eisenfrei, gehört zum Klinochlor; die Ränder seiner Krystalle sind mit Hydrargillit und mit gelbem Granat gemengt. Aehnliche Varietäten von Klinochlor finden sich zu Traversella mit Magnetit, im Fassathal, zu Amity in New-York, weiss zu Maulèon in den Pyrenäen.

## Prochlorit, *Dana* (Ripidolith, *G. Rose*).

Kleine, nicht messbare Krystalle von hexagonalem Habitus, oft wulstartig und kammförmig verwachsen oder kleine sechsseitige wurmähnlich gekrümmte Säulchen; gewöhnlich aber lockere, schuppige, erdige Aggregate. Grün bis schwarzgrün, Strich seladongrün. — Die chem. Zus. entspricht nach *Tschermak* oft dem Verh. $SpAt_2$, doch ist der Eisengehalt beträchtlich; wenn dann MgO und FeO einander das Gleichgewicht halten, so gestaltet sich die Zus. zu: 25,5 Kieselsäure, 21,6 Thonerde, 26,6 Eisenoxydul, 14,9 Magnesia, 11,4 Wasser. Eisenreiche wulstförmige Arten wurden von *Breithaupt* Onkoit, eisenärmere kammförmige Lophoit genannt. — Prochlorit bildet häufig als schuppig-körnige Massen Nester oder Kluftausfüllungen im Gneiss, Granit, Chloritschiefer, Serpentin, Thonschiefer; oft liegen in diesen Anhäufungen Krystalle von Bergkrystall, Periklin, Apatit, Fluorit. Der Chlorit, welcher grüne staubartige Ueberzüge auf Adular, Periklin, Bergkrystall, Titanit, Axinit in Drusen bildet oder diese Krystalle durchdringt, gehört zum Prochlorit. Auch die kleinen wurmartig verdrehten und gewundenen, geldrollenähnlich zusammengesetzten Säulchen des Helminths sind grösstentheils hierher zu stellen. Ferner bestehen die häufigen Pseudomorphosen von chloritischer Substanz nach Strahlstein, Augit, Granat, Calcit, wohl auch die nach Vesuvian und Turmalin gewöhnlich aus Prochlorit. Die feinvertheilten chloritischen Partikelchen, welche in secundärer Entwickelung Diabase, Diorite u. s. w. durchdringen, dürften sich gleichfalls grösstentheils hier anreihen.

Der sog. Grochauit von Grochau bei Frankenstein gehört ebenfalls hierher. — Kerrit und Maconit sind zersetzte Chlorite. — Enophit und Berlauit scheinen Umwandlungsproducte von Gliedern der Orthochlorite zu sein. — Das wegen seines beständigen Vorkommens mit Korund Korundophilit genannte Mineral von Chester in Massachusetts und Asheville in Nordcarolina ist nach Krystallform, Spaltb. u. s. w. dem Klinochlor ganz ähnlich. Es führt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auf das Verhältniss $SpAt_4$; eine Analyse von *Obermayer* ergab 23,84 Kieselsäure, 25,22 Thonerde, 2,81 Eisenoxyd, 17,06 Eisenoxydul, 19,83 Magnesia, 11,90 Wasser; G. = 2,87.

Der Amesit von Chester bildet hell apfelgrüne, talkähnliche, sechsseitige Tafeln und blätterige Partieen auf rosarothem Diaspor, begleitet von Rutilnadeln; G. = 2,71; scheinbar einaxig, fast unschmelzbar. Die Analyse ergab: 21,40 Kieselsäure, 32,30 Thonerde, 19,90 Magnesia, 15,80 Eisenoxydul, 10,90 Wasser; besteht fast nur aus der Verbindung At (S. 679).

### 2. Leptochlorite (Chlorite ausser der Hauptreihe).

Grösstentheils keine deutlich auskrystallisirten Glieder umfassend (mit Ausnahme des Cronstedtits), gewöhnlich dicht, feinschuppig oder feinkörnig, oft kleintraubig oder krustenartig. Basische Mg-Al-Silicate mit (bisweilen fast vollständigem) Ersatz von MgO durch FeO, von $Al^2O^3$ durch $Fe^2O^3$; sie fügen sich nicht in das für die Orthochlorite aufgestellte Mischungsgesetz ein und sind nach *Tschermak* als Mischungen mehrer Silicate zu deuten, die z. Th. mit denen der Orthochlorite übereinstimmen. V. d. L. mehr oder weniger leicht zu dunkler magnetischer Perle schmelzend.

**Chamosit,** *Berthier.*

Grünlich- oder bläulichgrau bis grünlichschwarz; bildet bald das reine oder mit Calcit vermengte Cäment zwischen kleinen platten Brauneisen-Nierchen, bald allein oder mit Eisenerzen vermengt kleine oolithische Körner in einem aus Eisenspath oder eisenerzhaltigen Carbonaten bestehenden Bindemittel. Die Analysen reiner Substanz ergeben hauptsächlich ca. 26 $SiO^2$, 19 $Al^2O^3$, 38—42 FeO, 3—4 MgO, 11—13 $H^2O$, was vielleicht auf die Formel $(Fe,Mg)^3Al^2Si^2O^{10} + 3H^2O$ führt. Leicht von Säuren zersetzbar mit Hinterlassung eines Kieselskelets. Schichtartig im Jura von Chamoson bei St. Maurice im Wallis, zwischen den beiden Windgällen im Cant. Uri, auch in den Eisenoolithen Lothringens; im Untersilur von Kupferberg in Schlesien, Schmiedefeld bei Saalfeld und Chrustenic in Böhmen.

Daphnit, wahrscheinlich monoklin, bildet traubige, concentrisch schalige und radialblätterige Ueberzüge von seladongrüner bis apfelgrüner Farbe auf Arsenkies und Quarz von Penzance in Cornwall; hält 23,6 $SiO^2$, 22,3 $Al^2O^3$, 39 FeO, 11,2 $H^2O$.

Der Aphrosiderit (*Sandberger*) auf Rotheisenstein von Weilburg, auch von Auwal bei Prag ist olivengrünem, äusserst feinschuppigem Chlorit sehr ähnlich. Eine Analyse von *Nies* ergab z. B. 24,6 $SiO^2$, 25,3 $Al^2O^3$, 8,5 $Fe^2O^3$, 30,6 FeO, 1,8 MgO, 19,2 $H^2O$; durch kalte Salzsäure vollkommen zersetzbar. Zum Aphrosiderit werden auch gerechnet fast schwarze blätterige Aggregate aus den Drusen des Granits von Striegau, dunkelgrüne Massen im Quarz des Chloritschiefers von Bishops Hill bei Dunoon in Schottland, die in chloritischen Schiefern eingebetteten, etwas Magnetit haltenden schönen Pseudomorphosen nach Granat vom Oberen See (Spur-Michigamme Iron Range).

Metachlorit, schmale strahligblätterige, dunkellauchgrüne Trümer im Schalstein vom Büchenberg bei Elbingerode, hält u. a. 24,3 $SiO^2$, 37,8 FeO, 10,2 $H^2O$. — Klementit, dunkelolivengrüne, bisweilen sechsseitige Blättchen (wahrscheinlich monoklin) oder schuppige Aggregate in Quarzadern der Schiefer bei Vielsalm in Belgien, gab 27,1 $SiO^2$, 24,7 $Al^2O^3$, 5,8 $Fe^2O^3$, 9,7 FeO, 20,5 MgO, 11,3 $H^2O$. — Rumpfit, grünlichweiss, feinkörnig bis schuppig, auf Klüften des Magnesits von St. Michael in Obersteiermark, führt auf die Formel $H^6MgAl^4Si^2O^{14}$; unschmelzbar, durch Säuren unangreifbar; verdrängt auch Magnesit-Rhomboëder.

**Thuringit,** *Breithaupt* (und Owenit).

Derb in schuppigen oder feinkörnig blätterigen Aggregaten, Spaltb. der Individuen nach einer Richtung, vollk.; H. = 2...2,5; G. = 3,2; olivengrün, Strich grünlichgrau bis zeisiggrün, perlmutterglänzend; pleochroitisch, olivengrün und gelb. — Chem. Zus. nach den meisten Analysen: 22 bis 23,7 pCt. Kieselsäure, 16 bis 18 Thonerde, 14 bis 15 Eisenoxyd, 33 Eisenoxydul nebst etwas Magnesia und Manganoxydul, 10 bis 11 Wasser, welcher Zus. vielleicht die Formel $H^{18}Fe^8(Al,Fe)^8Si^6O^{41}$ entspricht; schmilzt v. d. L. zu schwarzer magnetischer Kugel; von Salzsäure zersetzt mit Hinterlassung von Kieselgallert. — Gegend von Hof im Fichtelgebirge als Hauptgemengtheil eines magnetitreichen geschichteten Schiefergesteins des Untersilurs, ähnlich in Ostthüringen, z. B. zu Schmiedefeld bei Saalfeld; Harpers Ferry am Potomacflusse (sog. Owenit) und Hot Springs in Arkansas. — Ein ganz ähnliches Mineral findet sich in einem chlorit-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gneissähnlichen Gestein am Zirmsee in Kärnten, wo es wahrscheinlich die Zwischenräume zwischen jetzt weggelösten Calcitvierlingen abgeformt hat.

Strigovit ist ein dem Thuringit nahe stehendes Mineral von Striegau in Schlesien; feinschuppige schwärzlichgrüne Ueberzüge über anderen Mineralien in Granitdrusen; G. = 3,144; in verdünnter Säure erhitzt, leicht zersetzbar mit Hinterlassung von Kieselpulver. Eine Analyse von *Websky* ergab: 28,4 Kieselsäure, 16,6 Thonerde, 11,4 Eisenoxyd, 26,2 Eisenoxydul 7,3 Manganoxydul, 9,3 Wasser, was auf die Formel $H^4(Fe,Mn)^2(Al,Fe)^2Si^2O^{11}$ führt.

**Delessit,** *Naumann* (*Chlorite ferrugineuse, Delesse*).

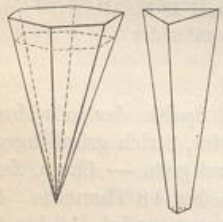
Mikrokrystallinisch, in schuppigen und kurzfaserigen Individuen, welche in den Melaphyren theils vollständige, concentrisch schalige Mandeln, theils nur die Krusten von anderen Mandeln und Geoden bilden; diese Krusten haben eine einwärts fein nierförmige Oberfläche und eine radialfaserige oder schuppige Textur; mild; H. = 2...2,5; G. = 2,7...2,9; olivengrün bis schwärzlichgrün, Strich licht graulichgrün. — Die besseren Analysen ergeben 29 bis 32 Kieselsäure, 15 bis 18 Thonerde, 2 bis 8 Eisenoxyd, 12 bis 18 Eisenoxydul, 15 bis 20 Magnesia, kleine Mengen von Kalk, 12 bis 15 Wasser. Gibt im Kolben Wasser und wird braun; v. d. L. sehr schwer und nur in Kanten schmelzbar; von Säuren sehr leicht zersetzt mit Hinterlassung von flockiger Kieselsäure. — Häufig in den Melaphyr-Mandelsteinen, als Ausfüllung von Hohlräumen, z. B. Oberstein, Zwickau, Thüringen, Böhmen, Schlesien, Mielin in den Vogesen, Schottland, auch als Pseudomorphose nach Pyroxenen und Amphibolen.

Der sog. Grängesit vom Erzlager Grängesberg in Dalarne, pseudomorph nach Augit, dürfte hierher gehören, ist aber optisch isotrop. Auch *Liebe*'s Diabantachronnyn (Diabantit), die schmutzig grün färbende staubähnliche Substanz der Diabase, steht dem Delessit nicht fern, ist aber nach *Kenngott* eher eine Var. des Prochlorits.

Von nicht unähnlicher Zus. ist der Epichlorit, trumweise im Serpentin von Neustadt beim Radauthal im Harz; bildet nach Art der Asbeste gerad- und krummstengelige Aggregate, welche sich in dünne Stengel absondern lassen; H. = 2,5; G. = 2,76; dunkellauchgrün, fettglänzend, in dünnen Stengeln flaschengrün durchscheinend, sich sehr fettig anfühlend. — Chem. Zus.: 40,88 Kieselsäure, 10,96 Thonerde, 8,72 Eisenoxyd, 20,0 Magnesia, 8,96 Eisenoxydul, 0,68 Kalk, 10,18 Wasser; von Salzsäure nur sehr unvollkommen zersetzt. — Euralith (*Wiik*) sind scheinbar dichte, feinst radialstrahlige, dunkelgrüne Massen auf Klüften des Olivindiabas im finnischen Kirchspiel Eura; löslich in Salzsäure; hält 33,8 Kieselsäure, 12,1 Thonerde, 6,8 Eisenoxyd, 15,7 Eisenoxydul, 17,9 Magnesia, 1,3 Kalk, 11,5 Wasser.

**Cronstedtit,** *Steinmann* (Chloromelan).

Rhomboëdrisch und zwar bisweilen anscheinend hemimorph, indem an dem einen Ende die Polecke des Rhomboëders oder Skalenoëders, an dem anderen das basische Pinakoid auftritt. Die Krystalle aus Cornwall sind Combinationen zweier Rhomboëder, welche *v. Zepharovich* als R und 3R annimmt, mit 0R; R : 0R = 104° 54′; 3R : 0R = 84° 56′; die Rhomboëderflächen längsgerieft und mehr oder weniger bauchig; 0R mit zarter trigonaler Täfelung versehen.



*Vrba* beobachtete an Krystallen von Przibram auch 2R (mit 0R 97° 35′). Zwillinge, welche 0R gemein haben und in ∞R symmetrisch verwachsen sind, auch wiederholte Zwillingsbildung und Durchkreuzungszwillinge mit sternförmiger Basis. Häufiger sind nierförmige Aggregate von radialfaseriger, stengeliger oder krummschaliger Zusammensetzung; an den leicht trennbaren Stengeln erscheinen sehr spitze abgestumpfte Kegel, oder sechsseitige pyramidenähnliche Gestalten. — Spaltb. basisch vollk., die Spaltungsflächen in den Aggregaten etwas convex, dünne Lamellen etwas biegsam; H. = 3,5; G. = 3,34; rabenschwarz bis kohlschwarz, Strich dunkelgrün, starker Glasglanz, undurchsichtig. — Die unter einander nicht völlig übereinstimmenden Analysen ergeben: 17,5 bis 22 Kieselsäure, 30 bis 43 Eisenoxyd, 25 bis 38 Eisenoxydul, 4 bis 5 Magnesia, 8 bis 11 Wasser. Die von *Damour* liefert die Formel $H^6(Fe,Mg)^3Fe^2Si^2O^{13}$; ein Gehalt bis 3 pCt. MnO wird gewöhnlich angegeben, keine Thonerde. V. d. L. schmilzt er an den Kanten zu schwärzlichgrauer magnetischer Schlacke; von Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure zerlegt unter Ausscheidung von Kieselgallert. — Przibram und Kuttenberg in Böhmen, Lostwithiel in Cornwall; auf der Hexaëderfläche cornwaller Eisen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kiese sind als 0R.3R krystallisirte hemimorph erscheinende Cronstedtite mitunter so mit ihren spitzen Enden aufgewachsen, dass ihr nach aussen gekehrtes 0R mit $\infty O\infty$ des Eisenkieses parallel ist; Conghonas do Campo, Brasilien (sog. Sideroschisolith).

Anhangsweise gehören noch hierher: Hullit (*Hardman*), sammtschwarze, schwach wachsglänzende Massen, optisch isotrop, aus dem Basalt vom Carnmoney Hill bei Belfast in Irland; führt 39,4 $SiO^2$, 10,4 $Al^2O^3$, 20,7 $Fe^2O^3$, 3,7 FeO, 4,5 CaO, 7,5 MgO, 13,6 $H^2O$. — Leidyit (*König*), grüne warzenförmige wachsglänzende Incrustationen und zarte Stalaktiten, mit Grossular und Zoisit zu Leiperville am Crum Creek in Pennsylvanien, schmilzt v. d. L. unter starkem Aufschäumen, leicht löslich in kalter Salzsäure und z. Th. gelatinirend; hält 51,4 $SiO^2$, 16,8 $Al^2O^3$, 8,5 FeO, 3,1 CaO, 3,1 MgO, 17,1 Wasser. — Schuchardtit (*Schrauf*), erdig-schuppige Aggregate in Platten und Knollen (»grüne Chrysopraserde«) mit Chrysopras von Frankenstein, frisch schön apfelgrün, sehr weich, im Wasser zerfallend; liefert ca. 34 $SiO^2$, 15 $Al^2O^3$, 4 $Fe^2O^3$, 3,5 FeO, 5,5 NiO, 25 MgO, 12 $H^2O$.

Epiphanit, der chloritähnliche Gemengtheil des Glimmerschiefers von Tväran in Wermland, Lennilith, Vaalit scheinen den Leptochloriten verwandte Umwandlungsproducte von Biotit zu sein.

## 13. Talk- und Serpentingruppe.

### Talk, *Werner*, und Steatit oder Speckstein.

Im Hinblick auf die Aehnlichkeit mit Chlorit und Glimmer wahrscheinlich monoklin; bis jetzt nur selten in sechsseitigen oder rhombischen Tafeln beobachtet, welche keine genauere Bestimmung zulassen; die Begrenzungen werden als 0P, $\infty P$ und $\infty P\infty$ gedeutet. Gewöhnlich in krummschaligen, keilförmig-stengeligen, körnig-blätterigen oder schuppigen Aggregaten, auch dicht (s. u. Speckstein, Steatit). — Spaltb. basisch höchst vollk.; sehr mild, fast geschmeidig, äusserst fettig anzufühlen, in dünnen Lamellen biegsam; H. = 1; G. = 2,69...2,80; farblos, doch meist grünlichweiss bis apfelgrün, lauchgrün und grünlichgrau, gelblichweiss bis ölgrün und gelblichgrau gefärbt; Perlmutter- oder Fettglanz auf 0P; Schlagfigur drei-, resp. sechsstrahlig; pellucid in mittleren Graden; dünne Lamellen sind durchsichtig und lassen erkennen, dass der T. optisch zweiaxig ist; die Ebene der optischen Axen, welche einen scheinbaren Winkel von ca. 17° bilden, liegt einer der drei Schlaglinien (wohl auch hier $\infty P\infty$ entsprechend) parallel; spitze negative Bisectrix nicht merkbar von der Normalen auf 0P abweichend. Mittlerer Brechungsquotient = 1,55; $\gamma - \alpha = 0{,}04$ bis 0,05. — Chem. Zus.: $H^2Mg^3Si^4O^{12}$, mit 63,52 Kieselsäure, 31,72 Magnesia, 4,76 Wasser; letzteres, früher gar nicht in dem T. vorausgesetzt und von *Delesse* und *Scheerer* zuerst darin gefunden, entweicht gänzlich nur durch sehr starkes Glühen. Von der Magnesia wird gewöhnlich ein kleiner Theil durch Eisenoxydul (1 bis 5 pCt.) vertreten, auch ist nicht selten etwas Thonerde (1 bis 2 pCt.) vorhanden, welche vielleicht von thonerdehaltigen Mineralien herstammt, die der Umwandlung in T. anheimfielen. V. d. L. leuchtet er stark, blättert sich auf, wird hart (bis 6), schmilzt aber kaum in sehr dünnen Blättchen; mit Phosphorsalz gibt er ein Kieselskelet, mit Kobaltsolution geglüht wird er blassroth (Unterschied von Muscovit); Salzsäure oder Schwefelsäure greifen ihn weder vor noch nach dem Glühen an. Das feine Pulver, auf Curcumapapier mit etwas Wasser befeuchtet, zeigt starke alkalische Reaction. — Bildet, meist mit Quarz fein gemengt, als Glied der krystallinischen Schiefergesteine den namentlich mit Chloritschiefer, Serpentin und Dolomit verbundenen Talkschiefer, z. B. Greiner im Zillerthal, salzburger Pongau, Kraubat in Steiermark, Zöptau in Mähren, St. Gotthard, Ural, Canada, Brasilien. Die Talkschiefer enthalten bisweilen Strahlsteinsäulen, Rhomboëder von Dolomit oder Magnesit, Granat, Magnetit, derbe Olivinpartieen. Der feinschuppige Topfstein, wegen seiner Feuerbeständigkeit ein Material für Oefen und Töpfe, ist meist ein Gemenge aus Talk und Chlorit, bisweilen ein Aggregat blos eines dieser Mineralien. Talk findet sich auch auf Erzlagerstätten (Pressnitz in Böhmen, Sala und Fahlun in Schweden). — Zahlreiche Pseudomorphosen deuten auf secundäre Bildung, hauptsächlich sind es thonerdefreie oder thonerdearme Silicate, die sich in feinschuppigen T.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

umwandeln, so Strahlstein, Hornblende, Augit, Bronzit, Salit, Olivin; ferner kennt man Pseudomorphosen von T. nach Magnesitspath, Orthoklas, Disthen, Pyrop.

Der Steatit oder Speckstein ist ein kryptokrystallinisches bis dichtes Aggregat von Talk; derb, eingesprengt, nierförmig, knollig und in Pseudomorphosen, besonders nach Quarz und Dolomit (Verdrängungspseudomorphosen von Göpfersgrün), auch nach Baryt, Orthoklas, Skapolith, Andalusit, Chiastolith, Topas, Spinell, Turmalin, Granat, Vesuvian, Staurolith, Pyroxen, Amphibol und Glimmer; Bruch uneben und splitterig, mild, leicht schneidbar mit dem Messer, fühlt sich sehr fettig an, und klebt nicht an der Zunge; H. = 1,5; weiss, besonders graulich-, gelblich- und röthlichweiss, auch lichtgrau, grün, gelb und roth; matt, im Strich glänzend, kantendurchscheinend. — Chemisch mit Talk identisch. Im Kolben gibt er etwas Wasser; v. d. L. brennt er sich so hart, dass er Glas ritzt; von Salzsäure nicht angegriffen, von kochender Schwefelsäure aber zersetzt. — Göpfersgrün bei Wunsiedel, Briançon, Lowell in Massachusetts; schöne und grosse Pseudomorphosen nach Augit zu Olafsby bei Snarum. Hierher gehört auch der sog. Rensselaerit von mehren Orten im nördl. Theile von New-York, z. Th. pseudomorph nach Augit.

**Gebrauch.** Zum Zeichnen (als sog. spanische Kreide), zur Vertilgung von Fettflecken, zum Einschmieren von Maschinentheilen, zu allerlei geschnittenen und gedrehten Bildwerken und Utensilien, zum Schminken; bei Groton, unweit Lowell in Massachusetts, werden sogar Röhren zu Wasserleitungen daraus gefertigt.

Das schneeweisse und grossblätterige, auf dem Magneteisenlager von Pressnitz vorkommende Talkmineral, Talkoid genannt, hat das G. = 2,48 und hält 67,81 Kieselsäure, 26,27 Magnesia, 1,17 Eisenoxydul, 4,13 Wasser; es ist vielleicht mit Quarz gemengter Talk.

**Pikrosmin,** *Haidinger.*

Körnige und stengelige innig verwachsene Aggregate; die für dieselben angegebene, dem rhombischen System entsprechende Spaltb. (nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk., nach $\infty\bar{P}\infty$ weniger vollk., nach $\infty P$ 126° 52′, und nach $\bar{P}\infty$ 117° 49′ unvollk.) bezieht sich wohl auf ein Mineral, aus welchem der P. durch Umwandlung hervorgegangen ist. Sehr mild; H. = 2,5...3; G. = 2,5...2,7; grünlichweiss, grünlichgrau bis berg-, öl-, lauch- und schwärzlichgrün, Perlmutterglanz auf $\infty\breve{P}\infty$, ausserdem Glasglanz; kantendurchscheinend bis undurchsichtig, optisch-zweiaxig; gibt angehaucht einen bitteren Geruch. — Chem. Zus. nach *Magnus* sehr nahe: $2MgSiO^3 + H^2O$, entsprechend 55,07 Kieselsäure, 36,67 Magnesia, 8,26 Wasser (kleine Antheile von Eisenoxydul, Manganoxydul und Thonerde). *Frenzel's* Analysen führen auf $(Mg,Fe)^4Si^5O^{14} + 2H^2O$. V. d. L. brennt er sich weiss und hart, schmilzt aber nicht. — Im Gneiss an der Engelsburg bei Pressnitz in Böhmen, im Serpentin von Waldheim und Zöblitz, im Chloritschiefer am Greiner und bei Windischmatrei; zu Prägratten in Tirol.

## Meerschaum (Sepiolith).

Derb und in Knollen, auch in Pseudomorphosen nach Kalkspath; u. d. M. zusammengesetzt aus glimmerähnlichen zweiaxigen Lamellen von negativer Doppelbrechung; $\beta = 1,54$; Bruch flachmuschelig und feinerdig, mild, mit dem Fingernagel eindrückbar. H. = 2...2,5; G. = 2, trockene Stücke schwimmen wegen ihrer feinporösen Beschaffenheit auf dem Wasser; gelblichweiss und graulichweiss; matt, Strich wenig glänzend, undurchsichtig; fühlt sich etwas fettig an und haftet stark an der Zunge. — Chem. Zus. im trockenen Zustande: $H^4Mg^2Si^3O^{10}$, mit 60,83 Kieselsäure, 27,01 Magnesia, 12,16 Wasser (welches bei 200° noch nicht und ganz erst bei voller Rothgluth entweicht); ein in den Analysen angegebener höherer Wassergehalt ist hygroskopisch. Auch enthält wohl jeder M. etwas Kohlensäure. V. d. L. schrumpft er ein, wird hart und schmilzt an den Kanten zu weissem Email; mit Kobaltsolution blassroth; Salzsäure zersetzt ihn unter Abscheidung von schleimigen Kieselflocken; löslich in Alkalien. — Gegend von Eskischehr in Kleinasien in jungtertiären Ablagerungen am Fuss von Serpentinhügeln, scheint ein Umwandlungsproduct von Serpentin oder von einem magnesiahaltigen unreinen Opal; Inseln Samos und Euboea, Krym, Vallecas bei Madrid, Hrubschitz in Mähren, Utah (feinfaserig, eine hellgrüne Var. enthält 6,82 pCt. Kupferoxyd).

**Gebrauch.** Zu Pfeifenköpfen, Cigarrenspitzen u. dgl.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Aeusserlich dem Meerschaum ähnlich ist der Aphrodit von Långbanshytta in Schweden, welcher aber auf die Formel $H^6Mg^4Si^4O^{15}$ führt.

Der Kerolith *Breithaupt*'s bildet derbe Massen, u. d. M. feinfaserig, Trümer und nierförmige Partieen; Bruch zerstückelt-uneben, muschelig und glatt, selten splitterig; etwas spröd, leicht zersprengbar; H. = 2...3; G. = 2,3...2,4; grünlich- und gelblichweiss, licht gelblichgrau und gelb, auch röthlich; sehr schwach fettglänzend; im Strich glänzender; durchscheinend; fühlt sich fettig an und hängt nicht an der Zunge. — Chem. Zus.: $H^6Mg^2Si^2O^9$ mit 47,27 Kieselsäure, 34,48 Magnesia, 24,25 Wasser. Schmilzt v. d. L. an den Kanten zu weissem Email, durch Salzsäure zersetzbar. — Frankenstein und Kosemütz in Schlesien auf Klüften im Serpentin und als Ueberzug auf Magnesit; See Itkul am Ural, Harford Co. in Maryland.

**Spadait,** *v. Kobell.*

Scheinbar amorph, doch nach *H. Fischer* kryptokrystallinisch; derb; Bruch unvollkommen muschelig und splitterig; H. = 2,5; mild; röthlich gefärbt; schwach fettglänzend, durchscheinend. — Chem. Zus.: $H^8Mg^5Si^6O^{21}$, mit 56,99 Kieselsäure, 34,62 Magnesia, 11,39 Wasser; 0,66 Eisenoxydul ersetzen Magnesia; schmilzt v. d. L. zu emailartigem Glas; von conc. Salzsäure unter Abscheidung von Kieselschleim leicht zersetzt. — Capo di Bove bei Rom auf Hohlräumen der Leucitlava.

**Gymnit,** *Thomson* (Deweylith).

Derb, z. Th. krummschalig und anscheinend amorph, zeigt aber u. d. M. sphärolithähnliche Aggregat-Polarisation; H. = 2...3; G. = 2...2,3 schmutzig pomeranzgelb, honiggelb bis weingelb und gelblichweiss, vielfach geadert, fettglänzend, durchscheinend, überhaupt sehr ähnlich dem arabischen Gummi. In Berks Co., Pennsylvanien, pseudomorph nach Aragonit. — Chem. Zus. empirisch: $Mg^4Si^3O^{10} + 6H^2O$, mit 40,2 Kieselsäure, 35,7 Magnesia und 24,1 Wasser; vielleicht ist das Magnesiumsilicat nur mit 5 Mol. Wasser verbunden. Gibt v. d. L. Wasser; färbt sich dunkelbraun, wird mit Kobaltsolution rosenroth. — Bare-Hills bei Baltimore, daher (nämlich von bare, nackt, γυμνος) ist seltsamer Weise der Name entlehnt, in Serpentin; Texas in Pennsylvanien; Fleimser Thal in Tirol und bei Passau in körnigem Kalk. — Nickelgymnit oder Genthit ist ein grüner traubiger oder stalaktitischer Ueberzug auf Chromeisen von Texas in Pennsylvanien; er führt in der That auf die ganz analoge Formel $(Ni, Mg)^4Si^3O^{10} + 6H^2O$, mit 34,84 Kieselsäure, 28,88 Nickeloxydul, 15,45 Magnesia, 20,86 Wasser.

Numeait (Noumeait) oder Garnierit sind apfelgrüne bis smaragdgrüne oder grünlichweisse Massen, warzig-stalaktitisch oder meerschaumähnlich bis erdig zerreiblich; die dunkleren (Numeait) sind fettig anzufühlen, die helleren (Garnierit) haften an der Zunge. U. d. M. zeigt sich das Interferenzbild optisch einaxiger sphärolithähnlicher Aggregate. H. = 2...3; G. = 2,3...2,8. Diese Substanzen sind wasserhaltige Nickel-Magnesiumsilicate mit sehr verschiedener Betheiligung der Bestandtheile; Kieselsäure schwankt von 35 bis 47, Nickeloxydul von 24 bis 38, Magnesia von 3 bis 21, Wasser von 50 bis 20 pCt., auch ist etwas Eisenoxyd vorhanden. Die allgemeine Zus. scheint $(Mg, Ni)SiO^3 + nH^2O$ zu entsprechen. Zufolge *Des Cloizeaux* ist NiO nur mechanisch dem Magnesiumsilicat beigemengt. Im Wasser zerbersten die Massen unter Geräusch in Fragmente mit muscheligem Bruch. — Im Olivin-Serpentin zu Numea in Neu-Caledonien, dient in grossen Quantitäten zur Darstellung reinen Nickels, wie es aus den Kiesen nur schwer erhalten wird; auch als stellenweise mächtiges Lager in Douglas Co. in Oregon, mit Olivingestein verbunden.

Röttisit ist ein derbes smaragd- bis apfelgrünes Mineral von einem Gange bei Röttis unweit Reichenbach im Vogtland; H. = 2...2,5; G. = 2,35...2,37. *Winkler* fand darin: 43,67 Kieselsäure, 35,87 Nickeloxydul, 11,18 Wasser, etwas $Al^2O^3$, $Fe^2O^3$, $P^2O^5$, wenig CoO und CuO. Mit ihm zusammen kommt der fast genau ebenso zusammengesetzte Komarit (Konarit) vor, kleine Körner und vollkommen monotom spaltbare Krystalle bildend (nach *Bertrand* sehr stark negativ doppeltbrechend, wahrscheinlich hexagonal), wohl nur die deutlicher krystallinische Ausbildung der Röttisit-Substanz. — Ein von *Schmidt* untersuchter sog. Pimelith aus Schlesien ist auch ein wasserhaltiges Mg-Ni-Silicat fast ohne Thonerde.

Melopsit nannte *Breithaupt* ein Mineral von Neudeck im böhmischen Erzgebirge. Derb und in Trümern; Bruch muschelig und glatt, oder splitterig; wenig spröd; H. = 2...3; G. = 2,5...2,6; gelblich-, graulich- und grünlichweiss, matt, durchscheinend; fühlt sich kaum fettig an und hängt nur wenig an der Zunge. Nach *Goppelsröder* wesentlich ein wasserhaltiges Magnesiumsilicat, mit 15 bis 16 pCt. Wasser (von denen 11,5 bei 160° C. entweichen), 44 Kieselsäure, 31,6 Magnesia nebst 3,4 Kalk, aber nur 5 Thonerde.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Neolith hat *Scheerer* ein noch jetzt entstehendes Mineral von der Aslakgrube bei Arendal genannt; theils parallelfaserige Trümer, theils kryptokrystallinische bis zolldicke Ueberzüge auf zersetztem Feldspath; geschmeidig wie Seife und fettig anzufühlen; H. = 1; G. = 2,77; dunkelgrün, bräunlichgrün, schwärzlichgrün bis fast schwarz; glänzend von Fett- oder Seidenglanz bis matt, dann aber im Strich glänzend. Hauptsächlich ein wasserhaltiges Magnesiumsilicat (48 bis 52 Kieselsäure und 28 bis 31 Magnesia), mit 4 bis 6 pCt. Wasser, etwas Eisenoxydul und wenig Manganoxydul, sowie 7 bis 10 pCt. Thonerde. Das Mineral findet sich auch bei Oberrochlitz am Südabfall des Riesengebirges auf Klüften von Malakolith. Der lichtgrüne dünne Ueberzug, welcher nicht selten die auf den Freiberger Erzgängen vorkommenden Pseudomorphosen von Eisenkies nach Magnetkies bekleidet, wird von *Frenzel* auch mit Neolith in Verbindung gebracht, obschon er 41,19 Eisenoxydul und nur 1,31 pCt. Magnesia, dabei 8,88 Wasser enthält. Nach *Scheerer* hat sehr wahrscheinlich ein Theil des in den Blasenräumen mancher Basaltmandelsteine vorkommenden sog. Basaltspecksteins eine dem Neolith ganz analoge Zusammensetzung.

**Saponit** (Seifenstein, Soapstone).

Derb und in Trümern; mild, sehr weich; G. = 2,266; weiss oder lichtgrau, gelb und röthlichbraun, auch grünlich, matt, im Strich glänzend, fettig anzufühlen, überhaupt dem Speckstein sehr ähnlich. — Chem. Zus. sehr wechselnd: Im Allgemeinen ein wasserhaltiges Magnesiumsilicat mit wenig Thonerde; die Kieselsäure schwankt von 40 bis 51, die Magnesia von 21 bis 33, das Wasser von 11 bis 22, Thonerde von 6,5 bis 9,5; als Saponit sind mancherlei Hydrosilicate von Magnesia und Thonerde zusammengefasst worden, welche dichte, fettig anzufühlende Massen bilden, aber eine mehr oder weniger verschiedene quantitative Zus. haben, auch wohl z. Th. nicht homogen sind. V. d. L. schmilzt er zu farblosem blasigem Glas; von Schwefelsäure leicht und vollständig zersetzbar (Gegensatz zu Speckstein). — Cornwall, adernweise im Serpentin; nach *F. Heddle* auch als Adern und in Hohlräumen von Eruptivgesteinen, wie im Dolerit von Cathkin am Clyde.

Der Piotin bildet Nester und Trümer, ist mild, sehr weich, weiss, gelblich und röthlich, wird im Strich glänzend, fühlt sich fettig an und klebt an der Zunge. — Chem. Zus.: 50,89 Kieselsäure, 9,40 Thonerde, 2,06 Eisenoxyd, 26,52 Magnesia, 0,78 Kalk, 10,50 Wasser; schwärzt sich im Kolben. — Svärdsjö in Dalarne.

*Karsten*'s Pimelith findet sich derb, in Trümern und als Ueberzug; Bruch muschelig; H. = 2,5; G. = 2,71...2,76; apfelgrün, Strich grünlichweiss; schwach fettglänzend, durchscheinend; fühlt sich fettig an und klebt nicht an der Zunge. — Chem. Zus. nach *Baer*: 35,80 Kieselsäure, 23,04 Thonerde, 2,69 Eisenoxyd, 2,78 Nickeloxyd, 14,66 Magnesia, 21,03 Wasser; beigemengt ist etwas organische Substanz; wird von Säuren zersetzt; fast unschmelzbar. — In Begleitung von Chrysopras zu Kosemütz und Gläsendorf unweit Frankenstein in Schlesien. — Ueber einen anderen Pimelith s. S. 687.

## Serpentin, *Wallerius.*

Dichte Massen von muscheligem, splitterigem, feinkörnigem oder unebenem Bruch, welche u. d. M. faserige oder anscheinend blätterige Structur zeigen; nur selten makroskopische faserige oder blätterige Partieen oder von dünnschieferiger Ausbildung. Sämmtliche Krystallformen, in denen der S. vorkommt, sind Pseudomorphosen nach anderen Mineralien. Mild oder wenig spröd; H. = 3...4; G. = 2,5...2,7; verschiedene grüne, gelbe, graue, rothe und braune, meist düstere Farben, gewöhnlich lauch-, pistaz- und schwärzlichgrün; oft mehrfarbig gefleckt, gestreift, geadert; wenigglänzend bis matt, durchscheinend bis undurchsichtig. Die Serpentinmasse selbst erweist sich u. d. M. grossentheils als aus feinen Fasern zusammengesetzt, ähnlich wie sie im Chrysotil auftreten. Liegen die Fasern parallel und sind sie nicht allzu zart, so lassen sie öfters (oder meist, nach *Tschermak*) erkennen, dass die Axe der kleinsten Elasticität senkrecht zur Längserstreckung der Fasern, die der grössten parallel zur Faserung, der negative Winkel der optischen Axen sehr gross ist. Nach vielen anderen Angaben liefern faserige S.e in Schnitten senkrecht zur Faserung Axenbilder und ist die Faserrichtung die Axe der kleinsten Elasticität, sowie die positive spitze Bisectrix. Die Blättchen und Leistchen pflegen optisch negativ zu sein und sind vielleicht nur Aggregate paralleler Faserbündel; vielfach lässt sich der Uebergang von der Blättchen- und Leistenform zu der Haar- und Faserform nachweisen. Lichtbrechung nur schwach

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

($\beta = 1{,}570$), aber Doppelbrechung nicht unbedeutend. — Chem. Zus.: $H^4Mg^3Si^2O^9$, wobei immer etwas MgO durch FeO ersetzt ist. Das reine wasserhaltige Mg-Silicat würde liefern: 43,50 Kieselsäure, 43,46 Magnesia, 13,04 Wasser, welches erst beim Glühen entweicht (die eine Hälfte schon in schwächerer, die andere erst bei längerer und stärkerer Gluth). Die Menge von FeO steigt meist bis 8, sogar über 13 pCt.; auch halten manche S.e geringe, gewöhnlich nur den Bruchtheil eines Procents ausmachende Mengen von Thonerde (steigend bis auf 3 pCt.), welche von thonerdehaltigen Mineralien abstammt, die zu Serpentin umgewandelt wurden; auch ist bisweilen etwas Kohlensäure und Bitumen nachgewiesen, ferner einigemal Nickeloxyd aufgefunden worden, welches wahrscheinlich aus dem Olivin stammt, der hier serpentinisirt wurde. Im Kolben gibt er Wasser und schwärzt sich; v. d. L. brennt er sich weiss und schmilzt nur schwer in den schärfsten Kanten; wenn hellfarbig mit Kobaltsolution blassroth; von Salzsäure, noch leichter von Schwefelsäure wird das Pulver vollkommen zersetzt unter Abscheidung schleimiger Kieselsäure; das Pulver reagirt vor und nach dem Glühen auf Curcumapapier mit Wasser befeuchtet, stark alkalisch.

Der Serpentin ist überall von secundärer Entstehung. Ausserordentlich häufig ist er aus Olivin hervorgegangen, wie zuerst die schönen Pseudomorphosen von Snarum in Norwegen erwiesen haben. Anderseits sind namentlich thonerdefreie oder ganz thonerdearme Pyroxene und Amphibole der Umwandlung in S. fähig. Vielfach finden sich im S. noch ganz oder halbwegs übrig gebliebene Reste dieser Urmineralien, wobei die Olivinkörnchen in einem Maschennetz von S. zu stecken pflegen. Die Veränderung des Olivins in S. lässt sich durch die Einwirkung von kohlensäurehaltigem Wasser erklären: 2 Mol. Olivin $= 2(2MgO.SiO^2)$ geben mit $2H^2O$ und $CO^2$ als Product 1 Mol. Serpentin $= 3MgO.2SiO^2 + 2H^2O$ und noch $MgO.CO^2$; das letztere Carbonat wird gelöst weggeführt oder bildet oft Magnesit. Das Eisensilicat des Olivins liefert so z. Th. das entsprechende des Serpentins, theils wird es durch sauerstoffhaltige Tagewässer in Magnetit zersetzt, unter Abscheidung von freier $SiO^2$, welche letztere dann als Opal oder Chalcedon erscheint. Ferner können sich Monticellit, Granat, Chondrodit und Spinell in S. verändern. — Ganze Gesteinsmassen sind so dieser Umwandlung in S. anheimgefallen, z. B. Olivingesteine mit Pyroxen oder Amphibol, reine oder olivinführende Amphibolgesteine oder Pyroxengesteine, und weil diese Felsarten bald eruptiven Charakter besitzen, bald zu den krystallinischen Schiefern gehören, tritt auch der daraus hervorgegangene S. theils in der Form von massigen Stöcken und Gängen auf, theils als eingeschaltete Lager im Verband mit Gneissen, Granuliten, Glimmerschiefern, Chloritschiefern, Kalksteinen u. s. w. Die im S. makro- oder mikroskopisch erkennbaren fremden Mineralien sind theils noch erhaltene Gemengtheile des Ursprungsgesteins (z. B. Olivin, rhombische Pyroxene, Diallag, Glimmer, Granat), theils Umwandlungs- oder Ausscheidungsproducte derselben (Magnetit, Chromit, Chlorit, Talk).

Man unterscheidet besonders:

1) Edlen Serpentin; schwefelgelb, zeisig-, öl-, spargel- bis lauchgrün, auch grünlich- und gelblichweiss, durchscheinend, meist mit muscheligem, glattem, etwas glänzendem Bruch; häufig im körnigen Kalk eingewachsen (Ophicalcit), wo er meist von Olivin, seltener von Chondrodit oder Pyroxen abzuleiten ist. Auch gehören hierher die in Krystallformen des Olivins ausgebildeten gelben Varietäten, welche von Snarum in Norwegen, von Miask, Katharinenburg u. a. Punkten des Ural, sowie von mehren Orten im Staat New-York bekannt sind. Die schönen Serpentinformen von Snarum haben G. = 3,037...3,044 und eine solche Zus., dass sie als ein Gemenge von 30 pCt. Serpentin mit 70 pCt. Olivin betrachtet werden können.

Zu dem edlen Serpentin gehören ferner: Der apfelgrüne, stark durchscheinende Williamsit von Texas in Lancaster Co., Pennsylvanien (mit nur 1,39 FeO und etwas NiO); der feinkörnige Bowenit von Smithfield in Rhode-Island, der honiggelbe bis ölgrüne Rhetinalith von Grenville in Canada, die von den neuseeländischen Maori als Tangiwai bezeichnete Var. ihres sog. Punamusteins. — Der Pikrolith hat Bruch und Farbe des edlen Serpentins, ist aber nur kantendurchscheinend, härter als gewöhnlicher S. (H. = 3,5...4,5), innerhalb dessen er meist in Trümern und als Ueberzug vorkommt, oft mit glänzender, striemiger oder gestreifter Oberfläche; zeigt u. d. M. chalcedonähnliche Structur.

2) Gemeinen Serpentin; dunkelfarbige und düstere, undurchsichtige, durch allerlei Beimengungen mehr oder weniger verunreinigte Varietäten mit splitterigem, glanzlosem Bruch; bildet ganze Berge und mächtige Stöcke und Lager. — Hierher gehören ferner noch: Der anscheinend ganz dichte grünlichgelbe oder blassgelblichgrüne, wachsartig glänzende bis matte, fettig anzufühlende Schweizerit im Serpentin vom Findelengletscher bei Zermatt und dem Feegletscher im Saasthal; der etwas durchscheinende dunkelbraune oder grünlichschwarze sog. Vorhauserit, vom Monzoni-Berg mit Grossular und bläulichem Calcit. — Der Hydrophit vom Taberg in Schweden ist ein derber dichter bis faseriger oder feinstengeliger Serpentin von berggrüner Farbe; zeigt u. d. M. nach *Fischer* reichlich Magnetit und führt angeblich 16,08 pCt. Wasser. — Auf der O'Neils Mine in Orange Co., New-York, bildet der Jenkinsit etwas faserige Ueberzüge über Magnetit; u. d. M. reichlich imprägnirt mit Calcit und Magnetit.

3) Faserigen Serpentin. Hierher gehört der Chrysotil (*v. Kobell*) oder Serpentin-Asbest; in Platten, Trümern und Nestern von parallelfaseriger Zusammensetzung, die Fasern bald sehr fein, bald grob, leicht trennbar und biegsam, senkrecht auf den Kluftflächen stehend; G. = 2,6; oliven-, lauch-, pistaz- und ölgrün, auch gelblich- und grünlichweiss; metallartig schillernder Seidenglanz oder Fettglanz, durchscheinend oder kantendurchscheinend. Ist eine makroskopische Ausbildung der Fasertextur des Serpentins von derselben chem. Zus. wie letzterer selbst, und verhält sich somit zu ihm wie der Fasergyps zu dem feinkörnigen oder dichten Gyps. Ueberall im Serpentin: Reichenstein in Schlesien, Zöblitz, Tirol, Eloyes in den Vogesen, Shipton in Quebec, Baltimore (sog. Baltimorit), Montville in New-Jersey.

Zum Chrysotil wird auch *Breithaupt*'s Metaxit gerechnet; feinfaserig oder stengelig, wobei aber die Fasern nicht parallel laufen, sondern büschelförmig divergiren oder in der Mitte geknickt und zu kleinen spitz keilförmigen und eckig körnigen Aggregaten verbunden sind. Die Fasern sind starr und stechend, nicht wie beim Chrysotil biegsam; grünlich und gelblichweiss, nicht deutlich seidenglänzend. H. = 3...4. Chemisch dem Serpentin entsprechend. Grube Zweigler bei Schwarzenberg in Sachsen im körnigen Kalk; Amelose bei Biedenkopf in Nassau; Reichenstein in Schlesien im Serpentin. — Aus *Scheerer*'s Analyse ergibt sich, dass auch das sog. Bergleder aus dem Zillerthal und aus Norwegen zum faserigen Serpentin gehört..

4) Blätterigen Serpentin, welcher hauptsächlich in dem Antigorit vorliegt; sehr dünn- und geradschieferig, theilbar nach einer Richtung, sich den Gliedern der Chloritgruppe nähernd; H. = 2,5; G. = 2,62; schwärzlichgrün im reflectirten, lauchgrün im transmittirten Licht, stellenweise braunfleckig; schwach glänzend; durchsichtig bis durchscheinend; die Lamellen verhalten sich optisch wie ein zweiaxiger Krystall, wahrscheinlich wegen der parallelen Anordnung feiner Fasern; spitze negative Bisectrix (a) senkrecht auf der Spaltrichtung; $\alpha = 1{,}560$, $\beta = 1{,}570$, $\gamma = 1{,}571$; a und b blasser grün als c. Chemisch ein eisenreicher Serpentin mit ganz spärlichem Thonerdegehalt. V. d. L. schmilzt er in ganz dünnen Blättchen an den Kanten zu gelblichbraunem Email; stark geglüht wird er silberweiss und schwach metallglänzend; conc. Schwefelsäure zersetzt ihn schwierig unter Abscheidung von Kieselflocken. — Antigorio-Thal in Piemont, Sprechenstein bei Sterzing in Tirol; Villa Rota am Po, edlem Serpentin genähert. *Weinschenk* beschreibt aus dem Stubachthal eine primäre Verwachsung von frischem Olivin mit Antigorit, wobei $\breve{P}\infty$ des Olivins parallel ist der vollk. Spaltbarkeit des Antigorits, und die optische Axenebene des letzteren parallel $\infty\breve{P}\infty$ des ersteren.

Weiterhin gehört hierher der meist lichtgrüne, gelbliche oder grauliche Marmolith (*Nuttal*), perlmutterglänzend bis fettglänzend, halbdurchsichtig bis kantendurchscheinend; sehr schwach optisch zweiaxig negativ, die spitze Bisectrix normal auf der vollkommenen blätterigen Absonderung. Chemisch sehr arm an Eisenoxydul; nach *Genth* und *Brush* sei er durch Umwandlung von Brucit in Serpentin entstanden. Zerknistert v. d. L., wird härter, spaltet sich auf, schmilzt aber nicht, oder nur vor dem Gebläse in sehr dünnen Splittern; wird mit Kobaltsolution schmutzig roth. Bildet Trümer im Serpentin bei Hoboken in New-Jersey, Blandford in Massachusetts, Orijärfvi in Finnland, Kraubat in Steiermark. — Ferner reiht sich an der Thermophyllit (*A. Nordenskiöld*) von Hoponsuo in Finnland, schuppige talkähnliche, perlmutterglänzende Massen von bräunlichgrauer Farbe, auf Spaltungsflächen fast silberweiss; zeigt v. d. L. Anschwellen und Aufblähen.

**Gebrauch.** Der edle Serpentin und der mit ihm durchwachsene Kalkstein werden zu kosmetischen und architektonischen Ornamenten, die gemeinen Serpentine zu Reibschalen, Vasen, Leuchtern, Tellern und vielerlei anderen geschnittenen und gedrehten Utensilien verarbeitet; Zöblitz in Sachsen, Epinal in Frankreich. Ferner wird der S. wohl zur Darstellung des Bittersalzes im Grossen benutzt, auch bisweilen, wegen seiner Feuerbeständigkeit, zu Ofengestellen, Herd- und Brandmauern verwendet. Der zerzupfte wollige Serpentin-Asbest dient als Wandausfüllung bei feuersicheren Kassen, verwoben als Handschuhe von Feuerwehrleuten, als Pappe verarbeitet zur Dichtung von Dampfrohr-Verbindungen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Dermatin,** *Breithaupt.*

Nierförmig, stalaktitisch und als hautähnlicher Ueberzug; Bruch muschelig; spröd; H. = 2,5; G. = 2,1 ... 2,2; lauch-, oliven- und schwärzlichgrün bis leberbraun, Strich gelblichweiss, schwach fettglänzend, undurchsichtig und kantendurchscheinend; klebt nicht an der Zunge, fühlt sich fettig an und riecht angehaucht bitterlich. — Chem. Zus. nach zwei Analysen: 36 bis 40 Kieselsäure, 19 bis 24 Magnesia, 11 bis 14 Eisenoxydul, 22 bis 25 Wasser und Kohlensäure, kleine Quantitäten von Kalk, Natron, Manganoxydul und Thonerde; v. d. L. zerberstet er und wird schwarz. — Waldheim in Sachsen, im Serpentin.

**Chlorophäit,** *Macculloch.*

Namentlich als Ausfüllung von Blasenräumen in den Mandelsteinen von Basalten und Melaphyren; Bruch muschelig und erdig, mild, sehr weich; G. = 2,02; pistaz- und olivengrün, an der Luft sehr rasch braun oder schwarz werdend, welche Aenderung nicht durch höhere Oxydation des Eisenoxyduls hervorgebracht wird. — Chem. Zus. des von Qualböe auf der Insel Suderöe (Faeröer) nach *Forchhammer*: 32,85 Kieselsäure, 21,56 Eisenoxydul, 3,44 Magnesia, 42,15 Wasser, woraus vielleicht die Formel $(Fe,Mg)^2Si^3O^8 + 12H^2O$ abzuleiten wäre. *Heddle*'s Analyse des zuerst von *Macculloch* mit dem Namen Ch. bezeichneten Vorkommens vom Scuir More auf Rum (Hebriden) ergab ganz abweichend u. a. 36,00 Kieselsäure, 22,80 Eisenoxyd, 2,46 Eisenoxydul, 9,50 Magnesia, 2,52 Kalk, 26,46 Wasser. V. d. L. schmilzt er zu einem schwarzen magnetischen Glas. — Faeröer, Hebriden, Schottland.

Für ein ähnliches, in den Basalten des unteren Mainthals häufig vorkommendes Mineral schlägt *Hornstein* den Namen Nigrescit vor; kleine rundliche Körner und als Ausfüllungen von Blasenräumen, splitterig im Bruch, mild; H. = 2, G. = 2,845; frisch schön apfelgrün und kantendurchscheinend, wird aber sehr bald dunkelgrau, braun bis schwarz und undurchsichtig; wesentlich ein wasserhaltiges Silicat von Magnesia und Eisenoxydul.

## Glaukonit.

Kleine, runde, wie Schiesspulver geformte, sehr häufig aber auch als Steinkerne von Foraminiferen erscheinende Körner, welche in Thon, Mergel, Sandstein eingewachsen, oder zu lockeren, leicht zerreiblichen Aggregaten (Grünsand) verbunden sind, und in Farbe und sonstiger Beschaffenheit grosse Aehnlichkeit mit Grünerde haben; schwach doppeltbrechend; G. = 2,3 bis über 3. — Chem. Zus.: schwankend, wesentlich ein wasserhaltiges Silicat von Eisenoxyd (begleitet von etwas Eisenoxydul) und Kali; letzteres, meist von 5 bis fast 15 pCt. vorhanden, fehlt jedoch in gewissen Varietäten, z. B. manchen westfälischen und den sächsischen fast gänzlich; auch sind einige Procente von Thonerde zugegen. *Haushofer* fand z. B. viele Varr. aus der bayerischen Kreide- und Nummulitenformation in variabelen Verhältnissen meist aus 44 bis 50 Kieselsäure, 20 bis 32 Eisenoxyd, 1,5 bis 7 Thonerde, 3 bis 7 Eisenoxydul, 4 bis 8 Kali und 7 bis 14 pCt. Wasser zusammengesetzt. Eine allgemeine Formel lässt sich nicht aufstellen und das Eisen scheint ursprünglich grösstentheils als Oxyd vorhanden zu sein. Schmilzt v. d. L. schwer zu schwarzer, schwach magnetischer Schlacke; von heisser conc. Salzsäure langsam aber völlig zersetzt (leichter als Grünerde), mit Hinterlassung der Kieselsäure in Form der Körner. — In älteren und neueren Sedimentformationen, besonders reichlich in Mergeln und Sandsteinen der Kreideformation.

**Gebrauch.** In New-Jersey wird der vorwaltend aus Glaukonit bestehende Grünsand der Kreideformation wegen seines Gehalts von 6 bis 7 pCt. Kali als äusserst wirksames Düngemittel massenhaft benutzt; dient auch hier und da als grüne Farbe zum Anstreichen.

## Grünerde, z. Th., oder Seladonit.

Derb, mandelförmig, als krustenförmiger Ueberzug und in Pseudomorphosen nach Augit und Hornblende, aus deren Zersetzung sie überhaupt meist hervorgegangen zu sein scheint; Bruch uneben und feinerdig; etwas mild; H. = 1 ... 2; G. = 2,8 ... 2,9; apfelgrün, seladongrün in schwärzlichgrün und olivengrün verlaufend; matt, im Strich etwas glänzend, undurchsichtig, fühlt sich etwas fettig an und klebt wenig an der Zunge. — Chem. Zus. schwankend; die Gr. von Verona hält nach *A. Schwager* 55—56 pCt. Kieselsäure, 1,2—7 Thonerde, 13—19 Eisenoxyd, 4—7 Eisenoxydul, 3—5 Magnesia, 8—10 Kali, 4—5 Wasser, geringe Mengen von $TiO^2$, MnO, CaO,

$Na^2O$, $P^2O^5$; damit stimmt die von *Heddle* untersuchte vom Giants Causeway recht gut überein. Die von Gösen, Atschau und Männelsdorf bei Kaaden führt zufolge *v. Hauer* 41 pCt. Kieselsäure, 3 Thonerde, 23 Eisenoxydul, 8 Kalk, 2 Magnesia, 3 Kali, 19 Kohlensäure und Wasser; andere Varr. sind wieder etwas anders zusammengesetzt, doch unterscheiden sich alle von den Chloriten durch geringen Gehalt an Thonerde und Magnesia, durch grösseren an Kieselsäure und durch die Gegenwart von Alkalien; v. d. L. schmilzt sie zu schwarzem magnetischem Glas; von kochender Salzsäure wird sie erst gelb, dann farblos und endlich gänzlich zersetzt, mit Hinterlassung von Kieselpulver. — Monte Tretto (ein Vorberg des Monte Baldo bei Verona) auf Gängen im Basalttuff, Insel Cypern; häufig als Kruste von Blasenräumen in basaltischen Mandelsteinen Islands, der Faeröer und Schottlands, auch als Zersetzungsproduct in basaltischen Tuffen, wie bei Kaaden in Böhmen. Pseudomorphosen nach Augit besonders schön im Augitporphyr des Fassathals und im Kalkstein am Superior-See in Nordamerika.

**Gebrauch.** Als grüne Farbe zum Anstreichen.

## Stilpnomelan, *Glocker.*

Eingesprengt und in Trümern von körnigblätteriger und radialblätteriger Zusammensetzung, auch kugelige Aggregate und sammtähnliche Ueberzüge (sog. Chalkodit). — Spaltb. monotom sehr vollk., etwas spröd; H. = 3...4; G. = 2,8...3; grünlichschwarz bis schwärzlichgrün, Strich olivengrün bis grünlichgrau; perlmutterartiger Glasglanz, undurchsichtig, in Dünnschliffen aber nach *Fischer* pellucid und stark dichroitisch, oft von Magnetit durchwachsen. — Chem. Zus. meist ziemlich gut übereinstimmend: 44 bis 46 Kieselsäure, 5 bis 8 Thonerde, 34 bis 38 Eisenoxydul, 1 bis 3 Magnesia, 7 bis 9 Wasser und ganz wenig Kalk; die Var. von der Sterling-Mine bei Antwerp in New-York führt nach *Brush* blos 16,47 Eisenoxydul, dagegen 20,47 Eisenoxyd. Gibt im Kolben Wasser; schmilzt v. d. L. etwas schwer zu schwarzer glänzender Kugel; von Säuren nur sehr unvollkommen zerlegt. — Auf Eisensteinlagern: Obergrund bei Zuckmantel und Bennisch in Oesterr.-Schlesien, Kriesdorf bei Hof in Mähren, Weilburg und Villmar in Nassau, Kirchspiel Nordmark in Wermland.

### 14. Pyroxen- und Amphibolgruppe.

Die Gruppe von Pyroxen und Amphibol begreift eine Anzahl von Silicaten, welche zum grossen Theil durch ihre weite Verbreitung namentlich als Gemengtheile von Gesteinen sehr wichtig und durch gewisse gegenseitige Beziehungen bemerkenswerth sind. Die am einfachsten zusammengesetzten Glieder sind in erster Linie neutrale Metasilicate von dem Schema $\overset{II}{R}SiO^3$ (worin R = Ca, Mg, Fe, Mn, Zn), mit welchen solche von der analogen Formel $\overset{I}{R^2}SiO^3$ (darin R = Na, Li, K) gemischt sind, oder deren polymere Verbindungen, ferner solche von der Formel $\overset{I\ III}{R\,R}[SiO^3]^2$ (darin $\overset{III}{R}$ = Al, Fe). In gewissen Abarten spielt aber auch das (isomorphe) Alumosilicat $\overset{II}{R}Al^2SiO^6$ eine Rolle. Von den gewöhnlichen Säuren werden diese Mineralien nur wenig angegriffen.

In morphologischer Hinsicht ergeben sich zwei parallele Reihen:

die Pyroxenreihe, charakterisirt durch ein Prisma von ca. 87° (resp. ca. 93°), welchem eine mehr oder weniger deutliche Spaltbarkeit parallel geht;

die Amphibolreihe, charakterisirt durch ein Prisma von ca. 124°, welchem fast stets sehr vollkommene Spaltb. entspricht. Ausserdem unterscheiden

sich die beiden Reihen durch die Gruppirung der Endflächen, sowie durch das spec. Gew., welches bei den Pyroxenen höher zu sein pflegt, als bei den entsprechenden Amphibolen.

Diese beiden verschiedenen Prismenwinkel stehen beim Pyroxen und Amphibol in der merkwürdigen Beziehung, dass das Prisma von 124° die Queraxe $b$ desjenigen von 87° in der doppelten Entfernung, das von 87° die Queraxe desjenigen von 124° in der halben Entfernung schneiden würde (vgl. S. 305); trotz der Existenz dieser einfachen krystallonomischen Relation treten dennoch beide Prismen niemals an einem Individuum gemeinsam, sondern immer nur von einander getrennt auf. Dagegen kommen ausgezeichnete Parallelverwachsungen von Pyroxen mit Amphibol vor.

Von den oben genannten Silicaten oder den Mischungen mehrer können sehr viele sowohl in der Pyroxenreihe als in der Amphibolreihe krystallisiren. Eine weitere Zergliederung tritt nun aber dadurch ein, dass jener Prismenwinkel von 87° unter Wahrung der allgemeinen chemischen Zusammensetzung und einer Aehnlichkeit der allgemeinen Formentwickelung sich in drei verschiedenen Krystallsystemen, dem rhombischen, monoklinen, triklinen findet; anderseits enthält auch die Amphibolgruppe ($\infty P =$ ca. 124°) rhombische, monokline und trikline Glieder. Es liegt also hier der eigenthümliche Fall vor, dass Formen, welche zu abweichenden Krystallsystemen gehören und abweichende Symmetrieverhältnisse besitzen, gleichwohl Zonen mit fast genau übereinstimmenden Winkeln aufweisen.

Die beiden Parallelreihen der Pyroxene und Amphibole stehen aber wahrscheinlich nicht sowohl im allgemeinen Verhältniss der Dimorphie zu einander, als vielmehr in demjenigen der Polymerie, insofern gewisse Andeutungen dafür vorliegen, dass den Amphibolen ein grösseres (vermuthlich doppelt so grosses) Krystallmolecül eigen ist, als den Pyroxenen. Geht man bei den Pyroxenen von dem Diopsid $CaMg[SiO^3]^2$ aus, so würde die Formel des pyroxenischen Enstatits nicht $MgSiO^3$, sondern vielmehr der Analogie wegen $Mg^2[SiO^3]^2$ zu schreiben sein. Bei dem mit dem Diopsid gleichartig gemischten amphibolischen Tremolit scheint aber das normale Verhältniss $CaMg^3[SiO^3]^4$ zu sein und daher würde der amphibolische Anthophyllit nicht als $MgSiO^3$, auch nicht als $Mg^2[SiO^3]^2$, sondern als $Mg^4[SiO^3]^4$ zu gelten haben.

Die eigenthümlichen gegenseitigen Beziehungen zwischen Pyroxen und Amphibol beschränken sich nicht nur auf die allgemeine Uebereinstimmung der chemischen Zusammensetzung, und auf die geometrische Ableitbarkeit von Formen des einen Minerals aus denjenigen des anderen: *Mitscherlich*, *Berthier* und *G. Rose* haben gezeigt, dass geschmolzener Amphibol (Tremolit) beim Erstarren in der Pyroxengestalt krystallisirt, während geschmolzener Pyroxen wieder in seinen eigenen Formen fest wird. Ferner kennt man in dem Uralit ein Vorkommniss des Pyroxens, welches sich unter Erhaltung seiner charakteristischen äusseren Krystallform in ein Aggregat von feinen Amphibolprismen auf nassem Wege umgewandelt hat. Nach den bisherigen Erfahrungen erfolgt die Umwandlung eines Amphibols in Pyroxen nur bei hoher, die eines Pyroxens in Amphibol nur bei niedriger Temperatur; bei dem ersteren Vorgang scheinen also die grösseren Molecüle des Amphibols zu zerfallen.

Ueber diese Mineralgruppe vgl. z. B. die wichtige Abhandlung von *Tschermak* in Mineral. Mittheil. 1871. 17; *Streng*, N. Jahrb. f. Min. 1872. 272; *Doelter*, Min. u. petr. Mittheil. 1879. 193; *Cross*, Amer. journ. of sc. Bd. 39. 1890. 359.

### I. Pyroxenreihe.

#### 1. Rhombische Pyroxene.

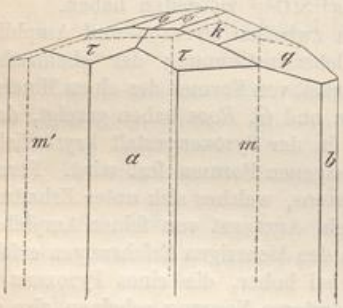
Die rhombischen Pyroxene, unter denen die drei Mineralien Enstatit, Bronzit und Hypersthen begriffen werden, bilden eine isomorphe Gruppe, welche verschiedene

isomorphe Mischungen von vorwaltendem $Mg^2[SiO^3]^2$ mit $Fe^2[SiO^3]^2$ darstellt. Das erstere würde 60,03 Kieselsäure und 39,97 Magnesia, das letztere 45,6 Kieselsäure und 54,4 Eisenoxydul enthalten. Eine bestimmte Abgrenzung dieser Mischungen ist nicht durchführbar. Die Prismenwinkel betragen ungefähr $91\frac{1}{2}^\circ$ und $88\frac{1}{2}^\circ$. Im Folgenden ist, dem Gebrauch im rhombischen System entsprechend, der stumpfere Prismenwinkel nach vorne gerichtet, die längere Axe $b$ querlaufend zu denken; A.-V. des Enstatits dann = 0,9702 : 1 : 0,5701. Dadurch geht allerdings die unmittelbare Analogie mit den monoklinen Pyroxenen verloren, indem diese, wenn bei ihnen die Symmetrie-Ebene auf den Beschauer zulaufen soll, ihren schärferen Prismenwinkel nach vorne wenden; brächte man die rhombischen Pyroxene in die entsprechende Stellung, so würde bei ihnen die längere Horizontalaxe von vorne nach hinten, die kürzere von rechts nach links ziehen; wird alsdann letztere = 1 gesetzt, so ergäbe sich das A.-V. des Enstatits zu 1,0308 : 1 : 0,5885.

Spaltb. bei allen ziemlich vollk. nach ∞P, unvollk. nach $\infty\breve{P}\infty$ (nach der Abstumpfungsfläche des rechts und links gelegenen schärferen Prismenwinkels); doch geht dem Brachypinakoid öfters eine wie vollk. Spaltb. erscheinende Theilbarkeit oder Ablösung parallel. Die optischen Axen liegen bei den unveränderten Substanzen stets im Brachypinakoid, $a = \mathfrak{a}$, $b = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{c}$. *Tschermak* zeigte zuerst, dass mit wachsendem Eisengehalt der optische Axenwinkel oben um die Verticalaxe $c$ an Grösse zunimmt. Bei der untersuchten eisenärmsten Mischung (2,76 pCt. FeO) beträgt der wahre Winkel dort 69° 42′, bei ungefähr 10 pCt. FeO (nebst MnO) ist er gerade 90°, bei den eisenreicheren Mischungen wächst er bis fast 130° (128° 36′ bei 33,6 pCt. FeO + MnO). So ist bei den ersteren $c = \mathfrak{c}$ spitze Bisectrix und der optische Charakter positiv, bei den letzteren $a = \mathfrak{a}$ spitze Bisectrix und der Charakter negativ. Auslöschung parallel den krystallographischen Axen. Brechungsquotient hoch und wie es scheint wachsend mit dem Eisengehalt; Doppelbrechung namentlich bei den eisenärmeren schwach, die Interferenzfarben viel niedriger als bei den stärker doppeltbrechenden monoklinen Pyroxenen. Der Pleochroismus wächst mit dem Eisengehalt, ebenso die Schmelzbarkeit.

## Enstatit, *Kenngott.*

Meist als derbe Stücke und körnige Aggregate, auch als prismatische Krystalle mit Querbrüchen und undeutlichen Endflächen. Auf der Apatitlagerstätte von Kjörrestad zwischen Krageröe und Langesund im norwegischen Kirchspiel Bamle fanden sich riesige Krystalle selbst über 40 Cm. lang bei z. B. 26 Cm. Breite. Die Fig. gibt eine ideale Reconstruction derselben; es sind ausgebildet: $\infty\bar{P}\infty$ ($a$), ∞P ($m$), $\infty\breve{P}\infty$ ($b$), $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ ($k$), $\frac{2}{3}\breve{P}\infty$ ($q$), $\frac{1}{6}\breve{P}\infty$ ($\psi$), $\frac{2}{3}$P ($\tau$); ausserdem noch z. B. 0P und $\bar{P}2$. Charakteristisch ist die grosse Zahl der sich vielfach wiederholenden Flächen, welche, meist wenig geneigt, eine flachgerundete Scheitelbegrenzung zu bilden streben.




| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $m : m$ = | 91° 44′ | $m : \tau$ = | 118° 40′ | $q : b$ = | 110° 50½′ | $\tau : q$ = | 159° 52′ |
| $a : \tau$ = | 110 8 | $k : \psi$ = | 169 30 | $k : b$ = | 105 56 | $\psi : b$ = | 95 26 |

Weit verbreitet ist eine zuerst von *Trippke* beobachtete repetirte Verwachsung von Lamellen des Enstatits mit solchen eines monoklinen Pyroxens; parallel sind die beiderseitigen Verticalaxen, ferner das Makropinakoid des Enstatits und das Klinopinakoid des monoklinen Pyroxens; nur auf Schnitten, welche $\infty\breve{P}\infty$ des Enstatits parallel gehen, löschen daher beide Lamellenarten gleichmässig gerade aus; die Verwachsung sinkt oft zu sehr grosser Feinheit hinab. H. = 5,5; G. = 3,10 ... 3,29. Farblos, graulichweiss, gelblich oder grünlich und braun; Perlmutterglanz auf $\infty\breve{P}\infty$; halbdurch-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sichtig bis kantendurchscheinend; $\alpha = 1{,}665$, $\beta = 1{,}669$, $\gamma = 1{,}674$; $\rho < \upsilon$. — Chem. Zus.: Die eisenärmsten Mischungen, fast reines $MgSiO^3$, oder vielmehr wegen der Beziehungen zum Diopsid, Spodumen, Jadëit und Aegirin, $\mathbf{Mg^2[SiO^3]^2}$, mit einem Gehalt an FeO von nur etwa bis 5 pCt.; auch wohl ein ganz geringer Thonerdegehalt. Die eisenreicheren Enstatite gehen in die eisenärmeren Bronzite über. V. d. L. fast unschmelzbar, Säuren sind ohne Einwirkung. — Gemengtheil von Noriten, Gabbros und olivinreichen Gesteinen (z. B. Lherzolith) sowie der aus diesen hervorgegangenen Serpentine (z. B. als erste Fundstätten am Berge Zdjar bei Aloysthal in Mähren und am Berge Brésouars bei Markirch in den Vogesen); als besser ausgebildete Individuen in älteren Quarzporphyren, Porphyriten, Melaphyren, jüngeren Andesiten, hier gewöhnlich mit basischer Absonderung und vielfach in bastitähnliche Aggregate paralleler Fäserchen umgewandelt; selten allein selbständige Gesteinsmassen bildend (Slunkas-Berg im norwegischen Amt Nordland). — Die grösseren Enstatite zeigen sich wohl in Speckstein oder Talk verändert (Snarum in Norwegen mit scharf entwickeltem $\overline{P}2$).

Anm. Der reinste Enstatit findet sich in einigen Meteoriten (Stein von Bishopville in Südcarolina, dessen Enstatit von *Shepard* Chladnit genannt worden war, Stein von Goalpara in Assam, Stein von Busti); vgl. auch Hypersthen.

## Bronzit, *Karsten.*

In Dimensionen dem Enstatit sehr ähnlich; messbare Krystalle nur im Meteorit von Breitenbach, wo $\infty P = 91^\circ 44'$. Die eingewachsenen Individuen meist ohne freie Endausbildung; auch in körnigen Aggregaten. — Die vollk. Ablösungsfläche oft etwas gekrümmt und gestreift, am Br. im Olivinfels des tiroler Ultenthals auch bisweilen mit regelmässiger horizontaler Knickung versehen, was nach *Bücking* durch eine wiederholte (wohl durch Druck erzeugte) Zwillingsbildung nach $\frac{1}{4}\breve{P}\infty$ ($163^\circ 46'$) hervorgebracht wird; häufiger sind unregelmässig verlaufende Faltungen und Knickungen. *Becke* beobachtete an dem Br. in Andesiten häufig kreuz- und sternförmige Zwillinge nach Domenflächen, insbesondere nach $\overline{P}\infty$. H. = 4...5; G. = 3...3,5; nelkenbraun bis tombackbraun; zuweilen grünlich und gelblich; auf der vollk. Ablösungsfläche metallartiger Perlmutterglanz bis Seidenglanz, etwas schillernd, übrigens Fett- oder Glasglanz; der Schiller wird durch eingelagerte mikroskopische bräunliche, schwärzliche, auch grünliche Lamellen, Leistchen und Körnchen hervorgebracht; durchscheinend bis kantendurchscheinend. Manche Bronzite sind noch optisch positiv, die meisten schon optisch negativ (vgl. S. 694). Sehr schwach pleochroitisch. — Bronzit begreift diejenigen Mischungen $\mathbf{(Mg,Fe)^2[SiO^3]^2}$, welche eisenreicher sind als Enstatit, minder eisenreich als Hypersthen; eine feste Grenze zwischen beiden ist daher nicht gegeben. Der Gehalt an Eisenoxydul liegt etwa zwischen 5 und 15 pCt.; auch ist mitunter etwas analoges Silicat von Ca (oder Mn) zugemischt, sowie oft etwas Thonerde vorhanden; v. d. L. schmilzt er sehr schwer; von Säuren nicht angegriffen. — Aehnlich verbreitet wie Enstatit als Körner und unvollkommene Krystalle; Gemengtheil von Gabbros, Noriten, Olivinfelsen und daraus entstandenen Serpentinen, in den Olivinknollen der Basalte. Grössere Individuen zu Kupferberg bei Bayreuth, Ultenthal in Tirol, Kraubat in Steiermark. Auch der rhombische Pyroxen in Andesiten gehört mehrfach dem Br. an.

Phästin ist ein weicher und milder zersetzter Bronzit von mehr grauer Farbe; besteht wahrscheinlich aus einem Gemenge von Talk und Chlorit. — Auch der gelbliche Monradit aus dem Bergenstift scheint ein etwas veränderter Bronzit.

Der Bastit oder Schillerspath von der Baste am Harz ist aus einer Umwandlung des Bronzits (oder Enstatits) hervorgegangen; *Streng* hatte früher das Mineral, aus dem der Bastit namentlich durch Wasseraufnahme entsteht, als Protobastit bezeichnet, von welchem dann *Kenngott* nachwies, dass er zum Enstatit (oder Bronzit) gehört. Der Bastit bildet breite lamellare Individuen und körnigblätterige Massen, welche häufig mit Serpentinpartikeln gleichsam gespickt sind und in einer Serpentinmasse liegen, die ihrerseits aus der Umwandlung eines Enstatit-Olivingemenges hervorgegangen ist. H. = 3,5...4; G. = 2,6...2,8; lauch-, oliven- und pistazgrün, in das Braune und Gelbe schielend; metallartig schillernder Perlmutterglanz auf $\infty\breve{P}\infty$; kantendurchscheinend. Die optischen Axen liegen aber bei diesem Umwandlungs-

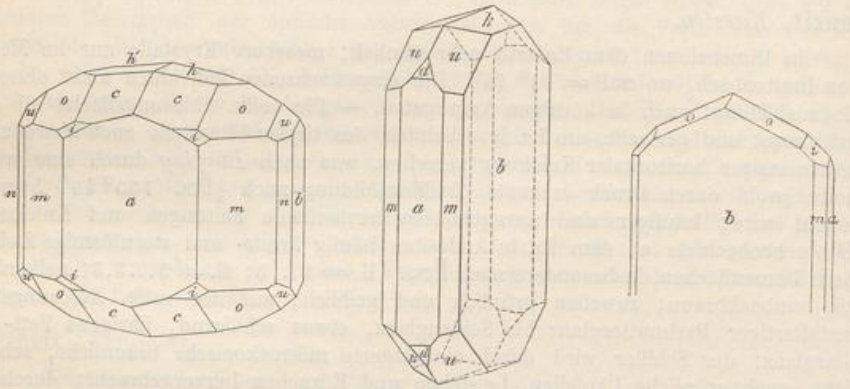
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

product nicht wie bei dem Urmineral im Brachypinakoid, sondern im Makropinakoid und $b$ ist spitze negative Bisectrix $= \mathfrak{a}$; $a = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{c}$. Der aufgenommene Wassergehalt beträgt ca. 12 pCt. und die Veränderung, welche den Bastit liefert, scheint die Richtung nach dem Serpentin einzuschlagen. Der etwas wasserärmere sog. Diaklasit *Hausmann*'s ist eine Zwischenstufe zwischen Bronzit (Protobastit) und Bastit, zeigt aber schon die veränderte optische Orientirung des letzteren. — Auf ähnliche Weise findet sich Bastit bei Todtmoos im südl. Schwarzwald. Viele kleine prismatische Kryställchen der eisenärmeren rhombischen Pyroxene sind von den Quersprüngen aus in hellgelblichgrüne bastitähnliche Fasersysteme umgewandelt, z. B. in den Melaphyren der Gegend von Ilfeld am Harz, in manchen Melaphyren Schlesiens, in Porphyriten, Quarzporphyren.

## Hypersthen, *Haüy* (Paulit).

Vielfach derb, in individualisirten Massen und körnigen Aggregaten, als Gemengtheil von Gesteinen. Frei ausgebildete Krystalle von braunem stark glänzendem H. wurden zuerst durch *vom Rath* in Auswürflingen des Laacher Sees aufgefunden und, anfangs für ein selbständiges neues Mineral gehalten, wegen der stumpfen dachförmigen Begrenzung durch das Brachydoma $h$ als Amblystegit bezeichnet (Fig. 1).

1 2 3



$c = \breve{P}2$ $k = \frac{1}{2}\breve{P}\infty$ $c : c = 152^\circ 22'$ $c : a = 119^\circ 26'$
$i = 2\breve{P}2$ $d = 2\breve{P}\infty$ $i : o = 161\ 27$ $i : a = 135\ 34$
$u = \frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$ $u : o = 169\ 46$ $u : b = 126\ 24\frac{1}{2}$
$m = \infty P$ $m : m = 91\ 40$ $m : a = 135\ 50$
$n = \infty\breve{P}2$ $n : m = 161\ 24$ $n : b = 152\ 46$
$h = \frac{1}{4}\breve{P}\infty$ $h : h = 163\ 47$ $h : b = 98\ 6\frac{1}{2}$

Daran ist $a = \infty\bar{P}\infty$, $b = \infty\breve{P}\infty$, ferner Polk. der Grundform $127^\circ 38'$ und $125^\circ 58'$. A.-V. $= 0{,}9713 : 1 : 0{,}5704$. Später entdeckte *Des Cloizeaux* grüne durchscheinende, mehr nach $\infty\breve{P}\infty$ tafelförmige Hypersthenkrystalle in Hohlräumen eines Trachyts vom Rocher du Capucin am Mont Dore (Fig. 2); Fig. 3 zeigt die Krystalle vom Aranyer Berg, das breit tafelförmige Brachypinakoid $b$ nach vorne gewendet. An Krystallen vom Pokhauszberge bei Schemnitz beobachtete *A. Schmidt* eine grosse Basis und die flache Pyramide $\frac{1}{2}\bar{P}2$ (anstatt $u$). — Spaltb. nach $\infty P$ deutlich, nach $\infty\bar{P}\infty$ sehr unvollk.; H. $= 6$; G. $= 3{,}3 \ldots 3{,}4$; pechschwarz und grünlichschwarz bis schwärzlichgrün und schwärzlichbraun; metallartig schillernder Glanz auf der Fläche der vollkommenen Theilbarkeit $\infty\breve{P}\infty$, oft mit einem Farbenschiller bis in Kupferroth verbunden, welcher durch interponirte braune mikroskopische Lamellen hervorgebracht wird (vgl. S. 159, 257); die Lamellen, welche vermuthlich dem Titaneisen angehören, sind nach $\infty\breve{P}\infty$ eingelagert; ausserdem Glas- oder Fettglanz; undurchsichtig, nur in feinen Splittern durchscheinend. In dünnen Lamellen, namentlich in Längsschnitten stark pleochroitisch: $\mathfrak{a} = a$ hyacinthroth oder braunroth, $\mathfrak{b} = b$ röthlichbraun oder gelblichbraun, $\mathfrak{c} = c$ graulichgrün. Die

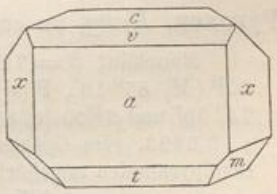
weniger stark pleochroitischen Durchschnitte geben die Interferenzbilder. Optisch negativ; $\alpha = 1{,}692$, $\beta = 1{,}702$, $\gamma = 1{,}705$. — Chem. Zus.: Wie der Bronzit eine isomorphe Mischung von $\mathbf{x Mg^2[SiO^3]^2 + y Fe^2[SiO^3]^2}$, aber magnesiaärmere und eisenreichere Glieder begreifend, mit einem Gehalt an FeO etwa über 15 pCt., selbst bis an 30 pCt.; meist ist auch etwas von dem entsprechenden Calciumsilicat vorhanden. Der H. vom Capucin und von Bodenmais führt über 5 pCt. MnO. Auch zeigt sich fast immer ein Gehalt an Sesquioxyd (Thonerde und Eisenoxyd), z. B. H. von Farsund in Norwegen mit 10,47 Thonerde und 3,94 Eisenoxyd, von Arvieu im Aveyron mit 5,65, vom Laacher See mit 5 pCt. Thonerde. Die Rolle, welche diese Thonerde in den Hypersthenen spielt, unterliegt derselben Deutung, wie diejenige in den Augiten (vgl. diese); es verhält sich gewissermassen solcher Hypersthen zum Bronzit wie der thonerdehaltige Augit zum Diopsid. V. d. L. schmilzt der H. mehr oder weniger leicht zu grünlichschwarzem oft magnetischem Glas; von Säuren nicht angegriffen. — Bildet derbe Partieen ohne deutliche Krystallbegrenzung in Gabbros und Noriten, hierher auch das Vorkommniss von der Paulsinsel und der Küste Labrador. Wohlbegrenzte kleine prismatische Kryställchen, an den Enden mit stumpfen Formen, sehr häufig in Andesiten, auch Trachyten sowie den zugehörigen Bimssteinen; bisweilen bildet H. hier nicht nur einen Gemengtheil der Gesteinsmasse, sondern erscheint auch in Hohlräumen und Klüftchen aufgewachsen (Trachyte am Mont Dore, vom Demavend in Persien, wo in der Endigung die Pyramide $2\breve{P}2$ (*i*) herrscht); am Aranyer Berg in Siebenbürgen, höchstens 2 Mm. lange, gelblichbraune Krystalle, dünn tafelförmig nach dem vertical gestreiften Brachypinakoid (früher Szaboit genannt und irrthümlich für triklin gehalten) auf Poren und Spalten mit Pseudobrookit und Tridymit. — Von monoklinem Pyroxen begleitet als Gemengtheil von Pyroxengranuliten, sog. Trappgranuliten (Sachsen, Ceylon). In dem Magnetkies führenden mineralreichen Aggregat von Bodenmais. Zum H. gehören auch die dunkelgrünen, glasig aussehenden Knollen von Maar bei Lauterbach im Vogelsberg (sog. muscheliger Augit). — Fast ganz aus eisenreichen rhombischen Pyroxenen bestehen die Meteorsteine von Manegaum in Ostindien und von Ibbenbüren in Westfalen.

**Gebrauch.** Die mit schönem Farbenschiller versehenen Hypersthene werden bisweilen zu Schmucksteinen und Ornamenten verarbeitet.

### 2. Monokline Pyroxene.

## Wollastonit, *Haüy* (Tafelspath).

Der Wollastonit ist hier üblicher Weise wegen seiner chem. Zus. den monoklinen Pyroxenen angereiht, obschon die gänzliche Verschiedenheit von Spaltb., spec. Gew. u. s. w. die Annahme einer Isomorphie offenbar ausschliessen; auch bei diesem, aus der Pyroxenreihe herausfallenden Glied zeigt sich wieder die selbständige Natur des Ca-Silicats im Gegensatz zum Mg- (und Fe-) Silicat (vgl. S. 311). — Monoklin; $\beta = 84^\circ 35'$; A.-V. $= 1{,}0523 : 1 : 0{,}9649$ nach *Grosser*. Die Fig. zeigt $a = \infty\breve{P}\infty$, $c = 0P$, $v = -\breve{P}\infty$, $t = \breve{P}\infty$, $x = \infty\breve{P}2$, $m = \breve{P}2$. In der Prismenzone treten noch auf $\infty P$ ($87^\circ 20'$), $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$ ($110^\circ 6'$) u. a. Prismen, kaum je das Klinopinakoid; $x : x = 51^\circ 1'$; $v : a = 135^\circ 27'$; $t : c = 135^\circ 1'$; $m : a = 104^\circ 45'$; $x : a = 115^\circ 31'$. Krystalle gewöhnlich nach der Orthodiagonale gestreckt tafelartig und zwar häufiger nach $\infty\breve{P}\infty$ (*a*), als nach $0P$ (*c*), selten kurzprismatisch; meist nur breitsäulenförmige oder schalige Individuen, sowie schalige und radialstengelige bis faserige Aggregate. Oft sind zwei Individuen nach *a* parallel verwachsen. — Spaltb. deutlich nach *a*, auch nach *c*, minder deutlich nach *t*, angeblich noch nach $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$. — H. $= 4{,}5 \ldots 5$; G. $= 2{,}8 \ldots 2{,}9$; farblos, meist röthlich-, gelblich-, graulichweiss bis isabellgelb und licht fleischroth; Glasglanz, auf Spaltungsflächen stark und z. Th. Perlmutterglanz; durchscheinend, selten durchsichtig; Ebene der optischen Axen $\infty\breve{P}\infty$, also stets



senkrecht zu den Spaltbarkeiten und zur orthodiagonalen Längserstreckung; die negative spitze Bisectrix bildet mit der Verticalaxe 37° 40′ im spitzen ∠ β. Mittl. Brechungsquotient 1,632, grösser als beim Orthoklas. — Chem. Zus.: $Ca^2[SiO^3]^2$, mit 51,75 Kieselsäure und 48,25 Kalk; v. d. L. schmilzt er schwierig zu halbdurchsichtigem Glas; Phosphorsalz löst ihn auf mit Hinterlassung eines Kieselskelets; von heisser Salzsäure leicht und vollständig zersetzt unter Abscheidung von Kieselgallert. — Hauptsächlich in körnigen Kalken, namentlich solchen von contactmetamorphischem Charakter, oft mit Granat: Auerbach an der Bergstrasse, Lengefeld in Sachsen, Geppersdorf in Schlesien, Cziklova im Banat, Aedelfors in Småland (hier der sog. Aedelforsit, ein unreiner Wollastonit, gemengt mit Quarz, Feldspath, oft auch Kalkcarbonat und Granat), Perheniemi in Finnland, Diana in New-York. — Aggregate des W. bilden Einschlüsse in Eruptivgesteinen (Capo di Bove im Leucitit, Oberschaffhausen im Kaiserstuhl im Phonolith, in den Laven von Santorin mit Anhydrit, Melanit, Fassait) oder Auswürflinge (Monte Somma am Vesuv, See von Bracciano). Auch als Gemengtheil krystallinischer Schiefer; sehr selten in Eruptivgesteinen (Eläolithsyeniten).

