©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

N°. 17 u. 18. 1896.

# Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.

## Schlussnummer.

**Inhalt:** Eingesendete Mittheilungen: A. Rosiwal: Neue Untersuchungsergebnisse über die Härte von Mineralien und Gesteinen. — Dr. K. A. Redlich: Geologische Studien in Rumänien. II. — Literatur-Notizen: W. H. Dall, F. Bernard, Dr. E. Koken. — Einsendungen für die Bibliothek. — Literatur-Verzeichniss für 1896. — Register.

**NB. Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Mittheilungen verantwortlich.**

## Eingesendete Mittheilungen.

**August Rosiwal.** Neue Untersuchungsergebnisse über die Härte von Mineralien und Gesteinen[1]).

Im Frühlinge d. J. hatte ich Gelegenheit, über den Fortgang der Arbeiten zu berichten, welche eine möglichst eingehende Untersuchung von Mineralien und Gesteinen in Bezug auf die ziffermässige Ermittlung ihrer Härte zum Gegenstande haben, Arbeiten, welche nach Massgabe des mir hiefür zur Verfügung stehenden, leider nur beschränkten Zeitausmasses die consequente Untersuchung einer thunlichst grossen Reihe von Materialien umfassen sollen.

Die Methode, nach welcher diese Härtebestimmungen vorgenommen werden, ist eine Modification des zuerst von Prof. Toula angewendeten Principes: eine bestimmte (gewogene) Menge des Schleifmaterials mit dem zu untersuchenden Körper bis zur Unwirksamkeit zu zerreiben.

Die Durchführung dieses Principes gestaltet sich in der gegenwärtig von mir angewendeten Form äusserst einfach und läuft im Wesentlichen darauf hinaus, sehr geringe Mengen des Standard-Schleifmaterials (Normal-Korund von 0·2 *mm* durchschnittlicher Korngrösse) oder des stellvertretenden Surrogates (Dolomit, Quarzsand, i. d. R. aber Smirgel), dessen relative Wirksamkeit — sein Reductionsfactor — im Vergleiche zu jener des reinen Normal-Korundes genau ermittelt sein muss, auf einer Glas- oder Metall-Scheibe in wenigen (5—8) Minuten zu nahezu unwirksamem Schlamm zu zerreiben. Der

[1]) Die nachfolgende Mittheilung bildete das Thema eines in der Sitzung vom 14. April d. J. gehaltenen Vortrages. Seither bot sich dem Verf. Gelegenheit, die damals bekannt gegebenen Resultate seiner Untersuchungen durch weitere Beobachtungen zu vermehren und die Zahl der bisher untersuchten Minerale und Gesteine auf die in obiger Mittheilung enthaltene Reihe auszudehnen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



Probekörper besteht dabei aus einem, mit einer ebenen und fein zugearbeiteten (jedoch nicht polirten) Schliffläche versehenen Bruchstücke des Gesteins, beziehungsweise Minerals von ein paar Gramm Gewicht, analog wie es das erste Stadium der Herstellung eines Dünnschliffes erfordert. Der erzielte Gewichts- und daraus berechnete Volumsverlust liefert den reciproken Werth der Relativhärten, wie dies in einer Reihe vorhergehender Mittheilungen kurz dargethan wurde[1]).

Es werden dadurch Mittelwerthe für die Härte der angeschliffenen Fläche erzielt — die Mittlere Flächenhärte — analog, wie es durch eine andere Beanspruchungsart mit Hilfe des bekannten, ebenfalls Mittelwerthe liefernden „Mesoskleometers" von Pfaff[2]) erreicht wird.

Untersucht man eine Reihe verschiedener Flächen desselben Minerals auf ihre mittlere Härte, so gelangt man zur Feststellung der Durchschnittshärte des Minerals, wobei selbstredend bei der Auswahl der massgebenden Flächenrichtungen auf die Symmetrieverhältnisse desselben Rücksicht genommen werden muss. Einen sehr zutreffenden Durchschnitt liefert vorkommendenfalls schon die mittlere Flächenhärte eines homogenen Aggregates wirr gelagerter Individuen derselben Mineralspecies (massige krystallinische sowie dichte Varietäten) oder diejenige der normalen Massengesteine ohne Andeutung von Parallelstructur.

In den bisher studirten Fällen wurde auf die Untersuchung solcher Aggregate Gewicht gelegt; leider ist die Beobachtungsreihe jedoch noch lange nicht so weit gediehen, um die wahren Durchschnittswerthe der Härte der behandelten Substanzen angeben zu können. Diesem Ziele stellt sich zumeist der Umstand hindernd in den Weg, dass die bei den Mineralen zumeist nöthigen orientirt geschnittenen, würfelförmigen Probestücke zur Ermittlung der Flächenhärte dreier aufeinander senkrecht stehender Ebenen nur schwer in genügender Grösse (Kantenlänge 1 bis 2 *cm*) zu beschaffen sind.

Ich musste mich daher zunächst darauf beschränken, eine Durchschnittshärte in erster Annäherung anzuführen, welche das Mittel der untersuchten Flächenhärten einiger ausgezeichneter Krystallflächen darstellt. Wo, wie oben erwähnt, Aggregate untersucht wurden, kann bei rein massiger Structur die Flächenhärte ohneweiters als Durchschnittshärte gelten.

---

[1]) „Ueber eine neue Methode der Härtebestimmung durch Schleifen." Anzeiger der k. Akad. d. Wissensch. in Wien. 1893, Nr. XI.

„Ueber die Härte. Vortrag geh. im Ver. zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. 33. Band. 1893, S. 605—650.

„Ueber eine neue Methode der Härtebestimmung der Mineralе, insbesondere jener des Diamanten". Vortrag. Verhandl. der 66. Versamml. deutsch. Naturf. u. Aerzte in Wien 1894. Abth. f. Mineralogie und Petrographie. S. 189.

„Ueber die Härte der Mineralien mit besonderer Berücksichtigung der Edelsteine." Vortrag. Monatsblätter des Wissenschaftlichen Club in Wien. 17. Jahrg. Nr. 2, S. 18.

[2]) Vgl. Sitzungsber. d. math.-physikal. Classe der kgl. bayr. Akademie der Wissenschaften 1884, S. 255, 258.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



Als neuen Vergleichsmassstab für die Härte stellte ich die **Durchschnittshärte des Korunds** auf, welche mit Rücksicht auf dessen hohen Härtegrad = 1000 gesetzt wurde.

Diese Wahl war eine Folge der ersten Untersuchungen, welche ich vor vier Jahren an den zehn Gliedern der Mohs'schen Härteskala vornahm, und welche ergeben hatten, innerhalb welch' enorm weiter Grenzen die Ausmasse der Härte dieser zehn Probekörper gelegen sind. Dass es sich bei der Aufstellung dieses neuen „Standards" für Härtegrössen nur um ein relatives Mass handelt, mag der neuen Untersuchungsmethode insolange nicht zum Nachtheil gereichen, als der Härtebegriff nicht in genügend zweifelloser Weise definirt erscheint, um ein absolutes Mass für dieselbe in leicht und praktisch experimentell ausführbarer Weise einführen zu können.

