



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Elemente der Mineralogie

Naumann, Carl Friedrich

Leipzig, 1901

2. Härte der Mineralien.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84232](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-84232)

Nach der Beschaffenheit der Oberfläche erscheint der Bruch:

- 1) glatt, wenn die Bruchfläche ganz stetig ausgedehnt und frei von kleinen Rauheiten 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 angesetzt 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

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 Würffflächen; auf den Würffflächen 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 4 : 10 verhalten. Ausführliche Beobachtungen stellte später *F. Exner* an 47 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 Gewichtsdivergenz 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 *Jaggard* (Z. f. Kryst. XXIX. 1898. 262). *Rosival* 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 kryptokrystallinen 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 mehrere Mineralien von deutlich ausgesprochenen Härte differenzen 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 vorrätig, 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 unnötiger 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 Härte differenzen 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 $H. = 4$ fühlen sich fettig an; solche von $H. = 2$ (nicht mehr solche von $= 3$) lassen sich noch mit dem Fingernagel ritzen; eine Kupfermünze

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 Funksprünge hervorruft.

Setzt man die Härte des Gusseisens = 1000, so ist sie nach <i>Calvert</i> und <i>Johnson</i>					
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	= 46

Sowohl zur Controle des ersten durch Ritzen gefundenen Resultates, als auch zur genaueren Ermittlung 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 Spalttrichtung 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 Härte Differenz 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 bloss 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 mehreren Spalttrichtungen geschnitten, so liefert sie eine gelappte Figur, welche in der Richtung grösserer Härte eine Ausbuchtung, in derjenigen geringerer eine Einbuchtung zeigt.

Auf der sechsseitigen Basis (*a* in Fig. 303) des monoklinen Glimmerkrystals, 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,

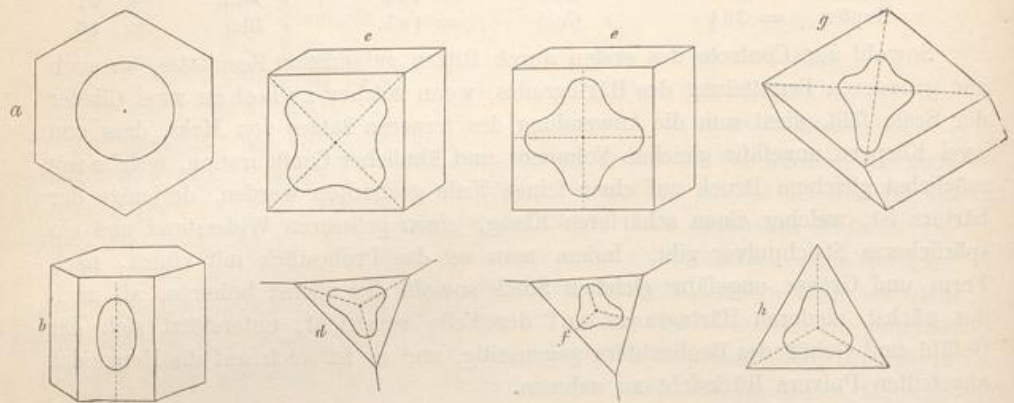


Fig. 303.

indem die Maxima der Härte den Diagonalen parallel sind (Satz 4). Wird an dem Steinsalzwürfel eine dreieckige Oktaederfläche angeschliffen (Fig. *d*), so erscheint die geringste Härte senkrecht gegen die Combinationskante von Oktaeder 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 Oktaederfläche desselben (Fig. *f*) ergibt sich hier senkrecht gegen die Combinationskante von Würfel und Oktaeder 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