Die faserigen Aggregate erscheinen bisweilen wie Asbest; so namentlich die schmalen Trümer, welche in Grönland den Trapptuff der Halbinsel Noursoak durchziehen (sog. asbestartiger Okenit); nach *Forchhammer* sind sie etwas zersetzter Wollastonit.

Der monokline Pektolith, formell sehr nahe mit dem Wollastonit übereinstimmend ($\beta = 84°40'$), kann als ein natriumhaltiger Wollastonit angesehen werden, welcher etwas Wasser besitzt oder aufgenommen hat. Die Pinakoide 0P und $\infty\breve{P}\infty$, sowie die vorhandenen Hemidomen bilden ebenfalls lang säulenförmige Krystalle und stengelige Individuen; gewöhnlich nur in kugeligen Aggregaten und derb, von radial stengeliger oder faseriger Textur; Spaltb. gleichfalls vollk. nach $\infty\breve{P}\infty$ und 0P; H. = 5; G. = 2,74...2,88; graulichweiss und grünlichweiss, wenig perlmutterglänzend, kantendurchscheinend; die optischen Axen liegen aber, vielleicht in Folge des Wassergehalts, abweichend vom Wollastonit senkrecht zum Klinopinakoid und fast senkrecht zu $\infty\breve{P}\infty$; positive spitze Bisectrix die Orthodiagonale. — Chem. Zus.: das Metasilicat $HNaCa^2[SiO^3]^3$, was 54,23 Kieselsäure, 33,72 Kalk, 9,34 Natron und 2,71 Wasser erfordert, und mit den meisten Analysen recht wohl übereinstimmt, obschon manche etwas mehr Wasser und alle etwas Thonerde ergaben. V. d. L. schmilzt er leicht zu durchscheinendem Glas, der verwitterte ist jedoch fast unschmelzbar; das Pulver wird von Salzsäure zersetzt unter Abscheidung von schleimigen Kieselsäureflocken; war er vorher geglüht oder geschmolzen, so bildet er mit Salzsäure eine steife Gallert. — Namentlich in Drusen und Spalten von Eruptivgesteinen, nach Art der Zeolithe vorkommend: Monte Baldo, Monzoni, Insel Skye, bei Ratho unweit Edinburgh und vielen a. O. in Schottland, z. B. bei Ballantrae in Ayrshire in bis 3 Fuss langen faserigen Aggregaten; Kilsyth in Schottland (sog. Stellit), Wolfstein bei Niederkirchen in Rheinbayern (sog. Osmelith), Bergenhill in New-Jersey; zu Magnet Cove in Arkansas mit 4 pCt. MnO.

Ein von den Quellen bei Plombières noch jetzt gebildetes, porodines, schneeweisses, undurchsichtiges, in stalaktitischen Ueberzügen vorkommendes Mineral, Plombièrit genannt, besteht nach *Daubrée* aus 40,6 Kieselsäure, 1,3 Thonerde, 34,1 Kalk, 23,2 Wasser, ist also $CaSiO^3 + 2H^2O$, oder die Substanz des Wollastonits mit 2 Mol. Wasser.

**Pyroxen,** *Haüy,* im engeren Sinne (Augit, Salit, Diopsid u. a.).

Monoklin; $\beta = 74° 10' 9''$; gewöhnlichste Formen sind: $\infty\breve{P}\infty$ (*r*), $\infty\breve{P}\infty$ (*l*), $\infty P$ (*M*) 87° 10′, P (*s*) 120° 49′, $-P$ (*u*) 131° 31′, $2P$ (*o*) 95° 49′, 0P (*t*), $\breve{P}\infty$ (*P*) 74° 30′ und $2\breve{P}\infty$ (*z*) 82° 49′, nach *vom Rath* und *v. Kokscharow.* A.-V. = 1,0921 : 1 : 0,5893. Im Ganzen sind über 80 verschiedene Formen bekannt, insbesondere Hemipyramiden angehörig; vgl. u. a. *Götz* in Ztschr. f. Kryst. XI. 1886. 242; *La Valle* ebendas. 401 und XIII. 1888. 293; *Al. Schmidt,* ebendas. XXI. 1893. 1.

Fig. 1. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.P$; die gemeinste Form der in den plutonischen und vulkanischen Gesteinen eingewachsenen Krystalle; $s:s = 120°49'$.
Fig. 2. Die Comb. Fig. 1. mit dem Hemidoma $\breve{P}\infty$ (*P*); $P:r = 105°30'$.
Fig. 3. Die Comb. Fig. 2, noch mit der Hemipyramide $-P$ (*u*); $u:u = 131°31'$.
Fig. 4. Die Comb. Fig. 3, noch mit der schiefen Basis 0P (*t*); $t:r = 105°50'$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 5. $\infty P.\infty P\infty.\infty P\infty.0P.P.\frac{1}{2}P\infty$; die Flächen dieser letzteren Form (*n*) sind fast horizontal.

Diese Formen, sowie Fig. 6, finden sich besonders am eigentlichen Augit.

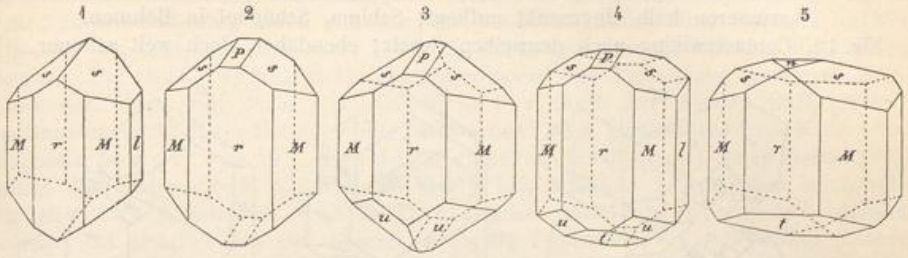



Fig. 6. Die Comb. Fig. 1 mit der Hemipyramide $2P$ und dem Klinodoma $2P\infty$; Augit.

Fig. 7. $\infty P\infty.\infty P\infty.\infty P.2P.-P.P.0P$; am Diopsid.

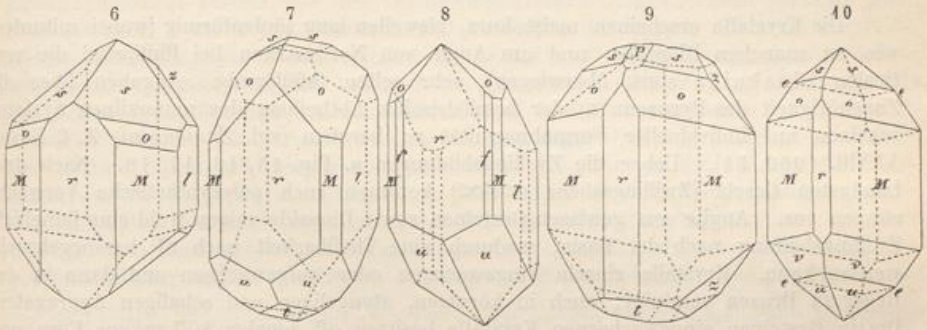



Fig. 8. $\infty P\infty.\infty P\infty.\infty P.\infty P3.-P.2P$; ebenfalls am Diopsid; $f = \infty P3$.

Fig. 9. $\infty P.\infty P\infty.2P.P.0P.P\infty.2P\infty$; am Diopsid und Fassait.

Fig. 10. $\infty P.\infty P\infty.\pm 2P.\pm P$; am Fassait oder Pyrgom.

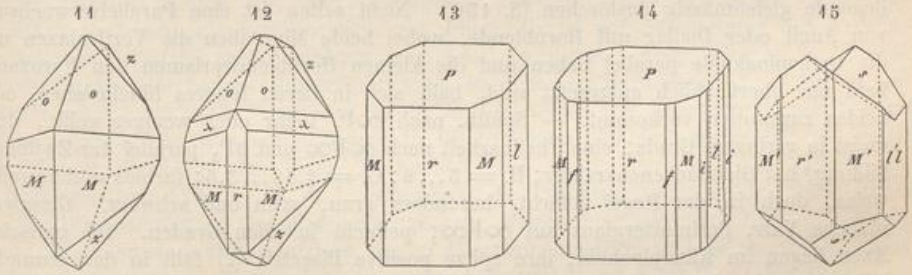



Fig. 11. $\infty P.2P.2P\infty$; am Fassait.

Fig. 12. Die Comb. Fig. 11, noch mit $\infty P\infty$ und der Hemipyramide $3P$ ($\lambda$); Fassait.

Fig. 13. $\infty P\infty.\infty P\infty.\infty P.P\infty$; am Baikalit, Salit, Kokkolith z. Th.

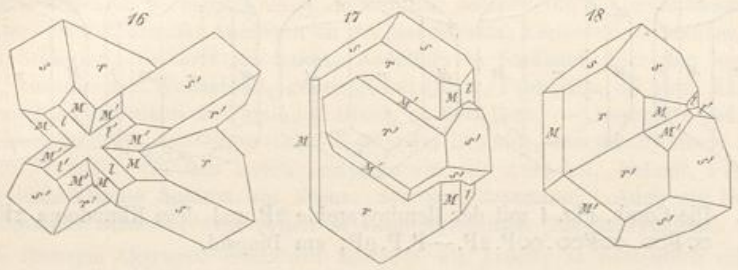
Fig. 14. Die Comb. Fig. 13, noch mit $\infty P3$, und $\infty P3$ (*f* und *i*).

Fig. 15. Zwilling des gemeinen Augits mit $\infty P\infty$ als Zwillingsebene; kommt häufig vor; viel seltener sind die folgenden Zwillinge.

Fig. 16. Durchkreuzungszwilling: Zwillingsebene eine Fläche des Hemidomas $-P\infty$; diese im Bilde vertical erscheinende Ebene bildet mit den Orthopinakoiden *r* oder *r'* $130\frac{1}{2}^{\circ}$; $r : r' = 81^{\circ}$ oder $99^{\circ}$. *Vrba* fand diese Zwillinge in einem Basalt bei Schönhof unweit Saatz.

Fig. 17. Penetrationszwilling: Zwillingsebene eine Fläche der Hemipyramide $\frac{P}{2}$, von *Naumann* bereits 1830 angegeben; die beiden Axen $c$ bilden beinahe 120° (120° 31′), die Flächen $r$ und $r'$ fallen fast in eine Ebene. Meist erscheinen diese Zwillinge wie in der Fig., dass nämlich ein kleineres Individuum einem grösseren halb eingesenkt aufliegt; Schima, Schönhof in Böhmen.

Fig. 18. Contactzwilling nach demselben Gesetz; ebendaher, doch weit seltener.



Die Krystalle erscheinen meist kurz, bisweilen lang säulenförmig (wobei mitunter, wie an manchen Diopsiden und am Augit von Nordmarken bei Philipstad die verticalen Pinakoide stark überwiegen), sehr selten tafelförmig. Angaben über die Zugehörigkeit des Pyroxens zu der hemiëdrischen Abtheilung des monoklinen Systems scheinen auf individueller Formabnormität zu beruhen (vgl. *Zambonini*, Z. f. Kryst. XXXIII. 1900. 51). Ueber die Zwillingsbildungen s. Fig. 15, 16, 17, 18. Nach dem häufigsten Gesetz (Zwillingsebene $\infty\breve{P}\infty$) kommen auch polysynthetische Verwachsungen vor. Augite aus gewissen Gesteinen sowie Diopside zeigen wohl eine lamellirte Zwillingsbildung nach der Basis, wodurch eine Theilbarkeit nach 0P hervorgebracht werden kann. Krystalle einzeln eingewachsen oder aufgewachsen und dann in der Regel zu Drusen vereinigt; auch in körnigen, stengeligen und schaligen Aggregaten. Die in Gesteinen eingewachsenen Krystalle besitzen oft zonalen Aufbau aus Kern und zahlreichen Schalen, welche vielfach kleine Farbengegensätze darbieten und auf Grund etwas abweichender chem. Zus. auch kleine Differenzen in den Auslöschungsrichtungen aufweisen. Bisweilen erscheint der sog. sanduhrförmige Bau, indem Schnitte parallel den verticalen Pinakoiden in vier Felder zerfallen, von welchen je zwei gegenüberliegende gleichmässig auslöschen (S. 156). Nicht selten ist eine Parallelverwachsung von Augit oder Diallag mit Hornblende, wobei beide Mineralien die Verticalaxen und die Orthopinakoide parallel haben und die kleinen Hornblendeprismen den Pyroxenen bald nur oberflächlich aufgesetzt sind, bald sich in deren Inneres hineinziehen, oder beides zusammen vorkommt. — Spaltb. nach $\infty P$, mehr oder weniger vollk., doch meist in geringem Grade; eine Theilbarkeit nach $\infty\breve{P}\infty$ und 0P, parallel der Zwillingsbildung, hat Gleitflächencharakter; H. = 5...6; G. = 2,88...3,5; farblos und zuweilen weiss, doch in der Regel gefärbt, besonders grau, grün und schwarz. Glasglanz, manche Varr. Perlmutterglanz auf $\infty\breve{P}\infty$; pellucid in allen Graden. Die optischen Axen liegen im Klinopinakoid; ihre spitze positive Bisectrix (c) fällt in den stumpfen Winkel $ac$, ist aber zur Verticalaxe verschiedentlich geneigt, von etwa 38° bis 54°; bei dem natronhaltigen sog. Aegirinaugit beträgt diese Auslöschungsschiefe $c : c$ ca. 60°. $b = \mathfrak{b}$; $2Va$ bei den hellen sesquioxydfreien ca. 54½° bis 59°, bei den dunklen sesquioxydhaltigen ca. 59° bis 62° und darüber[1]). Brechungsquotienten ziemlich hoch, $\beta$ durchschnittlich zwischen 1,68 und 1,70; Doppelbrechung ($\gamma - \alpha$ = ca. 0,0295, bei

1) *Tschermak* und nach ihm *Wiik*, *Doelter* und *Flink* haben constatirt, dass bei sesquioxydfreien monoklinen Augiten (Diopsiden) mit wachsendem Eisenoxydulgehalt der optische Axenwinkel und auch die Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid zunimmt; wie sich die sesquioxydführenden in dieser Beziehung verhalten, scheint noch nicht endgültig festgestellt. Vgl. noch über Optisches *Wülfing*, Beitr. z. Kenntn. d. Pyroxenfamilie in chemischer u. optischer Bez., Heidelberg 1891.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den eisenreicheren niedriger) überhaupt stärker als bei den rhombischen Pyroxenen. Pleochroismus im Allgemeinen sehr schwach, namentlich im Gegensatz zur Hornblende, stärker an denen in Nephelingesteinen; a und c meist ziemlich übereinstimmend. — In chemischer Hinsicht unterscheidet man thonerdefreie und thonerdehaltige Pyroxene; zu den ersteren gehören u. a. die Varr. des Salits, Malakoliths, Diopsids, Kokkoliths, zu den letzteren der Fassait, sowie die dunkelgrünen und schwarzen eigentlichen Augite. Die thonerdefreien bestehen vorwiegend aus Kieselsäure, Kalk und Magnesia und sind, weil darin stets $Ca : Mg = 1 : 1$, nach der Formel $\mathbf{CaMg[SiO^3]^2}$ zusammengesetzt; dieser Formel würde entsprechen: 55,6 Kieselsäure, 25,8 Kalk, 18,6 Magnesia, sowie $c : c = 39^\circ$. Gewöhnlich enthalten dieselben aber etwas Eisenoxydul, indem das entsprechende Silicat $\mathbf{CaFe[SiO^3]^2}$ hinzugemischt ist, welches seinerseits für sich 48,4 Kieselsäure, 22,6 Kalk, 29,0 Eisenoxydul und $c : c = 46^\circ$ besitzen würde. So gestaltet sich ihre Formel zu $\mathbf{Ca(Mg,Fe)[SiO^3]^2}$; *E. A. Wülfing* möchte ausser den beiden genannten auch noch das Silicat $MgFe[SiO^3]^2$ annehmen. Doch gibt es auch fast ganz eisenfreie weisse Pyroxene (Salit); anderseits liegt in der Var. des Hedenbergits ein magnesiafreier Pyroxen vor, welcher fast rein aus jenem Kalk-Eisenoxydulsilicat besteht. — Die thonerdehaltigen Augite führen ausser jenen Silicaten noch 4 bis 9 pCt. Thonerde und ausserdem Eisenoxyd. Betreffs der Rolle, welche diese Sesquioxyde hier spielen, ist es am wahrscheinlichsten, dass dieselben, wie *Tschermak* zuerst gelehrt hat, auf die isomorphe Beimischung eines Silicats der Sesquioxyde, $\mathbf{RR^2SiO^6}$ zurückzuführen sind, worin R insbesondere $= Mg$, und $R^2$ vorwiegend $= Al^2$. Die Formel wird daher zu $\mathbf{nCa(Mg,Fe)[SiO^3]^2 + Mg(Al^2,Fe^2)SiO^6}$. Das letztere Silicat mit den Sesquioxyden ist nicht, wie es bei den ersteren thonerdefreien der Fall, für sich bekannt. Doch zeigte *Doelter* durch Schmelzversuche, dass dasselbe, künstlich zusammengemischt, als solches krystallisirt und in seinen Eigenschaften ganz denjenigen Erstarrungsproducten gleicht, welche durch die Schmelzung natürlicher Augite entstehen. Die Möglichkeit der Isomorphie besteht darin, dass für das erstere Silicat auch $\overset{II}{Mg}\overset{IV}{Ca}\overset{}{Si}\overset{}{SiO^6}$ gesetzt werden kann, welches mit $\overset{III}{Mg}\overset{}{Al^2}\overset{}{SiO^6}$ chemisch äquivalent ist, indem CaSi durch $Al^2$ vertreten wird. Die Sesquioxyde müssen an Magnesia gebunden sein, weil in diesen Pyroxenen $Ca < Mg + Fe$ ist. — Bemerkenswerth ist noch im Gegensatz zu dem Amphibol, dass die Pyroxene kein Fluor enthalten. Alkalien treten im eigentlichen Augit meist gar nicht oder nur in ganz geringen Spuren auf; der Natrongehalt gewisser Augite namentlich in natronreichen Gesteinen wie Eläolithsyenit und Phonolith ist auf Beimischung des Aegirinsilicats $NaFe[SiO^3]^2$ zurückzuführen (sog. Aegirinaugit). *Knop* wies im Augit vom Horberig bei Oberbergen (Kaiserstuhl) 2,09, in dem von Burkheim 3,6, in einem von der Limburg 4,57 pCt. Titansäure (wohl in Vertretung von Kieselsäure) nach; nach ihm zeigen solche titanhaltige Augite in Dünnschliffen eine bräunlichviolette Färbung, welche er überhaupt für einen Titangehalt (bei relativ geringem Eisengehalt) als charakteristisch hält. — V. d. L. schmelzen die Pyroxene theils ruhig, theils unter etwas Blasenwerfen zu einem weissen, grauen, grünen oder schwarzen Glas; mit Borax und Phosphorsalz (welches letztere sie im Allgemeinen schwer und die thonerdehaltigen Varr. fast gar nicht löst) geben die meisten Reaction auf Eisen; mit Kobaltsolution werden die weissen und hellfarbigen roth; von Säuren nur sehr unvollständig zersetzt. Das Pulver des Diopsids und Augits zeigt starke alkalische Reaction.

Man unterscheidet besonders folgende Varietäten:

*A*) frei von Sesquioxyden oder sehr arm daran (Familie der Diopside).

*a*) Diopsid; graulichweiss bis perlgrau, grünlichweiss, grünlichgrau und lauchgrün, durchsichtig und durchscheinend; schön krystallisirt (Fig. 7, 8, 9), auch in breitstengeligen und schaligen Aggregaten, welchen letzteren oft eine wiederholte Zwillingsbildung zu Grunde liegt; seine Substanz entspricht der Formel $\mathbf{CaMg[SiO^3]^2}$, doch ist in den grünen etwas $\mathbf{CaFe[SiO^3]^2}$ vorhanden. Insbesondere aufgewachsen auf Klüften mit Klinochlor und Granat: Mussa-Alp, Alp Schwarzenstein im Zillerthal; ferner bei Breitenbrunn, Gulsjö und Nordmarken in Schweden, Achmatowsk am Ural; im Olivinfels.

Als Fedorowit bezeichnete *Viola* einen in den Eruptivgesteinen der Provinz Rom sehr verbreiteten Pyroxen, der sich dadurch auszeichne, dass die spitze Bisectrix c (ebenfalls im stumpfen ∠ β) mit *c* 65°—75° macht, und der Axenwinkel $2V < 50°$; stark pleochroitisch, b = a olivengrün, c = gelb. Nach seiner Zus. mit wenig Sesquioxyd (2,38 pCt. Thonerde, 2,2 Eisenoxyd), viel Kalk (24,6) und Magnesia (14,4 pCt.) ist er chemisch dem Diopsid genähert, während die Auslöschungsschiefe ihn in die Nähe des Aegirins setzt.

*b*) Salit (und Malakolith); zuweilen fast weiss, gewöhnlich aber von verschiedenen grünen Farben, selten braun, gelb oder roth, durchscheinend und kantendurchscheinend; die weissen sind fast eisenfrei; selten krystallisirt (Baikalit), meist in schaligen (nach 0P) und stengeligen Aggregaten; Sala, Arendal, Degerö, Schwarzenberg, Baikal-See; auf der schottischen Insel Tiree im fleischrothen Marmor; als Gemengtheil in Gneissen und Hornblendeschiefern. Ein wohl hierher gehöriger farbloser oder ganz hellgrüner Pyroxen tritt auch in einigen Graniten, Quarzporphyren, Diabasen und Kersantiten auf. Die dunkelgrünlichgrauen stengelig-blätterigen Aggregate des Pikrophylls von Sala sind veränderter Salit.

*c*) Kokkolith (und körniger Augit); berg-, lauch-, pistaz-, schwärzlichgrün bis rabenschwarz, durchscheinend bis undurchsichtig; reicher an Eisenoxydul als die vorhergehenden Varr.; krystallisirt, die Krystalle mit abgerundeten Kanten und Ecken, wie geflossen, und dadurch in rundliche Körner übergehend; in sehr ausgezeichneten körnigen Aggregaten. — Arendal, Svardsjö.

*d*) Hedenbergit aus dem körnigen Kalk der Magnetitlagerstätte von Tunaberg, schwärzlichgrün bis schwarz, undurchsichtig; nur derb, jedoch deutlich spaltb. nach dem Prisma von 87° 5′; ist blos $CaFe[SiO^3]^2$, bisweilen mit ganz wenig Magnesia; hierher gehört auch ein schwarzer Augit im Kalkspath von Arendal; G. = 3,467. Ein graugrüner sehr leicht nach ∞P (ca. 87° 10′) spaltbarer Hedenbergit von Vester-Silfberget in Dalarne (G. = 3,55) hält 6,5 pCt. MnO. — Der rothbraune bis gelbbraune Schefferit im Kalk von Långbanshytta ist ein nach der Verticalaxe ausgebildeter, 8 bis 10 pCt. MnO führender Kalk-Magnesia-Pyroxen mit geringem Gehalt an FeO.

*e*) Jeffersonit von Franklin Furnace in New-Jersey ist ein monokliner Pyroxen in derben Partieen und gerundeten Krystallen, in welchem durch *Pisani* 10,20 Manganoxydul und 10,15 Zinkoxyd, nur 0,85 Thonerde nachgewiesen wurde; er ist $(Ca, Mg)(Fe, Mn, Zn)[SiO^3]^2$; H. = 4,5; G. = 3,3 ... 3,5; dunkel olivengrün, braun, bis fast schwarz, Fettglanz, auf den deutlichsten Spaltungsflächen (∞P∞ und ∞P) fast halbmetallisch, kantendurchscheinend bis undurchsichtig. Vielleicht beruht der Zink- und Mangangehalt auf einer Beimengung von Zinkit und Franklinit.

*f*) Violan (*Breithaupt*), sehr selten in kleinen Krystallen von den Formen des Pyroxens; meist in undeutlich stengeligen oder nach ∞P∞ lamellaren Aggregaten. — Spaltb. prismatisch, wie Pyroxen; H. = 6; G. = 3,23 ... 3.27; dunkel violblau, Strich bläulichweiss, Glasglanz, kantendurchscheinend bis undurchsichtig; mittlere Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid 27½°. — Die Analyse von *Schluttig* lieferte: 52,02 Kieselsäure, 2,60 Thonerde, 0,80 Eisenoxydul, 2,87 Manganoxydul, 22,94 Kalk, 15,18 Magnesia, 0,75 Kali, 4,94 Natron, auch 0,39 Kobalt und Nickel. — Schmilzt v. d. L. ziemlich leicht zu klarem gelbem Glas und färbt die Flamme gelb. — St. Marcel in Piemont, ver- und durchwachsen mit Quarz, Tremolit, Manganepidot. — Identisch oder sehr nahe verwandt ist der blassrothe Anthochroit von Jakobsberg in Wermland.

### *B*) mit Gehalt an Sesquioxyden (Familie der Augite).

*g*) Fassait (und Pyrgom); lauchgrün, pistazgrün, schwärzlichgrün, meist stark glänzende und scharfkantige Krystalle (Fig. 10, 11, 12), ein- und aufgewachsen, kantendurchscheinend. Vorkommen auf contactmetamorphischen Lagerstätten: Fassathal (hält 10 bis 12 pCt. Thonerde, 4 bis 7 Eisenoxyd), Vesuv, Traversella.

*h*) Augit im engeren Sinne; Spaltb. unvollk. aber deutlich wahrzunehmen; lauchgrün bis schwärzlichgrün, rabenschwarz, pechschwarz, sammtschwarz; krystallisirt, Krystalle, gewöhnlich kurz und flächenarm (Fig. 1 bis 6), in der Regel eingewachsen; seltener als Auswürflinge oder secundär lose; auch in Körnern und eingesprengt; wesentlicher Gemengtheil zahlreicher Gesteine, von Diabasen, Melaphyren, Porphyriten, Andesiten, Doleriten, Basalten und den entsprechenden Laven, auch in contactmetamorphen Kalksteinen; rundum ausgebildete Krystalle in Tuffen und vulkanischen Sanden. Zeigt oft isomorphe Schichtung; vielfach reich an verschiedenen mikroskopischen Interpositionen. — Porricin hat man grüne bis schwarze, stark glänzende, nadelförmige bis haarfeine Pyroxenkrystalle genannt, welche in den Cavitäten der Basaltlaven der Vordereifel vorkommen und eingeschmolzenem Quarz ihre Entstehung verdanken.

*i*) Chromdiopsid ist der im Olivinfels den Olivin, Bronzit und Chrompicotit begleitende lebhaft grüne oder smaragdgrüne Pyroxen, welcher sich durch einen Chromoxyd- und Thonerdegehalt auszeichnet und deshalb weniger dem Diopsid als dem eigentlichen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Augit nahe steht. Im Lherzolith vom Weiher Lherz in den Pyrenäen mit 1,30 Chromoxyd und 4,7 Thonerde, in den Olivinbomben des Dreiser Weihers in der Eifel mit 2,61 Chromoxyd und 7,42 Thonerde.

*k*) Der durch seine grasgrüne Farbe, und sein gewöhnliches Zusammenvorkommen mit rothem Granat ausgezeichnete, derb, in körnigschaligen und körnigen Aggregaten auftretende Omphacit ist eine Abart des Pyroxens ($\infty P = 87°$ nach *Riess*), welche ungeachtet ihrer nicht geringen Pellucidität einen bis zu 9 pCt. steigenden Thonerdegehalt führt; G. = 3,24...3,30; bisweilen in leistenförmiger Verwachsung mit grüner Hornblende, wobei beide Mineralien die Klinopinakoide parallel haben. Gemengtheil des Gesteins Eklogit, namentlich mit Granat verbunden: Schwarzbach, Eppenreuth, Silberbach und Stambach im Fichtelgebirge, Bachergebirge in Steiermark, Karlstätten in Nieder-Oesterreich; auf Syra mit Glaukophan und Zoisit.

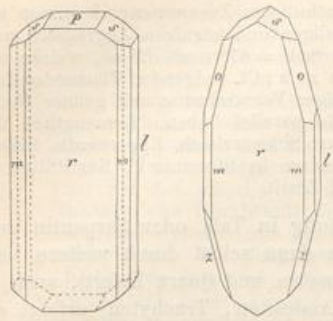
Die sesquioxydfreien Pyroxene wandeln sich häufig in Talk oder Serpentin um; die sesquioxydhaltigen namentlich in Chlorit (welcher dann selbst durch weitere Veränderung ein Gemenge von Brauneisen, Thon, Carbonaten und Quarz liefert), auch in Biotit, Epidot, Grünerde und Carbonate; local (in Andesiten, Trachyten) erfolgt ein Umsatz in Opal oder Chalcedon. Ueber Entstehung von Uralit aus Augit s. S. 712).

Diallag. Der eigentliche braune, graue und schmutziggrüne Diallag ist, obwohl nicht frei auskrystallisirt, so doch isomorph mit Augit; derb, in bisweilen mehre Zoll grossen dick tafelförmigen Individuen (sehr seltene Krystalle in dem Chloritgestein von Wildschönau in Tirol), eingewachsen und in körnigblätterigen Aggregaten; sehr charakteristisch ist für ihn seine vollkommene Blätterigkeit nach einer Fläche, welche dem Orthopinakoid und zugleich einer schaligen Zusammensetzung entspricht; hin und wieder wird auch eine mit Zwillingsbildung zusammenhängende Theilbarkeit nach 0P beobachtet. Unvollk. spaltbar nach $\infty\breve{P}\infty$, bisweilen auch, und zwar deutlicher, nach $\infty P$ (87°); die vollkommenste Ablösungsfläche ist meist vertical gestreift oder gefasert; H. = 4; G. = 3,23...3,34; grau, bräunlichgrün bis tombackbraun und schwärzlichbraun, äusserst schwach pleochroitisch, metallartiger, oft schillernder Perlmutterglanz auf der vollkommenen Ablösungsfläche. Manche Varr. enthalten, ähnlich wie der Hypersthen, zahllose mikroskopische dunkelbraune Krystall-Lamellen und Mikrolithen (auch opake Gebilde) namentlich nach den beiden verticalen Pinakoiden interponirt. Häufig findet eine Durchdringung des D. mit rhombischen Pyroxenlamellen (Bronzit) statt, wobei $\infty\breve{P}\infty$ der letzteren mit $\infty\breve{P}\infty$ des D. parallel geht und die Prismenflächen beider zusammenfallen. Bisweilen ist der D. von Hornblendepartikeln durchwachsen oder umwachsen, wobei die Verticalaxen und die Orthopinakoide beider parallel sind. Nach $\infty\breve{P}\infty$ abgelöste Blättchen des D. lassen ein einziges Axenbild wahrnehmen, während die vielleicht sonst ähnlichen Bronzitblättchen, gespalten nach $\infty\breve{P}\infty$ kein Axenbild geben; vom D. unterscheidet sich der Hypersthen gleich durch seine allseitig gerade Auslöschung. — Chem. Zus.: die des Pyroxens mit ca. 50 bis 53 pCt. Kieselsäure, 1 bis 4 Thonerde, 16 bis 22 Kalk, 8 bis 12 Eisenoxydul nebst Manganoxydul, 15 bis 17 Magnesia. Durch den nur geringen Thonerdegehalt steht der D. chemisch den Diopsiden näher als den eigentlichen Augiten; der optische Axenwinkel, gefunden zu 47° 51′, ist auch bedeutend kleiner als bei letzteren. Bisweilen ein geringer Gehalt an $TiO^2$ und $Cr^2O^3$, je unter 1 pCt. Die meisten liefern auch 0,2 bis 3,5 Wasser. V. d. L. schmilzt er mehr oder weniger leicht zu graulichem oder grünlichem Email. — Pyroxen, der insbesondere wegen der genannten structurellen Beschaffenheit als Diallag bezeichnet wird, bildet einen wesentlichen Gemengtheil der Gabbros, findet sich auch im Serpentin, Pikrit u. a. Olivingesteinen, in einigen Amphiboliten. — Der grünliche Pyrosklerit von Porto Ferrajo auf Elba ist ein zersetzter Diallag, gemengt mit dem sog. Chonikrit, einem zersetzten Plagioklas.

**Akmit,** *Berzelius* und **Aegirin,** *Esmark.*

Beides sind nur Varietäten desselben Minerals. Monoklin, isomorph mit Pyroxen; $\beta = 73° 9'$; A.-V. = 1,0998 : 1 : 0,6012 nach *Brögger*; $\infty P$ beim Akmit 87° 4′, beim Aegirin 87° 11′. Krystalle langgestreckt, säulenförmig, in der Prismenzone ist namentlich das breite $\infty\breve{P}\infty$ (*r*) mit $\infty P$ (*m*) entwickelt. An den Enden ist der Akmit

bald mehr stumpf durch P (*s*) und $\breve{P}\infty$ (*P*) begrenzt (wie in der ersten Fig.), bald treten (wie in der zweiten Fig.) die spitzen Hemipyramiden 6P (*o*) und $-6\breve{P}3$ (*z*) auf.



Die Begrenzung der Akmite erscheint zumal dann ganz auffallend spitz, wenn die Hemipyramide P nur sehr klein entwickelt ist. Andere spitze Formen sind $-\frac{9}{2}\breve{P}\frac{9}{5}$, $9\breve{P}9$, 8P; das Klinopinakoid (*l*) ist gewöhnlich nur schwach vorhanden, fehlt bisweilen ganz. Die Krystalle des Aegirins, stärker vertical gestreift als die des Akmits, gleichen mehr den stumpfer endenden Akmiten. Zwillingsbildung nach $\infty\breve{P}\infty$ bei Akmit sehr verbreitet, selten bei Aegirin. — Spaltb. deutlich nach $\infty$P, weniger nach $\infty\breve{P}\infty$, doch auch bisweilen hiernach deutlich; mitunter nach $\infty\breve{P}\infty$. H. = 6 ... 6,5; G. = 3,5. Glasglänzend, meist wenig lebhaft, kantendurchscheinend bis undurchsichtig. Farbe des Akmits äusserlich röthlichbraun bis bräunlichschwarz, des Aegirins grünlichschwarz bis lauchgrün; in den Dünnschliffen pflegt man die vorwiegend braunen Akmit, die vorwiegend grünen Aegirin zu nennen. Strich gelblichgrau oder dunkelgrün. Optische Axenebene ($2Va = 62°$ bis $63°$ für Na-Licht) das Klinopinakoid, aber sonst abweichend vom Pyroxen beschaffen: die negative spitze Bisectrix a weicht wenig von der Verticalaxe *c* ab, nur $3\frac{1}{2}°$ bis $6°$ und zwar im stumpfen $\angle ac$; auf $\infty\breve{P}\infty$ erscheint daher nur eine sehr geringe Auslöschungsschiefe; die stumpfe Bisectrix c tritt ebenfalls im stumpfen $\angle ac$ und fast senkrecht auf dem Orthopinakoid aus; $b = b$. Relativ stark sowohl lichtbrechend ($\beta$ = ca. 1,8) als doppeltbrechend ($\gamma - \alpha$ = ca. 0,05). Ziemlich stark pleochroitisch: bei Akmit a dunkelbraun bis grünlichbraun, b hellbraun bis gelb, c grünlichgelb; bei Aegirin a tief olivengrün bis grasgrün, b etwas heller olivengrün bis grasgrün, c braun bis braungelb mit einem Stich ins Grüne. — Chem. Zus. zur Hauptsache $\overset{I}{Na}\overset{III}{Fe}[\overset{IV}{Si}O^3]^2$, was 51,97 Kieselsäure, 34,60 Eisenoxyd, 13,43 Natron erfordern würde; auch findet sich meist ein kleiner Gehalt an CaO, FeO, MnO; bisweilen ist etwas Titansäure vorhanden (nach *v. Kobell* gar 3,25 pCt. im Akmit). Schmilzt v. d. L. ziemlich leicht unter Gelbfärbung der Flamme zu glänzend schwarzer magnetischer Perle; von Säuren nur unvollständig zersetzbar. — Gemengtheile natronreicher Gesteine: Grosse Akmite im Quarz eines Pegmatits zu Rundemyr auf Eker, Norwegen; kleinere bei Ditró in Siebenbürgen in Eläolithsyenit; u. d. M. als braune Säulchen in gewissen Trachyten. Grosse Individuen des weit häufigeren Aegirins in den Gängen des Langesundfjords, auch anderswo im südl. Norwegen in natronreichen Syeniten und Graniten, z. B. der Gegend von Porsgrund; Elfdalen in Schweden, Halbinsel Kola, Brasilien, Hot Springs in Arkansas, überall in Eläolithsyenit; Kangerdluarsuk in Grönland. U. d. M. in sehr vielen Phonolithen sowie in anderen nephelinreichen Gesteinen, auch Trachyten, gewissen Rhyolithen (Comenditen) als grüne kurze dicke Säulen oder schilfähnliche gefingerte Prismen (z. Th. Aegirinaugit, s. S. 701); mit Riebeckit in dem sog. Forellengranulit von Gloggnitz. Oft umranden grünliche Aegirinnadeln gewöhnlichen Augit; brauner Akmit umwächst wohl grünen Aegirin.

An den Akmit reiht sich der braunschwarze bis nussbraune Urbanit von Långban (in Drusen von Eisenglanz mit vorherrschendem P) und der Glakärn-Grube in Schweden, welcher hauptsächlich das Akmitsilicat darstellt (z. B. 51,6 $SiO^2$, 27,2 $Fe^2O^3$, 10,6 $Na^2O$) mit etwas Diopsidsilicat (daher 4,9 CaO, 2,7 MgO); an letzterem Fundpunkt mit 6,7 pCt. MnO; stark pleochroitisch von braun bis hellgelb.

**Spodumen,** *d'Andrada* (Triphan).

Monoklin und isomorph mit Pyroxen, ähnlich den Krystallen des Diopsids: $\beta = 69°32'$; A.-V. = 1,1283 : 1 : 0,6234 nach *vom Rath*; $\infty$P 86°48′, P 116°19′, 2P 91°24′; die Krystalle z. Th. gross, die Prismenzone meist vertical gestreift oder

gefurcht, gewöhnlich aber nur in individualisirten Massen oder in breitstengeligen und dickschaligen Aggregaten; Zwillinge nach $\infty\breve{P}\infty$. — Spaltb. nach $\infty P$, schalige Theilbarkeit nach dem Orthopinakoid. H. = 6,5...7; G. = 3,13...3,19; grünlichweiss bis apfelgrün und licht grünlichgrau (bei Warren und Lyon in Alexander Co., Nordcarolina, auch tief smaragdgrün und dann stark pleochroitisch und flächenreich, Hiddenit genannt). Glasglanz, auf Spaltungsflächen Perlmutterglanz; durchscheinend, oft nur in Kanten. Die optischen Axen liegen im Klinopinakoid, die spitze positive Bisectrix bildet mit der Verticalaxe 25° bis 26° im stumpfen $\angle\beta$; mittlerer Brechungsquotient = 1,668. — Chem. Zus.: $LiAl[SiO^3]^2$, mit 64,49 Kieselsäure, 27,44 Thonerde, 8,07 Lithion; meist ist neben dem Lithion etwas Natron, auch ein ganz geringer Kalkgehalt vorhanden. Der Hiddenit führt nach *Genth* 0,18 Chromoxyd, wovon vielleicht seine Farbe herrührt. Spodumen ist also ein den Natronpyroxenen Akmit und Aegirin entsprechender Lithion-Pyroxen. — V. d. L. bläht er sich auf, färbt die Flamme schwach und vorübergehend roth; schmilzt leicht zu klarem Glas; mit Flussspath und saurem Kaliumsulfat geschmolzen färbt er die Flamme lebhaft roth, mit Kobaltsolution wird er blau; das Pulver reagirt stark alkalisch. Säuren sind ohne Wirkung. — Meist in Graniten oder Pegmatiten mit Quarz und Turmalin: Insel Utö, Ratschinges bei Sterzing in Tirol, Peterhead in Schottland, Branchville in Connecticut, Norwich und Sterling in Massachusetts (Krystalle); an den Black Hills in Pennington Co., Dakota, in 5—20 Fuss langen Krystallen (ein Individuum war 36 F. lang, 1—3 F. dick). Hellgrüne chrysoberyllähnliche Geschiebe in Minas Geraës, Brasilien. Doch ist mancher sog. Spodumen, wie z. B. der aus dem Passeier in Tirol, nur Zoisit.

Ein auch in Pseudomorphosen auftretendes, in chemischer Hinsicht glimmerähnliches Umwandlungsproduct des Spodumens ist der grünlichgraue, gelbliche oder bräunliche schwach durchscheinende Killinit im Granit von Killiney und Dalkey bei Dublin. — Als Umwandlungsproducte der Spodumenkrystalle von Branchville in Connecticut entstehen zufolge *Brush* und *Edw. Dana* bald einzeln, bald in gegenseitigem Gemenge: Albit, Eukryptit ($LiAlSiO^4$), Muscovit (mit Albit zu sog. Cymatolith innig gemengt), Mikroklin, Killinit, in chemisch gesetzmässiger Reihenfolge (Z. f. Kryst. V. 1881. 191). Ganz ähnliche Umwandlungen des Spodumens verfolgte *A. Julien* in den Graniten von Hampshire Co., Massachusetts.

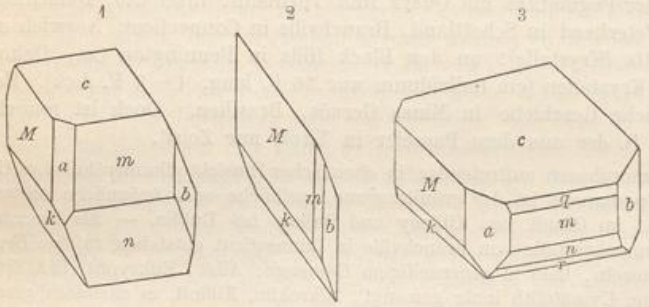
Anm. Hierher mag auch der Jadëit *Damour*'s gestellt werden, welcher einen Theil des Nephrits ausmacht, nämlich diejenigen sog. Nephrite, welche sich durch Thonerde- und Natrongehalt auszeichnen. Derbe Massen von splitterigem Bruch; *Krenner* befand an den aus Ober-Birma stammenden Aggregaten die wirrfaserigen, 0,1 bis 1 Mm. und darüber dicken Individuen als monokline Pyroxene ($\infty P$ 86° 55′, optische Axenebene parallel $\infty\breve{P}\infty$); auch *Cohen* erkannte verhältnissmässig grobkörnigen Jadëit aus Tibet als ein Glied der Pyroxengruppe; Querschnitte der Krystalle zeigen nahezu rechtwinkelige Spaltbarkeit, Längsschnitte eine Auslöschungsschiefe von 33° bis 41°; $\beta$ = 1,654 für Gelb. — H. = 6,5...7 und darüber, grösser als die des übrigen eigentlichen Nephrits; G. = 3,3...3,35, höher als das des letzteren; durchscheinend, geringer Glasglanz, manchmal perlmutterartig; weiss, grünlichweiss, apfel- bis smaragdgrün (durch geringen Chromgehalt), bläulichgrün. — Eine Analyse von *Busz*, die als Durchschnitt zahlreicher anderer gelten kann, lieferte 58,46 Kieselsäure, 25,75 Thonerde, 13,93 Natron, 0,63 Kalk, 0,34 Magnesia, 1,00 Glühverlust. Etliche Analysen ergeben etwas FeO oder $Fe^2O^3$, etwas weniger $Al^2O^3$, mehr CaO und MgO. Die Zus. weicht also sehr ab von den übrigen Nephriten. Darnach scheint der J. ein Natron-Thonerde-Pyroxen, etwa von der Formel $NaAl[SiO^3]^2$, ein Analogon des Spodumens zu sein. V. d. L. leicht schmelzbar zu halbklarem Glas; dünne Splitter werden mit Kobaltsolution bei starkem Erhitzen schön blau. — Als Steinbeile verarbeitet exotisch in Schweizer Pfahlbauten und in Südfrankreich, auch in Mexico; der rohe J. findet sich als gewaltige (ursprünglich wahrscheinlich dem Chloritschiefer eingelagerte) Blöcke in der Umgegend von Mogoung, n. von Bhamo in Ober-Birma, eingebettet in röthlichgelben Thon; örtlich hier auch anstehend; weisse, mit dem J. durch Uebergänge verbundene Adern bestehen zufolge *M. Bauer* merkwürdiger Weise aus

einem Aggregat von Nephelin. Rohmaterial von europäischen Fundorten ist nicht mit völliger Sicherheit bekannt. — Chloromelanit ist eine dunkelspinatgrüne bis fast schwarze Abart des Jadëits, die Eisen auch als Oxyd enthält.

### 3. Trikline Pyroxene.

**Rhodonit,** *Beudant*; Pajsbergit, *Igelström* (Mangankiesel, Kieselmangan).

Triklin; bei den früheren Aufstellungen trat aber die auch in der Spaltbarkeit zum Ausdruck kommende Analogie mit den monoklinen Pyroxenen nicht hervor, welche dann durch *Dana* und *Groth* betont wurde. Die einfachsten und wichtigsten Formen des Rh. sind auch durch entsprechende Flächen am Augit repräsentirt. A.-V. an den Krystallen von Pajsberg zufolge *G. Flink* dem des monoklinen Pyroxens sehr genähert; $a : b : c = 1{,}0728 : 1 : 0{,}6213$; dabei liegt wie beim monoklinen Pyroxen der spitze Prismenwinkel vorne, die Makrodiagonale läuft also auf den Beschauer zu, die Brachydiagonale quer. Die Figuren zeigen die Partialformen: $c = 0\mathrm{P}$, $a = \infty\breve{\mathrm{P}}\infty$, $b = \infty\bar{\mathrm{P}}\infty$, $M = \infty'\mathrm{P}$, $m = \infty\mathrm{P}'$, $p = \mathrm{P}'$, $r = \mathrm{P}_{,}$, $k = 2_{,}\mathrm{P}$, $n = 2\mathrm{P}_{,}$, $q = 2\mathrm{P}'$.




| | |
|---|---|
| $m : M =$ | 87° 31′ |
| $c : m =$ | 111 15 |
| $M : c =$ | 93 36 |
| $a : c =$ | 107 23 |
| $a : m =$ | 131 27 |
| $a : M =$ | 136 4 |
| $k : c =$ | 117 38 |
| $k : M =$ | 148 46 |
| $n : c =$ | 105 36 |
| $b : c =$ | 101 17 |
| $b : m =$ | 134 7 |
| $q : c =$ | 136 52 |

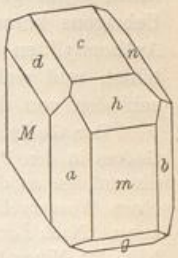
Die einfachsten Formen sind nur von den beiden Prismenflächen $m$ und $M$ mit der Basis $c$ in einem hexaïdähnlichen Typus begrenzt. Fig. 1 ist ein prismatischer Typus, bei welchem $M$ am meisten glänzt, oft mit schönem perlmutterartigem Schimmer; $c$ ist immer eben und glänzend, $b$ und $a$ gewöhnlich ganz matt, wie auch $n$, wogegen $k$ glänzend und parallel der Kante mit $c$ stark gestreift. Bei dem an eine spitz rhomboëdrische Comb. erinnernden speerähnlichen Typus Fig. 2 fehlt die Basis, $M$, $k$ und entweder $b$ oder $m$ walten vor. In Fig. 3 herrscht 0P vor. Im Ganzen wies *Flink* 29 Formen nach. Meist nur in individualisirten Massen und körnigen bis dichten Aggregaten. — Spaltb. prismatisch, wie bei den monoklinen Pyroxenen, weit weniger deutlich basisch. Spröd; H. = 5 ... 5,5; G. = 3,5 ... 3,63; dunkel rosenroth, bläulichroth bis röthlichbraun und grau; Glasglanz, z. Th. perlmutterartig, durchscheinend. Optische Axenebene bildet mit den Flächen $M$ und $c$ Winkel von resp. 63° und $38\frac{1}{2}$°; spitze Bisectrix senkrecht gegen eine Ebene, welche mit $M$ und $c$ Winkel von resp. 51° 47′ und 51° 40′ bildet; deutlich pleochroitisch. — Chem. Zus.: $\mathbf{Mn^2[SiO^3]^2}$, ganz analog den übrigen Gliedern der Pyroxengruppe, mit 45,85 Kieselsäure und 54,15 Manganoxydul; doch wird von letzterem ein kleiner Theil oft durch CaO oder FeO (oder MgO) vertreten; diese letzteren sind daher $\mathbf{(Mn, Ca, Fe)^2[SiO^3]^2}$. Schmilzt v. d. L. im Red.-F. zu rothem Glas, im Ox.-F. zu schwarzer metallglänzender Kugel; mit Borax und Phosphorsalz die Reaction auf Mangan; von Salzsäure wenig angreifbar. — Auf Eisenerzlagern und Gängen: St. Marcel in Piemont, Långbanshytta, Pajsberg bei Philipstad, Kapnik, Málaja Ssedelnikówaja, ssö. von Katharinenburg, hier in grossen Massen, welche zu Vasen u. a. Ornamenten verarbeitet werden; Franklin Furnace in New-Jersey. Der sog. Hermannit von Cummington in Massachusetts ist (kein Amphibol, sondern) Rhodonit. — Umwandlungsproducte des Rh. sind Neotokit, Klipsteinit, Wittingit, Stratopëit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Fowlerit ist nur ein zink- und eisenreicher Rhodonit; bisweilen ziemlich grosse Krystalle mit einer matten, weichen Verwitterungskruste; meist derb und eingesprengt; mit dem Messer ritzbar; G. = 3,3...3,63; röthlichbraun, röthlichgelb bis schmutzig rosenroth. *Rammelsberg* fand z. B. 31,20 Manganoxydul, 8,35 Eisenoxydul, 6,30 Kalk, 5,10 Zinkoxyd, 2,81 Magnesia. — Stirling und Hamburg in New-Jersey. — Der Bustamit ist eine sehr kalkreiche Varietät des Rhodonits von radialstengeliger Zusammensetzung; G. = 3,4...3,4; blass grünlich- und röthlichgrau; hält 14 bis 20 pCt. Kalk, übrigens z. Th. als Carbonat. Tetela di Xonotla in Mexico, Monte Civillina bei Vicenza, Campiglia in Toscana, Rezbánya in Ungarn, Långban; Cap Bou-Garonne in Algier. — Hydropit, Photicit und Allagit sind dichte, röthlich, braun und grau gefärbte, z. Th. wasserhaltige Gemenge von Hornstein und Rhodonit oder auch dichtem Manganspath; besonders bei Elbingerode am Harz.

**Babingtonit,** *Lévy.*

Triklin; A.-V. $a:b:c$ (Bedeutung der Axen wie beim Rhodonit) = 1,0691 : 1 : 0,6308 nach *Dauber* und *E. Dana.* $\infty P\,(m:M) = 87°\,24'$. Die Fig. zeigt:




$a = \infty\breve{P}\infty$ $\quad b = \infty\bar{P}\infty$ $\quad m = \infty P'$ $\quad h = 2P'$
$c = 0P$ $\quad M = \infty'P$ $\quad g = P_{,}$ $\quad d = 2'P.$

$a:m = 132°\,37'$ $\quad b:m = 135°\,19'$ $\quad d:c = 122°\,24'$
$c:h = 136\;\;54$ $\quad c:m = 112\;\;12$ $\quad h:b = 128\;\;47$
$a:d = 138\;\;12$ $\quad M:c = \;\;92\;\;32$

Habitus der meist kleinen aufgewachsenen Krystalle verschieden, doch sind gewöhnlich die beiden Prismen und die Basis stärker ausgedehnt, auch wohl $d$; die Zone $chm$ parallel ihren Kanten gestreift, auch die Flächen $d$ und $M$. Oft in radialstengeligen Aggregaten. — Spaltb. nach $M$ sehr vollk., weniger nach dem anderen Prisma $m$; H. = 5,5...6; G. = 3,33...3,4; grünlich- oder bräunlichschwarz; stark glasglänzend, undurchsichtig, nur in dünnen Lamellen durchscheinend; pleochroitisch, die Krystalle scheinen senkrecht zu $M$ bräunlich, parallel zu $M$ grünlich durch. — Chem. Zus.: Mischung von $R^2[SiO^3]^2$, worin R = Ca, Fe, Mn, mit dem Eisenoxydsilicat $Fe^2[SiO^3]^3$; in der Arendaler Varietät, welche ergab 51,22 Kieselsäure, 11,0 Eisenoxyd, 10,26 Eisenoxydul, 7,91 Manganoxydul, 19,32 Kalk, 0,77 Magnesia, 0,44 Glühverlust, ist das Verhältniss des ersteren Silicats zum zweiten = 9 : 1, in der von Herbornseelbach = 6 : 1. V. d. L. schmilzt er leicht unter Blasenwerfen zu bräunlichschwarzer, glänzender, magnetischer Perle; von Säuren nicht zersetzt. — Auf den Gängen von Arendal, in den Drusen des Granits von Baveno, in Drusen eines contactmetamorphischen Eisenkiesels bei Herbornseelbach in Nassau; hier auch, sowie in Devonshire, die stengeligen Aggregate.

### II. Amphibolreihe.

#### 1. Rhombische Amphibole.

**Anthophyllit,** *Schumacher.*

Nicht sehr häufig, aber bemerkenswerth, weil in ihm eine Substanz von der gleichen chem. Zus. wie der Bronzit als Glied der Amphibolreihe auftritt. Rhombisch; $\infty P = 125°\,37'$; A.-V. $a:b = 0{,}5137:1$. Meist derb, in radial-breitstengeligen Aggregaten, deren Individuen bisweilen die Form $\infty P.\infty\bar{P}\infty.\infty\breve{P}\infty$ mit vertical gestreiften Flächen erkennen lassen; sehr selten mit Andeutungen von Endflächen. Spaltb. prismatisch vollk., weniger nach $\infty\breve{P}\infty$; bisweilen nach $\infty\bar{P}\infty$ etwas schalig abgesondert, auch von horizontalen Rissen durchzogen. H. = 5,5; G. = 3,1...3,2. Nelkenbraun bis gelblichgrau; auf den vollk. Spaltflächen mit starkem Perlmutter- bis Glasglanz, auf dem Brachypinakoid schillernd; durchscheinend. Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, die spitze positive Bisectrix fällt in die Verticalaxe; Platten nach $\infty\bar{P}\infty$ zeigen in Oel stets das normale Axenbild; $a = \mathfrak{a}$, $b = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{c}$; $\beta =$ ca. 1,64; Doppelbrechung stark, $\gamma - \alpha = 0{,}023$. Stark pleochroitisch: parallel der Streifung grünlichgelb, senkrecht darauf röthlichbraun oder nelkenbraun. Bisweilen erscheinen mikroskopische Interpositionen wie in den rhombischen Pyroxenen. Nicht selten wächst monokline Hornblende nach einer Prismenfläche an oder umhüllt den Anthophyllit in paralleler

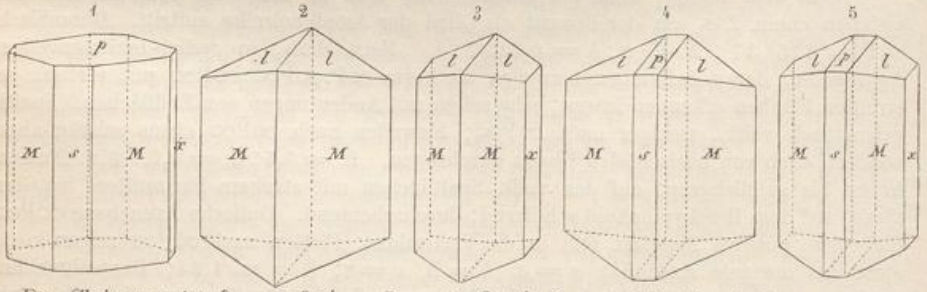
Orientirung. — Chem. Zus.: Mischung von vorwaltendem Magnesiasilicat mit Eisenoxydulsilicat, entsprechend der Bronzit-Hypersthenreihe beim Pyroxen, aber nach S. 693 $(\mathbf{Mg,Fe})^4[\mathbf{SiO^3}]^4$, bisweilen mit etwas Manganoxydulsilicat; gewöhnlich auch ein Wassergehalt von 1,5 bis 2,5 pCt., auf eingetretene Veränderung hinweisend. V. d. L. sehr schwer schmelzbar, von Säuren nicht angegriffen. — Vorkommen in amphibolischen krystallinischen Schiefern und frischen sowie serpentinisirten Olivingesteinen: Kjernerud bei Kongsberg und Modum in Norwegen; am Ausfluss des Nidister auf der Shetlandsinsel Mainland, als 2 Fuss mächtiges Lager an Serpentin grenzend (mit 4,5 Thonerde, 3,4 Wasser); bei Fiskernäs in Grönland; Bakersville in Mitchell Co., Nordcarolina im Pennin. Anthophyllitschiefer im Contacthof um den Granit von Meissen sind aus silurischen Diabastuffen hervorgegangen. — *Tschermak* fand, dass in den Magnesiaglimmerkugeln von Hermannschlag die zwischen der äusseren Rinde und dem inneren Kern von Glimmer lagernde concentrische Schicht aus grünlichweissem faserigem Anthophyllit gebildet wird, dessen Fasern den Radien des Knollens parallel sind. — Uebrigens kommen nach *Des Cloizeaux* unter den Kongsberger und grönländischen Anthophylliten Exemplare vor, in denen die Bisectrix mit der Verticalaxe 15° bis 17° bildet, und welche demzufolge monoklin sind, wogegen ihre chem. Zus. nicht verschieden von der des übrigen Anthophyllits ist (sog. »Amphibol-Anthophyllit«).

Der Gedrit, strohgelbe bis braune lamellar-strahlige Massen aus dem Héas-Thal bei Gèdres in den Pyrenäen, ist ein rhombischer thonerdehaltiger Anthophyllit, und erinnert demzufolge an den thonerdehaltigen Hypersthen. *Pisani* fand 17 pCt. Thonerde, aber auch einen Wassergehalt von über 4 pCt., weshalb das Mineral nicht mehr als ganz frisch gelten kann. Nach *Lacroix* wird die braune Farbe durch eingewachsenen Biotit hervorgebracht und hält das Mineral ausserdem dunkelgrünen Spinell, viele Zirkone und blauen Korund eingeschlossen. Auch als blätterige oder faserige Massen im Gneiss von Beaunan bei Lyon. Gedrit, breitstengelig, lebhaft glasglänzend, hellbraun ins Grünliche wies ferner *Sjögren* in mehren skandinavischen Hornblendeschiefern (z. B. von Hilsen bei Snarum, wo die Hälfte des Gesteins daraus besteht) nach; $\infty P = 125°\,10'$ bis $125°\,4'$; er unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Anthophyllit durch einen kräftig tiefblauen Schiller auf $\infty\breve{P}\infty$; der parallel der Längsrichtung schwingende Strahl schwach gelbbraun, der darauf senkrechte bräunlichviolett; der Thonerdegehalt beträgt 11,34 pCt. — Ein von *Des Cloizeaux* untersuchter Anthophyllit von Bamle in Norwegen, gelblichgraue, radialstengelige und faserige Aggregate, leicht spaltbar nach $\infty P$ $125°\,20'$, hält auch 12,40 Thonerde und 3 Wasser und hat das G. = 2,98; die opt. Axenebene ist dieselbe wie bei allen anderen Anthophylliten, aber die spitze Bisectrix ist negativ und parallel der Brachydiagonale, so dass zwischen diesem Mineral und Anthophyllit ein ähnlicher optischer Gegensatz besteht, wie zwischen Hypersthen und Enstatit.

### 2. Monokline Amphibole.

**Amphibol,** *Haüy* im engeren Sinne (Hornblende).

Monoklin; $\beta = 75°\,10'$, $\infty P$ $(M)$ $124°\,30'$, $0P$ $(p)$, $\infty\breve{P}\infty$ $(x)$, $P$ $(r)$ $148°\,30'$, doch schwanken diese und die übrigen Winkel in den verschiedenen Varietäten; nach




*Des Cloizeaux* ist $\beta = 75°\,2'$, $\infty P = 124°\,11'$, $P = 148°\,28'$; A.-V. = 0,5318 : 1 : 0,2936; Krystalle theils kurz- und dick-, theils lang- und dünnsäulenförmig bis nadel- und haarförmig, vorwaltend von $\infty P$ und $\infty\breve{P}\infty$ gebildet und an den Enden meist durch $0P$ und $P$, oder auch durch $\breve{P}\infty$ $(l)$ $148°\,16'$ begrenzt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 1. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty.0P$; am Grammatit und Aktinolith; durch oscillatorische Combination des Prismas und Orthopinakoids entstehen die sog. schilfähnlichen Säulen; $M:M = 124^{\circ}30'$, $M:x = 117^{\circ}45'$, $p:s = 104^{\circ}50'$.

Fig. 2. $\infty P.\breve{P}\infty$, oder auch $\infty P.P$, je nach der Deutung der Flächen $l$.

Fig. 3. Die Comb. Fig. 2 mit dem Klinopinakoid.

Fig. 4. Die Comb. Fig. 2 mit dem Orthopinakoid und $0P$.

Fig. 5. Die Comb. Fig. 4 mit dem Klinopinakoid.

Diese Formen finden sich besonders am Grammatit, Aktinolith und der gemeinen Hornblende. Die Flächen $l$ lassen sich entweder als das Klinodoma $\breve{P}\infty$ oder als die Hemipyramide P betrachten, da die Kante $l:l$ in beiden Fällen fast genau denselben Werth hat; die Fläche $p$ wäre demgemäss entweder als die Basis $0P$ oder als das Hemidoma $\breve{P}\infty$ zu deuten. — Die folgenden Formen finden sich z. Th. an der gemeinen, insbesondere aber an der basaltischen Hornblende; sie sind in der anderen Stellung gezeichnet, dass das Klinopinakoid $x$ dem Beobachter zugekehrt und nach oben bedeutend zugeneigt ist, um das obere Ende der Krystalle recht sichtbar zu machen.

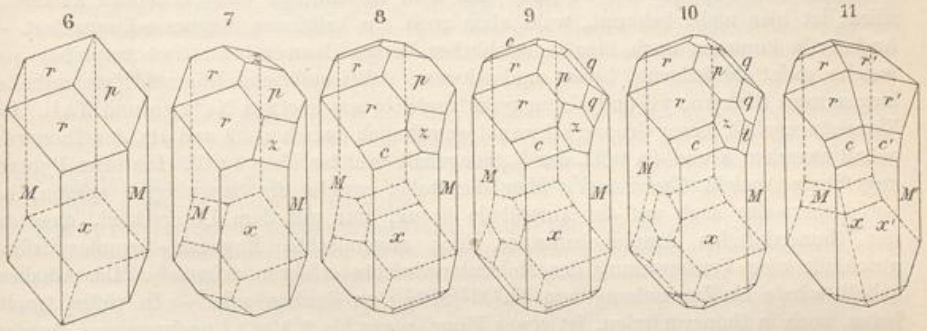



Fig. 6. $\infty P.\infty\breve{P}\infty.P.0P$; die gemeinste Form der basaltischen Hornblende; $p:r = 145^{\circ}35'$; die Endigung der Krystalle erinnert an Rhomboëder.

Fig. 7. Die Comb. Fig. 6 mit dem Klinodoma $2\breve{P}\infty$ $(z)$; $p:z = 150^{\circ}13'$.

Fig. 8. Die Comb. Fig. 7 mit der halben Klinopyramide $3\breve{P}3$ $(c)$; $x:c = 130^{\circ}53'$.

Fig. 9. Die vorige Comb. noch mit $-P$ $(q)$.

Fig. 10. Die Comb. Fig. 9 mit der halben Klinopyramide $-3\breve{P}3$ $(t)$.

Fig. 11. Zwilling nach dem Orthopinakoid; an dem einen Ende bilden die beiderseitigen Hemipyramiden P eine vierflächige Zuspitzung, am anderen die beiderseitigen Basen $0P$ eine Zuschärfung. Da $x$ und $x'$ in eine Ebene fallen, und von jedem Individuum nur die eine Hälfte ausgebildet ist, so erhalten diese Zwillinge ein sehr symmetrisches Ansehen.

Die Krystalle entweder eingewachsen oder aufgewachsen, in letzterem Falle meist zu Drusen verbunden; Zwillinge nach dem häufigsten Gesetz: Zwillingsebene das Orthopinakoid (Fig. 11), selten polysynthetisch wiederholt. Eine feinlamellare Zwillingsbildung erfolgt bisweilen nach der Fläche $p$. Sehr häufig in radial-, parallel- oder verworrenstengeligen und -faserigen, sowie in gross- bis feinkörnigen Aggregaten; auch eingesprengt, als wesentlicher Bestandtheil vieler Gesteine, in Pseudomorphosen nach Pyroxen. — Spaltb. nach $\infty P$ recht vollk., viel besser als beim Pyroxen; nach den verticalen Pinakoiden meist sehr unvollk.; H. $= 5 \ldots 6$; G. $= 2{,}9 \ldots 3{,}3$, durchschnittlich niedriger als bei den chemisch entsprechenden Pyroxenen; farblos und bisweilen weiss, aber gewöhnlich gefärbt in verschiedenen grauen, gelben und braunen, besonders aber in grünen und schwarzen Farben; Glasglanz, zuweilen Perlmutter- und Seidenglanz; pellucid in allen Graden. Die optischen Axen (mit im Einzelnen abweichenden Winkeln) liegen im Klinopinakoid; $b = \mathfrak{b}$; die Axe der kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$ (meist die stumpfe, selten die spitze Bisectrix) liegt im spitzen Axenwinkel $a\,c$, gewöhnlich nicht sehr gegen die Verticalaxe $c$ geneigt; bei Tremolit, Strahlstein und gemeiner

Hornblende beträgt der Winkel $c : c$ 15° bis 20°, aber auch wohl noch darüber, bei der schwarzen und basaltischen 13° bis 10°, aber auch noch darunter. Die Auslöschungsschiefe auf $\infty P\infty$ ist daher hier durchgängig beträchtlich kleiner als beim Augit. $\beta = 1{,}62$ bis $1{,}64$. Trichroismus der gefärbten Abarten meist sehr stark: $a$ = gelbgrün oder honiggelb, $b$ = gelbbraun, $c$ = schwarz- oder grünlichbraun; Absorption im Allgemeinen bei den grünen $c > b > a$, bei den braunen $c = b > a$. Die stärksten Unterschiede erscheinen auf dem Klinopinakoid. — Die chem. Zus. des Amphibols stimmt allgemein mit der des Pyroxens überein. Auch hier gibt es zunächst thonerdefreie Amphibole, wie namentlich die Grammatite (Tremolite) und die hellfarbigen Strahlsteine, in welchen R vorwaltend Mg, in zweiter Linie Ca, nur spärlich Fe (als Eisenoxydul) ist. Magnesia scheint hier reichlicher zugegen zu sein, als in den entsprechenden thonerdefreien Pyroxenen. Da in den besten Analysen das Atomverhältniss von Mg oder von Mg + Fe zu Ca stets ganz genau wie 3 : 1 ist, so wird die Formel in Anbetracht des auf S. 693 Angeführten hier zu $\mathbf{CaMg^3[SiO^3]^4}$ oder $\mathbf{Ca(Mg,Fe)^3[SiO^3]^4}$. Diese thonerdefreien Amphibole führen kein Eisenoxyd und ihr Kieselsäuregehalt schwankt zwischen 55 und 59 pCt. Ein dem Hedenbergit entsprechendes Kalkeisensilicat ist hier nicht bekannt, wohl aber auch ein kalkfreies Magnesia-Eisensilicat. — Anderseits kommen auch hier in reichlicher Menge thonerdehaltige Amphibole vor, welche meist dunkelgrün, braun und schwarz, dabei undurchsichtig sind; sie enthalten insgesammt Eisenoxyd und Eisenoxydul zugleich, sowie etwas Natron und Kali. Der Kieselsäuregehalt dieser Gruppe schwankt gewöhnlich zwischen 39 und 49, der Thonerdegehalt zwischen 8 und 15 pCt., der Natrongehalt geht bis über 3 pCt. Die beim Pyroxen angeführte Ansicht *Tschermak*'s über die Rolle, welche die Sesquioxyde spielen, hat natürlicherweise auch auf die Amphibole Bezug, nur mit dem Unterschied, dass das der thonerdefreien Amphibolsubstanz hier zugemischte Magnesia-Sesquioxydsilicat gleichfalls eine Verdoppelung des Moleculargewichts erfahren müsste[1]). Der Alkaliengehalt würde als Zumischung von $Na^2Al^2[SiO^3]^4$ zu denken sein. — In vielen Amphibolen, auch in thonerdefreien, ist etwas Fluor (sogar bis 2,8 pCt.) nachgewiesen worden, welches wahrscheinlich als Vertreter von Sauerstoff zu betrachten ist; auch enthalten einige ganz geringe Mengen von Titan; ferner ergeben einige anscheinend recht frische beim Glühen eine gewisse Menge von Wasser. — V. d. L. schmelzen sie gewöhnlich unter Aufschwellen und Kochen zu grauem, grünlichem oder schwarzem Glas, meist um so leichter, je reicher sie an Eisen sind; die eisenreichen Varr. werden auch von Salzsäure theilweise zersetzt, welche die übrigen Varr. nicht sonderlich angreift.

Man unterscheidet besonders folgende Varietäten:

*A*) frei von Sesquioxyden oder sehr arm daran.

*a*) Grammatit (Tremolit und Calamit); weiss, grau, hellgrün in eingewachsenen langsäulenförmigen Krystallen $\infty P.\infty P\infty$, meist ohne freie Endbegrenzung, und in stengeligen Aggregaten, perlmutter- oder seidenglänzend, halbdurchsichtig bis durchscheinend; G. = 2,93 ... 3; ist wesentlich nur $\mathbf{CaMg^3[SiO^3]^4}$, welchem 57,7 Kieselsäure,

---

1) Für die grosse Zahl der Thonerde- und Eisenoxyd-haltigen Hornblenden stellte *Scharizer* die Vermuthung auf, dass dieselben in variabeln Proportionen erfolgte Mischungen zweier Endglieder seien, von denen das eine durch den thonerdefreien Aktinolith $Ca(Mg,Fe)^3[SiO^3]^4$ repräsentirt werde, während er das andere in einer schwarzen basaltischen Hornblende von Jan Mayen

I II

erblickt, deren Formel er $(R^2,R)^3(Al,Fe)^2Si^3O^{12}$ schreibt (entsprechend einem Orthosilicat von Granattypus); diese Hornblende, für welche er einen alten, von *Breithaupt* gebrauchten Namen Syntagmatit wieder einführt, enthält 39,13 Kieselsäure, 14,27 Thonerde, 12,53 Eisenoxyd, 5,95 Eisenoxydul, 1,54 Manganoxydul, 10,74 Magnesia, 11,08 Kalk, 1,94 Kali, 2,43 Natron, 0,39 Wasser; bei diesem pleochroitischen Mineral (G. = 3,334) wird $a$ als vollkommen absorbirt, die Auslöschungsschiefe auf $\infty P\infty$ gegen $c$ als 0° angegeben. Er findet eine Unterstützung seiner Annahme darin, dass, wenn aus der Formel der Thonerde und Eisenoxyd haltenden Hornblenden ein Silicat von der Zusammensetzung dieses Syntagmatits ausgeschieden wird, in dem restirenden Silicat stets das Verhältniss (Mg, Fe) : Ca das dem Aktinolith entsprechende 3 : 4 sei. Auch Hornblende vom Stenzelberg, aus Böhmen, aus dem Eläolithsyenit von Dungannon in Ontario entsprechen dem »Syntagmatit-Molecül« *Scharizer*'s; in allen ist $(R^2O + RO) : R^2O^3 : (SiO^2 + TiO^2)$ angenähert = 3 : 1 : 3.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

13,4 Kalk, 28,9 Magnesia entsprechen würden. Besonders im körnigen Kalkstein und Dolomit der krystallinischen Schiefer (Campo longo, Val Tremola am St. Gotthard, hübsch violett von Edwards, St. Lawrence Co. New-York); auch im Serpentin; wandelt sich häufig in Talk um. Hierher würde auch ein Theil des Nephrits gehören.

*b*) Aktinolith oder Strahlstein; grünlichgrau, lauchgrün bis schwärzlichgrün; durchscheinend bis kantendurchscheinend, meist in eingewachsenen säulenförmigen Krystallen $\infty P.\infty R\infty$, und in radialstengeligen Aggregaten; G. = 3,026...3,166; in der Hauptsache ebenso zusammengesetzt wie der Grammatit, nur dass sich das Kalkeisenoxydulsilicat $CaFe^3[SiO^3]^4$ hinzugesellt, welches seinerseits aus 47,0 Kieselsäure, 10,9 Kalk, 42,1 Eisenoxydul besteht. In Talkschiefer, Chloritschiefer und auf gewissen Erzlagern; bildet für sich oder im Gemenge mit anderen Mineralien den Strahlstein- oder Aktinolithschiefer. — Der sog. Rhaphilith von Lanark Co., Canada, ist Strahlstein.

*c*) Asbest, Amiant, Byssolith sind zum Theil äusserst feinfaserige und haarförmige Varietäten von Grammatit und Aktinolith; *Kenngott* zeigte, dass der Byssolith vom St. Gotthard und aus Tirol wirklich die Winkel des Amphibols und die Form des Aktinoliths besitzt. Bisweilen etwas ($1\frac{1}{2}$ bis 3 pCt.) natronhaltig, nach *Max Bauer*. Zufolge *G. P. Merrill* gehört ein beträchtlicher Theil des Asbests zum Anthophyllit.

*d*) Cummingtonit, aschgraue bis bräunliche, seidenglänzende strahlige Aggregate mit Quarz von Cummington in Massachusetts, ist ein allerdings 3 pCt. Wasser haltender monokliner Magnesia-Eisenamphibol, $(Fe, Mg)^4[SiO^3]^4$, ohne nennenswerthen Gehalt an Kalk oder Thonerde; besteht daher aus denselben Stoffen wie Anthophyllit, aber mit etwas anderem Verhältniss der Basen. Vgl. den Amphibol-Anthophyllit S. 708. — Manganoxydulreiche Cummingtonite sind Dannemorit, Silfbergit, Hillängsit genannt worden. — Grunerit, ein braunes, asbestartiges, faseriges und blätterig-strahliges Mineral, von Seidenglanz und G. = 3,713, welches an den Mores-Bergen bei Collobrières, Dép. Var., mit rothem Granat und Magnetit vorkommt, und die Spaltb. und optischen Charaktere der monoklinen Hornblende besitzt, soll zufolge *Gruner* fast das reine Eisenoxydulsilicat $FeSiO^3$ sein, mit 43,9 Kieselsäure und 52,2 Eisenoxydul, sonst nur noch mit 1,9 Thonerde und 1,1 Magnesia.

*e*) Kupfferit von der Slüdianka in Transbaikalien und der Sanarka im Ural, smaragdgrüne Krystalle in Kalkspath, ist die magnesiareichste monokline Hornblendemischung, nach *Hermann* mit 57,46 Kieselsäure, 30,88 Magnesia, 2,94 Kalk, 6,05 Eisenoxydul, sowie 1,21 färbendem Chromoxyd; auch am Fluss Hargai im Becken des Baikal-Sees.

*f*) Richterit, lange gelbe, braune oder rosarothe Nadeln im Magnetit von Pajsberg und Kalkstein von Långban, eine Hornblende ($\infty P = 123°\,36'$) mit 8—11 MnO und 7—9 $Na^2O$.

*B*) mit Gehalt an Sesquioxyden (Thonerde und Eisenoxyd).

*g*) Edenit, ein Name für blassgefärbte, graue und blassgrüne eisenarme aber thonerdehaltige Kalk-Magnesia-Hornblenden. Edenville in New-York. Hierher gehört auch der weisse strahlig faserige Kokscharowit vom Baikalsee mit 18,20 pCt. Thonerde.

*h*) Smaragdit, eine meist als faseriges Aggregat ausgebildete, oft schalig abgesonderte, schön grasgrüne aktinolithähnliche Hornblende; auch chemisch dem Aktinolith ähnlich, führt aber bis 4 oder 5 pCt. Thonerde; in Gabbros (Corsica, Rhonethal), aus Diallag secundär entstanden, oft unter Beibehaltung von dessen Structur und Interpositionen; in Eklogiten, hier auch mit pyroxenischem Omphacit parallel verwachsen.

*i*) Gemeine Hornblende; dunkel lauchgrün bis schwärzlichgrün und grünlichschwarz, seltener bräunlichschwarz, undurchsichtig. Wesentlicher Gemengtheil vieler älterer Eruptivgesteine, der Hornblendegranite, Syenite, Diorite, auch als besser gestaltete Ausscheidungen in den zugehörigen Porphyren, accessorisch in Diabasen, Gabbros u. s. w.; Gemengtheil krystallinischer Schiefer (Hornblendeschiefer oder Amphibolit, Hornblendegneiss); auf Magnetitlagerstätten (Arendal, Taberg, Philipstad). Wandelt sich häufig in Chlorit oder Epidot oder ein Gemenge von beiden um, bisweilen begleitet von Calcit und Quarz; andere Umwandlungsproducte sind Biotit und Serpentin.

Der bläulichgrüne bis lauchgrüne Pargasit (mit Phlogopit im körnigen Kalk von Pargas in Finnland und Nordamerika) bildet den Uebergang in den Aktinolith, der sog. Karinthin im Eklogit der Saualpe in Kärnten den in die basaltische Hornblende. — Bergamaskit ist ein fast magnesiafreier Eisenamphibol, nadelförmige gestreifte Krystalle in einem Quarzporphyr vom Monte Altino in der Prov. Bergamo. — Kaersutit, eine 6,75 pCt. $TiO^2$, auch etwas $SnO^2$ haltige dunkelbraunschwarze Hornblende in einem Olivingestein von Kaersut in Nordgrönland.

*k*) Basaltische Hornblende; bräunlichschwarz, undurchsichtig; krystallisirt in manchfaltigen Formen (namentlich wie Fig. 6—11), die Krystalle rundum ausgebildet und eingewachsen, mit sehr glatten und stark glänzenden Spaltungsflächen. Neben $Fe^2O^3$ ist auch stets FeO vorhanden, Titansäuregehalt oft nicht unbeträchtlich. Sehr stark pleochroitisch, vorwiegend in braunen (c) und gelblichen (a) Tönen. Auslöschungsschiefe auf $\infty R\infty$ mehrfach sehr klein; Lichtbrechung und Doppelbrechung relativ sehr stark, z. B. $\beta = 1{,}725$, $\gamma - \alpha = 0{,}072$. — In trachytischen, andesitischen, auch (accessorisch)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in basaltischen Gesteinen, sowie im Teschenit; vielfach von einem breiten dunkelen Rand umgeben, welcher gewöhnlich aus opacitischen Partikeln und kaustisch-neugebildeten Augitkörnchen besteht. Schöne isolirte Krystalle und Zwillinge im Basalttuff des böhm. Mittelgebirges. Neigt nicht so sehr zur Chloritisirung.

Uralit ist der Name für die zuerst von *G. Rose* erkannten Umwandlungspseudomorphosen von faseriger, etwas seidenglänzender Hornblende nach Augit. Dabei ist oft die äussere Form der Augitkrystalle noch gut erhalten, oft findet sich im Inneren noch ein Kern von Augit, oder eine Anzahl unveränderter Partikel desselben. Die grünen Hornblendefasern liegen bald ganz parallel der augitischen Verticalaxe, bald mehr verworren oder sie bilden einzelne divergirende Systeme. In den sog. Uralitporphyren (Ural, Südtirol, Norwegen), auch sonst, ist diese Umwandlung des Augits zu faseriger Hornblende in den Gesteinen sehr verbreitet; sie erfolgt in ähnlicher Weise an Diallag. — Der Traversellit von Agiolla unweit Traversella ist nur ein sehr lockerfaseriger Uralit mit 3,7 pCt. Wasser. Ein ferneres aktinolithähnliches Umwandlungsproduct von Pyroxen ist der Pitkärantit von Pitkäranta in Finnland. — Aktinolith- oder tremolitähnliche Hornblende, die aus Olivin entstand, wurde von *Becke* Pilit genannt.

Wo Hornblende mit Augit verwachsen ist oder denselben umwächst, da geschieht dies so, dass die Verticalaxen und Orthodiagonalen beider parallel sind, und (wie *vom Rath* an den Vesuvauswürflingen von 1872 erkannte) dass die Flächen $z$ der Hornblende sich fast vollkommen ins Niveau legen mit den Flächen $s$ des Augits, wodurch auch $p$ der ersteren und $P$ des letzteren ähnliche Neigung besitzen.

Anhangsweise muss hier der Nephrit (Beilstein, Punamustein) erwähnt werden, welcher nur eine dichte, wirr oder filzig faserige Var. des Aktinoliths (oder Tremolits) darstellt, mit welchem er auch in seiner chem. Zus. mehr oder weniger übereinstimmt. Hier sind aber nach dem Vorgang von *Damour* nur diejenigen Substanzen als Nephrit bezeichnet, welche frei sind von Thonerde und Natron, während die diese Stoffe enthaltenden und zu den Pyroxenen gehörenden Jadëite, welche früher mit dem N. vereinigt wurden, S. 705 aufgeführt sind. Derb, in dichten Massen; Bruch ausgezeichnet splitterig; zäh und sehr schwer zersprengbar; H. = 6,5; G. = 2,97..3,00; lauchgrün, seladongrün bis grünlichweiss und grünlichgrau, auch gelblichweiss und gelblichgrau; matt, durchscheinend; fühlt sich etwas fettig an. — Chem. Zus.: Die Mehrzahl der vielen Analysen führt auf die Formel eines eisenarmen Aktinoliths. U. d. M. ein Aggregat filzig verwobener feiner Fasern mit dem Pleochroismus und der Auslöschungsschiefe von 11° des letzteren; hervortretende grössere Säulchen zeigen nach *Berwerth* die Spaltb. des Hornblendeprismas (125°22′). Doch beobachteten *Muschketow* und *Arzruni* in manchen Nephriten auch diopsidartige Pyroxene, weshalb es nicht unmöglich erscheine, dass die als Strahlstein vorliegende Hauptmasse nach Art des Uralits aus solchem Pyroxen hervorgegangen sei. V. d. L. brennt er sich weiss und schmilzt in den dünnsten Kanten schwer zu einem farblosen Glas. — Anstehend bei Gulbashèn im Karakash-Thal, einem Querthal des Kuenluen in Turkestan, in den Hochthälern des Sajan-Gebirges s. von Irkutsk, Lager zwischen Hornblendeschiefern, Gneissen u. a. archäischen Gesteinen bildend; an der Westküste der Südinsel von Neuseeland; als gewaltige erratische Blöcke in Moränenablagerungen am Bach Onot am Berge Botogol, n.w. von der Südspitze des Baikalsees (hier leicht schmelzbar zu hellgrüner Perle); als Gerölle in den Flüssen Belaja, Kitoy und Büstraja im Gouv. Irkutsk. Auch der einmal zu Schwemsal bei Düben gefundene, sowie der in der Leipziger Sandgrube und der bei Potsdam vorgekommene Block gehören nach *H. Credner* der Diluvialformation an und stammen wahrscheinlich, wie auch die übrigen Materialien derselben aus Skandinavien. *Fischer* hält diese norddeutschen Funde für durch Menschen eingeschleppte Blöcke. Nach *Traube* steht Nephrit in schmalen Bändern und grösseren Einlagerungen im Serpentin des Zobtengebirges bei Jordansmühl an; sp. G. 2,987; u. d. M. erweise er sich als feinverfilzte Hornblende, vermengt mit Augit. Auch aus dem Schotter der Mur in Steiermark werden Nephritstücke angegeben. — Vgl. *H. Fischer*: Nephrit und Jadëit nach ihren mineralogischen Eigenschaften, sowie nach ihrer urgeschichtlichen und ethnographischen Bedeutung. Stuttgart 1875.

**Gebrauch.** Der Nephrit wird namentlich im Orient zu Siegelsteinen, Säbelgriffen, Amuletten u. a. Dingen verarbeitet, ebenso auf Neuseeland als Punamustein zu Streitäxten.