Hiezu möge kurz Folgendes bemerkt werden.

Den ersten Schritt in genannter Richtung hat Prof. Fr. Kick gethan, dessen Bestrebungen, Apparate zur Applicirung reiner Scheerfestigkeitsbeanspruchungen zu construiren, theilweise von Erfolg gekrönt waren [1]). Es gelang ihm solcherart nachzuweisen, dass die beiden Körper Schellak und Zinn bei 25° C. nahezu gleich hart seien und bei dieser Temperatur auch die gleiche Scheerfestigkeit aufweisen. Prof. Kick schliesst daraus, dass die Härte proportional, ja gleichbedeutend mit der Scheerfestigkeit sei, was allerdings den präcisesten Ausdruck für diesen Festigkeitsbegriff liefern und die Einführung des absoluten Masses sehr einfach gestalten würde. Leider ist es bisher nicht gelungen, solche Abscheerungsversuche auch auf spröde Mineralkörper auszudehnen, wodurch eine sichere Beweisführung auf experimenteller Basis geschaffen würde. Immerhin hat Prof. Kick damit den Weg gezeigt, nach welcher Richtung hin sich die Beobachtungen zur Feststellung des Wesens der Härte (im mechanischen Sinne) zu erstrecken hätten.

Insolange uns aber selbst bei den bekanntesten Mineralen wenn auch nur relative Masse für die Grösse ihrer Härte fehlen, welche es gestatten, dieselbe ziffermässig zum Ausdrucke zu bringen, wird es ein ausgedehntes Feld für weitere Untersuchungen bleiben, vorerst Relativwerthe zu ermitteln, weil dieselben, sowie erst einmal die Wechselbeziehungen zu den dermalen noch unbekannten, absoluten mechanischen Festigkeitsfactoren festgestellt sein werden, auf absolutes Mass reducirbar sind.

Es war nach dem Vorausgeschickten ein Irrthum, welcher der nicht mathematisch strengen Auffassung des Begriffes einer absoluten Masseinheit entspringt, wenn Prof. Pfaff durch die Einführung seiner wesentlich verbesserten Sklerometer, welche das Aushobeln einer Rinne von genau bestimmbarem Volumen an die Stelle des einfachen Ritzens mit einer Diamantspitze setzten, ein absolutes Mass für

[1]) Vgl. dessen Abhandlungen: „Ueber die ziffermässige Bestimmung der Härte und über den Fluss spröder Körper" Zeitschr. des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines 42. Jg. 1890, S. 1, sowie „Ueber Härtebestimmung", ebenda, 43. Jg. 1891, S. 60.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



die Härte gefunden zu haben glaubt, denn seine schliesslichen Härtezahlen sind auch nichts anderes als Relativwerthe, welche auf der willkürlichen Einheit, der Härte des Talkes (Spaltfläche) oder des Specksteins als Vergleichsmassstab beruhen. Dass dabei Wägungen des Substanzverlustes als Mittel dienen, um die Härtezahlen zu bestimmen, kann den letzteren noch nicht den Charakter absoluter Masse verleihen, ebensowenig wie diese Eigenschaft den von mir erhaltenen Relativwerthen zukommt, trotzdem ich mich ebenfalls der Wägung bediene, um die durch die gewählte Beanspruchungsart erzielten Wirkungen festzustellen.

Ich habe mir vorbehalten, anderenorts anlässlich einer ausführlicheren Studie über die mit Hilfe der vorher skizzirten Methode gefundenen Resultate auch eine kritische Beleuchtung derselben in dem Sinne zu geben, welche Vor- und Nachtheile sich an dieselbe im Vergleiche zu denjenigen des Pfaff'schen Mesosklerometers knüpfen[1]). Dass bei allen gegenwärtig für die Härtebestimmung in Gebrauch stehenden Methoden die wesentlich verschiedenen Beanspruchungsarten des untersuchten Probekörpers naturgemäss zu sehr differirenden Resultaten für dieselbe Substanz führen müssen, ist von vorneherein zu erwarten. Es zeigt dies am besten die nachstehende (S. 480 und 481) vergleichende Uebersicht der Resultate, zu welchen die bisher durchgeführten Versuche, die Glieder der Mohs'schen Skala ziffermässig auf ihre Härte zu prüfen, geführt haben.

Zur Ermöglichung eines Vergleiches der zuerst von R. Franz 1850 bestimmten ziffermässigen Werthe für die Mohs'schen Härtestufen mit den von Pfaff und nun von mir gefundenen Relationen habe ich die Beobachtungen der genannten Autoren auf die Korundhärte als Vergleichseinheit bezogen und auf Promille derselben umgerechnet. R. Franz betont in seiner Arbeit[2]), dass die von ihm gegebene Tabelle mittlere Zahlenwerthe enthalte, somit konnte seine Beobachtungsreihe an die von mir aufgestellte Vergleichszahl der mittleren Korundhärte (1000) angeschlossen werden. Pfaff's Untersuchung der vollkommensten Spaltungs- bezw. Absonderungsfläche dieses Minerals wieder gab den Anschluss an die von mir für dieselbe gefundene Härtezahl von 650. Die Zahlen in den Columnen für die Relative Härte, welche zu den Beobachtungsreihen der genannten zwei Autoren hinzugefügt erscheinen, wurden von mir den genannten Beziehungsgrössen proportional berechnet.

Aus den Resultaten der auf Seite 480 und 481 angeführten vergleichenden Tabelle ist Folgendes sofort ersichtlich:

[1]) Die betreffende ausführliche Darlegung aller Einzelheiten der Methode, sowie der Beobachtungen und des Genauigkeitsgrades derselben, welche zu den bisher bekannt gegebenen Resultaten der von mir ausgeführten Härtebestimmungen geführt haben, ist für die Sitzungsberichte d. k. Akademie der Wiss. in Vorbereitung.

[2]) „Ueber die Härte der Mineralien und ein neues Verfahren, dieselbe zu messen. Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. 80. Bd. 1850, Seite 51.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



1. Die ziffermässige Ermittlung des Härteumfanges der Mohs'schen Skala illustrirt neuerdings, innerhalb welch' enorm weiter Grenzen die zehn Härtetypen überhaupt gelegen sind.

