



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Elemente der Mineralogie

Naumann, Carl Friedrich

Leipzig, 1901

4. Specifisches Gewicht oder relative Dichte.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84232](#)

Zahlen für die Richtungen senkrecht zu $\infty 0 \infty = 4793$, zu $\infty 0 = 1998$, zu $0 = 2035$ (*Beckenkamp*, Z. f. Kryst. X. 1885. 44). — Nach *Baungarten*, 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 $c = 5040$, 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 Sylvian 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 $\infty 0 \infty$.

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* schritt bei seinen Ermittlungen über die Schallschwingungen des Bergkrystals Platten von 4 Linie Dicke und 24—27 L. Durchmesser in verschiedenen Richtungen aus demselben. Waren 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 tetraëdrischen Charakters des Bergkrystals 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 direkte 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 erforderlich, je niedriger das specifische Gewicht ist, während bei sehr schweren Körpern auch minder genaue Wägungen wenigstens zur Diagnose hinreichend sind.

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 vollendet 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 adhärente 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 ratsam und bisweilen nöthig, das Mineral zu pulverisiren, um alle Zwischenräume und Porositäten zu vernichten. Die vierte Bedingung kann bei allen, und muss bei pulvormigen 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 derselben 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 variiert, 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 Platin-draht hängend in reines Wasser getaucht und in diesem gewogen. Werden die bei der ersten und zweiten Wägung erhaltenen Gewichte mit g und γ 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 = 2,45, das des Alkohols = 0,79, so ist das des Körpers in Wasser = $0,79 \times 2,45 = 1,70$. 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 trennen¹⁾. 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 wässrige Lösung von Jodkalium und Jodquecksilber²⁾, 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 ($9WO_3$, B^2O_3 , $2CdO$, $2H^2O + 16H^2O$) 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 $KJ:HgJ^2 = 4:1,24$ 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.

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 werden¹⁾. — 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 regenerieren, 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 Erwärmung (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 calibrites 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. 245) 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 45° 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.

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 . .	2,564	2,354
Orthoklas von Hirschberg . .	2,595	2,284
Augit von Guadeloupe	3,266	2,835
Olivin von Fogo	2,604	2,044
Albit von Kirebinsk	3,384	2,834

5. Von den optischen Eigenschaften der Mineralien.

§ 104. 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 μ) 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 2,449 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 mittels der Totalreflexion; das Verfahren beruht darauf, dass man aus der