## Glaukophan, *Hausmann.*

Monoklin, isomorph mit Hornblende; ∞P 124° 51′ nach *Bodewig* und *Luedecke*; die säulenförmigen Krystalle zeigen meist nur ∞P, ∞P̆∞, ∞P̄∞, selten terminale Formen; stengelige oder körnige Aggregate. — Spaltb. prismatisch deutlich, querabgesondert gegen die Verticalaxe. H. = 6...6,5; G. = 3,1; graulich-indigblau bis

lavendelblau und schwärzlichblau; Strich bläulichgrau; perlmutterartiger Glasglanz auf Spaltungsflächen; durchscheinend bis undurchsichtig. Ebene der optischen Axen auch hier das Klinopinakoid; die stumpfe Bisectrix, welche im Gegensatz zum Riebeckit = c ist, liegt im spitzen Winkel *ac* und bildet mit *c* nur 4° bis 6°; $\beta = 1{,}6444$; geringe Dispersion der Bisectricen. Stark trichroitisch: a hellgrüngelb, b (*b*) violett, c azurblau. — Chem. Zus.: Ein natriumreicher Amphibol (wie Arfvedsonit), der aber unter den Sesquioxyden nicht Eisenoxyd sondern Thonerde vorwaltend enthält; besteht hauptsächlich aus $\mathbf{Na^2Al^2[SiO^3]^4}$, wozu noch $Ca(Mg,Fe)^3[SiO^3]^4$ (Aktinolith) tritt. Eine Analyse von *Bodewig* ergab z. B.: 57,84 Kieselsäure, 12,03 Thonerde, 2,17 Eisenoxyd, 5,78 Eisenoxydul, 13,07 Magnesia, 2,20 Kalk, 7,33 Natron. Unter den Pyroxenen ist der Jadëit in einigermassen ähnlicher Weise zugleich natron- und thonerdereich. — Schmilzt v. d. L. leicht zu graulichweissem oder grünlichem, nicht magnetischem Glas; von Säuren nur sehr unvollkommen zersetzbar. — Hauptsächlich in krystallinischen Schiefern, welche bisweilen zum grössten Theil daraus bestehen, und zugehörigen Eklogiten: Insel Syra im Glimmerschiefer, bis 20 Mm. lang, 7 Mm. breit, auch den Hauptheil des dortigen Glaukophanschiefers bildend. Gegend von Bastia auf Corsica; Fruska Gora in Croatien; Insel Groix im Dép. Morbihan (Bretagne); Zermatt und bei Vigo in Galicia im Gneiss; mit Granat und Glimmer auf der Balade-Mine bei Ouegoa auf Neu-Caledonien. In krystallinischen Schiefern der japanischen Insel Shikoku.

Aeusserst ähnlich ist der schwarzblaue oder azurblaue Gastaldit, welcher sich nur dadurch von dem Glaukophan unterscheidet, dass das Sesquioxyd bei ihm lediglich aus Thonerde (keinem Eisenoxyd) besteht. — Eingewachsen in chloritischen Gesteinen bei S. Marcel und Champ de Praz im Aostathal, im Val Locana; in erratischen Blöcken bei Brosso im Bezirk Ivrea (Piemont).

**Arfvedsonit,** *Brooke.*

Monoklin, isomorph mit Hornblende, spaltb. nach ∞P (123° 55′), weniger nach ∞P̆∞; $\beta = 75° 44'$; A.-V. = 0,5496 : 1 : 0,2975. Langsäulenförmige Krystalle, bisweilen tafelig nach ∞P̆∞ und verzwillingt nach ∞P̆∞; öfter in strahlig-blätterigen Aggregaten. — H. = 5,5...6; G. = 3,33...3,59, sehr hoch; rabenschwarz mit charakteristisch tiefblaugrauem Strich; stark glasglänzend. Schliffe nach ∞P̆∞ zeigen tiefgrünblaue, die nach ∞P̆∞ olivengrüne Farbe. Auf den letzteren bildet zufolge *Brögger* die eine Schwingungsrichtung mit der Verticalaxe 14°, die ihr entsprechende Elasticitätsaxe tritt aber nicht, wie bei der Hornblende, im spitzen sondern im stumpfen Winkel *ac* aus, ist wahrscheinlich die spitze Bisectrix und = c. Darnach wäre c sehr tief grünblau, b ungefähr lavendelblau, a blassgrünlichgelb; die Farben gehen übrigens bald mehr ins Grünliche bald mehr ins Bräunliche. $\beta = 1{,}707$. — Chem. Zus.: Vorwiegend bestehend aus $\mathbf{Na^2\overset{II}{Fe}^3[SiO^3]^4}$ mit hinzugemischtem $(Ca,Mg)^2(Al,Fe)^4[SiO^6]^2$. Eine Analyse von *Lorenzen* (Kangerdluarsuk) ergab z. B.: 43,85 Kieselsäure, 4,45 Thonerde, 3,80 Eisenoxyd, 33,43 Eisenoxydul, 4,65 Kalk, 8,15 Natron, 1,06 Kali, ganz kleine Mengen von Manganoxydul, Magnesia, Glühverlust (0,16). Früher ist mehrfach Aegirin anstatt des vermeintlichen Arfvedsonits analysirt worden. Schmilzt schon in der Lichtflamme, kocht v. d. L. stark auf und gibt eine schwarze magnetische Kugel; in Säuren unlöslich. — Gemengtheil von Eläolithsyeniten sowie natronreichen Graniten und Syeniten des südl. Norwegens; im Sodalithsyenit von Kangerdluarsuk in Grönland mit Eudialyt, bisweilen 0,5 M. lange Krystalle (hier häufig umgewandelt in Akmit; dieser ganz aussergewöhnliche Vorgang kann wohl nicht in üblicher Weise auf nassem Wege erfolgt sein); Rosita Hills, östl. von Silver Cliff in Colorado, pseudomorph und secundär nach Hornblende. Auf Grund der leichten Schmelzbarkeit stehen möglicherweise manche Amphibole aus Phonolithen dem A. nahe.

Barkevikit (*Brögger*) ist ein tiefsammtschwarzer, arfvedsonitähnlicher Amphibol ($\infty P = 124° 16'$), vom Arfvedsonit unterschieden durch seine braunen Absorptionsfarben in verschiedenen Tönen sowie dadurch, dass die auf ∞P̆∞ ca. 12½° mit *c* bildende Auslöschungsrichtung im spitzen Winkel *ac* liegt, chemisch durch den grösseren Gehalt an Thonerde. In den Augitsyeniten zwischen Christianiafjord und Langesundfjord, z. B. bei Barkevik.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Katoforit nennt *Brögger* einen alkali- und eisenreichen Amphibol, bei welchem b braunroth oder tief weinroth, c hellgraugelb (oder grünlich), a hellgrüngelb bis grünlichblau; c (im spitzen Winkel $ac$): $c = 41°$ (aber auch 28° bis 30°); neben Aegirin Gemengtheil der Grorudit und Sölvsbergit genannten Gesteine im Christiania-Gebiet; auch wohl in Akmittrachyten.

**Riebeckit,** *Sauer.*

Monoklin, ebenfalls isomorph mit Hornblende, prismatische Spaltb. ca. 124°. Meist nur in der Prismenzone auskrystallisirt (an den Enden selten mit $R\infty$ und $-P\infty$); mitunter deutlich längsgestreift, glänzend schwarz; u. d. M. oft in schwammigen Wachsthumsformen. Optische Axenebene abermals $\infty R\infty$; Auslöschungsschiefe auf letzterem nicht über 5°, die mit der Verticalen diesen kleinen Winkel bildende Elasticitätsaxe ist jedoch nicht c (wie sonst bei den Amphibolen), sondern a (ein ähnlicher Fall, wie ihn bei den Pyroxenen der Aegirin-Akmit zeigt). Stark pleochroitisch: a dunkelblau oder sehr tief indigo, b (= *b*) etwas weniger tiefblau, c (fast senkrecht auf *c*) grün oder gelblichgrün. — Die Analyse *Sauer*'s gab nach Abzug von 7,12 pCt. Zirkonsubstanz: 50,01 Kieselsäure, 28,30 Eisenoxyd, 9,87 Eisenoxydul, 1,32 Kalk, 8,79 Natron, ganz kleine Mengen von MnO, MgO, $K^2O$; das Mineral ist daher, analog dem Glaukophan, vorwiegend $Na^2\overset{III}{Fe^2}[SiO^3]^4$ mit etwas hinzugemischtem $Fe^4[SiO^3]^4$. Mit dem gänzlichen Mangel an $Al^2O^3$ und dem vorwaltenden Gehalt an $Fe^2O^3$ neben $Na^2O$ ist der Riebeckit auch chemisch das amphibolische Aequivalent des Aegirin-Akmits. — Leicht schmelzbar mit intensiver Natronreaction. — In alkalireichen granitischen Gesteinen; zuerst entdeckt von *Sauer* 1888 im Granit der Insel Sokotra (über 4 Mm. lange Kryställchen); Felseninsel Ailsa Craig (Firth of Clyde); im sog. Syenit des Meall Dearg auf Skye, Granitgänge der Westküste Corsicas, mit Aegirin in dem sog. Forellengranulit von Gloggnitz, im Granit von Turcoaia in der Dobrudscha, am St. Peters Dom in El Paso Co., Californien; in Trachyten (Berkum bei Bonn, Abessinien).

Crossit ist ein blauer Amphibol, welcher optisch dem Riebeckit nahe steht, indem a (im stumpfen Winkel $ac$): $c = 13°$, und in so fern eine chemische Mittelstellung zwischen Riebeckit und Glaukophan einnimmt, als ein Theil $Fe^2O^3$ im ersteren durch $Al^2O^3$ ersetzt wird (z. B. 4,75 pCt. Thonerde auf 10,91 Eisenoxyd), und ein reichlicher Gehalt an MgO, wie bei letzterem zugegen ist. $\infty P = 126° 6'$; a himmelblau bis dunkelblau, b röthlich bis purpurviolett, c gelblichbraun bis grünlichgelb.

Dem Riebeckit ist als eine Asbestform der Krokydolith genähert; als Aggregat zarte schwach seidenglänzende parallele Fasern von indigblauer bis smalteblauer Farbe bildend, sehr zähe, schwer zerreissbar, elastisch biegsam, Strich lavendelblau; $\infty P$ bei den einzelnen Fasern ca. 124°; Zwillinge nach $\infty P\infty$. Spitze Bisectrix positiv; auf $\infty R\infty$ Auslöschungsschiefe $a : c = 18°$ bis 20°, Längsausdehnung von negativem Charakter; Orientirung daher wie bei Riebeckit, nur ist jene Schiefe bedeutend grösser. Bei den kräftigsten Nadeln ist a dunkel- oder grünlichblau, b violett, c hellgrün, hellgrünlichgelb. — Im Gegensatz zum Glaukophan thonerdefrei wie Riebeckit, nur etwas ärmer an $Fe^2O^3$ und etwas reicher an FeO als letzterer; im Allgemeinen 50—51 Kieselsäure, 16—20 Eisenoxyd, 17—21 Eisenoxydul, 6,5—8 Natron; ein Wassergehalt von 1,5—4 pCt. wird erst in höherer Temperatur ausgetrieben. Einzelne Fasern schmelzen schon in der Flamme. — Am Orange-River im Capland, Platten im Thonschiefer; im Gyps bei Golling in Salzburg als Begleiter und als Pigment des blauen Quarzes (sog. Sapphirquarzes); in der Minette der Vogesen bei Wackenbach, wohl meist secundärer Bildung. — Das gelbbraune faserige Mineral von den Doorn- und Griquastad-Bergen in Südafrika, welches als sog. Tigerauge zu Schmucksachen verschliffen wird, besteht nach *Renard* und *Klement* vorwiegend aus Quarz, welcher zwischen die Fasern eines veränderten Krokydoliths eingedrungen ist, dessen Eisengehalt hydratisirt wurde.

### 3. Trikliner Amphibol.

**Aenigmatit,** *Breithaupt.*

Triklin nach *Brögger*, gilt als hierher gehöriges Glied der Amphibolgruppe; prismatische Krystalle von hornblendeartigem Charakter; $\infty P$, welchem die Spaltb. parallel geht, aber = ca. 113° 56', also beträchtlich von den übrigen Amphibolen abweichend. Zwillinge nach $\infty\breve{P}\infty$. Sammtschwarz mit röthlichbraunem Strich, starkem Glasglanz auf der Spaltungsfläche. H. über 5; G. = 3,7...3,8. Auslöschungsschiefe gegen *c* auf $\infty\breve{P}\infty$ 3° 46', auf $\infty\breve{P}\infty$ ca. 45°; sehr starker Pleochroismus namentlich auf $\infty\breve{P}\infty$: c tiefbraunschwarz, mit beinahe völliger Absorption, b tiefkastanienbraun, a heller rothbraun. — Eine Analyse von *Forsberg* ergab 37,92 Kieselsäure, 7,57 Titansäure, 3,23 Thonerde, 5,81 Eisenoxyd, 35,88 Eisenoxydul, 6,58 $Na^2O$, kleine Mengen von MnO, CaO, MgO, $K^2O$, woraus die Formel $Na^4Fe^9(Al,Fe)^2(Si,Ti)^{12}O^{38}$

abgeleitet wird. Schmilzt v. d. L. leicht zu Glas, von Säuren theilweise zersetzbar. — In dem eläolithführenden Sodalithsyenit von Naujakasik und Kangerdluarsuk in Grönland, z. Th. mehre Zoll lang; in ähnlichen Gesteinen der Halbinsel Kola und von den Fourche Mts., Arkansas.

Mit grösster Wahrscheinlichkeit ist mit dem Aenigmatit — trotz des Grössengegensatzes — identisch das von *Förstner* in den dacitischen Pantelleriten der Insel Pantelleria als Cossyrit beschriebene Mineral; kaum 1,5 Mm. lange schwarze trikline Kryställchen, spaltb. nach $\infty P = 114^\circ 5'$. Auslöschungssch. gegen $c$ auf $\infty\breve{P}\infty$ ca. 3°, auf $\infty\breve{P}\infty$ ca. 39°; auch sonst optisch wie Aenigmatit. Ferner stimmt auch die Analyse ziemlich überein, nur gab sie keine (vielleicht übersehene) Titansäure. Wird von *Lacroix* auch im Nephelindolerit des Puy St. Sandoux (Auvergne) angegeben; vielleicht auch in gewissen Trachyten.

## 15. Cordieritgruppe.

**Cordierit,** *Haüy* (Dichroit, Iolith).

Rhombisch; $\infty P$ ($M$) 119° 10′, P, Polk. 100° 35′ und 135° 57′, Randk. 95° 36′, Randk. von $\frac{1}{2}P$ 57° 46′, von $\breve{P}\infty$ 58° 22′; A.-V. = 0,5871 : 1 : 0,5584; einige der gewöhnlichsten Combb. sind: $\infty P.\infty\breve{P}\infty.0P$; dieselbe mit $\breve{P}\infty$ ($s$) und $\frac{1}{2}P$ ($t$), wie in beistehender Figur, häufig auch mit $\infty\bar{P}\infty$ und $\infty\breve{P}3$, u. a.; die meist undeutlich ausgebildeten, aber bisweilen ziemlich grossen Krystalle sind kurz säulenförmig, erscheinen fast wie hexagonale Prismen (durch Ausbildung von $\infty P$ und $\infty\breve{P}\infty$) oder wie zwölfseitige Prismen (durch ferneres Auftreten von $\infty\breve{P}3$ und $\infty\bar{P}\infty$), und zeigen oft eine schalige Zusammensetzung nach 0P, bisweilen auch eine auffallende Abrundung ihrer Kanten und Ecken. Zwillingsbildungen nach einer Fläche von $\infty P$ (wonach auch aragonitähnliche Drillings- und polysynthetische Zwillingsbildung stattfindet); die ferner angeführte Zwillingsbildung nach einer Fläche von $\infty\breve{P}3$ lässt sich aber auch so auffassen, dass die Zwillingsebene hier ebenfalls $\infty P$, indess die Verwachsungsebene normal zu dieser ist; derb und eingesprengt, auch in Geschieben. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ ziemlich deutlich, auch Spuren nach $\bar{P}\infty$; Bruch muschelig bis uneben; H. = 7…7,5; G. = 2,59…2,66; farblos, aber meist gefärbt, bläulichweiss, bläulichgrau, violblau, indig- bis schwärzlichblau, gelblichweiss, gelblichgrau bis gelblichbraun; Glasglanz, im Bruch mehr Fettglanz; durchsichtig bis durchscheinend, ausgezeichneter Trichroismus, vgl. S. 256 (daher das Synonym Dichroit unstatthaft). Die optischen Axen liegen im Makropinakoid, $c$ ist negative Bisectrix; $a = \mathfrak{b}$, $b = \mathfrak{c}$, $c = \mathfrak{a}$; $\rho < \upsilon$; Axenwinkel sehr schwankend; Erhöhung der Temperatur vergrössert ihn merklich. Lichtbrechung und Doppelbrechung schwach, $\alpha = 1{,}535$, $\beta = 1{,}541$, $\gamma = 1{,}546$ für Orange. — Chem. Zus. nach vielen Analysen: $\mathbf{H^2(Mg,Fe)^4Al^8Si^{10}O^{37}}$; schreibt man die Formel $(Mg,Fe)^4Al^6[Al.OH]^2[Si^2O^7]^5$, so erscheint der C. als ein schwach basisches Salz der Mesokieselsäure $H^6Si^2O^7$. Die Analysen ergeben 49 bis 50 pCt. Kieselsäure, 32 bis 33 Thonerde, 5 bis 9 Eisenoxydul (der eisenärmste nur 1,07), 10 bis 12 Magnesia; die meisten auch ganz wenig Manganoxydul und Kalk; nach *Farrington* führt der C. auch 1,6 pCt. chemisch gebundenes Wasser. Schmilzt v. d. L. schwierig in Kanten zu Glas; von Borax und Phosphorsalz langsam gelöst, von Säuren nur wenig angegriffen; mit Kobaltsolution blau oder bläulichgrau. — Gemengtheil normaler krystallinischer Schiefer, namentlich von Gneissen (hier oft stark von Sillimanit durchwachsen); Gegend von Bodenmais in Bayern und Orijärfvi in Finnland, an beiden Orten mit Magnetkies; im sächs. Granulitgebiet; Kupferberg und Schreiberhau in Schlesien, Arendal und Krageröe, Fahlun (braun, als sog. harter Fahlunit). — Gemengtheil von Eruptivgesteinen (Graniten, Quarzporphyren, Rhyolithen, Andesiten), in denen er entweder als Ausscheidung aus dem Magma zu gelten hat, oder als übrig gebliebener Rest von sonst grösstentheils zur Einschmelzung gelangten Bruchstücken cordierithaltiger Felsarten: Åbo in Finnland, Haddam in Connecticut, Campiglia marittima, Karancs-Gebirge in Ungarn, Cabo de Gata in Spanien (sog. Iolith). — In den contactmetamorphischen Höfen um Granite und Diorite, in Contacthornfelsen, in sog. Fruchtschiefern (wo die getreidekornähnlichen Bildungen mehrfach aus C. oder dessen Umwandlungsproducten bestehen), z. B. Tirpersdorf



Graniten (hier auch als Drusenmineral), Glimmerschiefern und Gneissen. Man unterscheidet Smaragd (smaragd-, gras- bis apfelgrüne Krystalle mit glatten Seitenflächen): Söllgraben im Salzburger Habachthal in Glimmerschiefer, Muzo in Columbia, hier in schwarzem Kalkstein mit Kalkspath und Parisit auf Spalten im Thonschiefer, am Fluss Takowoia, 85 Werst ö. von Katharinenburg im Ural, hier bis 40 Cm. lange und 25 Cm. dicke Krystalle in Glimmerschiefer, Mourne Mountains in Irland; Stony Point in Alexander Co. in Nordcarolina (bis 22 Cm. lange Krystalle in feldspathreichem Gneiss); im Alterthum waren die Gruben vom Djebel Sabarah bei Kosseir am Rothen Meer berühmt. Anderseits Beryll, welcher die übrigen Varr. begreift, und weiter als edler und gemeiner B. unterschieden wird (der letztere in z. Th. fusslangen und noch grösseren, aber schlecht gefärbten und fast undurchsichtigen Krystallen): Mursinka (bis 3 Dm. lange, sehr formenreiche Krystalle) und Schaitanka bei Katharinenburg, sowie Miask im Ural, Altai (Krystalle bis zu 1 M. Länge), Gebirge Aduntschilon und Thal der Urulga im Nertschinsker Kreise; Finbo, Eidsvold am Mjösen-See, Mourne Mts. in Irland, Bodenmais, Tirschenreuth, Limoges, Insel Elba, Hebron, Norway und Stoneham in Maine, Grafton, zwischen dem Connecticut und Marimac, hier in 4 bis 6 Fuss langen, über fussdicken, 20 bis 30 Ctr. schweren Krystallen. — Die Beryllkrystalle erleiden mitunter eine Umwandlung in eine glanzlose erdige Masse, welche Kaolin darstellt, z. B. bei Vilate unfern Chanteloube; sonst ist eine Veränderung in Glimmer nicht selten; *Weinschenk* beobachtete bei Bodenmais auch eine solche in Pseudotriplit.

**Gebrauch.** Der Smaragd ist ein sehr geschätzter und auch der edle Beryll ein recht beliebter Edelstein; die blauen und bläulichgrünen Varietäten des letzteren heissen gewöhnlich Aquamarin; auch wird der Beryll zur Darstellung der Beryllerde benutzt.

**Leukophan,** *Esmark.*

Rhombisch-hemiëdrisch nach *Bertrand* und *Brögger*; $\infty P$ 80° 21′; A.-V. = 0,9939 : 1 : 0,6722. Ausbildung der Krystalle sehr verschieden, am häufigsten tafelartig nach 0P, nicht selten mit typisch sphenoïdisch-hemiëdrischem Charakter, womit auch die Aetzfiguren übereinstimmen. Häufig verzwillingt nach $\infty P$ und 0P; oft Penetrationszwillinge, bei welchen in jedem Quadranten ein rechtes und ein linkes Individuum in Zwillingsstellung stehen, mit 0P als Zusammensetzungsfläche; auch in prismatischen Formen, welche dem Harmotom analoge Penetrationsvierlinge darstellen, mit $\infty\breve{P}\infty$ als Zwillingsebene. Meist aber stengelige oder schalige Aggregate. Spaltb. vollk. nach 0P, deutlich nach den beiden anderen Pinakoiden, nach $2\bar{P}\infty$ und $2\breve{P}\infty$; sehr schwer zersprengbar; H. = 3,5...4; G. = 2,964; blass grünlichgrau bis licht weingelb; Glasglanz auf Spaltungsflächen; dünne Splitter durchscheinend; nach gewissen Richtungen reflectirt er einen weissen Lichtschein, daher der Name; phosphorescirt bläulich, wenn er geschlagen oder erhitzt wird. — Wahrscheinlich $NaCaBeSi^2O^6F$, welchem 49,46 Kieselsäure, 23,08 Kalk, 10,35 Beryllerde, 12,78 Natron, 5,87 Fluor entsprechen würden. V. d. L. schmilzt er zu klarer, schwach violblauer Perle; Phosphorsalz löst ihn mit Hinterlassung eines Kieselskelets; im Glasrohr mit Phosphorsalz erhitzt gibt er Fluorreaction. Unlöslich in Salzsäure oder Schwefelsäure, löslich in Flusssäure. — In Pegmatitgängen des Augitsyenits auf Inseln im Langesundfjord (Lamö), auf Stokö, selten.

**Melinophan,** *Scheerer*; Meliphanit, *Dana.*

Tetragonal nach *Bertrand*, vielleicht tetartoëdrisch; P Polk. 122° 23′, Randk. 85° 55′; gewöhnl. Comb. $P.P\infty$. A.-V. = 1 : 0,6584; Krystalle äusserst selten, tafelig oder flachpyramidal; meist derb und eingesprengt, in schaligen und grossblätterigen Aggregaten. H. = 5; G. = 3,018; honiggelb, citrongelb bis schwefelgelb, optisch einaxig negativ. — Chem. Zus.: Wahrscheinlich $NaCa^2Be^2Si^3O^{10}F$, mit 46,9 Kieselsäure, 29,1 Kalk, 13,1 Beryllerde, 8,1 Natron, 5,0 Fluor; auch kann etwas Thonerde vorhanden sein; phosphorescirt nicht. — Stokö und Gross-Arö in Norwegen, kommt nicht mit Leukophan zusammen vor, scheint ihn aber zu vertreten.

## 16. Barysilitgruppe.

**Barysilit,** *A. Sjögren* und *Lundström.*

Hexagonal; krummblätterige, silberweisse Krystalle, deutl. spaltb. nach dem perlmutterglänzenden 0P, von negativer Doppelbrechung. H. = 3; G. = 6,35. — Ist das Bleisilicat

$Pb^3Si^2O^7$, worin etwas PbO durch MnO ersetzt wird; z. B. mit 16,83 Kieselsäure, 78,19 Bleioxyd, 4,98 Manganoxydul; auffassbar als das normale Bleisalz der Mesokieselsäure $H^6Si^2O^7$ (vgl. Cordierit). — Schmilzt schon in der Kerzenflamme; löslich in Salpetersäure unter Abscheidung von Kieselgallert, zersetzbar durch Salzsäure unter Abscheidung von Chlorblei. — Harstigsgrube bei Pajsberg in Wermland, in Eisenerzen.

**Ganomalith,** *A. E. v. Nordenskiöld.*

Tetragonal in langen Säulen; A.-V. = 1 : 0,707; meist Körner oder derbe Massen. Spaltb. recht deutlich nach ∞P und 0P. H. = ca. 3; G. = 5,74; farblos oder weisslich, stark fettglänzend, durchsichtig, optisch einaxig positiv. — Ergab bei der Analyse von *Lindström* 18,33 Kieselsäure, 68,30 Bleioxyd, 9,34 Kalk, 2,29 Manganoxydul, 0,57 Glühverlust, ganz kleine Mengen von CuO, $Al^2O^3$, $Fe^2O^3$, $P^2O^5$, Cl. Nachdem schon *Rammelsberg* das Verhältniss $R^3Si^2O^7$ berechnet, leitete *Penfield* die Formel $Pb^4[Pb.OH]^2Ca^4[Si^2O^7]^3$ ab, also ebenfalls ein Salz der Mesokieselsäure $H^6Si^2O^7$. Schmilzt leicht in dünnen Splittern schon in der Kerzenflamme, leicht löslich in warmer Salpetersäure unter Abscheidung von Kieselsäureflocken. — Långban und Jakobsberg in Schweden.

Ganz analog dem Ganomalith zusammengesetzt (nur zeigt die Formel Cl (3,57 pCt.) statt OH) ist der Nasonit, dichte weisse Massen, fett- bis diamantglänzend, von den Zinkgruben bei Franklin in New-Jersey, mit eingewachsenem Granat und Axinit.

Hardystonit; tetragonal, weisse glasglänzende Körner, deutl. spaltb. nach 0P, auch nach den beiden Prismen; H. = 3...4; G. = 3,396. — Ist ein neutrales Mesosilicat von Zink und Kalk, $ZnCa^2Si^2O^7$, welchem 38,3 Kieselsäure, 35,8 Kalk, 25,9 Zinkoxyd entsprechen würden, mit ganz wenig MnO, MgO und Alkalien. — North Hill Mine bei Franklin Furnace, New-Jersey, mit Franklinit, Willemit, Rhodonit.

An vorstehende bleireiche Silicate mögen noch folgende angereiht werden:

Melanotekit (*G. Lindström*), isomorph mit Kentrolith, die langprismatischen Krystalle auch formell ganz denen des letzteren ähnlich; A.-V. = 0,634 : 1 : 0,913 nach *Warren*. H. = 6,5; G. = 5,73...5,86; schwarz, schwarzgrau und dunkelbraunschwarz mit ockergelbem Strich; pleochroitisch. — Chem. Zus.: $Pb^3Fe^4Si^3O^{15}$, welchem entsprechen würden: 15,40 Kieselsäure, 57,23 Bleioxyd, 27,37 Eisenoxyd. Die Formel kann auch als das basische Salz der Orthokieselsäure $[Fe^4O^3]Pb^3[SiO^4]^3$ geschrieben werden, worin das Radical $[Fe^4O^3]$ sechswerthig ist. Zersetzbar durch Salzsäure. — Långban (mit gelbem Granat) und Pajsberg in Schweden; Hillsboro in New-Mexico, mit beiderseitiger Endigung durch P.

Kentrolith (*Damour* u. *G. vom Rath*); rhombisch, isomorph mit Melanotekit; P brachyd. Polk. 125°17′; makrod. Polk. 86°51; ∞P 115°21′; beobachtete Comb. P.∞P.∞P̆∞; A.-V. = 0,633 : 1 : 0,899 nach *Flink*; ∞P horizontal gestreift, glänzender als P; ∞P̆∞ stets nur schmal; Spaltb. prismatisch deutlich. H. = 5; G. = 6,19; dunkelröthlichbraun, auf der Oberfläche schwärzlich. Individuen oft in garbenförmigen, bis 1 Cm. grossen Gruppen, auch derb. Opt. Orientirung (wie beim Melanotekit) $a = \mathfrak{a}$, $b = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{c}$. — Chem. Zus.: Wesentlich Kieselsäure (16 pCt.), Bleioxyd (60 pCt.) und eine der höheren Sauerstoffverbindungen des Mangans; ist letztere, wie wahrscheinlich, $Mn^2O^3$, so würde die Zus., analog dem Melanotekit, durch $Pb^3Mn^4Si^3O^{15}$ dargestellt werden. Entwickelt mit Salzsäure Chlor. — Südl. Chile, mit Quarz, Baryt, Apatit, näherer Fundort unbekannt; auch zu Långban und Jakobsberg.

Hyalotekit, ebenfalls von Långban, derb und äusserlich feldspathähnlich, ist ein 1 pCt. Fluor führendes Silicat von Pb (25 pCt. Bleioxyd), Ba (20 Baryt), Ca (7 Kalk) mit kleinem Gehalt an Borsäure (3,7) und Beryllerde (0,7 pCt). Schmelzbar v. d. L. leicht zu klarem Glas, welches im R.-F. durch reducirtes Blei geschwärzt wird.

## 17. Feldspathgruppe.

Die eigentlichen Feldspathe (mit Ausschluss der barythaltigen Glieder) sind, soweit bis jetzt bekannt, zu unterscheiden in:

I. Monoklinen Feldspath, oder Orthoklas, ein Silicat von Thonerde und vorwiegend Kali, daher auch eigentlicher Kalifeldspath, $KAlSi^3O^8$.

II. Trikline Feldspathe; sie zerfallen in:

1. Mikroklin, chemisch mit dem Orthoklas identisch.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Graniten (hier auch als Drusenmineral), Glimmerschiefern und Gneissen. Man unterscheidet Smaragd (smaragd-, gras- bis apfelgrüne Krystalle mit glatten Seitenflächen): Söllgraben im Salzburger Habachthal in Glimmerschiefer, Muzo in Columbia, hier in schwarzem Kalkstein mit Kalkspath und Parisit auf Spalten im Thonschiefer, am Fluss Takowoia, 85 Werst ö. von Katharinenburg im Ural, hier bis 40 Cm. lange und 25 Cm. dicke Krystalle in Glimmerschiefer, Mourne Mountains in Irland; Stony Point in Alexander Co. in Nordcarolina (bis 22 Cm. lange Krystalle in feldspathreichem Gneiss); im Alterthum waren die Gruben vom Djebel Sabarah bei Kosseir am Rothen Meer berühmt. Anderseits Beryll, welcher die übrigen Varr. begreift, und weiter als edler und gemeiner B. unterschieden wird (der letztere in z. Th. fusslangen und noch grösseren, aber schlecht gefärbten und fast undurchsichtigen Krystallen): Mursinka (bis 3 Dm. lange, sehr formenreiche Krystalle) und Schaitanka bei Katharinenburg, sowie Miask im Ural, Altai (Krystalle bis zu 1 M. Länge), Gebirge Aduntschilon und Thal der Urulga im Nertschinsker Kreise; Finbo, Eidsvold am Mjösen-See, Mourne Mts. in Irland, Bodenmais, Tirschenreuth, Limoges, Insel Elba, Hebron, Norway und Stoneham in Maine, Grafton, zwischen dem Connecticut und Marimac, hier in 4 bis 6 Fuss langen, über fussdicken, 20 bis 30 Ctr. schweren Krystallen. — Die Beryllkrystalle erleiden mitunter eine Umwandlung in eine glanzlose erdige Masse, welche Kaolin darstellt, z. B. bei Vilate unfern Chanteloube; sonst ist eine Veränderung in Glimmer nicht selten; *Weinschenk* beobachtete bei Bodenmais auch eine solche in Pseudotriplit.

**Gebrauch.** Der Smaragd ist ein sehr geschätzter und auch der edle Beryll ein recht beliebter Edelstein; die blauen und bläulichgrünen Varietäten des letzteren heissen gewöhnlich Aquamarin; auch wird der Beryll zur Darstellung der Beryllerde benutzt.

**Leukophan,** *Esmark.*

Rhombisch-hemiëdrisch nach *Bertrand* und *Brögger*; ∞P 80° 21′; A.-V. = 0,9939 : 1 : 0,6722. Ausbildung der Krystalle sehr verschieden, am häufigsten tafelartig nach 0P, nicht selten mit typisch sphenoidisch-hemiëdrischem Charakter, womit auch die Aetzfiguren übereinstimmen. Häufig verzwillingt nach ∞P und 0P; oft Penetrationszwillinge, bei welchen in jedem Quadranten ein rechtes und ein linkes Individuum in Zwillingsstellung stehen, mit 0P als Zusammensetzungsfläche; auch in prismatischen Formen, welche dem Harmotom analoge Penetrationsvierlinge darstellen, mit $\infty\breve{P}\infty$ als Zwillingsebene. Meist aber stengelige oder schalige Aggregate. Spaltb. vollk. nach 0P, deutlich nach den beiden anderen Pinakoiden, nach $2\bar{P}\infty$ und $2\breve{P}\infty$; sehr schwer zersprengbar; H. = 3,5...4; G. = 2,964; blass grünlichgrau bis licht weingelb; Glasglanz auf Spaltungsflächen; dünne Splitter durchscheinend; nach gewissen Richtungen reflectirt er einen weissen Lichtschein, daher der Name; phosphorescirt bläulich, wenn er geschlagen oder erhitzt wird. — Wahrscheinlich $NaCaBeSi^2O^6F$, welchem 49,46 Kieselsäure, 23,08 Kalk, 10,35 Beryllerde, 12,78 Natron, 5,87 Fluor entsprechen würden. V. d. L. schmilzt er zu klarer, schwach violblauer Perle; Phosphorsalz löst ihn mit Hinterlassung eines Kieselskelets; im Glasrohr mit Phosphorsalz erhitzt gibt er Fluorreaction. Unlöslich in Salzsäure oder Schwefelsäure, löslich in Flusssäure. — In Pegmatitgängen des Augitsyenits auf Inseln im Langesundfjord (Lamö), auf Stokö, selten.

**Melinophan,** *Scheerer*; Meliphanit, *Dana.*

Tetragonal nach *Bertrand*, vielleicht tetartoëdrisch; P Polk. 122° 23′, Randk. 85° 55′; gewöhnl. Comb. P.P∞. A.-V. = 1 : 0,6584; Krystalle äusserst selten, tafelig oder flachpyramidal; meist derb und eingesprengt, in schaligen und grossblätterigen Aggregaten. H. = 5; G. = 3,018; honiggelb, citrongelb bis schwefelgelb, optisch einaxig negativ. — Chem. Zus.: Wahrscheinlich $NaCa^2Be^2Si^3O^{10}F$, mit 46,9 Kieselsäure, 29,1 Kalk, 13,1 Beryllerde, 8,1 Natron, 5,0 Fluor; auch kann etwas Thonerde vorhanden sein; phosphorescirt nicht. — Stokö und Gross-Arö in Norwegen, kommt nicht mit Leukophan zusammen vor, scheint ihn aber zu vertreten.

## 16. Barysilitgruppe.

**Barysilit,** *A. Sjögren* und *Lundström.*

Hexagonal; krummblätterige, silberweisse Krystalle, deutl. spaltb. nach dem perlmutterglänzenden 0P, von negativer Doppelbrechung. H. = 3; G. = 6,55. — Ist das Bleisilicat

$Pb^3Si^2O^7$, worin etwas PbO durch MnO ersetzt wird; z. B. mit 16,83 Kieselsäure, 78,19 Bleioxyd, 4,98 Manganoxydul; auffassbar als das normale Bleisalz der Mesokieselsäure $H^6Si^2O^7$ (vgl. Cordierit). — Schmilzt schon in der Kerzenflamme; löslich in Salpetersäure unter Abscheidung von Kieselgallert, zersetzbar durch Salzsäure unter Abscheidung von Chlorblei. — Harstigsgrube bei Pajsberg in Wermland, in Eisenerzen.

**Ganomalith,** *A. E. v. Nordenskiöld.*

Tetragonal in langen Säulen; A.-V. = 1 : 0,707; meist Körner oder derbe Massen. Spaltb. recht deutlich nach ∞P und 0P. H. = ca. 3; G. = 5,74; farblos oder weisslich, stark fettglänzend, durchsichtig, optisch einaxig positiv. — Ergab bei der Analyse von *Lindström* 18,33 Kieselsäure, 68,30 Bleioxyd, 9,34 Kalk, 2,29 Manganoxydul, 0,57 Glühverlust, ganz kleine Mengen von CuO, $Al^2O^3$, $Fe^2O^3$, $P^2O^5$, Cl. Nachdem schon *Rammelsberg* das Verhältniss $R^3Si^2O^7$ berechnet, leitete *Penfield* die Formel $Pb^4[Pb.OH]^2Ca^4[Si^2O^7]^3$ ab, also ebenfalls ein Salz der Mesokieselsäure $H^6Si^2O^7$. Schmilzt leicht in dünnen Splittern schon in der Kerzenflamme, leicht löslich in warmer Salpetersäure unter Abscheidung von Kieselsäureflocken. — Långban und Jakobsberg in Schweden.

Ganz analog dem Ganomalith zusammengesetzt (nur zeigt die Formel Cl (3,57 pCt.) statt OH) ist der Nasonit, dichte weisse Massen, fett- bis diamantglänzend, von den Zinkgruben bei Franklin in New-Jersey, mit eingewachsenem Granat und Axinit.

Hardystonit; tetragonal, weisse glasglänzende Körner, deutl. spaltb. nach 0P, auch nach den beiden Prismen; H. = 3...4; G. = 3,396. — Ist ein neutrales Mesosilicat von Zink und Kalk, $ZnCa^2Si^2O^7$, welchem 38,3 Kieselsäure, 35,8 Kalk, 25,9 Zinkoxyd entsprechen würden, mit ganz wenig MnO, MgO und Alkalien. — North Hill Mine bei Franklin Furnace, New-Jersey, mit Franklinit, Willemit, Rhodonit.

An vorstehende bleireiche Silicate mögen noch folgende angereiht werden:

Melanotekit (*G. Lindström*), isomorph mit Kentrolith, die langprismatischen Krystalle auch formell ganz denen des letzteren ähnlich; A.-V. = 0,634 : 1 : 0,913 nach *Warren*. H. = 6,5; G. = 5,73...5,86; schwarz, schwarzgrau und dunkelbraunschwarz mit ockergelbem Strich; pleochroitisch. — Chem. Zus.: $Pb^3Fe^4Si^3O^{15}$, welchem entsprechen würden: 15,40 Kieselsäure, 57,23 Bleioxyd, 27,37 Eisenoxyd. Die Formel kann auch als das basische Salz der Orthokieselsäure $[Fe^4O^3]Pb^3[SiO^4]^3$ geschrieben werden, worin das Radical $[Fe^4O^3]$ sechswerthig ist. Zersetzbar durch Salzsäure. — Långban (mit gelbem Granat) und Pajsberg in Schweden; Hillsboro in New-Mexico, mit beiderseitiger Endigung durch P.

Kentrolith (*Damour* u. *G. vom Rath*); rhombisch, isomorph mit Melanotekit; P brachyd. Polk. 125°17′; makrod. Polk. 86°51; ∞P 115°21′; beobachtete Comb. P.∞P.∞P̆∞; A.-V. = 0,633 : 1 : 0,899 nach *Flink*; ∞P horizontal gestreift, glänzender als P; ∞P̆∞ stets nur schmal; Spaltb. prismatisch deutlich. H. = 5; G. = 6,19; dunkelröthlichbraun, auf der Oberfläche schwärzlich. Individuen oft in garbenförmigen, bis 1 Cm. grossen Gruppen, auch derb. Opt. Orientirung (wie beim Melanotekit) $a = \mathfrak{a}$, $b = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{c}$. — Chem. Zus.: Wesentlich Kieselsäure (16 pCt.), Bleioxyd (60 pCt.) und eine der höheren Sauerstoffverbindungen des Mangans; ist letztere, wie wahrscheinlich, $Mn^2O^3$, so würde die Zus., analog dem Melanotekit, durch $Pb^3Mn^4Si^3O^{15}$ dargestellt werden. Entwickelt mit Salzsäure Chlor. — Südl. Chile, mit Quarz, Baryt, Apatit, näherer Fundort unbekannt; auch zu Långban und Jakobsberg.

Hyalotekit, ebenfalls von Långban, derb und äusserlich feldspathähnlich, ist ein 1 pCt. Fluor führendes Silicat von Pb (25 pCt. Bleioxyd), Ba (20 Baryt), Ca (7 Kalk) mit kleinem Gehalt an Borsäure (3,7) und Beryllerde (0,7 pCt). Schmelzbar v. d. L. leicht zu klarem Glas, welches im R.-F. durch reducirtes Blei geschwärzt wird.

## 17. Feldspathgruppe.

Die eigentlichen Feldspathe (mit Ausschluss der barythaltigen Glieder) sind, soweit bis jetzt bekannt, zu unterscheiden in:

I. Monoklinen Feldspath, oder Orthoklas, ein Silicat von Thonerde und vorwiegend Kali, daher auch eigentlicher Kalifeldspath, $KAlSi^3O^8$.

II. Trikline Feldspathe; sie zerfallen in:

1. Mikroklin, chemisch mit dem Orthoklas identisch.

2. Plagioklase (Klinoklase), nämlich

a) Albit, ein Silicat von Thonerde und Natron, daher auch Natronfeldspath, $NaAlSi^3O^8$. Orthoklas, Mikroklin und Albit sind daher die Alkalifeldspathe.

b) Anorthit, ein Silicat von Thonerde und Kalk, daher auch Kalkfeldspath, $CaAl^2Si^2O^8$. — In allen Feldspathen fehlen Mg und Fe.

Albit und Anorthit sind isomorph, und zufolge der geistreichen und fruchtbringenden Theorie von *Tschermak* (Sitzgsber. Wiener Akad. 1864. L. 1) gehen aus der Mischung ihrer beiden Substanzen die zwischen diesen beiden Endgliedern stehenden triklinen Kalknatronfeldspathe und Natronkalkfeldspathe hervor.

**Orthoklas,** *Breithaupt* (Feldspath).

Monoklin (s. S. 725); $\beta = 63^\circ 56' 44''$, 0P (*P*), $\infty$P (*T* und *l*, wegen der manchmal nicht völlig gleichen Spaltb. durch abweichende Buchstaben unterschieden) $118^\circ 47'$, $\breve{P}\infty$ (*x*) $65^\circ 46'$, $2\breve{P}\infty$ (*n*) $90^\circ 7'$, $2\breve{P}\infty$ (*y*) $35^\circ 45'$, P (*o*) $126^\circ 17'$, insbesondere nach *v. Kokscharow.* A.-V. = 0,6585 : 1 : 0,5554.

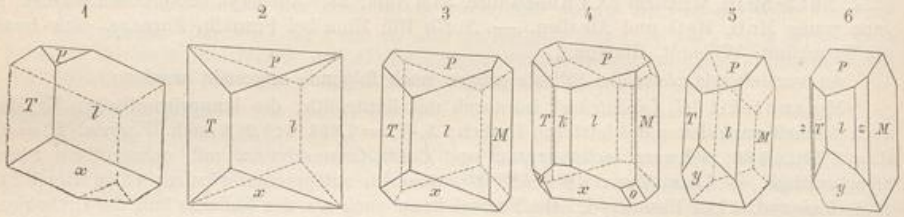



Fig. 1. $\infty$P.$\breve{P}\infty$.0P; häufig am Adular; *x* meist horizontal gestreift, bildet mit *P* eine Kante von $129^\circ 43'$.

Fig. 2. Dieselbe Comb., jedoch sind die Basis und das Hemidoma im Gleichgewicht ausgebildet; ebenfalls häufig am Adular.

Fig. 3. Dieselbe Comb. mit dem Klinopinakoid (*M*); am Adular und an anderen Varietäten; $P : T$ oder $l = 112^\circ 13'$, $x : T$ oder $l = 110^\circ 41'$.

Fig. 4. Comb. 3, mit dem seltenen Orthopinakoid (*k*) und der Hemipyramide P (*o*).

Fig. 5. $\infty\breve{P}\infty$.$\infty$P.0P.$2\breve{P}\infty$; eine der gewöhnlichsten Formen der in den Graniten und Porphyren eingewachsenen Krystalle; in einer anderen Stellung zeigt sie die Fig. 229 auf S. 112.

Fig. 6. Comb. 5, mit dem Klinoprisma $\infty\breve{P}3$ (*z*); gleichfalls sehr häufig an den eingewachsenen Krystallen; $z : M = 140^\circ 36'$; $z : P = 92^\circ 27'$.

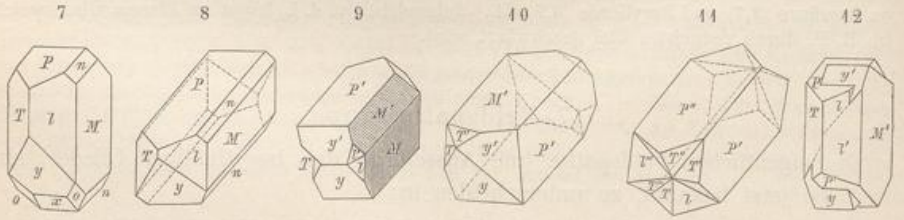



Fig. 7. Comb. 5 mit dem Hemidoma $\breve{P}\infty$, der Hemipyramide P, und dem Klinodoma $2\breve{P}\infty$ (*n*); auch nicht selten; $P : n = 135^\circ 31'_2$.

Fig. 8. 0P.$\infty\breve{P}\infty$.$\infty$P.$2\breve{P}\infty$.$2\breve{P}\infty$; gewöhnlichste Form der rectangulär-säulenförmigen Krystalle; oft noch mit der Hemipyramide P.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Krystalle theils rhombisch kurzsäulenförmig wenn $\infty P$, theils dick tafelartig wenn $\infty \breve{P} \infty$, theils sechsseitig kurzsäulenförmig wenn $\infty P$ und $\infty \breve{P} \infty$, theils rechtwinkelig säulenförmig wenn $0P$ und $\infty \breve{P} \infty$ vorherrschen. Krystalle von Schiltach im Schwarzwald sind durch das Orthopinakoid $\infty \breve{P} \infty$ fast tafelartig (*Klocke*).

Der Orthoklas zeigt grosse Neigung zur Bildung von Zwillingen, besonders nach folgenden drei Gesetzen:

1. Zwillingsebene (und Zusammenwachsungsfläche) die Basis $0P$; dieses sog. Manebacher Gesetz findet sich theils an rectangulär-säulenförmigen Krystallen (Fig. 9), theils an rhombisch- oder sechsseitig-säulenförmigen von der Form wie Fig. 2 und 3. Diese Zwillingsbildung kann auch polysynthetisch erfolgen.
2. Zwilllingsebene (und fast immer auch Zusammenwachsungsfläche[1]) eine Fläche des Klinodomas $2\breve{P}\infty$ ($n$), wobei die Basisflächen auf einander senkrecht stehen; kommt besonders bei den rectangulär-säulenförmigen Krystallen vor, von denen dann jeder nur mit der einen, von dem anderen Krystall weggewendeten Hälfte ausgebildet zu sein pflegt (Fig. 10). Weil die Zwillingsebene $n$ die Kante $PM$ beinahe gerade abstumpft und die einspringenden Winkel gewöhnlich unterdrückt sind, so erscheinen die Zwillinge in ihrer Längserstreckung wie rectanguläre Säulen einfacher Individuen, doch folgen an ihnen zwei Flächen $M$ und ebenso zwei Flächen $P$ auf einander. Wiederholt sich diese Zwillingsbildung, so entstehen zuletzt sehr regelmässige Vierlingskrystalle (Fig. 11). Man pflegt dieses Gesetz das Bavenoer zu nennen, weil es zuerst an den schönen aufgewachsenen Krystallen von Baveno erkannt worden ist; es findet sich aber auch häufig an den rhombisch- und sechsseitig-säulenförmigen Krystallen des Adulars ausgezeichnet verwirklicht. Eingewachsene Krystalle nach diesem Gesetz sind nicht sonderlich häufig. Mitunter verwachsen zwei Manebacher Zwillinge symmetrisch zum Klinodoma $n$, also nach dem Bavenoer Gesetz miteinander.
3. Zwillingsebene das Orthopinakoid oder Zwillingsaxe die Normale auf $\infty \breve{P} \infty$ (vgl. S. 130), wobei jedoch die Individuen seitlich, also in der Richtung der Orthodiagonale an einander, oder gewöhnlich durch einander gewachsen sind; die Basisflächen fallen also nach entgegengesetzter Richtung ein[2]). Das allerhäufigste Gesetz, nach welchem besonders die dick tafelförmigen oder breit säulenförmigen, in Graniten und Porphyren eingewachsenen Krystalle der Combb. Fig. 5, 6 und 7 zu Zwillingen verbunden sind, wie in Fig. 12, oder Fig. 275, S. 138, wobei noch der daselbst erläuterte Unterschied zu berücksichtigen ist, ob die Individuen mit ihren rechten oder linken Seiten verwachsen sind. Man pflegt dieses Gesetz das Karlsbader zu nennen, weil es zuerst an den Krystallen der Gegend von Karlsbad erkannt wurde. Selten sind die Individuen mit einander in einer Fläche des Orthopinakoids verwachsen. Auch kommt wohl nach diesem Gesetz eine wiederholte Zwillingsbildung vor, indem mehre Individuen neben einander, zum Theil auch hinter einander liegen. Bisweilen findet man zwei Karlsbader Zwillinge abermals symmetrisch zur Fläche $0P$ zweier ihrer Individuen, also nach dem Manebacher Gesetz verwachsen; ferner erfolgt mitunter eine Verwachsung von zwei Karlsbader Zwillingen nach dem Bavenoer Gesetz, wobei dann gewöhnlich eine gegenseitige Durchdringung stattfindet.

Bei anderen sehr seltenen Zwillingsverwachsungen erscheinen als Zwillingsebene $\infty P$ (namentlich sind zwei Karlsbader Zwillinge gemäss solchem Gesetz verwachsen, aber auch wohl zwei einfache rectangulär-säulenförmige Individuen, bei welchen dann

---

1) *Klockmann* beobachtete im Granit des Riesengebirges, dass die einzelnen Individuen in der Richtung der Klinodiagonale hinter einander lagen, also mit einer zu dieser Richtung senkrechten Fläche verwachsen waren.

2) Auffällig ist, dass da, wo dieses Zwillingsgesetz an aufgewachsenen Krystallen vorkommt, in der Regel $P$ des einen Individuums in die Ebene von $x$ des anderen fällt, was zufolge der verschiedenen Neigung von $P$ und $x$ zur Verticalaxe $c$ nicht stattfinden sollte.

die vordere Fläche $T$ des einen Individuums mit der Fläche $l'$ des zweiten in eine Ebene fällt). Ferner erfolgen Verwachsungen nach $\infty P3$, häufiger nach P, (meist Karlsbader Zwillinge); auch nach $2P\infty$ (sowohl einfache Individuen als Karlsbader Zwillinge). Ausserdem zeigen cornwaller Zinnerz-Pseudomorphosen nach Orthoklas Durchkreuzungen von entgegengesetzten (rechten und linken) Karlsbader Zwillingen nach $\frac{5}{4}P\frac{5}{4}$ und nach $5P\infty$; Manebacher Zwillinge fand *v. Jeremejew* nach $\infty P\frac{7}{3}$ verwachsen.

Die Krystalle theils einzeln eingewachsen, und dann vollständig ausgebildet, theils aufgewachsen und dann gewöhnlich zu Drusen vereinigt; auch in individualisirten Massen und gross- bis feinkörnigen Aggregaten. — Spaltb. nach 0P und $\infty P\infty$ sehr und beide fast gleich vollkommen (die erstere immerhin etwas besser); nach der einen Fläche oder auch nach beiden Flächen von $\infty P$ sehr unvollkommen, bisweilen gar nicht vorhanden. In seltenen Fällen (hauptsächlich bei dem sog. Natronorthoklas) macht sich auch noch neben den beiden erstgenannten Spaltbarkeiten eine recht vollkommene Theilbarkeit geltend, welche in Schliffen parallel $M$ Risse bildet, die mit den basischen Spaltrissen einen Winkel von 72° bis 73° einschliessen, und welche dem steilen Hemidoma $7P\infty$ oder $8P\infty$ entspricht; häufig geht ihr ein eigenthümlicher Farbenschiller oder Lichtschein parallel. Bruch muschelig bis uneben und splitterig; H. = 6; G. = 2,54...2,58, Adular rein und normal 2,571; farblos, bisweilen wasserhell, häufiger gefärbt, besonders röthlichweiss bis fleisch- und ziegelroth, gelblichweiss bis gelb, graulichweiss bis asch- und schwärzlichgrau (selten), grünlichweiss bis grünlichgrau; Glasglanz, auf der basischen Spaltungsfläche oft Perlmutterglanz; pellucid in allen Graden, bisweilen mit Lichtschein (Mondstein) oder mit Farbenwandlung, letztere auf $\infty P\infty$. Die Ebene der optischen Axen ist meist normal auf dem Klinopinakoid, gleichsinnig geneigt mit der Basis und bildet mit dieser ca. 5° im stumpfen Winkel $ac$ (bisweilen steigend bis zu 10°, wie es scheint bei höherem Natrongehalt), mit der Verticalaxe ca. 69°; $b = \mathfrak{c}$. Stets optisch negativ; sehr deutliche horizontale Dispersion $\rho > \upsilon$. Durch Erwärmen und Druck wird die optische Axenebene parallel $\infty P\infty$, der Axenwinkel verkleinert sich stetig und die Dispersion wird zu einer geneigten, während die Neigung der spitzen Bisectrix gegen $a$ fast unverändert 5° bleibt. Bisweilen werden jedoch die optischen Axen auch schon von vorne herein als im Klinopinakoid liegend befunden, indem die Bisectrix wieder ihre Lage behauptet; $b$ in diesem Falle $= \mathfrak{b}$. Die Auslöschung des pol. Lichts erfolgt bei basischen Spaltungsplättchen parallel und senkrecht zu der Kante $PM$. Der Winkel der optischen Axen ist sehr variabel, bei den eigentlichen Orthoklasen $2V =$ ca. 70°, bei den Sanidinen in der Regel kleiner, z. B. nur 13°; er ist selbst in einer und derselben Platte nicht constant, ja die Axenebene hat an verschiedenen Stellen derselben wohl verschiedene Lage. Nach *Des Cloizeaux* ist an farblosem Adular $\alpha = 1{,}5190$, $\beta = 1{,}5237$, $\gamma = 1{,}5260$. — Chem. Zus. des reinen Orthoklases: $KAlSi^3O^8$ oder $K^2O.Al^2O^3.6SiO^2$, mit 64,72 Kieselsäure, 18,35 Thonerde, 16,93 Kali; fast alle Analysen weisen neben dem Kali auch Natron auf, welches gewöhnlich zu 2 bis 3 pCt. vorhanden ist, ja in manchen Orthoklasen sind 5 bis 8 pCt. Natron aufgefunden worden (vgl. darüber S. 726); die Gegenwart kleiner Quantitäten von Kalk, Eisen, Magnesia, Wasser rührt von fremden Einschlüssen oder von beginnender Veränderung her. Der bisweilen vorhandene geringe Baryumgehalt deutet auf eine Beimischung von Baryumfeldspath (vgl. Hyalophan). Schmilzt v. d. L. schwierig zu trübem blasigem Glas; auch in Phosphorsalz schwer mit Hinterlassung eines Kieselskelets löslich; mit Kobaltsolution färbt er sich in den geschmolzenen Kanten blau. Von heisser Salzsäure nicht merklich angegriffen, von Flusssäure aber sehr leicht zersetzt. Das Pulver zeigt deutliche alkalische Reaction.

Man unterscheidet ohne besonders scharfe Grenzen folgende Varietäten:

*a*) Adular, nur aufgewachsen, z. Th. farblos oder nur licht gefärbt, stark glänzend, durchsichtig und halbdurchsichtig, schön krystallisirt, namentlich wie Fig. 1, 2, 9, 10, 11. In der Richtung senkrecht auf $\infty P\infty$ erscheint oft ein bläulicher Lichtschein (Mondstein); fast ohne Natrongehalt. Findet sich besonders auf den Klüften der krystallinischen Schiefer (z. B. Alpen), oft mit Chlorit bedeckt oder davon durchwachsen; auch in

Drusenhöhlen des Granits; auf Spalten im Porphyrconglomerat von Euba in Sachsen (sog. Paradoxit); spärlich auf Erzgängen, z. B. Felsőbánya.

*b*) Eigentlicher oder gemeiner Orthoklas (Pegmatolith), meist eingewachsen, die einzelnen oder verzwillingten Krystalle von der Form wie Fig. 5, 6, 7, 8, 12. Verschiedentlich gefärbt, meist weisslich, graulich oder röthlich; weniger glänzend als Adular, auch nur durchscheinend bis undurchsichtig. Auch aufgewachsen in Drusen. Reichlicher wesentlicher Gemengtheil vieler älterer Eruptivgesteine (besonders des Granits, Syenits, Porphyrs) sowie des Gneisses; sehr verbreitet; schöne Varr. liefern Karlsbad, Elnbogen und besonders Petschau in Böhmen, Bischofsgrün im Fichtelgebirge, Hirschberg und Striegau in Schlesien, Baveno am Lago maggiore, Valfloriana in Fleims, Insel Elba, Arendal, Alabaschka am Ural. Die frei in einen Hohlraum hineinragenden Orthoklase sind manchmal von kleinen Albitkrystallen in paralleler Stellung überwachsen, insbesondere auf den verticalen Flächen; dabei zerfallen die Albite nach ihrer krystallographischen Orientirung in zwei Gruppen, die sich wie die beiden Hälften eines Albitzwillings verhalten (Hirschberg in Schlesien, granitähnliche Gänge des sächs. Granulitgebirges, Elba). Schriftgranit hat man individualisirte Feldspathmassen genannt, welche von verzerrten, bisweilen hohlen, Quarzindividuen regelmässig durchwachsen sind, die alle unter einander parallel stehen.

*c*) Sanidin (Glasiger Feldspath), meist eingewachsen; ist nur eine eigenthümliche Varietät des Orthoklases, ausgezeichnet durch die glasähnliche, öfters rissige Beschaffenheit, durch gewisse Winkeldifferenz, Schwanken der Winkelwerthe, kleineren optischen Axenwinkel, einen verhältnissmässig hohen Natrongehalt, sowie durch sein Auftreten in den tertiären und nachtertiären Eruptivgesteinen. $\beta = 64°\,4'$, $\infty P\ 119°\,16'$ bis $32'$, $\breve{P}\infty\ 65°\,27'$ bis $30'$, $0P : \breve{P}\infty = 129°\,26'$ bis $30'$, $0P : 2\breve{P}\infty = 135°\,8'$ bis $18'$. Gewöhnliche Combb. $\infty\breve{P}\infty . \infty P . 0P . 2\breve{P}\infty$, wie Fig. 5, oder auch $0P . \infty\breve{P}\infty . \infty P . 2\breve{P}\infty$, wie Fig. 8; die Krystalle meist tafelförmig wenn $\infty\breve{P}\infty$, oder rechtwinkelig säulenförmig wenn $\infty\breve{P}\infty$ und $0P$ vorwalten, ganz ähnlich denen des Orthoklases, oft mit sehr feinem zonalem Aufbau; die gestreifte oder geflammte Zeichnung auf $0P$ oder $\infty\breve{P}\infty$ wird durch mikroskopische reihenförmig gruppirte Poren und Risse hervorgebracht; Zwillinge nicht selten, nach dem Karlsbader Gesetz. Graulich- und gelblichweiss, auch grau; sehr starker Glasglanz; durchsichtig und durchscheinend. — Bei steigendem Natrongehalt scheint die Axe *a* kürzer, d. h. der vordere Prismenwinkel stumpfer zu werden. Gemengtheil der Rhyolithe, Trachyte und Sanidinite, Phonolithe, und für diese charakteristisch, gut ausgebildet am Drachenfels, Kaiserstuhl, Monte Amiata. Bruchstücksweise in Tuffen und vulkanischen Sanden (Wehr am Laacher See, Rockeskyll in der Eifel). — Eisspath (Rhyakolith) sind wasserhelle aufgewachsene Krystalle des Sanidins, meist durch Vorherrschen von *M* tafelförmig; sie dienten vorwiegend für obige Winkelmessungen. In den ausgeworfenen Silicatblöcken des Monte Somma, in Auswürflingen des Albaner Gebirges und Laacher Sees.

Die gewöhnliche Verwitterung erzeugt aus dem Orthoklas namentlich Kaolin oder Thon, indem die Kieselsäure theilweise, das Kali gänzlich weggeführt und Wasser aufgenommen wird. Ein ganz ähnlicher Vorgang ist die häufige Herausbildung von Muscovit aus dem O. durch Kieselsäureausscheidung; theoretisch muss das spec. G. des O. bei der Umwandlung in Kaolin sinken, bei der in Muscovit steigen. Auch kann Epidot oder Zoisit aus O. hervorgehen. Unter besonderen Umständen findet vermöge pneumatolytischer Processe eine Entstehung von Zinnstein, Turmalin, Topas aus O. statt. — Pseudomorphosen von O. nach Analcim, Laumontit, Prehnit, Leucit erweisen, dass diese Mineralien sich in O. umgewandelt haben.

**Gebrauch.** Der Mondstein und der farbenwandelnde Orthoklas werden zur Zierde und als Schmuckstein benutzt, der Schriftgranit wird ebenfalls bisweilen zu Platten, Dosen u. a. Gegenständen verarbeitet. Der reine Orthoklas dient als Zusatz zur Porzellanmasse, zu Glasuren und Emails. Auch besitzt der Orthoklas, wie gleichfalls die folgenden Feldspathe, als Gemengtheil vieler Gesteine, die als Bau- und Hausteine benutzt werden, und als hauptsächliches Material vieler Bodenarten eine grosse technische und agronomische Wichtigkeit.

**Hyalophan,** *S. v. Waltershausen.*

Monoklin; Formen und Winkel stimmen fast ganz mit denen des Orthoklases überein, Habitus adularähnlich; $\beta = 64°\,25'$; A.-V. $= 0{,}6584 : 1 : 0{,}5512$. — Spaltb. auch vollk. nach $0P$. Auf $\infty\breve{P}\infty$ bildet die Auslöschung ca. 5° mit der Klinodiagonale, nach *Rinne* aber im spitzen $\angle\beta$. H. $= 6 \ldots 6{,}5$; G. $= 2{,}80$; farblos, mitunter fleischroth; durchsichtig bis durchscheinend. Eine Analyse der Krystalle aus dem Binnenthal von *Stockar-Escher* ergab: 52,67 Kieselsäure, 21,12 Thonerde, 15,05 Baryt, 0,46 Kalk, 0,04 Magnesia, 7,82 Kali, 2,14 Natron, 0,58 Wasser; andere Analysen desselben Vorkommens stimmen damit sehr gut überein. Man pflegt darnach den Hyalophan zu betrachten als eine isomorphe Mischung von 1 Mol. Orthoklas $KAlSi^3O^8$ mit

1 Mol. eines Barytfeldspaths von einer dem Anorthit analogen Zus. $BaAl^2Si^2O^8$. Von Säuren kaum angreifbar. — Im körnigen Dolomit von Imfeld im Binnenthal, Wallis. Bei Jakobsberg in Wermland findet sich in schmalen Trümern ein rother orthoklastischer Feldspath, welcher nach *Igelström* 9,56 Baryt, aber auch 4,28 Kalk und 3,10 Magnesia enthält. Baryum enthalten noch der monokline Feldspath aus dem Nephelinit von Meiches im Vogelsberg mit 2,63, und der orthoklastische sog. Cassinit von Media in Pennsylvanien mit 3,71 pCt. Baryt.

## Mikroklin, *Breithaupt.*

Unter dem Namen Mikroklin waren von *Breithaupt* einige sonst zu dem Orthoklas gerechnete Feldspathe von diesem abgetrennt worden, weil er dieselben als nicht orthotom befunden hatte. *Des Cloizeaux* benutzte diesen Namen, um damit den von ihm zuerst als weitverbreitet erkannten Feldspath zu bezeichnen, welcher krystallographisch dem Orthoklas möglichst nahe steht und als Kalifeldspath chemisch mit ihm identisch ist, aber dem triklinen System angehört.

Triklin, in Dimensionen, Combinationen und Zwillingsbildungen dem Orthoklas ausserordentlich ähnlich; wird die Flächensignatur des letzteren auf den Mikroklin übertragen, so ist bei diesem $P : T = 114°38'$; $T : l = 118°31'$; $T : M = 119°11'$; $P : M =$ ca. $90°20'$. Die Abweichung des Winkels $P : M$ von $90°$, welche die Krystalle in das trikline System verweist, ist zwar nicht immer zu constatiren, dagegen sowohl die verschiedene Spaltb. parallel den beiden Prismenflächen, als auch der sehr charakteristische Umstand, dass bei einer Spaltungslamelle parallel $P$ die Auslöschungsrichtung nicht zur Kante $PM$ parallel und senkrecht geht (wie beim Orthoklas der Fall), sondern damit $15°$ bis $16°$ bildet (und zwar in dem bei den Plagioklasen erläuterten positiven Sinne). Die Ebene der optischen Axen ist fast genau senkrecht auf $P$, ihr Durchschnitt mit $M$ bildet mit der stumpfen Kante $PM$ $5°$ bis $6°$ im stumpfen Winkel $ac$, weshalb Spaltblättchen parallel $M$ eine von dieser Kante um $+5°$ bis $6°$ abweichende Auslöschung liefern, also wie beim Orthoklas. Die Krystalle dieses Feldspaths sind aber, wenn sie auch äusserlich so erscheinen, doch nur äusserst selten wirklich einfache Individuen, sondern vielmehr gewöhnlich polysynthetische Viellinge, indem darin sehr zahlreiche, höchst feine regelmässige Lamellen (der üblichen Anschauung gemäss) nach zwei Zwillingsgesetzen, nach dem sog. Albit- und Periklingesetz mit einander verwachsen vorliegen, d. h. ein Theil der Lamellen ist nach dem Brachypinakoid $M$ mit einander verzwillingt und dieses System von Zwillingslamellen wird von einem zweiten anscheinend völlig rechtwinkelig (unter dem Winkel $\gamma = 89°55'$) gekreuzt, indem für diese letzteren die Drehungsaxe die Makrodiagonale ist. Auf der Basis $P$ sowie auf $x$ zeigt sich diese Durchkreuzung bisweilen makroskopisch, in den basischen Spaltblättchen gibt sie sich immer u. d. M. zwischen gekreuzten Nicols als ein feines farbiges rechtwinkeliges Gitterwerk zu erkennen; immer werden zwei zu einander



senkrechte Gitterlinien gleichzeitig bei einer Schiefe von $15°$ bis $16°$ gegen einen Nicolhauptschnitt dunkel. Unregelmässig contourirte Schnüre und Bänder von fein nach $M$ verzwillingtem Albit ziehen (mit einer Auslöschungsschiefe von nur $4°$) sehr häufig noch hindurch (vgl. die Fig.). Die anscheinend einfachen, thatsächlich so aber detaillirt polysynthetischen Krystalle des Mikroklins verwachsen zu Zwillingen, welche denen des Karlsbader und des Manebaches Gesetzes beim Orthoklas entsprechen. Uebrigens fehlt auch wohl die erwähnte Gitterstructur und es kommen einfache Individuen sowie nach dem Albitgesetz gebildete Zwillinge vor. Die übrigen physikalischen und chemischen Eigenschaften sind dieselben wie beim Orthoklas. — Der weitverbreitete typische M., früher in der Regel als Orthoklas geltend, erscheint in einer Anzahl von Graniten

(u. a. auch in dem sog. Schriftgranit), Syeniten, Eläolithsyeniten und zwar neben dem Orthoklas manchmal so reichlich, dass er fast allein den Kalifeldspath abgibt; ausgebildete Krystalle finden sich nur sitzend in Hohlräumen. In den älteren Porphyren ist er viel spärlicher erkennbar, in den jüngeren Ergussgesteinen ist eine dem Sanidin entsprechende glasige Varietät nicht bekannt. Dagegen stellt sich M. reichlich in gewissen krystallinischen Schiefern, namentlich Gneissen ein. Bekannte Vorkommnisse sind u. a. die grünen sog. Amazonensteine (Amazonit) vom Ilmengebirge, vom Pikes Peak in Colorado, von Delaware in Pennsylvanien und von Sungangarsoak in Grönland; die spangrüne Farbe verliert sich durch Glühen, rührt also nicht von einer geringen Menge Kupferoxyd her; ferner rothe, weisse und graue Feldspathe aus vielen Graniten und Pegmatiten, wie aus dem Riesengebirge, von Striegau in Schlesien, solche aus der Gegend von Arendal, von Bora in Wermland, Silböle in Finnland, Lipowaia im Ural, von Dinard bei St. Malo (Bretagne), aus dem Lesponne-Thal in den Pyrenäen, Insel Sedlovatoi bei Archangel, Everett in Massachusetts, Magnet Cove in Arkansas; auch der sog. Chesterlith aus Chester Co. in Pennsylvanien, ferner der farblose und röthliche Ersbyit von Ersby auf der finnischen Insel Åhlön.

Verhältniss von Orthoklas und Mikroklin. Wie angeführt, ist der trikline Mikroklin mit dem als monoklin erscheinenden Orthoklas chemisch identisch und die Zusammensetzung der Mikroklinkrystalle aus zahlreichen Zwillingslamellen stets derart, dass ihre äussere Gestalt völlig monoklin- und orthoklasähnlich ausfällt. Das Präparat eines und desselben Krystalls zeigt hier einerseits Stellen mit allerdeutlichster gitterartiger Zwillingslamellirung, durch ganz allmähliche Uebergänge verbunden mit solchen von so überaus feinem Aufbau aus Lamellen, dass letztere an der äussersten Grenze mikroskopischer Sichtbarkeit stehen, und diese verlaufen wieder in fleckenweise Partieen, welche auch bei stärkster Vergrösserung nichts mehr von Zwillingsbildung offenbaren und sich optisch als homogen und zwar als wirklich monoklin erweisen; sie unterscheiden sich in nichts von den Präparaten der Orthoklase. Auch diejenigen Stellen können schon orthoklasartig im basischen Schnitt parallel und senkrecht zur Kante $PM$ auslöschen, in denen man zwar bei schwächerer Vergrösserung die Lamellen nicht mehr erkennt, bei stärkster aber ihr Vorhandensein (mehr ahnt als) einigermassen sicher wahrnimmt. Daher haben *Mallard* und *Michel Lévy* die Vermuthung ausgesprochen, dass das, was als homogener monokliner Orthoklas erscheint, überhaupt nur das Resultat einer allerfeinsten, mit unseren gewöhnlichen Hülfsmitteln nicht mehr nachweisbaren Verzwillingung von triklinen Mikroklinlamellen nach dem Albit- und Periklingesetz sei; zugleich zeigte Letzterer speciell, dass die optischen Eigenschaften des Orthoklases in der That durch submikroskopische Zwillingsverwachsung trikliner Lamellen zu Stande kommen können: das Brachypinakoid wird zu einer Symmetrieebene und zugleich zur Ebene der optischen Axen, die Makrodiagonale zur optischen Normalen. Zu Gunsten dieser Auffassung lässt sich auch anführen, dass Orthoklas und Mikroklin gleiche Cohäsionserscheinungen zeigen (wie denn bei ersterem manchmal ein Gegensatz in der Spaltb. der beiden Prismenrichtungen $T$ und $l$ ersichtlich ist), sie ferner, entgegen dem sonstigen Verhalten dimorpher Substanzen, gleiches spec. Gew. besitzen. Diese Ansicht ist weiterhin durch *Becke*, *Brögger* und *Hintze* gestützt worden. Bei solcher Deutung des Orthoklases als eines nur pseudomonoklinen Minerals, gewissermassen als eines Kryptomikroklins, fällt die stets unbequem gewesene Anerkennung einer Dimorphie des Silicats $KAlSi^3O^8$ hinweg. Immerhin ist in dem mikroskopisch-optischen Verhalten zwischen Orthoklas und typischem Mikroklin ein so erheblicher Unterschied, dass beide auch ferner auseinandergehalten zu werden verdienen; der Orthoklas wäre darnach zu definiren als ein Kalifeldspath, dessen Mikroklinnatur nicht unmittelbar nachgewiesen werden kann.

Innerliche Verwachsung von Kalifeldspath mit Natronfeldspath. Lamellare Verwachsungen von Kalifeldspath und Natronfeldspath (Albit) kommen häufig vor. Am deutlichsten zeigt sie das Perthit genannte Vorkommniss von Bathurst und Township bei Perth in Canada, wo in dem röthlichbraunen Kalifeldspath zahlreiche,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dem Orthopinakoid parallele Lamellen eines röthlichweissen triklinen Albits, manchmal 2—3 Mm. breit, eingeschaltet sind, deren Ränder auf den Spaltungsflächen des Aggregats eine parallele Streifung hervorbringen. Der Kalifeldspath ist an und für sich farblos, und seine röthlichbraune Farbe wird durch sehr viele eingelagerte mikroskopische Schuppen von Eisenglanz bedingt. *Gerhard* fand das G. der rothen Lamellen 2,570, der weissen 2,614, und, bei gesonderter Analyse, in jenen 12,16 pCt. Kali gegen 2,25 Natron, in diesen 3,34 Kali gegen 8,50 Natron. Aehnliche Verwachsungen von makroskopischer Deutlichkeit sind mehrfach bekannt geworden, z. B. an Orthoklasen von Harzburg, an solchen in den Pegmatitgängen des sächsischen Granulitgebirges, von der Selenga bei Werchne Udinsk, an dem hellgrünen Feldspath von Bodenmais. — Dieselbe lamellare Verwachsung von Kalifeldspath und Albit wiederholt sich nun auch im blos mikroskopischen Maassstab und wird dann nach dem Vorgang von *Becke* Mikroperthit genannt. Dem Kalifeldspath sind die oft unregelmässig gestalteten und sich auskeilenden, flach linsenförmigen Lamellen nach der Querfläche oder nach einem sehr steilen Orthodoma (vermuthlich $8\breve{P}\infty$) und nach dem Prisma *Tl* eingelagert. Was den sich dabei betheiligenden Kalifeldspath anbetrifft, so ist derselbe, wo die Erkennung deutlich gelingt, bald homogen erscheinender, sich monoklin verhaltender Orthoklas, bald aber auch mit den Eigenschaften des Mikroklins versehen, wie dies zuerst *P. Mann* und zwar in dem canadischen Perthit selbst, nachwies. Darnach wäre, wo die nur u. d. M. zu führende Unterscheidung möglich, Orthoklas-Mikroperthit und Mikroklin-Mikroperthit auseinanderzuhalten. Makroskopisch können diese Mikroperthite wegen der Feinheit der Verwachsung völlig homogen aussehen. Die Analyse solcher Mineralien muss natürlich Kali und Natron zugleich ergeben. Ein adularähnlicher Mikroperthit ist auch der sog. Loxoklas von Hammond in New-York. — Eine eigenthümliche Ausbildung des Mikroperthits liegt in denjenigen Feldspathen vor, deren Schnitte u. d. M. eine charakteristische sehr feine Faserung erkennen lassen und in Granuliten, Gneissen u. a. Gesteinen recht weit verbreitet sind. Hier handelt es sich ebenfalls um eine mikroperthitische Verwachsung, indem dem Kalifeldspath schmale, linsenförmige Lamellen eines Plagioklases (aus der Oligoklas-Albitreihe) meist, wie es scheint parallel einem steilen Orthodoma eingelagert sind, welche besonders in Schnitten parallel *M* als spindelförmige Durchschnitte erscheinen; sie unterscheiden sich auch durch ihr abweichendes Brechungsvermögen und ihre höheren Interferenzfarben. In den meisten Fällen muss es bei diesen »faserigen Feldspathen« unentschieden bleiben, ob der Träger der Plagioklas-Interpositionen wirklich homogen erscheinender Orthoklas, oder überaus fein gegitterter Mikroklin ist.

Kalinatronfeldspath. Reiner Natron-Orthoklas, d. h. das Silicat $NaAlSi^3O^8$ mit den morphologischen und optischen Eigenschaften des monoklinen Systems ist noch nicht gefunden, wohl aber gibt es den krystallographischen und physikalischen Anforderungen des monoklinen Systems entsprechende und dabei so natronreiche Orthoklase, dass die Molecüle des Natronsilicats die des Kalisilicats weit übertreffen (Natron-Orthoklas); $P:M$ genau 90°, Auslöschungsschiefe auf $M$ gegen die Kante $PM$ 9° bis 12°. Ein Theil derselben erweist sich u. d. M. für die Wahrnehmung homogen, ein anderer Theil als Mikroperthit, d. h. als mechanisches Gemenge von Kali-Orthoklas und Albit. Da in demselben Individuum solche homogen erscheinende und solche äusserst fein perthitisch lamellirte Substanz in allen Uebergängen mit einander abwechseln, so hat man geschlossen, dass auch die erstere eigentlich als eine, selbst bei stärkster Vergrösserung nicht erkennbare submikroskopische Verwachsung von Kali-Orthoklas und Albit zu betrachten sei, für welche *Brögger* den Namen Kryptoperthit vorschlug. Solcher Natron-Orthoklas wäre also pseudomonokliner kryptolamellarer Perthit (wie der natronfreie Orthoklas pseudomonokliner kryptolamellarer Mikroklin). Feldspathe aus den südnorwegischen Augitsyeniten, der farbenschillernde von Frederiksvärn, dessen Schiller parallel dem oft mit einer Theilbarkeit verknüpften steilen Orthodoma $8\breve{P}\infty$ orientirt ist; Pantelleria, Grönland.

Doch gibt es auch trikline Feldspathe, welche Na und K zugleich enthalten, aber obschon das Na-Silicat das K-Silicat überragt, dennoch in der äusseren Form mehr dem Orthoklas oder Mikroklin als dem Albit genähert sind; ein nicht bedeutender Kalkgehalt scheint bei ihnen constant zu sein. Wenn auch die Abweichung des Winkels $P:M$ von 90° nicht immer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

direct constatirt werden kann (89° bis 90°), so verweisen die optischen Verhältnisse auf das trikline System. U. d. M. zeigt sich ein äusserst feiner oft kaum erkennbarer Aufbau aus Zwillingslamellen (wahrscheinlich von Albit und Mikroklin) nach dem Albitgesetz oder nach diesem und dem Periklingesetz. Auslöschungsschiefe gegen Kante $PM$ auf $P$ + 2° bis über 5°, auf $M$ zwischen + 6° und 10°; Doppelbrechung etwas stärker als bei Kalifeldspath. Die äussere Form zeigt meist eine sehr geringe Entwickelung von $M$, unter den Makrodomen fast nur das steile $y$ (nicht $x$). Zwillingsbildung nach dem Karlsbader, Manebacher, Bavenoer Gesetz. — Feldspathe dieser Art wurden von *Brögger* Natronmikroklin, von *Rosenbusch* Anorthoklas genannt; der letztere Name ist minder bezeichnend, weil auch sämmtliche Plagioklase anorthoklastisch sind, und überdies das Charakteristische weniger in der Nicht-Rechtwinkeligkeit als vielmehr in der Beinahe-Rechtwinkeligkeit der Spaltungsstücke gelegen ist; von diesem Gesichtspunkte aus könnte man solche Feldspathe vielleicht zweckmässig Parorthoklas nennen. — Vorkommen namentlich in alkalireicheren Gesteinen.

## Plagioklase.

Zu den eigentlichen triklinen Plagioklasen gehören nach S. 720: 1) das Natronthonerdesilicat Albit, $\mathbf{NaAlSi^3O^8}$, Natronfeldspath; 2) das isomorphe Kalkthonerdesilicat Anorthit, $\mathbf{CaAl^2Si^2O^8}$, Kalkfeldspath; 3) die isomorphen Mischungen beider, welche zugleich **Na** und **Ca** enthalten, die Kalknatronfeldspathe und die Natronkalkfeldspathe. — Albit wird als Ab, Anorthit als An bezeichnet; bei beiden beträgt die Summe der Valenzen 32. Schreibt man Albit als $Na^2Al^2Si^6O^{16}$, dann muss dem Anorthit die Formel $Ca^2Al^4Si^4O^{16}$ gegeben werden. Die isomorphen Mischungsglieder sind $m\,Ab + n\,An$ oder $\mathbf{Ab_m An_n}$.

Das Verdienst von *Tschermak* ist es, gezeigt zu haben, dass nur der Albit und der Anorthit als selbständig zu betrachten, und sämmtliche übrige trikline Feldspathe mit Na und Ca als isomorphe Gemische dieser beiden Endglieder in verschiedenen Verhältnissen aufzufassen sind[1]). Bevor diese Theorie Anerkennung fand, galten die zwischen Albit und Anorthit stehenden Plagioklase als drei feste selbständige Species Oligoklas, Andesin und Labradorit, von folgenden Formeln:

$$\text{Oligoklas} = (Na^2, Ca)O.Al^2O^3.4\tfrac{1}{2}SiO^2$$
$$\text{Andesin} = (Na^2, Ca)O.Al^2O^3.4SiO^2$$
$$\text{Labradorit} = (Ca, Na^2).Al^2O^3.3SiO^2.$$

Da nun aber eine continuirliche Reihe der verschiedensten Mischungen zwischen Ab und An existirt, in welcher jedes Glied keine mindere Berechtigung besitzt, als ein anderes, so können Oligoklas, Andesin und Labradorit nicht mehr als selbständige Feldspathe gelten, während sie immerhin noch die Rolle von vermöge der Häufigkeit ihrer Ausbildung besonders bevorzugten Mischungen spielen und als Sammelpunkte und Collectivnamen auch fürderhin aufrecht erhalten werden können[2]). Von diesem Standpunkt aus pflegt man jetzt die ganze Plagioklasreihe in sechs Theile zu zerlegen, indem ausser den Endgliedern Albit (Ab) und Anorthit (An) nur noch vier, willkürlich aber gleichmässig abgegrenzte Mischglieder angenommen werden:

von Ab bis $Ab_3An_1$, Oligoklas,
von $Ab_3An_1$ bis $Ab_1An_1$, Andesin,
von $Ab_1An_1$ bis $Ab_1An_3$, Labradorit,
von $Ab_1An_3$ bis An, Bytownit (S. 739).

---

1) Das Mischungsgesetz der Kalknatronfeldspathe ist eigentlich zuerst 1826 von *Hessel* (vgl. S. 120) erkannt, aber in so wenig verständlicher und so schwerfälliger Sprache dargethan worden, dass es gänzlich unbeachtet blieb und erst von *Tschermak* 1864 gewissermassen wieder neu und selbständig entdeckt werden musste.

2) *Fouqué* hält eine ununterbrochene Mischungsreihe zwischen Albit und Anorthit nicht für wahrscheinlich, sondern möchte auf diesem Gebiete 9 Typen anerkennen, welche nicht durch Zwischenglieder verbunden sind, aber gesetzmässig mit einander verwachsen können (Bull. soc. fr. minér. XVII. 1894. 283).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Oder man rechnet zum Albit und Anorthit auch noch die zu allernächst liegenden Mischungen und dann gestaltet sich die Eintheilung folgendermassen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Albitreihe | von $Ab_1An_0$ bis $Ab_8An_1$ | Labradoritreihe | von $Ab_1An_1$ bis $Ab_1An_2$ |
| Oligoklasreihe | von $Ab_6An_1$ bis $Ab_2An_1$ | Bytownitreihe | von $Ab_1An_3$ bis $Ab_1An_6$ |
| Andesinreihe | von $Ab_3An_2$ bis $Ab_4An_3$ | Anorthitreihe | von $Ab_1An_8$ bis $Ab_0An_1$. |

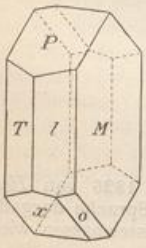
Indem jedes Glied der Mischungsreihe das Gesetz $\mathbf{Ab_mAn_n}$ befolgt, hängt also in den Kalknatronfeldspathen von dem Verhältniss Na : Ca auch dasjenige von Al : Si ab, und umgekehrt; je mehr Na ein solcher Feldspath besitzt, desto kieselsäurereicher muss er sein, weil dann desto mehr der kieselsäurereicheren Albitsubstanz sich an ihm betheiligt; umgekehrt muss mit dem Vorwalten des Ca — herrührend von der grösseren Betheiligung des Anorthits — auch ein geringerer Kieselsäuregehalt sich einstellen, weil dieses Endglied kieselsäurearm ist. Und allemal muss mit dem Steigen des Na ein Sinken des Ca, mit dem Zunehmen des letzteren eine Verminderung des Na verbunden sein. Die folgende Tabelle ergibt die chem. Zus. und das spec. Gewicht verschiedener Mischungen von Albit (Ab) und Anorthit (An).

| Ab : An | 1 : 0 | 12 : 1 | 8 : 1 | 6 : 1 | 4 : 1 | 3 : 1 | 2 : 1 | 3 : 2 | 4 : 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO^2$ | 68,68 | 66,64 | 65,70 | 64,85 | 63,34 | 62,02 | 59,84 | 58,11 | 57,37 |
| $Al^2O^3$ | 19,48 | 20,88 | 21,50 | 22,07 | 23,09 | 23,98 | 25,46 | 26,62 | 27,12 |
| CaO | — | 1,64 | 2,36 | 3,02 | 4,22 | 5,26 | 6,97 | 8,34 | 8,92 |
| $Na^2O$ | 11,84 | 10,87 | 10,45 | 10,06 | 9,35 | 8,74 | 7,73 | 6,93 | 6,59 |
| sp. Gew. | 2,624 | 2,635 | 2,640 | 2,645 | 2,652 | 2,659 | 2,671 | 2,680 | 2,684 |

| Ab : An | 1 : 1 | 3 : 4 | 2 : 3 | 1 : 2 | 1 : 3 | 1 : 4 | 1 : 6 | 1 : 8 | 0 : 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO^2$ | 55,55 | 53,73 | 53,01 | 51,34 | 49,26 | 48,03 | 46,62 | 45,85 | 43,46 |
| $Al^2O^3$ | 28,35 | 29,58 | 30,06 | 31,20 | 32,60 | 33,43 | 34,38 | 34,90 | 36,72 |
| CaO | 10,36 | 11,79 | 12,36 | 13,67 | 15,31 | 16,28 | 17,39 | 18,00 | 20,12 |
| $Na^2O$ | 5,74 | 4,90 | 4,57 | 3,79 | 2,83 | 2,26 | 1,61 | 1,25 | — |
| sp. Gew. | 2,694 | 2,703 | 2,708 | 2,716 | 2,728 | 2,735 | 2,742 | 2,747 | 2,758 |

Aus den Zahlen für das spec. G. ergibt sich, dass die Reihe der Plagioklase in dieser Hinsicht stetig fortschreitet von dem leichteren Albit zu dem schwereren Anorthit und dass das spec. G. bei reinem und frischem Material einen vollkommen sicheren Schluss auf das Mischungsverhältniss zulässt. Das G. des relativ äusserst reinen Albits vom Kasbek ist nach *Bärwald* = 2,618. — Indem der Albit von kochender Salzsäure unangreifbar, der Anorthit durch dieselbe leicht unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzbar ist, regelt sich das Verhalten der Mischungen gegen die Säure auch im Allgemeinen nach der Betheiligung von Ab und An.