Extrahirt man aus der Tabelle die Durchschnittszahlen der Relativen Härte für die einzelnen Härtestufen, so ergeben sich für Korund 1000 als Vergleichsmassstab die folgenden abgerundeten Werthe in erster Annäherung:

| | Mohs'sche Härtestufe | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | Relative Härte nach: | | | | | | | | | |
| Franz | — | — | $13\frac{1}{2}$ | 54 | 235 | 390 | 670 | 840 | 1000 | |
| Pfaff | $1\frac{1}{}$ | $13\frac{1}{2}$ | 24 | 38 | 72 | 200 | 300 | 460 | (1000) | |
| Autor | $\frac{1}{33}$ | $1\frac{1}{4}$ | $4\frac{1}{2}$ | 5 | $6\frac{1}{2}$ | 37 | 120 | 175 | 1000 | 140.000 |

In Bezug auf die Ermittlung der relativen Härte des Diamants sei bemerkt, dass dieselbe dadurch erhalten wurde, dass ein harter Körper (Sapphir, Topas, Quarz) einmal mit einer gewogenen Menge Korundpulver von bestimmter Korngrösse und ein zweitesmal mit der gleichen Menge Diamantpulver von derselben Korngrösse solange geschliffen wurde, bis das Schleifmaterial bis zur Unwirksamkeit ausgenützt war, so dass die Fortsetzung des Abschleifens durch mehrere Minuten kaum mehr eine Gewichtsverminderung um 1 *mg* bewirkte. Die bei diesem Vorgange erhaltenen beiden Abnützungswerthe des gewählten Probekörpers lieferten den Vergleichsmassstab für die Diamant- in Bezug auf die Korundhärte. Die widerholte Durchführung dieser Versuche ergab das auf den ersten Augenblick fast erstaunliche Resultat, dass der Diamant circa einhundert und vierzigmal härter als der Korund ist.

Das Verhältniss der Härte der äussersten Glieder der Mohs'schen Skala stellt sich nach den mitgetheilten Messungen auf

Talk: Diamant = 0·03 140.000 = 1 4,600.000.

Diese Relativzahl kennzeichnet am klarsten den Umfang, innerhalb dessen sich die Härtezahlen der starren Minerale bewegen.

2. Die einzelnen Stufen der Mohs'schen Härteskala stellen äberaus ungleichwerthige Intervalle von Glied zu Glied derselben dar.

Aus den Resultaten der vergleichenden Tabelle ist ersichtlich, welche grosse Ungleichmässigkeit die Differenz von einer zur nächstfolgenden Stufe der Skala besitzt, ein Umstand, der, wie bekannt, bereits Breithaupt veranlasste, die Mohs'sche zehngliedrige Skala in eine zwölfgliedrige umzugestalten, indem er zwischen die zweite und dritte Härtestufe den Talkglimmer und zwischen die fünfte und sechste Stufe den Skapolith als Zwischenstufen einschaltete.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



## I. Tabelle der relativen Härte der Glieder der Mohs'schen Skala.

| Härtegrad nach Mohs | Mineral | Untersuchte Fläche | R. Franz 1850 Ritzverfahren: Belastung der Sklerometerspitze in *gr*: Stahlspitze | Diamantspitze | Relative Härte, bezogen auf Korund, aus nebenstehenden Werthen berechnet | Fr. Pfaff 1884 Drehhobel: Relative Härte bezogen auf Speckstein 1 | Relative Härte, bezogen auf die Korundabsonderungsfläche 650 aus nebenstehenden Werthen berechnet | A. Rosiwal 1892 Schleif-Methode: Gewichtsverlust durch 100 *mg* Smirgel[1] in *mg* | Relative Härte aus den Gewichtsverlusten | Volums-Verlust durch 100 *mg* Smirgel in *mm*³ | Relative Härte aus den Volums-Verlusten |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | **Diamant** | Durchschnitt | — | | — | | | | 140.000 | | **140.000** |
| 9 | **Korund** | Durchschnitt | — | 51 | 1000 | | | 4·3 | **1.000** | 1·09 | **1.000** |
| | Sapphir, Ural | Basis u. Säule | — | | | | | 2·8 | 1.600 | 0·71 | 1600 |
| | Demantspath, Ceylon | Deutlichste Absonderungsfl. | | | | 340 | 650 | 6·6 | 650 | 1·67 | 650 |
| | $s = 3·95$ | | | | | | | | | | |
| 8 | **Topas**, Brasilien | Durchschnitt | | 43 | 843 | | | 22·2 | **194** | 6·27 | **174** |
| | | Endfläche | | | — | 240 | 459 | 28·0 | 154 | 7·91 | 138 |
| | | Säulenfläche | | — | — | — | | 16·5 | 260 | 4·66 | **234** |
| | $s = 3·54$ | | | | | | | | | | |
| | **Quarz** | Durchschnitt | | 34 | 667 | | | 24·6 | **175** | 9·28 | **117** |
| | | Basis | — | — | | 133 | 254 | 19·4 | 222 | 7·32 | 149 |
| | | Säulenfläche | | — | | 180 | 344 | 22·8 | 189 | 8·60 | 127 |
| | | Rhomboeder | — | — | | | — | 23·7 | 181 | 8·94 | 122 |
| | | Aggregat | — | | | — | | 33·5 | 128 | 12·64 | 86·2 |
| | $s = 2·65$ | | | | | | | | | | |
| 6 | **Adular** | Durchschnitt | 260 | 20 | 392 | | — | 72·6 | **59·2** | 29·6 | **36·8** |
| | | Basisfläche | — | | — | 100 | 191 | 93·1 | 46·2 | 38·0 | 28·7 |
| | | Längsfläche | — | — | | 109 | 208 | 76·6 | 56·1 | 31·2 | 34·9 |
| | | Querfläche | — | — | — | | | 48·2 | 89·2 | 19·6 | 55·6 |
| | $s$ 2·45 | | | | | | | | | | |

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | **Apatit** | Durchschnitt | 163 | 12 | 235 | — | — | 539·5 | **8·0** | 169 | **6·45** |
| | | Endfläche . | — | — | — | 28 | 53·5 | 562·4 | 7·6 | 176 | 6·20 |
| | | Säulenfläche | — | — | — | 48 | 91·8 | 472·0 | 9·1 | 148 | 7·36 |
| | | Aggregat | — | — | — | — | — | 584·0 | 7·3 | 183 | 5·95 |
| | *s* 3·19 | | | | | | | | | | |
| 4 | **Flussspath** | Durchschnitt . | 36 | — | 54 | — | — | 674·6 | **6·4** | 212 | **5·14** |
| | | Oktaederfläche . | — | — | — | 19·5 | 37·3 | 739·1 | 5·8 | 232 | 4·70 |
| | | Würfelfläche | — | — | — | 20 | 38·2 | 630·6 | 6·8 | 199 | 5·47 |
| | | Aggregat . | — | — | — | — | | 654·0 | 6·6 | 203 | 5·37 |
| | *s* 3·18 | | | | | | | | | | |
| 3 | **Kalkspath** | Durchschnitt | 9 | — | 13·5 | — | — | 657·0 | **6·5** | 241 | **4·50** |
| | | Endfläche . | | — | — | 3 | 5·7 | 501·0 | 8·6 | 184 | 5·92 |
| | | Rhomboederfl. | | — | | 8 | 15·3 | 1104·0 | 3·9 | 406 | 2·68 |
| | | Säulenfläche | — | — | — | 27 | 51·6 | (1010) 493·5 | 8·7 | 81 | 6·02 |
| | | | — | — | | | | (1120) 427·5 | 10·0 | 157 | 6·94 |
| | | Aggregat (Carrara-Marmor) | | | | — | — | 759·1 | 5·6 | 279 | 3·91 |
| | *s* 2·72 | | | | | | | | | | |
| 2 | **Steinsalz** | Durchschnitt | — | — | — | — | — | 1830 | **2·35** | 850 | **1·28** |
| | | Würfelfläche | — | — | | | 13·4 | 2165 | 2·0 | 1007 | 1·06 |
| | | Oktaederfläche . | | — | | — | — | 1640 [2]) | 2·64 | 770 | 1·40 |
| | | Aggregat | — | — | — | — | — | 1683 [2]) | 2·55 | 783 | 1·39 |
| | *s* 2·15 | | | | | | | | | | |
| (1 1/2) | (Gyps) | Durchschnitt | 1 | — | 2·3 | | — | 7377 [2]) | 0·58 | 3180 | 0·34 |
| | | Aggregat (Alabaster) | — | — | | — | — | 7860 [2]) | 0·55 | 3388 | 0·32 |
| | *s* 2·32 | | | | | | | | | | |
| (1 +) | (Speckstein) | Durchschnitt | — | — | — | 1 | 1·9 | 56000 [2]) | 0·076 | 21300 | 0·05 |
| | *s* 2·63 | | | | | | | | | | |
| 1 | **Talk** | Durchschnitt | | | | — | — | 95088 [2]) | **0·04** | 35218 | **0·03** |
| | 2·75 | | | | | | | | | | |

[1]) Mit reinem Korund von gleicher Korngrösse (0·2 *mm*) um ca. 40 Proc. mehr. Korundwerth der verwendeten Smirgelsorte (Reductionsfactor) $S_1$ 0·695 K. [2]) Durch Verwendung von Dolomit als Schleifmaterial indirect bestimmt.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



In der That sind nach den Relativhärten der gegebenen Tabelle gerade diese Intervalle ganz bedeutend grösser als diejenigen zwischen den nahe beisammen liegenden Mohs'schen Härtestufen 3, 4 und 5. Nach meinen w. u. angegebenen Untersuchungen der petrographisch wichtigsten Minerale wurden als Relativhärten der beiden genannten Breithaupt'schen Zwischenstufen in erster Annäherung die Werthe 2·1 (Biotit, Spaltbarkeit) und 18 (Skapolith, Durchschnitt) gefunden, wodurch sich die folgende Reihe für die Relativhärte der Glieder der Breithaupt'schen Skala ergibt:

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mohs | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | | 8 | 9 | 10 |
| Breithaupt | 1 | 2 | 4 | | 6 | 7 | | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Autor | | $1^1/_4$ | $4^1/_2$ | | $6^1/_2$ | 18 | 37 | 120 | 175 | 1000 | 140.000 |
| | | | | | | | ↑ | | ↑ | ↑ | |

Man sieht, dass die Intervalle zwischen 6 und 7 (Mohs) und ebenso zwischen 8 und 9, noch mehr aber jenes zwischen den letzten Gliedern Korund und Diamant noch vieler Einschaltungen bedürften, um die ganze Skala der natürlichen Härtetypen im Sinne Breithaupt's zu einer thunlichst gleichmässigen zu gestalten. Namentlich die grossen Härtedifferenzen der Sklerite bezw. der Edelsteine würden dies erfordern, wenn nicht das dem Bestreben Breithaupt's zu Grunde liegende Princip durch die längst ermittelte überaus grosse Variabilität der Härte verschiedener Flächen desselben Minerals und verschiedener Richtungen derselben Fläche gegenstandslos geworden wäre [1]).

Dem Bestreben, welches durch Einschaltung neuer Zwischenstufen ein gleichmässigeres Fortschreiten der Härtezunahme von Glied zu Glied beabsichtigt, steht eben die Beobachtung im Wege, dass sich manche der Mohs'schen Härtestufen viel zu nahe stehen,

[1]) Ueber einige Versuche, welche geeignet sind, die bestehenden Lücken zwischen den obersten Gliedern der Mohs'schen Härteskala auszufüllen, habe ich in meinem eingangs citirten Vortrage im Wissenschaftlichen Club in Wien berichtet. Nach diesen Ergebnissen lassen sich die von mir bisher untersuchten bekanntesten der sehr harten Körper in folgende Rangordnung bringen:

| | Härte für Korund 1000 |
|---|---|
| 1. Diamant | 140000 |
| 2. Krystallisirtes Bor | 10000 |
| 3. Kohlenstoffsilicium (Carborundum) | 4000 |
| 4. Sapphir | 1600 |
| 5. Korund (Durchschnitt) | 1000 |
| 6. Smirgel, beste Sorte | 800 |
| 7. Chrysoberyll | 640 |
| 8. Spinell | 450 |
| 9. Granat | 240 |
| 10. Beryll | 210 |
| 11. Topas | 175 |
| 12. Quarz | 120 |

Die hier angegebenen Zahlenwerthe sind auf Volumsverluste basiert, weichen also zum Theile von den seinerzeit angegebenen, bloss aus den Gewichtsverlusten abgeleiteten Relativhärten ab.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



bezw. dass Typen von ausgezeichneter Spaltbarkeit, also mit naturgemäss nach den verschiedenen Flächen und Richtungen sehr schwankender Härte gewählt wurden. Denn

3. Die Schwankungen der Härte einzelner Glieder der Mohs'schen Skala sind so gross, dass sie innerhalb des Schwankungsbereiches der Härte der Nachbarstufe fallen.

So fand Pfaff mit Hilfe seines Mesosklerometers die mittlere Flächenhärte des Flussspathes auf der Oktaeder- und Würfelfläche weniger gross (19·5 bezw. 20) als jene der Säulenfläche des Calcites (27), dessen Endfläche aber wieder bedeutend weicher (3) als die Würfelfläche des Steinsalzes (7). Meine eigenen Beobachtungen haben u. a. ergeben, dass namentlich die Mohs'schen Härtestufen 3 und 4 einander sehr nahe liegen, desgleichen dass, wie Pfaff angibt, die Säulenfläche des Calcites eine grössere mittlere Härte als die Flächen des Flussspathes besitzt. Die Angabe, dass die Calcit-Endfläche weicher als das Steinsalz sei, bezweifle ich, denn die Pfaff'sche Härtezahl für dieselbe (3) ist kleiner als jene der Rhomboederfläche (8), was doch dem Gesetze widerspricht, dass die vollkommenste Spaltungsfläche zugleich auch die geringste mittlere Flächenhärte des Minerals besitzen muss. Ich fand im Gegensatze hiezu die Endfläche ungefähr doppelt so hart (5·92) als die Rhomboederfläche (2·68). Auch Apatit und Flussspath stehen sich sehr nahe, so dass, wie ich fand, das Calcit-Deuteroprisma sogar den Durchschnittswerth für Apatit übertrifft! Ein anderes derartiges Beispiel bietet die geringe Härte der Topas-Endfläche, welche nur sehr wenig über den Durchschnittswerth für Quarz hinausgeht. Es ist kein Zweifel, dass fortgesetzte Bebachtungen noch manches interessante Material in dieser Hinsicht zu Tage fördern werden; jedenfalls mag die Berechtigung des von mir aufgestellten Härte-Standards durch die hier nur kurz angeführten Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen ihre Begründung finden.