Die einfachste Gestalt der triklinen Plagioklas-Individuen ist beistehend wiedergegeben; darin bedeutet $P = 0P$, $M = \infty\breve{P}\infty$, $T = \infty'P$, $l = \infty P'$, $x = {}'\overline{P}{}'\infty$, $o = P_{'}$. Die Form ähnelt daher der des Orthoklases, aber $P$ und $M$, auch hier die Hauptspaltungsflächen, bilden beiderseits keinen rechten Winkel. Bei der üblichen Aufstellung senkt sich die oben nach vorne abfallende doppelt schiefe Endfläche $P$ von links nach rechts hinab, so dass daher die stumpfere Kante von $PM$ zur Rechten, die schärfere zur Linken des Beschauers liegt. Ueber speciellere Ausbildung und die Zwillinge, sowie über die Abhängigkeit der Lage des sog. rhombischen Schnitts von dem Mischungsverhältniss s. die nähere Beschreibung. Den allmählichen Uebergang der Winkelverhältnisse zeigt folgende Tabelle:

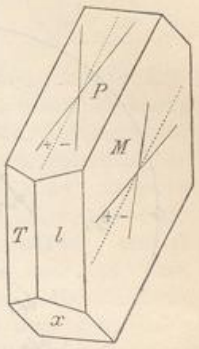



| | $P:M$ | $M:l$ | $P:T$ |
|---|---|---|---|
| Albit | 93° 36′ | 119° 34′ | 110° 30′ |
| Oligoklas | 93 28 | 120 46 | 111 12 |

| | $P:M$ | $M:l$ | $P:T$ |
|---|---|---|---|
| Andesin | 93° 46′ | 120° 56′ | 111° 6′ |
| Labradorit | 93 48 | 121 4 | 110 38 |
| Anorthit | 94 10 | 121 56 | 110 40 |

Zufolge der wichtigen Untersuchungen von *M. Schuster* bilden die Plagioklase, wie nach ihren anderen Eigenschaften, so auch in optischer Hinsicht eine analoge Reihe und zwar entspricht jeder bestimmten Mischung der Grenzglieder ebenfalls ein bestimmtes optisches Verhalten, welches daher bald mehr an den Albit, bald mehr an den Anorthit erinnert (Min. u. petr. Mittheil. III. 1880. 252; V. 1882. 189).

Bezeichnet man für die verschiedenen, in der üblichen Aufstellungsweise befindlichen Plagioklase (vgl. die Fig.) die Auslöschungsrichtungen durch Linien auf der Basis $P$, dann wird der nach vorne sich öffnende Winkel der Auslöschungsschiefe mit der Kante $PM$, vom Albit angefangen, allmählich mit zunehmendem Kalkgehalt kleiner und nähert sich der Null, nimmt sodann jenseits derselben einen entgegengesetzten Werth an, welcher im Anorthit sein Maximum erreicht. Wird der Winkel als positiv eingeführt, wenn die Auslöschungsrichtung im Sinne der Kante des rechten Prismas gegen die Kante $PM$ geneigt ist, im entgegengesetzten Falle als negativ, so ergeben sich die Werthe, welche in der weiter unten folgenden Tabelle unter der mit $a$ bezeichneten Colonne angeführt sind. — Noch auffallender wird der allmähliche Uebergang der optischen Orientirung, welcher beim Weiterschreiten in der isomorphen Reihe sich offenbart, sobald man die Lage der Hauptschwingungsrichtungen auf dem Brachypinakoid $M$ in gleicher Weise ins Auge fasst. Hat das positive Zeichen des Winkels die Bedeutung, dass die Auslöschungsschiefe in gleichem Sinne gegen die Kante $PM$ hin gerichtet ist, wie der Schnitt der Fläche $x$ mit der Fläche $M$, während das negative Zeichen einen entgegengesetzten Verlauf andeuten soll, so ergeben sich die unter der Colonne $b$ verzeichneten Zahlenwerthe.

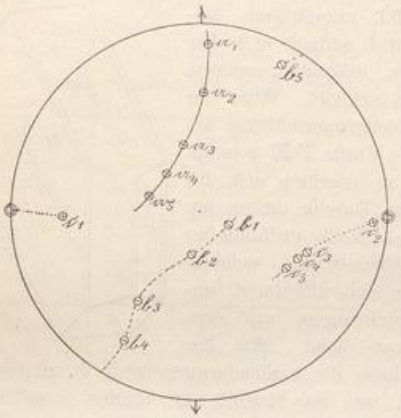



| Mischungsverhältnisse | | $a$ Auslöschungsschiefe auf $0P = P$ | $b$ Auslöschungsschiefe auf $\infty\breve{P}\infty = M$ |
|---|---|---|---|
| Albitreihe | Ab | + 4° 30′ | + 19° |
| | $Ab_{12}An_1$ | + 3 38 | + 15 35′ |
| | $Ab_8An_1$ | + 3 12 | + 13 49 |
| Oligoklasreihe | $Ab_6An_1$ | + 2 45 | + 11 59 |
| | $Ab_5An_1$ | + 2 25 | + 10 34 |
| | $Ab_4An_1$ | + 1 55 | + 8 17 |
| | $Ab_3An_1$ | + 1 4 | + 4 36 |
| | $Ab_2An_1$ | — 0 35 | — 2 15 |
| Andesinreihe | $Ab_3An_2$ | — 2 12 | — 7 58 |
| | $Ab_4An_3$ | — 2 58 | — 10 26 |
| Labradoritreihe | $Ab_1An_1$ | — 5 10 | — 16 |
| | $Ab_5An_6$ | — 6 50 | — 19 12 |
| | $Ab_3An_4$ | — 7 35 | — 20 52 |
| | $Ab_1An_2$ | — 12 28 | — 26 |
| Bytownitreihe | $Ab_1An_3$ | — 17 40 | — 29 28 |
| | $Ab_1An_4$ | — 21 5 | — 31 10 |
| | $Ab_1An_5$ | — 23 37 | — 32 10 |
| | $Ab_1An_6$ | — 27 33 | — 33 29 |
| Anorthitreihe | $Ab_1An_8$ | — 28 4 | — 33 40 |
| | $Ab_1An_{12}$ | — 30 23 | — 34 49 |
| | An | — 37 | — 36 (38°) |

Bei den Plagioklasen der Gesteine, welche zonenförmige Anwachsstreifen aufweisen, lässt sich oft auf Grund der in den einzelnen Schalen abweichenden Auslöschungsschiefen constatiren, dass die Krystalle im Inneren aus kieselsäureärmeren

kalkreicheren, nach aussen zu aus zonenweise immer kieselsäurereicher und kalkärmer werdenden Mischungen bestehen. Anderseits wird aber auch häufig beobachtet, wie die Auslöschung, ohne dass bestimmt abgegrenzte Zonen vorliegen, beim Drehen der Durchschnitte continuirlich von innen nach aussen fortschreitet, was auf eine stetig sich ändernde Zusammensetzung der Substanz verweist, die in demselben Sinne zu erfolgen pflegt (S. 156). Doch gibt es auch viele schichtenförmig gewachsene Plagioklase, welche kein regelmässiges Fortschreiten in der Mischungsänderung, sondern ganz unregelmässigen Wechsel in letzterer zeigen, ferner auch solche, bei denen der Kern acider und kalkärmer ist, als eine der äusseren Zonen.

Auch in den mittleren Brechungsquotienten zeigt sich ein bestimmtes Fortschreiten; dieselben betragen zufolge *Michel Lévy* für Albit 1,534, Oligoklas 1,540, Andesin 1,553, Labradorit 1,557, Anorthit 1,579. Die beiden ersteren sind daher, wie die Kalifeldspathe, schwächer, die beiden letzteren stärker lichtbrechend als der Quarz (vgl. *Becke*, Min. u. p. Mitth. XIII. 1892. 388). Der Brechungsquotient des Canadabalsams steht ungefähr in der Mitte zwischen β für Oligoklas und β für Andesin.



Beistehende Figur zeigt auf einer zur Verticalaxe senkrechten Ebene die stereographische Projection derjenigen Punkte, in denen die 3 optischen Elasticitätsaxen a, b, c die Oberfläche einer mit dem Krystall concentrischen Kugel treffen. Die für Albit (1), Oligoklas (2), Andesin (3), Labradorit (4), Anorthit (5) von a, b, c durchlaufenen Curven sind beziehungsweise durch eine ausgezogene (a), eine gestrichelte (b) und eine punktirte Linie (c) angegeben, die Trace der Fläche *M* durch einen Pfeil. Die optischen Axenebenen der 5 Plagioklase gehen je durch die mit derselben Ziffer bezeichneten Punkte a und c.

Nach dem Vorstehenden bilden die Plagioklase ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, wie die morphologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Mischungen sich nach der relativen Betheiligung der beiden Endglieder regeln.

## Albit, *Gahn* (Tetartin, *Breithaupt*) (mit **Periklin**).

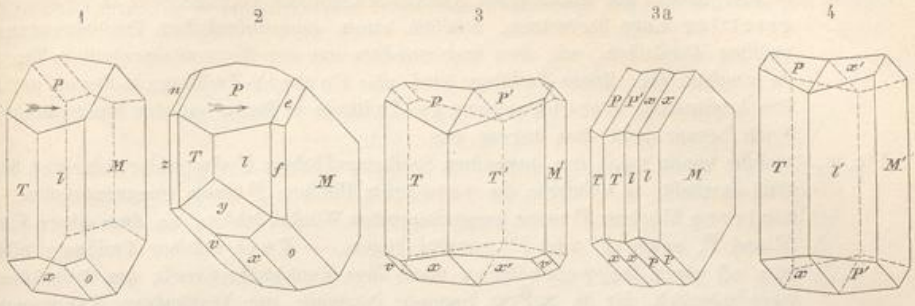
Triklin; $0P : \infty\breve{P}\infty$ oder $P : M = 86^\circ 24'$ und $93^\circ 36'$, $\infty P' : \infty'P$ oder $T : l = 120^\circ 46'$, $P : x = 127^\circ 44'$ und $52^\circ 16'$, $P : T = 110^\circ 50'$, $P : l = 114^\circ 43'$ nach *Des Cloizeaux*; $\alpha = 94^\circ 3'$, $\beta = 116^\circ 29'$, $\gamma = 88^\circ 9'$; A.-V. = 0,6335 : 1 : 0,5577. Doch stimmen die Messungen keineswegs ganz überein, was z. Th. daher rühren mag, dass die Krystalle nicht ganz reiner Albit waren, sondern etwas Kalk (oder Kali) enthielten. Die Krystalle gewöhnlich tafelförmig durch Vorwalten von $\infty\breve{P}\infty$, oder kurz säulenförmig in der Richtung der Verticalaxe. Ueber die in Fig. 1 und 2 durch einen Pfeil angedeutete Richtung der Einsenkung von 0P vgl. S. 728.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $P = 0P$ | $v = {}_{,}P$ | $z = \infty'\breve{P}3$ | $e = 2_{,}\breve{P}'\infty$ |
| $M = \infty\breve{P}\infty$ | $T = \infty'P$ | $f = \infty\breve{P}'3$ | $x = {}_{,}\breve{P}_{,}\infty$ |
| $o = P_{,}$ | $l = \infty P'$ | $n = 2'\breve{P}_{,}\infty$ | $y = 2_{,}\breve{P}_{,}\infty$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $P : y = 97^\circ 53'$ | $T : l = 120^\circ 47'$ | $e : M = 136^\circ 46'$ | $v : T = 125^\circ 3'$ |
| $P : o = 57\ 49$ | $T : M' = 119\ 40$ | $n : M' = 133\ 10$ | $o : l = 123\ 6$ |
| $P : v = 55\ 53$ | $l : M = 119\ 34$ | $x : M = 86\ 21$ | $x : v = 154\ 8$ |
| $P : e = 136\ 50$ | $z : M' = 149\ 38$ | $o : M = 113\ 42$ | $x : o = 152\ 40$ |
| $P : n = 133\ 14$ | $z : T = 150\ 2$ | $v : M' = 119\ 31$ | $o : v = 126\ 48$ |
| $P : x = 99\ 51$ | $f : M = 149\ 36$ | $y : T = 137\ 33$ | $e : n = 90\ 4$ |
| $P : f = 106\ 16$ | $f : l = 149\ 58$ | $y : l = 134\ 18$ | |

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 1 ist eine einfache und sehr gewöhnliche Comb.; die verticalen Flächen sind meist vertical gestreift. Fig. 2 ist eine Comb. aller oben aufgeführten Partialformen.




Der Albit ist Zwillingsbildungen so gewöhnlich unterworfen, dass einfache Krystalle (z. B. am Schneeberg im Passeier) zu den Seltenheiten gehören; besonders häufig nach dem für die Plagioklase überhaupt üblichsten sog. Albitgesetz: Zwillingsebene das Brachypinakoid (oder Zwillingsaxe die Normale zu $M$), wodurch zwischen den beiderseitigen Flächen $P$ und $P'$ ein- und ausspringende Winkel von $172^\circ 48'$, zwischen $x$ und $x'$ dergleichen Winkel von $172^\circ 42'$ entstehen (vgl. Fig. 276, S. 139 und die oben stehende Fig. 3). Diese Zwillingsbildung wiederholt sich nun oftmals, und so entstehen zunächst Drillingskrystalle, wie Fig. 277, S. 139, weiterhin aber aus vielen, bisweilen aus hundert und mehr lamellaren Individuen bestehende polysynthetische Krystalle; nicht selten sind auch zwei Zwillingskrystalle dieser Art nach dem Gesetz der Karlsbader Orthoklaszwillinge verwachsen (Fig. 3a). — Sehr selten sind Zwillinge nach dem Gesetz: Zwillingsaxe die Verticalaxe, Zusammensetzungsfläche das Brachypinakoid (Fig. 4); die ein- und ausspringenden Winkel von $P$ und $x$ messen dann $172^\circ 45'$. Ebenfalls sehr selten ist eine dem Bavenoer Gesetz beim Orthoklas analoge Zwillingsbildung nach $2_{/}\breve{P}'\infty$. Ueber das häufige sog. Periklingesetz s. S. 732.

Sehr interessant sind die kleinen, höchstens halbzollgrossen Zwillinge des Albits in Dolomiten Savoyens (Col du Bonhomme, Villarodin, Roc-Tourné bei Bourget, auch ganz übereinstimmend an der Butte du Mont Cau im Circus des Pey du Hourat in den Pyrenäen). Die folgenden Bilder sind *G. Rose*'s Abhandlungen darüber entlehnt.

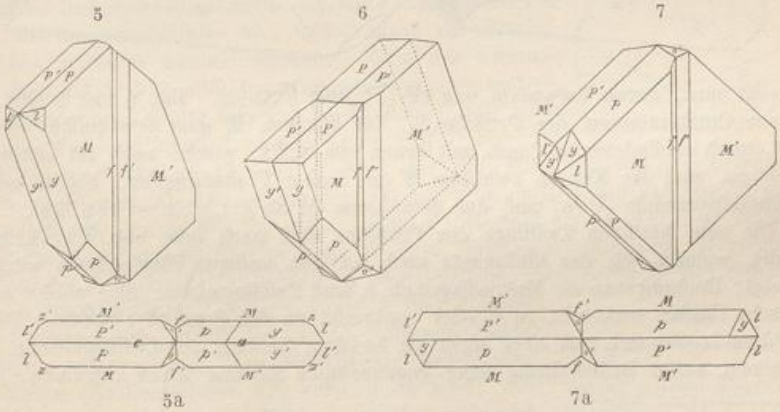



Fig. 5. Die Individuen sind, ebenso wie in Fig. 1 oder 3a, tafelartig durch Vorwalten von $\infty\breve{P}\infty$ ($M$) und werden ausserdem wesentlich von $0P$ ($P$), $2_{/}\overline{P}_{/}\infty$ ($y$), $P_{/}$ ($p$), $\infty P'$ ($l$) und $\infty'\breve{P}3$ ($f$) begrenzt[1]). Die Zwillinge sind zwar nach

[1]) Die Flächen des einen Individuums sind, wie in den Figuren 3 und 4, so auch in den

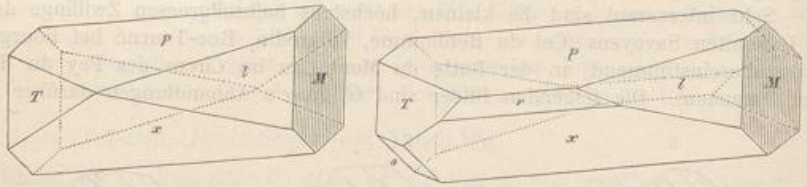
demselben Albitgesetz gebildet, wie in Fig. 3, aber dadurch ausgezeichnet, dass die Flächen $f$ beiderseits auf $M$ eine verticale Rinne bilden, und dass die Individuen jenseits der durch beide Rinnen bestimmten Verticalebene in entgegengesetzter Lage fortsetzen, folglich einen eigenthümlichen Durchkreuzungszwilling darstellen, wie dies insbesondere aus der Horizontalprojection Fig. 5a zu ersehen ist. Diese Zwillinge sind also Contact-Zwillinge in Bezug auf das Brachypinakoid, Durchkreuzungs-Zwillinge in Bezug auf das Makropinakoid. Noch besser geht dies hervor aus

Fig. 6, welche einen nach den basischen Spaltungsflächen $P$ durchbrochenen Krystall darstellt, in welchem die vorderen Flächen $P$ einen einspringenden, die hinteren Flächen $P$ einen ausspringenden Winkel bilden, so dass übers Kreuz $P$ und $P$, sowie $P'$ und $P'$ parallel liegen. — Zwei solcher Zwillinge bilden nun oft einen Doppelzwilling nach dem Karlsbader Gesetz des Orthoklases, dass nämlich die in $\infty\breve{P}\infty$ liegende Normale zur Verticalaxe Zwillingsaxe, und die Zusammensetzungsfläche abermals $M$ ist. Dabei sind aber die beiden inneren, unmittelbar an letzterer liegenden Krystalle meist als ausserordentlich dünne Lamellen ausgebildet, oder fehlen auch gänzlich, so dass nur die beiden äusseren Krystalle allein das Ansehen der ganzen Gruppe bestimmen, wie dies in

Fig. 7 dargestellt ist, welche nur die beiden äusseren Krystalle zeigt; denkt man sich in der Horizontalprojection Fig. 7a zwei, mit den Kanten zwischen $P'$ und $P$ parallele, sehr nahe liegende Linien gezogen, so würden diese die beiden lamellaren inneren Individuen andeuten. Die verticalen Rinnen in $M$ sind ebenso vorhanden, wie an den einfachen Zwillingen.

Während sich das Vorstehende auf die Krystalle des eigentlichen Albits bezieht, besitzen diejenigen der weissen, trüben und nur kantendurchscheinenden Varietät Periklin die Eigenthümlichkeit, dass sie meist nach der Makrodiagonale in die Länge

8 9




gestreckt sind, durch Vorwalten von $0P$ $(P)$ und $\bar{P}\infty$ $(x)$. Fig. 8 und 9 sind ein paar einfache Combinationen des Periklins[1]). Die Flächen $M$ sind gewöhnlich vertical gestreift durch oscillatorische Comb. mit denen von $\infty\breve{P}3$, welche auch oft untergeordnet erscheinen, und die Kanten zwischen $M$ und $l$ oder $T$ abstumpfen. Fig. 9 zeigt noch die Viertelpyramide $_4P$ $(o)$ und das Hemidoma $\frac{4}{3}\bar{P}\infty$ $(r)$; $r : x = 166^{\circ}\,49'$.

Die sehr häufigen Zwillinge des Periklins sind nach dem sog. Periklingesetz gebildet, welches wie das Albitgesetz auch bei den anderen Plagioklasen wiederkehrt; es lautet: Drehungsaxe die Makrodiagonale $b$, und Zwillingsebene (eine nicht krystallonomische Fläche) senkrecht zu $b$ oder senkrecht zu der Zone $0P : \infty\bar{P}\infty$. Die beiden Individuen lagern sich nun aber nicht zu beiden Seiten der Zwillingsebene, sondern erscheinen, unter Beibehaltung ihrer gegenseitigen Stellung über einander gelagert,

---

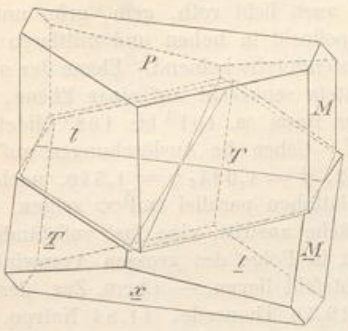
Figuren 5 bis 7 mit nicht accentuirten, die des zweiten mit accentuirten Buchstaben bezeichnet. Basis und Makrodiagonale senken sich nach der älteren Aufstellung nach links ein; $T$ und $l$ sind vertauscht.

1) Da auch diese Figg. 8 und 9 des Periklins nach den Originalen von *G. Rose* copirt sind, so erscheinen sie in anderer Stellung als die des Albits, nämlich so, dass sich die Basis und die Makrodiagonale nach links einsenken.

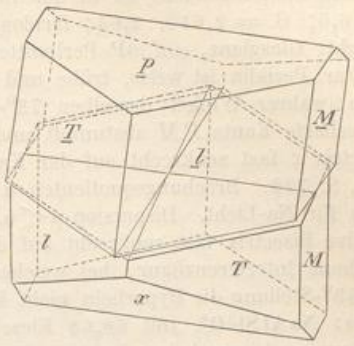
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

so dass die Zwillingsebene nicht zugleich Berührungsebene ist. Wären nun die beiden Individuen mit den einander zugewendeten *P*-Flächen verwachsen, so würden sich die *M*-Flächen nur in je einem Punkte schneiden. Dies zeigt Fig. 10 und 11, bei welchen,

10




11




wenn die eine Hälfte des Zwillings 180° um die gemeinsame Makrodiagonale gedreht wird, sie in die Stellung der anderen Hälfte kommt; Fig. 10 weist das obere Individuum in der normalen, das untere in der um 180° gedrehten Stellung auf, in Fig. 11 ist dies gerade umgekehrt. In Wirklichkeit aber verwachsen die beiden Individuen in dem sog. »rhombischen Schnitt«, d. h. nach einer Ebene, deren Schnittfläche mit dem Prisma *Tl* einen Rhombus liefert (vgl. auch Anorthit). Dies hat ein vollständiges Aufeinanderpassen beider Zwillingshälften zur Folge. Da der rhombische Schnitt der Basis nicht parallel geht, so zeichnet auch dessen Schnittlinie auf *M* eine Linie, welche mit der Kante *PM* einen Winkel bildet. Wenn nun dabei im einfachsten Falle die *M*-Flächen beider Individuen auf der einen Seite einen einspringenden, auf der anderen Seite einen ausspringenden Winkel liefern müssten (Fig. 12), so geschieht es in Folge einer Durchkreuzung beider Individuen meistens, dass beiderseits einspringende Winkel erscheinen. Der Winkel jener Schnittlinie mit der Kante *PM* hängt nun, wie *G. vom Rath* gezeigt hat, bei den Plagioklasen von dem Winkel $\gamma$ (ebenem Winkel der brachydiagonalen und makrodiagonalen Axe) und somit auch von ihrem Mischungsverhältniss ab, und könnte zur Berechnung des letzteren benutzt werden. Wird das schematische Bild auf S. 729 mit dem Gegensatz von + und — zu Grunde gelegt, so ist dieselbe bei Periklin (Albit) nach vorne zu weniger geneigt als die Kante *PM*, bildet mit dieser einen Winkel + 13° bis + 22°; bei der Mischung $Ab_3An_1$ beträgt dieser Winkel + 4°, bei $Ab_1An_1$ — 2° (hier ist sie also nach vorne steiler abwärts geneigt), bei $Ab_1An_3$ — 9°, bei dem Endglied Anorthit ca. — 18°. — Auch dieses Periklingesetz wiederholt sich oftmals, so dass Zwillingsstreifung auf *M* erscheint.

12

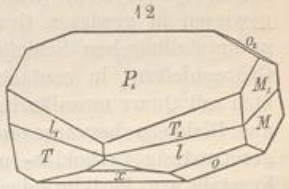
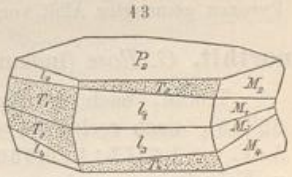



Fig. 13 zeigt einen Doppelzwilling des Periklins vom Scopi in der Schweiz, bei welchem die Individuen 1 und 2 sowie 3 und 4 nach dem Periklingesetz verbunden sind, während beide Zwillinge, entsprechend dem Manebacher Gesetz des Orthoklases (Zwillingsebene 0P) verwachsen sind; die 4 Individuen besitzen parallele Makrodiagonalen, zweierlei Richtungen der Brachydiagonalen, und eine vierfache Stellung der Verticalaxen. Auf den zusammengesetzten *M*-Flächen convergiren die Grenzen der 4 Individuen nach rückwärts; die mittlere Zwillingskante ist genau parallel der Kante *PM*. Die *T*-Flächen sind matt und mit Chlorit überzogen.

13



Der Albit findet sich auch in individualisirten Massen, als körnige, schalige und strahlige Aggregate, sowie eingesprengt; bisweilen pseudomorph nach Skapolith, Laumontit und Analcim (Arudy in den Pyrenäen). — Spaltb. basisch vollk., nach dem Brachypinakoid etwas weniger vollk., hemiprismatisch nach $\infty P'$ (*l*) unvollk.; die basische Spaltungsfläche ist in der Regel mit einer Zwillingsstreifung versehen; H. = 6...6,5; G. = 2,61...2,64; farblos, weiss, auch licht roth, gelb, grün und braun gefärbt; Glasglanz, auf 0P Perlmutterglanz, pellucid in hohen und mittleren Graden; die Var. Periklin ist weiss, trübe und blos kantendurchscheinend. Ebene der optischen Axen (wahrer Winkel derselben 73°—74°) stets senkrecht auf einer Ebene, welche die scharfe Kante *PM* abstumpft und mit der Basis ca. 101° bis 102° bildet; spitze Bisectrix c fast senkrecht auf der Kante *PM*. Ueber die Auslöschungen auf *P* und *M* s. S. 729. Brechungsquotienten $\alpha = 1{,}532$, $\beta = 1{,}534$, $\gamma = 1{,}540$, nach *Michel Lévy* für Na-Licht. Dispersion $\rho < \upsilon$. Spaltblättchen parallel $\infty\breve{P}\infty$ zeigen, weil die positive Bisectrix fast senkrecht auf dieser Fläche austritt, eine fast vollständige verschobene Interferenzfigur, bei welcher jedoch in Folge des grossen Axenwinkels bei der 45°-Stellung die Hyperbeln nicht im Gesichtsfeld liegen. — Chem. Zus. des reinen Albits: $NaAlSi^3O^8$, mit 68,68 Kieselsäure, 19,48 Thonerde, 11,84 Natron. Kalk, herstammend von beigemischtem Anorthit, ist fast in jeder Analyse nachgewiesen, wenn auch meist unter 1 pCt., und nur selten zwischen 1 und 2 pCt.; Kali wird nur in wenigen Analysen gänzlich vermisst, ist in vielen zwar nur unter 1 pCt., in einigen aber von 1 bis 2 pCt. vorhanden; die Perikline scheinen etwas kalireicher (oft bis 2,5 pCt.) zu sein als die eigentlichen Albite; immerhin aber spielt Kali hier nicht diejenige Rolle, wie Natron in den Orthoklasen. Albit als reiner normaler Natronfeldspath dürfte jedenfalls eine grosse Seltenheit sein. V. d. L. schmilzt er schwierig und färbt dabei die Flamme deutlich gelb; von Säuren nicht angegriffen; das Pulver zeigt alkalische Reaction. — Aufgewachsen auf Klüften von Silicatgesteinen vielorts, der Periklin insbesondere auf Klüften von alpinen Chloritschiefern: Penig, Siebenlehn in Sachsen, Hirschberg in Schlesien, Zöptau in Mähren, St. Gotthard, Thusis, Piz Valatsch am Scopi, Weidalpe im salzburger Habachthal, Pfunders, Schmirn u. a. O. der Alpen, Elba. Eingewachsen als vollständig ausgebildete Kryställchen in einigen dichten Dolomiten. Als Gemengtheil der eruptiven Massengesteine spielt er keine hervorragende Rolle (Albit oder wenigstens ein sehr albitähnlicher Plagioklas nachgewiesen in gewissen Graniten, Eläolithsyeniten, Phonolithen), vielverbreitet dagegen in krystallinischen Schiefern, Gneissen, Phyllitgneissen, Sericitgneissen, Porphyroiden, Grünschiefern, in contactmetamorphischen Adinolen; als oft einfache Individuen vielfach mit Quarz mosaikartig verwachsen in den durch metamorphosirenden Gebirgsdruck aus Diabasen hervorgegangenen schieferigen Gesteinen. Nicht selten überkrustet Albit gesetzmässig Orthoklas- und Mikroklinkrystalle (s. S. 723); auch kommen umgekehrt Krystalle von Periklin oder Albit mit kleinen Adularen besetzt vor, wobei die Zone *TlM* ebenfalls gemeinsam ist.

Der Peristerit (von Perth und Bathurst in Canada) und Olafit (von Snarum) ist nur Albit und Periklin. — Auch der stilbitähnliche Zygadit, welcher auf dem Schiefer von Andreasberg mit Quarz und Zinkblende in dünnen, spitz rhombischen, nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingten Tafeln vorkommt, ist nichts anderes als ächter Albit. — In dem grünlichgrauen bis olivengrünen Hyposklerit von Arendal liegt höchst wahrscheinlich ein mit etwas Pyroxen gemengter Albit vor.

## Anorthit, *G. Rose* (Indianit, Christianit).

Triklin; nach *Marignac* ist $\infty'P : \infty P' = 120° 31'$, $0P : \infty\breve{P}\infty$ nach links $85° 50'$, nach rechts $94° 10'$, $\infty'P : \infty\breve{P}\infty = 117° 33'$, $\infty P' : \infty\breve{P}\infty = 121° 56'$. A.-V. = 0,6347 : 1 : 0,5501. Man kennt bis jetzt namentlich durch *vom Rath* und *v. Kokscharow* an den vesuvischen Krystallen allein 32, an dem Anorthit überhaupt aber mehr als 40 verschiedene Partialformen, von denen in nachstehenden Bildern enthalten sind:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

| Pinakoide und Hemiprismen | Makrod. Hemidomen | Brachyd. Hemidomen | Viertelpyramiden verschiedener Art | |
|---|---|---|---|---|
| $P = {}_0P$ | $t = {}_2'\breve{P}'\infty$ | $e = 2,\breve{P}'\infty$ | $m = {}_{'}P$ | $w = 4,\breve{P}2$ |
| $h = \infty\breve{P}\infty$ | $q = \frac{2}{3},\breve{P},\infty$ | $r = 6,\breve{P}'\infty$ | $a = {}_{'}P$ | $b = 4'\breve{P}2$ |
| $M = \infty\breve{P}\infty$ | $x = {}_{,}\breve{P},\infty$ | $k = \frac{2}{3}'\breve{P},\infty$ | $o = {}_{P,}$ | $\pi = 3\,\breve{P},2$ |
| $T = \infty'P$ | $y = 2,\breve{P},\infty$ | $n = 2'\breve{P},\infty$ | $p = {}_{,}P$ | $\mu = 4,\breve{P}2$ |
| $l = \infty P'$ | | $c = 6'\breve{P},\infty$ | $u = 2P,$ | $d = 4\,\breve{P},2$ |
| $z = \infty'\breve{P}3$ | | | $g = 2,P$ | $s = \frac{4}{3},\breve{P}2$ |
| $f = \infty\breve{P}'3$ | | | $v = 4\breve{P},2$ | $i = \frac{4}{3}\breve{P},2$ |

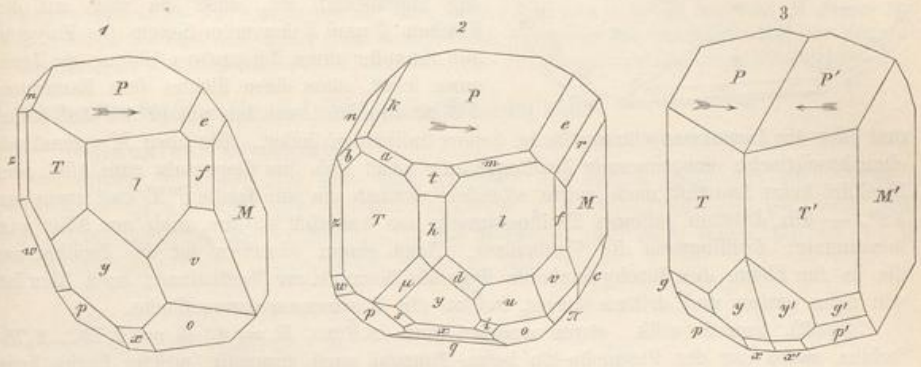
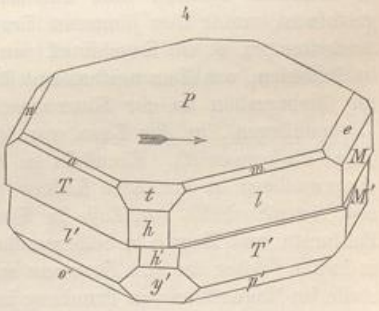



Fig. 1 ist eine Comb. von 14 Partialformen, einfacher Krystall; Fig. 2 eine für die Bestimmung aus den Zonen sehr geeignete Comb. aller oben aufgeführter Partialformen (mit Ausnahme von $g$). Krystalle bald kurz säulenförmig nach der Verticalaxe, bald ebenso nach der Brachydiagonale, bisweilen auch nach den Polkanten einer Hemipyramide, endlich auch tafelförmig wenn 0P sehr vorwaltet.

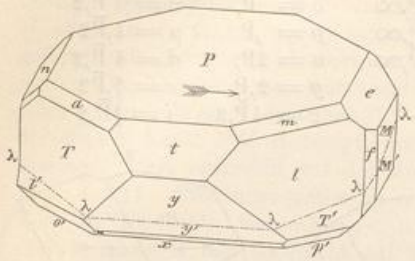
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $P : M =$ | 94°10′ | $P : e =$ | 137°22′ | $T : a =$ | 144°50′ | $p : P' =$ | 125 43′ |
| $P : M' =$ | 85 50 | $P : r =$ | 112 19 | $l : m =$ | 147 24 | $l : o =$ | 123 45 |
| $P : T =$ | 110 40 | $P : k =$ | 161 22 | $P : h =$ | 116 3 | $l : u =$ | 150 44 |
| $P : l =$ | 114 7 | $P : n =$ | 133 14 | $M : h =$ | 92 54 | $g : T =$ | 149 38 |
| $M' : T =$ | 117 33 | $P : t =$ | 138 32 | $T : z =$ | 148 33 | $y : P' =$ | 98 46 |
| $M : l =$ | 121 56 | $P : a =$ | 145 50 | $l : f =$ | 151 25 | $x : P' =$ | 128 34 |
| $T : l =$ | 120 31 | $P : m =$ | 146 43 | $p : T =$ | 123 37 | $q : P' =$ | 145 14 |

Zwillingskrystalle ganz gewöhnlich, und nach verschiedenen Gesetzen. Bei weitem am häufigsten ist das im Gebiet der triklinen Feldspathe herrschende sog. Albitgesetz: Zwillingsebene und Verwachsungsebene das Brachypinakoid (Fig. 3); die ein- und ausspringenden Winkel der beiderseitigen Flächen $P$ und $P'$ messen 171°40′. Diese Zwillingsbildung wiederholt sich nicht selten in der Weise, dass eine Lamelle, oder einige Lamellen einem grösseren Krystall eingeschaltet sind, doch niemals so vielfach und mit so schmalen Lamellen wie beim Albit oder Oligoklas. — Ein zweites Gesetz ist genau dasjenige, welches S. 732 als Periklingesetz aufgeführt wurde: Zwillingsebene senkrecht zur Makrodiagonale. Bei Fig. 4 liegen die beiden Individuen, indem das untere um die Makrodiagonale durch 180° gegen das obere gedreht ist, einfach mit ihren einander zugewendeten $P$-Flächen übereinander, und weil letztere für beide Individuen die unteren sind, befindet sich die einspringende



Kante der beiderseitigen *M*-Flächen zur linken Hand. Weit häufiger jedoch berühren sich auch hier die Individuen nicht in den beiderseitigen *P*-Flächen, sondern in der Fläche des beim Periklin genannten rhombischen Schnitts (Fig. 5); die durch punktirt-gestrichelte Linien angegebenen Ausstriche dieser Fläche bilden auf der Oberfläche des Zwillings eine in sich zurücklaufende polygonale ebene Figur, $\lambda \ldots \lambda$, welche eine Durchschnittsebene beider Individuen von der Eigenschaft ist, dass die vier auf den Flächen *T* und *l* liegenden Seiten des Polygons mit einander einen Rhombus bilden; die Rechnung lehrt, dass diese Fläche dem Hemidoma $\frac{3}{7}'\breve{P}'\infty$ angehört, welches mit 0P 15° 59′ bildet, und hier die Zusammensetzungsfläche beider Individuen liefert. Die über *M* verlaufende charakteristische einspringende Zwillingskante neigt sich (im Gegensatz zum Albit oder Periklin) beim Anorthit nach vorne steiler abwärts als die Kante *PM* und zwar um 18°. — Ein drittes seltenes Zwillingsgesetz am Anorthit ist das auch am Albit vorkommende: Zwillingsaxe die Verticalaxe. Nach einem vierten ist die Zwillingsaxe die in der Ebene des Brachypinakoids liegende Normale zur Verticalaxe; auch hier ist, wie beim ersten und dritten Gesetz, $\infty\breve{P}\infty$ die Zusammensetzungsfläche.

5




Spaltb. basisch vollk., etwas weniger nach $\infty\breve{P}\infty$; H. = 6; G. = 2,73...2,76; farblos, weiss (an der Pesmeda-Alp beim Monzoni auch rosaroth, welche Farbe beim Glühen verschwindet). Glasglanz, durchsichtig und durchscheinend. Ueber die Auslöschungsrichtungen auf *P* und *M* s. S. 729. Brechungsquotienten $\alpha = 1{,}574$, $\beta = 1{,}579$, $\gamma = 1{,}586$. Dispersion $\rho > \upsilon$. Spaltblättchen parallel 0P und $\infty\breve{P}\infty$ zeigen seitlichen Austritt der einen oder anderen optischen Axe, die Axenpunkte liegen am Rande des Gesichtsfelds; Lemniscaten sind nicht sichtbar. — Chem. Zus. des reinen Anorthits: $CaAl^2Si^2O^8$, mit 43,16 Kieselsäure, 36,72 Thonerde, 20,12 Kalk. Doch enthalten wohl alle Anorthite etwas Alkali, namentlich Natron (als isomorph beigemischte Albitsubstanz), weshalb der Kieselsäuregehalt etwas höher ausfällt; Magnesia ist in ganz geringer Menge wohl durch Umwandlung aufgenommen. Salzsäure zersetzt ihn vollständig unter Abscheidung von pulveriger oder gelatinöser Kieselsäure; auch zu natürlicher Zersetzung ist er mehr als andere Feldspathe geneigt, was der Wassergehalt vieler Abänderungen erweist. V. d. L. schmilzt er ziemlich schwer. Das Pulver zeigt rasch und deutlich eine alkalische Reaction. — Aufgewachsene Krystalle in den Drusenhöhlen der Auswürflinge der Somma am Vesuv, in den Hohlräumen des Dolerits der Cyklopen-Inseln (sog. Cyklopit), auf Contactlagerstätten an der Pesmeda-Alp und im Toal Rizzoni am Monzoni. Eingewachsen als Gemengtheil basischer Gesteine, so in manchen Dioriten und Diabasen, insbesondere in Gabbros, Noriten und Olivingesteinen, unter den jüngeren Eruptivmassen in vielen Basalten, Basaltlaven, einigen Andesiten; z. B. im Kugeldiorit von Corsica, im Gabbro bei Harzburg und bei Neurode in Schlesien, von Hammerfest und Rådmansö, im Diorit des Berges Yamaska in Canada, im Olivingestein an der Skurruvaselv bei Trondhjem, im Andesit des Aranyer Berges (Siebenbürgen), in der Lava von Aphroessa (Santorin), in der Thjorsá-Lava der Hekla (sog. Thjorsauit). Ebenfalls in Amphiboliten der krystallinischen Schiefer. Ferner eingewachsen in körnigen Kalken (hierher gehört auch der schmutzig blassröthliche sog. Amphodelit von Lojo in Finnland, der schön rosenrothe Rosellan von Åker, Baldursta und Magsjö in Södermanland). Als körnige Matrix des Korunds von Carnatic in Indien (daher der von *Bournon* schon 1817 gebrauchte Name Indianit). Grüne Krystalle im Magnetkies von Tunaberg in Schweden, von Lojo und Orijärfvi in Finnland (sog. Lepolith und der durch Wasseraufnahme etwas veränderte Linsëit, richtiger Lindsayit). Zufolge *Mallard* als kaustisches Product von brennenden Steinkohlenflötzen in deren Hangendem zu Commentry in Frankreich; auch in den Meteorsteinen von Juvenas und Stannern.

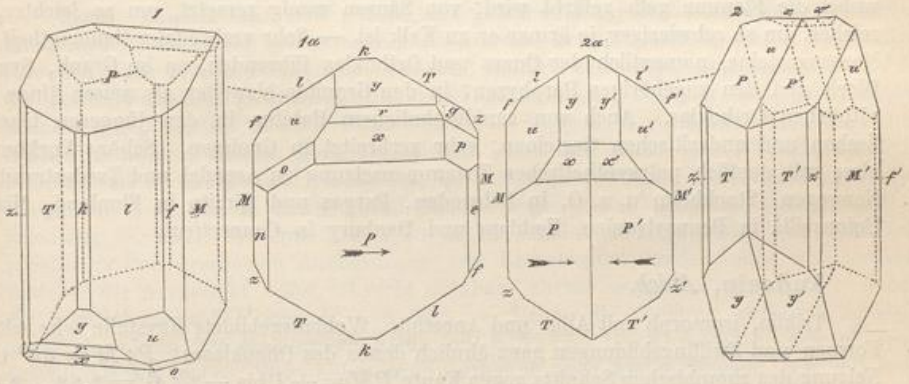
Weiterhin gehören zum Anorthit der rosenrothe bis carminrothe sog. Polyargit aus dem Syenit von Tunaberg und dem Kalkstein von Baldursta, der Tankit von Arendal, der Esmarkit von Bräkke in Norwegen. Der Latrobit oder Diploit von der Insel Amitok in Grönland ist zwar krystallographisch noch etwas zweifelhaft, sonst aber als ein rosenrother bis pfirsichblüthrother Anorthit charakterisirt, in welchem jedoch der Kalk nur von 8 bis 10 pCt. vorhanden ist, wogegen 6 bis 7 pCt. Kali und 3 bis 4 pCt. Manganoxydul zugegen sind.

Zum Anorthit gehört zufolge *Morozewicz* auch der Plagioklas, welcher an dem Flüsschen Borsowka und bei Kasli im uralischen Bergbezirk Kyschtym mit reichlichem Korund, auch mit Ceylanit und Biotit ein (Kyschtymit genanntes) Gestein in Form eines sehr mächtigen Ganges oder Stocks bildet; in früher gefundenen Geröllen war von *G. Rose* dies den Korund begleitende weisse Mineral als ein besonderes mit dem Namen Barsowit belegt worden; *M. Bauer* hatte in solchen Geröllen auf Grund einer Analyse von *Friederici* die chemische Uebereinstimmung des Minerals mit Anorthit erkannt, dasselbe aber für rhombisch oder monoklin gehalten.

## Kalknatronfeldspath und Natronkalkfeldspath.

### Oligoklas, *Breithaupt.*

Triklin, isomorph mit Albit und Anorthit, aus beiden gemischt; $0P : \infty\breve{P}\infty = 86^\circ 32'$ und $93^\circ 28'$, $\infty P' : \infty' P = 120^\circ 42'$ nach *Des Cloizeaux* und *vom Rath*; Krystalle selten, meist ähnlich denen des Periklins oder auch jenen des Albits, wie z. B. die sehr schön ausgebildeten Krystalle vom Vesuv.



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $P = 0P$ | $u = 2P_{,}$ | $l : T$ | $= 120^\circ 53\frac{1}{2}'$ | $M : k =$ | $91^\circ 36'$ |
| $M = \infty\breve{P}\infty$ | $p = {}_{,}P$ | $M : l$ | $= 120\ 46\frac{1}{2}$ | $P : x =$ | $128\ 3$ |
| $k = \infty\bar{P}\infty$ | $g = 2_{,}P$ | $M : P$ links | $= 86\ 32$ | $P : y =$ | $98\ 7\frac{1}{2}$ |
| $l = \infty P'$ | $x = {}_{,}\bar{P}_{,}\infty$ | $M : P$ rechts | $= 93\ 28$ | $P : k =$ | $116\ 13$ |
| $T = \infty' P$ | $y = 2_{,}r_{,}\infty$ | $M : T$ | $= 118\ 20$ | $P : o =$ | $122\ 10$ |
| $z = \infty'\breve{P}3$ | $r = \frac{4}{3}{}_{,}\bar{P}_{,}\infty$ | $P : T$ | $= 111\ 12$ | $P : l =$ | $114\ 21$ |
| $f = \infty r'3$ | $n = 2'\breve{P}\infty$ | $M : u$ | $= 121\ 47$ | $e : n =$ | $90\ 35$ |
| $o = P_{,}$ | $e = 2\breve{P}'\infty$ | $P : u$ | $= 95\ 3$ | $l : u =$ | $150\ 36$ |

Fig. 1 und die Horizontalprojection 1a stellt das ideale Bild eines einfachen Krystalls dar; die Axen $a$ und $b$ sind bis auf 4′ rechtwinkelig auf einander, die Basis ist also fast genau ein Rhombus.

Fig. 2 nebst der Horizontalprojection 2a zeigt nach dem gewöhnlichen Albitgesetz als Zwillingsebene das Brachypinakoid; $T : T' = 123^\circ 20'$, $P : P' = 173^\circ 4'$ einspringend, $y : y' = 179^\circ 9'$, $x : x' = 175^\circ 50'$, am oberen Ende des Zwillings ebenfalls einspringend. — Die Krystalle aus den Trachyten des Antisana (Andes) stimmen mit diesen vom Vesuv überraschend überein.

Ferner erscheinen am Vesuv noch Zwillinge nach zwei anderen Gesetzen; überhaupt aber ist Zwillingsbildung sehr häufig, meist nach denselben Gesetzen wie bei

Albit und Periklin (darunter auch das mit der makrodiagonalen Zwillingsaxe hier wiederkehrt), oft mit vielfacher Wiederholung; nicht selten erscheint eine gleichzeitige doppelte Zwillingsbildung sowohl nach dem sog. Albitgesetz als nach dem Periklingesetz. Neigung des rhombischen Schnitts gegen Kante $PM = +9^\circ$ bis $+3^\circ 22'$. — Spaltb. basisch vollk., nach dem Brachypinakoid ziemlich vollk.; Spaltungsstücke von Bakersville in Nordcarolina zeigen Theilbarkeit nach einer Tetartopyramide. Die basische Spaltungsfläche meist mit ausgezeichneter Zwillingsstreifung, welche oft hundertfältig, mikroskopisch fein und nicht selten stellenweise absetzend oder unterbrochen ausgebildet ist. H. = 6; G. = 2,65...2,67; graulich-, gelblich- und grünlichweiss, auch gelblichgrau bis gelb und roth, grünlichgrau bis grün; Fettglanz, auf der Spaltungsfläche 0P Glasglanz; gewöhnlich trüb und nur in Kanten durchscheinend, bisweilen bis halbdurchsichtig; selten durch regelmässig interponirte Schuppen von Eisenrahm als sog. Sonnenstein ausgebildet, wie die Var. von Tvedestrand. Die optischen Axen liegen ähnlich, wie im Albit; ihre spitze positive Bisectrix ist fast normal auf dem Brachypinakoid, in den entsprechenden Spaltungslamellen liegen im convergenten pol. Licht die Axenpunkte noch weiter aus dem Gesichtsfeld als beim Albit; auf $P$ kein Axenbild. Ueber die Auslöschung auf $P$ und $M$ s. S. 729. — Ueber die Stellung des Oligoklases in der isomorphen Mischungsreihe vgl. S. 727f.; die meisten enthalten auch eine kleine Menge von Kali. Der Kieselsäuregehalt geht von ca. 62 bis 65 pCt. — V. d. L. schmilzt er leichter als Orthoklas, etwas schwerer als Albit zu klarem Glas, wobei die Flamme gelb gefärbt wird; von Säuren wenig zersetzt, um so leichter, je reicher, um so schwieriger, je ärmer er an Kalk ist. — Sehr verbreiteter Gemengtheil der Massengesteine, namentlich der Quarz und Orthoklas führenden, so im Granit, Syenit, Diorit und den zugehörigen Porphyren; in den Graniten bisweilen als weisse Rinde um röthlichen Orthoklas. Auch von sanidinähnlichem Habitus in den jüngeren trachytischen und andesitischen Gesteinen; sehr verbreitet in Gneissen. Schöne Vorkommnisse mit deutlich polysynthetischer Zusammensetzung zu Arendal und Tvedestrand in Norwegen, Stockholm u. a. O. in Schweden, Pargas und Kimito in Finnland, Miask, Unionsville in Pennsylvanien, Haddam und Danbury in Connecticut.

### Andesin, *Abich.*

Triklin, isomorph mit Albit und Anorthit. Wohlausgebildete Krystalle sehr selten, Formen und Zwillingsbildungen ganz ähnlich denen des Oligoklases; $P : M = 86^\circ 14'$; Neigung des rhombischen Schnitts gegen Kante $PM = +1$ bis $-2^\circ$; G. = 2,68...2,69. Ueber die Stellung in der Reihe zwischen Oligoklas und Labradorit vgl. S. 727f. Der Kieselsäuregehalt liegt zwischen 62 und 55,5 pCt. — In alten und jungen Eruptivgesteinen als Gemengtheil, z. B. im Tonalit des Adamello, in vielen Andesiten Ungarns und der Anden, im blauen Porphyr des Esterel, auch wohl in Basalten und Doleriten; im Bimssteintuff des Arcuentu auf Sardinien; zu Ojamo in Finnland labradorisirend, wohlkrystallisirt, periklinartig nach der Makrodiagonale verlängert. Auf Erzlagerstätten (der grüne Feldspath in dem Kieslager bei Bodenmais, früher als Oligoklas geltend, ist Andesin, $Ab_1 An_1$, auch der ebenfalls von Magnetkies begleitete grüne von Orijärfvi).

### Labradorit (Labrador).

Triklin, isomorph mit Albit und Anorthit; $P : M = 86^\circ 29'$, $T : l = 120^\circ 18'$, $T : P = 110^\circ 38'$, $T : M = 118^\circ 38'$. Krystalle fast immer eingewachsen; auch in individualisirten Massen und in körnigen bis dichten Aggregaten, wobei fast immer eine vielfach wiederholte Zwillingsbildung und lamellare Zusammensetzung nach denselben Gesetzen wie bei Albit oder Periklin zu beobachten ist, mit abwechselnd ein- und ausspringenden Winkeln; auch Sammelindividuen, an welchen mehre Zwillingsbildungen sich betheiligen; vgl. nachstehende, von *Tschermak* gegebene Abbildungen von Labradoritkrystallen aus dem Quarz-Andesit von Verespatak, bei denen die durch Zwillingsbildung nach $\infty\breve{P}\infty$ auf 0P ($P$) erscheinende Zwillingsstreifung weggelassen ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 1. Zwei Labradorite, jeder lamellar verzwillingt nach $\infty\breve{P}\infty$, sind wie die Karlsbader Orthoklaszwillinge verwachsen. Bei demselben Doppelzwilling Fig. 2 erfolgt aber die Berührung in der That an der Zwillingsfläche $\infty\bar{P}\infty$.

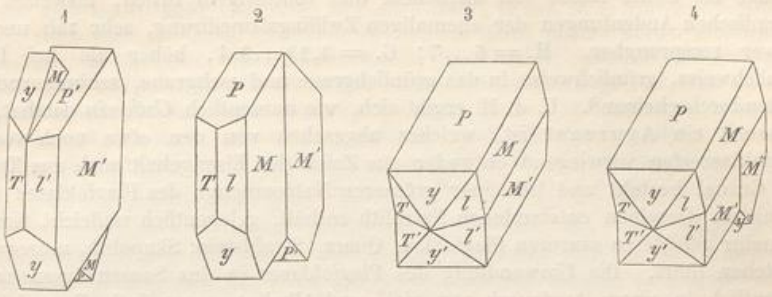



Fig. 3. Zwei lamellar-polysynthetische Krystalle, so verwachsen, dass 0P Zwillingsebene ist (entsprechend dem Manebacher Gesetz Fig. 9 beim Orthoklas).

Fig. 4. Doppelte Verwachsung dreier polysynthetischer Krystalle nach Fig. 2 und 3. Auch gibt es polysynthetische Krystalle, welche nach dem Bavenoer Gesetz des Orthoklases zu Doppelzwillingen verwachsen sind.

Spaltb. basisch sehr vollk., nach *M* ziemlich vollk., jedoch an verwitterten Varietäten nach *H. Vogelsang* vollkommener als basisch; hemiprismatisch rechts oder links, bisweilen nach beiden Richtungen, unvollk.; zufolge *Obermayer* spaltbar nach $\infty\breve{P}5$; die Spaltungsflächen gewöhnlich mit Zwillingsstreifung. Neigung des rhombischen Schnitts gegen Kante $PM = -9^{\circ}$ bis $-14^{\circ}$. — H. = 6; G. = 2,69...2,72 bei reiner frischer Substanz; farblos, doch verschieden weiss und grau, auch röthlich, bläulich, grünlich und anders gefärbt; Glasglanz, auf der Spaltungsfläche *M* oft fettartig; durchscheinend, meist nur in Kanten; auf $\infty\breve{P}\infty$ zeigen viele Varietäten schöne Farbenwandlung (S. 257); die optischen Axen liegen ähnlich wie im Albit. Auf Plättchen parallel $\infty\breve{P}\infty$ erscheinen Andeutungen von Lemniscaten, indem eine Axe seitlich austritt, der Axenpunkt selbst ist nicht sichtbar; ebenso verhält es sich auf 0P. Ueber die Auslöschung auf *P* und *M* s. S. 729. — Ueber die Stellung zwischen Andesin und Bytownit in der isomorphen Reihe vgl. S. 727f. Die Kieselsäure schwankt von ca. 50 bis 55,5 pCt. Viele Labradorite enthalten ganz kleine Mengen von secundär aufgenommenem Wasser. — V. d. L. schmilzt er noch etwas schwerer als Oligoklas; von conc. Salzsäure wird das sehr feine Pulver nach längerem Erhitzen zersetzt. — Verbreiteter Gemengtheil vorwiegend der basischeren Eruptivgesteine, in denen Quarz und Orthoklas zurücktreten, in Dioriten, Diabasen und deren Porphyren, Melaphyren, Basalten, in Noriten und Gabbros (hier oft gleichzeitig nach dem Albit- und Periklingesetz sehr scharf verzwillingt sowie in Folge feinster Interpositionen grau, bläulich, bräunlich). Schöne farbenspielende Varr. in Volhynien und der Gegend von Kiew (Kamenoibrod), namentlich von der Pauls-Insel und der benachbarten Küste von Labrador.

**Gebrauch.** Die schön farbenwandelnden Varietäten des Labradorits werden zu Ringsteinen, Dosen, Knöpfen und mancherlei Ornamenten verschliffen.

*Tschermak* bezeichnet als Bytownit Zwischenglieder zwischen Anorthit und Labradorit, welche von **An** bis $\mathbf{Ab_1An_3}$ (oder von $\mathbf{Ab_1An_6}$ bis $\mathbf{Ab_1An_3}$) gehen. Der Name stammt von einem Vorkommniss in Canada, welches allerdings nach *Zirkel* gar kein einfaches Mineral, sondern ein Gemenge aus vorwaltendem Anorthit, Hornblende, Quarz und Magnetit ist. Doch thut dies der Verwendbarkeit des Namens keinen Eintrag.

Die Umwandlungsvorgänge der Plagioklase fallen grösstentheils mit denen des Orthoklases zusammen. Auch hier entstehen vor allem vielfach Kaolin und Muscovit unter gleichzeitiger Ausscheidung von Quarz, ebenfalls von Calcit (letzteres namentlich bei den kalkreichen basischen Gliedern). Ferner wird eine Herausbildung von gelblichgrünen bis farblosen Körnchen und Stengelchen lebhaft polarisirenden und

stark lichtbrechenden Epidots nicht selten angetroffen. Spärlich ist eine Umwandlung in Zeolithe, Skapolith, Prehnit, Amphibol, Opal. Eine sehr häufige eigenthümliche Veränderung basischer Plagioklase erfolgt aber in den sog. Saussurit, eine meist feinkörnige bis dichte Masse von unebenem und splitterigem Bruch, bisweilen noch mit sporadischen Andeutungen der ehemaligen Zwillingslamellirung, sehr zäh und äusserst schwer zersprengbar. H. = 6...7; G. = 3,23...3,4, höher als bei Plagioklas; graulichweiss, grünlichweiss in das grünlichgraue und aschgraue, schimmernd bis matt, kantendurchscheinend. U. d. M. ergibt sich, wie namentlich *Cathrein* darthat, dass der Saussurit ein Aggregat ist, welches abgesehen von den etwa noch vorhandenen Plagioklasresten vorwiegend entweder aus Zoisit (bei Eisengehalt auch aus Epidot) oder aus Granat besteht und bei einer grösseren Natronmenge des Plagioklases auch wohl vermittels derselben entstandenen Natrolith enthält, gelegentlich vielleicht ferner etwas secundär gebildeten saureren Plagioklas, Quarz, Strahlstein, Skapolith, muscovitähnliche Blättchen führt. Die Umwandlung des Plagioklases in das Saussuritgemenge besteht wesentlich in einem Austausch von $SiO^2$ und Alkalien gegen CaO, Fe und $H^2O$. Alle Uebergänge kommen vor zwischen frischem Plagioklas und mehr oder weniger weit gediehener Saussuritbildung. Saussurit bildet namentlich einen Gemengtheil gewisser Gabbros mit Diallag oder Smaragdit: Val d'Orezza auf Corsica, Monte Rosa-Gebiet, Mont Genèvre, Wurlitz bei Hof.

Auf den Jakobsberger Mangangruben findet sich mit Schefferit und Manganophyll der Celsian (*Hj. Sjögren*), ein dem Anorthit entsprechender Baryumplagioklas, in derben Stücken. Triklin, spaltb. nach *P* vollk., ziemlich deutlich nach *M*, weniger deutlich prismatisch; $P:M = 89°37'$; Auslöschungsschiefe gegen Kante *PM* auf *P* 3°10′, auf *M* 26°45′; G. = 3,37. Chem. Zus.: $BaAl^2Si^2O^8$, wobei 39,72 pCt. Baryt gefunden wurden; vgl. Hyalophan S. 723. — *Des Cloizeaux* beschrieb einen anderen Baryumplagioklas unbekannten Fundorts von ungefähr der Zus. eines Oligoklases, dessen Ca grösstentheils durch Ba (7,3 pCt. Baryt) ersetzt ist.

## 18. Zeolithgruppe.

Wasserhaltige, meist gut krystallisirte und aufgewachsene Silicate von Aluminium (mit Ausnahme z. B. des Apophyllits) und namentlich von Calcium und Natrium; Mg und Fe sind aus der Mischung ausgeschlossen. Fast sämmtlich an sich farblos und nur selten gefärbt, durchsichtig bis durchscheinend, gewöhnlich glasglänzend, auf Spaltungsflächen oft perlmutterglänzend; optisches Verhalten oft anomal. H. nicht bedeutend, gewöhnlich 4...5,5, G. nur 1,9...2,5. In Salzsäure allermeist zersetzbar, in der Regel leicht, oft mit Abscheidung von gallertartiger (oder pulveriger) Kieselsäure. In trockener Luft und beim Erwärmen verlieren sie oft bedeutende Mengen von Wasser, welches aus feuchter Luft wieder angezogen wird. Schmelzbar v. d. L. gewöhnlich unter Aufschäumen und Blasenwerfen. Finden sich besonders in Hohlräumen von Eruptivgesteinen, der Basalte, Phonolithe, Melaphyre u. s. w., und sind dort als wasserhaltige Regenerationsproducte von zersetzten, namentlich feldspathartigen Gesteinsgemengtheilen zu betrachten; auch wohl auf Erzgängen, stets aber als mehr secundäre Bildungen.

Ueber die Frage, wie das Wasser in den Zeolithen als gebunden angesehen werden soll, gehen die Ansichten sehr auseinander. Gewöhnlich wird dasselbe als Constitutions- und als Krystallwasser unterschieden, aber einestheils ist die Grenze zwischen beiden an sich mehr oder weniger willkürlich, anderentheils sind die Ergebnisse über Temperatur und Intervalle der Wasserabgabe sowie über die Wiederaufnahmefähigkeit des entwichenen Wassers bei einer und derselben Zeolithart oft nicht übereinstimmend. — *Tschermak* fasst die Zeolithe auf als saure Salze, in denen blos ein Theil des Wasserstoffs der Kieselsäure durch die Gruppen $CaAl^2$ oder NaAl ersetzt ist; »man kann also die Formel der Zeolithe so gliedern, dass ein Theil als normales Salz, der andere als Siliciumhydroxyd erscheint, wozu öfter noch Krystallwasser kommt«; so wird

Analcim $NaAlSi^2O^6 + H^2O$ aufgefasst als $NaAlSiO^4 + H^2SiO^3$
Natrolith $Na^2Al^2Si^3O^{10} + 2H^2O$ » » $Na^2Al^2Si^2O^8 + H^4SiO^4$
Skolecit $CaAl^2Si^3O^{10} + 3H^2O$ » » $CaAl^2Si^2O^8 + H^4SiO^4 + H^2O$.

Vgl. auch *Doelter* im N. Jahrb. f. Min. 1890 I. 118. *Friedel* wendet sich gegen die Unterscheidung von fest gebundenen und beweglichen Wassermolecülen und schliesst aus seinen Versuchen, dass sie vielmehr alle gleich beweglich seien; indem er in entwässerten Zeolithen (Chabasit, Harmotom, Heulandit, Analcim) das Wasser durch andere Körper ersetzen konnte (Ammoniakgas, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Wasserstoff, Aethylalkohol, verschiedene Farbstoffe, auch Fluorsilicium, Chlorsilicium, Alkalisilicatlösung), folgert er, dass das Wasser in den Zeolithen eine andere Rolle spiele, als das Krystallwasser in den Salzen; es scheine hier das Molecularnetz wie einen Schwamm zu erfüllen. Nach *Rinne* treten Stoffe wie Schwefelkohlenstoff, Kohlensäure, Benzol, indem sie von grösstentheils entwässertem Chabasit absorbirt werden, wirklich in den molecularen Aufbau der Substanz ein, weil die Ersetzung der ausgetriebenen Wassertheilchen mit mehr oder minder ausgeprägten optischen Veränderungen verknüpft ist. — *Mallard* und *Rinne* stellten für viele Zeolithe fest, dass durch die Abgabe des Wassers beim Erhitzen diejenige Krystallstructur gewonnen wird, die dem wasserärmeren oder wasserfreien Silicat entspricht, die Wiederaufnahme des Wassers an feuchter Luft aber die frühere physikalische Beschaffenheit wieder herstellt.

---

**Okenit,** *v. Kobell.*

Rhombisch; ∞P 122° 19′, Comb. ∞P.∞P̆∞.0P nach *Breithaupt*; gewöhnlich nur in krummschaligen Aggregaten von dünnstengeliger bis faseriger Textur; zäh, schwer zersprengbar und zerreibbar; H. = 4,5; G. = 2,28...2,36; gelblich- und bläulichweiss, perlmutterglänzend, durchsichtig bis kantendurchscheinend. — Chem. Zus.: 56,63 Kieselsäure, 26,40 Kalk, 16,97 Wasser, was wahrscheinlich als $H^2Ca[SiO^3]^2 + H^2O$ zu deuten ist; die proc. Zus. ist also derjenigen des Apophyllits ähnlich, doch ohne K und F. Schmilzt v. d. L. mit Aufschäumen zu Email; das Pulver wird von Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur leicht zersetzt unter Abscheidung gallertartiger Kieselsäureflocken; war er vorher geglüht, so erfolgt die Zersetzung nicht. — In Mandelstein: Disko-Insel in Grönland, Island, Faeröer (auch als Dysklasit und Bordit bezeichnet); Poonah bei Bombay.

*Rammelsberg*'s Xonotlit von Tetela de Xonotla in Mexico, bildet chalcedonähnliche weisse oder bläulichgraue, concentrisch schalige Aggregate von dichtem oder feinsplitterigem Bruch, grosser Härte und Zähigkeit, und dem G. 2,7; ist nach der Formel $4CaSiO^3 + H^2O$ mit nur etwa 4 pCt. Wasser zusammengesetzt, scheint jedoch mit etwas Quarz innig gemengt; v. d. L. unschmelzbar, von Salzsäure zersetzt; nach *Heddle* auch auf der Insel Mull.

**Apophyllit,** *Haüy* (Ichthyophthalm, Albin).

Tetragonal; P Randk. 121° 4′, Polk. 104° im Mittel, übrigens etwas schwankend; P : 0P = 119°28′. A.-V. = 1 : 1,2515. Vorherrschend sind P (*P*), ∞P∞ (*m*), 0P (*o*).

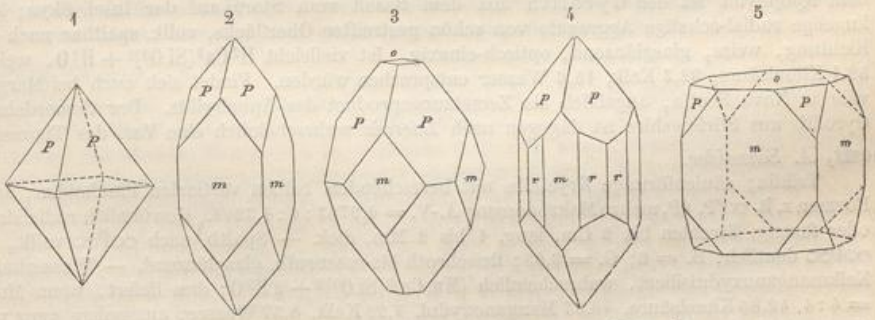



Fig. 1. Grundpyramide selbständig. Fig. 2. ∞P∞.P.
Fig. 3. P.∞P∞.0P; Krystalle von Andreasberg; *m* meist cylindrisch gekrümmt.
Fig. 4. Die Combination Fig. 2 mit dem ditetragonalen Prisma ∞P3 (*r*).
Fig. 5. ∞P∞.0P.P; Krystalle von Cziklova.

Ueber Formen s. *Seligmann* im N. Jahrb. f. Min. 1880. I. 141; ausser den dort angeführten 18 sind noch viele vicinale angegeben worden. Habitus der Krystalle theils

pyramidal durch Vorwalten von P, theils säulenförmig durch $\infty P\infty$ (oft wie ein Cubo-Oktaëder erscheinend, Fig. 5), theils tafelartig durch 0P; oft ist letzteres rauh, $\infty P\infty$ glatt aber vertical gestreift, P etwas uneben. Krystalle gewöhnlich zu Drusen verbunden, auch finden sich schalige Aggregate; als grosse Seltenheit beobachtete *Schrauf* einen Zwilling nach einer Fläche von P.

Spaltb. basisch sehr vollk., nach $\infty P\infty$ unvollk.; spröd; H. = 4,5...5; G. = 2,3...2,4; die Var. aus dem Radauthal im Harz nach *Rammelsberg* nur 1,96; farblos, gelblichweiss, graulichweiss, röthlichweiss bis rosenroth und fleischroth, selten braun; Perlmutterglanz auf 0P, sonst Glasglanz; durchsichtig bis kantendurchscheinend; Doppelbrechung schwach, theils positiv, theils negativ. Optische Anomalieen geben sich in zweiaxiger Feldertheilung, entsprechend den Anwachspyramiden der Aussenflächen kund, auch darin, dass basische Platten statt der normalen Interferenzfigur ein schwarzes Kreuz mit abwechselnden weissen und violettschwarzen Ringen zeigen (Leukocyklit); dies wird wie andere Erscheinungen dadurch erklärt, dass eine optisch positive Substanz mit negativer gemischt ist (vgl. *C. Klein*, Sitzgsber. Berl. Akad. 1892. 217; N. Jahrb. f. Min. 1892. II. 165). — Mit den Analysen stimmt am besten die Formel $H^7KCa^4[SiO^3]^8 + 4\frac{1}{2}H^2O$, mit 53,7 Kieselsäure, 25,0 Kalk, 5,2 Kali, 16,1 Wasser. Etwas Fluor (bis $1\frac{1}{2}$ pCt.) ersetzt einen Theil des Sauerstoffs. Etwa die Hälfte des Wassers entweicht bei 240° bis 260° und kann wieder aufgenommen werden. Einige A.e ergeben auch Gehalt an Ammoniak. Die rothen Varr. von Andreasberg sind nach *Suckow* durch Fluorkobalt gefärbt. Im offenen Glasrohr gibt er mit Phosphorsalz etwas Fluor-Reaction; v. d. L. wird er matt, blättert sich auf und schmilzt unter Aufblähen zu weissem blasigem Email; mit Phosphorsalz gibt er ein Kieselskelet; das Pulver wird von Salzsäure sehr leicht zersetzt unter Abscheidung von Kieselschleim; nach vorherigem Glühen erfolgt die Zersetzung schwierig. Das Pulver zeigt, auf Curcumapapier mit Wasser befeuchtet, starke alkalische Reaction. — In Hohlräumen von Eruptivgesteinen: Aussig (hier auch durch theilweise Umwandlung in Kalkcarbonat weiss und matt geworden, sog. Albin), Montecchio Maggiore bei Vicenza, Seisser Alp, Fassathal, Island, Faeröer, Poonah in Ostindien, Bergen Hill in New-Jersey; im Granit bei Hällesta in Oestergötland. Auf Erzgängen: Andreasberg, Kongsberg, Himmelsfürst Fdgr. bei Freiberg; auf der Magnetitlagerstätte von Utö. Auf Klüften von Kalkstein: Oravicza, Cziklova. Isolirte rundum ausgebildete bräunlichgraue Pyramiden im sog. Blue Ground von Koppjesfontein im Orange-Staat (nach *L. Henderson*).

Blassgrüne Krystalle des Apophyllits in versteinertem Holz von den Quellen des Oxahver in Island sind Oxahverit, olivengrüne Pyramiden in einem fossilen Baumstamm aus dem Surturbrand bei Husavik in Island Xylochlor genannt worden. — Sehr nahe verwandt mit dem Apophyllit ist der Gyrolith aus dem Basalt vom Storr auf der Insel Skye; kleine kugelige radial-schalige Aggregate von schön gestreifter Oberfläche, vollk. spaltbar nach einer Richtung, weiss, glasglänzend, optisch-einaxig. Ist vielleicht $H^2Ca^2[SiO^3]^3 + H^2O$, welchem 52,1 Kieselsäure, 32,3 Kalk, 15,6 Wasser entsprechen würden. Findet sich auch bei Margaretville in Nova Scotia, angeblich als Zersetzungsproduct des Apophyllits. Der thonerdehaltige Gyrolith aus Stirlingshire ist dagegen nach *Lacroix* wahrscheinlich eine Var. des Thomsonits.

**Inesit,** *A. Schneider.*

Triklin; säulenförmige Krystalle mit herrschenden beiden verticalen Pinakoiden; andere Formen z. B. $\infty'P$, 0P, mehre Makrodomen; A.-V. = 0,9753 : 1 : 1,3208. Gewöhnlich radialstrahlig oder faserig, Strahlen bis 2 Cm. lang, 1 bis 2 Mm. dick. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk., nach $\infty\bar{P}\infty$ deutlich; H. = 6; G. = 3,03; fleischroth bis rosenroth, glasglänzend. — Wasserhaltiges Kalkmanganoxydulsilicat, wahrscheinlich $(Mn,Ca)^3[SiO^3]^3 + 2H^2O$; dies liefert, wenn Mn : Ca = 4 : 1 42,86 Kieselsäure, 40,57 Manganoxydul, 7,99 Kalk, 8,57 Wasser; ausserdem ganz wenig MgO und FeO. Ungeglüht in Säuren leicht löslich. — Auf Klüften im Mangankiesel auf einigen Gruben bei Nanzenbach im Dillenburgschen; zu Jakobsberg in Wermland (dünntafelig nach $\infty\bar{P}\infty$), Harstigsgrube bei Pajsberg (vorübergehend Rhodotilit genannt).

Als »Manganzeolith« bezeichnet *Hamberg* den von ihm aufgestellten Ganophyllit von der Harstigsgrube; monoklin, kurzprismatische bis zolllange, braune, glasglänzende Krystalle, terminirt durch 0P und $R\infty$, glimmerähnlich vollk. spaltbar nach 0P; auch blätterige Aggregate; $Mn^7Al^2Si^8O^{26} + 6H^2O$; in conc. Säuren leicht löslich.

**Analcim,** *Haüy.*

Regulär, meist $2O2$, oft mit abgestumpften tetragonalen Ecken, seltener $\infty O\infty . 2O2$, wie die Fig.; auch $\frac{3}{2}O$ (Kerguelen-Inseln nach *Laspeyres*, Table Mountain in Colorado zufolge *Cross*); bisweilen ein dem Würfel vicinales $mOm$. Krystalle oft gross, auch klein und sehr klein; meist zu Drusen verbunden; körnige Aggregate; Pseudomorphosen nach Leucit und Nephelin. — Spaltb. hexaëdrisch sehr unvollk.; Bruch uneben; H. = 5,5; G. = 2,2...2,3; farblos, weiss, graulichweiss bis grau, röthlichweiss bis fleischroth; Glasglanz, bisweilen Perlmutterglanz; durchsichtig bis kantendurchscheinend. Die meisten Krystalle zeigen, wie schon *Brewster* erkannte, im polarisirten Licht anomale Erscheinungen der Doppelbrechung, welche auf Spannungsvorgänge zurückgeführt worden sind. Eine von feuchter Luft umgebene erhitzte doppeltbrechende Analcimplatte nimmt nach *Klein* in ihren einzelnen Stellen nach und nach die Isotropie an, so dass Partieen starker Wirkung erst schwächer doppeltbrechend, dann isotrop werden. — Chem. Zus.: $NaAl[SiO^3]^2 + H^2O$, mit 54,54 Kieselsäure, 23,20 Thonerde, 14,09 Natron, 8,17 Wasser; der A. ist also gewissermassen Natron-Leucitsubstanz mit 1 Mol. Wasser (vgl. S. 662 über die Umwandlungen). Bemerkenswerth ist bei der Analogie der Zus., dass der A. trotz des Wassergehalts ebenso als $2O2$ krystallisirt, wie der wasserfreie Leucit. Bisweilen findet sich ein unter 1 pCt. bleibender Gehalt an Kalk, Kali oder Magnesia. Gibt im Kolben Wasser und wird weiss und trübe; v. d. L. schmilzt er ruhig zu klarem Glas; von Salzsäure vollständig zersetzt unter Abscheidung von schleimigem Kieselpulver; das Pulver zeigt alkalische Reaction, doch schwächer als Natrolith. — Auf Hohlräumen und Klüften von Phonolithen, Basalten, Melaphyren, Diabasen: Aussig, Salesl, Jakuben in Böhmen, Niederkirchen in Rheinbayern, Seisser Alp und Fassathal, Vicenza, Dumbarton, Faeröer, Kerguelen-Inseln; auf den Cyclopen-Inseln sehr reichlich in allen Spalten und Höhlungen eines zersetzten Dolerits; Gegend des Oberen Sees; North Table Mountain bei Golden, Colorado. Oft reichlich als secundärer Gemengtheil im Teschenit, im Diabas von San Luis in Californien. Selten auf Erzgängen und -Lagern: Andreasberg, Arendal; auf Thoneisenstein von Duingen in Hannover. — A. kann sich in Prehnit sowie in Orthoklas umwandeln.




Der Cuboit ist eine grünlichgraue bis berggrüne Var. des Analcims vom Magnetberg Blagodat im Ural. — Pikranalcim wurde eine im Gabbro rosso vom Monte Caporciano in Toscana vorkommende Var. genannt, welche statt Natron 10 pCt. Magnesia enthalten sollte, thatsächlich aber 13,6 pCt. Natron und keine Magnesia führt. Der Cluthalith von den Kilpatrick-Hügeln scheint zersetzter Analcim. — Der körnige Eudnophit von Lamö bei Brevig im Syenit galt als eine rhombische Dimorphie der Analcimsubstanz, ist aber, namentlich zufolge *Möller* und *Brögger*, nur ein bisweilen recht stark doppeltbrechender und innerlich verzwillingter, bisweilen aber auch isotroper und normaler Analcim.

**Faujasit,** *Damour.*

Regulär; die einzige bekannte Form erscheint zwar wie das Oktaëder, jedoch sind die Flächen desselben gewöhnlich in drei Felder gebrochen, wonach die Form eigentlich ein Ikositetraëder mit kleinem Werth von $m$, vielleicht $\frac{6}{5}O\frac{6}{5}$, sein würde, dessen trigonale Ecken noch durch die meist gekrümmten Flächen von O abgestumpft sind. Nicht selten Zwillinge nach O, auch als Durchkreuzungszwillinge. Spaltb. nach O vollk.; Bruch uneben; spröd; H. = 5...6, ritzt Glas; G. = 1,923; weiss bis braun, Glas- bis Diamantglanz, durchsichtig bis durchscheinend. — Chem. Zus. unter der Annahme, dass 1 Mol. Wasser chemisch gebunden ist: $H^2(Na^2, Ca)Al^2[SiO^3]^5 + 9H^2O$; ist $Na^2 : Ca = 1 : 1$, so liefert dies: 46,81 Kieselsäure, 15,93 Thonerde, 4,36 Kalk, 4,84 Natron, 28,06 Wasser. V. d. L. bläht er sich auf und schmilzt zu weissem Email; von Salzsäure zersetzt. — In basaltischen Gesteinen, Sasbach am Kaiserstuhl, Annerod und Grossenbuseck bei Giessen, wahrscheinlich auch am Stempel bei Marburg.

*Rinne* fand, dass bereits geringer Wasserverlust die ursprüngliche Isotropie aufhebt und das Oktaëder in 8 Einzelindividuen mit + Doppelbrechung zerfallen lässt, von denen jedes, von einer Fläche des Oktaëders ausgehend, sich in den Mittelpunkt des Krystalls erstreckt. Bei grösserem Wasserverlust wird die Doppelbrechung schwächer, sie verschwindet bei ca. 150°, bei welcher Temperatur gerade 6 Mol. Wasser weggegangen sind, tritt dann aber mit

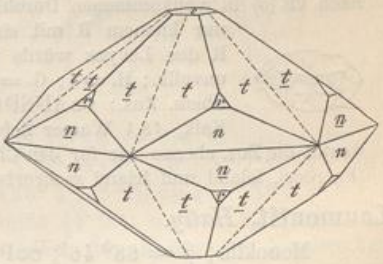
— Charakter wieder auf. Die Krystalle sind im Stande, fast alles verlorene Wasser wieder aufzunehmen und damit in den Zustand der optischen Einaxigkeit mit + Doppelbrechung zurückzukehren.

## Chabasit, *Werner.*

Rhomboëdrisch nach der üblichen Auffassung (vgl. unten), R (*P*) 94° 46′, ganz würfelähnlich; A.-V. = 1 : 1,0860; R erscheint meist selbständig, wie in der ersten Fig., oder auch mit $-\frac{1}{2}$R (*r*) 125° 13′ und $-2$R (*n*) 72° 53′, wie in der zweiten, bisweilen auch mit anderen untergeordneten Formen; *P* und *r* oft parallel den Combinationskanten gestreift. Zwillinge sehr häufig als Durchkreuzungen mit parallelen Hauptaxen und 0R als Zwillingsebene, wie in der letzten Fig. Seltene Zwillinge, wobei R Zwillingsebene und die Normale darauf die Zwillingsaxe ist (z. B. Tulferthal in Tirol); Krystalle meist zu Drusen versammelt. *Streng* wies nach, dass die federförmige Streifung und die im Winkelwerth sehr schwankende stumpfe Kante, welche oft auf R ersichtlich sind, nicht von dem angeblichen Skalenoëder $\frac{13}{16}$R$\frac{5}{4}$ herrühren, sondern durch Störungen in dem Ebenmaass des Krystallaufbaues hervorgebracht werden, in Folge des Durchwachsens eines in Zwillingsstellung befindlichen Krystalls. — Spaltb. nach R ziemlich vollk. — Doppelbrechung schwach und meist negativ. Die einaxige Interferenzfigur ist gewöhnlich gestört, bisweilen deutlich zweiaxig. Platten parallel 0R zeigen eine Zusammensetzung aus 6, selten weniger Feldern, deren gegenseitige Grenzen den Höhenlinien der gleichseitig dreieckigen Platte entsprechen; in ihnen stehen aber die Auslöschungsrichtungen nicht zu den Feldergrenzen parallel und senkrecht, sondern bilden, indem sie in je 2 benachbarten Feldern symmetrisch liegen, nach *Becke* 22° bis 29°, nach *Brauns* 23° bis 28° mit einander. *Becke* war daher der Ansicht, dass der Chabasit triklin sei, und dass seine scheinbare rhomboëdrische Form durch complicirte wiederholte Zwillingsbildung zu Stande komme, indem nämlich bald $\infty$P bald $\breve{\text{P}}\infty$ der triklinen Individuen Zwillingsebene sei; die Vereinigung zu dem scheinbaren Rhomboëder erfolge nun nach 2 Typen, je nachdem die Individuen die Flächen $\infty\breve{\text{P}}\infty$ oder 0P nach aussen kehren. Die Zwillingsbildung im Groben nach den 2 bekannten Gesetzen (nach 0R und R) gehe derart vor sich, dass die Theile, welche nach diesen Gesetzen mit einem Hauptkrystall verbunden sind, selbst in derselben gesetzmässigen Weise aus triklinen Individuen aufgebaut sind, wie der letztere. *Bauer* erblickt in dem Dasein entschieden einaxiger Stellen ein Hinderniss für die Annahme trikliner Einzelindividuen und möchte mit *Streng* die optischen Anomalieen als Spannungserscheinungen deuten; *Brauns* will sie durch isomorphe Beimischungen, *C. Klein* durch Wasserverlust erklären. — H. = 4...4,5; G. = 2,07...2,15; farblos, weiss, bisweilen röthlich, gelblich; die ein ins Orangeroth ziehendes Kastanienbraun zeigenden Krystalle von Striegau sind nach *Websky* durch organische Substanz gefärbt (s. S. 264). Glasglanz, durchsichtig und durchscheinend. — Chem. Zus.: Die zahlreichen Analysen lassen manche Verschiedenheiten erkennen. Viele führen auf die Formel $(\text{Ca},\text{Na}^2)\text{Al}^2[\text{SiO}^3]^4 + 6\text{H}^2\text{O}$; wenn Ca allein vorhanden, so würde dies liefern: 47,4 Kieselsäure, 20,2 Thonerde, 11,1 Kalk, 21,3 Wasser. Das Verhältniss $(\text{Ca},\text{Na}^2,\text{K}^2):\text{Al}$ ist fast constant = 1 : 1, aber $\text{Al}^2:\text{Si}$ variirt von 1 : 3 bis 1 : 5. Kali ist in ganz geringer Menge vorhanden. In dem sog. Haydenit wurden 1,47 pCt. Baryt gefunden. Nach *Rammelsberg* und *Damour* verliert der Ch. bei 300° 17,1 bis 19,5 pCt. Wasser, welches er wieder aufnehmen kann; 18,18 pCt. dieses Wassers sind als 6 Mol. Krystallwasser in obiger Formel aufgenommen, in welcher das übrige

wenige, auch bei 300° nicht abgegebene Wasser als chemisch gebunden mit den Monoxyden vereinigt erscheint. Mit steigendem Kalkgehalt sinkt der Alkaligehalt und umgekehrt; bei gleichem Thonerdegehalt steigt die Menge des Wassers mit derjenigen der Kieselsäure. *Streng* sprach daher die Vermuthung aus, dass die Chabasite sich als beliebige Mischungen zweier isomorpher Endglieder betrachten lassen, welche die im Albit und Anorthit gegebenen Silicate, aber im wasserhaltigen Zustande darstellen, nämlich (R zweiwerthig genommen) von $RAl^2Si^6O^{16} + 8H^2O$ und $RAl^2Si^2O^8 + 4H^2O$, wobei das letztere durch Verdoppelung der Molecularformel dieselbe Valenzensumme ergibt, wie das erstere. Es handelte sich also hier um dieselben Substanzen mit 8 Mol. Wasser, welche in der Phillipsit-Desmin-Harmotomreihe mit 6 Mol. Wasser angenommen werden (Anm. auf S. 752). Gleiche Mengen beider Silicate würden die oben in den Vordergrund gestellte Formel des Chabasits ergeben. Auch die Phakolithe, Levyne und Gmelinite lassen nach *Streng* eine übereinstimmende Deutung ihrer Zus. zu, welche zwischen den extremen Ergebnissen der Chabasit-Analysen schwankt. Doch ist bis jetzt eine jener beiden wasserhaltigen Plagioklassubstanzen als solche noch nicht rhomboëdrisch bekannt. — V. d. L. schwillt er an und schmilzt zu kleinblasigem, wenig durchscheinendem Email; von Salzsäure vollständig zersetzt unter Abscheidung von schleimigem Kieselpulver. Das Pulver zeigt langsam eine alkalische Reaction. — In Blasenräumen von Ergussgesteinen: Oberstein a. d. Nahe im Porphyrit, Annerod und Nidda in Hessen im Basalt, Rübendörfel (Aussig) im Phonolith, Monzoni im Fassathal, Skye, Faeröer, Kilmacolm in Schottland; auch in Drusenräumen des Granits am Harz, von Gräben (w. von Striegau in Schlesien), bei Baveno und in Connecticut; Maryland (als sog. Haydenit); in Nova Scotia der fleischrothe sog. Acadiolith; auch auf Klüften krystallinischer Schiefer (Graubünden, Wallis, Pitz- und Tulferthal in Tirol). Auf Erzgängen bei Andreasberg und als ganz neue Bildung in den Thermen von Plombières und Luxeuil.