Um einige weitere Beispiele der mit grosser Leichtigkeit und ohne speciell construirte Messapparate zu erhaltenden Mittleren Flächenhärte sehr bekannter Minerale zu liefern, habe ich die in der Tabelle auf Seite 484 und 485 angeführten, petrographisch wichtigsten Arten untersucht. Die dort angegebenen Relativhärten sind wieder auf Korund 1000 bezogen und stellen — dies sei wiederholt bemerkt — erste Näherungswerthe dar, welche erst durch vervielfachte Beobachtung auf ihren wahren Werth gebracht werden sollen. Da die Versuche zu verschiedenen Zeiten und mit verschiedenen Schleifmaterialien ausgeführt wurden, so war es wichtig, die erzielten Substanzverluste auf diejenigen durch Normal-Korundpulver zu reduciren. Die Angaben in den betreffenden Columnen weisen darauf hin. Die in der vorigen Tabelle enthaltenen Glieder der Mohs'schen Skala sind mit ihren Durchschnittszahlen herübergenommen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



## II. Tabelle der Härte einiger der petrographisch wichtigsten Minerale.

| Mineral | Fläche | Härte nach Mohs | Gewichtsverlust durch 100 *mg* Schleifmaterial in *mg* | | | Dichte | Volums-Verlust durch 100 *mg* Korund in $mm^3$ | Relative Härte für Korund 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Smirgel | | Korund | | | |
| | | | Sorte[1] | Gew.-Verlust | | | | |
| **Mineralien des regulären Systems.** | | | | | | | | |
| Pyrit . | 100 | $6^1/_4$ | II | 96·9 | 121 | 5·1 | 23·7 | 65·4 |
| Magnetit | 111 | 6 | II | 159·1 | 199 | 5·15 | 38·6 | 40·1 |
| Spinell | Durchschnitt | 8 | II | 9·5 | 11·9 | 3·50 | 3·4 | 456 |
| Fluorit . | | 4 | I | 674·6 | 964 | 3·18 | 303 | 5·1 |
| Granat Almandin | 111 | 7 + | — | — | 26·5 | 4·2 | 6·3 | 246 |
| Granat Pyrop. | Durchschnitt | 7·5 | | — | 24·6 | 3·75 | 6·5 | 238 |
| Leucit | | 6 | II | 66·0 | 82·5 | 2·47 | 33·4 | 46·4 |
| **Mineralien des tetragonalen Systems.** | | | | | | | | |
| Rutil | 001 | $6^1/_4$ | II | 31·4 | 39·2 | 4·25 | 9·2 | 168 |
| Rutil | 110 | | II | 38·9 | 48·6 | | 11·4 | 136 |
| Zirkon (Hyacinth) | Durchschnitt | 7·5 | II | 12·8 | 16·0 | 4·15 | 3·6 | 430 |
| Cassiterit | | 6—7 | II | 53·0 | 66·2 | 6·84 | 9·7 | 160 |
| Skapolith | 001 zu c | $5^1/_4$ | II | 234·7 | 293 | 2·65 | 111 | 14·0 |
| Skapolith | | | II | 147·5 | 184 | | 69·4 | 22·3 |
| Vesuvian | 111 | $6^1$ | II | 58·2 | 72·8 | 3·40 | 21·4 | 72·4 |
| **Mineralien des hexagonalen Systems.** | | | | | | | | |
| Eisenglanz | 0001 | 6 + | II | 62·3 | 77·9 | 5·30 | 14·7 | 105 |
| Hämatit | Faserung | 5 + | II | 209·4 | 261·7 | 4·9 | 53·4 | 29·0 |
| Korund | Durchschnitt | 9 | I | 4·3 | 6·14 | 3·95 | 1·55 | **1000** |
| Quarz | | 7 | I | 24·6 | 35·1 | 2·65 | 13·2 | 117 |
| Calcit | | 3 | I | 657·0 | 939 | 2·72 | 345 | 4·5 |
| Apatit | | 5 | I | 539·5 | 771 | 3·16 | 242 | 6·4 |
| Turmalin | 1010 | | II | 32·6 | 40·8 | 3·15 | 12·9 | 120 |
| **Mineralien des rhombischen Systems.** | | | | | | | | |
| Aragonit | 001 | $3^1/_2$ | II | 317·8 | 397 | 2·95 | 134 | 11·6 |
| Aragonit | 110 | | II | 625·0 | 781 | | 265 | 5·9 |
| Andalusit | Durchschnitt | 7 + | II | 19·2 | 24·0 | 3·20 | 7·5 | 207 |
| Topas . . | „ | 8 | I | 22·2 | 31·7 | 3·56 | 8·9 | 174 |
| Staurolith | 001 | 7 + | II | 47·9 | 59·9 | 3·74 | 16·0 | 96·8 |
| Hypersthen | 010 | 6 | II | 104·7 | 131 | 3·39 | 38·6 | 40·1 |
| Bronzit | 010 | 4—5 | II | 84·5 | 106 | 3·19 | 33·1 | 46·8 |
| Olivin . | Aggregat | 7— | | — | 56·4 | 3·41 | 16·5 | 94·0 |
| Cordierit | Durchschnitt | 7 + | II | 62·8 | 78·5 | 2·64 | 29·7 | 52·2 |
| Talk | | 1 | I | 95.088* | 118.860* | 2·74 | 42.940 | 0·03 |

[1]) Korundwerth der verwendeten Smirgelsorte I = 0·695 = rund 0·7.
Korundwerth der verwendeten Smirgelsorte II = 0·785 = rund 0·8.
* Durch Vermittlung von Dolomitpulver als Schleifmaterial indirect bestimmt.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



| Mineral | Fläche | Härte nach Mohs | Gewichtsverlust durch 100 *mg* Schleifmaterial in *mg* | | | Dichte | Volums-Verlust durch 100 *mg* Korund in $mm^3$ | Relative Härte für Korund = 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Smirgel | | Korund [2] | | | |
| | | | Sorte | Gew.-Verlust | | | | |
| **Mineralien des monoklinen Systems.** | | | | | | | | |
| Gyps | Durchschnitt | 1·5—2 | I | 7377 * | 10543 * | 2·32 | 4540 | 0·34 |
| Augit, basaltischer (von Boreslau | 001 | 5—6 | II | 50·4 | 63·0 | 3·45 | 18·3 | 84·7 |
| | 100 | | II | 57·0 | 71·2 | | 20·6 | 75·2 |
| | 110 | | II | 76·1 | 95·1 | | 27·5 | 56·4 |
| Augit, grüner | 001 | 5—6 | II | 37·2 | 46·5 | 3·35 | 13·9 | 111·5 |
| | 110 | | II | 123·0 | 156 | | 46·6 | 33·3 |
| Hornblende, basaltische (von Czernoschin) | 001 | 5—6 | II | 113·1 | 141 | 3·22 | 43·9 | 35·3 |
| | 010 | | II | 127·6 | 159 | | 49·5 | 31·3 |
| | 110 | | II | 192·5 | 241 | | 74·7 | 20·7 |
| Muscovit | Spaltung | 2—3 | II | 2100 * | 2625 | 2·85 | 921 | 1·7 |
| | | | II | 498 | 622 | | 218 | 7·1 |
| Biotit | | 2·5—3 | II | 1764 * | 2205 | 3·01 | 735 | 2·1 |
| | | | II | 577 | 721 | | 240 | 6·5 |
| Klinochlor | | 1·5—3 | II | 1575 * | 1969 | 2·68 | 735 | 2·1 |
| | „ | | II | 888 | 1110 | | 414 | 3·7 |
| Chlorit | Aggregat | 1—1½ | II | 3148 | 3935 | 2·78 | 1415 | 1·1 |
| Epidot | 001 | 6—7 | II | 66·2 | 82·7 | 3·39 | 24·4 | 63·5 |
| | 100 | | II | 52·4 | 65·5 | | 19·3 | 80·3 |
| | 010 | | II | 52·0 | 65·0 | | 19·2 | 80·7 |
| Titanit | Durchschnitt | 5¼ | II | 77·8 | 97·2 | 3·48 | 27·9 | 55·6 |
| Orthoklas | 001 | 6 | II | 106·5 | 133·1 | 2·57 | 51·8 | 30·0 |
| | 010 | | II | 68·4 | 85·6 | | 33·3 | 46·5 |
| | 110 | | II | 59·0 | 73·7 | | 28·7 | 54·0 |
| Adular | Durchschnitt | 6 | I | 72·6 | 104 | 2·45 | 42·3 | 36·8 |
| **Mineralien des triklinen Systems.** | | | | | | | | |
| Oligoklas | ⊥ zu c | 6 | II | 73·7 | 92·1 | 2·64 | 34·9 | 44·4 |
| | Prisma | | II | 73·2 | 91·5 | | 34·6 | 44·8 |
| | 010 | | II | 119·1 | 149 | | 56·4 | 27·5 |
| Labradorit | 001 | 6 | II | 103·3 | 129 | 2·71 | 47·6 | 32·6 |
| | 010 | | II | 91·2 | 114 | | 42·1 | 36·8 |
| | 100 | | II | 54·9 | 68·6 | | 25·3 | 61·3 |
| Cyanit | Durchschnitt | 5—7 | II | 71·5 | 89·4 | 3·60 | 24·8 | 62·5 |
| **Aggregate.** | | | | | | | | |
| Serpentin | Durchschnitt | 3—4 | I | 574 | 820 | 2·50 | 328 | 4·7 |
| Speckstein | „ | 1+ | I | 56000* | 80000 * | 2·63 | 30420 | 0·05 |

* Indirect bestimmt.

[2]) Die Gewichtsverluste durch Korund sind zumeist aus jenen durch Smirgel berechnet und somit bis zur Abführung der directen Versuche als bloss angenähert richtig zu betrachten.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



Die in der vorstehenden Tabelle angegebenen Mittleren Flächenhärten der petrographisch wichtigsten Minerale lassen bereits die Grenzen erkennen, innerhalb derer sich die Durchschnittshärte der Gesteine bewegen kann.

Es darf der geschilderten Methode der Härtebestimmung durch Schleifen wohl als wesentlichster Vortheil gegenüber den bisherigen sklerometrischen Methoden angerechnet werden, dass sie auf dem einfachsten Wege zu einer sehr präcisen ziffermässigen Bestimmung der Durchschnittshärte eines Gesteines führt, gleichviel ob dieses ein Aggregat eines einzigen Minerales oder ein Gemenge sehr verschiedener Bestandtheile darstellt.

In der gewählten Beanspruchungsart liegt eben die sicherste Gewähr dafür, dass richtige Durchschnittszahlen erhalten werden und damit eine Seite der Gesteinsuntersuchung Berücksichtigung findet, welche für die Zwecke der technischen Praxis von eminentester Bedeutung ist.

Die nähere Ausführung dieses Zieles der im Gang befindlichen Härteuntersuchungen muss ich mir für einen anderen Ort vorbehalten. Ich glaube hier bloss anführen zu dürfen, dass alle von Seiten der Technologen construirten Prüfungsmaschinen, wie solche seit der Pariser Ausstellung 1878 durch das Pariser Stadtbauamt bekannt geworden und von Prof. Bauschinger in München (1884) vervollkommnet worden sind, durch die Einfachheit des Toula'schen Principes der Härtebestimmung übertroffen werden. Ein zweiter wesentlicher Fortschritt gegenüber den erwähnten Methoden liegt darin, dass es möglich erscheint, derartige Härtebestimmungen von Steinbaumaterialien, an so verschiedenen Orten sie auch vorgenommen werden mögen, weil sie ohne Abhängigkeit von irgend einer maschinellen Vorrichtung sind, durch die gewählte neue Standard-Grösse der Korundhärte direct vergleichbar zu erhalten.

Es bedarf nicht erst eines Blickes auf die vorstehende Tabelle, um zu erkennen, dass der Grad der Eignung eines Gesteins zu einer technischen Nutzanwendung, bei welcher seine Abnutzbarkeit durch Abscheuern, Abrollen, Anstossen etc. in Frage kommt, naturgemäss zunächst von seinen mineralogischen Componenten bedingt sein muss. Es lassen sich aber für die einzelnen Gesteinsfamilien auf Grund der vorstehenden Beobachtungsreihe an den petrographisch wichtigen Mineralien sofort die Grenzen angeben, innerhalb derer ihre Durchschnittshärte gelegen sein wird.

So kann man den quarzreichen Eruptivgesteinen Granit und Quarz-, bezw. Felsitporphyr von vornherein einen Vorrang vor allen übrigen, namentlich den basischen Eruptivgesteinen zuerkennen und Relativhärten erwarten, welche zwischen der Quarz- und Feldspathhärte gelegen sind und bei zunehmendem Quarzgehalte sich jener der Quarzhärte (120 Promille des Korunds) annähern werden. Die frischen Gesteine von mittlerer Basicität würden um die Feldspathhärte (30—40 Promille des Korunds) schwanken, stark basische Gesteine jedoch wegen des sehr verschiedenen Grades ihrer secundären Umwandlung (Kaolinisirung, Chloritisirung, Carbonisirung u. s. w.)