Mit dem Chabasit ist der wegen ganz geringer Winkelunterschiede durch *Breithaupt* abgetrennte Phakolith zu vereinigen. Die gewöhnliche Form der Durchkreuzungszwillinge mit parallelen Axensystemen ist $\frac{2}{3}P2.\infty P2.R.-\frac{1}{2}R$; die glasglänzenden durchscheinenden Krystalle von röthlich-, gelblich- und graulichweisser Farbe und flacher Linsenform waren namentlich von Böhmisch-Leipa und von Salesl bekannt. Ferner gehört aber zum Phakolith (d. i. Chabasit) zufolge *vom Rath* der schöne farblose Zeolith von Richmond in Victoria, welchen *v. Lang* mit dem Herschelit vereinigt, *M. Bauer* unter dem Namen Seebachit als ein neues selbständiges Mineral eingeführt hatte. Dieser australische Phakolith besitzt R, $-2R$ (*n*), $-\frac{2}{3}R$ (*r*), $\frac{2}{3}P2$ (*t*), $\infty P2$, $0P$ (*c*). Polk. von $\frac{2}{3}P2 = 145°$, von $R = 93° 9'$. Alle Krystalle sind Zwillinge nach der Basis, die abwechselnden Sextanten der scheinbaren pyramidalen Gestalt werden aus Theilen der beiden Zwillings-Individuen gebildet; bald waltet $\frac{2}{3}P2$, bald $0P$ vor. G. = 2,135. Die Analyse ist mit 46,08 Kieselsäure, 21,09 Thonerde, 5,75 Kalk, 1,77 Kali, 4,52 Natron, 21,08 Wasser diejenige eines Chabasits. Aehnlicher sog. Phakolith auch in den Basalten von Asbach östlich des Siebengebirges und im zersetzten Basalt vom Stempel bei Marburg mit $\frac{2}{3}P2$ und $-2R$.

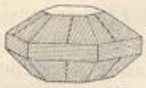


Mit dem Chabasit wird auch vereinigt der farblose oder milchige Herschelit, welcher in den Palagonittuffen von Aci Castello den Phillipsit begleitet und meist kugelige Aggregate bildet. Die anscheinend hexagonalen, fast tafelförmigen Krystalle, welche oben wie durch eine sehr flache abgerundete Pyramide gewölbt aussehen, wurden von *V. v. Lang* für Durchkreuzungszwillinge rhombischer Formen, von *Becke* aus optischen Gründen für Zwillingsgebilde monokliner Individuen angesprochen, sind aber wohl nach Art des Phakoliths zu erklären auch chemisch gliedert sich der Herschelit in den Chabasit ein.

**Gmelinit,** *Brooke* (Natronchabasit).

Hexagonal, rhomboëdrisch; R $111° 52'$; $R : 0R = 139° 42'$. A.-V. = 1 : 0,7345; eine seltenere Comb. ist R.—R.$\infty$R, gewöhnlich aber treten beide Rhomboëder ins

Gleichgewicht, und bilden eine hexagonale Pyramide P von der Polk. 142° 16′; durch Abstumpfung der Polecken und Randkanten dieser Pyramide entsteht dann die Comb. P.0P.∞P, wie beistehende Figur; die Flächen der Pyramide parallel ihren Polkanten, die des Prismas horizontal gestreift. Da die abwechselnden Flächen der Pyramide häufig grösser erscheinen als die übrigen, so verweist schon dies auf rhomboëdrische Hemiëdrie. *Streng* hebt hervor, dass R des Gmelinits auf das Grundrhomboëder des Chabasits bezogen, das Zeichen $\frac{2}{3}$R erhalten würde; wenn auch so die Winkelverhältnisse einer Vereinigung des ersteren mit dem letzteren nicht im Wege stehen, so stimmt doch die Spaltb. bei beiden nicht überein. Seltene Juxtapositionszwillinge nach $\frac{2}{3}$R (welches R beim Chabasit entsprechen würde); auch Penetrations- und Juxtapositionszwillinge nach 0R in Verwachsung nach ∞P2. — Spaltb. nach ∞P deutlich; H. = 4,5; G. = 2...2,1; gelblichweiss, röthlichweiss bis fleischroth; glasglänzend, durchscheinend in geringem Grade. Optisch minder abnorm als Chabasit. — Chem. Zus. theilweise ebenfalls nach der Formel $(Na^2, Ca)Al^2[SiO^3]^4 + 6H^2O$, was, wenn Na allein vorhanden wäre, liefern würde: 46,9 Kieselsäure, 19,9 Thonerde, 12,1 Natron, 21,1 Wasser; Natron überwiegt hier den Kalk; immer ist auch eine ganz kleine Menge Kali (bis 1,7 pCt.) vorhanden. Abweichungen namentlich im höheren Kieselsäuregehalt können durch *Streng*'s Theorie erklärt werden, indem der Gm. auch in der Weise als Mischung gedeutet wird, wie es S. 745 für Chabasit angeführt wurde. V. d. L. wie Chabasit; von Salzsäure zersetzt unter Abscheidung von Kieselgallert. — Montecchio Maggiore bei Vicenza in Hohlräumen des Basaltmandelsteins, Glenarm in Antrim, Pyrgo auf Cypern, Bergen Hill, Cap Blomidon in Nova Scotia (sog. Ledererit, in Mandelstein-Geoden mit Analcim und Quarz).



Groddeckit wurde eine bei Andreasberg höchst selten vorkommende wasserhelle Var. des Gmelinits genannt, welche an Stelle der Thonerde ca. 8 pCt. Eisenoxyd und unter den Monoxyden ca. 3,5 Magnesia enthält.

**Levyn,** *Brewster.*

Rhomboëdrisch; R 106° 4′, —2R 79° 29′; A.-V. = 1 : 0,8357. Habitus der Krystalle dicktafelig nach 0R (*o*) in vollkommenen Durchkreuzungszwillingen mit vorherrschendem —2R (*P*) und nur kleinem R mit einspringenden Winkeln, wie die Fig.; *o* : *P* = 117° 23′. R des Levyns würde $\frac{3}{4}$R des Chabasits entsprechen. — Spaltb. nach —2R unvollk.; H. = 4; G. = 2,1...2,2. Normal einaxig, Doppelbrechung negativ. — Chem. Zus.: $CaAl^2Si^3O^{10} + 5H^2O$, was 49,2 Kieselsäure, 20,9 Thonerde, 14,5 Kalk, 18,4 Wasser liefern würde; etwas Ca durch $Na^2$ und $K^2$ ersetzt; *Streng* deutet die Zus. ebenso wie für den Chabasit (vgl. S. 745). — Insel Skye, Dalsnypen auf Sandö (Faeröer), Island und Irland mehrorts im Basalt; Table Mountain bei Golden, Colorado.



## Laumontit, *Haüy.*

Monoklin; β = 68° 46′; ∞P (*M*) 86° 16′; ∞P : 2P∞ (oder *M* : *P*) = 113° 30′. Ferner sind beobachtet die 3 Pinakoide, P und —P, 2 Orthodomen. A.-V. = 1,1451 : 1 : 0,5906 nach *Miller*. Krystalle meist in der Comb. ∞P.2P∞ ohne verticale Pinakoide, wie in der Fig., säulenförmig, in Drusen vereinigt; Zwillinge nach ∞P∞; auch in körnig-stengeligen Aggregaten. Spaltb. nach ∞P∞ und ∞P vollk., nach ∞P∞ unvollk.; wenig spröd, aber sehr mürb und zerbrechlich werdend. H. = 3...3,5; verwittert bis unter 1 und zerreiblich; G. = 2,25...2,35; gelblich- und graulichweiss, auch röthlich; perlmutterglänzend auf den vollk. Spaltungsflächen; durchsichtig bis kantendurchscheinend, verwittert undurchsichtig. Optische Axenebene das Klinopinakoid. — Chem. Zus.: Ist empirisch sehr genau $CaAl^2Si^4O^{12} + 4H^2O$, mit 51,07 Kieselsäure, 21,72 Thonerde, 11,90 Kalk, 15,31 Wasser. Verliert leicht Krystallwasser (nach *Malaguti* schon über Schwefelsäure 3,85 pCt. = 1 Mol.), weshalb er oft wasserärmer (nur 13 bis 14 pCt.) gefunden wird; an der Luft wird er dabei trübe und bröcklich, erhält aber im Wasser durch Aufnahme desselben sein frisches Ansehen wieder. Nach *Smita* entweicht 1 Mol. Krystallwasser an trockener Luft allmählich, rasch bei 100°, das zweite erst bei 300° vollständig; die



beiden anderen Wassermolecüle entweichen erst in der Glühhitze, weshalb die Formel eigentlich zu $H^4CaAl^2Si^4O^{14} + 2H^2O$ wird. Verwittert enthält er oft kohlensauren Kalk. V. d. L. schwillt er an und schmilzt dann leicht zu weissem Email, welches in stärkerer Hitze klar wird; in Salzsäure vollkommen zerlegt, mit Abscheidung von Kieselgallert. — Auf Klüften und in Hohlräumen: Bleigruben von Huelgoët in der Bretagne auf Klüften im Thonschiefer, Eule bei Prag, Dumbarton in Schottland, Sarnthal bei Bozen im Porphyr, Floitenthal und Löfflerspitz im Stilluppthal (Tirol), Plauenscher Grund bei Dresden im Syenit, am Culm de Vi in Graubünden, Monte Catini im Kupferglanz, Insel Skye, Mora Stenar bei Upsala, Kupfergruben am Superior-See, Peters Point in Nova Scotia. Zu Niederkirchen in der bayer. Pfalz umgewandelt in Prehnit.

Der oft bündelförmig verwachsene sog. Leonhardit in trachytischem Gestein von Schemnitz ist nur ein Laumontit, welcher auf natürlichem Wege bis zu 1 Mol. Wasser verloren hat. Zum Laumontit gehören ferner die röthlichgrauen radialfaserigen Aggregate des sog. Caporcianits vom Monte Catini in Toscana sowie der röthliche stengelig-faserige Aedelforsit von Aedelfors in Småland. — Nahe dem Laumontit steht *Traube*'s Laubanit, schneeweisse glanzlose bisweilen kugelige Faserbündel von der Zus. $Ca^2Al^2[SiO^3]^5 + 6H^2O$, im Basalt des Wingendorfer Steinbergs bei Lauban in Schlesien, meist sitzend auf Phillipsit.

## Stilbit, *Haüy* (Heulandit).

Monoklin[1]), $\beta = 63^\circ 40'$, $P\infty$ ($P$) $50^\circ 20'$. A.-V. = 0,4035 : 1 : 0,4788. Krystalle meist dünn- oder dicktafelartig nach dem oft etwas eingebogenen $\infty P\infty$ ($M$), selten säulenförmig nach der Orthodiagonale mit besonders entwickeltem $\infty P\infty$ ($N$), $P\infty$ ($P$), $0P$ ($T$); einzeln aufgewachsen oder zu Drusen vereinigt; auch strahlig-blätterige Aggregate. Sehr seltene Zwillingsbildung nach $0P$ ($T$) an scheinbar einfachen Krystallen.

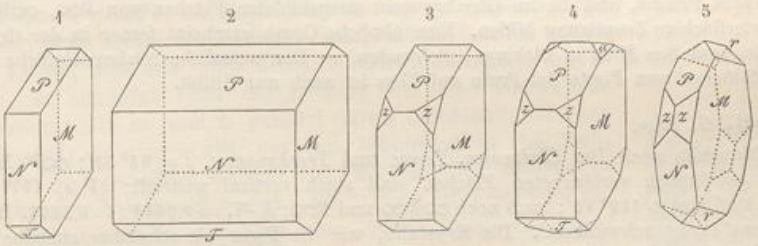



Fig. 1. $\infty P\infty . \infty P\infty . P\infty . 0P$; tafelförmig durch Vorwalten des Klinopinakoids.
Fig. 2. Dieselbe Comb., horizontal-säulenförmig; $N : P = 129^\circ 40'$, $N : T = 116^\circ 20'$.
Fig. 3. Die Comb. Fig. 1 mit $2P$ ($z$); $z : z = 136^\circ 4'$, $z : M = 111^\circ 58'$.
Fig. 4. Dieselbe Comb. noch mit der Hemipyramide $\frac{2}{3}P$ ($u$); $u : u = 146^\circ 52'$.
Fig. 5. Aehnliche Comb. mit dem Klinodoma $2P\infty$ ($r$); Form der ziegelrothen Krystalle aus dem Fassathal, oft noch mit $3P\infty$; Polk. von $r$ $98^\circ 44'$.

Eine andere Art und Weise der Aufstellung nimmt ebenfalls $T$ als $0P$, aber $z$ als $\infty P$, $P$ als $2P\infty$, $N$ als $-2P\infty$, $u$ als P. — Spaltb. nach $M$ sehr vollk.; spröd; H. = 3,5 ... 4; G. = 2,1 ... 2,2; farblos, weiss, aber oft gefärbt, besonders fleisch- bis ziegelroth, was durch eingelagerte mikroskopische Partikelchen von Eisenoxyd (nach *Kenngott* von Goethit) bewirkt wird; auch gelblichgrau bis haarbraun; starker Perlmutterglanz

1) Nach *Hessenberg* und *G. vom Rath* sind gewisse isländische Stilbite triklin, indem sie parallel der Längsfläche $M$ den polysynthetischen Plagioklasen ähnliche lamellare Zusammensetzung mit ein- und ausspringenden Winkeln zeigen; $P : M$ wurde zu $90^\circ 39'$ gefunden. In derselben Weise nach trikliner Art gestreift und deshalb aller Wahrscheinlichkeit nach auch triklin sind nach *vom Rath* die Stilbite in den Drusen des elbanischen Granits, deren Theilungsnaht schon *d'Achiardi* beobachtete. Anderseits verhalten sich nach *Hessenberg* die Krystalle vom Giebelbach bei Viesch und die rothen aus dem Fassathal ganz entschieden monoklin. Zufolge *Rinne* zeigen Krystalle von Berufjord, Andreasberg, Viesch auf $N$ eine den Spaltrissen nach $M$ parallele Auslöschung, so dass an ihrem monoklinen Charakter nicht zu zweifeln ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auf $\infty\breve{P}\infty$, sonst Glasglanz; durchsichtig bis kantendurchscheinend; die optische Axenebene liegt senkrecht zum Klinopinakoid und gewöhnlich sehr nahe in der Ebene von 0P, die positive Bisectrix (c) fällt in die Orthodiagonale; starke gekreuzte Dispersion. Nach *Des Cloizeaux* ändert sich der Axenwinkel beträchtlich mit der Temperatur, auch wird bei einer Temperatur über 100° hinaus $\infty\breve{P}\infty$ die Axenebene. Zufolge *Rinne* sind die Stilbitkrystalle aus optisch verschieden orientirten Theilen aufgebaut und gehen dieselben bei einem Wasserverlust von 2 Mol., der durch eine Erhitzung auf 150° bewirkt werden kann, aus dem monoklinen in das rhombische System über. — Chem. Zus.: Wahrscheinlich $CaAl^2Si^6O^{16} + 5H^2O$ oder vielmehr $\mathbf{H^4CaAl^2[SiO^3]^6 + 3H^2O}$, mit 59,22 Kieselsäure, 16,79 Thonerde, 9,20 Kalk, 14,79 Wasser; ein kleiner Theil des Kalks durch Natron (und ganz spärlich Kali) ersetzt. Nach *Jannasch* ist gewöhnlich auch ein zwischen 0,35 und 3,65 pCt. schwankender Gehalt an Strontian zugegen; blassrosenrother St. im Hornblende-Andesit am Cap Pula auf Sardinien führt 2,55 pCt. Baryt. Darnach haben Stilbit und Epistilbit dieselbe chem. Zus. V. d. L. blättert und bläht er sich auf, und schmilzt zu weissem Email; von Salzsäure leicht zersetzt unter Abscheidung von schleimigem Kieselpulver; das Pulver zeigt alkalische Reaction. — In Hohlräumen von Basalten und Melaphyren: Faeröer, Island, Skye, Antrim, Campsie Hills in Schottland, Fassathal, Insel Elephanta bei Bombay; im Granit von Striegau auf Feldspath und von Elba. Giebelbach zwischen Viesch und Lax im Wallis auf Gneissklüften, Culm de Vi in Graubünden. In Nordamerika an vielen Orten. Selten auf Erzlagern: Arendal; oder auf Erzgängen: Kongsberg und Andreasberg.

Der gelbliche sog. Beaumontit von Jones's Falls bei Baltimore ist ein Stilbit von der eigenthümlichen, scheinbar tetragonalen Formausbildung, dass die Flächen 0P und $\infty\breve{P}\infty$ ein rechtwinkeliges Prisma, und die im Gleichgewicht ausgebildeten Flächen von $\breve{P}\infty$, $\infty\breve{P}\infty$ und 2P eine vierflächige Zuspitzung bilden. Eine ähnliche Comb. erscheint ferner in der rhyolithischen Breccie vom See Mien in Blekinge, Schweden. — Der weissliche reiskornähnliche Oryzit in Granitblöcken von Fonte del Prete auf Elba ist auch nur Stilbit.

**Epistilbit,** *G. Rose.*

Monoklin nach *Des Cloizeaux, Tenne* und *Trechmann*; $\beta = 54°\,53'$; $\infty P$ ($M$) 135° 10'; diese gewöhnlich verlängerten Flächen sind stark vertical gestreift; $\frac{1}{2}P$ ($s$) 147° 40'; 0P ($t$) vorne und hinten 109° 46'; auch noch $\infty\breve{P}\infty$ und $\breve{P}\infty$; A.-V. = 0,5043 : 1 : 0,5801. Dimensionen übrigens etwas schwankend. Die Krystalle, wie die Figur als scheinbar einfache Individuen gebildet, sind indessen Zwillinge nach $\infty\breve{P}\infty$, wobei die auf $\infty\breve{P}\infty$ nahtförmig hervortretende Zwillingsgrenze nicht immer geradlinig verläuft, sondern Fetzen des einen Krystalls in den anderen hineinragen. Auslöschungsrichtung rechts und links von der Verticalen im Mittel 8° 41'. *Hintze* fand auch solche Zwillinge, bei denen nicht eine blosse Aneinanderwachsung zweier Individuen, sondern eine völlige Durchkreuzung, analog der beim Desmin vorlag. Fernere Zwillinge nach einer tafelförmigen Fläche von $\infty P$; desgleichen kommen beide Zwillingsgesetze neben einander vor. Auch derb in körnigen Aggregaten. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk.; H. = 3,5 ... 4, die Spaltfläche weicher als das Prisma; G. = 2,24 ... 2,36; farblos, weiss oder bläulich; Perlmutterglanz auf der Spaltungsfläche, sonst Glasglanz; durchsichtig bis kantendurchscheinend; optische Axenebene das Klinopinakoid; $\varrho < \upsilon$. Werden die Zwillinge erwärmt, so nähert sich die Auslöschungsrichtung (c) der Verticalen, bis der Zwillingsaufbau verschwindet, wobei aber dann $\infty\breve{P}\infty$ die optische Axenebene wird; durch Wasseraufnahme kehrt die ursprüngliche Zwillingsbildung wieder (*Rinne*). — Chem. Zus. wahrscheinlich wie Stilbit; etwas Ca ist durch $Na^2$ vertreten, auch bisweilen spurenhaft etwas Li vorhanden. V. d. L. schmilzt er unter Aufschwellen zu blasigem Email, welches mit Kobaltsolution blau wird; in conc. heisser Salzsäure nicht oder unter Abscheidung von Kieselpulver nur unvollkommen zersetzbar; geglüht nicht mehr angreifbar. — Djupivogr am Berufjord und am Fuss des Bulandstindr auf Island, kugelige Knollen, von Grünerde überzogen; Finkenhübel bei Glatz in Schlesien in Melaphyrmandeln, Viesch im Wallis, Port George in Nova Scotia, sehr selten.




Nach *Tenne* und *Trechmann* ist der sog. Parastilbit von Thyrill im Borgarfjord auf Island, nach *Luedecke* der sog. Reissit aus zersetzten trachytischen Laven von Thera (Santorin) mit dem Epistilbit zu vereinigen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Brewsterit,** *Brooke.*

Monoklin; $\beta = 86°20'$, $\infty P\,(g) = 136°$; A.-V. = 0,4049 : 1 : 0,4204; die Krystalle erscheinen als kurze Säulen, welche von mehren verticalen Prismen nebst $\infty\breve{P}\infty$ gebildet und durch ein äusserst stumpfes fast horizontales Klinodoma $\frac{1}{6}\breve{P}\infty$, oft noch mit der Basis begrenzt werden, was sie vorzüglich auszeichnet; meist klein, vertical gestreift und zu Drusen vereinigt. Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ sehr vollk.; H. = 5 ... 5,5; G. = 2,432 nach *Thomson*, 2,453 nach *Mallet*; gelblichweiss und graulichweiss, Perlmutterglanz auf $\infty\breve{P}\infty$, sonst Glasglanz, durchsichtig und durchscheinend. Ebene der optischen Axen normal auf dem Klinopinakoid, bildet mit der Verticalaxe etwa 30°; die Bisectrix fällt in die Orthodiagonale. — Chem. Zus. wahrscheinlich analog dem Stilbit, nur besteht das zweiwerthige R hier vorwiegend aus Strontium, Baryum und nur ganz wenig Calcium: $H^4(Sr, Ba, Ca)Al^2[SiO^3]^6 + 3H^2O$. Ist $R = \frac{4}{7}Sr + \frac{2}{7}Ba + \frac{1}{7}Ca$, so ist die Zus.: 54,31 Kieselsäure, 15,40 Thonerde, 8,94 Strontian, 6,60 Baryt, 1,21 Kalk, 13,57 Wasser. Schmilzt v. d. L. nicht leicht mit Schäumen und Aufblähen; in Salzsäure löslich unter Abscheidung von pulveriger Kieselsäure. — Strontian in Schottland, auf Bleigängen im Gneiss; am Col de Bonhomme; Bleigruben von St. Turpet im Münsterthal; Riesendamm in Irland, im Basalt.

$\infty\breve{P}\infty . \infty P . \infty\breve{P}\frac{3}{2} . \infty\breve{P}2 . \infty\breve{P}\infty . \frac{1}{6}\breve{P}\infty$
$P \quad g \quad e \quad e \quad h \quad d$

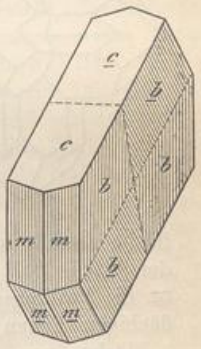
$P : c = 128°56'$ $\quad P : g = 112°0'$
$P : e = 121\ 13$ $\quad d : d = 172\ 0$



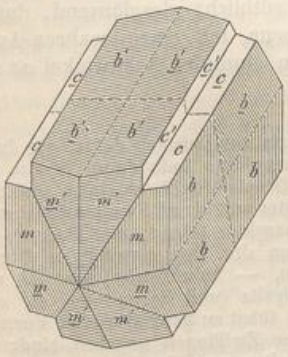
**Phillipsit,** *Lévy* (Kalkharmotom, Kaliharmotom, Christianit).

Monoklin. Früher für rhombisch gehalten, indem Formen wie Fig. 1, nach der längsten Erstreckung vertical gestellt, als rhombische Comb. $\infty\breve{P}\infty . \infty\bar{P}\infty . P$ galten. Diese scheinbar einfachen Krystalle (Fig. 1) sind indessen zufolge *Groth* und *Streng* schon vollständige Durchkreuzungszwillinge zweier monokliner Individuen; daran ist $m = \infty P$, $b = \infty\breve{P}\infty$, $c = 0P$. Die Basis (oder das auf ihr rechtwinkelige Hemidoma $\breve{P}\infty$) liefert die Zwillingsebene, $\infty\breve{P}\infty$ fällt bei beiden in eine Ebene; weil sich aber beide Individuen gliedweise durchkreuzen, so erscheint eben der Zwilling wie eine rhombische Combination. Da $m$ und $b$ parallel ihren Combinationskanten gestreift sind, so zeigen sich auf dem Klinopinakoid des Zwillings 4, zu je 2 parallele Systeme von Federstreifung, welche zu einem Rhombus zusammenstossen. Die Basis $c$ ist horizontal gestreift, was jedoch in den Figg. der Uebersichtlichkeit halber weggelassen ist. — Zwei solcher einfachen Zwillinge, welche indessen isolirt nicht vorzukommen scheinen, sind nun mit $\breve{P}\infty$ als Zwillingsebene zu einem der Doppelzwillinge verbunden (Figg. 2, 3 und 4), und zwar sind die letzteren, wie *Streng* zuerst hervorhob, nach zwei etwas verschiedenen Typen ausgebildet.

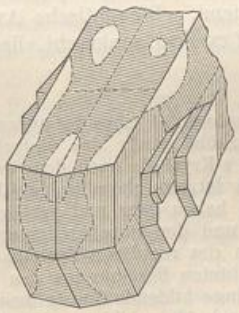
1



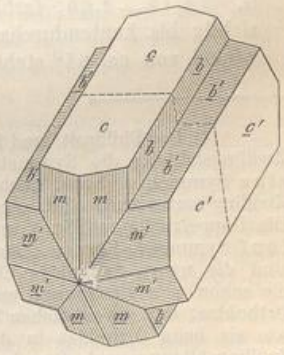
2



3



4



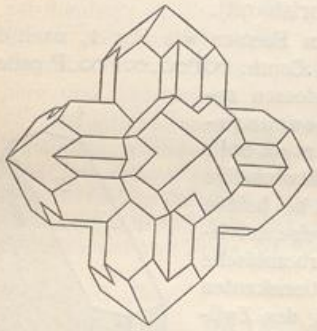
*a*) Fig. 2. Die zusammensetzenden einfachen Zwillinge sind nach der Basis dicktafelförmig und deshalb liegen an dem Doppelzwilling die rhombisch gestreiften Klino-

pinakoide nach aussen und die schmalen einspringenden Kanten werden von 0P gebildet. Bei aufrechter Stellung der Säulen ist die Spitze der Federstreifung auf *m* abwärts gerichtet. Dazu z. B. die Krystalle von Marburg, vom Limberger Kopf, von Daubringen. Bisweilen sind aber auch die Formen des einfachen Zwillings im Gleichgewicht, und der Doppelzwilling erscheint ganz ohne einspringende Kanten (Fig. 3). Da hierbei die Zwillingsgrenzen stets sehr unregelmässig verlaufen, so fällt oft das federförmig gestreifte Klinopinakoid des einen Zwillings mit der (horizontal gestreiften) Basis des anderen in eine Ebene.

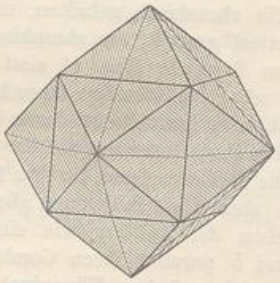
*b*) Fig. 4. Die einfachen Zwillinge sind nach $\infty\breve{P}\infty$ tafelförmig und deshalb liegen an dem Doppelzwilling die Basisflächen nach aussen, die federförmig gestreiften Klinopinakoide sind nur in den einspringenden Kanten sichtbar, und die Spitze der Federstreifung auf den Prismenflächen ist nach der Mitte zu gerichtet, bei aufrechter Stellung der Säulen nach aufwärts. Krystalle von Nidda, Sirgwitz, Richmond.

Schliesslich gibt es noch Vereinigungen von drei solchen Doppelzwillingen, welche sich rechtwinkelig kreuzen, wie in der schematischen Fig. 5. Dabei ist $\infty P$ die Zwillingsebene je zweier Doppelzwillinge. Das Ganze ist also aus 12 Individuen zusammengesetzt. Füllen sich die Fugen aus, so entstehen Gebilde, welche ganz und gar die Form regulärer Rhombendodekaëder haben (Fig. 6, Phillipsitkrystall vom Stempel bei Marburg), wobei indessen die Zwillingsgrenzen in der Natur unregelmässiger verlaufen. Jede Rhombendodekaëderfläche zerfällt in 4 Felder, welche alle $\infty P$ angehören, indem jedes Feld ein Achtel der Fläche $\infty P$ eines einfachen monoklinen Krystalls darstellt; die längere Diagonale ist die Zwillingsnaht nach $\breve{P}\infty$, die kürzere diejenige nach $\infty P$; an Stelle der dreiflächigen Ecken findet sich mitunter eine dreieckige Vertiefung, in welcher die 3 Flächen von $\infty\breve{P}\infty$ sichtbar werden[1]).

5



6



Isomorph mit Harmotom; $\beta = 55^\circ 37'$; $\infty P = 119^\circ 18'$; $\infty P : 0P = 119^\circ 10'$; A.-V. = 0,7095 : 1 : 1,2563 nach *Streng*; von anderen Formen ist noch $\infty\breve{P}2$ bekannt ($81^\circ$), auch $\infty\breve{P}\infty$ sowie $-5\breve{P}\infty$. — Spaltb. deutlich nach 0P und $\infty\breve{P}\infty$. H. = 4,5; G. = 2,15 ... 2,20; farblos, weiss, lichtgrau, gelblich, röthlich; glasglänzend, durchsichtig bis kantendurchscheinend. Die optische Axenebene, mit einem wahren Axenwinkel von ca. $64^\circ$ steht auf $\infty\breve{P}\infty$ senkrecht, liegt im stumpfen Axenwinkel *ac* und

1) Der Phillipsit (und Harmotom) ist eines der ausgezeichnetsten Beispiele dafür, wie durch Zwillingsbildung die Symmetrie erhöht wird; das einfache monokline Individuum besitzt nur eine Symmetrie-Ebene; nachdem 2 Krystalle nach dem ersten Gesetz (Fig. 1) zu einem einfachen Zwilling verwachsen sind, zeigt der letztere rhombischen Charakter mit drei Symmetrie-Ebenen. Die Doppelzwillinge (Fig. 2 und 4) haben ganz und gar den Charakter tetragonaler Formen mit fünf Symmetrie-Ebenen erlangt, und den Durchkreuzungen von drei Doppelzwillingen (Fig. 6) sind die neun Symmetrie-Ebenen des regulären Systems eigen. — Sehr bemerkenswerth sind die schon von *Breithaupt* angedeuteten Beziehungen des Phillipsits (und Harmotoms) zu dem Orthoklas: das die einfachen Zwillinge bildende Gesetz (nach 0P) führt zu ganz ähnlichen Formen, wie sie beim Orthoklas in den nach 0P gebildeten Manebacher Zwillingen gegeben sind; die Zwillingsbildung nach $\breve{P}\infty$ bei den Kreuzsteinen entspricht den Bavenoer Zwillingen des Orthoklases. Endlich besteht eine grosse Aehnlichkeit zwischen den Durchkreuzungszwillingen der ersteren und den Vierlingen des letzteren.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ist gewöhnlich gegen die Basis ca. 15° bis 20° geneigt (oder 75° bis 70° gegen die Normale zu 0P); Lage und Winkel sind aber variabel. Die Orthodiagonale ist stumpfe negative Bisectrix. Beim Erhitzen erfolgen auch hier optische Veränderungen. Nach einigen Beobachtungen zeigen Schliffe parallel $\breve{P}\infty$ an gewissen Krystallen Auslöschungen abweichend vom monoklinen System, auf das trikline verweisend. — Chem. Zus. ungefähr der Formel $H^2(Ca,K^2)Al^2[SiO^3]^5+4H^2O$ entsprechend, mit einem ganz kleinen Gehalt an $Na^2O$, auch wohl an MgO; der Wassergehalt ($5H^2O$) beträgt durchschnittlich 15 bis 17 pCt. Ueber die Deutung des chemischen Zusammenhangs zwischen Phillipsit und Desmin durch *Fresenius* vgl. die Anm. zu Desmin. — V. d. L. bläht er sich während des Schmelzens etwas auf; in Salzsäure zersetzbar unter Abscheidung von schleimigem Kieselpulver. — Hauptsächlich in Hohlräumen basaltischer Gesteine: Stempel bei Marburg, Annerod bei Giessen, Nidda im Vogelsberg, Limberger Kopf, Cassel, Limburg bei Sasbach im Kaiserstuhl, Sirgwitz bei Löwenberg und Wingendorfer Steinberg bei Lauban in Schlesien; Hauenstein, Salesl und Bensen in Böhmen; Antrim in Irland; Capo di Bove bei Rom, Vesuv, Aci Castello, Palagonia u. a. O. Siciliens; Prudelles bei Royat in der Auvergne; Richmond in Victoria. — Kugelige Krystallgruppen, eingebettet in dem den Boden des centralen pacifischen Oceans bildenden rothen Thon, gehören nach *Renard* dem Phillipsit an.

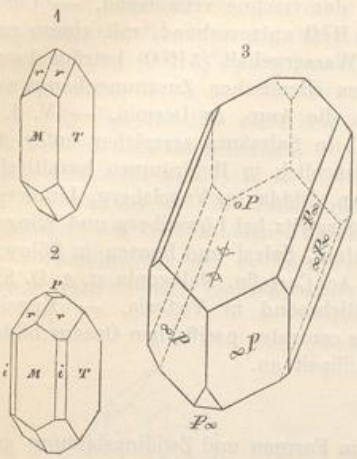
**Harmotom,** *Haüy* (Barytkreuzstein, Morvenit).

Monoklin, isomorph mit Phillipsit, mit ihm in Formen und Zwillingsbildung ganz übereinstimmend. Auch die wie Fig. 1 des Phillipsits erscheinenden Gestalten des Harmotoms galten früher, nach der längsten Erstreckung vertical gestellt, für einfache (tetragonale oder) rhombische Individuen, indessen hatte *Des Cloizeaux* schon 1868 u. a. wegen der von ihm beobachteten gedrehten Dispersion ein monoklines Axensystem zu Grunde gelegt, und gerade die damit in Verbindung stehende Deutung der Harmotomkrystalle ist auch Veranlassung gewesen zu der augenblicklichen Auffassung der Phillipsit- und Desminformen. Im Folgenden wird auf die beim Phillipsit gegebenen Zeichnungen Bezug genommen. $\beta = 55° 10'$; $\infty P = 120° 1'$; $\infty\breve{P}\infty : 0P = 124°50'$; A.-V. = 0,7031 : 1 : 1,2310. Die einfachsten Gestalten (sog. Morvenit, vgl. Fig. 1) sind auch hier schon (einfache) monokline Zwillinge der Comb. $\infty P.0P.\infty\breve{P}\infty$, verwachsen nach 0P, bei welchen gleichfalls $m$ und $b$ parallel ihren Combinationskanten gestreift erscheinen. Gewöhnlich ist die Kante $m:m$ abgestumpft durch $\infty\breve{P}\infty$ (beim Phillipsit sehr selten), welches früher als rhombisches Brachydoma $\breve{P}\infty$ galt. Daneben kommen häufiger Doppelzwillinge zweier solcher Gestalten vor, bei welchen $\breve{P}\infty$ (Polk. 90° 36′) als Zwillingsebene wirkt, meist von der Ausbildung, wie Fig. 2 (seltener ist die Verwachsungsweise Fig. 4). Endlich finden sich auch die rechtwinkeligen Kreuzungen von drei solchen länglichen Doppelzwillingen (Fig. 5). — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ deutlich, nach 0P weniger deutlich. H. = 4,5; G. = 2,44...2,50; farblos, meist graulichweiss, gelblichweiss, röthlichweiss, selten lichtroth, gelb oder braun gefärbt; glasglänzend, wenig durchscheinend. Die Ebene der fast 90° bildenden optischen Axen und die positive spitze Bisectrix stehen senkrecht auf $\infty\breve{P}\infty$; die optische Axenebene liegt im stumpfen Winkel $ac$ und ist gegen $a$ ca. 65°, gegen $c$ ca. 60° geneigt. Auch hier sind wie beim Phillipsit Verhältnisse der Auslöschung wahrgenommen worden, welche, abweichend von den Erfordernissen des monoklinen, die Einzelindividuen dem triklinen System zuzuweisen scheinen. — Chem. Zus.: Ganz analog der des Phillipsits, nur mit Baryum anstatt Calcium, hauptsächlich $H^2(Ba,K^2)Al^2[SiO^3]^5+4H^2O$, mit 47,1 Kieselsäure, 16,0 Thonerde, 20,6 Baryt, 2,1 Kali, 14,1 Wasser, von welchem 4 Mol. nach *Damour* bei 190° entweichen, aber wieder angezogen werden; das fünfte gilt dann als chemisch gebunden; vgl. die Anm. zu Desmin. V. d. L. schmilzt er ohne Aufwallen ziemlich schwer zu durchscheinendem weissem Glas; durch Salzsäure vollkommen zersetzt mit Hinterlassung von Kieselpulver. — Auf Erzgängen: Andreasberg, Kongsberg, Strontian; auf der Magnetkieslagerstätte von Bodenmais; in Mandelstein zu Oberstein und anderwärts in Basalt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Desmin,** *Breithaupt* (Stilbit, Strahlzeolith).

Monoklin, und formähnlich mit Harmotom und Phillipsit (*v. Lasaulx*, Z. f. Kryst. II. 1878. 576). Die Krystalle wurden vordem für rhombisch gehalten und so gerichtet, wie es Fig. 1 und 2 darstellt, worin alsdann $T = \infty\breve{P}\infty$, $M = \infty\bar{P}\infty$, $r = P$, $P = 0P$, $i = \infty P$. Diese Krystalle sind indessen schon einfache Zwillinge zweier monokliner Individuen, übereinstimmend mit der Phillipsit-Figur 1; das einzelne Individuum, welches als solches nicht vorkommt, würde die Form von der beistehenden Fig. 3 besitzen, und es ist demzufolge P als $\infty P$, $\infty\bar{P}\infty$ als $0P$, $\infty\breve{P}\infty$ als $\infty\breve{P}\infty$, $0P$ als $\breve{P}\infty$, $\infty P$ ($i$) als $\breve{P}\infty$ aufzufassen. Indem zwei solcher Individuen nach $0P$ verwachsen, gehen die scheinbar einfachen rhombischen Krystalle hervor. $\beta$ ist alsdann $50°49'$; $\infty P = 118°50'$; $\infty P : 0P = 122°56\frac{1}{2}'$; $0P : \breve{P}\infty = 90°30'$; $\breve{P}\infty = 94°26'$; A.-V. $= 0{,}7623 : 1 : 1{,}1940$ nach *v. Lasaulx*. Meist mehr oder weniger tafelförmig nach $\infty\breve{P}\infty$; sehr häufig sind mehre Krystalle in hypoparalleler Gruppirung zu garbenförmigen, oft in der Mitte eingeschnürten Aggregaten verbunden; auch radialstrahlige und kugelige Häufungen. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ recht vollk., basisch unvollk.; H. $= 3{,}5 \ldots 4$; G. $= 2{,}1 \ldots 2{,}2$; farblos, meist weiss, aber auch roth, gelb, grau und braun gefärbt (letzteres nach *Websky* durch organische Substanz); auf $\infty\breve{P}\infty$ Perlmutterglanz, sonst Glasglanz. Ebene der optischen Axen (52° bis 53°) $\infty\breve{P}\infty$; die spitze negative Bisectrix bildet mit $b$ $4\frac{1}{2}°$ bis 5°, die optische Normale mit $c$ 34°. Nach *v. Lasaulx* betheiligt sich am Desmin, wie auch am Harmotom und Phillipsit neben der in regelrechter Stellung vorhandenen (normalen) Substanz auch solche (inverse), welche sich in einer ganz anderen optischen Position befindet, als man es nach der äusseren Form, oder dem sonstigen optischen Verhalten vermuthen sollte. *Rinne* gewahrte, dass die bis zum Trübwerden erhitzten Krystalle die Zwillingstheilung verloren haben und einfach rhombisch geworden sind; die optische Axenebene ist jetzt $\infty\breve{P}\infty$, spitze Bisectrix die ehemalige Klinodiagonale. — Chem. Zus. für die meisten Desmine: $(Ca, Na^2)Al^2Si^6O^{16} + 6H^2O$; ist $Ca : Na^2 = 6 : 1$, so liefert dies 57,4 Kieselsäure, 16,3 Thonerde, 7,7 Kalk, 1,4 Natron, 17,2 Wasser. *Schmidt* fand manchen Desmin mit etwas feinstrahligem Mesolith durchwachsen, wodurch der Kieselsäuregehalt herabgezogen wird. V. d. L. bläht er sich stark auf und schmilzt nicht schwierig zu blasigem Glas; von conc. Salzsäure völlig zersetzt mit Hinterlassung eines schleimigen Kieselpulvers; das Pulver zeigt langsam alkalische Reaction. — Hauptsächlich in den Blasenräumen von basaltischen Gesteinen: Faeröer, Island (am Berufjord prächtige Varietäten, am Eskifjord auf Doppelspath), Antrim, Dumbartonshire, Seisser Alp (sog. Puflerit), Poonah in Ostindien. In Drusen des Granits bei Striegau (gelb), Baveno und auf Elba. Auf Klüften krystallinischer Schiefer im Salzburgischen, am Culm de Vi in Graubünden, am Viescher Gletscher im Wallis. In contactmetamorphischen Schiefern und Kalken: Rezbánya (röthlich), St. Barthélemy im Dép. der Ariège. Auf Erzlagerstätten: Andreasberg, Bodenmais, Kongsberg, Arendal. Als Thermenabsatz bei Olette in den Pyrenäen. Vielorts in Nordamerika.




Anm. Ausgehend von der Isomorphie zwischen Phillipsit und Desmin, sowie von der Thatsache, dass in allen ihren Analysen R (zweiwerthig) : Al = 1 : 2 ist, und nur Kieselsäure und Wasser schwanken, fasste *Fresenius*, der von *Streng* für den Chabasit gegebenen Deutung folgend, alle Desmine und Phillipsite auf als entstanden durch Mischung zweier verschieden zusammengesetzter Endglieder, aus $x$ Mol. $RAl^2Si^6O^{16} + 6H^2O$ und $y$ Mol. $RAl^2Si^2O^8 + 3H^2O$, wovon im wasserfreien Zustand

das erste Silicat der Albitsubstanz (Ca z. Th. für $Na^2$), das letzte der Anorthitsubstanz entspricht; durch Verdoppelung der Molecularformel des zweiten Endgliedes ergibt sich dieselbe Valenzensumme wie bei dem ersten. Die Phillipsite und Desmine wären demnach eine, der Mischungsreihe der wasserfreien Feldspathe parallele Mischungsreihe mit 6 Mol. Wasser. Dem ersten Endglied gehören die kieselsäurereichsten Desmine an, das andere, das Anorthit-Hydrat, ist als solches nicht sicher bekannt. In den Phillipsiten ist R zum grossen Theil $Na^2$ und $K^2$. Auch der Harmotom, in welchem R sehr vorwiegend Ba, fügt sich dieser Reihe ein (Z. f. Kryst. III. 1879. 42).

Aeusserlich in Form und Ansehen, auch optisch dem Desmin ganz ähnlich ist *vom Rath*'s Foresit, weisse Krystalle bis zu 1 Mm. gross, rindenartig die in den Drusen des elbanischen Granits vom Masso della Fonte de Prete sitzenden Feldspathe, Turmaline und Desmine überkrustend. *Sansoni*'s Analyse ergab: 49,97 Kieselsäure, 24,12 Thonerde, 8,33 Kalk, 0,46 Kali, 17,06 Wasser; durch Salzsäure nur schwer zersetzbar.

**Gismondin,** *Marignac* (Zeagonit).

Monoklin, gewöhnl. Habitus der Krystalle wie eine tetragonale Pyramide mit Polk. ca. 118°, Randk. ca. 92°, also etwas flacher als das Oktaëder, drusig durch viele aufsitzende Subindividuen. Doch sind diese Formen nach *Rinne* monokline Durchkreuzungszwillinge: die scheinbare tetragonale Pyramide zerfällt zunächst in 2 Hälften, in die 4 Flächen von $P\infty$ und die 4 von $\pm P\infty$, aber jede der beiden Hälften ist schon ein Zwilling nach der Basis und zwei Zwillinge dieser Art durchkreuzen sich nach dem fast rechtwinkeligen Prisma, so dass im inneren Aufbau eine gewisse Aehnlichkeit mit Phillipsit vorliegt. Durch Erwärmen verschwinden die Zwillingsgrenzen und die Krystalle erscheinen als einfache rhombische Pyramiden. Die Krystalle klein, meist halbkugelig, knospenförmig oder garbenförmig, überhaupt in paralleler Verwachsung zahlreich aggregirt. H. = 5; G. = 2,265; graulichweiss bis licht röthlichgrau, glänzend, halbdurchsichtig bis durchscheinend. — Chem. Zus. unsicher; die Analysen von *v. Kobell* und *Marignac* weichen ganz von einander ab; die Substanz scheint ein an $SiO^2$ ärmeres Glied der Phillipsitreihe zu sein, vielleicht $CaAl^2Si^2O^8 + 3H^2O$. V. d. L. bläht er sich auf, wird undurchsichtig, und schmilzt unter Leuchten zu weissem Email; in Salzsäure leicht mit Hinterlassung von Kieselgallert zersetzbar. — Capo di Bove bei Rom in Leucititlava (z. Th. Zeagonit genannt); Val di Noto am Aetna; im Basalt vom Schiffenberg bei Giessen, Frauenberg bei Fulda, Hamberg bei Bühne (Westfalen), vom Schlauroth bei Görlitz.

**Erionit,** *Eakle.*

Rhombisch, worauf die optischen Verhältnisse hinweisen; schneeweisse, wollhaarähnliche perlmutterglänzende Fäden auf Milchopal in einem Rhyolithtuff von Durken in Oregon. — G. = 1,997. — Die Analyse ergab: 57,16 Kieselsäure, 16,08 Thonerde, 3,50 Kalk, 0,66 Magnesia, 3,51 Kali, 2,47 Natron, 17,30 Wasser; als Formel wird angegeben $H^2(Ca, K^2, Na^2)Al^2Si^6O^{17} + 5H^2O$, also entsprechend derjenigen des Desmins, in welcher Ca weitgehend durch Alkalien ersetzt ist; doch ist das Mineral zweifellos vom Desmin verschieden. — Ausserordentlich leicht durch Salzsäure zersetzbar; schmilzt leicht zu klarem farblosem Glas. Im geschlossenen Rohr erhitzt bräunen sich die Fasern leicht, riechen verbrannt und geben viel Wasser ab, das stark alkalisch reagirt; die organische Substanz wird an das Krystallwasser gebunden erachtet; ferner sind 0,22 pCt. Ammoniak vorhanden.

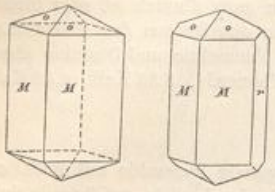
**Edingtonit,** *Haidinger.*

Früher als tetragonal und zwar sphenoidisch-hemiëdrisch aufgefasst, nach *O. Nordenskiöld* aber rhombisch-hemiëdrisch; $\infty P = 90°44'$; Polk. von P 121°50′ und 121°; A.-V. = 0,9872 : 1 : 0,6733; beobachtete Formen $\infty P$, 0P, + und $-\frac{P}{2}$, + und $-\frac{2\breve{P}2}{2}$ (letztere beide nicht zusammen); Zwillingsbildung nach $\infty P$. Krystalle nach *c* bis 3 cm lang und oft nach einem Flächenpaar von $\infty P$ tafelförmig. — Spaltb. nach $\infty P$ vollk., nach 0P deutlich. H. = 4...4,5; G. = 2,77; graulichweiss bis lichtroth; opt. Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, spitze negative Bisectrix *c*. — Die Analyse von *Heddle*, von welcher eine von *G. Lindström* nur ganz wenig abweicht, lieferte: 36,98 Kieselsäure, 22,63 Thonerde, 26,84 Baryt, 12,46 Wasser, was vielleicht der Formel $BaAl^2Si^3O^{10} + 3H^2O$ entspricht; von Salzsäure zersetzt unter Abscheidung von Kieselgallert. — Sehr seltene kleine Krystalle von Kilpatrick in Dumbartonshire in Schottland, mit Analcim, Harmotom, Kalkspath und Grünerde; Böhlet in Schweden. — Der weisse angeblich als O und $\infty O\infty$ krystallisirte Glottalith *Thomson*'s von Glotta bei Portglasgow am Clyde ist zufolge *Heddle* ein Gemenge von Edingtonit mit Harmotom, nach *Greg* und *Lettsom* Phakolith. Eine

ähnliche chem. Zus. wie Edingtonit haben die monoklinen, dem Harmotom und Phillipsit äusserlich gleichenden Krystalle des Wellsits von der Korundgrube Buck Creek in Nordcarolina, indem sie auf die Formel $RAl^2Si^3O^{10} + 3H^2O$ führen, worin aber RO nur zum Theil BaO (5,07 pCt.), ausserdem CaO, $K^2O$, $Na^2O$, SrO, MgO ist.

**Natrolith,** *Werner* (Mesotyp z. Th., Natronmesotyp, Spreustein).

Rhombisch; $\infty P$ 91° 14⅔′; P Polk. 143° 12½′ und 142° 22¼′; A.-V. = 0,9785 : 1 : 0,3536 nach *Brögger*, doch variiren die Dimensionen. Gewöhnlich sieht man nur die anscheinend tetragonale Comb. $\infty P.P$ oder dieselbe noch mit $\infty\breve{P}\infty$ (*r*), wie beistehend; ab und zu erscheinen namentlich noch $\infty\bar{P}\infty$, 2P (Polk. 120° 21′ und 119° 55′) und $3\breve{P}3$. Häufig ist die Grundpyramide durch vicinale Flächen ersetzt, z. B. $\frac{3}{3}\frac{1}{0}P$, $\bar{P}\frac{2}{2}\frac{1}{0}$ (vorne mit P 179° 11′ bildend), $\frac{4}{4}\frac{4}{3}\bar{P}\frac{1}{1}\frac{1}{0}$. Krystalle dünn säulenförmig, nadelförmig und haarförmig nach der Prismenzone, meist klein und sehr klein, doch bei Brevig ziemlich gross. Norwegische Krystalle sind ausnahmsweise nach der Makrodiagonale säulenförmig verlängert, mit stark entwickeltem $3\bar{P}\infty$, oder bilden fast rechtwinkelige Durchkreuzungszwillinge nach $3\bar{P}\infty$. An Krystallen vom Stempel bei Marburg beobachtete *Stadtländer* die pyramidalen Polkanten an beiden Enden gegen einander verwendet, so dass dem Beschauer sowohl die schärferen als die stumpferen zugekehrt sind, was durch den Satz erklärt wird: Zwillingsaxe die Normale auf $\infty P$, Zusammensetzungsfläche 0P, Umdrehungswinkel 180°. (Einen Theil der gemessenen Krystalle von den Arö-Scheeren befand *Brögger*, neben unzweifelhaft rhombischen, als monoklin, mit $\beta = 89° 55'$, verzwillingt nach dem alsdann dem rhombischen Brachypinakoid entsprechenden Orthopinakoid.) Auch als büschelförmige und nierförmige Aggregate, welche letztere bei sehr feiner Ausbildung dicht werden. — Spaltb. nach $\infty P$ vollk.; H. = 5...5,5; G. = 2,20...2,26; farblos, graulichweiss, doch oft gelblichweiss, isabellgelb bis ockergelb, selten roth gefärbt; Glasglanz; durchscheinend bis kantendurchscheinend; die optischen Axen liegen im Brachypinakoid, ihre positive Bisectrix fällt in die Verticalaxe; $a = \mathfrak{a}$, $b = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{c}$; $2V$ = ca. 62°; mittl. Brechungsquot. = ca. 1,48; Krystalle aus der Auvergne zeigen am Rande von basischen Schnitten unregelmässige Partieen, in denen die Axenebene rechtwinkelig zu der des centralen Theiles steht (*Lacroix*). Pyroëlektrisch, aber nicht sonderlich stark. — Chem. Zus.: $Na^2Al^2Si^3O^{10} + 2H^2O$, mit 47,36 Kieselsäure, 26,86 Thonerde, 16,32 Natron, 9,46 Wasser; nur selten wird ein ganz kleiner Theil des Natrons durch Kalk ersetzt. Der N. gibt bei etwa 300° sein Wasser vollständig ab, welches wohl sämmtlich als Krystallwasser betrachtet werden muss. V. d. L. wird er trübe und schmilzt dann ruhig und ohne Aufblähen, wie auch schon in der Kerzenflamme, zu klarem Glas; in Salzsäure löslich unter Abscheidung von Kieselgallert; von Oxalsäure wird er meist vollständig gelöst; das Pulver sowohl des rohen als auch des entwässerten N. zeigt alkalische Reaction. — In Blasenräumen basaltischer und phonolithischer Gesteine: Hohentwiel, Oberschaffhausen im Kaiserstuhl, Stempel bei Marburg, Alpstein bei Sontra, Böhmisch Leipa, Salesl, Marienberg bei Aussig, Monte Baldo unweit Mori in Südtirol, Montecchio Maggiore bei Vicenza, Auvergne, Faeröer, Island. In Drusen der Gänge des Augitsyenits auf den Inseln des Langesundfjords in der Gegend von Brevig grosse Krystalle (Brevicit genannt) und dickstengelige Aggregate (als Radiolith aufgeführt). Rothe faserige oder dichte Mandeln bilden den sog. Krokalith.



Die feinfaserigen büscheligen oder wirrfilzigen Massen des sog. Spreusteins oder Bergmannits, weisslich bis gelblichgrau oder röthlich, welche einen Gemengtheil der südnorwegischen Syenitgänge bilden, gehören dem Natrolith an; offenbar von secundärer Bildung sind sie als Umwandlungsproduct auf mehrfache Gesteinsmineralien zurückgeführt worden. Insbesondere entsteht der Spreustein aus Eläolith und Sodalith, zum Theil auch aus Cancrinit, desgleichen ist ein Hervorgehen aus Feldspath stellenweise wahrscheinlich. Nach *Scheerer* ist der Substanz des Spreusteins Diaspor beigemengt. — Der röthliche Lehuntit von Glenarm

in Antrim ist nur ein Natrolith, der durch eingeschlossene Desminschüppchen einen höheren Wassergehalt ergibt. — Ein an Kalk (ca. 4 pCt.) etwas reicherer Natrolith ist der milchweisse radialstengelige Galaktit von Glenfarg, Bishoptown und Kilpatrick in Schottland.

**Skolecit,** *Fuchs* (Mesotyp z. Th., Kalkmesotyp).

Monoklin (hemiëdrisch, s. u.); $\beta = 89^\circ 18'$; $\infty P$ ($M$) $91^\circ 22\frac{1}{2}'$; P ($o$) $144^\circ 14'$, $-P$ ($o'$) $143^\circ 59'$; A.-V. = 0,9764 : 1 : 0,3434 nach *Flink*. Gewöhnl. Comb. $\infty P . P . -P$ wie die Figur; Krystalle kurz oder lang säulenförmig bis nadelförmig; auf $\infty P$ oft eine zarte horizontale Streifung, auf P häufig eine verschwommene Kerbung oder Riefung, $-P$ immer glatt. Fast stets Zwillinge, wobei die Zwillingsebene $\infty\breve{P}\infty$, und beide Individuen einen scheinbar einfachen Krystall bilden; auf dem Klinopinakoid erscheint die geradlinige Zwillingsgrenze sowohl durch das federförmige Absetzen einer feinen, oben nach vorne schräg gerichteten Streifung, als durch die analog, übrigens nach *Luedecke* an verschiedenen Krystallen unter verschiedenen Winkeln geneigte Auslöschung.




Die Angaben, dass bei einigen Vorkommnissen die Auslöschungsrichtungen auf das trikline System verweisen, sind bestritten oder anders gedeutet worden; auch die zeitweilig aus krystallographischen Gründen als triklin angesprochenen Skolecite haben sich als monoklin erwiesen. Derb, von radial-stengeliger oder faseriger Textur. — Spaltb. nach $\infty P$ ziemlich vollk., zerbrechlich; H. = 5 ... 5,5; G. = 2,20 ... 2,4; farblos, schneeweiss, graulich-, gelblich- und röthlichweiss; Glas- und Perlmutterglanz, die faserigen Aggregate Seidenglanz; durchsichtig bis kantendurchscheinend. Optische Axenebene senkrecht auf $\infty\breve{P}\infty$, die spitze negative Bisectrix bildet mit $c$ 15° bis 17° im stumpfen Winkel $\beta$. — Die Zuweisung zur hemiëdrischen Abtheilung des monoklinen Systems erfolgte durch *Rinne* auf Grund der Aetzfiguren (vgl. S. 113, 195). Damit steht auch das pyroëlektrische Verhalten im Zusammenhang: einfache Krystalle zeigen beim Abkühlen auf den vorderen Prismenflächen positive, auf den hinteren negative Elektricität (Zwillinge sind auf allen Prismenflächen positiv). Das frei ausgebildete Ende der Verticalaxe ist beim Erkalten positiv, das abgebrochene andere Ende negativ. — Chem. Zus.: Empirisch $CaAl^2Si^3O^{10} + 3H^2O$ mit 45,92 Kieselsäure, 26,05 Thonerde, 14,27 Kalk, 13,76 Wasser; als Krystallwasser werden bald 2 Mol., bald nur 1 Mol. angesehen; der Rest entweicht erst in der Glühhitze. V. d. L. krümmt und windet er sich wurmförmig, und schmilzt dann leicht zu blasigem Email; gelatinirt mit Säuren; die Gallert liefert, mit wenig Schwefelsäure benetzt, nadelförmige Gypskrystalle. — Staffa und Mull, Berufjord auf Island, Table Mountain in Colorado, Kandallah und Poonah (bis 20 Mm. lange, 4 bis 5 Mm. dicke Krystalle, sog. Poonahlith) in Ostindien, überall in Basalt. — Auf Klüften des Protogins am Schattigen Wichel über der Fellinen Alp hinter dem Bristenstock (mit Calcit, Quarz, Byssolith, Chlorit u. a. Zeolithen) und im Etzlithal; Viescher Gletscher im Oberwallis.

**Mesolith,** *Fuchs* (Mesotyp z. Th., Mesole).

Mit dem Namen Mesolith bezeichnet man Zeolithe, welche eine Mischung von Skolecit- und Natrolithsubstanz darstellen. Monoklin; die Krystalle, welche Zwillinge wie der Skolecit, aber häufiger als dieser auch einfache Individuen bilden, sind hier abermals Combinationen von $\infty P$ (ca. 92°), $\pm P$ und weniger häufigem $\infty\breve{P}\infty$. Die Prismenflächen sehr oft (durch vicinale Prismen $\infty\breve{P}n$) vertical, die Pyramidenflächen manchmal parallel den klinodiagonalen Polkanten gestreift. Auslöschung auf $\infty\breve{P}\infty$ meist 8° bis 9° gegen $c$, auf der orthopinakoidalen Schlifffläche parallel der Verticalaxe. Angaben über den triklinen Charakter gewisser Vorkommnisse und deren Verzwillingung nach dem Brachypinakoid liegen auch hier vor. Sehr häufig zarte wollige Büschel oder faserige seidenglänzende Aggregate, auch anscheinend dicht, milchig porzellanähnlich; weiss, graulich und gelblich. H. = 5; G. = 2,2 ... 2,4. — Chemisch können die Mesolithe als ein Kalk und Natron haltiges Gemisch von meistens 2 Mol. Skolecit- und 1 Mol. Natrolithsubstanz aufgefasst werden, welches 46,39 Kieselsäure,

26,31 Thonerde, 9,61 Kalk, 5,33 Natron, 12,36 Wasser erfordert; übrigens dürften auch wohl andere Verhältnisse der Mischung vorkommen, wozu, wie es scheint, die sog. Mesole gehört. Die oben angeführten Formeln für beide Substanzen sind bis auf den Wassergehalt analog, welcher beim Natrolith 2, beim Skolecit 3 Mol. im Ganzen ausmacht. *Groth* vermuthet angesichts des verschiedenen Verhaltens der beiden Substanzen beim Erhitzen, dass auch der Skolecit eigentlich nur 2 Mol. Krystallwasser enthält, das dritte Mol. dem Silicat selbst angehört. Während er die Formel des Natroliths als $Na^2Al[AlO]Si^3O^9 + 2H^2O$ schreibt, wird unter solcher Voraussetzung diejenige des Skolecits zu $CaAl[Al.2OH]Si^3O^9 + 2H^2O$, und in sofern relativ übereinstimmend, als an Stelle der einwerthigen Gruppe [AlO] in der ersten die ebenfalls einwerthige Gruppe [Al.2OH] in der zweiten steht. — Pflasterkaute bei Eisenach, Insel Skye (sog. Cotton-stone), Antrim in Irland (hier bei Ballintoy die lockeren stalaktitischen Aggregate des sog. Antrimoliths), Faeröer, Berufjord in Island, Fritz Island im Schuylkill-District in Pennsylvanien, Table Mountain in Colorado, überall im Basalt; Serra de Botucatú in Brasilien im Augitporphyrit.

Der Harringtonit, erdig und kreideweiss von Portrush und den Skerries in Antrim, steht chemisch dem Mesolith nahe, ist aber nach *Lacroix* zur Hauptsache eine isotrope Substanz mit spärlich eingelagerten Nädelchen, wahrscheinlich von Natrolith und Mesolith.

## Thomsonit, *Brooke*, und Comptonit, *Brewster*.

Rhombisch, $\infty P$ 90° 23′ nach *Brögger*. A.-V. = 0,9932 : 1 : 1,0066; die gewöhnl. Form des sog. Comptonits zeigt die Figur, worin $m = \infty P$, $a = \infty\bar{P}\infty$, $b = \infty\breve{P}\infty$, $y = \frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $r = \bar{P}\infty$, und $x$ ein äusserst stumpfes Brachydoma (nach *Brögger* $\frac{1}{48}\breve{P}\infty$), welches nur wie die Basis mit gebrochener Fläche erscheint und die Krystalle sehr charakterisirt; $r : a = 135°23'$; $x : x = 177°36'$. Die Flächen von $\infty P$ sind vertical gestreift, die Basis meist gerundet; der von den Cyklopen-Inseln und von Kaaden zeigt bisweilen kreuzförmige Zwillingskrystalle nach $\infty P$; gewöhnlich Drusen, fächerförmige, büschelförmige, garbenförmige und kugelförmige Gruppen, auch stengelige Aggregate (sog. Thomsonit). — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk., nach $\infty\bar{P}\infty$ etwas weniger; H. = 5 ... 5,5; G. = 2,34 ... 2,38; weiss; Glasglanz z. Th. perlmutterähnlich, durchscheinend, doch meist trübe; die optischen Axen liegen in der Basis, ihre positive Bisectrix fällt in die Makrodiagonale; Doppelbrechung sehr stark für einen Zeolith: $\alpha = 1{,}497$, $\beta = 1{,}503$, $\gamma = 1{,}525$, für Roth. — Chem. Zus.: $2(Ca, Na^2)Al^2Si^2O^8 + 5H^2O$; der vom Seeberg bei Kaaden enthält z. B. nach *Rammelsberg*: 38,73 Kieselsäure, 30,84 Thonerde, 13,42 Kalk, 4,39 Natron (darunter 0,54 Kali), 13,09 Wasser. V. d. L. bläht er sich auf, wird undurchsichtig und schmilzt schwierig zu weissem Email; von Salzsäure zerlegt unter Abscheidung von Kieselgallert; das Pulver reagirt stark alkalisch. Das Wasser entweicht allmählich bei sehr verschiedenen Temperaturen, aber erst anfangend bei 190°. Geschmolzen erstarrt er nach *Doelter* in der Form des Anorthits, dessen Zus. mit der des wasserfreien Thomsonit-Silicats identisch ist. — In basaltischen und phonolithischen Gesteinen: Seeberg bei Kaaden, Hauenstein und Waltsch, Katzenburg bei Leitmeritz in Böhmen; Pflasterkaute bei Eisenach (wo nach *Luedecke* das sehr stumpfe Brachydoma $\frac{1}{50}\breve{P}\infty$ mit 177° 42′); am Vesuv in alten Laven, Cyklopen-Inseln; Kilpatrick bei Dumbarton, Skye, Faeröer (auch radialfaserige Kugeln, Faröelith genannt, wie sie ebenfalls in Antrim vorkommen), Island (am Berufjord die strohgelbe Var. des Karphostilbits), Table Mountain in Colorado. Auf Hornblendeschiefer im tiroler Pitzthal. Auf den Gängen von Låven in Norwegen als Umwandlung des Eläoliths; bei Grand Marais am n.-w. Ufer des Oberen Sees in glatten, radialfaserigen Kugeln (ursprünglich Mandeln im Diabas), welche achatähnlich gefärbte Zonen zeigen, hier auch als grüne feinkörnige, meist prehnitähnliche Aggregate, Lintonit genannt (doch stimmt dies Vorkommen nach *Winchell* optisch nicht mit Thomsonit überein). — Der röthlichbraune Chalilith aus den Basaltgesteinen von Sandy



Brae in Antrim, splitterig und flachmuschelig brechend, ist eine compacte Var. des Th., ebenso der Scoulerit aus Island.

**Mordenit,** *How.*

Monoklin; A.-V. der kleinen, nach $\infty\breve{P}\infty$ tafeligen und vollk. spaltbaren stilbitähnlichen Krystalle = 0,4010 : 1 : 0,4279; auch halbkugelige oder cylindrische faserige Aggregate. H. = 3...4; G. = 2,1...2,2; weiss, gelblich oder röthlich. Eine Analyse reinen Materials ergab: 67,33 Kieselsäure, 13,28 Thonerde, 3,94 Kalk, 2,26 Natron, 12,88 Wasser, woraus sich die Formel $RAl^2Si^{10}O^{24} + 7H^2O$ ableitet. Schmilzt v. d. L. schwierig und ohne Aufblähen, durch Säuren nicht völlig zersetzbar. — Morden u. a. O. in Nova Scotia im sog. Trapp; Hoodoo Mts. in Wyoming im Basalt.

Chemisch steht diesem sehr kieselsäurereichen Mineral ganz nahe der Ptilolith (*Cross* und *Eakins*), zarte farblose, stets gerade auslöschende Prismen mit gerader Endfläche, als höchst feine Büschel und kugelig schwammige Massen in Blasenräumen von Augitandesit-Fragmenten der Green- und Table Mts., auch im Pechstein aus Custer Co., Californien. Ist $RAl^2Si^{10}O^{24}$, mit entweder 5 oder 7 $H^2O$, worin R = Ca, $K^2$, $Na^2$; Kieselsäuregehalt 68 bis 70 pCt.; selbst siedende Salzsäure wirkt nicht ein.

## 19. Thongruppe
### nebst Anhang: Allerlei Metallsilicate.

Vorwiegend blos Thonerdesilicat.

**Kaolinit,** *Johnston* und *Blake* (z. Th. Kaolin).

Lockere erdige Aggregate zeigen bisweilen kleine durchsichtige Krystalltäfelchen von rhombischem, rhomboidischem oder hexagonalem Umriss mit Winkeln von ca. 120°, bisweilen mit pyramidalen Flächen, auch wohl Zwillinge ähnlich dem Glimmer. Solche Kryställchen von Anglesea bestimmte *Miers* als monoklin mit $\beta = 83°\,11'$ und dem A.-V. = 0,5748 : 1 : 0,5997; auch aus optischen Gründen monoklin sind zufolge *Sh. Kasai* die Täfelchen eines silberglänzenden Kaolinit-Pulvers von der National Bell Mine bei Silverton in Colorado. Spaltb. basisch vollk., auch zeigen sich an den Tafeln drei den Umgrenzungslinien parallele Spaltrisse. — H. = 1; G. = 2,4...2,6; weiss, gelblich, röthlich, grünlich. Optisch zweiaxig negativ; Brechungsvermögen und Doppelbrechung ungefähr wie bei Muscovit. Meist erdige und lockere, oft dichte, bisweilen blätterige Massen. — Chem. Zus.: Empirisch $Al^2Si^2O^7 + 2H^2O$, was 46,50 Kieselsäure, 39,56 Thonerde, 13,94 Wasser erfordert; da das Wasser aber erst vollständig durch längeres stärkeres Erhitzen über 330° entweicht, so pflegt man die Formel $H^4Al^2Si^2O^9$ zu schreiben, wodurch der Kaolinit dem Serpentin ähnlich wird, insofern 3 Mg des letzteren hier durch die gleichwerthigen ($Al^2$) ersetzt sind. V. d. L. unschmelzbar; in Phosphorsalz löslich unter Abscheidung von Kieselsäure; mit Kobaltsolution wird er blau; Salzsäure und Salpetersäure greifen ihn nicht merklich an; kochende Schwefelsäure dagegen löst die Thonerde und scheidet die meiste Kieselsäure in demjenigen Zustande aus, in welchem sie durch kohlensaures Natron gelöst wird. Eine Reaction des Kaolinits mit Haloidverbindungen der Alkalimetalle bewirkt die Bildung von Producten, die chemisch dem Muscovit nahestehen.

Zu dem weiteren Begriff Kaolinit gehören folgende Substanzen:

Kaolin (nach dem chinesischen Wort Kao-ling) oder Porzellanerde, die derben, in der feineren Industrie verwandten Substanzen, ganze Gang- und Lagermassen bildend, von unebenem, rauhem und feinerdigem Bruch, sehr weich, mild und zerreiblich, matt und undurchsichtig, im trockenen Zustande mager anzufühlen, im feuchten sehr plastisch. Als Pseudomorphosen nach Orthoklas u. a. Feldspathen, Porzellanspath, Skapolith, Leucit, Beryll, Topas. U. d. M. treten bisweilen die sechsseitigen zarten Blättchen hervor. — Der Kaolin ist grösstentheils ein Zersetzungsproduct der Feldspathe (Orthoklas, Albit, Kalknatron-Feldspathe) in Graniten, Gneissen, Porphyren, Rhyolithen, Pechsteinen. Dem Orthoklas z. B., $K^2Al^2Si^6O^{16}$, wird durch namentlich kohlensäurehaltiges Wasser das Kalisilicat $K^2Si^4O^9$ entzogen, wogegen 2 Mol. Wasser aufgenommen werden. — Aue bei Schneeberg, St. Yrieix bei Limoges, St. Stephans in Cornwall,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seilitz bei Meissen, Sornzig bei Mügeln, Rasephas bei Altenburg, Morl und Trotha bei Halle, u. a. O.

Die Thone lassen sich grossentheils als Kaolin betrachten, welcher durch kohlensauren Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganhydroxyd, feinen Quarzsand und den Detritus anderer Mineralien mehr oder weniger verunreinigt ist. An die unreinen Thone schliesst sich der Lehm an. Die sog. Walkerde ist theils unreiner Thon, wie die von Nutfield in Surrey, theils der unmittelbare Rückstand der Zersetzung gewisser Silicatgesteine, wie z. B. jene von Rosswein in Sachsen aus Flasergabbro entstanden ist.

Nakrit bildet meist sehr feinschuppige, fast dichte Aggregate von schneeweisser Farbe, in starkem Licht schimmernd mit Perlmutterglanz; die ausgezeichnete Var. von der Grube Einigkeit zu Brand bei Freiberg findet sich in kleinen, sechsseitig tafelförmigen, nach *Des Cloizeaux* rhombischen, aus sechs zwillingsartig verbundenen Sectoren von fast 60° bestehenden Kryställchen, welche keilförmig oder fächerförmig gruppirt, nach der Basis vollkommen spaltbar, gelblichweiss und perlmutterglänzend sind; Gew. 2,627. Chem. Zus. genau die des Kaolinits; doch gibt *Sandberger* an, dass der Nakrit durch Salzsäure zersetzt wird. Häufig auf Erzgängen und im Sphärosiderit der Steinkohlenformation; Marienberg, Freiberg, Ehrenfriedersdorf, Zwickau, Lodève, Pottsville und Tamaqua in Pennsylvanien. — Pholerit nannte *Guillemin* eine weisse Substanz, welche Spalten verschiedener Gesteine der Kohlenformation von Fins (Allier) erfüllt; Pholerite aus Belgien (weisse wachsähnliche Partieen aus den Spalten eines groben Schiefers von St. Gilles bei Lüttich, schuppig-pulverige Massen, welche zu Bagatelle bei Visé und zu la Chartreuse bei Lüttich Hohlräume im Kohlensandstein ausfüllen, schneeweisse milde Partieen im Quarzdiorit von Quenast) entsprechen zufolge *de Koninck* der Formel des Kaolinits und bestehen u. d. M. aus sechsseitigen Täfelchen, oft nach einer Richtung verlängert, von höchstens $\frac{1}{4}$ Mm. Durchmesser, welche sehr genau Winkel von 120° haben.

Steinmark ist ein alter bergmännischer Name für dichte, oft härtere Varietäten (H. = 2...3), welche nierförmig oder krummschalig, derb und als Trümer oder Nester vorkommen; weiss, gelblich, auch fleischroth, von flachmuscheligem bis ebenem Bruch. Im Porphyrtuff von Rochlitz in Sachsen unterschied *Breithaupt* unter den Steinmarken den concentrisch schalenförmigen, etwas kantendurchscheinenden Myelin von schnee- und röthlich weisser Farbe und den derben fleischrothen Carnat; beide sind nach *Frenzel* chemisch unter einander übereinstimmend und von der Zus. des Kaolinits, übrigens kryptokrystallinische Aggregate. Im Topasbrockenfels vom Schneckenstein isabellfarbig (u. d. M. aus scharfen rhombischen oder sechsseitigen Täfelchen bestehend); in den Melaphyren von Cainsdorf, auf Zinnerzlagerstätten (Ehrenfriedersdorf, Zinnwald, Schlaggenwald); Rubengrube bei Neurode, apfelgrüne bis bläuliche Trümer von Steinmark im feuerfesten Schieferthon, auch Pholerit genannt.

Der weisse, matte und undurchsichtige, flachmuschelig brechende Dillnit von Dilln bei Schemnitz, die Matrix des dortigen Diaspors, besteht wesentlich aus Kaolin, wahrscheinlich gemengt mit etwas Diaspor. — Meerschaluminit (Simlait) ist ein äusserlich meerschaumähnlicher Kaolin von Jacko bei Simla im n. Ostindien. — Tuesit, bläulichweiss, steinmarkähnlich vom Ufer des Tweed in Schottland.

**Gebrauch.** Der Kaolin liefert die Hauptmasse für die Fabrikation des Porzellans, wird aber auch zu vielen anderen Gegenständen der feineren Töpferei, zu Steingut, Fayence u. dgl. verwendet. Welche äusserst wichtige Anwendung die Thone zu ähnlichen Zwecken gewähren, ist bekannt, indem die ganze Töpferei und Ziegelei wesentlich auf ihrem Vorkommen beruht. Die feinen feuerfesten Thone werden zu Tabakspfeifen, Schmelzgefässen, feuerfesten Ziegeln benutzt. Ausserdem findet der Thon eine vielfache Anwendung beim Walken der Tücher, beim Modelliren, bei Herstellung wasserdichter Füllungen; der Lehm insbesondere aber wird zum Pisébau, zu Lehmwänden, Scheunentennen, Luftziegeln und gebrannten Ziegeln, als Formmasse und zu vielen anderen Zwecken verwendet. Manche Völker gebrauchen sogar den Thon als Nahrungsmittel, oder wenigstens zur Füllung des Magens.

**Newtonit,** *Brackett* und *Williams.*

Weisse und weiche, derbe kaolinähnliche Massen, u. d. M. aus kleinen Rhomboëderchen bestehend; G. = 2,37. — Chem. Zus.: Empirisch $Al^2Si^2O^7 + 5H^2O$, mit 38,5 Kieselsäure, 32,7 Thonerde, 28,8 Wasser. Bildet bis 40 Pfund schwere Klumpen im dunkelgrauen Thon am Sneed's Creek in Arkansas.

**Halloysit,** *Berthier.*

Amorph nach *Helmhacker*, knollig und nierförmig, bisweilen wie zerborsten, Bruch flachmuschelig; etwas mild; H. = 1,5...2,5; G. = 1,9...2,1; bläulich-, grünlich-, graulich- und gelblichweiss, in blassblau, grün und grau verlaufend; schwach fettglänzend, im Strich glänzender, kantendurchscheinend; im Wasser wird er mehr durchscheinend; klebt mehr oder weniger an der Zunge. — Chem. Zus.: Ein Aluminiumsilicat wie Kaolinit, aber mit grösserem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wassergehalt; bei 150° entweichen variabele Procente von Wasser (3,5 bis 12); bei 250° ergibt sich das Kaolinit-Silicat, dessen Wasser alsdann bei 400° verschwindet; der Zus. $H^4Al^2Si^2O^9 + H^2O$ würden 43,5 Kieselsäure, 36,9 Thonerde, 19,6 Wasser entsprechen. Von conc. Schwefelsäure vollkommen zersetzt. — Oefters mit Galmei in Kalksteinen: Angleur in Belgien, Laumède in der Dordogne, Miechowitz in Oberschlesien, Drenkova im Banat. — Call in der Eifel (sog. Lenzin).

In die Nähe des Halloysits gehören noch: der Glagerit auf Brauneisenerzgängen von Bergnersreuth unweit Wunsiedel, knollige schneeweisse, feinerdige Massen mit dichteren bläulichweissen Körnern und Adern. Milanit von Maidanspek in Serbien, Indianit aus Lawrence Co., Indiana; Nertschinskit von Nertschinsk. — Der sehr weiche und fast geschmeidige Malthazit, grünlichweiss und durchscheinend, bildet dünne Platten und Ueberzüge auf Klüften in Basalt von Steindörfel bei Bautzen; führt 50,2 Kieselsäure, 10,7 Thonerde, 3,4 Eisenoxyd, 0,2 Kalk und 35,8 Wasser.

**Kollyrit,** *Karsten.*

Nierförmig und derb; wenig mild; leicht zersprengbar; H. = 1...2; G. = 2...2,15; schneeweiss, graulich- und gelblichweiss; schimmernd bis matt; fühlt sich etwas fettig an, klebt an der Zunge; wird im Wasser durchscheinend. — Chem. Zus.: $Al^4Si^3O^8 + 9H^2O$, mit nur 14,08 Kieselsäure, 47,93 Thonerde, 37,99 Wasser; v. d. L. unschmelzbar, von Säuren gelöst, die Sol. gibt beim Abdampfen eine Gallert. — Schemnitz in Ungarn, Ezquerra in den Pyrenäen; auf Klüften in der oberen Kreide zu Hove bei Brighton. — Aehnlich arm an Kieselsäure (11,95 pCt.) ist nach *Schrötter*'s Analyse der sog. Schrötterit von Freienstein in Steiermark, grün bis gelblich, fast durchsichtig (*Helmhacker* fand allerdings 35,73 pCt. Kieselsäure); ferner nach *Mallet* der krustenbildende sog. Schrötterit aus Cherokee Co. in Alabama (10,53 pCt. Kieselsäure) mit harzähnlichem Bruch. Schrötterit wird auch von Saalfeld angegeben.

**Montmorillonit,** *Salvétat.*

Derb, sehr weich, zerreiblich und mild, rosenroth; im Wasser zergeht er, ohne plastisch zu werden. — Chem. Zus. nach *Damour* und *Salvétat*: Ungefähr 50 Kieselsäure, 20 Thonerde und 26 Wasser, dazu etwas Kalk und Kali, auch etwas Eisenoxyd und eine Spur Magnesia; andere Analysen hierher gerechneter Substanzen weichen etwas ab. V. d. L. unschmelzbar, brennt sich aber hart; von Salzsäure nur theilweise, von kochender Schwefelsäure aber gänzlich zersetzt. — Montmorillon im Dèp. de la Vienne, Confolens im Dép. der Charente, Saint-Jean-de-Côle unweit Thiviers im Dèp. der Dordogne, Poduruoj in Siebenbürgen; Branchville in Connecticut, hier wahrscheinlich aus Spodumen hervorgegangen.

Der Smegmatit *Naumann*'s (von *Nicklès* Saponit genannt) ist ein amorphes, weisses oder blau marmorirtes, weiches und geschmeidiges, ganz seifenartig anzufühlendes Mineral, welches sich noch gegenwärtig in der Seifenquelle bei Plombières bildet und aus 42,30 Kieselsäure, 19,20 Thonerde, 38,54 Wasser besteht.

Bei dem weiss und grün gefleckten, einigermassen dem Pimelith ähnlichen Razoumoffskin aus dem Serpentin des Gumbergs bei Frankenstein in Schlesien ergab die Analyse hauptsächlich 54,5 Kieselsäure, 27,25 Thonerde, 14,25 Wasser, was nahe durch die Formel $Al^2Si^3O^9 + 3H^2O$ dargestellt wird; die grünliche Farbe rührt von ¼ pCt. Eisenoxydul her. Ein blass himmelblaues bis azurblaues Vorkommniss von Lading in Kärnten ist durch Kupferlasur gefärbt. — Der Chromocker, grasgrün, apfelgrün bis zeisiggrün, welcher in kleinnierförmigen Ueberzügen, und als Ausfüllung oder Anflug von Klüften im Porphyr bei Halle und bei Waldenburg in Schlesien, auch bei Creusot in einem Conglomerat vorkommt, führt bei einer sonst dem Razoumoffskin sehr ähnlichen Zus. 2 bis 10 pCt. Chromoxyd.

**Cimolit,** *Klaproth.*

Dieses Mineral von der Insel Argentiera (Kimolos) erscheint als ein graulichweisser, ziemlich stark an der Zunge hängender und Fett einsaugender Thon, wahrscheinlich das Zersetzungsproduct eines trachytischen Gesteins. Die eine der beiden Analysen führt genau auf die empirische Formel $Al^4Si^9O^{24} + 6H^2O$, mit 63,37 Kieselsäure, 23,96 Thonerde, 12,67 Wasser. Dieselbe besitzt auch ein Cimolit von Ekaterinowska. — Zum Cimolit gehört auch die Umwandlungssubstanz der selbst bis 4 Cm. grossen Augitkrystalle vom Berge Hradischt bei Bilin (Anauxit *Breithaupt*'s); ebenso sind die bis 2 Cm. langen tafelförmigen Augitkrystalle aus dem basaltischen Gestein der Limburg bei Sasbach am Kaiserstuhl nach *Knop* in Cimolit umgewandelt, wobei sich der etwa 3 pCt. betragende Titansäuregehalt der frischen Augite in diesen Pseudomorphosen auf über 9 pCt. angereichert hat. — Dem Cimolit steht sehr nahe der nur etwas wasserärmere, übrigens mit etwas Quarz gemengte Pelikanit, im Bruch muschelig,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

grünlich, matt, kantendurchscheinend; ein häufiger Bestandtheil des Granits im Gouv. Kiew. — Ehrenbergit, auf Klüften von Andesiten des Siebengebirges, hell rosenroth, frisch fast gallertartig, trocken rissig und an der Zunge klebend.

**Allophan,** *Stromeyer.*

Traubig, nierförmig, stalaktitisch, als Ueberzug und Kluftausfüllung; Bruch muschelig, spröd, leicht zersprengbar; H. = 3; G. = 1,8...2; lasur-, smalte- und himmelblau, bläulichweiss, spangrün, auch lichtbraun, honiggelb bis rubinroth, selten farblos und wasserhell; Glasglanz, durchsichtig bis durchscheinend. — Chem. Zus. schwankend, doch führen mehre Analysen ziemlich genau auf die Formel $Al^2Si\,O^5 + 5H^2O$, welche 23,81 Kieselsäure, 40,51 Thonerde, 35,68 Wasser erfordert; andere scheinen 6 bis 7 Mol. Wasser zu halten; fast allen aber ist Kupferoxyd, oder auch ein wasserhaltiges Silicat von Kupferoxyd beigemischt. Dies die blaue Farbe bedingende Kupferoxyd ist zwar gewöhnlich nur in geringer Menge (bis zu 2,5 pCt.), in den Varr. von Guldhausen bei Corbach und von Schneeberg bis zu 19 pCt. vorhanden. Gibt im Kolben viel Wasser und wird stellenweise schwarz; v. d. L. schwillt er an, schmilzt aber nicht, wird weiss und färbt die Flamme grün; auch mit Soda zeigt er die Reaction auf Kupfer; in Säuren löslich unter Abscheidung von Kieselgallert. — Gräfenthal bei Saalfeld, Dehrn bei Limburg in Nassau (wasserhell), Gersbach in Baden, Grossarl in Salzburg, Firmi im Dép. des Aveyron; sehr schön im Blauen Stolln bei Zuckmantel, bei Neu-Moldova im Banat und bei Woolwich in England (gelb und roth, durch Eisenoxyd gefärbt).

Der indigblaue bis seladongrüne Miloschin (Serbian) von Rudniak in Serbien nähert sich einem etwas chromhaltigen (3,6 pCt. $Cr^2O^3$) wasserärmeren Allophan, ist übrigens nach *Losanitsch* ein Gemenge von blauer und grüner Substanz. — Dem Allophan ähnlich ist ferner der Samoit, Stalaktiten in der Lava auf der Samoa-Insel Upolu; ferner der Carolathin, ein mit Bitumen imprägnirtes Thonerdesilicat, welches sehr spröde, honiggelbe bis weingelbe Trümer, Ueberzüge und derbe Particen von schwachem Fettglanz in einem Steinkohlenflötz bei Zabrze unweit Gleiwitz bildet.