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



bedeutende Schwankungen erwarten lassen. Es ist klar, dass bei den Schiefergesteinen die structurelle Differentirung bedeutende Härteunterschiede je nach der Lage der untersuchten Fläche liefern werden, dass ferner bei den klastischen Gesteinen die Art des Bindemittels als wesentlichster Factor zu demjenigen, welcher durch den materiellen Bestand der gebundenen Fragmente gegeben erscheint, hinzutritt.

Jedenfalls ist die Empfindlichkeit der geschilderten Methode der Härtebestimmung derart, dass alle diese hier nur kurz zu berührenden beeinflussenden Momente voll zur Geltung gelangen können und das schliessliche Durchschnittsresultat eine thatsächliche Resultante aller die Härte bestimmenden Factoren darstellt.

Gegenüber den zum Theil noch manchmal üblichen Angaben, wie beispielsweise jene, „die Härte des zur Untersuchung übergebenen Gesteines liege zwischen 5 und 6 (Mohs)", darf die dargelegte ziffernmässige Ermittlung der Durchschnittshärte, ausgedrückt durch Promille der Korundhärte, wohl als ein nicht belangloser Fortschritt bezeichnet werden, welcher gestattet, nicht nur verschiedene Gesteine miteinander, sondern auch Probestücke desselben Gesteines aus verschiedenen Lagen desselben Steinbruches für manche Benützungsart in ausschliesslich bestimmenden qualitativen Vergleich zu bringen. Ergänzend tritt dann noch die durch Ermittlung der Bohrfestigkeit[1]) zu erhaltende wichtige Härteprobe hinzu. Methoden der Praxis, wie beispielsweise jene der „Probepflasterungen", deren Zustand nach 5- bis 10-jähriger Benützung als Massstab für die Güte des verwendeten Materiales dient, dürften — so steht zu hoffen — nach und nach legendär werden.

Die folgende Tabelle gibt einen Theil der von mir bisher ermittelten Gesteinshärten. Die Variabilität der das Durchschnittsmass beeinflussenden Factoren (relative Menge der Bestandtheile, Structur, Verwitterungsgrad etc.) bedingt — es sei nochmals hervorgehoben — dass anscheinend gleiche Gesteine desselben Vorkommens sehr differente Werthe ergeben können. Gerade darin erblicke ich den praktischen Hauptvorzug der Methode[2]).

Durch die bisher erlangten Bestimmungen der Härte der petrographisch wichtigsten Minerale (Tabelle II) ist es aber auch möglich geworden, die Durchschnittshärte eines bestimmten Gesteines aus der Art und relativen Menge seiner Mineralcomponenten im voraus zu berechnen.

Wie dies auf einem sehr einfachen Wege, bloss durch die optische Gesteinsanalyse allein, ermöglicht wird, soll eine in Ausarbeitung begriffene Mittheilung binnen Kurzem erörtern.

---

[1]) Man vergl. meine Ausführungen hierüber in Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architektenvereines 1890, S. 115, sowie Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, 33. Band, S. 639.

[2]) Für die gütige Ueberlassung des Untersuchungsmateriales bin ich der Direction der k. k. geol. Reichsanstalt (Gesteine der Rosenbusch'schen Typensammlung) sowie Herrn Prof. F. Toula der k. k. technischen Hochschule in Wien (Minerale) wiederholt zu lebhaftem Danke verpflichtet.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



## III. Tabelle der Durchschnittshärte von Gesteinen.

Die fett gedruckten Härtezahlen bedeuten die innerhalb der betreffenden Gesteinsgruppe bisher beobachteten Extremwerthe (Maximum und Minimum).

| Gesteinsart und Fundort | Gewichtsverlust durch 100 *mg* Schleifmaterial in *mg* — Smirgel — Sorte | Smirgel — Gewichtsverlust | Korund | Dichte Näherungswerthe in ( ) | Volumsverlust durch 100 *mg* Korund in *mm*³ | Relative Härte für Korund = 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. Granitische Gesteine.** | | | | | | |
| **Granit**, Schärding | — | | 99·7 | | 37·2 | 41·7 |
| Perg bei Mauthausen | I | 60·0 | 85·7 | | 32·0 | 48·4 |
| Mauthausen (II. Qualität) | — | — | 131·1 | (2·68) | 48·9 | **31·7** |
| Triberg, Schwarzwald | I | 54·0 | 78·6 | | 29·3 | 52·9 |
| Vilshofen | | | 73·4 | | 27·4 | 56·6 |
| Freienstein | I | 43·6 | 62·3 | 2·70 | 23·1 | 67·1 |
| Zumberg { grau | — | — | 109·3 | (2·68) | 40·8 | **38·0** |
| Zumberg { roth | | | 82·1 | | 30·6 | 50·7 |
| „ Nabburg, Bayern | I | 64·2 | 91·7 | 2·65 | 34·6 | 44·8 |
| **Gneissgranit**, Bachergebirge | I | 65·5 | 93·6 | 2·70 | 34·7 | 44·7 |
| **Muscovitgranit (Aplit)**, Eisenbach bei Schemnitz | II | 59·2 | 74·0 | (2·64) | 28·0 | 55·3 |
| **Aplit**, quarzreich, Luchon, Pyrenäen | II | 45·5 | 56·9 | | 21·6 | 71·8 |
| **Turmalingranit (Greisen)**, Longstone, Cornwall | II | 41·3 | 51·6 | | 19·3 | **80·4** |
| **Greisen**, Schlaggenwald | I | 41·5 | 59·3 | | 22·1 | 70·1 |
| **Porphyrartiger Granit**, Beucha, Sachsen | II | 64·4 | 80·5 | (2·68) | 30·0 | 51·7 |
| „ Hohester, Maryland | II | 65·3 | 81·6 | | 30·4 | 51·0 |
| **Syenitische und dioritische Gesteine.** | | | | | | |
| **Syenit**, Plauen'scher Grund | II | 83·5 | 104·4 | 2·73 | 38·2 | 40·6 |
| **Glimmersyenitporphyr**, Fetteringen, Vogesen | II | 50·4 | 63·0 | (2·75) | 22·9 | **67·7** |
| **Diorit**, Chrast bei Chrudim, Böhmen | II | 100·5 | 125·6 | 2·94 | 42·7 | 36·3 |
| **Glimmerdioritporphyrit**, Vallé du Lys, Pyr. | II | 71·2 | 89·0 | (2·72) | 32·7 | 47·4 |
| **Augitminette (Glimmersyenit)**, St. Michaelis, Freiberg | II | 179·5 | 224·4 | (2·7) | 83·1 | **18·6** |
| **Vogesit**, Welschbruch, Barr, Vogesen | II | 135·2 | 169·0 | 2·93 | 57·7 | 26·9 |
| **Aschaffit**, Gailbuch, Aschaffenburg | II | 81·8 | 102·2 | (2·75) | 37·1 | 41·8 |
| **Hypersthenit (Gabbro)**, Primersdorf, Niederösterreich | I | 58·5 | 83·6 | 2·98 | 28·1 | 55·1 |
| **Olivingesteine.** | | | | | | |
| **Pikrit**, Schwarzenstein, Fichtelgebirge | II | 173 | 216·2 | 2·86 | 75·6 | 20·5 |
| „ Little Deer Island, Maine | II | 243 | 303·8 | 2·77 | 109·7 | 14·1 |
| **Hornblendepikrit**, Stony Point, N. Y. | II | 144 | 180·0 | 3·09 | 58·3 | 26·6 |
| **Lherzolith**, Arguenos, Hte. Garonne | II | 87 | 108·7 | 3·28 | 33·1 | **46·8** |
| **Bronzit-Peridot-Serpentin (mit Diallag)**, Terra di Zanschetto, Bologna | II | 134 | 167·5 | (2·9) | 57·8 | 26·8 |
| **Serpentin**, Rothengrub | I | 574 | 820·0 | (2·5) | 328·0 | **4·7** |