**Pyrophyllit,** *Hermann.*

Rhombisch oder vielleicht monoklin; radial oder sternförmig angeordnete, länglich stengelige oder sechsseitige Lamellen. Spaltb. monotom sehr vollk. parallel der Axe der Stengel; H. = 1; G. = 2,78...2,92; mild, in Blättchen biegsam; weiss, licht spangrün, apfelgrün bis grünlichweiss und gelblichweiss; talkähnlich perlmutterglänzend; durchscheinend, optisch-zweiaxig, die Bisectrix normal auf der Spaltungsfläche; mittl. Brechungsquotient = 1,58. — Chem. Zus. nach der Formel $Al^2Si^4O^{11} + H^2O$, oder vielmehr $H\,Al\,Si^2O^6$, mit 66,65 Kieselsäure, 28,35 Thonerde, 5,00 Wasser; die meisten enthalten ganz geringe Mengen von Magnesia, Kalk oder Eisenoxyd. Gibt im Kolben in hoher Temperatur Wasser und wird dabei silberglänzend; in der Zange zerblättert er sich, und schwillt unter vielen Windungen zu einer schneeweissen unschmelzbaren Masse auf; mit Kobaltsolution blau; von Schwefelsäure unvollkommen zersetzt. — Am Ural zwischen Beresowsk und Pischminsk (hier zufolge *Loewinson-Lessing* gemengt mit einem ähnlichen aber leichteren und etwas dunkleren wasserhaltigen Thonerdesilicat, sog. Pseudopyrophyllit); Hamy-Alp bei Visp im Wallis, Ottré in den Ardennen, Vestanå in Schonen und Horrsjöberg in Wermland; in Nord- und Süd-Carolina; bei Villa rica in Brasilien. Nach *Genth* erscheint ächter Pyrophyllit in dünnen Lagen von sehr zartfaseriger Structur in einem Kohlenflötz bei Mahanoy City, Schuylkill Co., Pennsylvanien, wo er auch die Abdrücke von Kohlenpflanzen in den dortigen Schiefern bildet. — Wie der Steatit eine dichte Varietät des Talks darstellt, so ist wenigstens ein Theil des Agalmatoliths eine dichte durchscheinende Varietät des Pyrophyllits; dieselbe bläht sich v. d. L. nicht auf, was in ihrer dichten Structur begründet ist.

Der nahe stehende Gümbelit (*v. Kobell*) bildet bei Nordhalben in Oberfranken schmale faserige Lagen im Thonschiefer; die Fasern sind weich und biegsam wie Asbest, grünlichweiss, seidenglänzend und durchscheinend; ihre Analyse ergab: 50,52 Kieselsäure, 34,04 Thonerde, 3,0 Eisenoxyd, 1,88 Magnesia, 3,18 Kali, 7,00 Wasser. Hierher gehört auch nach *Gümbel* das weisse zarte Versteinerungsmaterial der Graptolithen, sowie der silberartig glänzende Ueberzug über den Kohlenpflanzen der Tarentaise mit H. = 1 und G. = 2,8.

Talcosit vom Berg Ida bei Heathcote in Victoria, durchzieht dort den Selwynit (ein dem Wolchonskoit ähnliches Mineral) in Trümern und ist sehr ähnlich weissem Glimmer; silberweiss, stark perlmutterglänzend, führt 49 Kieselsäure, 47 Thonerde, fast 4 pCt. Wasser.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## Vorwiegend Kali-Thonerdesilicat.

**Agalmatolith,** *v. Leonhard* (Bildstein).

Derb, undeutlich schieferig, u. d. M. krystallinisch; Bruch ausgezeichnet splitterig; fast mild; H. = 2...3; G. = 2,8...2,9; gelblichgrau bis perlgrau, isabellgelb bis fleischroth, grünlichgrau bis berg- und ölgrün, matt oder schimmernd, durchscheinend bis kantendurchscheinend; fühlt sich etwas fettig an, und klebt nicht an der Zunge. — Chem. Zus. nach *Klaproth*, *John* und *Vauquelin*: ungefähr 55 Kieselsäure, 33 Thonerde, 7 Kali und 5 Wasser; v. d. L. brennt er sich weiss und schmilzt nur in den schärfsten Kanten etwas an; in erhitzter Schwefelsäure zersetzt. — China, Nagyag in Siebenbürgen. Ein dem Agalmatolith sehr ähnliches Mineral mit 10 pCt. Kali findet sich bei Schemnitz.

Anm. Es unterliegt keinem Zweifel, dass mehre ganz verschiedenartige Mineralien unter dem Namen Agalmatolith aufgeführt und analysirt worden sind; so z. B. der hellgrüne chinesische sog. A., welchen *Schneider* als das wasserfreie Magnesiumsilicat $Mg^4Si^5O^{14}$ befand; *Wackenroder* wies in einem sog. A. dasselbe Magnesiumsilicat mit einem Mol. Wasser nach (dies sind demnach specksteinartige Mineralien). *Brush* zeigte, dass die grünlichweissen, durchscheinenden Varietäten dichter Pyrophyllit sind (vgl. oben bei Pyrophyllit). Der sog. Agalmatolith vom Ochsenkopf bei Schwarzenberg dürfte zufolge *Scheerer* dem Onkosin (vgl. S. 675 bei Muscovit) am nächsten stehen.

**Gebrauch.** Wird in China zu allerlei Bild- und Schnitzwerken verarbeitet.

**Hygrophilit,** *Laspeyres.*

Derbe Partieen von kryptokrystallinisch-schuppiger Zusammensetzung; die Schuppen zeigen u. d. M. sehr vollk. monotome Spaltb.; hellgrünlichgrau, ins berggrüne gefärbt, die Substanz selbst farblos und wasserklar, kantendurchscheinend, matt bis schwach schimmernd, im Strich etwas fettglänzend. H. = 2...2,5; G. = 2,670. Im Wasser weiss werdend und sich zu schuppigen Häuten abblätternd, schliesslich zu schlammiger Masse zerfallend. Auffallend stark hygroskopisch, indem das lufttrockene Pulver zufolge *Laspeyres* noch über 17 pCt. seines Gewichts an Wasserdampf absorbiren kann. — Chem. Zus. im Mittel: 48,42 Kieselsäure, 32,06 Thonerde, 3,26 Eisenoxydul, 1,15 Kalk, 1,72 Magnesia, 5,67 Kali, 1,36 Natron, 9,01 Wasser. Vollkommen löslich in conc. heisser Salzsäure unter Abscheidung flockiger Kieselsäure, auch löslich in kochender Kalilauge. — Bildet bis kopfgrosse Putzen und Schweife in den Quarzsandsteinen und Kieselconglomeraten des unteren Rothliegenden zu Halle a. d. S. Von ganz ähnlicher Zus. ist ein Zersetzungsproduct des Oligoklases im Gneiss des Wildschapbachthals. In den Schichten des Röthelschiefers von Reuschbach in der Pfalz fand *Gümbel* eine dem Hygrophilit ähnlich in Wasser rasch zu feinsten Splitterchen zerbröckelnde Substanz.

**Bravaisit,** *E. Mallard.*

Dünne, sehr feinschieferige Lagen von grauer, schwach grünlicher Farbe, an den Rändern vollkommen durchsichtig, aus sehr zarten, stark doppeltbrechenden, meist parallelen Fasern rhombischer Natur zusammengesetzt. H. = 1...2; G. = 2,6; feucht klebrig, fett und seifenähnlich anzufühlen. — Chem. Zus.: 51,4 Kieselsäure, 18,9 Thonerde, 4,0 Eisenoxyd, 2,0 Kalk, 3,3 Magnesia, 6,5 Kali, 13,3 Wasser, was auf die Formel $R^2Al^4Si^9O^{26} + 8H^2O$ führt. Schmilzt leicht zu einer weissen Kugel; durch Säuren angreifbar, aber nicht völlig zersetzbar. — In bituminösem Schiefer und kieseligem Kalk zu Noyant, Dép. Allier.

**Pinitoid,** *A. Knop.*

Anscheinend amorph, allein bei starker Vergrösserung feinschuppig krystallinisch; bildet nicht nur einen diffusen Gemengtheil mancher Porphyrtuffe, sondern erscheint auch mehr selbständig in letzteren sowie in Porphyren als lenticulare, bis ein paar Zoll grosse Concretionen von rauher, oder striemiger und glatter Oberfläche, und von flachmuscheligem feinerdigem Bruch; H. = 2,5; G. = 2,788; dunkel olivengrün; lauchgrün, ölgrün, grünlichgrau bis grünlichweiss, durch Eisenoxyd bisweilen roth gefleckt, matt, im Strich glänzend, fettig anzufühlen, an der feuchten Zunge haftend, angehaucht thonig riechend. — Chem. Zus. nach *Knop*: 48 bis 50 Kieselsäure, 28 bis 34 Thonerde, bis 10 Eisenoxydul, 5 bis 6 Kali, 2 bis 4 Natron, 4 bis 6 Wasser; doch ist er häufig mit kleinen pyramidalen Quarzkrystallen gemengt. Die Substanz ist wahrscheinlich ein dem Glimmer genähertes Umwandlungsproduct von Feldspath. — In den Felsit-Tuffen oder Thonsteinen der Gegend von Chemnitz, und in manchen Porphyren, welche durch die parallelen flachen Linsen eine plane Parallelstructur erhalten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

### Vorwiegend Eisenoxyd-Thonerdesilicat.

**Bergseife,** *Hausmann.*

Dicht oder feinerdig; H. = 1...2, mild; pechschwarz und bläulichschwarz, matt, im Strich fettglänzend, undurchsichtig; sehr fettig anzufühlen, schreibend aber nicht abfärbend; an der Zunge klebend, im Wasser zerknisternd. — Chem. Zus. unbestimmt; wesentlich aus Kieselsäure (44 bis 46), Thonerde (17 bis 26), Eisenoxyd (6 bis 10) und Wasser (13 bis 25) bestehend. — Auf Klüften, in Nestern und Lagern: Olkusz in Polen, Bilin und Stirbitz bei Aussig in Böhmen, Insel Skye. Manche sog. Bergseife ist nur schwarzer, von Bitumen und Kohle gefärbter fetter Letten oder Thon.

**Gebrauch.** Die Bergseife wird zum Waschen und Walken grober Zeuge benutzt.

**Plinthit,** *Thomson.*

Derb, thonähnlich; H. = 2...3; G. = 2,34; ziegelroth und bräunlichroth; undurchsichtig, schimmernd bis matt, nicht an der Zunge klebend. — Chem. Zus. nach *Thomson*: 30,88 Kieselsäure, 20,76 Thonerde, 26,16 Eisenoxyd, 2,6 Kalk, 19,6 Wasser. Ist wohl nur ein ockeriger Thon. — Antrim in Irland, Quiraing auf Skye, Lagen im Mandelstein bildend.

**Bol.**

Derb in Nestern und Trümern; Bruch muschelig; mild oder wenig spröd; H. = 1...2; G. = 2,2...2,5; leberbraun bis kastanienbraun oder isabellgelb; schwach fettglänzend, im Strich glänzender; fühlt sich mehr oder weniger fettig an, klebt theils stark, theils wenig oder gar nicht an der Zunge (Fettbol) und zerknistert im Wasser. — Chem. Zus. schwankend, wie denn unter dem Namen Bol viele verschiedene Substanzen aufgeführt wurden, doch ergeben die eigentlichen Bole meistens ca. 41 bis 42 Kieselsäure, 20 bis 25 Thonerde, 24 bis 25 Wasser und den Rest Eisenoxyd. Andere Varr., wie z. B. der Bol von Oravicza und von Sinope, enthalten nur 31 bis 32 Kieselsäure und 17 bis 21 pCt. Wasser. Der sog. Fettbol von der Halsbrücke bei Freiberg führt nur 3 pCt. Thonerde. — Der Fettbol zu Freiberg auf Erzgängen, die übrigen theils im Kalkstein (Miltitz und Scheibenberg in Sachsen, Oravicza im Banat), theils in basaltischen Gesteinen.

**Gebrauch.** Als braune Farbe; ehemals spielte auch der Bol eine grosse Rolle in der Heilkunde. Die eigentliche *terra sigillata* (Sphragid) von Lemnos, ist jedoch etwas verschieden, von gelblichgrauer Farbe mit etwa 8 pCt. Wasser und 66 Kieselsäure.

Eine ganz von den übrigen Bolen abweichende Zus. hat der auch Stolpenit genannte gelblichweisse bis gelbe Bol von Stolpen in Sachsen, welcher nach *Rammelsberg* nur eine Spur von Eisenoxyd, dafür aber fast 4 pCt. Kalk hält; die Analyse ergab: 45,92 Kieselsäure, 22,14 Thonerde, 3,90 Kalk, 25,86 Wasser.

**Eisensteinmark,** *Schüler* (Teratolith).

Derb, Bruch uneben bis flachmuschelig und feinerdig; H. = 2,5...3; G. = 2,5; lavendelblau bis perlgrau und pflaumenblau, oft röthlichweiss geadert und gefleckt; matt; fühlt sich rauh und mager an. — Chem. Zus. ungefähr: 41,7 Kieselsäure, 22,8 Thonerde, 13,0 Eisenoxyd, 3,0 Kalk, 2,5 Magnesia, 1,7 Manganoxyd, 14,2 Wasser. — Planitz bei Zwickau in Mandelstein.

**Gebrauch.** Auch dieses Mineral wurde sonst, unter dem Namen Sächsische Wundererde, als Arzneimittel gepriesen und gebraucht.

Die ockergelbe Gelberde (Melinit) von Amberg, Wehrau, Blankenburg, die im Wasser zu Pulver zerfällt, ist wahrscheinlich nur ein durch Eisenoxydhydrat gefärbter Kaolin; dient als gelbe Farbe zum Anstreichen.

### Vorwiegend Metalloxydsilicate.

**Nontronit,** *Berthier.*

Derb und in Nieren, oft wie zerborsten. Nach *Weinschenk* aus monoklinen, dem Kaolinit sehr ähnlichen Blättchen bestehend, vollk. spaltb. nach 0P und nach einem Prisma von ca. 120°; spitze Bisectrix etwas schief auf 0P. Bruch uneben und splitterig; erdig oder compacter; mild, fettig anzufühlen; G. = 2,08; strohgelb bis gelblichweiss und zeisiggrün, schimmernd bis matt, im Strich fettglänzend, undurchsichtig; im Wasser wird er durchscheinend unter Entwickelung von Luftblasen. — Chem. Zus. der ganz reinen Substanz aus dem Graphitgebiet

von Passau nach *Weinschenk*: $H^4Fe^2Si^2O^9$, also ebenfalls in dieser Hinsicht dem Kaolinit ganz analog; erfordernd 38,00 Kieselsäure, 50,63 Eisenoxyd, 11,37 Wasser; nach *Zambonini* ist aber die Zus. des eigentlichen Nontronits von Nontron $Fe^2Si^3O^9 + 5H^2O$. Häufig sehr verunreinigt, u. a. durch Opal; ist bisweilen ein Umwandlungsproduct von Hornblende. Verknistert v. d. L., wird dann gelb, braun, endlich schwarz und magnetisch, ohne zu schmelzen; in erhitzten Säuren leicht löslich unter Abscheidung von Kieselgallert. — Nontron im Dép. der Dordogne, Andreasberg am Harz, Tirschenreuth in Bayern, Heppenheim in Baden, Mugrau im Böhmerwald (sog. Chloropal, schwefelgelb), — An den Nontronit reiht sich das wegen seiner grünen Farbe unter dem üblichen Namen Chloropal aufgeführte, auch Unghwarit genannte Mineral; H. bis 4,5; zeisiggrün bis pistazgrün, z. Th. braun gefleckt, im Strich lichter; wenig glänzend bis schimmernd, kantendurchscheinend bis undurchsichtig, klebt schwach an der Zunge. Ist zur Hauptsache ein innig mit Opal gemengter Nontronit und geht auch einerseits in ersteren, anderseits in letzteren über. In conc. Kalilauge wird er sogleich dunkelbraun, was nach *v. Kobell* sehr charakteristisch ist. — Unghwar und Munkacz in Ungarn, Haar und Leitzersdorf bei Passau, Meenser Steinberg bei Göttingen, hier mit Opal auf Klüften von Basalt. — Zur Nontronitgruppe gehört auch der zeisiggrüne Höferit, ein Eisenoxydsilicat von Kritz bei Rakonitz in Böhmen. — Nach *Zambonini* hat ein gelblichgrünes derbes Mineral (G. = 1,97) von Nontron (von ihm Müllerit, von *M. Bauer* später Zamboninit genannt) die Zus. $Fe^2Si^3O^9 + 2H^2O$; findet sich auch zu Krivan bei Moravicza und zu Gross-Tressny in Ungarn (sog. Nontronit).

**Pinguit,** *Breithaupt.*

Derb, in Trümern, bisweilen in Ausfüllungs-Pseudomorphosen nach Flussspath. Geschmeidig, leicht zersprengbar; H. = 1; G. = 2,3...2,35; zeisiggrün und dunkel ölgrün, schimmernd mit Fettglanz, kantendurchscheinend bis undurchsichtig; fühlt sich sehr fettig an, klebt nicht an der Zunge und erweicht sehr langsam im Wasser. — Chem. Zus. der Var. von Wolkenstein nach *Kersten*: 36,90 Kieselsäure, 1,80 Thonerde, 29,50 Eisenoxyd, 6,10 Eisenoxydul, 25,11 Wasser, ganz kleine Mengen von Manganoxydul und Magnesia; gibt im Kolben viel Wasser; v. d. L. schmilzt er nur in den Kanten; von Salzsäure zersetzt unter Abscheidung von Kieselpulver. — Wolkenstein, Tannhof bei Zwickau, Suhl. — Eine ähnliche Substanz ist der grasgrüne, sehr weiche und milde Gramenit (richtiger Graminit), welcher bei Menzenberg am Siebengebirge Trümer und Mandeln in einer Wacke bildet.

**Hisingerit,** *Berzelius* (Thraulit).

Nierförmig mit rauher Oberfläche und derb; Bruch muschelig; spröd; H. = 3,5...4; G. = 2,6...3; pechschwarz, Strich leberbraun bis grünlichbraun, Fettglanz oder fettartiger Glasglanz, undurchsichtig. — Die chem. Zus. dieser amorphen Gebilde, welche wahrscheinlich Umwandlungsproducte augitischer Mineralien sind, ist quantitativ recht wechselnd; zugleich sind sie auch zweifellos vielfach nicht homogen. Im Allgemeinen sind es wasserhaltige Silicate von Eisenoxyd und Eisenoxydul (Magnesia) mit ca. 34 bis 37 Kieselsäure, 30 bis 40 Eisenoxyd, 2 bis 10 Eisenoxydul, bis 8 Magnesia, 8 bis 11 Wasser. Die Wasserabgabe im Kolben erfolgt z. Th. schon unter, z. Th. erst über 100°. Von Säuren leicht zersetzbar mit Abscheidung von Kieselsäureschleim. — Bodenmais (hier der sog. Thraulit), Riddarhytta, Långban, Orijärfvi in Finnland; Degerö (hier der sog. Degeröit), Gillinge-Grube in Westmanland (hier der sog. Gillingit). — Dem Hisingerit sind sehr nahe verwandt der schwarze Melanolith, dünne Platten auf Syenit bei Cambridge in Massachusetts, sowie der etwas röthlichschwarze und durchscheinende, derbe Melanosiderit mit 7,39 Kieselsäure, 75,13 Eisenoxyd, 4,34 Thonerde, 13,83 Wasser von Mineral Hill, Delaware Co., Pennsylvanien.

Der Lillit von den Erzgängen bei Przibram bildet traubige und nierförmige Gestalten, fühlt sich mager an, hat H. = 2, G. = 3,0428, ist schwärzlichgrün und besteht aus 34,5 Kieselsäure, 54,7 Eisenoxydul und Eisenoxyd, 10,8 Wasser. In Salzsäure löslich mit Bildung von Kieselgallert; vielleicht ist er dem Cronstedtit verwandt.

**Bergholz,** oder Xylotil, *Glocker.*

Derb, plattenförmig, von sehr zartfaseriger, und zwar sowohl gerad- als krummfaseriger Textur, die Fasern meist fest verwachsen, zuweilen fadig aufgelockert; mild, in dünnen Spänen etwas biegsam, weich und sehr weich; G. = 2,40...2,56, die grünliche Var. am schwersten; holzbraun, bald lichter, bald dunkler, auch bräunlichgrün, im Strich etwas glänzend, undurchsichtig; klebt etwas an der Zunge. — Chem. Zus. nach den Analysen schwankend; *C. v. Hauer* erhielt durchschnittlich 46 Kieselsäure, 18 Eisenoxyd, 3 Eisenoxydul, 11 Magnesia, 22 Wasser (einschliesslich des hygroskopischen), *Thaulow* dagegen 55,54 Kieselsäure, 19,50 Eisenoxyd,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

15,70 Magnesia, 10,31 Wasser. Von Salzsäure ziemlich leicht zersetzt, mit Hinterlassung eines Kieselskelets, welches aus lauter parallelen Fasern besteht, die u. d. M. aus kleinen aneinander gereihten Kugeln zusammengesetzt erscheinen. Sterzing in Tirol. Nach *Kenngott* ist es sehr wahrscheinlich, dass dies Bergholz von Sterzing ein Umwandlungsproduct von Chrysotil ist, indem das Eisenoxydul in Eisenoxyd überging, während ein Theil der Magnesia entfernt wurde. — Der Bergkork von Dannemora steht dem Xylotil sehr nahe. Ebenfalls der nussbraune zartfaserige Xylit, wahrscheinlich vom Ural.

**Neotokit,** *N. Nordenskiöld.*

Amorph, mit ebenem oder flachmuscheligem Bruch; H. = ca. 3...4; G. = 2,64...2,8; schwarz bis dunkelbraun und leberbraun, bisweilen schwach halbmetallisch glänzend, undurchsichtig. Chem. Zus.: 35,8 Kieselsäure, 10,9 Eisenoxyd, 13,9 Eisenoxydul, 20,5 Manganoxydul, 2,5 Magnesia, 8,5 Wasser. Ist vermuthlich aus der Oxydation manganreicher Bisilicate, wie des Rhodonits hervorgegangen. Erik Mattsgrube in Schweden, Gåsböle in Finnland.

Hier reiht sich noch weiter an, wahrscheinlich von demselben Ursprung, der Stratopëit und Karyopilit von Pajsberg in Schweden, der röthlichbraune bis schwarze, Rhodonit überkrustende Wittingit von Wittingi in Finnland, der sog. Schwarze Mangankiesel von Klapperud in Dalekarlien, alle reich an Mangan. — Der derbe dunkel leberbraune Klipsteinit, welcher über Rotheisenstein bei Herborn in Nassau ein über fussmächtiges Lager bildet, gehört gleichfalls hierher und wird ebenso von Rhodonit begleitet; scheinbar amorph, aber nach *Fischer* ein Gemenge von rothbraunen oder gelblichen isotropen und von schwarzen opaken Partikelchen. Chem. Zus. nach *v. Kobell*: 25,0 Kieselsäure, 32,17 Manganoxyd, 4,0 Eisenoxyd, 1,7 Thonerde, 25,0 Manganoxydul, 2,0 Magnesia, 9 Wasser. Das Pulver wird von Salzsäure unter Chlorentwickelung leicht gelöst mit Abscheidung von schleimigem Kieselpulver.

Der derbe röthlichbraune wachsglänzende und durchscheinende Penwithit (*Collins*) von Penwith in Cornwall, mit Quarz und Rhodonit zusammen, führt ungefähr auf die Formel $Mn\,Si\,O^3 + 2\,H^2O$; Salzsäure löst alles Mangan und hinterlässt farblose Kieselsäure.

**Wolkonskoit,** *Kämmerer.*

Nierförmig, in Trümern und Nestern; Bruch muschelig bis uneben, wenig spröd; H. = 2...2,5; G. = 2,2...2,3; gras- und smaragdgrün bis pistaz- und schwärzlichgrün; schimmernd bis matt, im Strich glänzend; fühlt sich etwas fettig an; klebt nicht an der Zunge. — Wesentlich ein wasserhaltiges Silicat von Chromoxyd und etwas Eisenoxyd, auch wenig Thonerde, von schwankender Zus., wie es einem Gemenge entspricht. — Gouv. Perm in Russland, am Berge Efimyatskaja im Ochansker Kreise, in Sandschichten der unteren Dyas.

**Uranotil,** *Bořicky.*

Nadelige und haarförmige kleine Krystalle, zufolge *Pjatnitzky* triklin mit vorwiegender Entwickelung der beiden fast rechtwinkeligen Pinakoide, zu radialen oder büscheligen Gruppen verbunden. G. = 3,81...3,96; citrongelb oder schwefelgelb. — Chem. Zus. nach drei Analysen: 13,78 Kieselsäure, 0,45 Phosphorsäure, 66,75 Uranoxyd, 0,51 Thonerde, 5,27 Kalk, 12,67 Wasser, woraus sich wohl die Formel $Ca\,U^2Si^2O^{11} + 6\,H^2O$ ableiten lässt. — Wölsendorf in Bayern, in kleinen Quarzdrusen auf Fluorit; Grube Weisser Hirsch bei Neustädtel; Joachimsthal. Auf der Flat rock Mine in Mitchell Co., Nordcarolina, wachsglänzende strohgelbe bis citrongelbe anscheinend amorphe Massen um Gummit, genau übereinstimmend zusammengesetzt. — Ein sehr ähnliches, wahrscheinlich chemisch identisches wasserhaltiges Kalk-Uransilicat ist der Uranophan, kleine matte derbe Massen, honiggelb bis zeisiggrün und schwärzlichgrün, die in den Drusen zarte glänzende rhombische Krystallnädelchen zeigen, bei welchen nach *Websky* ∞P 146° misst. Zersetzt durch Säuren unter Abscheidung flockiger Kieselsäure. In den Apophysen feinkörnigen Granits bei Kupferberg in Schlesien.

**Bismutoferrit,** *Frenzel* (Grüne Eisenerde).

Mikro- und kryptokrystallinisch; meist als sehr feinkörnige bis dichte und erdige Aggregate, in deren Hohlräume bisweilen kleine Krystalle eintreten, welche monoklin zu sein scheinen. H. = 3,5; G. = 4,48; zeisiggrün bis olivengrün, schimmernd bis matt, kantendurchscheinend bis undurchsichtig. — Chem. Zus. nach *Frenzel*: 24,05 Kieselsäure, 42,83 Wismutoxyd und 33,12 Eisenoxyd, was sehr nahe dem Verhältniss $Bi^2Fe^4Si^4O^{17}$ entspricht. — Schneeberg in Sachsen auf Erzgängen, oft innig mit Hornstein oder Chalcedon gemengt. Dergleichen mit Bismutoferrit und anderen Substanzen gemengter Hornstein ist es, was früher mit dem Namen Hypochlorit von Schneeberg belegt wurde. Ein ähnliches grünes Mineral von Bräunsdorf enthält dagegen Antimonoxyd statt Wismutoxyd.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## 20. Petalitgruppe.

**Petalit,** *d'Andrada* (und Kastor, *Breithaupt*, oder Castorit).

In sehr seltenen Fällen frei auskrystallisirt (Kastor genannt und anfangs für ein besonderes Mineral gehalten); meist derb in gross- und grobkörnigen etwas blätterigen Aggregaten (eigentlicher Petalit). Monoklin, in Formen und Dimensionen sehr ähnlich dem Lithion-Thonerde-Pyroxen Spodumen. A.-V. = 1,1534 : 1 : 0,743 nach *Des Cloizeaux*; $\beta = 67^\circ 34'$, $\infty P\ 86^\circ 20'$, $\infty\breve{P}2\ 50^\circ 15'$, $0P : -2\breve{P}\infty = 141^\circ 23'$; die häufigsten Formen sind $0P$, $\infty\breve{P}\infty$ mit den bereits genannten und mit $4\breve{P}\infty$; Habitus der Krystalle theils rechtwinkelig säulenförmig, theils dick tafelförmig durch Vorwalten von $0P$ und $\infty\breve{P}\infty$, gewöhnlich mit $\infty P$ und $-2\breve{P}\infty$ als terminalen Flächen; in der Regel erscheinen sie jedoch als zackige und ausgenagte, sehr monströs gebildete Individuen. — Spaltb. nach $0P$ ziemlich vollk., nach dem Hemidoma $-2\breve{P}\infty$ weniger deutlich, beide unter $141^\circ 23'$ geneigt; Spuren nach einer dritten Richtung, dem Hemidoma $\frac{2}{5}\breve{P}\infty$ entsprechend, welches gegen $0P$ unter $117^\circ 27'$ geneigt ist. Die drei Spaltungsflächen fallen also in eine Zone; die vollkommenste ist oft etwas gekrümmt und wie gestreift oder rissig; H. = 6,5; G. = 2,4...2,5. Der eigentliche Petalit ist röthlichweiss bis blassroth, auch graulichweiss, mit Glasglanz, auf der vollk. Spaltungsfläche Perlmutterglanz; durchscheinend; der Kastor farblos, stark glasglänzend und durchsichtig wie Bergkrystall. Die optische Axenebene steht senkrecht auf $\infty\breve{P}\infty$ und weicht von der Basis nur 3° bis 4° ab, die Orthodiagonale ist spitze positive Bisectrix; mittl. Brechungsquot. = 1,510. — Chem. Zus.: Die sehr kieselsäurereiche Verbindung $LiAl[Si^2O^5]^2$ (ein Dimetasilicat, s. S. 618), mit 78,42 Kieselsäure, 16,68 Thonerde, 4,90 Lithion (und Natron). Phosphorescirt beim schwachen Erhitzen mit blauem Licht. V. d. L. schmilzt er ruhig zu trübem etwas blasigem Glas, wobei er die Flamme roth färbt, was sehr deutlich hervortritt, wenn er mit Flussspath und saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen wird; Säuren sind ohne Wirkung. — Der Kastor (Castorit) im turmalinführenden Granit von San Piero in Campo auf Elba, u. a. mit Pollucit zusammen; er wandelt sich in ein Aggregat zartester faseriger Nädelchen (Hydrocastorit) um, welches blos 59,6 Kieselsäure, 21,4 Thonerde, gar kein Lithion besitzt, aber 4,4 Kalk und 14,7 pCt. Wasser aufgenommen hat. — Der eigentliche Petalit auf der Insel Utö mit Quarz, Feldspath, Spodumen, blauem Turmalin, Lepidolith; Gletscher Amanaur im nördl. Kaukasus, mit Quarz grobkrystallinische Zwischenschichten im Gneiss bildend; Bolton in Massachusetts im körnigen Kalk; Peru in Maine.

**Milarit,** *Kenngott.*

Hexagonale Krystalle der Comb. $\infty P2.P.\infty P.0P$; A.-V. = 1 : 0,6620; P Polk. 144° 39'; Randk. 74° 47'. Die Flächen glatt und glänzend mit Ausnahme von P. Bei gewöhnlicher Temperatur optisch anomal, und zwar ist nach *Rinne* die Feldertheilung abhängig von den Begrenzungselementen. Ein durch die Pyramidenflächen gehender Horizontalschnitt zeigt aussen 6 zweiaxige Sectoren und ein inneres sechsseitiges fast einaxiges Feld. In Schnitten unterhalb der Pyramidenflächen treten noch 6 weitere, $\infty P2$ entsprechende Sectoren auf, welche in noch tieferen Schnitten allmählich die oben genannten verdrängen. Da nun die künstlichen Aetzfiguren ganz der hexagonalen Symmetrie entsprechen und zufolge *W. Ramsay* horizontale Platten beim Erhitzen zur Rothgluth im Centrum oder gänzlich einfachbrechend werden, so ist die optische Anomalie wohl nur secundär (ähnlich wie beim Leucit und Boracit). — Spaltb. nicht beobachtet, Bruch muschelig bis uneben. H. = 5,5...6; G. = 2,59; farblos oder schwach grünlich, meist wasserhell und durchsichtig. — Chem. Zus.: $HKCa^2Al^2[Si^2O^5]^6$, was 72,68 Kieselsäure, 10,36 Thonerde, 11,30 Kalk, 4,74 Kali, 0,92 Wasser entsprechen würde; der Wassergehalt entweicht erst bei sehr hoher Temperatur. Leicht schmelzbar, unter Anschwellen, zu Glas. Von Salzsäure ohne Gallertbildung etwas angreifbar. Findet sich nicht, wie der erste Finder fälschlich angab, im Val Milar, sondern in dem benachbarten Val Giuf bei Ruäras in der Schweiz auf einem granitischen Gestein mit Rauchquarz, Orthoklas, Chabasit, Titanit, Chlorit, auch am Strimgletscher im Tavetsch.

Wegen seines hohen Kieselsäuregehalts mag hier *Brögger*'s Eudidymit eingeschoben werden. Monokline Krystalle, tafelig nach der Basis, darnach vielfach verzwillingt, auch noch nach einem anderen Gesetz schwalbenschwanzähnlich verwachsen, weiss, durchsichtig

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bis durchscheinend; ist chemisch $HNaBeSi^3O^8$, mit 73,44 Kieselsäure; äusserst selten in Eläolithsyenit auf den Eilanden Ober- und Klein-Arö im Langesundfjord, sowie zu Narsasuk-Kaka bei Igaliko in Grönland. — Der farblose rhombische Epididymit in bis 3 Cm. langen Krystallen, vom letzteren Fundort, sowie von Klein-Arö ist chemisch mit dem Eudidymit identisch (die Substanz wäre daher dimorph); beide verwachsen auch regelmässig mit einander; das G. (2,548) stimmt auffallender Weise bei beiden überein.

## Dreizehnte Ordnung: Verbindungen von Silicaten mit Titanaten, Zirkonaten, Niobaten, Vanadinaten.

### Titanit, *Klaproth* (Sphen).

Monoklin; nach den Messungen von *Des Cloizeaux* und der Aufstellung von *G. Rose* ist $\beta = 85^\circ 22'$; A.-V. $= 0{,}4272 : 1 : 0{,}6575$; $\infty P\,(l)$ $133^\circ 52'$, $\frac{1}{2}P\infty\,(x)$ $55^\circ 21'$, $P\infty\,(y)$ $34^\circ 21'$, $0P\,(P)$, $P\infty\,(r)$ $113^\circ 30'$, die Hemipyramide $\frac{2}{3}P2\,(n)$ $136^\circ 12'$, ferner $4P4\,(s)$ $67^\circ 57'$, $\infty P3\,(M)$ $76^\circ 7'$ und $\infty P\infty\,(q)$ sind die in den Combb. gewöhnlich vorwaltenden Formen; sie erscheinen sehr manchfaltig, doch grossentheils entweder horizontal säulenförmig durch Vorwalten der genannten und anderer Hemidomen mit $0P$; oder tafelartig, wenn $\frac{1}{2}P\infty$ oder $0P$ vorwalten; sehr oft geneigt säulenförmig, wenn $\frac{2}{3}P2$, bisweilen auch $4P4$ vorherrscht; selten vertical säulenförmig durch $\infty P$ und $\infty P\infty$. Zwillinge sehr häufig, Zwillingsebene die Basis, Berührungs- und Durchkreuzungs-Zwillinge. Eine Zusammenstellung bekannter und neu aufgefundener Formen, im Ganzen 75, gab *Busz* im N. Jahrb. f. Min., Beilageb. V. 1887. 330; *Palache* (Z. f. Kryst. XXIV. 1895. 591) und *Krejči* (ebend. XXXIII. 1900. 622) nennen je noch 4 andere Formen.

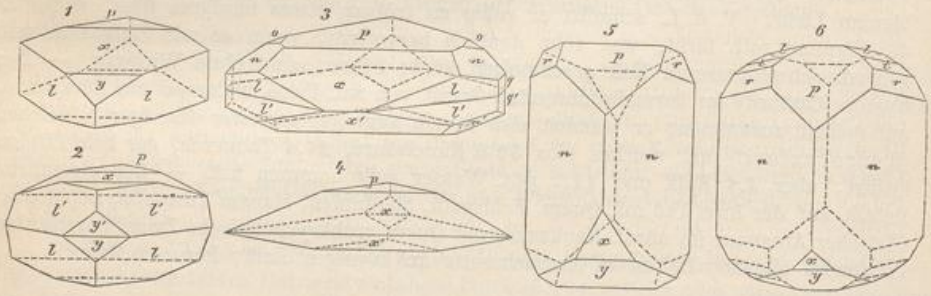


Fig. 1. $\infty P.0P.\frac{1}{2}P\infty.P\infty$; die Basis $P$ ist in dieser, wie in allen Figuren, mit Ausnahme von Fig. 5, 6 und 9, nach hinten einfallend zu denken.

Fig. 2. Durchkreuzungs-Zwilling zweier Krystalle von der Form wie in Fig. 1; der rinnenartige einspringende Winkel der Flächen $x$ und $x'$ misst $101^\circ 26'$, der ebenfalls einspringende Winkel der Flächen $y$ und $y'$ $120^\circ 34'$.

Fig. 3. $0P.\frac{1}{2}P\infty.\infty P.\frac{2}{3}P2.\infty P\infty.\frac{1}{3}P\infty$; zwei Krystalle dieser Form sind zu einem Contact-Zwilling in der Fläche $0P$ verbunden; die Verticalaxen beider bilden $170^\circ 44'$; $x : x' = 78^\circ 34'$.

Fig. 4. Aehnlicher Zwilling, dessen Individuen die Comb. Fig. 1 zu Grunde liegt.

Fig. 5. $\frac{2}{3}P2.0P.P\infty.\frac{1}{2}P\infty.P\infty$; diese und die folgende Figur sind in einer solchen Stellung gezeichnet, dass die Hemipyramide $n$ als verticales Prisma erscheint, und die schiefe Basis $P$ sehr stark nach vorn abfällt.

Fig. 6. Comb. wie Fig. 5, mit $\infty P\,(l)$ und $-2P2\,(t)$; diese und ähnliche Combb. kommen besonders an dem in Gesteinen eingewachsenen braunen und gelben Titanit vor. Zwischen $l$ und $t$ liegt wohl noch die Hemipyramide $-5P\frac{5}{4}$.

Fig. 7. $\infty P.\infty P\infty.0P.\frac{1}{2}P\infty.P\infty.\frac{2}{3}P2.P\infty$; vertical-säulenförmig, wie auch

Fig. 8, welche meist dieselben Formen, jedoch statt des Klinodomas $P\infty\,(r)$ die positive Hemipyramide $4P4\,(s)$, und ausserdem noch das Klinoprisma $\infty P3\,(M)$, sowie die negative Hemipyramide $-2P2\,(t)$ zeigt; $M : M = 76^\circ 7'$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 9. $4\breve{P}4.0P.\frac{1}{2}\breve{P}\infty.\breve{P}\infty.\frac{2}{3}\breve{P}2.\infty P.\infty\breve{P}3.-2\breve{P}2$; so gezeichnet, dass die Hemipyramide $4\breve{P}4$ ($s$) als verticales Prisma erscheint. $s:s=67^{\circ}\,57'$.

Fig. 10. $4\breve{P}4.\infty\breve{P}3.\infty P.0P.\frac{1}{2}\breve{P}\infty$; von Schwarzenstein in Tirol; $4\breve{P}4$ ($s$) erscheint als geneigtes Prisma, weil die Verticalaxe senkrecht steht.

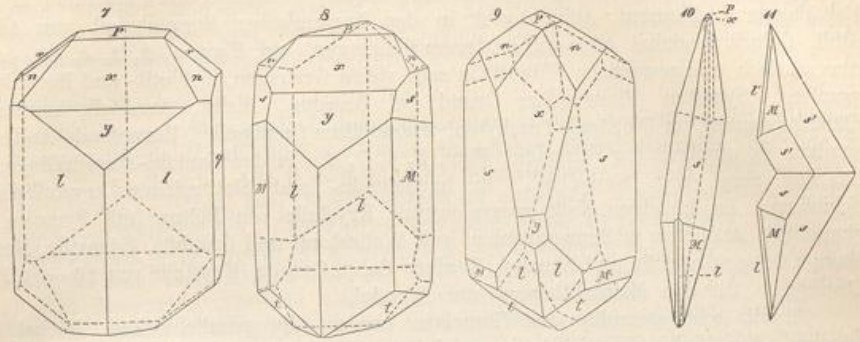


Fig. 11. Contact-Zwilling der Comb. Fig. 10, ebendaher; die beiderseitigen klinodiagonalen Polkanten der prismatisch erscheinenden Hemipyramide $s$ bilden $120^{\circ}\,34'$; auch gibt es vollkommene Durchkreuzungs-Zwillinge mit Verlängerung beider Individuen über die Zwillingsebene hinaus.

| | | |
|---|---|---|
| $M:M=\ 76^{\circ}\ 7'$ | $r:n=152^{\circ}46'$ | $P:y=119^{\circ}43'$ |
| $M:s=159\ 39$ | $n:y=141\ 44$ | $P:l=\ 85\ 45$ |
| $s:P=106\ \ 5$ | $n:P=144\ 56$ | $x:l=121\ 33$ |
| $P:r=146\ 45$ | $P:x=140\ 43$ | $y:l=139\ 26$ |

Krystalle aufgewachsen und eingewachsen; auch derb in schaligen Aggregaten. — Spaltb. in manchen Varr. nach $\infty P$, in anderen nach $\breve{P}\infty$ $113^{\circ}\,30'$, unvollk.; eine wahrscheinlich auf Zwillingsbildung durch Druck beruhende Theilbarkeit erscheint selten parallel oder annähernd parallel $\frac{4}{5}\breve{P}4$. H. = 5...5,5; G. = 3,4...3,6; verschiedentlich gefärbt, besonders gelb, grün und braun, zuweilen zweifarbig; in dem fleisch- bis rosenrothen Greenovit von St. Marcel in Piemont ist ein Theil des Kalks durch 1 bis 3 pCt. Manganoxydul ersetzt. Glasglanz, zuweilen diamantartig, oft fettartig; halbdurchsichtig bis undurchsichtig. Die optischen Axen liegen im Klinopinakoid, ihre spitze positive Bisectrix (c) ist fast normal auf der Fläche $x$; $c:a=50^{\circ}\,43'$ im stumpfen Winkel $ac$; $\mathfrak{a}:a=21^{\circ}$; scheinbarer Axenwinkel in Luft für Roth ca. $54^{\circ}$, für Violett ca. $33^{\circ}$, sehr starke Dispersion; bei den eisenhaltigen ist der Axenwinkel im Allgemeinen etwas grösser. Brechungsquotienten hoch, $\alpha=1{,}8876$, $\beta=1{,}8940$, $\gamma=2{,}0093$ nach *Busz*. In den dunkleren ist der Pleochroismus: $\mathfrak{a}$ (in den lang rhombischen Schnitten der parallel der kurzen Diagonale schwingende Strahl) röthlichbraun, $\mathfrak{c}$ grünlichgelb, $\mathfrak{b}>\mathfrak{a}$. — Die pellucideren, meist gelblichgrünen, aufgewachsenen Krystalle bilden die Sphen genannte Varietät, die impellucideren eingewachsenen von vorwiegend braunen Tönen heissen Titanit. — Chem. Zus.: **$CaTiSiO^5$**, das neutrale Salz der Dimetakieselsäure $H^2Si^2O^5$, in welcher 1 Si durch 1 Ti ersetzt ist; mit 41,51 Titansäure, 30,27 Kieselsäure, 28,22 Kalk, von welchem letzteren in den braun gefärbten einige Procent durch Eisenoxydul vertreten werden, d. h. es ist $FeTiSiO^5$ vorhanden. Da manche Analysen das Verhältniss von $TiO^2:SiO^2$ etwas abweichend von 1 : 1 zeigen, so können sich wohl beide Säuren auch isomorph vertreten, **$Ca(Ti,Si)^2O^5$**. In dem T. aus dem Syenit des Plauenschen Grundes bei Dresden fand *Groth* 5,83 Eisenoxyd, 2,44 Thon- und Yttererde, sowie nur 31,16 pCt. Titansäure; wahrscheinlich ist hier die sechswerthige Gruppe CaTi durch $Al^2$, $Fe^2$ u. s. w. vertreten; T. aus Syenit des Biellesischen enthält nach *Cossa* auch Yttrium und Cermetalle. Schmilzt v. d. L. an den Kanten unter einigem Aufschwellen zu dunklem Glas; mit Phosphorsalz im Red.-F., zumal bei Zusatz von Zinn, die Reaction auf Titan; durch Salzsäure nur unvollständig,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durch Schwefelsäure vollkommen zersetzbar, welche die Titansäure löst, während sich Gyps bildet; völlig zersetzbar durch conc. Flusssäure; das Pulver reagirt stark alkalisch. — Aufgewachsene Krystalle (Sphen) auf Klüften von Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Chloritschiefer: Kreuzlithal im Tavetsch und Etzlithal in der Schweiz, Urserenthal am St. Gotthard, Obersulzbachthal im Pinzgau, Pfunders- und Pfitschthal in Tirol, Val Maggia in Piemont, Achmatowsk in den Nasjam'schen Bergen; oft von Adular, Albit, Chlorit begleitet oder von letzterem überzogen; vgl. Figg. 1, 2, 3, 4, 10, 11. — Accessorisch eingewachsen (Titanit) in sehr vielen Gesteinen, in Biotit- und Hornblendegraniten, Syeniten (Plauenscher Grund bei Dresden, Biella, Arendal), namentlich Eläolithsyeniten, in Dioriten, Trachyten, Phonolithen (honiggelb), Hornblende-Andesiten, weniger in augitreichen Felsarten; Figg. 5, 6, 7, 8. In den Sanidin-Auswürflingen des Laacher Sees (sog. Semelin). In hornblende- und biotitreichen krystallinischen Schiefern. Im körnigen Kalk grosse braune Krystalle von Bolton (mit Pyroxen und Skapolith), Attleboro in Pennsylvanien (mit Wollastonit und Graphit), Edenville, Monroe, Magnet Cove; Grenville und Elmsley, Renfrew Co. in Canada (Krystalle von 20—80 Pfund Gewicht). Auf den Magnetitlagern von Arendal.

Titanit geht secundär aus Titaneisen hervor; die graulichweisse, höchst feinkörnige oder feinfaserige Substanz, welche so oft die Titaneisenlamellen namentlich in Diabasen überkrustet, streifenweise oder gänzlich ersetzt (sog. Titanomorphit oder Leukoxen), ist nach *Knop* und *Cathrein* ein Aggregat von Titanit, in welchem bisweilen zarte sagenitische Gebilde von Rutil liegen. Rutil wandelt sich ebenfalls in dieselbe Masse um. — Anderseits entstehen auch aus Titanit verschiedene Umwandlungsproducte. Merkwürdig ist, dass der Titanit der Gesteine sich bisweilen mit einem trüben körnigen Umwandlungsproduct umgibt, welches mit dem Leukoxen oder Titanomorphit die allergrösste Aehnlichkeit besitzt. Ferner sind bekannt geworden das Hervorgehen von Rutil aus rissigem Titanit (wobei sich zugleich kohlensaurer Kalk und wohl etwas amorphe Kieselsäure bildet, nach *Paul Mann*), secundäre Entstehung von Perowskit aus Titanit (nach *C. Schneider*), von Anatas aus demselben (nach *Diller*), die Pseudomorphose von Magnetit nach Titanit.

Den oben erwähnten, von *Groth* (N. J. f. Min. 1866. 44) ausführlich beschriebenen Titanit aus dem Plauenschen Grunde, welcher auch sehr deutlich nach $\frac{3}{2}R2$ spaltet, belegt *Dana* mit dem besonderen Namen Grothit.

**Yttrotitanit,** *Scheerer* (Keilhauit).

Monoklin, nach *Groth* völlig isomorph mit Titanit, indem $\beta = 87° 50'$ und A.-V. = 0,430 : 1 : 0,649; z. Th. recht grosse Krystalle, auch derb; H. = 6...7; G. = 3,51...3,72; bräunlichroth bis dunkelbraun; auf den Spaltungsflächen glasglänzend, ausserdem fettglänzend, durchscheinend bis undurchsichtig. — Chem. Zus.: Durchschnittlich ca. 30 pCt. Kieselsäure, 28 Titansäure, 6 Thonerde, 7 Eisenoxyd, 9 Yttererde und Ceroxyd, 19 Kalk, 1 Kalk oder Magnesia. Darnach erscheint das Mineral als sesquioxydreicher Titanit (vgl. diesen), als eine Mischung von Titanit $CaTiSiO^5$ mit $(Y,Al,Fe)^2SiO^5$. *Cleve* wies Scandium im Y. nach. V. d. L. schmilzt er mit Blasenwerfen ziemlich leicht zu schwarzer glänzender Schlacke; von Borax wird er gelöst und zeigt dabei die Eisenfarbe, welche im Red.-F. blutroth wird, mit Phosphorsalz Kieselskelet und in der inneren Flamme ein violettes Glas. Das feine Pulver wird von Salzsäure schwierig aber vollständig gelöst. — Im rothen Feldspath auf Buö bei Arendal, sowie an mehren anderen Punkten zwischen Arendal und Kragerö. — Der blassbraune bis aschgraue Alshedit aus dem Kirchspiel Alsheda in Småland ist chemisch ein Mittelglied zwischen Yttrotitanit und Titanit.

Der höchst seltene rein schwarze und fast metallisch glasglänzende monokline Neptunit (*Flink*), auf Aegirin von Igaliko in Grönland, in dünnen Splittern tief blutroth durchscheinend, ist $(Na,K)^2(Fe,Mn)(Si,Ti)^5O^{12}$, mit 51,8 Kieselsäure und 17,9 Titansäure das säurereichste aller Silicate; führt noch ca. 15 pCt. FeO und MnO, 15 pCt. Alkalien.

**Zirkelit,** *E. Hussak* und *G. T. Prior*.

Regulär; O und $\infty O\infty . O$, immer nach einer Fläche tafelig und nach dieser gestreift durch polysynthetische Zwillingsbildung; auch einfache spinellartige Zwillinge und complicirte Vierlinge. Spaltb. fehlt. Bruch ausgezeichnet muschelig. H. über 5; G. = 4,74; harzglänzend, schwarz, in dünnen Splittern dunkelbraun durchscheinend; optisch isotrop. — Die Analyse

von *Prior* ergab: 52,89 Zirkonsäure, 14,95 Titansäure, 7,31 Thorsäure, 2,52 Ceriumsesquioxyd, 7,72 Eisenoxydul, 10,79 Kalk, ganz geringe Mengen von $Y^2O^3$ und $UO^2$; dies führt annähernd auf die Formel $(Ca, Fe)(Zr, Ti, Th)^2O^5$, also eine dem Titanit analoge Verbindung, in welcher Si und ein Theil von Ti durch Zr und Th ersetzt ist. *Groth* hebt hervor, dass auch der Titanit nach *G. Rose* aus dem Schmelzfluss regulär krystallisirt. — Schmilzt v. d. L. schwer an den Kanten; unlöslich in Säuren, zersetzbar durch Schmelzen mit saurem Kaliumsulfat. — Mit Baddeleyit, Perowskit u. a. Mineralien als 1 bis 3 Mm. grosse Krystalle in dem zersetzten Magnetit-Pyroxenit von Jacupiranga, Prov. S. Paulo, Brasilien.

**Tschewkinit,** *G. Rose.*

Derb, amorph, doch nicht homogen; *Cross* fand in dem virginischen u. d. M. Eisenocker, Körner von wahrscheinlich Calcit und Titanit sowie andere doppeltbrechende Mineralien; Bruch flachmuschelig; H. = 5...5,5; G. = 4,33...4,55; sammtschwarz, starker Glasglanz, fast ganz undurchsichtig. — Chem. Zus.: Scheint überall ein mehr oder weniger unreines Zersetzungsproduct von variabler Zus. Eine Analyse von *Price* ergab: 23,3 Kieselsäure, 21,2 Titansäure, 2,3 Zirkonsäure, 11,9 Ceroxyd, 15,4 Didymoxyd, 4,9 Lanthanoxyd, 5,6 Eisenoxyd, 5,6 Eisenoxydul, 5,5 Kalk, kleine Mengen von BeO, MgO, $Na^2O$, $H^2O$; eine andere ergab 7,7 Thonerde und kein Eisenoxyd. Vielleicht war die Zus. des ursprünglichen Minerals $R^2R^2(Si, Ti)^5O^{15}$, worin das erste zweiwerthige R = Ca, Fe, das zweite dreiwerthige = Di, Ce, La, Fe, ähnlich dem Yttrotitanit. V. d. L. erglüht er schnell, bläht sich ausserordentlich auf, wird sehr schwammig und porös; stärker erhitzt wird er gelb, schmilzt aber erst in stärkster Weissgluth; gelatinirt mit heisser Salzsäure. — Sehr selten, im Granit des Ilmengebirges bei Miask, und an der Küste von Coromandel; Hat Creek in Nelson Co., Virginien, lose Klumpen in der Erde.

**Mosandrit,** *Erdmann.*

Monoklin, $\beta = 86°56'$. A.-V. = 1,6229 : 1 : 1,3911. Langprismatische linealähnliche Krystalle, abgeplattet nach $\infty\breve{P}\infty$, mit stark gestreifter Prismenzone; Endflächen kaum bekannt. $\infty P = 63°21'$, $\infty\breve{P}2 = 34°18'$, $\infty\breve{P}2 = 101°58'$ u. a. Formen. Zwillinge nach $\infty\breve{P}\infty$, wornach auch Spaltb.; H. = 4; G. = 2,93...3,03; sehr spröd; Glasglanz, auf Bruchflächen auch harzartig. Frisch tiefröthlichbraun mit blassgelbem Strich, im Dünnschliff hell blassgelb; optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$; schwach pleochroitisch. — Complicirtes wasserhaltiges Silicat von Ceriummetallen, Kalk und Natron, mit Titansäure, Zirkonsäure sowie Fluor. *Bäckström* erhielt namentlich: 30,71 $SiO^2$, 7,32 $ZrO^2$, 5,33 $TiO^2$, 6,35 $CeO^2$, 10,45 $Ce^2O^3$, 3,52 $Y^2O^3$, 22,53 CaO, 2,44 $Na^2O$, 7,70 $H^2O$, 2,06 F. Schmilzt v. d. L. leicht unter Aufblähen zu bräunlichgrüner Perle; von Salzsäure zersetzbar unter Abscheidung von Kieselsäure, die Sol. ist dunkelroth, wird aber beim Erwärmen unter Chlorabgabe gelb. — Selten auf Gängen der Insel Låven im Langesundfjord, auch bei Barkevik mit Feldspath, Eläolith, Spreustein, Fluorit.

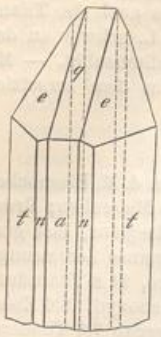
Der Johnstrupit von einer der Scheeren bei Barkevik ist mit dem Mosandrit in der Prismenzone ganz isomorph, zeigt aber auch monokline Endflächen; frisch bräunlichgrün. Chem. Zus. ganz ähnlich, nur etwas reicher an $TiO^2$, CaO, $Na^2O$, F, etwas ärmer an $ZrO^2$, $CeO^2$, $H^2O$. — Vielleicht gehören die beiden Mineralien wie auch der folgende Rinkit zur Epidotgruppe, indem ihre prismatische Zone der orthodiagonalen des Epidots in den Winkeln sehr nahe kommt.

Nahe dem Mosandrit und Johnstrupit steht der Rinkit (*Lorenzen*). Monoklin, $\beta = 88°47'$; A.-V. = 1,5688 : 1 : 0,2922. Krystalle tafelförmig nach $\infty\breve{P}\infty$ und linealartig nach der Verticalaxe, senkrecht gestreift, in der Prismenzone mit $\infty P = 114°58'$, $\infty\breve{P}2$, $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$, oben Orthodomen vorwaltend. Zwillingslamellirt nach $\infty\breve{P}\infty$, wornach auch Spaltb.; oft ganz deutlich zonar aufgebaut. H. = 5; G. = 3,46; frisch gelbbraun, strohgelb erdig verwitternd; Glasglanz, im Bruch Fettglanz. Optische Axenebene mit kleinem Winkel senkrecht zu $\infty\breve{P}\infty$; $a = b$; $b : c$ = ca. $7\frac{1}{2}°$. — *Lorenzen*'s Analyse gab wesentlich: 29,1 $SiO^2$, 13,4 $TiO^2$, 21,2 CeO, LaO, DiO, 23,3 CaO, 9,0 $Na^2O$, 5,8 F. *Brögger* und *Groth* schreiben die Formel $Na^9Ca^{11}Ce^3[Ti, F]^4Si^{12}O^{48}$. Selbst durch verdünnte Säuren leicht zersetzbar unter Abscheidung titanhaltiger Kieselsäure; recht leicht in kleinen Splittern schmelzbar. — Im Sodalithsyenit von Kangerdluarsuk in Grönland mit Arfvedsonit, Eudialyt, Aegirin, Lithionglimmer; im Eläolithsyenit der Serra de Tinguá, Brasilien, auch sonst vielleicht in verwandten Gesteinen.

**Låvenit,** *Brögger.*

Monoklin, $\beta = 69°42'$; A.-V. = 1,0963 : 1 : 0,7451. Krystalle vertical säulenförmig, in der Säulenzone ausser $\infty\breve{P}\infty$ (*a*) insbesondere $\infty P$ (*t*) 88°24' und $\infty\breve{P}2$ (*n*) 125°35'; am Ende herrscht gewöhnlich —P (*e*), die klinodiagonale Polk. abgestumpft durch das breitere oder

schmälere $-P\infty$ (*q*); $e:e = 127°50'$; $q:t = 120°33'$. Häufige Zwillingsbildung nach dem Orthopinakoid, wornach auch ziemlich vollk. Spaltb.; spröd. H. = ca. 6; G. = 3,55; glasglänzend, durchscheinend; farblos bis gelb (dann reicher an CaO und $Na^2O$, wohl ärmer an MnO), dunkel rothbraun bis schwarzbraun, oft dem Titanit ähnlich. Opt. Axenebene $\infty R\infty$, die spitze Bisectrix (wahrscheinlich negativ, a) bildet mit *c* ca. 20° im spitzen Winkel β. Mittl. Brechungsquot. hoch = 1,750; Doppelbrechung stark, $\gamma - \alpha = 0{,}03$. Die dunklen Krystalle stark pleochroitisch: a hellweingelb, b (*b*) hellgelblichgrün, c tief orangeroth, tief rothbraun. — Eine Analyse der dunklen Var. ergab: 29,6 $SiO^2$, 2,4 $TiO^2$, 28,8 $ZrO^2$, 5,2 $Ta^2O^5$, 4,7 $Fe^2O^3$, 5,6 MnO, 9,7 CaO, 10,8 $Na^2O$, 2,3 $H^2O$ und F. Das Mineral wird auch mit der Pyroxengruppe (als »Zirkonpyroxen«) in Verbindung gebracht, doch stehen die Cohäsionsverhältnisse dieser Auffassung entgegen. Schmilzt v. d. L. leicht zu brauner Schlacke; zersetzbar durch heisse Schwefelsäure. — In Syenitpegmatitgängen auf Låven (bis mehre Cm. lang) und Klein-Arö, Südnorwegen; kleine Kryställchen und Körner in den Nephelinphonolithen des Dép. der Haute-Loire, im Eläolithsyenit von Pouzac (Pyrenäen), der Serra de Tinguá (Brasilien) und der afrikanischen Los-Inseln; im Sanidinit der Azoreninsel S. Miguel.




Der hell orangegraue ebenfalls monokline Rosenbuschit (*Brögger*) bildet nach der Orthodiagonale verlängerte Individuen, die zu kleinen radialstrahligen oder filzigen Massen aggregirt sind; spaltb. basisch vollk., weniger nach $\infty P\infty$. H. = 5...6; G. = 3,3. Pleochroismus schwach. *Cleve*'s Analyse ergab: 31,4 $SiO^2$, 20,1 $ZrO^2$, 6,8 $TiO^2$, 24,9 CaO, 9,9 $Na^2O$, 5,8 F, kleine Menge von $Fe^2O^3$, $La^2O^3$, MnO; von Salzsäure leicht zersetzt. Das Mineral wird mit dem Glied der Pyroxengruppe Pektolith in Verbindung gebracht. Selten auf Scheereninseln bei Barkevik, wohl auch in Eläolithsyeniten. — Ein trikliner »Zirkon-Pyroxen« ist der gelbliche Hiortdahlit, u. a. mit 31,6 $SiO^2$, 21,5 $ZrO^2$, 32,5 CaO, 6,5 $Na^2O$, 5,8 F, sehr selten als dünne lange Krystalle auf Mittel-Arö im Langesundfjord.

## Eudialyt, *Stromeyer.*

Rhomboëdrisch; R 73° 30'; A.-V. = 1 : 2,1116; gewöhnl. Comb. $R.0R.\infty P2.\frac{1}{4}R$ (*P*, *o*, *u*, *z*), ausserdem noch bekannt $\infty R$, $\frac{5}{8}R$, $-\frac{1}{2}R$, $-2R$, $-\frac{1}{5}R$, $R3$, $\frac{2}{3}P2$; die Krystalle ziemlich gross, von rhomboëdrischem dicktafeligem oder prismatischem Habitus; auch körnige Aggregate. — Spaltb. basisch deutlich, nach $\frac{1}{4}R$ (*z*) weniger deutl., auch prismatisch; H. = 5...5,5; G. = 2,9...3,1; dunkel pfirsichblüthroth, rosenroth, kirschroth bis bräunlichroth; Glasglanz; schwach durchscheinend bis undurchsichtig; Doppelbrechung meist positiv, ω = 1,608, ε = 1,610; doch auch negativ. Enthält u. d. M. viele Mikrolithen von Arfvedsonit, Aegirin, auch Sodalith. — Die Analysen ergeben ca. 61 bis 64 Kieselsäure nebst Zirkonsäure (z. B. 48 $SiO^2$, 15 $ZrO^2$), 3 bis 5 Ceroxyd, 4 bis 7 Eisenoxydul, 1 bis 2 Manganoxydul, 11 bis 14 Kalk, 11 bis 14 Natron, 1 bis 1,5 Chlor, 1 bis 2 pCt. Glühverlust. Die empirische Formel scheint $Na^{13}(Ca,Fe)^6Cl(Si,Zr)^{20}O^{52}$ zu sein, wenn $SiO^2$ und $ZrO^2$ zusammengefasst werden. V. d. L. schmilzt er ziemlich leicht zu graugrünem Email; durch Phosphorsalz aufgelöst, wobei die ausgeschiedene Kieselsäure so stark anschwillt, dass die Perle ihre Kugelform verliert; von Salzsäure vollständig zersetzt unter Bildung von Kieselgallert. — Im Eläolithsyenit von Kangerdluarsuk in Grönland (bis 3 Cm. grosse Krystalle), von Magnet Cove in Arkansas, der Halbinsel Kola (Blöcke auf der Insel Sedlovatoi im Weissen Meer). — Auf den Gängen des Langesundfjords (Arö, Eikaholmen) der minder gut ausgebildete braune Eukolit, krystallographisch mit Eudialyt übereinstimmend und chemisch nicht verschieden, aber negativ doppeltbrechend; auch zu Magnet Cove finden sich Krystalle von letzterem Charakter; *Ramsay* beobachtete an Eudialyten von Kola einen Aufbau aus positiven (spec. leichteren) und negativen (spec. schwereren) Schichten, auch ganz isotrope.




$o : z = 148°38'$
$o : P = 112\ 18$
oder 67 42

**Kataplëit,** *Weybie.*

Nach *Brögger* bei gewöhnlicher Temperatur monoklin, $\beta = 89°48'$; geht aber schon bei 140° in eine geometrisch sehr nahestehende rhomboëdrische (wahrscheinlich tetartoëdrische)

Form über. Dünntafelige sechsseitige zuweilen rosettenförmig aggregirte Krystalle mit mehrfacher und sehr complicirter Zwillingsbildung. Spaltb. nach $\infty P$; Bruch splitterig. H. = 6; G. = 2,8; hellgelb bis gelblichbraun, röthlich, graulichblau, violett; schwach glasglänzend, kantendurchscheinend bis undurchsichtig. Verhält sich bei gewöhnlicher Temperatur optisch monoklin, wird bei 140° einaxig, beim Abkühlen wieder zweiaxig, ähnlich wie Tridymit. — Chem. Zus.: $H^4(Na^2,Ca)ZrSi^3O^{11}$. Wäre blos $Na^2O$ vorhanden, so lieferte diese Formel: 45,07 Kieselsäure, 30,52 Zirkonsäure, 15,45 Natron, 8,96 Wasser. In der That gab z. B. eine Analyse nur 0,17 CaO auf 14,80 $Na^2O$ (Natronkataplëit, bisweilen blau); anderseits ist neben Natron wohl viel Kalk vorhanden, z. B. 5,82 CaO auf 8,10 $Na^2O$ (Kalknatronkataplëit). Schmilzt v. d. L. leicht zu weissem Email, von Salzsäure leicht unter Gallertbildung zersetzbar. — Låven u. a. Inseln im Langesundfjord, selten; in Eläolithsyeniten Südgrönlands, aus Eudialyt hervorgehend.

Verwandt ist der rhombische Elpidit, perlmutterglänzend, stengelig bis filzähnlich, weisslich bis ziegelroth, auf Aegirinkrystallen von Narsasuk Kaka bei Igaliko, $H^6Na^2ZrSi^6O^{18}$.

**Wöhlerit,** *Scheerer.*

Monoklin; $\beta = 71°3'$ nach *Morton*; A.-V. = 1,0536 : 1 : 0,7088; $\infty P = 90°12'$ (vordere Kante); $0P : \infty P2 = 106°54'$, $: \infty P2 = 98°22'$, $: \infty P = 103°18'$; Flächen zu beiden Seiten der Verticalen fast gleich geneigt; Zwillingsbildung, auch polysynthetisch, nach $\infty P\infty$. Die von mehren verticalen Prismen, Hemipyramiden, Hemidomen, Klinodomen und den drei Pinakoiden gebildeten Combinationen sind ziemlich complicirt, allein deutliche Krystalle äusserst selten; gewöhnlich nur undeutlich tafel- oder säulenförmige Individuen. Spaltb. nach $\infty P\infty$ deutlich, nach $\infty P$ unvollk.; H. = 5...6; G. = 3,41; wein- und honiggelb bis gelblichbraun; Fettglanz im Bruch; durchscheinend. — Ebene der optischen Axen rechtwinkelig auf $\infty P\infty$ und fast parallel $-P\infty$, die spitze negative Bisectrix bildet mit *c* ca. 44° im spitzen Winkel β. — Unter den Analysen ergab die neueste von *Cleve*: 30,12 Kieselsäure, 16,11 Zirkonsäure, 12,85 Niobsäure, 26,95 Kalk, 7,50 Natron, 2,98 Fluor, geringe Mengen von $TiO^2$, FeO, MnO, $Fe^2O^3$, $H^2O$; als empirische Formel könnte gelten $Na^5Ca^{10}Nb^2Zr^3Si^{10}F^3O^{42}$. Wird von Einigen auch als »Zirkon-Pyroxen« betrachtet. V. d. L. zu gelblichem Glas schmelzend; von conc. Salzsäure zersetzt unter Abscheidung von Kieselsäure und Niobsäure. — In Syenitpegmatitgängen auf den Inseln Lövö und Skudesundskjär in Südnorwegen.

**Ardennit,** *v. Lasaulx*; Dewalquit, *Pisani.*

Rhombisch, nach Messungen eines einzigen kleinen Krystalls durch *G. vom Rath*, dessen Gestalt einigermassen an Lievrit erinnerte, ist $\infty P = 130°$ (nach *Pisani* 131°2'), $\bar{P}\infty = 112°10'$; auch $\bar{P}\frac{3}{2}$, $\infty\bar{P}\frac{3}{2}$, $\infty\breve{P}2$, $\infty\bar{P}\infty$, $\infty\breve{P}\infty$; A.-V. = 0,4663 : 1 : 0,1335; übrigens nur dickfaserige oder dünnstengelige Aggregate, deren Individuen nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk., prismatisch noch deutlich spaltbar sind; H. = 6...7; G. = 3,620...3,662; dunkel kolophoniumbraun bis fast schwefelgelb; die dunklere Var. durchsichtig, die helle undurchsichtig; fettglänzend. — Chem. Zus. der dunkleren Var. nach *Bettendorff*: 27,84 Kieselsäure, 24,22 Thonerde und Eisenoxyd, 26,70 Manganoxydul, 2,17 Kalk, 3,01 Magnesia, 9,20 Vanadinsäure, 2,76 Arsensäure, 5,01 Wasser, welches nur durch anhaltendes Glühen ausgetrieben wird; frühere Analysen ergaben sich als frei von Arsensäure und als deren empirische Formel gilt $H^{10}Mn^{10}Al^{10}Si^{10}V^2O^{55}$. In den lichteren Varr. ist ein grösserer Theil $V^2O^5$ durch $As^2O^5$ ersetzt; eine solche ergab sogar 9,33 Arsensäure, nur 0,53 Vanadinsäure. — V. d. L. sehr leicht mit Kochen zu schwarzem Email schmelzend; unangreifbar durch Säuren. — Auf einem Quarzgang bei Ottrè in den Ardennen.

## Vierzehnte Ordnung: Titanate u. Verbindungen von Titanaten mit Niobaten u. s. w.

### Perowskit, *G. Rose.*

Regulär der äusseren Gestalt nach; verschiedene Formen, am häufigsten $\infty O\infty$; ferner O, $\infty O$, sechs verschiedene Tetrakishexaëder $\infty On$, auch mehre Ikositetraëder und Hexakisoktaëder; an den Combinationen ist die Flächenvertheilung oft unregelmässig. Die Würfelflächen sind mitunter parallel einer Kante gestreift, wie bei dodekaëdrischer Hemiëdrie, auch nach allen (bisweilen mit einspringenden Nähten versehenen) Kanten gestreift, wie bei pentagonalen Durchkreuzungszwillingen. Krystalle klein und gross, auf- oder eingewachsen; auch nierförmig und derb. — Spaltb. ziemlich deutlich hexaëdrisch; H. = 5,5; G. = 3,95...4,1; graulichschwarz bis eisenschwarz

oder auch dunkel röthlichbraun, selten hyacinthroth, pomeranzgelb und honiggelb; Strich graulichweiss; metallartiger Diamantglanz, undurchsichtig oder auch (der braune) kantendurchscheinend, der gelbe bis halbdurchsichtig. — Chem. Zus.: Das Calciummetatitanat $CaTiO^3$, mit 59,53 Titansäure und 40,47 Kalk, von letzterem ein kleiner Theil durch 2 bis 6 pCt. Eisenoxydul ersetzt. V. d. L. ganz unschmelzbar, mit Borax und Phosphorsalz die Reactionen auf Titansäure. Durch kochende Schwefelsäure zersetzbar, sonst von Säuren nur sehr wenig angegriffen, durch Schmelzen mit saurem Kaliumsulfat vollständig zerlegt. — Makroskopische Krystalle in Chloritschiefer der Nasämsker Berge bei Achmatowsk am Ural; am Berge Tschuwaschija im Bezirk Slatoust Würfel von 10 Cm. Kantenlänge; in Chloritschiefer am Rympfischwäng bei Zermatt in der Nähe des Adlerpasses in 2900 Mr. Höhe; am Wildkreuzjoch in Pfitsch (Tirol); Monte Lagazzolo im Malencothal (Sondrio); erbsendicke Körner und Aggregate in grobkrystallinischen Ausscheidungen des Nephelinbasalts von Oberwiesenthal; im Silurkalk am Contact mit Eläolithsyenit bei Montreal, Canada; Magnet Cove. — Mikroskopisch verbreitet in namentlich jüngeren basischen Eruptivgesteinen, insbesondere melilithreichen, desgleichen in leucit- und nephelinhaltigen (Eifel, Laacher See, schwäbische Alb u. a. O.) als Oktaëder, auch ästige und zackige Formen, meist violettgrau bis graulich rothbraun durchscheinend, mit dem hohen Brechungsq. 2,35; ferner in Olivingesteinen, im älteren Eläolithsyenit von Ditró. — Perowskit kann secundär aus Titaneisen oder Titanit hervorgehen.

Optisch stimmen die grösseren Krystalle des Perowskits nicht mit den Erfordernissen regulärer Substanzen überein, worüber namentlich *Des Cloizeaux*, *Ben Saude*, *Tschermak*, *Brauns*, *C. Klein* Untersuchungen angestellt haben. Die Substanz ist zweiaxig und scheint, worauf auch die von *Baumhauer* geprüften Aetzerscheinungen hinweisen, rhombische Symmetrie zu besitzen. Schnitte cubischer Krystalle vom Ural und Zermatt parallel $\infty O\infty$ zeigen Zwillingslamellen parallel beiden Würfelkanten mit diagonaler Auslöschung, die Bisectrix steht normal auf einer Fläche von $\infty O$, der Axenwinkel variirt bis zu 90°, der Charakter ist +, auch −. Aehnliche Schnitte von tiroler Krystallen, an denen $3O3$ und $\frac{3}{4}O\frac{3}{4}$ oft vorwalten, ergeben feine Zwillingslamellen parallel den Diagonalen, die Bisectrix senkrecht auf $\infty O\infty$, den Axenwinkel klein, oft fast 0°, + Charakter. Man hat versucht, auch den äusseren Formen eine nicht reguläre Deutung zu geben, indem man sie als rhombische oder monokline Combinationen auffasst. Doch ist es angesichts der ausgesprochen isometrischen oft complicirten Gestalten wahrscheinlicher, dass der Perowskit ursprünglich regulär war und seine Formen durch secundäre Ursachen eine Umlagerung in zweiaxige Lamellen erfuhren. Allerdings ist es noch nicht, wie beim Boracit, Tridymit, Leucit gelungen, in höherer Temperatur den P. wieder rückläufig einfachbrechend werden zu lassen. *Hautefeuille* und *Holmquist* haben übrigens künstliche Perowskitkrystalle dargestellt, welche gleichfalls reguläre Formen, dennoch aber Doppelbrechung oder polarisirende Zwillingslamellen zeigten. Die sehr kleinen mikroskopischen P.-Kryställchen in den Gesteinen sind indess zum grossen Theil ganz isotrop.

Der bleigraue oder schwarze reguläre Knopit ($\infty O\infty$ und O) aus dem contactmetamorphen Kalk von Alnö in Schweden ist ein ca. 5 bis 6 pCt. $Ce^2O^3$ haltender Perowskit. G. = 4,2.

Der nur in Rollstücken bekannte Geikielith aus den Edelsteingruben von Rakwana auf Ceylon, bläulich- oder bräunlichschwarz mit metallischem Diamantglanz auf einer sehr vollk. Spaltfläche, ist $MgTiO^3$, etwas MgO durch FeO ersetzt. Dünne Splitter scheinen purpurroth durch; H. = ca. 6; G. = 4.

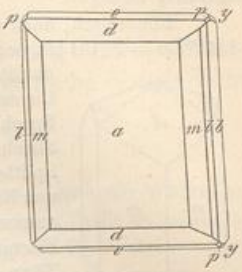
Anm. Chemisch würden sich hier die schon S. 472 und 474 aufgeführten Mineralien Titaneisen und Pyrophanit anreihen.

**Pseudobrookit,** *A. Koch.*

Rhombisch, meist als dünne rectanguläre Täfelchen (bis 2 Mm. lang, 1 Mm. breit), welche im Ansehen kaum von kleinen Brookitkryställchen unterschieden werden können. Dieselben sind nach *Groth* Combinationen von vorwiegend $\infty\breve{P}\infty$ (*a*, besonders stark ausgedehnt und vertical gestreift), $\infty\breve{P}\infty$ (*b*), $\infty P$ (*l*, bisweilen fehlend), $\infty\bar{P}2$ (*m*), $\bar{P}\infty$ (*d*), $\frac{1}{3}\bar{P}\infty$ (*e*); $a : l = 135°54'$; $a : d = 138°44'$; $a : m = 154°9'$. Andere nehmen *m* als $\infty P$. Spaltb. deutlich nach $\infty\breve{P}\infty$; H. = 6; G. = 4,98. Schwarz oder dunkelbraun, etwas metallglänzend, die dünnsten Kryställchen roth durchsichtig. — Chem. Zus.: Ein normales Orthotitanat von Eisenoxyd, $Fe^4[TiO^4]^3$ oder $2Fe^2O^3.3TiO^2$, mit 47,1 Eisenoxyd und 42,9 Titansäure.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fast unschmelzbar, löslich in Borax unter Eisenreaction, in Phosphorsalz unter Titansäurereaction, in kochender conc. Salzsäure theilweise, in Schwefelsäure fast völlig löslich. — Zuerst gefunden mit Hypersthen auf Klüften des Andesits vom Aranyer Berg, Siebenbürgen (*A. Koch*). Im Trachyt vom Riveau grand im Mont-Dore; im Nephelinit vom Katzenbuckel; auf Vesuvlava von 1872; in einem doleritischen Gestein von Castello branco auf Fayal; im Andesit aus dem Araxesthal. Aufsitzend auf dem Apatit (sog. Spargelstein) von Jumilla in Murcia. Mehre Zoll grosse Krystalle in dem grösstentheils zu Apatit umgewandelten Kjerulfin bei Havredal im Kirchspiel Bamle.




**Derbylith,** *Hussak* und *Prior*.

Rhombisch; Comb. $\infty P$ (glänzend glatt) mit $\infty\breve{P}\infty$ (meist rauh) und $0P$ (uneben gekrümmt); staurolithähnliche schiefe Durchkreuzungszwillinge; A.-V. = 0,9661 : 1 : 0,5502. H. = ca. 5; G. = 4,53; harzglänzend, pechschwarz, dunkelbraun durchscheinend. — Chem. Zus. ein Eisen-Antimonotitanat von der Formel $5FeO.TiO^2 + FeO.Sb^2O^5$; die Analyse ergab: 34,56 Titansäure, 24,19 Antimonsäure, 3,5 Kieselsäure, 32,10 Eisenoxydul. Unlöslich in Säuren, zersetzbar durch Schmelzen mit Kaliumbisulfat. — In den zinnoberführenden Sanden von Tripuhy in Minas Geraës.

**Dysanalyt,** *A. Knop*.

Regulär, einzig beobachtete Form $\infty O\infty$, vormals zum Perowskit gerechnet. Spaltbarkeit hexaëdrisch; G. = 4,13; eisenschwarz. — Die Analyse von *Knop* gab, auf 100 berechnet: 41,47 Titansäure, 23,23 Niobsäure, 5,72 Ceroxyde, 19,77 Kalk, 5,84 Eisenoxydul, 0,43 Manganoxydul, 3,57 Natron, woraus sich die Formel $R^7Ti^6Nb^2O^{24}$ oder $6RTiO^3.RNb^2O^6$ ableitet, welche den wegen der Schwierigkeit der Trennung von Titan und Niob so genannten Dysanalyt dem Pyrochlor nahe verwandt erscheinen lässt. — Im körnigen Kalk von Vogtsburg am Kaiserstuhl; ein ähnliches Mineral ist der sog. Perowskit von Magnet Cove, Arkansas.

**Pyrochlor,** *Wöhler*.

Regulär, O, selten mit kleinen Flächen von $\infty O$ oder $2O2$ u. a. Formen; Krystalle eingewachsen, auch dergleichen Körner. — Bruch muschelig, spröd; H. = 5; G. = 4,3 ... 4,5; dunkel röthlichbraun und schwärzlichbraun, Strich hellbraun, Fettglanz, kantendurchscheinend und undurchsichtig; ganz kleine Krystalle licht rothgelb und durchsichtig; oft deutlich zonar struirt. — Chem. Zus. sehr complicirt und der Analysen-Differenzen wegen nicht durch eine Formel auszudrücken; ist hauptsächlich ein Niobat von Kalk, Cermetallen u. a. Basen mit Ti, Th, F. In dem P. von Alnö fand *Holmquist*: 65,3 Niobsäure, 2,8 Titansäure, 2,6 Zirkonsäure, 10,2 Kalk, 5,0 Ceroxyd, 6,3 Natron, 1,1 Eisenoxydul, 0,5 Wasser, 4,1 Fluor. — V. d. L. wird er gelb und schmilzt schwer zu schwarzbrauner Schlacke; der von Miask verglimmt vorher wie mancher Gadolinit; mit Borax ein Glas, welches im Ox.-F. röthlichgelb, im Red.-F. dunkelroth ist; die Var. von Brevig und Frederiksvärn gibt die Reaction auf Uran. — Von conc. Schwefelsäure wird das Pulver mehr oder weniger leicht zersetzt. — Im Eläolithsyenit: Miask am Ural, Laurvig, Insel Lövö bei Brevig; im contactmetamorphen Kalk von Alnö.

Der gelbbraune harzglänzende reguläre ($O.\infty O\infty$) Hatchettolith scheint ein zersetzter uranhaltiger Pyrochlor; Glimmergruben von Mitchell Co., Nordcarolina, mit Samarskit.

Der Pyrrhit aus den Sanidin-Auswürflingen von S. Miguel (Azoren) und des Laacher Sees (auch Azor-Pyrrhit genannt, nicht zu verwechseln mit dem S. 588 genannten Pyrrhit) bildet kleine gelbrothe Oktaëderchen und ist wohl dem Pyrochlor verwandt.

**Polykras,** *Scheerer*.

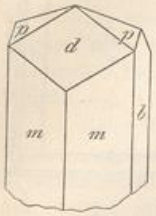
Rhombisch, ähnlich dem Columbit; sechsseitig dünn-tafelförmige, häufig geknickte und gebogene, z. Th. über zollgrosse Krystalle der Comb. $\infty\breve{P}\infty.\infty P.P.2\breve{P}\infty$, mit noch anderen Flächen, darin $\infty P$ 141° 49′, brachydiag. Polk. von P 153° 53′, $2\breve{P}\infty$ 57° 59′; $\infty\breve{P}\infty$ stets verticalgestreift. A.-V. = 0,3462 : 1 : 0,3124. — Spaltb. fehlt; Bruch muschelig; H. = 5...6; G. = 4,7...5,1; schwarz, Strich graulichbraun, undurchsichtig, in ganz feinen Splittern gelblichbraun durchscheinend. — Ist ein dem Euxenit ähnliches (wasserhaltiges) Niobat und Titanat von Y, Er, Ce, U und Fe; das Spectrum des aus Süd-Carolina verweist auf einen Gehalt an Scandium. V. d. L. zerknistert er heftig; rasch bis zum Glühen erhitzt verglimmt er zu einer graubraunen Masse; unschmelzbar, von Salzsäure nur unvollständig, von Schwefelsäure vollständig zersetzt. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hitterö in Norwegen, in Granit; Slettåkra im Kirchspiel Alsheda in Jönköping; Goldwäschen in Henderson Co., Nord-Carolina; Marietta, Süd-Carolina.

**Euxenit,** *Scheerer.*

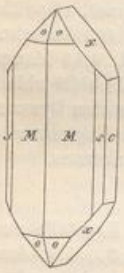
Rhombisch; nach *Groth* ist in beistehender Fig. $m = \infty P$ (ca. 140°), $b = \infty \breve{P} \infty$, $d = 2\bar{P}\infty$ (62°), $p = P$ ($104\frac{1}{2}$°), $p : b = 102\frac{1}{2}$°; A.-V. = 0,364 : 1 : 0,303; die Messungen *Breithaupt*'s stimmen damit ziemlich gut überein, während die von *Greg* und *Dahll* sehr abweichen.




Die seltenen Krystalle eingewachsen; gewöhnlich derb, ohne Spur von Spaltb.; Bruch unvollk. muschelig; H. = 6,5; G. = 4,6...4,99; bräunlichschwarz, Strich röthlichbraun, metallartiger Fettglanz, undurchsichtig, nur in feinen Splittern röthlichbraun durchscheinend. — Eine wasserhaltige Verbindung von Niobsäure (32 bis 38 pCt.) und Titansäure (16 bis 23) mit den Sesquioxyden namentlich von Yttrium, auch Erbium und Cer, ferner Uranbioxyd und wenig Eisenoxydul; hält nach *Krüss* auch Germanium zu ca. 0,1 pCt., welches das Titan vertritt. Im Kolben gibt er Wasser und wird gelblichbraun. V. d. L. schmilzt er nicht, von Säuren nicht angegriffen, aufzuschliessen durch Schmelzen mit Kaliumbisulfat. — Jölster im Bergenstift, Tromö und Alvö bei Arendal in Pegmatit, auch Hitterö und Cap Lindesnäs.

**Aeschynit,** *Berzelius.*

Rhombisch; $\infty P$ (*M*) 128° 6', $2\breve{P}\infty$ (*x*) 73° 10' nach *v. Kokscharow*; A.-V. = 0,4864 : 1 : 0,6736; bis jetzt nur krystallisirt, gewöhnl. Comb. $\infty P . 2\breve{P}\infty$, wozu sich noch $\infty\breve{P}\infty$, $\infty\breve{P}2$ und zuweilen P gesellt, wie in der Figur (Typus der säulenförmigen Krystalle von Miask); die Krystalle des sog. Aeschynits von Hitterö (s. unten), an welchen *Brögger* $\infty P$ 128° 34', $2\breve{P}\infty$ 73° 16', P (*o* : *o*) 137° 44' maass, und noch u. a. $\infty\breve{P}3$ (69° 23') und $\bar{P}\infty$ auffand (A.-V. = 0,4816 : 1 : 0,6725), sind




nach dem horizontal gestreiften Pinakoid $\infty\breve{P}\infty$ breit tafelförmig und zeigen in der Prismenzone $\infty\breve{P}3$ vorherrschend, auch 0P vorhanden. Krystalle meist sehr unvollkommen ausgebildet, bisweilen gebogen und sogar zerbrochen, selten glatt, meist rauh oder vertical gestreift und eingewachsen. — Bruch unvollk. muschelig; H. = 5...5,5; G. = 4,9...5,2; eisenschwarz bis braun, Strich gelblichbraun, unvollk. Metallglanz bis Fettglanz, schwach kantendurchscheinend bis undurchsichtig. — Chem. Zus.: Eine Verbindung von Niobsäure und Titansäure, auch Thorsäure mit Oxyden der Cergruppe, wenig Eisenoxydul und Kalk; Analysen von *Marignac* ergaben i. M.: 28,84 Niobsäure, 22,64 Titansäure, 15,75 Thorsäure, 18,49 Ceroxydul, 5,60 Lanthan- und Didymoxyd, 1,12 Yttererde, 2,75 Kalk, 3,17 Eisenoxydul, 1,07 Wasser. Im Kolben gibt er etwas Wasser und Spur von Flusssäure; gibt beim Erhitzen Helium ab. V. d. L. schwillt er auf, bleibt aber fast unschmelzbar; mit Borax und Phosphorsalz die Reaction auf Titan; von Salzsäure gar nicht, von Schwefelsäure nur theilweise zerlegt. — Miask am Ural; in mineralreichen Pegmatitgängen auf Hitterö (das Vorkommen gehört krystallographisch zum Aeschynit, hat aber eine mehr euxenitartige Zus.); im Granit von Königshain, Schlesien.

**Polymignyt,** *Berzelius.*

Rhombisch; P (*a*) Polk. 134° 54' und 114° 46', $\infty P$ 109° 5'. A.-V. = 0,712 : 1 : 0,542. Krystalle von der Comb. $\infty\bar{P}\infty . \infty\breve{P}\infty . \infty P . P$, z. Th. mit noch anderen Prismen, lang- und etwas breitsäulenförmig, vertical gestreift und eingewachsen. — Bruch muschelig; H. = 6,5; G. = 4,75...4,85; eisenschwarz und sammtschwarz, Strich dunkelbraun, halbmetallischer Glanz, undurchsichtig. — Chem. Zus.: Verbindung von Niobsäure (Tantalsäure), Zirkonsäure, Titansäure (Thorsäure) mit Cermetallen nebst Eisen und Kalk; eine Analyse von *Blomstrand* lieferte u. a.: 11,99 Niobsäure, 29,71 Zirkonsäure, 18,90 Titansäure, 3,92 Thorsäure, 1,35 Tantalsäure, 5,91 Ceroxyd, 5,13 Lanthan- und Didymoxyd, 2,26 Erbiumoxyd, 7,85 Eisenoxyd, 7,14 Kalk, 3,40 Eisenoxydul, 0,28 Wasser. V. d. L. für sich unveränderlich; von conc. Schwefelsäure wird das Pulver zersetzt. — Frederiksvärn in Norwegen, im Syenit.




UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

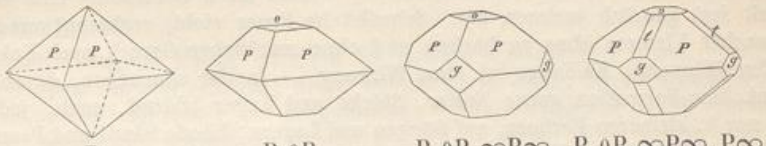
## Sechste Classe: Organische Verbindungen und deren Zersetzungsproducte.

Kohlenstoffhaltige Mineralien, hervorgegangen aus organischen Stoffen, sämmtlich vollständig oder mit Hinterlassung von mehr oder weniger Asche verbrennlich.

### 1) Salze mit organischen Säuren.

**Mellit,** *Haüy* (Honigstein).

Tetragonal; P 93° 5′ nach *Dauber*; A.-V. = 1 : 0,7463; doch sind die Winkel an einem und demselben Krystall ziemlich schwankend. Die Grundform theils selbständig, theils in Comb. mit 0P, auch wohl mit P∞ (*t*) und ∞P∞ (*g*), die Basis stets convex gekrümmt. Krystalle gewöhnlich einzeln eingewachsen, selten zu kleinen Gruppen oder Drusen verbunden; auch kleine körnige Aggregate. — Spaltb. nach P sehr unvollk.,



P P.0P P.0P.∞P∞ P.0P.∞P∞.P∞

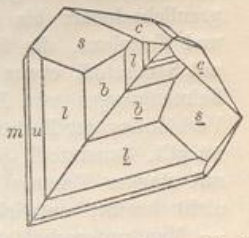
meist nur muscheliger Bruch, wenig spröd; H. = 2...2,5; G. = 1,55...1,65; honiggelb bis wachsgelb, selten fast weiss, Fettglanz, halbdurchsichtig bis durchscheinend; optisch negativ, bisweilen abnorm zweiaxig, was wohl in der Zusammenhäufung zahlreicher kleinerer zu einem grösseren Individuum begründet ist. — Chem. Zus.: Wasserhaltiges Aluminiummellat $Al^2C^{12}O^{12} + 18H^2O$, mit 14,31 Thonerde, 40,32 Honigsteinsäure (Mellitsäure $C^{12}O^9$), 45,37 Wasser. Gibt im Kolben Wasser, verkohlt v. d. L. ohne merklichen Geruch, brennt sich auf Kohle zuletzt weiss und verhält sich dann wie reine Thonerde; in Salpetersäure leicht und vollständig löslich, so auch in Kalilauge. — Artern in Thüringen und Luschitz in Böhmen, in Braunkohle; Walchow in Mähren, in der Kohle des Quadersandsteins; Malöwka im Gouv. Tula, in der Steinkohle der carbonischen Formation.

**Oxalit,** *Breithaupt* (Humboldtin).

Haarförmige Krystalle; traubig, in Platten von faseriger und feinkörniger bis erdiger und dichter Textur, als Beschlag und Anflug, recht ähnlich dem Gelbeisenerz; H. = 2; G. = 2,15...2,25; ockergelb bis strohgelb, schwach fettglänzend bis matt. — Chem. Zus.: Verbindung von 2 Mol. oxalsauren Eisenoxyduls und 3 Mol. Wasser, $2FeC^2O^4 + 3H^2O$, mit 42,11 Eisenoxydul, 42,10 Oxalsäure ($C^2O^3$), 15,79 Wasser; v. d. L. auf Kohle wird er erst schwarz, dann roth; mit Borax oder Phosphorsalz die Reactionen auf Eisen; in Säuren leicht löslich; auch von Kali zerlegt, indem sich grünes, bald rothbraun werdendes Eisenoxyd abscheidet. — Kolosoruk bei Bilin, Gross-Almerode in Hessen, Duisburg, überall in Braunkohle.

**Whewellit,** *Brooke.*

Monoklin; β = 72° 44′; A.-V. = 0,8696 : 1 : 1,3695. In der Fig. ist $m = \infty P$ (100° 36′), $u = \infty R2$ (117° 53′), $l = \infty R3$, $b = \infty R\infty$, $c = 0P$, $s = \frac{3}{2}R3$; häufig herzförmige Zwillinge nach R∞. H. = 2,5; farblos, durchscheinend bis undurchsichtig; auf *b* etwas perlmutterglänzend. — Chemisch das wasserhaltige Calciumoxalat $CaC^2O^4 + H^2O$, mit 38,3 Kalk, 49,4 Oxalsäure, 12,3 Wasser. — Auf einer Kluft im Liegenden eines Steinkohlenflötzes zu Burgk im Plauenschen Grunde bei Dresden, bis zu 3,5 Cm. lange Zwillinge; auf thonigem Spatheisenstein im Segen Gottes-Schacht bei Zwickau; als radialfaserige handtellergrosse flache Scheiben im Letten des Venustiefbaus bei Brüx.



Der bräunlichschwarze Dopplerit (*Haidinger*) führt Kalk als wesentlichen Bestandtheil, hat ungefähr die Zus. $CaC^{24}H^{22}O^{12}$ und ist nach *Demel* aus Kalksalzen von Humussäuren,

daneben aus freien Humussäuren zusammengesetzt. Amorph, geschmeidig und elastisch wie Kautschuk; H. = 0,5; G. = 1,089; bräunlichschwarz, Glasglanz, etwas fettartig; in dünnen Lamellen röthlichbraun durchscheinend. — An der Luft schwindet er, und zerfällt in kleine, stark glänzende Stücke. In einem Torflager bei Aussee, sowie bei Gonten unweit Appenzell, Obbürgen in Unterwalden und bei Berchtesgaden.

### 2) Kohlen.

**Anthracit** (Kohlenblende).

Amorphe Substanz; Bruch muschelig; spröd; H. = 2...2,5; G. = 1,4...1,7; eisenschwarz bis graulichschwarz; Strich graulichschwarz; starker metallartiger Glasglanz, undurchsichtig. *Fischer* befand die Anthracite frei von jenen mikroskopischen rothen und gelben Harzpartieen, welche von der Steinkohle stets umschlossen werden. — Chem. Zus.: Kohlenstoff, meist über 90 pCt., mit wenig Wasserstoff und Sauerstoff, und mit Spuren von Stickstoff, ausserdem mit Beimengungen von Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd; er ist Pflanzensubstanz, welche ihren Sauerstoff- und Wasserstoffgehalt fast gänzlich verloren hat. Schmilzt im Feuer nicht, verbrennt nur schwer mit schwacher Flamme ohne zu backen und ohne merklichen Geruch nach Kohlenwasserstoffen (Bitumen); Kalilauge ist ohne Wirkung. — In der silurischen, devonischen und Steinkohlen-Formation ganze Nester, Stöcke und Lager bildend, auch, jedoch selten und nur in kleineren Partieen, auf Gängen und Lagern; Rhode Island und Pennsylvanien; Schönfeld, Wurzbach; Französische und Piemontesische Alpen; Donetz-Gebiet.

**Gebrauch.** Der Anthracit liefert für manche Feuerungen ein sehr brauchbares Brennmaterial, ist aber weder zur Vergasung noch zur Verkokung zu benutzen.

Als »äusserstes Glied in der Reihe der amorphen Kohlenstoffe« bezeichnet *v. Inostranzeff* eine schwarze, diamantartig-metallglänzende Kohle von dem n.-w. Ufer des Onega-Sees (nach dem Fundort später Schungit genannt), wo dieselbe nach ihm zur huronischen Formation gehört; sie ist härter als Anthracit (3,5...4) und spec. schwerer (frisch 1,84, nach dem Trocknen 1,98) und enthält nur 0,40 Wasserstoff, 0,41 Stickstoff, keinen Sauerstoff, ist also procentarisch so reich an Kohlenstoff, wie die besten Graphite; verbrennt nur ausserordentlich schwierig (viel schwieriger als Graphit) bei starkem Sauerstoffzustrom mit blendend weisser Flamme.

**Schwarzkohle** (Steinkohle).

Nicht krystallinische, ursprünglich phytogene Substanz; in mehr oder weniger mächtigen, oft viele Quadratmeilen ausgedehnten Lagern, den sog. Kohlenflötzen, auch in Lagen, Trümern, Schmitzen, Nestern; häufig als Phytomorphose. Dicht, schieferig oder faserig, oft parallelepipedisch abgesondert; u. d. M. bei gehöriger Vorbereitung vegetabilische Textur zeigend. Nach den mikroskopischen Untersuchungen von *Fischer* und *Rüst* (Z. f. Kryst. VII. 209) machen Harze und Kohlenwasserstoffe, in Form von verbrennbaren rothen cylindrischen Körpern und Strängen, sowie von leuchtend gelben Körnchen einen wesentlichen Bestandtheil der Steinkohle aus; diese Substanzen, grösstentheils isotrop, verhalten sich chemisch analog dem Bernstein. Bruch muschelig bis uneben oder faserig; H. = 2...2,5; G. = 1,2...1,5; schwärzlichbraun, pechschwarz, graulichschwarz bis sammtschwarz, Strich bräunlich- bis graulichschwarz, Glasglanz und Fettglanz, die faserige Seidenglanz. — Chem. Zus.: Kohlenstoff vorherrschend, mit Sauerstoff, etwas Wasserstoff und sehr wenig Stickstoff, ausserdem verunreinigende Beimengungen von Erden, Metalloxyden und Schwefelmetallen, zumal Eisenkies; das Verhältniss der Bestandtheile äusserst schwankend: 74 bis 94 pCt. Kohlenstoff, 3 bis 20 pCt. Sauerstoff, $\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{2}$ pCt. Wasserstoff, 1 bis 30 pCt. Asche. Verbrennt leicht mit starker Flamme und nicht unangenehmem bituminösem Geruch; färbt Kalilauge nicht braun; entwickelt im Kolben mit Schwefelpulver geglüht Schwefelwasserstoff. — Man unterscheidet in technischer Hinsicht besonders fette (kohlenstoffärmere, bitumenreichere) und magere (kohlenstoffreichere, bitumenärmere, dem Anthracit mehr genäherte) Kohle oder anderseits Backkohle, Sinterkohle und Sandkohle, je nachdem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das Pulver im Tiegel schmilzt und zusammenbackt, oder nur zusammensintert, oder gar keinen Zusammenhang erhält; ferner nach gewissen äusseren Eigenschaften Glanz- oder Pechkohle, Kännelkohle (worin zufolge *Fischer* und *Rüst* die eigentliche Kohlenmasse gegenüber der Menge der eingelagerten kleinen gelben und rothen Harzcylinder sogar zurücktritt), Grobkohle, Blätterkohle, Faserkohle, Russkohle, Schieferkohle. — Zwickau, Lugau, Schönfeld in Sachsen; Böhmen, Schlesien, Westfalen, Rheinpreussen, Belgien, Frankreich, England, Schottland, Nordamerika, überhaupt in der Steinkohlenformation aller Länder, bisweilen auch in anderen Formationen, z. B. im Rothliegenden (Saarbrücken, Böhmen), Rhät (Schonen), Lias (Banat, Asien vielorts), braunen Jura (Lofoten, Sutherland, Portugal, Ostindien) und Wealden (Schaumburg-Lippe).

**Gebrauch.** Die Steinkohlen werden theils unmittelbar, theils im verkokten Zustand als Brennmaterial, sowie zur Darstellung des Leuchtgases benutzt; als Nebenproduct bei der Fabrikation von Kokes und Leuchtgas wird ausser Ammoniak der Steinkohlentheer gewonnen, aus welchem flüssige Kohlenwasserstoffe (wie Benzol, Toluol), feste Kohlenwasserstoffe (wie Naphthalin, Anthracen), ferner Carbolsäure dargestellt werden, welche wieder zur Bereitung der Anilinfarben dienen.

**Braunkohle** (Lignit).

Deutlich phytogene Masse, oft noch die äussere vegetabilische Form, sehr häufig die vegetabilische Structur erhalten; dicht, holzartig oder erdig; Bruch muschelig, holzartig oder uneben; holzbraun bis pechschwarz; zuweilen Fettglanz, meist schimmernd oder matt; weich, oft zerreiblich; G. = 1,2...1,4. — Chem. Zus.: Aehnlich jener der Schwarzkohle, doch ist das Verhältniss des Sauerstoffs und Wasserstoffs grösser; verbrennt leicht mit stinkendem Geruch und grossem Aschenrest, färbt Kalilauge tief braun; mit Schwefel erhitzt gibt sie viel Schwefelwasserstoff. — Man unterscheidet besonders muschelige Braunkohle (Gagat), holzige Braunkohle, Bastkohle (Wetterau), Nadelkohle (Lobsann), Moorkohle, Papierkohle, erdige Braunkohle. Als Flötze in der Braunkohlenformation (Tertiärformation) aller Länder. Nach *J. Hirschwald* ist auf der Grube Dorothee bei Clausthal die vor höchstens 4 Jahrhunderten verstürzte Zimmerung aus Fichtenholz im Lauf der Zeit in ächte Braunkohle umgewandelt worden.

**Gebrauch.** Die Braunkohlen gestatten wesentlich ähnliche Benutzung wie die Steinkohlen; auch werden sie bisweilen als Düngemittel, zur Vitriol- und Alaunbereitung, und die erdige Braunkohle als braune Farbe (Kölnische Umbra) gebraucht; durch trockene Destillation wird das Paraffin gewonnen; die feste, compacte Braunkohle (Gagat, *Jayet*) wird zu Knöpfen Rosenkränzen, Kreuzen, Trauerschmuck u. dgl. verarbeitet.

Aus folgender Tabelle über den Gehalt an Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff bei der unzersetzten Holzfaser, dem Torf, der Braunkohle, Steinkohle und dem Anthracit ergibt sich, dass in fortlaufender Reihe stets das nächstfolgende Glied aus dem voranstehenden durch eine procentarische Anreicherung des Kohlenstoffs unter Ausscheidung der übrigen Bestandtheile hervorgeht.

| | Holzfaser | Torf | Braunkohle | Steinkohle | Anthracit |
|---|---|---|---|---|---|
| C | 51,4 bis 52,6 | 53 bis 58 | 55 bis 75 | 74 bis 94 | über 90 |
| O | 43 - 42 | 35 - 28 | 26 - 19 | 20 - 3 | 3 - 0 |
| H | 6 - 5,5 | 6 - 5 | 6 - 3 | 5 - 0,5 | 3 - 0,5 |

### 3) Harze.

**Bogheadkohle,** Bituminit, *Traill.* Torbanit.

Derb, in ganzen Flötzen von 1½ bis 2 Fuss Mächtigkeit; Bruch einerseits dickschieferig, anderseits eben oder muschelig, Bruchstücke scharfkantig; weich und schneidbar, zäh und schwer zersprengbar; G. = 1,284; schwärzlichbraun bis leberbraun; schimmernd bis matt. Im sehr dünnen Schliff wird sie nach *Fischer* zur Hauptsache heller bis tiefer honiggelb durchscheinend und scheint aus eckigen isotropen Körnchen zu bestehen. Diese eigenthümliche Masse, welche zwischen Brandschiefer und Asphalt zu stehen scheint, enthält nach *Matter* 60 bis 65 pCt. Kohlenstoff, dabei über 9 Wasserstoff, aber nur 4 bis 5,5 Sauerstoff, ferner 18 bis 24 pCt. Asche. Sehr leicht entzündlich,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

brennt mit weisser Flamme und starkem Rauch, und liefert ein vortreffliches Leuchtgas. Durch Aether wird nichts, durch reines Terpentinöl ein wie Copal riechender harzartiger Körper ausgezogen. — In der Steinkohlenformation von Torbane Hill bei Bathgate in Linlithgowshire (Schottland); bei Pilsen in Böhmen, bei Turakina unweit Tula und bei Murajewna im Gouv. Rjäsan in Russland. — Die Bogheadkohle ist kaum als Kohle, in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes, zu betrachten, obgleich sie der Steinkohlenformation angehört. Auch in ihrer mikroskopischen Structur weicht sie wesentlich von aller Steinkohle ab. Weil sie weit mehr Wasserstoff als Sauerstoff enthält, ist sie hier zu den Harzen gestellt. *Liversidge* vereinigt mit ihr auch den sog. Kerosene-Shale von Neu-Süd-Wales (auch Wollongongit geheissen).

## Bernstein (Succinit).

Rundliche und stumpfeckige Stücke und Körner, auch getropfte und geflossene Gestalten, ganz wie Baumharz, zuweilen Insekten, Pflanzentheile, Luftblasen einschliessend; Bruch vollk. muschelig; wenig spröd; H. = 2...2,5; G. = 1...1,1; honiggelb bis hyacinthroth und braun einerseits, bis gelblichweiss anderseits, zuweilen geflammte oder gestreifte Farbenzeichnung, Fettglanz, durchsichtig und durchscheinend bis fast undurchsichtig; manche Varr., zumal aus Sicilien, zeigen himmel- bis dunkelcyanblaue Farbe, eine Interferenzerscheinung, hervorgebracht durch überaus dicht gelagerte ungemein feine Bläschen von weniger als 0,001 Mm. Durchmesser; gerieben gibt er einen angenehmen Geruch und wird negativ-elektrisch. U. d. M. erscheinen oft Gasporen oder Flüssigkeitseinschlüsse in grosser Menge; Erscheinungen der Doppelbrechung werden auf die in Folge der Volumverminderung bei der festwerdenden Harzmasse eingetretene Spannung zurückgeführt. Chem. Zus. nach *Schrötter*: $C^{10}H^{16}O$, oder vielmehr $C^{40}H^{64}O^4$, mit 78,93 Kohlenstoff, 10,55 Wasserstoff und 10,52 Sauerstoff; die näheren Bestandtheile sind Bernsteinsäure, ein ätherisches Oel, zweierlei Harze und ein unlöslicher bituminöser Stoff; er schmilzt bei 287° (dagegen Copal schon bei 200° bis 220°), brennt mit heller Flamme und angenehmem Geruch. Dies von urweltlichen Coniferen abstammende fossile Baumharz findet sich wesentlich in der Braunkohlen- und Diluvialformation vieler Länder; besonders aber an den preussischen Ostseeküsten (auch tiefer im Lande), in Kurland, Livland, in Sicilien am Simeto bei Catania, und in Spanien; auch im tertiären Kalkstein bei Lemberg kommen Bernsteinstücke vor.

**Gebrauch.** Der Bernstein wird besonders zu allerlei Schmucksachen, zu Perlen, Knöpfen Pfeifen- und Cigarrenspitzen, Rosenkränzen u. s. w. verarbeitet; auch braucht man ihn zu Räucherpulvern, Lackfirniss, zur Bereitung der Bernsteinsäure und des Bernsteinöls.

Vieles was Bernstein genannt wird, ist nicht eigentlicher und wirklicher Bernstein, da öfter andere gelbliche Harze dafür gehalten wurden; der mit dem baltischen Bernstein vorkommende sehr ähnliche sog. Gedanit soll gar keine Bernsteinsäure enthalten. Nicht selten finden sich in den Sammlungen Stücke von Copal unter dem Namen Bernstein niedergelegt, doch kommt auch fossiler Copal oder Copalin in tertiärem Thon am Highgate Hill unweit London vor; führt nach *Johnston* auf die Formel $C^{40}H^{66}O$.

Euosmit ist ein theils pulveriges, theils festes Erdharz in den Klüften der von *Cupressinoxylon subaequale* gelieferten Lignitstämme der Braunkohle bei Thumsenreuth unweit Erbendorf in Bayern. H. = 1,5; G. = 1,2...1,5; braungelb; gerieben stark elektrisch; wohlriechend. — Chem. Zus.: 84,89 Kohlenstoff, 11,73 Wasserstoff, 6,38 Sauerstoff; schmilzt bei 77° C. und verbrennt mit stark leuchtender Flamme unter sehr aromatischem Geruch; in Aether sowie in Alkohol vollständig gelöst.

## Asphalt (Erdpech).

Derb, eingesprengt, in Trümern und Adern, auch in getropften und geflossenen Gestalten; Bruch muschelig, zuweilen im Inneren blasig; mild; H. = 2; G. = 1,1...1,2; pechschwarz, fettglänzend, undurchsichtig, doch bisweilen nach *H. Fischer* im Dünnschliff honiggelb werdend und dann als amorph sich erweisend; riecht, zumal gerieben, stark bituminös. — Chem. Zus.: Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff in nicht ganz bestimmten Verhältnissen, jedenfalls variable Gemenge verschiedener Stoffe; A. vom

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Todten Meer enthielt z. B. 76,5 Kohlenstoff, 8,8 Wasserstoff, 12,2 Sauerstoff, 1,7 Stickstoff, 0,8 Asche. Schmilzt bei etwa 100°, entzündet sich leicht und verbrennt mit heller Flamme und dickem Rauch; löst sich zum grösseren Theil in Aether mit Hinterlassung eines in Terpentinöl löslichen Rückstandes, des Asphaltens. — Todtes Meer in Palästina, Insel Trinidad, Los Angeles in Californien, Avlona in Albanien; gangförmig im Gault von Bentheim in Hannover (1 M. mächtig) und im mergeligen Kreidekalk von Darfeld w. von Münster; als Imprägnation von Sandsteinen und Kalksteinen: Seyssel an der Rhone, Val de Travers bei Neuchâtel, Lobsann und Bechelbronn im Elsass, Limmer bei Hannover, auf den Magnetitlagern von Dannemora; auf Nestern von Eisenspath und Brauneisen bei Iberg am Harz.

**Gebrauch.** Als Deckmaterial für Dächer, Plattformen und Altane, zu Trottoirs und Strassenpflaster; zu wasserdichtem Kitt, zum Kalfatern und Betheeren der Schiffe, zu schwarzem Firniss, schwarzem Siegellack, zu Fackeln u. s. w.

Albertit ist ein bei Hilsborough in Albert-County in Neubraunschweig vorkommendes asphaltähnliches Mineral, Trümer und Adern bildend, welche von einem gemeinschaftlichen gangähnlichen Stamm auslaufen, der durch den Bergbau schon 1000 Fuss tief verfolgt ist, ohne an Mächtigkeit abzunehmen; das pechschwarze Pulver schmilzt in der Wärme und liefert eine Menge von brennbarem Gas, mit Hinterlassung einer leichten voluminösen Kohle. Besteht aus 86,037 Kohlenstoff, 8,962 Wasserstoff, 2,930 Stickstoff, 1,971 Sauerstoff und 0,1 Asche. Bei Strathpeffer in Rossshire bildet Albertit dünne Adern im Gneiss und Sandstein, wo ihm die Formel $C^7H^{11}O$ zugeschrieben wird. Der sehr ähnliche Grahamit in West-Virginien erscheint gleichfalls als Spaltenausfüllung. Nach *J. C. White* sind beide, wie auch Asphalt selbst, durch Oxydation von Petroleum entstanden. — Walait, ein stark glänzendes, dem Asphalt ähnliches Harz kommt als dünner Ueberzug auf Dolomit- oder Kalkspathkrystallen in der Rossitz-Oslawaner Steinkohlenformation vor. — Hierher gehört auch der (1,32 pCt. Schwefel haltende) schwarz glänzende Uintait oder Gilsonit, welcher in den Tertiärschichten des Uinta-Beckens in Utah 1 Zoll bis 18 Fuss mächtige und 10 Miles lange verticale Gänge bildet.

Cedarit, ein äusserlich bernsteinähnliches, aber keine Bernsteinsäure enthaltendes Harz, bildet kleine meist kaum erbsendicke gelbe Körnchen in den Triebsandgebieten des Saskatchewan-Flusses in Canada; Zus.: 78,15 Kohlenstoff, 10,20 Sauerstoff, 9,89 Wasserstoff, 0,31 Schwefel, 0,45 Asche.

**Piauzit,** *Haidinger.*

Derb, von vielen parallelen Klüften durchzogen, fast wie Schieferkohle erscheinend; Bruch unvollk. muschelig. H. = 1,5...2; G. = 1,18....1,22; schwärzlichbraun, Fettglanz, in dünnsten Kanten etwas durchscheinend; schmilzt bei 315° und verbrennt unter eigenthümlichem aromatischem Geruch mit lebhafter Flamme und starkem Rauch; vollständig löslich in Aether und Aetzkali. Bildet Trümer in Braunkohle bei Piauze n. von Neustadt sowie bei Johannesthal in Krain, auch bei Tüffer in Steiermark.

**Ixolyt,** *Haidinger.*

Amorph und derb; Bruch muschelig; H. = 1; G. = 1,008; hyacinthroth, Strich ockergelb, Fettglanz; zwischen den Fingern gerieben aromatisch riechend; erweicht bei 67°, ist aber bei 100° noch fadenziehend. — Oberhart bei Gloggnitz in Oesterreich in Braunkohle.

Ein ähnliches Harz ist der hyacinthrothe stark fettglänzende Jaulingit (*v. Zepharovich*), als Knollen, Trümer und Anflüge in Lignitstämmen; sehr spröd, leicht zersprengbar; H. = 2...3; G. = 1,1; brennt mit rothgelber, stark rauchender Flamme und scheint $C^{26}H^{40}O^3$ zu sein. Jauling bei St. Veit in Niederösterreich, Oberdorf unweit Voitsberg in Steiermark.

Rosthornit (*H. Höfer*) ein Harz aus der schwarzen eocänen Braunkohle von Guttaring in Kärnten, bildet innerhalb derselben linsenförmige Körper bis zu 6 Zoll Durchmesser und 1 Zoll Dicke, lässt sich mit dem Fingernagel ritzen, hat G. = 1,076, ist rothbraun, im Strich hellbraun bis pomeranzgelb, fettglänzend, in Splittern weingelb durchscheinend; besteht aus 84,42 Kohlenstoff, 11,01 Wasserstoff und 4,57 Sauerstoff, was der Formel $C^{24}H^{40}O$ entspricht.

Siegburgit (*v. Lasaulx*), ein kohlenstoffreiches, leicht schmelzbares und brennbares Harz von H. = 2...2,5, welches als kleine goldgelbe bis hyacinthrothe Körnchen das Cäment sandiger Concretionen der Tertiärformation bei Siegburg unweit Bonn bildet; nach *Klinger* und *Pitschki* findet sich unter den Destillationsproducten Styrol und Zimmtsäure und liegt hier vielleicht ein fossiler Storax vor.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Köflachit (*Doelter*), dunkelbraunes Harz aus der Braunkohle von Laukowitz bei Köflach, Steiermark; von der Zus. $C^{20}H^{43}O^2$; Schmelzpunkt 98°. — Neudorfit (*v. Schröckinger*), blassgelbes Harz aus einem Kohlenflötz bei Neudorf, Mähren; von der Zus. $C^{18}H^{28}O^2$; Schmelzpunkt 280°. — Schraufit (*v. Schröckinger*), hyacinthrothes bis blutrothes durchscheinendes Harz im Karpathensandstein von Wamma, Bukowina, von der Zus. $C^{11}H^{16}O^2$; Schmelzpunkt 326°.

**Rhetinit,** *v. Leonhard.*

Rundliche Massen, stumpfeckige Stücke, auch als Ueberzug; Bruch muschelig bis uneben, auch erdig; sehr leicht zersprengbar; H. = 1,5...2; G. = 1,1; gelblich bis braun in verschiedenen Nüancen; Fettglanz, oft nur schimmernd, der erdige matt; durchscheinend bis undurchsichtig. — Chem. Zus. sehr verschieden, da, wie es scheint, abweichende fossile Harze mit dem Namen Rhetinit belegt worden sind; die muschelige, gelbliche Var. von Walchow in Mähren (Walchowit) entspricht nach *Schrötter* der Formel: $C^{12}H^{18}O$, mit 80,88 Kohlenstoff, 10,14 Wasserstoff, 8,98 Sauerstoff; schmilzt bei 250°. Doch verhalten sich andere sog. Rhetinite, z. B. von Halle, Bovey in Devonshire, ganz abweichend.

Das röthlichbraune Harz Tasmanit (*Church*) bildet am Merseyfluss in Tasmanien in einem Schieferthon zahlreiche Lamellen oder Schuppen und besteht aus 79,34 Kohlenstoff, 10,41 Wasserstoff, 4,93 Sauerstoff, 5,32 Schwefel (nach *Newton* ist der Tasmanit ein bituminöser papierkohlen-ähnlicher Schiefer). — Das ebenfalls schwefelhaltige und Trinkerit genannte Harz liegt als kleine längliche Knollen in Braunkohle von Carpano in Istrien, sowie im schwarzen Mergel der Gosaubildung bei Gams, unweit Hieflau in Steiermark.

**Krantzit,** *Bergemann.*

Faustgrosse, meist längliche und abgerundete, zuweilen selbst stalaktitisch geformte Stücke, und kleine Körner; weich, schneidbar, elastisch; G. = 0,968; äusserlich gelb, braun bis schwarz, rauh und undurchsichtig; innerlich röthlich, stark glänzend und durchsichtig. Chem. Zus. nach *Landolt*: 79,25 Kohlenstoff, 10,41 Wasserstoff und 10,34 Sauerstoff, entsprechend ungefähr $C^{10}H^{16}O$; schmilzt bei 224° C.; schwillt in Terpentinöl zu einer hellgelben elastischen Masse an. In Braunkohle von Lattorf, bei Nienburg unweit Bernburg. Nach *Spirgatis* ist der sog. unreife Bernstein Ostpreussens mit dem Krantzit identisch.

Bombiccit in Braunkohle von Castel Nuovo im oberen Arnothal bildet farblose trikline Krystalle, die bei 75° schmelzen, sich in Schwefelkohlenstoff, Aether und Alkohol leicht lösen, und aus 74,56 Kohlenstoff, 10,7 Wasserstoff, 14,74 Sauerstoff bestehen ($C^7O^{13}H$).

**Pyrorhetin,** *Reuss.*

Nuss- bis kopfgrosse Knollen oder mehrzöllige Platten; äusserst spröd und zerbrechlich; H. = 2; G. = 1,05...1,18; pechschwarz, schwach fettglänzend; leicht entzündlich und mit heller, stark rauchender Flamme verbrennend unter Entwickelung aromatischen Geruchs. Wahrscheinlich ein durch Einwirkung des Basalts erzeugtes Educt der Braunkohle. In Braunkohle zwischen Salesl und Proboscht unweit Aussig in Böhmen.

**Idrialit,** *Schrötter.*

Als Knollen oder als Anflüge auf Ganggestein, blätterig, mild; H. = 1...1,5; G. = 1,4...1,5; pistaziengrün, gewöhnlich verunreinigt durch Gangschiefer mit Zinnober und dann graulich- bis bräunlichschwarz; matt bis fettglänzend; löslich in conc. heisser Schwefelsäure mit tief indigblauer Farbe; gibt beim Verbrennen oder Destilliren ein feinschuppiges strohgelbes Destillationsproduct, welches reines Idrialin ist (nach *Goldschmidt* $C^{30}H^{56}O^2$) und hinterlässt gewöhnlich die Verunreinigung als braunrothe Asche. — Idria in Krain, vgl. Quecksilberlebererz. — *v. Zepharovich* fand auf Klüften eines Dolomits auch reines Idrialin als schuppige Aggregate gelbgrüner bis schwefelgelber, wohl monokliner Blättchen.

**Hofmannit,** *Bechi.*

Rhombenförmige, farblose Tafeln mit Perlmutterglanz, in der Form weisser krystallinischer Ausblühungen von der Zus. $C^{20}H^{36}O$, mit 82,23 Kohlenstoff, 12,20 Wasserstoff, 5,57 Sauerstoff; löslich in Alkohol, leichter in Aether; G. = 1,0565; schmilzt bei 71° zu einer olivenölähnlichen Flüssigkeit, die mit leuchtender Flamme brennt. Im Lignit der Gegend von Siena.

### 4) Kohlenwasserstoffe.

**Hartit,** *Haidinger.*

Paraffinähnliche krystallinische Substanz, welche die Klüfte und Risse von Braunkohle und bituminösem Holz ausfüllt, und eine schalig-lamellare Zusammensetzung erkennen lässt; selten

frei auskrystallisirt; *Rumpf* beobachtete bei Oberdorf deutliche bis 8 Mm. lange und 4 Mm. breite trikline Krystalle, säulenförmig oder tafelförmig, vorherrschend von den drei Pinakoiden 0P, $\infty\breve{P}\infty$ und $\infty\check{P}\infty$ gebildet. — Spaltb. nach $\infty\breve{P}\infty$ vollk., nach $\infty\check{P}\infty$ minder deutlich; mild, aber unbiegsam; H. = 1,5; G. = 1,04...1,051; weiss, doch durch Bitumen oder Kohle auch grau, gelb oder braun gefärbt; schwacher Fettglanz, durchscheinend, überhaupt weissem Wachs sehr ähnlich. — Chem. Zus.: 87,8 Kohlenstoff und 12,2 Wasserstoff, also $C^5H^8$ (wie Fichtelit), oder vielleicht $C^6H^{10}$; schmilzt bei 74° und verbrennt mit stark russender Flamme; in Aether sehr reichlich, in Alkohol viel weniger löslich. — Oberhart bei Gloggnitz in Oesterreich, Rosenthal bei Köflach, Oberdorf bei Voitsberg in Steiermark.

Aragotit, auf Zinnober von der Reddington-Mine und im Dolomit von New-Almaden in Californien, hellgelbe optisch zweiaxige Schuppen, in Aether, Alkohol und Terpentinöl unlöslich; ist ein flüchtiger, nach *Dana* dem Idrialit nahestehender Kohlenwasserstoff.

**Fichtelit,** *Bromeis.*

Dicktafelige Krystalle von sechsseitigem Umriss, nach *Clark* monoklin ($\infty$P 83°) und hemimorph in der Richtung der Orthodiagonale, krystallinische Lamellen oder dünne Krusten und Anflüge; weiss, perlmutterglänzend, geruch- und geschmacklos, schwimmt auf Wasser, sinkt in Alkohol unter, schmilzt bei 46° und erstarrt wiederum krystallinisch. — Chem. Zus.: 86,7 bis 87 Kohlenstoff, 13,2 bis 13,5 Wasserstoff, also entweder $C^{15}H^{26}$ oder $C^{15}H^{28}$; in Aether sehr leicht löslich; ein Körnchen auf einer Glasplatte in Aether gelöst, bleibt lange halbflüssig und zäh, bevor es wieder krystallinisch wird. Im bituminösen Holz eines Torflagers bei Redwitz in Bayern, im Moor von Salzendeich, Amt Elsfleth (Oldenburg), im Kolbermoor bei Rosenheim in Bayern; auch im Torfmoor von Holtegaard in Dänemark (Tekorhetin).

**Könleinit,** *Schrötter.*

Kleine Blättchen und Körnchen, als Anflug und Ueberzug auf Klüften und eingewachsen zwischen den Fasern von bituminösem Holz; weich, spröd, fettig anzufühlen; G. = 1...1,2; weiss, Diamant- und Fettglanz, durchsichtig bis durchscheinend. — Chem. Zus. nach *Kraus* und *Trommsdorff*: 92,81 Kohlenstoff und 7,69 Wasserstoff, also vielleicht $C^5H^4$; schmilzt bei 108° bis 114°; löslich in Aether; ein Körnchen auf einer Glasplatte in Aether gelöst, scheidet sich sogleich wieder in fester Form aus. — Uznach in der Schweiz und Redwitz in Bayern.

Mit dem Könleinit kommt bei Uznach der Scheererit vor, helle dünne Täfelchen oder Nädelchen von monokliner Form; schmilzt schon bei 44° und ist nach einer etwas unvollkommenen Analyse (73 C und 24 H) vielleicht $CH^4$.

**Ozokerit,** *Glocker* (Erdwachs, Paraffin).

Derb, wachsähnlich, bisweilen striemig-faserig; nach *Fischer* u. d. M. ein filziges Gewebe feinster doppeltbrechender, wie es scheint, gerade auslöschender Nädelchen, nach *Cesàro* ein Aggregat rhombischer Blättchen. Hauptbruch vollk. flachmuschelig, Querbruch splitterig; sehr weich, geschmeidig und biegsam, zwischen den Fingern geknetet klebrig; G. = 0,926; im reflectirten Licht lauchgrün bis grünlichbraun, im transmittirten gelblichbraun bis hyacinthroth; im muscheligen Bruch bis stark glänzend, im splitterigen schimmernd; kantendurchscheinend in hohem Grade; riecht angenehm aromatisch. — Chem. Zus.: Gleich dem künstlichen Paraffin = $C^nH^{2n}$ (also ganz ähnlich dem Elaterit), mit 85,7 Kohlenstoff und 14,3 Wasserstoff; schmilzt äusserst leicht zwischen 62° und 66° zu einer klaren öligen Flüssigkeit, welche beim Abkühlen erstarrt; bei höherer Temperatur verbrennt er mit heller Flamme meist ohne Rückstand; in Terpentinöl leicht, in Alkohol und Aether sehr schwer löslich. — Slanik in Rumänien, gangweise in miocänem Sandstein, Boryslaw und Truskawiec in Galizien, Newcastle in England, Wettin, Baku am Kaspi-See, Insel Tschelekän (sog. Neftgil). — In Aether äusserst leicht lösliches Paraffin als wachsähnliche gelblichweisse, durchsichtige Tafeln (schmelzend bei 56°, sich verflüchtigend bei ca. 300°) fand *Silvestri* in Hohlräumen einer Basaltlava bei Paternò am Aetna.

**Gebrauch.** Zur Darstellung von Kerzen und von Ceresin.

**Hatchettin,** *Conybeare.*

Wallrath- oder wachsähnliche Substanz, weich und biegsam; am Monte Falò bei Savigno im Bolognesischen wirre Aggregate doppeltbrechender zweiaxiger Blättchen. G. = 0,6; gelblichweiss, wachsgelb bis grünlichgelb, schwach perlmutterglänzend, fettig anzufühlen, geruchlos

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fängt bei ca. 46° an zu schmelzen. — Nach einer Analyse von *Johnston* dürfte der Hatchettin aus dem Torf beim Loch Fyne die Zus. des Ozokerits haben und auch nach *Boricky* entsteht derjenige, welcher sich im unteren Silur Böhmens mit Ozokerit findet, aus diesem und stellt nur die reinere, deutlicher krystallinische Var. desselben dar. Findet sich auch bei Wettin, und auf der Grube l'Espérance bei Seraing. Der zuerst so genannte H. von Merthyr Tydvil in Glamorganshire zeigt etwas abweichendes Verhalten.

**Pyropissit,** *Kenngott* (Wachskohle).

Derb, in ganzen Schichten; Bruch uneben und feinerdig; sehr weich, feucht sehr mild und fast geschmeidig, trocken leicht zerbröckelnd. G. = 0,9; schmutziggelb bis lichtgelblichbraun, matt, im Strich glänzend. Entzündet sich schon leicht an der Lichtflamme und entwickelt beim Verbrennen weisse, schwere Dämpfe; in einem offenen Gefäss schmilzt er zu einer pechähnlichen Masse. Durch Aether lässt sich ein wachsartiger Bestandtheil (30 pCt.) ausziehen, welcher nach *Brückner* ein sehr zusammengesetzter Körper ist; bei trockener Destillation liefert er Paraffin. — Gerstewitz unweit Weissenfels, Helbra bei Eisleben, Zweifelsreuth im Braunkohlenbassin von Eger.

**Elaterit** (Elastisches Erdpech).

Nierförmig, als Ueberzug; geschmeidig, oft etwas klebrig, elastisch wie Kautschuk; G. = 0,8...1,23; schwärzlichbraun, röthlich- und gelblichbraun, Fettglanz, bisweilen kantendurchscheinend, stark bituminös riechend. — Chem. Zus.: Wesentlich $C^nH^{2n}$, mit geringer Beimengung einer sauerstoffhaltigen Verbindung; *Johnston* fand in weichem klebendem E. 85,47 Kohlenstoff, 13,28 Wasserstoff. — Castleton in Derbyshire auf Bleierzgängen, Montrèlais im Dép. der unteren Loire auf Quarz- und Kalkspathgängen, Newhaven in Connecticut.

**Erdöl** (Petroleum, Bergöl, Steinöl, Naphtha).

Dünn- oder dickflüssig, farblos oder gelb und braun, durchsichtig bis durchscheinend; G. = 0,6...0,9; an der Luft sich verflüchtigend mit aromatisch-bituminösem Geruch. — Das Erdöl besteht aus Kohlenwasserstoffen, die in Zus., spec. Gew. und Siedepunkt verschieden sind. Hauptsächlich sind es Glieder der allgemeinen Formel $C^nH^{2n+2}$, angefangen von $C^5H^{12}$ (G. bei 15° = 0,626, Siedepunkt 37°) bis $C^9H^{20}$ (G. = 0,710, Siedepunkt 151°), auch noch höhere bis $C^{16}H^{34}$ (G. = 0,830). In kleinerer Menge sind auch Kohlenwasserstoffe $C^nH^{2n}$ vorhanden. Ferner enthält das rohe Petroleum gasförmig absorbirt Aethan $C^2H^6$, Propan $C^3H^8$, primäres Butan $C^4H^{10}$. Das kaspische Petroleum führt auch Glieder der schwereren Benzolreihe $C^nH^{2n-6}$, wie Benzol, Toluol, Xylol, Cumol, Cymol. Leicht entzündlich und mit aromatischem Geruch verbrennend. Man unterscheidet: Naphtha, wasserhell, sehr flüssig und flüchtig; Steinöl, gelb und noch vollk. flüssig, und Bergtheer, gelblich- bis schwärzlichbraun, mehr oder weniger zähflüssig; auf Klüften und Spalten des Gesteins hervordringend theils mit, theils ohne Wasser. — In Braunschweig und in Hannover (Peine, Hildesheim, Lehrte), im Elsass an vielen Punkten (z. B. Bechelbronn); Häring und Tegernsee in den Alpen; Amiano bei Parma; in den Appenninen an mehren Orten; in vielen Steinkohlenwerken; Baku u. a. O. am Kaspi-See; Ost- und West-Galizien, zumal die Gegend von Boryslaw bei Drohobycz, wo mehre tausend Schächte sowohl Petroleum als auch Ozokerit liefern. Eine wahrhaft colossale Production findet in den Vereinigten Staaten Nordamerikas und in Canada statt.

**Gebrauch.** Als Brenn- und Beleuchtungsmaterial; die darin vorhandenen leicht entzündlichen Kohlenwasserstoffe (Petroleumäther) liefern Benzin, Ligroin u. s. w. Die beim Raffiniren als Rückstand bleibenden schweren Kohlenwasserstoffe dienen zur Gewinnung von Paraffin, Vaselin, zu Schmierölen. Als Arzneistoff, als Auflösungsmittel von Harzen, als Bewahrungsmittel der Metalloide, zur Bereitung von Firnissen.

Anm. Vieles, was unter dem Namen Bergöl oder Petroleum benutzt wird, ist eigentlich schon als tropfbar-flüssiger Bergtheer zu betrachten, wie denn überhaupt tropfbar-flüssiger und zähflüssiger Bergtheer zu unterscheiden sind, von welchen sich der erstere an das Bergöl, der andere an den Asphalt anschliesst.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

# Anhang.

Der folgende Anhang führt in alphabetischer Aneinanderreihung eine Anzahl von ganz kurz charakterisirten Mineralien auf, welche entweder ausserordentlich selten, oder bezüglich ihrer Eigenschaften noch nicht nach allen Richtungen hin genügend bekannt sind, oder in der diesen Elementen zu Grunde gelegten Gruppirung noch nicht mit erforderlicher Sicherheit eine Stellung erhalten konnten, oder endlich ihrer Selbständigkeit nach als zweifelhaft gelten müssen.

**Adelit,** monoklin aber meist derb, trüb graugelb durchscheinend und wachsglänzend, ist $Ca[Mg, OH]AsO^4$, von Nordmarken, Jakobsberg und Långban, gehört wohl zur Wagnerit-Triplit-Gruppe. — Der etwas violettlich graue Tilasit von Långban ist ein Fluoradelit mit 8,24 pCt. Fluor statt OH.

**Adelpholith,** tetragonal, bräunlich, ein wasserhaltiges niobsaures Eisen und Mangan von Laurinmäki in Finnland.

**Alurgit** (*Penfield*), ein monoklines glimmeriges Mineral aus den Mangangruben von St. Marcel, Piemont; bräunlich kupferroth (Farbe wahrscheinlich durch ca. 1 pCt. $Mn^2O^3$ bedingt), theils zweiaxig, theils anscheinend in Folge von Zwillingsbildung einaxig. Ist zwar wesentlich ein Kalithonerdeglimmer wie Muscovit, doch von diesem durch den hohen Gehalt an $SiO^2$ (53,3 pCt.) und den niedrigen an $Al^2O^3$ (21,2 pCt.) sowie durch leichte Schmelzbarkeit unterschieden; vom Biotit abweichend durch den $SiO^2$-Gehalt und die Unlöslichkeit in Säuren.

**Angolith.** *Breithaupt*'s (für ein rhombisches Carbonat gehaltener) »Manganocalcit« von Schemnitz ist, zufolge *Des Cloizeaux* und *E. Breusing*, ein Gemenge rhomboëdrischer Carbonate mit dem triklinen, zeolithähnlichen Mangansilicat Angolith, $H^2Mn^3[SiO^3]^4 + H^2O$.

**Animikit,** graulichweiss, von Silver Islet, Lake Superior, soll $Ag^9Sb$, also dem Whitneyit analog zusammengesetzt sein.

**Anthosiderit,** von Antonio Pereira in Brasilien, nach *H. Fischer* ein Gemenge von Magnesiaglimmer und Fibrolith.

**Arsenargentit,** kleine nadelförmige Krystalle, welche in derbem Arsen (wahrscheinlich von Freiberg) eingewachsen sind, und die Zus. $Ag^3As$ (mit 81,2 Silber, 18,8 Arsen), sowie das G. = 8,825 haben.

**Attakolith** (*Blomstrand*), derb, lachsfarbig, wesentlich ein Kalk-Thonerdephosphat von Vestanä, Schweden.

**Balvraidit,** röthlichbraune, hellere und dunklere, zuckerkörnige krystallinische Partieen im körnigen Kalk von Balvraid in Invernessshire; H. = 6; G. = 2,94; führt vorwiegend ca. 46 Kieselsäure, 24 Thonerde, 2 Eisenoxyd, 14 Kalk, 8 Magnesia, 5 Alkalien, 5 Wasser.

**Barcenit,** eine mit Zinnober und mit Antimonoxyd innig gemengte Substanz von Huitzuco in Mexico, welche nach *J. W. Mallet* ein Gemeng von Antimonsäure mit einem antimonsauren Salz von Kalk und Quecksilber ist (und wohl auf Selbständigkeit keinen Anspruch hat).

**Barracanit,** oder Cupropyrit (*R. Schneider*), ein dem Cuban ähnliches Erz, ebenfalls von Barracanao, welches aber nach *Eastwick* $CuFeS^4$ ist.

**Barylith,** Aggregate fettglänzender farbloser tafeliger Krystalle, unangreifbar durch Säuren, hauptsächlich das Baryum-Aluminiumsilicat $Ba^4Al^4Si^7O^{24}$, mit 49,5 pCt. Baryt; G. = 4,03. Långban in Wermland.

**Beccarit,** eine angebliche »Zirkonvarietät« *Grattarola*'s, bestehend aus 30,3 Kieselsäure, 62,2 Zirkonsäure, 2,5 Thonerde, 3,6 Kalk; H. = 8; unschmelzbar und ganz unlöslich, olivengrün und optisch zweiaxig; als Geröll bei Point de Galles, Ceylon.

**Bernardinit** (*Stillmann*), fast weisses, zerreibliches, leichtes und poröses Harz, auf dem Bruch schwach faserig, bestehend aus 64,5 Kohlenstoff, 9,2 Wasserstoff, 26,3 Sauerstoff; aus San Bernardino Co., Californien.

**Brackebuschit** (*Döring*), dem Descloizit nahe stehend, kleine schwarze gestreifte Prismen aus dem Staat Cordoba in Argentinien, für welche die Zus. $R^3V^2O^8 + H^2O$ angegeben wird, worin R = Pb, Mn, Fe, Zn, Cu.

**Calcoferrit** (*Blum*), ein gelbes, blätteriges, dem Delvauxit chemisch [illegible] ähnliches Phosphat von Battenberg im Leiningenschen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Caracolit,** graue oder wasserklare rhombische Drillinge, aussehend wie die hexagonale Comb. P.0P.∞P, welche den Percylith von Caracoles in Chile begleiten, durch Wasser zersetzt werden, und nach einer nicht ganz vollständigen Analyse vielleicht $Pb[OH]Cl + Na^2SO^4$ sind.

**Carnotit** (*Friedel* und *Cumenge*), gelbliche pulverige, leicht zerreibliche Massen in Höhlungen eines Sandsteins, mit Quarzsand verunreinigt; zusammensetzende Theilchen doppeltbrechend, Form nicht bestimmbar; leicht in verd. Salzsäure löslich. Ist $K^2O$, $2U^2O^3$, $V^2O^5$ mit $3H^2O$; mit ca. 64 pCt. Uranoxyd, 11 Kali, 20 Vanadinsäure, 5 Wasser; hält auch strahlungsactive Substanzen. — Montrose Co., Colorado.

**Castillit,** silberhaltiges und wahrscheinlich mit anderen Schwefelverbindungen gemengtes Buntkupfererz von Guanesivi, Mexico.

**Chathamit,** Name für einen sehr eisenreichen Chloanthit von Chatham in Connecticut.

**Chlorastrolith,** hellbläulichgrüne, radialstrahlige, schön polirbare, kleine Geschiebe, von H. = 5...6, aus dem Trapp stammend, von den Ufern der Isle Royale, Lake Superior; ist nach *Hawes* ein unreiner Prehnit, gehört zufolge *Lacroix* zum Thomsonit. Aehnlich der verschieden grün gebänderte Zonochlorit von der Neepigon-Bay am Lake Superior.

**Cirrholith** (*Blomstrand*), dicht, blassgelblich, von Vestanâ in Schweden, ein wasserhaltiges Kalk-Thonerdephosphat.

**Conchit;** unter diesem Namen beschrieb *Agnes Kelly* (1900) eine nach ihrer Auffassung besondere neue Modification des Calciumcarbonats, aus welcher (mit Ausnahme z. B. von Ostrea, Pecten, Anomia, Patella) fast alle Molluskenschalen bestehen, welche auch die grösseren Kugeln des Karlsbader Erbsensteins bilde, ferner die sog. Eisenblüthe, sowie blaue und braune Krusten von Schemnitz, Altsohl und a. O. Dieser Conchit erscheine theils als Nädelchen und Prismen, theils als basische Plättchen, theils als rhomboëderähnliche Individuen, deren Flächen ca. 45° zur optischen Axe geneigt sind. Die Substanz sei optisch einaxig und negativ wie Calcit, doch auch wohl schwach zweiaxig; Brechungsquotient höher als Calcit, aber Doppelbrechung niedriger; H. viel grösser; ohne Spaltb. oder Zwillingsbildung; G. als sehr verschieden bestimmt, in den Grenzen 2,83 und 2,874. — Nach *Brauns* ist dieser Conchit aber mit Aragonit identisch, weil Ausbildung, G., H., Mangel der Spaltb., die in erhöhter Temperatur erfolgende Umwandlung in Calcit mit Aragonit übereinstimmen, auch aus den Darlegungen hervorgehe, dass Conchit eigentlich zweiaxig ist, und die berechneten Brechungsquotienten sowie $2V$ des sog. Conchits sich mit denen des Aragonits fast ganz decken (N. Jahrb. f. Min. Centralblatt 1901. 134). Vgl. Ktypëit.

**Cuspidin** (*Scacchi*), spiessige blass rosenrothe, auch wasserhelle und weisse, monokline Krystalle, vollk. basisch spaltbar; besteht aus $2CaO.SiO^2$, worin ungefähr $\frac{1}{3}$ des CaO durch $CaF^2$ ersetzt ist; theils in Drusen aufgewachsen, theils mit Biotit und Hornblende die körnige Masse von Auswürflingen in den Tuffen der Somma am Vesuv bildend.

**Davreuxit,** dünnfaserige weisse Aggregate aus den Quarzgängen der Ardennenschiefer von Ottré und Salm-Château, völlig asbestähnlich, aber ein wasserhaltiges Manganoxydul-Thonerdesilicat mit geringer Menge von Magnesia; das Analysenmaterial war mit nicht wenig Quarz verunreinigt; die Fasern löschen parallel und senkrecht zur Längsrichtung aus.

**Diamagnetit** *Shepard*'s, von Monroe in New-York, ist nach *Dana* eine Pseudomorphose von Magnetit nach Liëvrit.

**Duporthit** nennt *Collins* grünlich- oder bräunlichgraue Fasern, welche höchstens $1\frac{1}{4}$ Zoll mächtige Gänge im Serpentin von Duporth bei St. Austell in Cornwall bilden. H. = 2; G. = 2,78. Besteht hauptsächlich aus 49,2 Kieselsäure, 27,3 Thonerde, 6,2 Eisenoxydul, 11,14 Magnesia, 4 Wasser; steht wohl am nächsten dem S. 688 erwähnten Neolith, welcher jedoch Magnesia und Thonerde in anderem Verhältniss enthält.

**Ekmanit** (*Igelström*), schuppige und körnige Adern und Bänder im Magnetit von Grythyttan in Örebro, Schweden; grasgrün, lauchgrün oder graulichweiss, chloritähnlich, opt. einaxig; schwärzt sich an der Luft; in Salzsäure unter Abscheidung von Kieselsäure löslich; scheint ungefähr der Formel $H^6(Fe,Mn,Mg)^4Si^3O^{13}$ zu entsprechen.

**Empholit** (*Igelström*), ein dem Davreuxit ähnliches wasserhaltiges Thonerdesilicat von Horrsjöberg in Wermland.

**Erdmannit** (*Esmark*), ein dunkel lauchgrünes Mineral (G. = 3,388), welches mit Melinophan auf Stokö in Norwegen vorkommt; scheint ein Umwandlungsproduct des Homilits zu sein.

**Franklandit,** verfilzte, weisse Massen von langfaseriger Zusammensetzung aus Tarapacá in Chile, mit H. = 1, leicht löslich in verdünnter Salzsäure; soll nach *J. E. Reynolds* ein Kalknatronborat $Na^4Ca^2B^{12}O^{22} + 15H^2O$ sein, ähnlich dem Ulexit.

**Fuggerit** (*Weinschenk*), ziemlich dicke tetragonale Tafeln, vollk. spaltb. nach 0P, gehlenitähnlich, lichtapfelgrün oder mehr weisslich trübe. G. = 3,19; H. = 6,5. Berechnete chem. Zus.: 34,0 $SiO^2$, 17,8 $Al^2O^3$, 3,5 $Fe^2O^3$, 37,8 CaO, 4,9 MgO, 2,0 $Na^2O$. Wenn auch diese Zahlen sich chemisch als das Mischungsglied 10 Gehlenit + 3 Åkermanit (vgl. Melilith) deuten lassen, so stimmt doch damit beim Fuggerit nicht überein die Spaltb., die Härte, das spec. Gew., die fast völlige Unschmelzbarkeit und die ganz ausserordentlich geringe Doppelbrechung (für Na-Licht optisch isotrop). Als Contactproduct am Monzoni, am Aufstieg nach Le Selle zu, in Hornfels und als besonderes, mit Calcit gemengtes Aggregat.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Graphitoid** (*Sauer*), russartige lockere Ueberzüge auf den Schichtflächen, auch grössere Butzen in den Gesteinen der oberen Glimmerschiefer- und Phyllitformation des Erzgebirges; wurde von *Sauer* mit dem S. 776 genannten Schungit identificirt und ebenfalls für amorphen Kohlenstoff gehalten, wogegen *Weinschenk* die Graphitnatur nachwies.

**Guarinit** (*Guiscardi*), rhombische, nach $\infty\breve{P}\infty$ dünntafelige Kryställchen, oft von tetragonalem Habitus, diamantglänzend, schwefel- bis honiggelb. Selten in den aus Sanidin und Nephelin bestehenden sowie in den mehr trachytischen Auswürflingen des Vesuvs, z. Th. mit Titanit. Galt nach einer Analyse von *Guiscardi* als ebenso zusammengesetzt wie Titanit; eine neue Analyse von *Rebuffat* ergab aber (gar keine Titansäure, sondern) 34,84 $SiO^2$, 25,37 $Al^2O^3$, 3,45 $C^2O^3$, 25,20 CaO, 6,57 $Na^2O$, kleine Mengen von $Y^2O^3$, $Fe^2O^3$, $K^2O$, was auf die Formel $(Ca, Na^2)^2R^2Si^2O^9$ führt, worin $R^2 = Al^2, Ce^2$; analog dem Kentrolith und Melanotekit.

**Guitermanit** (*Hillebrand*), derbes bläulichgraues, schwach metallisch glänzendes Erz von H. = ca. 3, G. = 5,94, nach Abrechnung der Verunreinigungen von der immerhin etwas zweifelhaften Formel $10PbS.3As^2S^3$. Zuñi-Mine bei Silverton, San Juan Co., Colorado, führt eingewachsen den Zunyit.

**Hamlinit** (*Hidden* und *Penfield*), farblose kleine rhomboëdrische Krystalle von Stoncham, Maine, ein wasserhaltiges Pyrophosphat von Aluminium und Strontium, sehr selten. — Isomorph damit ist nach *Hussak* und *Prior* das wasserhaltige Aluminium-Ceriumphosphat Florencit aus den zinnoberführenden Sanden von Tripuhy und den diamantführenden Sanden von Matta dos Creoulos (auch mikroskopisch in topasführenden Glimmerschiefern) in Brasilien; blassgelbe wohlgebildete rhomboëdrische Krystalle.

**Hannayit,** triklines, wasserhaltiges Magnesium-Ammoniumphosphat aus dem Guano der Skiptonhöhlen bei Ballarat, Victoria, Australien; begleitet von Struvit und Newberyit.

**Harstigit** (*Flink*), ein rhombisches Mineral in olivinähnlichen Formen, stark glasglänzend und farblos durchsichtig, von der Harstigsgrube bei Pajsberg, führt nach einer einzigen Analyse auf die Formel $H^7(Ca, Mn)^{12}Al^3Si^{10}O^{40}$.

**Hastingsit,** ein Amphibol mit wenig $SiO^2$, reich an Fe und Na, aus dem Eläolithsyenit von Dungannon, Hastings Co. in Ontario.

**Hautefeuillit,** mit Apatit von Oedegaarden, ist ein Bobierrit, in welchem ein Theil von MgO durch CaO (5,7 pCt.) ersetzt ist.

**Hydroilmenit** (*Blomstrand*), aus dem Kirchspiel Alsheda in Småland, ein in Umwandlung begriffenes Titaneisen mit 1,33 pCt. Wasser, an der Oberfläche mit einer gelblichweissen, wesentlich aus Titansäure bestehenden Haut überzogen; vielleicht weist dies darauf hin, dass das grauweisse Umwandlungsproduct des Titaneisens der Gesteine nicht immer Titanit, sondern bisweilen auch Titansäure (und dann wohl Anatas) ist.

**Iddingsit** (*Lawson*), olivinähnliche Formen in Andesiten, von lamellarer Structur, braun, auf den Spaltflächen bronzeartig, senkrecht dazu stark pleochroitisch, H. = nur 2,5; scheint ein Umwandlungsproduct des Olivins in eine wenigstens äusserlich glimmerähnliche Substanz zu sein; ähnliche Vorkommnisse auch in Melaphyren.

**Ilesit** (*Wünsch*), weiss, zerreibbar, in Wasser leicht löslich, bestehend aus 35,85 $SO^3$, 23,18 MnO, 5,63 ZnO, 4,55 FeO, 33,18 $H^2O$, ungefähr der Formel $RSO^4 + 4H^2O$ entsprechend; gangförmig im Hall Valley, Park Co., Colorado.

**Irit** *Hermann*'s, aus den Platinsanden des Urals, ist nach *Claus* und *A. Wichmann* ein Gemenge von Osmiridium und Chromeisenerz.

**Iserit** nennt *Jannovsky* braune, in dünnen Schichten honiggelbe Körner vom G. = 4,52, welche sich unter den sog. Iserinkörnern von der Iserwiese im Riesengebirge finden und worin er ein neues Titanat von der Formel $FeTi^2O^5$ erblickt; da sich bisweilen eine mit der des Rutils übereinstimmende Krystallform zeigt, z. Th. sogar dessen Zwillingsbildungen erkennen lassen, so ist die Möglichkeit keineswegs ausgeschlossen, dass hier ein mit Titaneisen vermengter Rutil (Nigrin) vorliegt.

**Ivigtit,** ein vielleicht zu den dichten Glimmern gehörendes Natronthonerdesilicat, Schnüre im Kryolith bildend.

**Kainosit,** ein Silicat von Yttererden und Kalk, mit Gehalt an Wasser und Kohlensäure, in gelbbraunen rhombischen Kryställchen; Ko-Grube in Nordmarken; Hitterö.

**Karyinit** (*H. C. Lundström*), ein derbes, bräunliches Mineral mit splitterigem Bruch, wahrscheinlich rhombisch, spaltbar nach $\infty P$ (98° 30′) und $\infty\breve{P}\infty$; H. = 3...3,5; G. = 4,25; ist arsensaures Blei, Mangan, Kalk, Magnesia, vielleicht $R^3[AsO^4]^2$; leicht löslich in Salpetersäure; rein oder innig gemengt mit Calcit, Hausmannit und Berzeliit zu Långban in Schweden; scheint sich in Berzeliit umzuwandeln.

**Keatingit** (*Shepard*), ein unvollständig analysirtes Silicat von Ca, Mn, Zn, von Franklin Furnace, New-Jersey, scheint eine Varietät von Rhodonit oder Fowlerit.

**Kehoëit,** amorphes wasserhaltiges Zink-Thonerdephosphat, weisse Lagen im Bleiglanz von Galena in Süd-Dakota.

**Kelyphit,** Name von *Schrauf* für die lichtgraubraune Rinde, welche stets in einer Dicke von $\frac{3}{4}$ bis 1 Mm. die im Serpentin eingewachsenen Pyropen umgibt. Diese innen mehr faserige, aussen mehr körnige Rinde ist kein individualisirtes Mineral, sondern besteht im Allgemeinen aus

monoklinem Pyroxen, Spinell, eisenarmem Bronzit und Hornblende. *Schrauf* wollte sie als ein pyrogenes Contactgebilde auffassen, entstanden durch die Mengung von Pyrop- und Olivinmagma.

**Kirwanit,** kleine dunkelolivengrüne kugelige Aggregate von radialfaseriger Textur in Hohlräumen eines basaltischen Gesteins von der irischen Nordostküste; *Lacroix* befand die Fasern als monokline Hornblendeprismen, beigemengt ist etwas Quarz und Epidot.

**Kochelit** von den Kochelwiesen bei Schreiberhau, Schlesien, enthält Nb, Zr, Y, $Fe^2O^3$, ist vielleicht dem Fergusonit genähert.

**Kölbingit,** ein mit dem Aenigmatit (S. 714) in Grönland vorkommendes und diesem ähnliches schwarzes Mineral von pistazgrünem Strich. *Breithaupt* hielt den Aenigmatit für pseudomorph nach Kölbingit, was von *Lorenzen* bestritten wird; nach *Brögger* ist der Kölbingit eine Parallelverwachsung von Arfvedsonit mit Aenigmatit.

**Ktypeït,** nach *Lacroix* (1898) eine neue Modification des Calciumcarbonats; optisch einaxig mit (im Gegensatz zum Calcit) positiver Doppelbrechung, die nur 0,02 betragend, viel schwächer ist, als bei Calcit und Aragonit; aber auch zweiaxig; meist nicht faserige Lagen bildend; G. = 2,58...2,70; kann durch Erhitzen in Calcit umgewandelt werden. Der Erbsenstein von Karlsbad und der ähnliche von Hammam-Meskoutine in Algier werde daraus gebildet; vgl. Conchit S. 784.

**Långbanit** (*Flink*), hexagonal-rhomboëdrisch, in kurzen Prismen oder dickeren Tafeln, eisenschwarz, lebhaft metallglänzend, gibt bei der Analyse ca. 32 MnO, 24 $MnO^2$, 14 $Fe^2O^3$, 13 $SiO^2$, 13 $Sb^2O^5$, etwas CaO und MgO. Långban und Sjö-Grube, mit Rhodonit, Braunit, Calcit.

**Lautit,** ein strahliges Erz von der Grube Rudolfschacht zu Lauta bei Marienberg, ist nach *Frenzel* CuAsS mit wechselndem Silbergehalt.

**Lavroffit,** von der Slüdianka am Baikal-See, ein durch 4,2 pCt. Kalkvanadinat grün gefärbter Diopsid.

**Lepidophäit** (*Weisbach*), röthlichbraunes, schwach seidenartig glänzendes, abfärbendes Mineral, mit zartfaserig schuppiger Textur, von Kamsdorf, enthaltend ca. 59 pCt. Mangansuperoxyd, 9,5 Manganoxydul, 11,5 Kupferoxyd, 21 Wasser.

**Lernilith,** ein serpentinartiges, zum Chlorit hinneigendes Mineral aus dem Serpentin von Krzemze, s.-w. von Budweis (*Schrauf*).

**Leukochalcit** (*Sandberger*), zarte, schwach seidenglänzende Nadeln, weiss, ein wenig ins Grüne spielend, welche nach *Petersen* mit 47,10 Kupferoxyd, 1,56 Kalk, 2,28 Magnesia, 37,89 Arsensäure, 1,60 Phosphorsäure, 9,57 Glühverlust der Formel $Cu^4As^2O^9 + 3H^2O$ entsprechen. Als Anflug auf der Grube Wilhelmine bei Schöllkrippen im Spessart.

**Leukotil** (*Hare*), auf dunklem Serpentin von Reichenstein aufgewachsene Fasern von starkem silberähnlichem Seidenglanz und grüner Körperfarbe; wasserreiches Silicat von Magnesia, mit Thonerde, Eisenoxyd, Kalk.

**Liskeardit** nennt *Flight* ein grünlich-bläulichweisses krustenbildendes Mineral von Chyandour bei Penzance in Cornwall, welches als ein Evansit betrachtet werden kann, dessen Phosphorsäure durch Arsensäure ersetzt ist.

**Martinsit** *Karsten*'s von Stassfurt, ist ein Gemenge von 90,7 Kochsalz mit 9,3 Kieserit.

**Mauzeliit,** ein reguläres Antimonat von Blei, Kalk und Alkalien, mit 8 pCt. Titansäure und Fluorgehalt; Jakobsberg.

**Melanocerit** (*Brögger* und *Clere*), rhomboëdrisch, tafelförmige Krystalle mit mehren Rhomboëdern, von fettartigem Glasglanz, tiefbraun bis schwarz (durch Umwandlung amorph werdend), ist ein Fluosilicat vorwiegend der Cerium- und Yttrium-Metalle mit Calcium, ferner mit Bor, Tantal u. a. Elementen; Kjeö am Langesundfjord. Verwandt sind die nussbraunen Rhomboëder des Karyocerits mit 0R, wohl von Stokö, welche aber mehr Thorium enthalten. Hierher scheint auch der Steenstrupin (*J. Lorenzen*) aus dem Sodalithsyenit von Kangerdluarsuk zu gehören; letzterer, in schwarzen pechglänzenden Körnern und tafelig rhomboëdrischen Krystallen, führt u. a. 26,6 $SiO^2$, 15,9 Lanthanoxyde, 14,4 $Ce^2O^3$, 5,8 $P^2O^5$, 3 $ThO^2$, 4,5 $Fe^2O^3$, 8 $Na^2O$, 7,6 Wasser, kein Fluor. — Ferner zählt zu dieser Gruppe der Tritomit (*Weibye*) von der Insel Låven, tetraëderähnliche Krystalle, die aber entweder sphenoidisch tetragonal oder rhomboëdrisch hemimorph sind; harzglänzend dunkelbraun, durch Umwandlung optisch ganz isotrop. Ist ein Fluosilicat von Th, Ce, Y und Ca mit Borgehalt. — Die dickprismatischen hexagonalen Krystalle des grünlichbraunen Cappelenits von Lille Arö in demselben Fjord sind ein Borosilicat von Yttrium und Baryum.

Mit dem Namen **Melanophlogit** belegte *v. Lasaulx* ein sehr sonderbares Mineral; dasselbe krystallisirt regulär in kleinen Würfelchen von höchstens $\frac{1}{2}$ bis 1 Mm. Kantenlänge, die nicht selten Zwillingsdurchkreuzungen zeigen. Spaltb. hexaëdrisch ziemlich vollk.; licht bräunlich oder farblos, lebhaft glasglänzend und ziemlich durchsichtig; H. = 6,5...7; G. = 2,04. Chem. Zus. nach *Spezia*: 89,46 Kieselsäure, 5,60 Schwefelsäure, 1,33 Kohlenstoff, 0,25 Eisenoxyd, 2,42 Glühverlust, womit eine Analyse von *Pisani* fast ganz übereinstimmt. V. d. L. wird die Farbe erst gelblichgrau, dann graublau, bei starkem Glühen glänzend tief schwarzblau, wobei dann dünne Splitter blau durchscheinen und diese Farbe constant bleibt. Dieses durch seine chem. Zus. höchst auffällige Mineral findet sich sehr selten aufsitzend auf den Kalkspath- und Cölestinkrystallen, welche den Schwefel von Girgenti begleiten, oft in kettenförmigen Reihen, auch in krustenähnlichen Aggregaten, übrigens sehr innig mit der Quarzhaut und der Kruste amorpher Kieselsäure verwachsen, welche die Cölestinkrystalle überrindet, und ausserdem mit Schwefel,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kalkspath und Cölestin stark gemengt. Nach *E. Bertrand* sollen die Würfel aus 6 tetragonalen Pyramiden aufgebaut sein, deren Basen die 6 Würfelflächen bilden, während die Spitzen im Mittelpunkt zusammenstossen. *Streng* glaubte, dass der Schwefel nicht als $SO^3$, sondern als $SiS^2$ in Verbindung mit $SiO^2$ vorhanden sei, was aber von *Friedel* bezweifelt wird. Auch die neueren Untersuchungen von *Spezia* haben die Natur des M. nicht besser aufgeklärt, seinen pseudomorphen Charakter aber unwahrscheinlich gemacht.

**Misenit** (*Scacchi*), eine weisse seidenglänzende Efflorescenz aus der Tuffgrotte von Miseno bei Neapel, soll die monokline Modification des alsdann in der That dimorphen (auch rhombischen) $HKSO^4$ sein.

**Mohawkit,** derb, dunklem Rothnickelkies ähnlich, ein Ni und Co haltiger Domeykit (Arsenkupfer)?, Mohawk Mine, Keweenaw Co., Michigan.

**Neochrysolith** (*Scacchi*), schwarze Krystallblättchen in den Höhlungen der Vesuvlava von 1631, ein Olivin mit bedeutendem Gehalt an FeO und MnO.

**Neukirchit** (*Thomson*), ein noch etwas problematisches Mineral, bildet kleine vierseitige Krystallnadeln auf faserigem Rotheisenerz, hat H. = 3,5, G. = 3,82; ist schwarz und besteht nach *Muir* aus 56,3 Manganoxyd, 40,35 Eisenoxyd und 6,7 Wasser (Summe 103,35). Ist vielleicht eine isomorphe Mischung von Goethit und Manganit. — Neukirchen im Elsass.

**Offretit** (*Gonnard*), ein äusserlich dem Herschelit, chemisch mehr dem Phillipsit ähnlicher Zeolith, in flachen hexagonalen Täfelchen mit oft eingesenkter Basis, im Basalt des Mt. Simiouse bei Montbrison, Dèp. Loire.

**Ontariolith** (*C. N. Shepard*), ein skapolithähnliches Mineral, kleine Krystalle in blaugrauem Marmor bildend.

**Partzit** aus Peru, ist ein Gemenge von Antimonhydroxyd mit verschiedenen Metalloxyden.

**Paterait** (*Haidinger*), schwarz, derb, von Joachimsthal, soll vorwiegend molybdänsaures Kobalt sein; *Laube* in Verh. geol. R.-Anst. XIV. 303.

**Pilinit** (*v. Lasaulx*), aus den Höhlungen des Granits von Striegau, bildet ein asbestähnlich filzartiges Gewebe äusserst feiner biegsamer, seidenfadengleicher Nädelchen (die breitesten nur 0,01 Mm. dick), welche dem rhombischen System angehören, basische Spaltbarkeit besitzen, unter starkem Aufschäumen schmelzen, aber von Salzsäure selbst beim Kochen nicht zersetzt werden. G. = 2,263. Die Analyse von *Bettendorff* ergab: 55,70 Kieselsäure, 18,64 Thonerde und Eisenoxyd (nicht getrennt), 19,51 Kalk, 1,18 Lithion, Magnesia, Natron, Kali Spuren, 4,97 Wasser — also nicht die Zusammensetzung eines Asbests.

**Plagiocitrit, Klinophäit, Wattevillit, Klinocrokit,** wasserhaltige Sulfate von Thonerde, Eisenoxyd, Kali u. s. w., entstanden durch Einwirkung sich zersetzender Eisenkiese auf Basalttuff vom Bauersberg bei Bischofsheim vor der Rhön. *Singer*, Würzburger Dissertation 1879.

**Polyhydrit** (*Breithaupt*) von Breitenbrunn in Sachsen, steht dem Hisingerit nahe.

**Posepnyit,** ein schmutzig lichtgrünes Harz, bald gallertartig, bald sehr hart, von der Great-Western-Quecksilbergrube in Californien.

**Pyknotrop** (*Breithaupt*), derbe Partieen von splitterigem Bruch; H. = 2...3; G. = 2,60...2,72; graulichweiss in grau, braun und röthlich verlaufend; Glas- bis Fettglanz, schwach; durchscheinend und kantendurchscheinend. — Chem. Zus. der braunen Var. nach *Fikenscher*: 43,02 Kieselsäure, 29,31 Thonerde, 12,60 Magnesia, 4,43 Kali, 0,21 Eisenoxydul, 7,83 Wasser. Im Serpentin bei Waldheim in Sachsen; scheint ein mit Muscovit gemengtes Umwandlungsproduct hauptsächlich von Feldspathsubstanzen zu sein.

**Pyrallolith** (*Nordenskiöld*), grünlichweiss, bläulichgrün und gelblichgrau, im körnigen Kalk von Storgård im Pargas-Kirchspiel und a. O. in Finnland, ist ein zersetzter Pyroxen, welcher CaO und FeO grösstentheils verloren, Wasser und bituminöse Stoffe dafür aufgenommen hat; führt jetzt hauptsächlich Kieselsäure, Magnesia, Wasser in sehr schwankendem Verhältniss.

**Rhabdophan** (*Lettsom*), ein äusserst seltenes Mineral aus Cornwall, nierförmige fettglänzende Massen von der Farbe dunklen Bernsteins, optisch einaxig, nach *Hartley* von der Zus. $(R^2)[PO^4]^2 + 2H^2O$, worin 65,75 Sesquioxyde von Lanthan, Didym, Yttrium, Erbium, 26,26 Phosphorsäure, 7,99 Wasser. Identisch damit, bis auf einen Gehalt von 3,59 Kohlensäure, ist ein vorübergehend als Scovillit bezeichnetes Mineral (dünne faserige Schichten von bräunlich- bis gelblichweisser Farbe und Fettglanz auf der Oberfläche) von Scoville, Connecticut.

**Richellit** (*Cesàro* und *Despret*), hellgelbe und harzglänzende amorphe Massen mit schichtenartigen Absonderungen, von Richelle bei Visé in Belgien, ein wasserreiches Phosphat von $Fe^2O^3$, CaO und etwas $Al^2O^3$ mit einem Gehalt an Fluor (angeblich Fluorwasserstoff).

**Röblingit** (*Penfield* und *Foote*), weisse compacte Massen, ein Aggregat sehr kleiner prismatischer Kryställchen; G. = 3,43, chemisch ein schwefelige Säure, Blei und Kalk enthaltendes Silicat (23,6 Kieselsäure, 9,1 schwefelige Säure, 31,4 Bleioxyd, 26,0 Kalk nebst etwas MnO und SrO); gibt die Reactionen auf Blei, leicht löslich in Säuren. Im axinitführenden Contact-Granatfels am Granit bei Franklin Furnace, New-Jersey.

**Rösslerit** (*Blum*), farblose oder weisse dünne Blättchen in dem Kupferschiefer von Bieber, ein dem Hoernesit nahestehendes, aber wasserreicheres Magnesiumarsenat.

**Rowlandit,** derb, bräunlich flaschengrün, glasglänzend, optisch isotrop, ist zur Hauptsache ein Yttriumsilicat mit Gehalt an $La^2O^3$ und $Ce^2O^3$; mit Gadolinit in Llano Co., Texas. — Hier auch der amorphe Yttrialith, ein Silicat von Thorium und Yttrium.

**Rubrit,** wasserhaltiges Magnesia-Eisenoxydsulfat aus der Wüste Atacama.

**Rutherfordit** (*Shepard*), aus Nordcarolina, soll monoklin und vorwiegend titansaures Cerium sein.

**Saccharit** (*Glocker*), zuckerähnliche feinkörnige Massen, hellgrünlichweiss und kantendurchscheinend, als Einschaltungen im Serpentin am Gläsendorfer Berge, bei Baumgarten und am Gumberge bei Frankenstein in Schlesien; galt früher als eine feinkörnige Var. des Andesins, ist aber ein plagioklashaltendes Gemenge von wechselnder Zus., indem es bald fast nur aus triklinem und monoklinem Feldspath besteht, bald aber auch sehr reichlich, bisweilen fast lediglich Quarz, Diopsid, Granat, Turmalin, Hornblende, Talk enthält.

**Selenschwefel** (*Stromeyer*), eine Verbindung von Selen mit Schwefel in unbekannten Proportionen, zugleich eine geringe Menge von Auripigment enthaltend, färbt den Salmiak auf der Liparen-Insel Volcano pomeranzgelb bis gelblichbraun; auch am Krater Kilauea auf Hawaii. — Die Existenz des angeblich bei Culebras in Mexico vorkommenden gediegenen Selens ist höchst problematisch.

**Siderophyllit** (*Henry Carvill Lewis*), ein schwarzes Glimmermineral vom Pikes Peak, reich an FeO (25,50 pCt.), aber mit nur 1,14 MgO.

**Sphenoklas** (*v. Kobell*), derb, schwach glänzend, mit splitterigem Bruch und halbdurchscheinend, hellgraulichgelb, bildet Lagen im Kalkstein von Gjellebäck in Norwegen, chemisch dem Melilith ähnlich zusammengesetzt.

**Spinellan,** ehemaliges Synonym für Nosean.

**Stannit** (*Breithaupt*), ist eine gelblichweisse bis isabellfarbige, derbe Substanz von kleinmuscheligem Bruch, spröd, schwach fettglänzend bis schimmernd; gibt bei der Analyse nach *Plattner* und *G. Bischof* 37 bis 39 pCt. Zinnoxyd, ausserdem vorwiegend Kieselsäure, etwas Thonerde und Eisenoxyd; findet sich in Cornwall mit Quarz, Zinnstein und ist (kein Zinnsilicat, sondern) entweder wie *Des Cloizeaux* und *Tschermak* glauben, ein blosses Gemenge von Zinnstein und Quarz, oder nach *Dana* eine Pseudomorphose von Zinnstein nach Feldspath.

**Stützit** (*Schrauf*), monokline, aber mit einer vollkommen hexagonal entwickelten Formenreihe versehene Tellursilberblende in fast kugeligen Gestalten, vermuthlich $Ag^4Te$, aus Siebenbürgen.

**Tavistockit** (*Dana*), ein weisses, sternförmige Fasern bildendes wasserhaltiges Thonerde-Kalkphosphat von Tavistock in Devonshire.

**Tengerit,** ein pulveriges weisses nicht näher untersuchtes Yttriumcarbonat, bildet Ueberzüge über Gadolinit von Ytterby.

**Thaumasit,** ein weisses schwach fettglänzendes Mineral von Bjelke in Areskustan (Schweden), von H. = 3,5, G. = 1,877, ist nach *A. E. Nordenskiöld* $= CaSiO^3 + CaSO^4 + CaCO^3 + 14H^2O$, trotz dieser auffälligen Zusammensetzung aber kein Gemenge, sondern homogen, optisch negativ einaxig; fand sich später auch im Trapp von West-Paterson in New-Jersey, theils als Aggregate lose zusammengehäufter prismatischer (wohl hexagonaler) Krystalle, theils alabasterähnlich; ferner zu Skottvång im Kirchspiel Gåsinge, Nyköping, meist mit Apophyllit zusammen.

**Tobermorit,** durchscheinender weisser Zeolith, vorwiegend wasserhaltiges (12,5 pCt.) Kalksilicat mit nur 2,4 Thonerde, dem Okenit oder Gyrolith nahestehend, von Tobermory auf Mull.

**Totaigit** (*Heddle*), kleine blass rehbraune oder dunkelblaue Körner im körnigen Kalk von Totaig in Rossshire, Schottland, als Umhüllung von bläulichem Malakolith, selbst oft wieder von Serpentin umgeben, scheint ein Mittelstadium beim Uebergang des ersteren in den letzteren.

**Uranothorit** (*Collier*), ein dem Thorit nahestehendes Mineral mit 10 pCt. Uranoxyd aus der Eisenerzregion von Champlain, New-York.

**Valencianit,** von der Silbergrube Valencia, Mexico, ist Adular.

**Vallëit,** ein farbloser rhombischer Amphibol ($\infty P = 125° 30'$), vom Anthophyllit dadurch unterschieden, dass er ca. 5 pCt. CaO anstatt FeO führt, auch leicht schmelzbar zu weisser Kugel; von Edwards, St. Lawrence Co., New-York.

**Vestanit** (*Blomstrand*), von Vestanå in Schonen, roth, strahlig, ist ein z. Th. in Pyrophyllit zersetzter Andalusit.

**Walkerit** (*Heddle*), ein Zeolith aus dem Diabas des Corstorphine Hill bei Edinburgh, scheint nichts anderes als Pektolith zu sein.

**Wardit,** lichtgrüne oder bläulichgrüne Incrustationen in Höhlungen von Variscit-Knollen, $2Al^2O^3.P^2O^5 + 4H^2O$. Utah.

**Warwickit** (*Shepard*, auch **Enceladit** von *St. Hunt* genannt), dunkelhaarbraune, rauhflächige, rhombische, prismatische Krystalle (G. = 3,4) im körnigen Kalk von Edenville, New-York, soll ein Borotitanat von Magnesia und Eisen sein; oft z. Th. in Titaneisen umgewandelt.

**Wehrlit** (*v. Kobell*), eine krystallinisch-körnige schwarze Substanz von Szarvaskö im Zemescher Comitat in Ungarn, welche für Liëvrit gehalten, jedoch von *Wichmann* als ein pikritartiges Gestein erkannt wurde. Anderseits werden mit dem Namen Wehrlit Mineralien von Deutsch-Pilsen in Ungarn bezeichnet, welche zufolge *Sipöcz* entweder $AgBi^7Te^7$ oder $Bi^8Te^5S$ sind.

**Xanthitan** ist ein Si-armes, Ti- und Al-reiches Umwandlungsproduct von Titanit.

**Xantholith** (*Heddle*), von Milltown am Loch Ness (Schottland), ist ein durch reichlichen Glimmer verunreinigter kalkhaltiger Staurolith.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

# Berichtigungen und Zusätze.

Zu S. 8 u. 9. *E. Weinschenk*, Anleitung zum Gebrauch des Polarisations-Mikroskops. Freiburg i. Br. 1901.
*F. Rinne*, Das Mikroskop im chemischen Laboratorium. Hannover 1900.
*A. Classen*, Ausgewählte Methoden der analytischen Chemie. Braunschweig 1901.

Zu S. 113, Zeile 8 v. o. lies Klinoëdrit statt Klinohedrit.

Zu S. 281 und 284. In die Gruppirung und Tabelle der Elemente wäre noch das dem Yttrium am nächsten stehende Gadolinium mit dem Zeichen Gd und dem Atomgewicht 156 einzufügen.

Zu S. 318. Neuere Untersuchungen über die Bestimmung der Schmelzpunkte bei Mineralien und Gesteinen wurden von *Doelter* angestellt (Min. u. petr. Mitth. XX. 1901. 240); er schlägt folgende Schmelzbarkeits-Skala vor: Antimonit schmilzt bei 525°; Steinsalz bei 815° (oder Analcim bei 870°—880°); Spodumen bei 920°; Hornblende von Lukow bei 1025°—1030°; Albit bei 1100°; Orthoklas bei 1155°; Leucit bei 1300°—1320°; Enstatit bei 1380°—1400°. — Bei den Feldspathen ist die Reihenfolge der Schmelzpunkte dieselbe wie die der spec. Gewichte und steigt wie diese regelmässig vom Albit zum Anorthit.

Zu S. 402. Unter Nr. 534 lies Rhaphilith statt Raphilit.

Zu S. 428. Für den Melonit, sowohl von der Stanislaus-Grube (nicht in Calaveras Co., sondern) in Melones Co., Californien, sowie für den aus Südaustralien stellt sich doch mit grösserer Wahrscheinlichkeit die Formel $NiTe^2$ (mit 81,3 Tellur, 18,7 pCt. Nickel) heraus; die Täfelchen sind zwar sechsseitig aber kaum hexagonal (*Dieseldorff*, N. Jahrb. f. Min. Centralbl. 1901. 168). Gestaltlich scheint das Mineral allerdings wohl nicht in die Gruppe Pyrit-Markasit zu gehören.

Zu S. 436, Zeile 20 v. u. lies Albergaria velha statt Albergheria velha.

Zu S. 464. Nach *Spencer* gehören Zinnkies-Krystalle von der San José-Grube bei Oruro, Bolivien, der sphenoidischen Hemiëdrie des tetragonalen Systems an. Penetrations-Zwillinge mit $P\infty$ als Zwillingsebene erzeugen scheinbar tetraëdrisch-reguläre Gestalten; auch spielt noch Zwillingsbildung mit der Zwillingsaxe senkrecht zu P eine Rolle. Die Analysen ergaben im Mittel: 28,5 pCt. Kupfer, 25,2 Zinn, 11 Eisen, 2 Blei, 0,9 Silber, 27,8 Schwefel, 3,7 Antimon.

Zu S. 499. Im Thon der Opalgruben vom Barcoo River in Queensland kommen nach *Pelikan* Gypsgruppen in farbenspielenden Edelopal pseudomorphosirt vor.

Zu S. 505. Der Cuprojodargyrit ist, wie *Spencer* wahrscheinlich macht, eher ein reguläres Mittelglied zwischen Miersit und Marshit, als, worauf der Name verweist, eine kupferhaltige Varietät von Jodsilber (Miner. Magaz., Mai 1901. 45).

Zu S. 528. Calcite mit Gehalt an Quarzsand von Rhisnes in Belgien und aus den Bad Lands (Süd-Dakota) zeigen die steile Pyramidenform $^1/_3P2$.

Zu S. 708. Gedrit findet sich auch am See Caillaouas in den Pyrenäen (in contactmetamorphischem Glimmerschiefer).

Zu S. 742. Ein neuer Fundort für Inesit ist die San Cayetano-Grube bei Villa Corona, Durango, Mexico.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

# Register zum Allgemeinen Theil.


## A.

Ablösungsrichtungen 189.
Absorption des Lichtes 254.
Accessorische Bestandmassen 344.
Accessorische Gemengtheile 343.
Achtundvierzigflächner 39.
Adern 346.
Adiagnostisch 166.
Aetzfiguren 192.
Aetzhügel 195.
Aetzzonen 195.
Afterkrystalle 175.
Aggregatpolarisation 242.
Airy'sche Spiralen 253.
Aktinoëlektricität 276.
Allochromatisch 263.
Allomorphosen 182.
Allothigen 340.
Allotriomorph 344.
Allotropie 299.
Ammoniak, Prüfung auf 326.
Amorph 5.
Analog-elektrisch 274.
Analysator 217.
Anlaufen 266.
Anlegegoniometer 124.
Anisotrop 210.
Anomalieen der Kantenwinkel 150.
Anomalieen, optische 245.
Anorthotypes Krystallsystem 113.
Antilog-elektrisch 274.
Antimon, Prüfung auf 329.
Anwachskegel 156.
Anwachspyramiden 156.
Apomorphosen 182.
Arsen, Prüfung auf 329.
Asterismus 258.
Asymmetrische Gruppe 118.
Atherman 269.
Atom 282.
Atomgewichte 283.
Aufschliessung 323.
Ausblühungen 363.
Ausfüllungspseudomorphosen 176.
Auslöschungsrichtung 222.
Authigen 340.
Automorph 344.
Axenfarbe 253.
Axen, krystallographische 13.
Axen, optische 210.
Axen, thermische 271.
Axenverhältniss 19.

## B.

Baryt, Prüfung auf 327.
Basen 287.
Basisches Wasser 293.
Basisfarbe 255.
Bertrand'sche Doppelquarzplatte 223.
Beryllerde, Prüfung auf 328.
Bildungsprocesse, künstliche 364.
Bildungsprocesse, natürliche 371.
Bisectrix 213.
Blätterdurchgänge 186.
Blei, Prüfung auf 330.
Borsäure, Prüfung auf 326.
Brachyaxe 97.
Brachydiagonale 97. 114.
Brachydoma 100. 117.
Brachypinakoid 101. 117.
Brachyprisma 99. 117.
Brachypyramide 98. 116.
Breccie 340.
Brechungsquotient 208.
Brennproducte 363.
Brezina'sche Platte 222.
Brom, Prüfung auf 325.
Bruch 197.
Butzen 361.

## C.

Cadmium, Prüfung auf 330.
Calderon's Doppelplatte 223.
Centrosymmetrische Gruppe 114.
Centrum der Symmetrie 16.
Cerium, Prüfung auf 332.
Charakter, optischer 212.
Chlor, Prüfung auf 325.
Chrom, Prüfung auf 333.
Chromatische Polarisation 220.
Circularpolarisation 252.
Classen des Mineralreichs 387.
Combination 13.
Concentrationen 358.
Concretionen 345.
Conglomerat 340.
Constitutionsformel 297.
Constitutionswasser 293.
Contactflächen 167.
Contactgang 356.
Contactgoniometer 124.
Contacthof 361.
Contactmetamorphische Lagerstätten 360.
Contactstöcke 360.
Contactzwillinge 131.
Contractionsformen 184.
Cubisches System 32.
Cyklische Zwillinge 132.

## D.

Decken 348.
Deduction 27.
Deformation, elastische 203.
Deltoiddodekaëder 50.
Dendriten 175.
Derb 173.
Deuteroprisma, hexagonales 77.
Deuteroprisma, tetragonales 62.
Deuteropyramide, hexagonale 76.
Deuteropyramide, tetragonale 62.
Diamagnetisch 278.
Diatherman 269.
Dichroismus 254.
Dichroskop 255.
Dichte, relative 204.
Dichte Structur 350.
Dihexaëder 74.
Dihexagonales Prisma 80.
Dihexagonale Pyramide 78.
Dimorphie 298.
Diploëder 54.
Dispersion 214. 238. 240.
Disphenoid 69.
Ditetragonales Prisma 65.
Ditetragonale Pyramide 64.
Ditrigonale Hemiëdrie 90.
Ditrigonales Prisma 90.
Ditrigonale Pyramide 90.
Dodekaëdrische Hemiëdrie 52.
Doma 99.
Doppelbrechung 209.
Doppelsalze 291.
Doppelzwilling 140.
Drehspiegelung 16.


UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Dreikanter 184.
Druckfiguren 192.
Druckzwillinge 141.
Drusenhaut 170.
Drusigkeit der Flächen 144.
Dubiokrystallinisch 167.
Dünnschliffe, Anfertigung der 153.
Durchwachsungszwillinge 134.
Dyakisdodekaëder 54.

E.

Ecken 11.
Efflorescenzen 363.
Einfache Gesteine 343.
Einfache Krystallform 12.
Einfache Symmetrie 16.
Eingesprengt 173.
Einschlüsse, fremde 157.
Eisen, Prüfung auf 332.
Eiserner Hut 358.
Elasticität, mechanische 203.
Elasticitätsaxen, optische 211.
Elasticitätscurve 204.
Elektricität 272.
Elemente 281.
Enantiomorph 29.
Enantiotrop 250.
Epoptische Figuren 257.
Ergänzungszwillinge 129.
Ergussgesteine 347.
Erosionsformen 184.
Erz 353.
Erzformation 357.
Erzgänge 354.
Erzstöcke 360.
Eudiagnostisch 166.
Eutropie 311.

F.

Fahlbänder 358.
Farben der Mineralien 264.
Farbenspiel 258.
Farbenwandlung 257.
Farbenzeichnung 265.
Farbige Mineralien 263.
Felsarten 342.
Fettglanz 262.
Flächen 11.
Flächenpol 23.
Flammenfärbungen 319.
Flötze 353.
Flüssigkeitseinschlüsse 160.
Fluor, Prüfung auf 325.
Fluorescenz 259.
Formel, chemische 295.
Fossilien 2.
Fragmentare Formen 183.
Frictionsformen 184.
Fumarolenbildungen 363.

G.

Gänge 347.
Gangart 354.
Gangzug 356.
Gasporen 165.
Gedrehte Dispersion 240.
Gefärbte Mineralien 263.
Gegenkörper 29.
Gekreuzte Dispersion 240.
Gemengte Gesteine 343.
Gemengtheile 344.
Geneigte Dispersion 239.
Geneigtflächige Hemiëdrie 47.
Generation 342.
Geode 170. 345.
Geschlossene Krystallform 12.
Gesteine 1. 342.
Gesteine als Lagerstätten 342.
Gestrickte Formen 149.
Gewicht, specifisches 204.
Gitterkrystalle 149.
Glanz 261.
Glaseinschlüsse 164.
Glasglanz 262.
Glaskopfstructur 173.
Gleitflächen 190.
Gold, Prüfung auf 332.
Goniometer 124.
Granatoëder 35.
Grundform 19.
Grundkreis 23.
Gyroëdrische Hemiëdrie 47.

H.

Hälftflächner 28.
Härte 198.
Härtecurve 201.
Härtescala 200.
Haloidsalze 289.
Hauptaxe 16.
Hauptbrechungsquotienten 211.
Haupt-Symmetricaxe 16.
Haupt-Symmetrieebene 15.
Hemiëdrie 28.
Hemimorphie 31.
Hemiprisma 116.
Hemipyramide 106.
Hemitropie 128.
Heteromorphie 298.
Hexaëder 34.
Hexagonales System 73.
Hexakisoktaëder 39.
Hexakistetraëder 50.
Holoëder 28.
Homöomorphie 303.
Horizontale Dispersion 240.
Hyalin 6.
Hydratisirung 375.
Hydratwasser 293.
Hydrochemische Processe 375.
Hydrolyte 321.
Hydrostatische Wage 205.
Hypostatische Pseudomorphosen 176.

J. I.

Idiochromatische Mineralien 263.
Idiomorph 344.
Idiophane Axenbilder 257.
Ikosaëder 55.
Ikositetraëder 38.
Imprägnationen 359.
Indicatoren 207.
Indices 21.
Infiltrationstheorie 356.
Injectionstheorie 357.
Interferenzbilder 226.
Interposition 143.
Intrusivlager 347.
Jod, Prüfung auf 325.
Irisiren 260.
Isodimorph 309.
Isogonismus 306.
Isomerie 299.
Isometrisches System 32.
Isomorphe Mischungen 311.
Isomorphie 304.
Isoparametrisch 19.
Isotrop 210.
Juxtapositionszwillinge 131.

K.

Kali, Prüfung auf 327.
Kaliumquecksilberjodid 206.
Kalk, Prüfung auf 328.
Kanten 11.
Katamere Eutropie 311.
Kernkrystalle 160.
Kieselsäure, Prüfung auf 326.
Klastische Gesteine 343. 353.
Klein'sche Lösung 206.
Klinoaxe 105.
Klinodiagonale 105.
Klinodoma 110.
Klinopinakoid 110.
Klinoprisma 109.
Klinopyramide 108.
Klinorhombisches System 105.
Klinorhomboidisches System 113.
Kobalt, Prüfung auf 331.
Kohlensäure, Prüfung auf 326.
Konoskop 219.
Krümmung der Flächen 145.
Kryptodimorph 310.
Kryptokrystallinische Aggregate 167.
Kryptomer 344.
Krystall 2.
Krystalldruse 170.
Krystallgerippe 149.
Krystallgruppe 169.
Krystallinisch 5.
Krystallinische Gesteine 343.
Krystallinische Schiefer 351.
Krystallinische Sedimentgesteine 352.
Krystallisirte Aggregate 166.
Krystallskelette 148.
Krystallstock 127.
Krystallsystem 13.
Krystallwasser 292.
Kubisches System 32.
Kugelprojection 23.
Kupfer, Prüfung auf 331.
Kuppen 348.

**L.**

Längsdoma 100. 110.
Längsfläche 101. 110. 117.
Lager 353.
Lagerstätten der Mineralien 339.
Lakkolithen 348.
Lateralsecretionstheorie 357.
Leucitoëder 39.
Leucitoid 39.
Leukokrat 349.
Lichtbrechung 208.
Lichtfiguren 259.
Linearprojection 22.
Lithion, Prüfung auf 327.
Lithurgik 7.
Löslichkeit der Mineralien 321.
Lösungsgenossen 303.
Löthrohr 317.
Löthrohrreagentien 320.
Luminescenz 268.

**M.**

Magnesia, Prüfung auf 328.
Magnetismus 277.
Makroaxe 97.
Makrodiagonale 97. 114.
Makrodoma 100. 117.
Makropinakoid 101. 117.
Makroprisma 99. 117.
Makropyramide 98. 116.
Mandeln 345.
Mangan, Prüfung auf 331.
Massenwirkung 379.
Melanokrat 349.
Mesosklerometer 199.
Messung der Krystalle 123.
Metallglanz 262.
Metallischer Habitus 260.
Metamerie 299.
Metasomatische Pseudomorphosen 176.
Methylenjodid 206.
Mikrochemische Prüfung 335.
Mikrolith 153.
Mikrosklerometer 199.
Mikroskopische Präparate 153.
Miller'sche Bezeichnungsweise 21.
Mimetische Krystalle 141.
Mineral 1.
Mineralgänge 354.
Mineralspecies 380.
Mischungen, isomorphe 311.
Mittellinie, optische 213.
Molecularformel 296.
Molecül 282.
Molybdän, Prüfung auf 333.
Monoklines System 105.
Monosymmetrisches System 105.
Morphotropie 311.

**N.**

Nachbildung, künstl., d. Mineralien 364.
Namen der Mineralien 391.
Natron, Prüfung auf 327.
Naumann'sche Bezeichnungsweise 20.
Negativ einaxig 212.
Negativ zweiaxig 214.
Negative Krystalle 165.
Nester 346.
Nickel, Prüfung auf 331.
Nicol'sches Prisma 217.
Nörremberg'sches Polarisationsinstrument 218.

**O.**

Offene Krystallform 12.
Ogdomorphie 95.
Oktaëder 34.
Oktakishexaëder 39.
Opacität 260.
Optische Axen 210.
Optische Normale 213.
Optisch einaxige Krystalle 210. 211.
Optisch zweiaxige Krystalle 210. 212.
Orthoaxe 105.
Orthodiagonale 105.
Orthodoma 109.
Orthopinakoid 110.
Orthoprisma 109.
Orthopyramide 108.
Orthoskop 219.
Oscillatorische Streifung 144.
Oxydationsflamme 317.
Oxysalze 289.

**P.**

Paragenesis 340.
Parallelflächige Hemiëdrie 52.
Paramagnetisch 287.
Parameter 17.
Paramorphosen 180.
Pediale Gruppe 114.
Pedion 72.
Pelitisch 6.
Pellucidität 267.
Penetrationszwillinge 131.
Pentagondodekaëder 53.
Pentagon-Ikositetraëder 56.
Perimorphosen 160.
Perlmutterglanz 262.
Phanerokrystallinische Aggregate 166.
Phaneromer 344.
Phosphorescenz 268.
Phosphorsäure, Prüfung auf 324.
Phytomorphosen 182.
Piëzoëlektricität 276.
Pinakoidflächen 19.
Plagiëdrische Hemiëdrie 56.
Platin, Prüfung auf 332.
Pleochroismus 254.
Plusiatische Ablagerungen 340.
Plutonische Gesteine 347.
Pneumatolytische Processe 363.
Poikilitische Verwachsung 158.
Polarisation des Lichtes 216.
Polarisationsbüschel 257.
Polarisator 217.
Polyedrie 145.
Polymerie 299.
Polymorphie 298.
Polysynthetische Zwillinge 132.
Poren 165.
Porodin 6.
Positiv einaxig 212.
Positiv zweiaxig 214.
Prärosionsflächen 196.
Primäre Gemengtheile 344.
Principien der Abgrenzung 381.
Prismenflächen 19.
Projection 22.
Protoprisma, hexagonales 77.
Protoprisma, tetragonales 62.
Protopyramide, hexagonale 74.
Protopyramide, tetragonale 60.
Pseudomorphosen 175.
Pseudosymmetrie 122.
Pyknometer 205.
Pyramidale Hemiëdrie, hexag. 88.
Pyramidale Hemiëdrie, tetrag. 70.
Pyramidenflächen 19.
Pyramidenoktaëder 36.
Pyramidentetraëder 49.
Pyramidenwürfel 37.
Pyritoëder 54.
Pyrochemische Umwandlungen 379.
Pyroelektricität 273.

**Q.**

Quadratisches System 59.
Quarzkeil 225.
Quarzplatte 223. 224.
Quecksilber, Prüfung auf 330.
Quellenabsätze 361.
Querdoma 100. 109.
Querfläche 101. 110. 117.

**R.**

Rationalität der Ableitungscoëfficienten 20.
Reagentien b. Löthrohr 320.
Reductionsflamme 317.
Reflexionsgoniometer 124.
Reguläres System 32.
Rhombendodekaëder 35.
Rhombisches System 96.
Rhomboëder 82. 92.
Rhomboëdrische Hemiëdrie 82.
Rhomboëdrische Tetartoëdrie 92.
Rohrbach'sche Lösung 206.

**S.**

Säuren 286.
Salband 354.
Salpetersäure, Prüfung auf 324.
Salze 288.
Salzsee-Absätze 362.


UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sanduhr-Aufbau 156.
Schalenbau 155.
Schillerisation 258.
Schillern 257.
Schlagfiguren 191.
Schmelzbarkeit 318. 789.
Schwebende Krystalle 151.
Schwefelmetalle 288.
Schwefel, Prüfung auf 324.
Schwere Flüssigkeiten 206.
Sechsgliederiges System 73.
Secretionen 345.
Secundäre Formen 183.
Secundäre Gemengtheile 344.
Secundäre Lagerstätten 340.
Secundäre Zwillingsbildung 141.
Seidenglanz 262.
Seifengebirge 340.
Selen, Prüfung auf 325.
Silber, Prüfung auf 332.
Sitzende Krystalle 151.
Skalenoëder, hexagonales 85.
Skalenoëder, tetragonales 69.
Sklerometer 199.
Solfatarenbildungen 363.
Spaltbarkeit 185.
Spaltungsformen 186.
Specifisches Gewicht 204.
Spectralanalyse 319.
Sphärische Projection 23.
Sphenoid, rhombisches 104.
Sphenoid, tetragonales 69.
Sphenoidische Hemiëdrie 68. 104.
Sphenoidische Tetartoëdrie 71.
Spurensteine 183.
Stalaktiten 172.
Stauroskop 222.
Steinkerne 183.
Stereographische Projection 22.
Stockwerk 356.
Stöcke 347.
Streifung der Flächen 144.
Strich 265.
Ströme 348.
Strontian, Prüfung auf 327.
Structurflächen 190.
Structurformel 297.
Structurveränderungen 380.
Subindividuen 145. 149.
Sublimationen 297.
Sublimationstheorie 357.
Submikroskopische Verwachsungen 160.
Succession 344.
Sulfobasen 287.
Sulfosäuren 287.
Sulfosalze 289.
Symmetrie 14.
Symmetrie-Axe 15.
Symmetrie-Centrum 16.
Symmetrie-Ebene 14.
Symmetrische Gangausbildung 354.

**T.**

Tantal, Prüfung auf 334.
Tautozonal 12.
Tellur, Prüfung auf 330.
Tenacität 202.
Tesserales System 32.
Tessularisches System 32.
Tetartoëdrie 30.
Tetartomorphie 115.
Tetartopyramide 115.
Tetraëder 48.
Tetraëdrische Hemiëdrie 47.
Tetraëdrisches Pentagondodekaëder 57.
Tetragonales System 59.
Tetrakisdodekaëder 40.
Tetrakishexaëder 37.
Textur 168.
Theilflächigkeit 28.
Theodolitgoniometer 126.
Thermische Ausdehnung 269.
Thermische Axen 271.
Thermoëlektricität 277.
Thonerde, Prüfung auf 328.
Thoulet'sche Lösung 206.
Tiefengesteine 347.
Titan, Prüfung auf 334.
Totalreflectometer 209.
Trapezoëder, hexagonales 89.
Trapezoëder, tetragonales 71.
Trapezoëder, trigonales 91.
Trapezoëdrische Hemiëdrie, hexag. 89.
Trapezoëdrische Hemiëdrie, tetrag. 71.
Trapezoëdrische Tetartoëdrie 90.
Triakisoktaëder 26.
Triakistetraëder 49.
Trichroismus 254.
Trigonales Prisma 90. 92. 93. 94.
Trigonale Pyramide 90. 92. 93.
Trigonales System 96.
Trigonale Tetartoëdrie 93.
Trigonales Trapezoëder 91.
Trigondodekaëder 49.
Trigonotype Hemiëdrie 90.
Triklines System 113.
Trimorphie 298.
Tritoprisma, hexagonales 88.
Tritoprisma, tetragonales 70.
Tritopyramide, hexagonale 88.
Tritopyramide, tetragonale 70.
Tritorhomboëder 92.
Tritosphenoid 71.
Trümer 346.
Turmalinzange 218.

**U.**

Umbildungsprocesse der Mineralien 373.
Umhüllungspseudomorphosen 176.
Umrindungen 155.
Umwandlungspseudomorphosen 177.
Unechte Flächen 146.
Uran, Prüfung auf 333.
Ursprüngliche Lagerstätten 340.

**V.**

Valenz der Elemente 284.
Vanadium, Prüfung auf 333.
Verdrängungspseudomorphosen 180.
Vererzungsmittel 183.
Verstäubung 197. 266.
Versteinerungsmittel 183.
Verwitterungsgestalten 197.
Vicariirende Bestandtheile 312.
Vicinale Flächen 146.
Viergliederiges System 59.
Viertelflächigkeit 30.
Viertelpyramide 115.
Viertelundulationsglimmerblatt 230.
Vollflächigkeit 28.
Volumgewicht 204.
Vulkanische Gesteine 347.

**W.**

Wärmeleitung 271.
Wärmestrahlung 269.
Wassergehalt d. Mineral. 219.
Weiss'sche Bezeichnungsweise 20.
Weiterwachsen 380.
Wendezwillinge 132.
Wesentliche Gemengtheile 343.
Westphal'sche Wage 207.
Wismut, Prüfung auf 329.
Wolfram, Prüfung auf 334.
Würfel 34.

**X.**

Xenomorph 344.
X-Strahlen, Wirkung der 268.

**Z.**

Zerklüftungserscheinungen 189.
Zink, Prüfung auf 330.
Zinn, Prüfung auf 330.
Zirkonsäure, Prüfung auf 328.
Zonarer Aufbau 155.
Zone 12.
Zonenaxe 12.
Zonencontrolle 27.
Zonenkreis 24.
Zonenlinie 12.
Zonensymbol 26.
Zonenverband 25.
Zonenzeichen 26.
Zoomorphosen 182.
Zugfestigkeit 189.
Zusammenfügungsflächen 167.
Zusammengesetzte Symmetrie 16.
Zweikreisiges Goniometer 126.
Zwei- und eingliedriges System 105.
Zwillingsaxe 128.
Zwillingsebene 128.
Zwillingsgesetz 129.
Zwillingskrystalle 128.
Zwillingsstöcke 132.
Zwillingsstreifung 133.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

# Register zur Physiographie.


A.

Abichit 603.
Acadiolith 745.
Achat 481.
Achatjaspis 480.
Achirit 648.
Achroit 628.
Achtaragdit 655.
Adamin 599.
Adamsit 676.
Adelit 783.
Adelpholith 783.
Adlerstein 498.
Adular 722.
Aedelforsit 698. 747.
Aegirin 703.
Aegirinaugit 701.
Aenigmatit 714.
Aeschynit 774.
Aftonit 460.
Agalmatolith 760. 761.
Agricolit 656.
Aguilarit 432.
Aikinit 457.
Akanthit 432.
Akmit 703.
Aktinolith 711.
Alabandin 437.
Alabaster 539.
Alaskait 451.
Alaun 568.
Alaunstein 569.
Albertit 779.
Albin 742.
Albit 730.
Alexandrit 515.
Algerit 658.
Algodonit 428.
Alisonit 430.
Alkalifeldspathe 720.
Allagit 707.
Allaktit 595.
Allanit 634.
Allemontit 409.
Allochroit 652.
Allogonit 614.
Alloklas 422.
Allomorphit 553.
Allopalladium 415.
Allophan 760.
Alluaudit 594.
Almandin 652.
Alshedit 768.
Alstonit 537.
Altait 430.
Alumian 555.
Aluminit 562.
Alumocalcit 500.
Alunit 569.
Alunogen 562.
Alurgit 783.
Amalgam 413.
Amarantit 563.
Amazonenstein 725.
Amblygonit 614.
Amblystegit 696.
Amesit 683.
Amethyst 497.
Amiant 711.
Ammoniak-Alaun 568.
Amphibol 708.
Amphibol-Anthophyllit 708.
Amphilogit 676.
Amphodelit 736.
Analcim 743.
Anatas 489.
Anauxit 759.
Andalusit 649.
Andesin 738.
Andorit 454.
Andradit 652.
Anglarit 591.
Anglesit 554.
Angolith 783.
Anhydrit 550.
Animikit 783.
Ankerit 534.
Annabergit 593.
Annerödit 589.
Annit 670.
Annivit 461.
Anomit 670.
Anorthit 734.
Anorthoklas 727.
Anthochroit 702.
Anthophyllit 707.
Anthosiderit 783.
Anthracit 776.
Anthrakonit 529.
Antigorit 690.
Antimon 408.
Antimonarsen 409.
Antimonbleiblende 453.
Antimonblende 465.
Antimonblüthe 474.
Antimonfahlerz 460.
Antimonglanz 444.
Antimonit 444.
Antimonnickel 438.
Antimonnickelglanz 424.
Antimonocker 648.
Antimonoxyd 474.
Antimonsilber 433.
Antimonsilberblende 454.
Antrimolith 756.
Apatelit 564.
Apatit 609.
Aphanesit 603.
Aphrodit 687.
Aphrosiderit 683.
Aphthalose 549.
Aphtonit 460.
Apjohnit 568.
Aplom 652.
Apophyllit 740.
Aquamarin 718.
Arāoxen 604.
Aragonit 535.
Aragonitsinter 536.
Aragotit 784.
Arcanit 549.
Ardennit 774.
Arfvedsonit 713.
Argentit 432.
Argentobismutit 450.
Argentopyrit 448.
Argyrodit 464.
Argyropyrit 449.
Arit 438.
Arkansit 491.
Arksutit 510.
Arnimit 566.
Arquerit 413.
Arsen 408.
Arsen-Antimonfahlerz 460.
Arsenargentit 783.
Arsenblende, gelbe 444.
— rothe 443.
Arseneisen 421.
Arseneisensinter 646.
Arsenfahlerz 460.
Arsenglanz 409.
Arsenige Säure 475.
Arsenikalkies 421.
Arsenik-Antimon 409.
Arsenikblüthe 475.
Arsenikkies 449.
Arsenikkobalt 423.
Arsenikkobaltkies 428.

Arseniknickel 425.
Arsenikwismut 540.
Arsenioplëit 595.
Arseniosiderit 604.
Arsenit 475.
Arsenkies 419.
Arsenkupfer 428.
Arsennickel 438.
Arsennickelglanz 423.
Arsennickelkies 425.
Arsenolamprit 409.
Arsenolith 475.
Arsenomelan 450.
Arsenopyrit 419.
Arsensilber 433.
Arsensilberblende 455.
Arzrunit 573.
Asbest 711.
Asbestartiger Okenit 698.
Asbolan 502.
Ascharit 523.
Asmanit 483.
Aspasiolith 716.
Asperolith 649.
Asphalt 778.
Aspidolith 670.
Astrakanit 566.
Astrophyllit 679.
Atacamit 513.
Atelestit 603.
Atheriastit 657.
Atlasit 543.
Atlasspath 529.
Atopit 617.
Attakolith 783.
Auerbachit 485.
Auerlith 486.
Augelith 598.
Augit 702.
— körniger 702.
— muscheliger 697.
Aurichalcit 544.
Auripigment 444.
Automolit 517.
Autunit 607.
Avanturin 480.
Awaruit 441.
Axinit 653.
Azorit 485.
Azor-Pyrrhit 773.
Azurit 542.

## B.

Babingtonit 707.
Backkohle 776.
Babylonquarz 480.
Baddeleyit 483.
Badeschwefel 408.
Bagrationit 636.
Baikalit 702.
Balkeneisen 410.
Baltimorit 690.
Balvraidit 783.
Bamlit 620.
Bandachat 484.
Bandeisen 410.
Bandjaspis 480.
Barcenit 783.
Barkevikit 713.
Barnhardtit 448.
Barracanit 783.
Barrandit 596.
Barsowit 737.
Barylith 783.
Barysilit 718.
Baryt 551.
Baryterde 553.
Barytglimmer 676.
Barytkreuzstein 751.
Barytocalcit 540.
Barytocölestin 553.
Barytsalpeter 525.
Baryum-Plagioklas 740.
Baryum-Uranit 607.
Basaltjaspis 480.
Basaltspeckstein 688.
Basanomelan 474.
Bastit 695.
Bastkohle 777.
Bastnäsit 545.
Bastonit 670.
Batrachit 642.
Baudisserit 542.
Bauxit 494.
Beaumontit 748.
Beauxit 494.
Beccarit 783.
Bechilit 523.
Beegerit 462.
Beilstein 712.
Belonosit 577.
Bementit 648.
Beraunit 596.
Beresowit 575.
Bergamaskit 711.
Bergbutter 569.
Berggold 414.
Bergholz 763.
Bergkork 764.
Bergkrystall 479.
Bergleder 690.
Bergmannit 754.
Bergmilch 529.
Bergöl 782.
Bergseife 762.
Bergtheer 782.
Berlauit 682.
Berlinit 598.
Bernardinit 783.
Bernstein 778.
Berthierit 451.
Bertrandit 625.
Beryll 717.
Beryllonit 584.
Berzeliit 584.
Berzelin 431. 665.
Beudantit 616.
Beyrichit 437.
Bieberit 561.
Bjelkit 453.
Bildstein 761.
Bindheimit 617.
Binnit 460.
Biotit 667. 670.
Bischofit 508.
Bismit 475.
Bismutin 445.
Bismutit 544.
Bismutoferrit 764.
Bismutosmaltin 428.
Bismutosphärit 540.
Bittersalz 559.
Bitterspath 530. 532.
Bituminit 777.
Bixbyit 548.
Blackband 533.
Blätterkohle 777.
Blättertellur 440.
Blaubleierz 429.
Blaueisenerde 592.
Blaueisenerz 591.
Blauerz 498. 533.
Blauspath 605.
Blei 412.
Bleiantimonglanz 450.
Bleiarsenglanz 450.
Bleicarbonat 538.
Bleichromat 574.
Bleierde 539.
Bleiglätte 467.
Bleiglanz 428.
Bleigummi 609.
Bleihornerz 545.
Bleilasur 571.
Bleiniere 617.
Bleischweif 429.
Bleisulfat 554.
Bleivitriol 554.
Bleiwismutglanz 451.
Blende 434.
Blenden 416.
Blödit 566.
Blutstein 472.
Bobierrit 591.
Bodenit 636.
Bogheadkohle 777.
Bohnerz 498.
Bol 762.
Boleit 513.
Bologneserspath 553.
Boltonit 639.
Bombiccit 780.
Bonsdorffit 716.
Boracit 520.
Borax 522.
Bordit 740.
Borickit 605.
Bornit 447.
Borocalcit 523.
Boronatrocalcit 523.
Borsäure 494.
Bort 405.
Bosjesmanit 568.
Botryogen 571.
Botryolith 629.
Boulangerit 453.
Bournonit 456.
Bowenit 689.
Brackebuschit 783.
Brandisit 677.

Brandtit 590.
Braunbleierz 611.
Brauneisenerz 498.
Brauneisenstein 498.
Braunit 547.
Braunkohle 777.
Braunsalz 562.
Braunspath 530. 531.
Braunstein 492.
Bravaisit 761.
Brazilit 483.
Breislakit 639.
Breithauptit 438.
Breunnerit 532.
Brevicit 754.
Brewsterit 749.
Brochantit 565.
Bröggerit 580.
Bromargyrit 505.
Bromit 505.
Bromlit 537.
Bromsilber 505.
Brongniartin 549.
Brongniartit 453.
Bronzit 695.
Brookit 491.
Brucit 493.
Brushit 589.
Bucholzit 620.
Bucklandit 634.
Bunsenin 439.
Bunsenit 466.
Buntbleierz 611.
Buntkupfererz 447.
Buntkupferkies 447.
Buratit 544.
Bustamit 707.
Byssolith 711.
Bytownit 739.

## C.

Cabrerit 593.
Caeruleolactin 599.
Calamin 645.
Calamit 710.
Calaverit 439.
Calciostrontianit 538.
Calcit 526.
Calcoferrit 783.
Caledonit 572.
Cancrinit 663.
Canfieldit 464.
Cantonit 442.
Caporcianit 747.
Cappelinit 786.
Captivos 490.
Caracolit 783.
Carbonat 405.
Carminit 584.
Carminspath 584.
Carnallit 512.
Carnat 758.
Carnotit 783.
Carolathin 760.
Carrollit 448.
Cassinit 724.
Castanit 563.
Castelnaudit 582.
Castillit 783.
Castorit 765.
Cedarit 779.
Celsian 740.
Cerin 636.
Cerinstein 645.
Cerit 645.
Cerussit 538.
Cervantit 618.
Ceylanit 516.
Chabasit 744.
Chalcedon 481.
Chalcocit 430.
Chalilith 756.
Chalkanthit 564.
Chalkodit 692.
Chalkolith 608.
Chalkomenit 546.
Chalkophanit 548.
Chalkophyllit 606.
Chalkopyrit 446.
Chalkosiderit 605.
Chalkosin 430.
Chalkostibit 451.
Chalkotrichit 467.
Chamosit 683.
Chathamit 783.
Cheleutit 428.
Chelmsfordit 658.
Chessylith 542.
Chesterlith 725.
Chiastolith 620.
Childrenit 605.
Chilenit 440.
Chilesalpeter 524.
Chiolith 510.
Chiviatit 449.
Chladnit 695.
Chloanthit 425.
Chlorammonium 504.
Chlorastrolith 784.
Chlorblei 506.
Chlorbromsilber 505.
Chlorcalcium 508.
Chlorit 681.
Chlorite ferrugineuse 684.
Chloritoid 678.
Chloritspath 678.
Chlorocalcit 508.
Chloromelan 684.
Chloromelanit 706.
Chloropal 763.
Chlorophäit 691.
Chlorophan 507.
Chlorophyllit 716.
Chlorospinell 516.
Chlorquecksilber 506.
Chlorsilber 504.
Chodnewit 510.
Chondroarsenit 594.
Chondrodit 643.
Chonikrit 703.
Christianit 734. 749.
Christophit 435.
Chromdiopsid 702.
Chromeisenerz 517.
Chromglimmer 676.
Chromit 517.
Chromocker 759.
Chrompicotit 518.
Chrysoberyll 514.
Chrysokoll 648.
Chrysolith 639.
Chrysophan 677.
Chrysopras 481.
Chrysotil 690.
Cimolit 759.
Cinnabarit 440.
Cinnabarite 416.
Cirrholith 784.
Citrin 479.
Clarit 463.
Claudetit 475.
Clausthalit 430.
Clayit 461.
Clevëit 581.
Cliftonit 407.
Clingmanit 676.
Clinohedrit 647.
Clintonit 677.
Cluthalith 743.
Cobaltomenit 546.
Coccinit 506.
Cölestin 553.
Cöruleolactin 599.
Cohenit 414.
Colemanit 523.
Coloradoit 442.
Columbit 585.
Comptonit 756.
Conchit 784.
Connellit 573.
Cookëit 672.
Copalin 778.
Copiapit 563.
Coquimbit 563.
Coracit 581.
Cordierit 715.
Cordylit 545.
Cornwallit 603.
Corundellit 676.
Corundophilit 682.
Cosalit 453.
Cossait 676.
Cossyrit 715.
Cotton-stone 756.
Cotunnit 506.
Couseranit 658.
Covellin 442.
Crednerit 493.
Crichtonit 473.
Cristobalit 483.
Cronstedtit 684.
Crookesit 431.
Crossit 714.
Crucilith 420.
Cuban 448.
Cuboit 743.
Culsageeit 671.
Cumengëit 513.
Cummingtonit 711.
Cuprit 467.

Cuprobismutit 449.
Cuprodescloizit 604.
Cuprojodargyrit 505. 789.
Cupromagnesit 561.
Cuproplumbit 430.
Cupropyrit 782.
Cuproscheelit 577.
Cuprotungstit 577.
Cuspidin 784.
Cyanit 620.
Cyanochrom 567.
Cyanotrichit 572.
Cyklopit 736.
Cymatolith 705.
Cymophan 514.
Cyprin 638.
Cyrtolith 485.

## D.

Dahllit 615.
Damourit 675.
Danait 420.
Danalith 655.
Danburit 654.
Dannemorit 711.
Daphnit 683.
Darapskit 574.
Darwinit 428.
Datolith 629.
Daubrëit 514.
Davreuxit 784.
Davyn 664.
Dawsonit 542.
Dechenit 585.
Degeröit 763.
Delessit 684.
Delvauxen 605.
Delvauxit 596.
Demant 404.
Demantoid 652.
Demidowit 649.
Derbylith 773.
Dermatin 694.
Descloizit 604.
Desmin 752.
Destinezit 616.
Devillin 565.
Dewalquit 771.
Deweylith 687.
Diabantachronnyn 684.
Diabantit 684.
Diadelphit 595.
Diadochit 616.
Diaklasit 696.
Diallag 703.
Dialogit 533.
Diamagnetit 784.
Diamant 404.
Diamantspath 469.
Diaphorit 454.
Diaspor 495.
Dichroit 715.
Dickinsonit 594.
Didymit 676.
Dietrichit 569.
Dietzëit 526.
Dihydrit 602.
Dillnit 758.
Dimorphin 444.
Diopsid 701.
Dioptas 648.
Diphanit 677.
Diploit 737.
Dipyr 658.
Diskrasit 433.
Disthen 620.
Dolerophanit 555.
Dolomit 530.
Domeykit 428.
Domingit 452.
Doppelspath 529.
Dopplerit 775.
Douglasit 512.
Dravit 628.
Dreelit 553.
Dufrenit 596.
Dufrenoysit 453.
Dumortierit 623.
Duporthit 784.
Durangit 615.
Durdenit 546.
Dysanalyt 773.
Dysklasit 740.
Dyskrasit 433.
Dyslyit 517.

## E.

Edenit 711.
Edingtonit 753.
Edisonit 489.
Edwardsit 582.
Egeran 638.
Eggonit 553.
Ehlit 603.
Ehrenbergit 760.
Eichwaldit 520.
Eis 466.
Eisen 410.
Eisen-Alaun 569.
Eisenantimonglanz 451.
Eisenapatit 614.
Eisenblüthe 536.
Eisenerde, grüne 764.
Eisenerz, oolithisches 472.
Eisenglanz 469.
Eisenglimmer 471.
Eisenkies 416.
Eisenkiesel 480.
Eisenknebelit 642.
Eisenkobaltkies 422.
Eisenmulm 519.
Eisennickelkies 438.
Eisen-Nieren 498.
Eisenopal 500.
Eisenoxyd 469.
— blätteriges, basisch schwefelsaures 563.
Eisenpecherz 498. 614.
Eisenplatin 415.
Eisenrahm 471.
Eisenrose 470.
Eisenspath 532.
Eisensteinmark 762.
Eisenvitriol 560.
Eisenzinkspath 534.
Eisspath 723.
Ekdemit 547.
Ekebergit 658.
Ekmanit 784.
Eläolith 662.
Elaterit 782.
Elektrum 414.
Eleonorit 596.
Eliasit 581.
Elpasolith 510.
Elpidit 771.
Embolit 505.
Embrithit 458.
Emerald-Nickel 544.
Emerylith 677.
Emmonit 538.
Empholit 784.
Emplektit 451.
Enargit 463.
Enceladit 788.
Endlichit 612.
Enhydros 481.
Enophit 682.
Enstatit 694.
Eosit 576.
Eosphorit 606.
Ephesit 675.
Epiboulangerit 464.
Epichlorit 684.
Epididymit 766.
Epidot 632.
Epigenit 464.
Epiphanit 685.
Epistilbit 748.
Epsomit 559.
Erbsenstein 536.
Erdkobalt 502.
Erdmannit 784.
Erdöl 782.
Erdpech 778.
— elastisches 782.
Erdwachs 781.
Eremit 583.
Erinit 602.
Erionit 753.
Ersbyit 725.
Erythrin 592.
Erythrosiderit 512.
Erythrozinkit 436.
Esmarkit 716. 737.
Ettringit 570.
Euchroit 602.
Eudialyt 770.
Eudidymit 765.
Eudnophit 743.
Eugenglanz 462.
Eukairit 432.
Eukamptit 670.
Euklas 630.
Eukolit 770.
Eukrasit 486.
Eukryptit 663.
Eulytin 655.
Euosmit 778.

Euphyllit 676.
Eupyrchroit 611.
Euralith 684.
Eusynchit 585.
Euxenit 774.
Evansit 599.
Evigtokit 512.

## F.

Fahlerz 458.
Fahlunit 716.
Fairfieldit 590.
Famatinit 463.
Faröelith 756.
Faserbaryt 553.
Fasergyps 557.
Faserkalk 529.
Faserkiesel 620.
Faserkohle 777.
Faserquarz 480.
Fassait 702.
Faujasit 743.
Fauserit 560.
Favas 483.
Fayalit 639.
Federalaun 569.
Federerz 452.
Fedorowit 702.
Feldspath 720.
— gemeiner 723.
— glasiger 723.
Feldspathe 719.
Felsöbanyit 562.
Ferberit 580.
Fergusonit 587.
Ferronatrit 570.
Ferrostibian 617.
Ferrotitanit 653.
Festungsachat 484.
Fettbol 762.
Feuerblende 455.
Feueropal 500.
Feuerstein 481.
Fibroferrit 564.
Fibrolith 620.
Fichtelit 781.
Fiedlerit 543.
Fillowit 594.
Fiorit 499.
Fischerit 599.
Flinkit 595.
Flint 481.
Florencit 785.
Fluellit 508.
Fluocerit 514.
Fluorit 506.
Flussspath 506.
Footëit 514.
Forcherit 500.
Foresit 753.
Forsterit 639.
Fouquëit 633.
Fournetit 461.
Fowlerit 707.
Franckëit 465.
Francolit 611.
Franklandit 784.
Franklinit 517.
Fraueneis 557.
Fredricit 461.
Freibergit 460.
Freieslebenit 453.
Frenzelit 445.
Freyalith 486.
Friedelit 649.
Friesëit 449.
Fritzschëit 608.
Fuchsit 676.
Fülleisen 410.
Fuggerit 784.

## G.

Gabbronit 658.
Gadolinit 630.
Gänseköthigerz 617.
Gagat 777.
Gahnit 517.
Galaktit 755.
Galenit 428.
Galenobismutit 431.
Galenoide 416.
Galmei 534. 646.
Ganomalith 719.
Ganomatit 617.
Ganophyllit 742.
Garnierit 687.
Gastaldit 713.
Gaylüssit 541.
Gearksutit 512.
Gedanit 778.
Gedrit 708. 789.
Gehlenit 660.
Geierit 421.
Geikielith 772.
Gekrösstein 551.
Gelbbleierz 575.
Gelbeisenerz 570.
Gelbeisenstein 499.
Gelberde 762.
Gelberz 440.
Genthit 687.
Geokronit 462.
Gerhardtit 525.
Gersdorffit 423.
Geyserit 499.
Gibbsit 494.
Gieseckit 663.
Gigantolith 716.
Gilbertit 676.
Gillingit 763.
Gilsonit 779.
Giobertit 532.
Gismondin 753.
Glätte 467.
Glagerit 759.
Glanze 416.
Glanzeisenerz 469.
Glanzkobalt 421.
Glanzkohle 777.
Glaserit 549.
Glaserz 432.
Glaskopf, brauner 498.
Glaskopf, rother 471.
— schwarzer 501.
Glasopal 499.
Glauberit 549.
Glaubersalz 556.
Glaukochroit 642.
Glaukodot 422.
Glaukolith 657.
Glaukonit 694.
Glaukophan 712.
Glaukopyrit 421.
Glimmer 667.
Glinkit 644.
Glockerit 564.
Glottalith 753.
Gmelinit 745.
Goethit 497.
Gold 413.
Goldamalgam 415.
Goslarit 560.
Goyazit 605.
Grängesit 684.
Graftonit 584.
Grahamit 779.
Gramenit 763.
Grammatit 710.
Granat 650.
Graphit 406.
Graphitit 407.
Graphitoid 785.
Graubraunstein 492. 495.
Graugültigerz 458.
Graulit 562.
Grausilber 544.
Grauspiessglaserz 444.
Greenockit 436.
Greenovit 767.
Grobkohle 777.
Grochauit 682.
Groddeckit 746.
Groppit 717.
Groroilith 502.
Grossular 652.
Grothit 768.
Grünbleierz 611. 612.
Grüne Eisenerde 764.
Grüneisenerz 596.
Grünerde 691.
Grünlingit 446.
Grünsand 691.
Grunerit 711.
Guadalcazarit 441.
Guanajuatit 445.
Guanit 604.
Guarinit 785.
Gümbelit 760.
Guejarit 451.
Guitermanit 785.
Gummierz 581.
Gummit 581.
Gurhofian 531.
Gurolith 742.
Gymnit 687.
Gyps 556.
Gyrolith 742.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

## H.

Haarkies 437.
Haarsalz 562.
Hämafibrit 595.
Hämatit 469.
Hämatolith 595.
Hagemannit 511.
Haidingerit 590.
Halbopal 500.
Halit 503.
Hallit 671.
Halloysit 758.
Halotrichit 562. 569.
Hamartit 545.
Hambergit 524.
Hamlinit 785.
Hancockit 634.
Hanksit 574.
Hannayit 785.
Hardystonit 719.
Harmotom 751.
Harringtonit 756.
Harrisit 431.
Harstigit 785.
Hartit 780.
Hartmanganerz 501.
Hartsalz 504.
Harze 777.
Hastingsit 785.
Hatchettin 781.
Hatchettolith 773.
Hauerit 425.
Haughtonit 670.
Hausmannit 548.
Hautefeuillit 785.
Haüyn 665.
Haydenit 745.
Hayesin 523.
Haytorit 481.
Hebronit 615.
Hedenbergit 702.
Hedyphan 612.
Heintzit 523.
Heliophyllit 547.
Heliotrop 481.
Helminth 682.
Helvetan 670.
Helvin 655.
Hemimorphit 643.
Henwoodit 598.
Hepatit 553.
Hepatopyrit 419.
Hercynit 516.
Herderit 614.
Hermannit 706.
Herrengrundit 565.
Herrerit 535.
Herschelit 745.
Hessit 432.
Hessonit 652.
Hetairit 548.
Hetepozit 594.
Heterogenit 502.
Heteromorphit 452.
Heterosit 594.
Heubachit 302.
Heulandit 747.
Hjelmit 588.
Hiddenit 705.
Hieratit 510.
Hillängsit 741.
Himbeerspath 533.
Hintzëit 523.
Hiortdahlit 770.
Hisingerit 763.
Höferit 763.
Hoernesit 591.
Hövelit 504.
Hofmannit 780.
Hohlspath 620.
Hohmannit 563.
Holzkupfererz 600.
Holzopal 500.
Holzstein 480.
Holzzinnerz 487.
Homichlin 447.
Homilit 629.
Honigstein 775.
Hopëit 599.
Horbachit 428.
Hornblei 545.
Hornblende 708. 711.
Hornsilber 504.
Hornstein 480.
Hortonolith 641.
Houghit 500.
Howlith 524.
Huantajayit 503.
Hübnerit 580.
Hullit 685.
Humboldtilith 659.
Humboldtin 775.
Humit 643.
Hureaulit 593.
Huronit 716.
Hussakit 616.
Hversalt 569.
Hyacinth 484.
Hyalit 499.
Hyalophan 723.
Hyalosiderit 640.
Hyalotekit 719.
Hydrargillit 494.
Hydroapatit 611.
Hydroboracit 524.
Hydrocerit 545.
Hydrocerussit 544.
Hydrocyanit 555.
Hydrodolomit 542.
Hydrofluocerit 514.
Hydrohämatit 497.
Hydroilmenit 785.
Hydrokastorit 765.
Hydromagnesit 541.
Hydromagnocalcit 542.
Hydrophan 500.
Hydrophit 690.
Hydropit 707.
Hydrotalkit 500.
Hydrozinkit 543.
Hygrophilit 761.
Hypersthen 696.
Hypochlorit 764.
Hyposklerit 734.
Hypoxanthit 499.
Hystatit 473.

## J. I.

Jacobsit 549.
Jade 705.
Jadëit 705.
Jalpait 432.
Jamesonit 452.
Jarosit 570.
Jaspis 480.
Jaspopal 500.
Jaulingit 779.
Iberit 717.
Ichthyophthalm 740.
Iddingsit 785.
Idokras 636.
Idrialin 780.
Idrialit 780.
Jefferisit 671.
Jeffersonit 702.
Jenkinsit 690.
Jeremejewit 520.
Jeypoorit 438.
Igelströmit 642.
Iglesiasit 540.
Ihlëit 563.
Iiwaarit 653.
Ilesit 785.
Ilmenit 473.
Ilmenorutil 489.
Ilvait 644.
Indianit 736. 759.
Indigolith 628.
Inesit 742. 789.
Jodargyrit 505.
Jodit 505.
Jodobromit 505.
Jodquecksilber 506.
Jodsilber 505.
Johannit 566.
Johnstonit 430.
Johnstrupit 769.
Iolith 715.
Jordanit 458.
Josëit 446.
Josephinit 441.
Jossait 575.
Iridium 415.
Iridosmium 415.
Irit 785.
Iserin 473.
Iserit 785.
Isoklas 589.
Ittnerit 666.
Julianit 461.
Ivigtit 785.
Iwaarit 653.
Ixiolith 587.
Ixionolith 587.
Ixolyt 779.

## K.

Kämmererit 681.
Kännelkohle 777.

Kaersutit 711.
Kainit 573.
Kainosit 785.
Kakochlor 501.
Kakoxen 597.
Kalgoorlit 440.
Kali-Alaun 568.
Kalifeldspath 749.
Kaliglimmer 673.
Kaliharmotom 749.
Kalinatronfeldspath 726. 737.
Kalinit 568.
Kaliophilit 663.
Kalisalpeter 524.
Kalkalabaster 529.
Kalkbaryt 553.
Kalkfeldspath 720.
Kalkglimmer 676.
Kalkharmotom 749.
Kalkmalachit 543.
Kalkmesotyp 755.
Kalknatronfeldspath 720.
Kalksalpeter 525.
Kalksinter 529.
Kalkspath 526.
Kalkstein 529.
Kalktuff 529.
Kalkuranit 607.
Kalkvolborthit 601.
Kallait 598.
Kallilith 424.
Kalomel 506.
Kaluszit 567.
Kamazit 410.
Kammkies 419.
Kampylit 612.
Kaneelstein 652.
Kaolin 757.
Kaolinit 757.
Kappenquarz 480.
Karelinit 465.
Karinthin 711.
Karminspath 584.
Karneol 481.
Karpholith 628.
Karphosiderit 564.
Karphostilbit 756.
Karstenit 550.
Karyinit 785.
Karyocerit 786.
Karyopilit 764.
Kascholong 499.
Kassiterit 486.
Kastor 765.
Kataplëit 770.
Katoforit 714.
Katzenauge 480.
Kausimkies 419.
Keatingit 785.
Kehoëit 785.
Kehrsalpeter 525.
Keilhauit 768.
Kelyphit 785.
Kenngottit 450.
Kentrolith 719.
Keramohalit 562.
Kerargyrit 504.
Kerasin 545.
Kermesit 465.
Kerolith 687.
Kerosene-Shale 778.
Kerrit 682.
Kerstenit 555.
Kibdelophan 473.
Kiese 416.
Kieseleisenstein 472.
Kieselguhr 500.
Kieselkupfer 648.
Kieselmagnesit 532.
Kieselmalachit 648.
Kieselmangan 706.
Kieselschiefer 480.
Kieselsinter 499.
Kieseltuff 499.
Kieselwismut 655.
Kieselzinkerz 645.
Kieserit 559.
Kilbrickenit 462.
Killinit 705.
Kirwanit 786.
Kjerulfin 613.
Klapperstein 498.
Klaprothit 452.
Klementit 683.
Klinochlor 681.
Klinocrokit 787.
Klinoëdrit 647.
Klinohumit 643.
Klinoklas 603. 719.
Klinophäit 787.
Klinozoisit 633.
Klipsteinit 764.
Knebelit 642.
Knistersalz 503.
Knopit 772.
Knottenerz 429.
Kobaltarsenkies 420.
Kobaltbeschlag 593.
Kobaltblüthe 592.
Kobaltglanz 421.
Kobaltkies 427.
Kobaltin 421.
Kobaltmanganerz 502.
Kobaltnickelkies 427.
Kobaltspath 534.
Kobaltvitriol 561.
Kobellit 453.
Kochelit 786.
Kochsalz 503.
Köflachit 780.
Kölbingit 786.
Könleinit 781.
Köttigit 593.
Kohlen 776.
Kohlenblende 776.
Kohleneisenstein 533.
Kohlenwasserstoffe 781.
Kokkolith 702.
Kokscharowit 711.
Kollophan 589.
Kollyrit 759.
Kolophonit 653.
Komarit 687.
Konarit 687.
Kongsbergit 413.
Konichalcit 602.
Koninckit 596.
Konit 531.
Koppit 589.
Korallenachat 481.
Korallenerz 441.
Kornerupin 625.
Korund 468.
Korundophilit 682.
Korynit 423.
Kotschubeyit 681.
Krantzit 780.
Kraurit 596.
Kreide 529.
— spanische 686.
Kreittonit 517.
Kremersit 512.
Krennerit 439.
Krisuvigit 565.
Kröhnkit 571.
Krokalith 754.
Krokoit 574.
Krokydolith 714.
Krugit 567.
Kryolith 508.
Kryophyllit 672.
Kryptohalit 510.
Kryptolith 583.
Kryptomikroklin 725.
Kryptoperthit 726.
Ktypëit 786.
Kühnit 584.
Kugeljaspis 480.
Kupfer 441.
Kupferantimonglanz 454.
Kupferblau 649.
Kupferbleiglanz 430.
Kupferblende 460.
Kupferblüthe 467.
Kupferglanz 430.
Kupferglas 430.
Kupferglimmer 606.
Kupfergrün 648.
Kupferindig 442.
Kupferkies 446.
Kupferlasur 542.
Kupfermanganerz 501.
Kupfernickel 438.
Kupferpecherz 498.
Kupfersammterz 572.
Kupferschaum 603.
Kupferschwärze 501.
Kupfersilberglanz 431.
Kupferuranit 608.
Kupfervitriol 564.
Kupferwismutglanz 451. 456.
Kupfferit 711.
Kupholith 649.
Kyanit 620.
Kylindrit 465.
Kyrosit 419.
Kyschtymit 545.

## L.

Labrador 738.
Labradorit 738.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lagonit 524.
Lanarkit 555.
Lancasterit 542.
Långbanit 786.
Langbeinit 550.
Langit 565.
Lansfordit 542.
Lanthanit 545.
Lapis Lazuli 666.
Larderellit 524.
Lasionit 598.
Lasurit 666.
Lasurstein 666.
Latrobit 737.
Laubanit 747.
Laumontit 746.
Laurionit 513.
Laurit 425.
Lautarit 525.
Lautit 786.
Låvenit 769.
Lavroffit 786.
Lawsonit 628.
Laxmannit 575.
Lazulith 605.
Leadhillit 546.
Leberblende 435.
Leberkies 419.
Ledererit 746.
Lehm 758.
Lehuntit 754.
Leidyit 685.
Lennilith 685.
Lenzin 759.
Leonhardit 747.
Leonit 566.
Leopoldit 504.
Lepidokrokit 497.
Lepidolith 672.
Lepidomelan 670.
Lepidophäit 786.
Lepolith 736.
Leptochlorite 683.
Lerbachit 430.
Lernilith 786.
Lesleyit 675.
Lettsomit 572.
Leuchtenbergit 682.
Leucit 660.
Leukochalcit 786.
Leukocyklit 742.
Leukophan 718.
Leukophönicit 643.
Leukophyllit 675.
Leukopyrit 429.
Leukotil 786.
Leukoxen 473. 768.
Levyn 746.
Lewisit 647.
Libethenit 600.
Liebenerit 663.
Liebigit 544.
Liëvrit 644.
Lignit 777.
Lillianit 458.
Lillit 763.
Limonit 498.
Linarit 571.
Lindsayit 736.
Linnëit 428.
Linsëit 736.
Linsenerz 606.
Lintonit 756.
Lirokonit 606.
Liskeardit 786.
Lithionglimmer 671. 672.
Lithionit 671.
Lithiophilit 583.
Lithiophorit 504.
Livingstonit 449.
Löllingit 421.
Löwëit 566.
Löwigit 570.
Loganit 681.
Lonchidit 449.
Lophoit 682.
Lorandit 450.
Lossenit 647.
Loxoklas 726.
Lucasit 671.
Luchssapphir 716.
Luckit 561.
Ludlamit 593.
Ludwigit 522.
Lumachell 529.
Lüneburgit 615.
Lunnit 602.
Lutecit 481.
Luzonit 463.
Lydit 480.

## M.

Maconit 682.
Magnesia-Alaun 568.
Magnesiaglimmer 667. 670.
Magnesiasalpeter 525.
Magnesioferrit 520.
Magnesit 532.
Magnesitspath 532.
Magneteisen 518.
— schlackiges 519.
Magnetit 518.
Magnetkies 426.
Magnochromit 518.
Magnoferrit 520.
Magnolit 546.
Malachit 543.
Malachitkiesel 649.
Malakolith 702.
Malakon 485.
Maldonit 440.
Mallardit 561.
Malthazit 759.
Mangan-Alaun 568.
Manganblende 437.
Mangandolomit 534.
Manganepidot 634.
Manganglanz 437.
Manganit 495.
Mangankies 425.
Mangankiesel 706.
— schwarzer 764.
Mangankupfererz 493.
Manganocalcit 534. 782.
Manganomagnetit 519.
Manganophyll 670.
Manganosit 466.
Manganostibiit 617.
Manganspath 533.
Manganvitriol 560.
Manganzinkspath 535.
Marcelin 547.
Margarit 676.
Margarodit 676.
Marialith 659.
Marienglas 557.
Markasit 448.
Marmatit 435.
Marmolith 690.
Marmor 529.
Marshit 505.
Martinsit 786.
Martit 472.
Mascagnin 549.
Masonit 678.
Massicot 467.
Matildit 450.
Matlockit 542.
Mauzeliit 786.
Maxit 546.
Mazapilit 605.
Meerschaluminit 758.
Meerschaum 686.
Megabromit 505.
Mehlschwefel 407.
Meionit 657.
Melaconit 468.
Melanglanz 464.
Melanit 652.
Melanocerit 786.
Melanochroit 575.
Melanolith 763.
Melanophlogit 786.
Melanosiderit 763.
Melanotekit 719.
Melanterit 560.
Melilith 659.
Melinit 762.
Melinophan 718.
Meliphanit 718.
Mellit 775.
Melonit 428. 789.
Melopsit 687.
Menaccanit 474.
Mendipit 513.
Mendozit 568.
Meneghinit 458.
Mengit 586.
Menilit 500.
Mennige 493.
Mercur 412.
Mercurblende 440.
Mergel 529.
Meroxen 667.
Mesitin 532.
Mesole 755.
Mesolith 755.
Mesotyp 754. 755.
Messelit 590.
Messingblüthe 544.

Metabrushit 589.
Metachlorit 683.
Metacinnabarit 441.
Metavoltin 569.
Metaxit 690.
Meteoreisen 441.
Miargyrit 449.
Micarell 717.
Michel-Lévyt 552.
Miersit 505.
Miesit 642.
Mikrobromit 505.
Mikroklin 724.
Mikroklinperthit 726.
Mikrolith 588.
Mikroperthit 726.
Mikrosommit 664.
Milanit 759.
Milarit 765.
Milchquarz 480.
Millerit 437.
Miloschin 760.
Mimetesit 642.
Minette 498.
Mirabilit 556.
Misenit 787.
Misspickel 419.
Misy 563.
Mitchellit 518.
Mixit 606.
Mizzonit 657.
Mohawkit 787.
Mokkastein 484.
Molybdänbleispath 575.
Molybdänglanz 442.
Molybdänit 442.
Molybdänocker 492.
Molybdomenit 546.
Molysit 508.
Monazit 582.
Mondstein 722.
Monetit 589.
Monheimit 535.
Monimolit 647.
Monradit 695.
Monrolith 620.
Montanit 581.
Montebrasit 615.
Monticellit 642.
Montmorillonit 759.
Moorkohle 777.
Moosachat 481.
Morasterz 498.
Mordenit 757.
Morenosit 560.
Morion 479.
Moroxit 610.
Morvenit 751.
Mosandrit 769.
Mossit 586.
Mottramit 602.
Müllerit 763.
Mullicit 594.
Muriacit 550.
Muromontit 636.
Muschelmarmor 529.
Muschketowit 472.
Muscovit 673.
Myelin 758.

## N.

Nadeleisenerz 497.
Nadelerz 457.
Nadelkohle 777.
Nadelzinn 486.
Nadorit 547.
Nagyager Erz 440.
Nagyagit 440.
Nakrit 758.
Namaqualith 501.
Nantokit 505.
Naphtha 782.
Nasonit 749.
Nasturan 579.
Natroborocalcit 523.
Natrocalcit 541.
Natrolith 754.
Natron 541.
— kohlensaures 540. 541.
Natron-Alaun 568.
Natronchabasit 745.
Natronfeldspath 720.
Natronglimmer 676.
Natronkalkfeldspath 720. 727.
Natronmesotyp 754.
Natronmikroklin 727.
Natronorthoklas 726.
Natronsalpeter 524.
Natrophilit 584.
Naumannit 432.
Neftgil 784.
Nemalith 493.
Neochrysolith 787.
Neolith 688.
Neotokit 764.
Neotyp 530.
Nephelin 662.
Nephrit 742.
Neptunit 768.
Nertschinskit 759.
Nesquehonit 542.
Neudorfit 780.
Neukirchit 787.
Newberyit 594.
Newjanskit 415.
Newtonit 758.
Nickelarsenkies 423.
Nickelblüthe 593.
Nickeleisen 411.
Nickelglanz 423. 424.
Nickelgymnit 687.
Nickelin 438.
Nickelkies 437.
Nickelkobaltkies 427.
Nickelocker 593.
Nickeloxydul 466.
Nickelsmaragd 544.
Nickelvitriol 560.
Nickelwismutglanz 427.
Nigrescit 691.
Nigrin 489.
Niobit 585.
Nipholith 510.
Nitrocalcit 525.
Nitromagnesit 525.
Nocerin 544.
Nohlit 589.
Nontronit 762.
Nordenskiöldin 522.
Nordmarkit 625.
Northupit 545.
Nosean 665.
Numeait 687.
Nuttalit 657.

## O.

Ochrolith 547.
Oellacherit 676.
Oerstedit 485.
Offretit 787.
Okenit 741.
— asbestartiger 698.
Oktaëdrit 489.
Olafit 734.
Oligoklas 737.
Oligonspath 533.
Olivenerz 600.
Olivenit 600.
Olivin 639.
Omphacit 703.
Onegit 497.
Onkoit 682.
Onkosin 675.
Onofrit 442.
Ontariolith 787.
Onyx 481.
Onyxmarmor 529.
Oolithisches Eisenerz 472. 498.
Oolithischer Kalkstein 529.
Oosit 717.
Opal 499.
Opaljaspis 500.
Operment 444.
Orangit 485.
Orthit 634.
Orthochlorite 679.
Orthoklas 720. 723.
Orthoklasperthit 726.
Ortstein 499.
Oryzit 748.
Osmelith 698.
Osmiridium 415.
Osteolith 644.
Ostranit 485.
Ottrelith 678.
Owenit 683.
Oxahverit 742.
Oxalit 775.
Ozokerit 784.

## P.

Pachnolith 544.
Pajsbergit 706.
Palladium 415.
Palladiumgold 414.
Pandermit 523.
Papierkohle 777.
Paposit 564.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Paradoxit 723.
Paraffin 781.
Paragonit 676.
Paralaurionit 543.
Parankerit 532.
Paranthin 657.
Parasit 521.
Parastilbit 748.
Pargasit 711.
Parisit 545.
Parorthoklas 727.
Partschin 653.
Partzit 787.
Passauit 658.
Paterait 787.
Patrinit 457.
Paulit 696.
Pearcit 462.
Pechkohle 777.
Peganit 599.
Pegmatolith 723.
Pektolith 698.
Pelikanit 759.
Pelokonit 501.
Pelosiderit 533.
Pencatit 530.
Penfieldit 542.
Pennin 680.
Pentlandit 438.
Penwithit 764.
Percylith 543.
Peridot 639.
Periklas 466.
Periklin 730.
Peristerit 734.
Perlglimmer 676.
Perlsinter 499.
Perlspath 530.
Perowskit 771.
Perthit 725.
Petalit 765.
Petroleum 782.
Petzit 433.
Phacelith 663.
Phästin 695.
Phakolith 745.
Pharmakolith 589.
Pharmakosiderit 597.
Phenakit 647.
Phengit 674.
Philadelphit 671.
Phillipsit 749.
Phlogopit 670.
Phönicit 575.
Phönikochroit 575.
Pholerit 758.
Phosgenit 545.
Phosphocerit 583.
Phosphorchalcit 602.
Phosphoreisensinter 616.
Phosphorit 611.
Phosphorkupfer 602.
Phosphosiderit 596.
Phosphuranylit 604.
Photicit 707.
Phyllit 678.
Piauzit 779.
Pickeringit 568.
Picotit 546.
Piemontit 634.
Pikranalcim 743.
Pikroalumogen 568.
Pikrolith 689.
Pikromerit 567.
Pikropharmakolith 590.
Pikrophyll 702.
Pikrosmin 686.
Pikrotephroit 642.
Pikrotitanit 473.
Pilarit 649.
Pilinit 787.
Pilit 641.
Pimelith 687. 688.
Pinakiolith 522.
Pinguit 763.
Pinit 716.
Pinitoid 761.
Pinnoit 523.
Pinolith 532.
Piotin 688.
Pirssonit 541.
Pisanit 561.
Pisolith 536.
Pisolithischer Quarz 480.
Pissophan 564.
Pistazit 632.
Pistomesit 532.
Pitkärantit 712.
Pittinerz 581.
Pittizit 646.
Plagiocitrit 787.
Plagioklase 727.
Plagionit 452.
Planerit 599.
Planoferrit 564.
Plasma 481.
Platin 415.
Platiniridium 415.
Plattnerit 492.
Plenargyrit 450.
Pleonast 546.
Plessit 440.
Plinian 421.
Plinthit 762.
Plombièrit 698.
Plumbocalcit 530.
Plumboferrit 520.
Plumbogummit 609.
Plumboresinit 609.
Plumbostib 458.
Plumosit 452.
Polianit 494.
Polirschiefer 500.
Pollucit 662.
Pollux 662.
Polyadelphit 652.
Polyargit 737.
Polyargyrit 463.
Polyarsenit 594.
Polybasit 462.
Polychrom 611.
Polydymit 427.
Polyhalit 567.
Polyhydrit 787.
Polykras 773.
Polylithionit 672.
Polymignyt 774.
Polysphärit 612.
Poonalith 755.
Porpezit 414.
Porricin 702.
Porzellanerde 757.
Porzellanjaspis 480.
Porzellanspath 658.
Posepnyit 787.
Powellit 577.
Prasem 480.
Praseolith 716.
Prasin 603.
Predazzit 530.
Pregrattit 676.
Prehnit 649.
Pricëit 523.
Prismatin 625.
Probirstein 480.
Prochlorit 682.
Prolektit 643.
Prosopit 540.
Protobastit 695.
Protovermiculit 671.
Proustit 455.
Przibramit 497.
Pseudoapatit 611.
Pseudobiotit 670.
Pseudobrookit 772.
Pseudogaylüssit 530.
Pseudolibethenit 600.
Pseudomalachit 602.
Pseudophit 681.
Pseudopyrophyllit 760.
Pseudotriplit 594.
Psilomelan 501.
Psittacinit 604.
Ptilolith 757.
Pucherit 584.
Puflerit 752.
Punamustein 689. 712.
Punktachat 484.
Puschkinit 634.
Pyknit 623.
Pyknotrop 787.
Pyrallolith 787.
Pyrargillit 716.
Pyrargyrit 454.
Pyrenäit 652.
Pyrgom 702.
Pyrit 416.
Pyritoide 416.
Pyroaurit 500.
Pyrochlor 773.
Pyrochroit 493.
Pyrolusit 492.
Pyromelin 560.
Pyromorphit 611.
Pyrop 652.
Pyrophanit 474.
Pyrophyllit 760. 761.
Pyrophysalith 622.
Pyropissit 782.
Pyrorhetin 780.
Pyrorthit 636.

Pyrosklerit 681. 703.
Pyrosmalith 649.
Pyrostibit 465.
Pyrostilpnit 455.
Pyroxen 693. 698.
Pyrrhit 588. 773.
Pyrrhoarsenit 584.
Pyrrhosiderit 497.
Pyrrhotin 426.

## Q.

Quartz 475.
Quarz 475.
Quarzin 481.
Quecksilber 412.
Quecksilberbranderz 441.
Quecksilberhornerz 506.
Quecksilberlebererz 441.
Quellerz 499.
Quenstedtit 563.
Quetenit 571.
Quirogit 463.

## R.

Rabdionit 502.
Rabenglimmer 671.
Radiolith 754.
Rädelerz 457.
Rafaelit 513.
Raimondit 564.
Ralstonit 511.
Rammelsbergit 425.
Randanit 500.
Raphilit 711.
Raseneisenerz 498.
Raspit 577.
Rastolith 670.
Rauchquarz 479.
Rauschgelb 444.
— rothes 443.
Rautenspath 530.
Razoumoffskin 759.
Realgar 443.
Reddingit 594.
Redruthit 430.
Reichardtit 560.
Reif 466.
Reinit 579.
Reissblei 406.
Reissit 748.
Remingtonit 544.
Rensselaerit 686.
Reussin 556.
Rezbányit 451.
Rhabdionit 502.
Rhabdophan 787.
Rhätizit 621.
Rhagit 604.
Rhaphilith 711.
Rhetinalith 689.
Rhetinit 780.
Rhodizit 522.
Rhodochrom 681.
Rhodochrosit 533.
Rhodolith 652.
Rhodonit 706.
Rhodotilit 742.
Rhyakolith 723.
Richellit 787.
Richterit 711.
Riebeckit 714.
Rinkit 769.
Rionit 461.
Ripidolith 681. 682.
Riponit 658.
Rittingerit 456.
Rivotit 617.
Röblingit 787.
Roemerit 571.
Roepperit 641.
Rösslerit 787.
Röthel 472.
Röttisit 687.
Rogensteine 529.
Rohwand 532.
Romanzowit 652.
Roméit 547.
Roscoelith 672.
Rosellan 736.
Roselith 590.
Rosenbuschit 770.
Rosenquarz 480.
Rosthornit 779.
Rothbleierz 574.
Rotheisenerz 471.
Rotheisenstein 472.
Rothgültigerz 454. 455.
Rothhoffit 652.
Rothkupfererz 467.
Rothnickelkies 438.
Rothspiessglaserz 465.
Rothzinkerz 466.
Rowlandit 787.
Rubellan 670.
Rubellit 628.
Rubicell 517.
Rubin 468.
Rubinglimmer 497.
Rubrit 788.
Rumpfit 683.
Russkohle 777.
Rutherfordit 788.
Rutil 487.

## S.

Saccharit 788.
Safflorit 423.
Sagenit 488.
Salamstein 469.
Salit 702.
Salmiak 504.
Salmit 678.
Salvadorit 572.
Salpeter 524.
Salzkupfererz 513.
Samarskit 588.
Sammtblende 497.
Samoit 760.
Sandbergerit 460.
Sandkohle 776.
Sanidin 723.
Saponit 688. 759.
Sapphir 468.
Sapphirin 625.
Sapphirquarz 480.
Sarawakit 514.
Sardinian 555.
Sardonyx 481.
Sarkinit 594.
Sarkolith 659.
Sarkopsid 614.
Sartorit 450.
Sassolin 494.
Saussurit 631. 740.
Saynit 427.
Scacchit 508.
Schalenblende 436.
Schapbachit 453.
Schaumgyps 557.
Schaumkalk 536.
Scheelbleierz 577.
Scheelit 577.
Scheererit 784.
Schefferit 702.
Scherbenkobalt 408.
Schieferkohle 777.
Schieferspath 529.
Schilfglaserz 453.
Schillerspath 695.
Schirmerit 452.
Schnee 466.
Schneebergit 652.
Schönit 567.
Schörl 628.
Schorlomit 653.
Schraufit 780.
Schrifterz 439.
Schriftgranit 723.
Schrötterit 759.
Schuchardtit 685.
Schungit 776.
Schwartzembergit 513.
Schwarzbleierz 538.
Schwarzerz 458. 498.
Schwarzkohle 776.
Schwarzspiessglaserz 456.
Schwatzit 460.
Schwefel 407.
Schwefelkies 416.
Schweizerit 690.
Schwerbleierz 492.
Schwerspath 531.
Schwerstein 577.
Schwimmkiesel 500.
Schwimmstein 481.
Scoulerit 757.
Scovillit 787.
Seebachit 745.
Seeerz 499.
Seesalz 503.
Seifengold 414.
Seifenstein 688.
Seifenzinn 487.
Seladonit 691.
Selbit 544.
Selen, gediegenes 788.
Selenblei 430.
Selenbleikupfer 430.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Selenbleispath 555.
Selenkobaltblei 430.
Selenkupfer 431.
Selenkupferblei 430.
Selenmercur 441.
Selenmercurblei 430.
Selenquecksilber 441.
Selenquecksilberblei 430.
Selenschwefel 788.
Selensilber 432.
Selenwismutglanz 445.
Sellait 508.
Selwynit 760.
Semelin 768.
Semseyit 452.
Senarmontit 475.
Sepiolith 686.
Serbian 760.
Sericit 675.
Serpentin 688.
Serpentinasbest 690.
Serpierit 572.
Seybertit 677.
Siderit 480. 532.
Sideronatrit 570.
Siderophyllit 788.
Sideroplesit 533.
Sideroschisolith 685.
Siegburgit 779.
Siegenit 427.
Silaonit 445.
Silber 412.
Silberamalgam 413.
Silberantimonglanz 449.
Silberfahlerz 460.
Silberglanz 432.
Silberhornerz 504.
Silberkies 448.
Silberkupferglanz 431.
Silbersand 413.
Silberschwärze 432.
Silberwismutglanz 450.
Silfbergit 711.
Sillimanit 620.
Simlait 758.
Simonyit 566.
Sinterkohle 776.
Sipylit 588.
Sismondin 678.
Skapolith 657.
Skleroklas 450.
Skogbölit 587.
Skolecit 755.
Skolopsit 666.
Skorodit 595.
Skorza 634.
Skutterudit 428.
Smaltin 422.
Smaragd 747.
Smaragdit 711.
Smegmatit 759.
Smirgel 469.
Smithsonit 534.
Soapstone 688.
Soda 541.
Sodalith 664.
Sombrerit 611.
Sommervillit 659.
Sonnenstein 738.
Sonomait 568.
Spadait 687.
Spangolith 573.
Spaniolit 460.
Spargelstein 610.
Spartait 530.
Spatheisenstein 532.
Spathiopyrit 423.
Speckstein 686.
Speerkies 419.
Speiskobalt 422.
Sperrylith 425.
Spessartin 652.
Sphärokobaltit 534.
Sphärosiderit 533.
Sphalerit 434.
Sphen 767.
Sphenoklas 788.
Sphragid 762.
Spiauterit 436.
Spiessglanzbleierz 456.
Spiessglassilber 433.
Spinell 546.
Spinellan 788.
Spodiosit 614.
Spodumen 704.
Spreustein 754.
Sprödglaserz 461.
Sprudelstein 536.
Staffelit 615.
Stangenspath 552.
Stannin 464.
Stannit 788.
Stassfurtit 521.
Staurolith 624.
Steatit 686.
Steenstrupin 786.
Steinkohle 776.
Steinmannit 430.
Steinmark 758.
Steinöl 782.
Steinsalz 503.
Stellit 698.
Stelznerit 565.
Stephanit 461.
Sternbergit 448.
Sternquarz 480.
Stibiatil 617.
Stibiconit 618.
Stibiotantalit 589.
Stiblith 618.
Stibnit 444.
Stilbit 747. 752.
Stilpnomelan 692.
Stilpnosiderit 498.
Stinkfluss 508.
Stinkquarz 480.
Stolpenit 762.
Stolzit 577.
Strahlerz 603.
Strahlkies 449.
Strahlstein 711.
Strahlzeolith 752.
Stratopëit 764.
Strengit 596.
Striegisan 599.
Strigovit 684.
Strogonowit 657.
Stromeyerit 434.
Stromnit 538.
Strontianit 537.
Strontianocalcit 530.
Struvit 604.
Studerit 461.
Stützit 788.
Stüvenit 568.
Stylotyp 458.
Stypticit 564.
Succinit 778.
Sulfoborit 574.
Sulfohalit 573.
Sumpferz 498.
Sundtit 451.
Susannit 546.
Sussexit 524.
Svabit 611.
Svanbergit 646.
Sychnodymit 427.
Sylvanit 439.
Sylvin 504.
Sylvinit 504.
Symplesit 592.
Synadelphit 595.
Syngenit 567.
Syntagmatit 710.
Sysertskit 415.
Szabóit 697.
Szajbelyit 523.
Szmikit 559.

## T.

Tabergit 681.
Tachyaphaltit 485.
Tachyhydrit 512.
Taenit 410.
Tafelspath 697.
Tagilit 601.
Talcosit 760.
Talk 685.
Talkapatit 611.
Talkeisenerz 518.
Talkhydrat 493.
Talkoid 686.
Talkspath 532.
Talktriplit 614.
Tallingit 514.
Tamarugit 568.
Tankit 737.
Tantalit 587.
Tapalpit 456.
Tapiolit 587.
Tarapacait 575.
Tarnowitzit 536.
Tasmanit 780.
Tauriscit 561.
Tavistockit 788.
Tekorhetin 781.
Tekticit 562.
Tellur 409.
Tellurblei 430.
Tellurgoldsilber 433.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tellurit 492.
Tellurnickel 428.
Tellurocker 492.
Tellurquecksilber 442.
Tellursilber 432.
Tellurwismut 446.
Tengerit 788.
Tennantit 460.
Tenorit 467.
Tephroit 641.
Teratolith 762.
Terra di Siena 499.
Terra sigillata 762.
Tesseralkies 428.
Tetartin 730.
Tetradymit 446.
Tetraëdrit 458.
Tetraphylin 584.
Texasit 544.
Thalenit 631.
Thaumasit 788.
Thenardit 548.
Thermonatrit 540.
Thermophyllit 690.
Thinolith 530.
Thjorsauit 736.
Thomsenolith 541.
Thomsonit 756.
Thon 758.
Thoneisenstein 472.
Thorit 485.
Thraulit 763.
Thrombolith 617.
Thulit 631.
Thuringit 683.
Tiemannit 441.
Tigerauge 714.
Tilasit 782.
Tinkal 522.
Tinkalzit 523.
Tirolit 603.
Titaneisenerz 472.
Titaneisensand 474.
Titanit 766.
Titanmagneteisen 519.
Titanolivin 640.
Titanomorphit 473. 768.
Tiza 523.
Tobermorit 788.
Topas 622.
Topazolith 652.
Torbanit 777.
Torbernit 608.
Totaigit 788.
Trappeisenerz 519.
Traversellit 712.
Tremolit 710.
Trichalcit 601.
Tridymit 482.
Trimerit 648.
Trinkerit 780.
Tripel 500.
Triphan 704.
Triphylin 583.
Triplit 644.
Triploidit 594.
Trippkëit 546.
Tripuhyit 617.
Tritomit 786.
Troegerit 604.
Troilit 427.
Trollëit 598.
Trona 541.
Troostit 647.
Trümmerachat 481.
Tschermigit 568.
Tschewkinit 769.
Türkis 598.
Tuësit 758.
Tungstein 577.
Turjit 497.
Turmalin 625.
Turnerit 583.
Tyrit 588.
Tysonit 508.

U.

Ueber-Schwefelblei 430.
Uintait 779.
Ulexit 523.
Ullmannit 424.
Umangit 431.
Umbra 499.
Unghwarit 763.
Uralit 712.
Uralorthit 635.
Uranglimmer 607. 608.
Urangummi 581.
Uraninit 579.
Uranit 607.
Uran-Kalk-Carbonat 544.
Uranocircit 607.
Uranocker 572.
Uranophan 764.
Uranopilit 572.
Uranosphärit 581.
Uranospinit 607.
Uranotantal 588.
Uranothallit 544.
Uranothorit 788.
Uranotil 764.
Uranpecherz 579.
Uranvitriol 566.
Urao 540. 541.
Urbanit 704.
Urusit 570.
Urvölgyit 565.
Utahit 563.
Uwarowit 653.

V.

Vaalit 685.
Valencianit 788.
Valentinit 474.
Vallëit 788.
Vanadinglimmer 672.
Vanadinit 613.
Variscit 597.
Varvicit 492.
Vauquelinit 575.
Venasquit 678.
Vermiculit 671.
Vestanit 788.
Vesuvian 636.
Veszelyit 600.
Villarsit 641.
Violan 702.
Visirgraupen 486.
Vitriol, grüner 561.
— weisser 560.
Vitriolbleierz 554.
Vitriolocker 564.
Vivianit 591.
Völknerit 500.
Voglit 544.
Voigtit 670.
Volborthit 601.
Voltait 569.
Voltzin 465.
Vorhauserit 690.
Vulpinit 551.

W.

Wachskohle 782.
Wad 501.
Wagnerit 613.
Walait 779.
Walchowit 780.
Walkerde 758.
Walkerit 788.
Walpurgin 608.
Waluewit 677.
Wapplerit 590.
Wardit 788.
Waringtonit 565.
Warrenit 452.
Warwickit 788.
Waschgold 414.
Washingtonit 473.
Wasser 465.
Wasserblei 442.
Wasserkies 419.
Wasseropal 499.
Wassersapphir 716.
Wattevillit 787.
Wavellit 598.
Webnerit 454.
Websterit 562.
Wehrlit 788.
Weicheisenkies 419.
Weichgewächs 432.
Weichmanganerz 492.
Weissbleierz 538.
Weisserz 420.
Weissgültigerz 458. 461.
Weissit 716.
Weissnickelkies 425.
Weissspiessglaserz 474.
Weisstellur 440.
Wellsit 754.
Wernerit 657.
Whewellit 775.
Whitneyit 428.
Wiesenerz 498.
Willemit 647.
Williamsit 689.
Willyamit 425.
Wilsonit 658.

Wiluit 636.
Winklerit 499.
Wiserin 490. 582.
Wiserit 544.
Wismut 409.
Wismutblende 655.
Wismutglanz 445.
Wismutgold 440.
Wismutkobaltkies 428.
Wismutkupferblende 456.
Wismutkupfererz 456.
Wismutnickelkies 427.
Wismutocker 475.
Wismutsilber 440. 453.
Wismutspath 544.
Withamit 634.
Witherit 537.
Wittichenit 456.
Wittingit 764.
Wocheinit 494.
Wöhlerit 771.
Wölchit 457.
Wörthit 620.
Wolfachit 423.
Wolframbleierz 577.
Wolframit 578.
Wolframocker 492.
Wolframsäure 492.
Wolfsbergit 451.
Wolkenachat 481.
Wolkonskoit 764.
Wollastonit 697.
Wollongongit 778.
Wolnyn 553.
Woodwardit 572.
Würfelerz 597.
Wulfenit 575.
Wundererde, sächsische 762.
Wurtzit 436.

## X.

Xanthit 638.
Xanthitan 788.
Xanthoarsenit 595.
Xanthokon 456.
Xantholith 788.
Xanthophyllit 677.
Xanthosiderit 499.
Xenolith 620.
Xenotim 584.
Xonotlit 741.
Xylit 764.
Xylochlor 742.
Xylotil 763.

## Y.

Ytterspath 584.
Yttrialith 787.
Yttrocerit 542.
Yttroilmenit 588.
Yttrotantalit 587.
Yttrotitanit 768.

## Z.

Zamboninit 763.
Zaratit 544.
Zeagonit 753.
Zellquarz 480.
Zeolithe 740.
Zepharovichit 597.
Zeunerit 608.
Zeuxit 628.
Ziegelerz 467.
Zinckenit 450.
Zink 409.
Zinkaluminit 572.
Zinkblende 434.
Zinkblüthe 543.
Zinkeisenspath 533.
Zinkit 466.
Zinkosit 555.
Zinkoxyd 466.
Zinkspath 534.
Zinkspinell 547.
Zinkvitriol 560.
Zinn 442.
Zinnerz 486.
Zinnkies 464. 789.
Zinnober 440.
Zinnstein 486.
Zinnwaldit 671.
Zirkelit 768.
Zirkon 483.
Zoisit 631.
Zonochlorit 784.
Zorgit 430.
Zundererz 453.
Zunyit 623.
Zwieselit 614.
Zygadit 734.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

03M36148

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

P
03

Naumann-Zirkel

# MINERALOGIE

VIERZEHNTE
AUFLAGE

M
36148