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



| Gesteinsart und Fundort | Gewichtsverlust durch 100 *mg* Schleifmaterial in *mg* Smirgel Sorte | Gewichtsverlust | Korund | Dichte Näherungswerthe in ( ) | Volumsverlust durch 100 *mg* Korund in *mm*³ | Relative Härte für Korund 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **4. Porphyre.** | | | | | | |
| **Porphyr**, Dossenheim bei Heidelberg | I | 59·0 | 84·3 | | 33·0 | 47·0 |
| **Mikrogranit**, Nossen, Sachsen . . | II | 48·3 | 60·4 | | 23·2 | 66·8 |
| Bruchhäuser Steine, Brilon | II | 38·3 | 47·9 | | 18·4 | 84·2 |
| Penhargate, Cornwall | II | 63·8 | 79·7 | (2·6) | 30·6 | 50·6 |
| Vallée d'Arran, Catalonien | II | 86·4 | 108·0 | | 41·5 | 37·3 |
| Dornreichenbach, Wurzen | II | 56·3 | 70·4 | | 27·1 | 57·2 |
| **Pyroxenporphyr**, Steinberg b. Grimma | II | 79·7 | 99·6 | 2·67 | 37·3 | 41·6 |
| **Felsit (Mikrogranit)**, Gwinear, Cornwall | II | 54·7 | 68·4 | | 26·3 | 58·9 |
| **Thonsteinporphyr**, Mohorn, Sachsen | II | 85·3 | 106·6 | (2·6) | 41·0 | 37·8 |
| **Granophyr**, Brusim Piano, Luganer See | II | 57·8 | 72·2 | | 27·8 | 55·8 |
| **Felsit-Pechstein**, Corbitz bei Meissen | II | 130·1 | 162·6 | 2·25 | 72·3 | 21·4 |
| „ Insel Arran . | II | 109·3 | 136·6 | (2·25) | 60·7 | 25·5 |
| **Felsophyr**, Rännas, Elfdalen, Schweden | II | 31·7 | 39·6 | | 15·2 | 102·0 |
| „ **(Granophyr)**, Grantolla-Cugliata, Luganer See . . . . | II | 94·8 | 118·5 | (2·6) | 45·6 | 34·0 |
| **Porphyrtuff**, Zeisigwald, Chemnitz | II | 333·4 | 416·8 | 2·62 | 159·1 | 9·8 |
| **5. Porphyrite und Melaphyr.** | | | | | | |
| **Hornblendeporphyrit**, Wilsdruff, Dresden | II | 113·6 | 142·0 | 2·56 | | 27·9 |
| „ Melide - Carona, Luganer See | II | 82·3 | 102·9 | (2·65) | 38·8 | 40·0 |
| **Hornblendeporphyrit**, Maroggia-Bissone, Luganer See . . | II | 97·0 | 121·2 | | 45·7 | 33·9 |
| **Spilitdiabas**, zersetzt, Sechshelden, Nassau . . . . . | II | 152·5 | 190·6 | (2·8) | 68·1 | 22·8 |
| **Diabasporphyrit (Spilit)**, Dillenburg | II | 226·0 | 282·5 | | 100·9 | 15·4 |
| **(Proterobas)** (Silberberg bei Hof) . | II | 156·0 | 195·0 | | 67·2 | 23·1 |
| **Augitporphyrit**, Bufaure, Fassa, Tirol | II | 184·5 | 230·6 | (2·9) | 79·5 | 19·5 |
| **Uralitporphyrit**, Mulat, Fassathal | II | 70·7 | 88·4 | | 30·5 | 50·9 |
| **Glasiger Augitporphyrit (Diabaspechstein)**, Weisselberg . . . | II | 103·5 | 129·4 | | 48·8 | 31·8 |
| **Weisselbergit (Augitfelsophyrit)**, Kirn, Nahe . . . | II | 119·7 | 149·6 | (2·65) | 56·4 | 27·5 |
| **Melaphyr**, Ilfeld, Harz . . | II | 98·6 | 123·2 | (2·70) | 45·6 | 34·0 |
| **Melaphyr-Mandelstein**, Oberstein, Nahe | II | 228·8 | 286·0 | | 105·9 | 14·6 |
| **6. Trachyte.** | | | | | | |
| **Liparit (Rhyolith)**, Glashütte, Chemnitz | II | 153·8 | 192·2 | | 76·9 | 20·1 |
| **Quarz - Sanidin - Trachyt (Liparit)**, Kis Kapus, Siebenbürgen | II | 88·8 | 111·0 | (2·50) | 44·4 | 34·9 |
| **Liparit-Perlit**, Hlinik, Ungarn . | II | 116·0 | 145·0 | 2·37 | 61·2 | 25·3 |
| **Liparit-Obsidian**, Maravatio, Mexiko | II | 87·0 | 108·7 | (2·40) | 45·3 | 34·2 |
| „ Obsidian Cliff, Yellowstone, Nat. Park . | II | 85·0 | 106·2 | 2·44 | 43·5 | 35·6 |

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



| Gesteinsart und Fundort | Gewichtsverlust durch 100 *mg* Schleifmaterial in *mg* Smirgel Sorte | Gewichtsverlust | Korund | Dichte Näherungswerthe in ( ) | Volumsverlust durch 100 *mg* Korund in *mm*³ | Relative Härte für Korund 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sanidin-Oligoklas-Trachyt**, Drachenfels Siebengebirge . . . . | II | 224·1 | 280·1 | | 107·7 | 14·4 |
| **Sanidin-Oligoklas-Trachyt**, Perlenhardt, Siebengebirge . . . | II | 160·0 | 200·0 | (2·60) | 76·9 | 20·2 |
| **Sanidin-Oligoklas-Trachyt**, Montselice, Euganeen . . . | II | 134·0 | 167·5 | | 64·4 | 24·1 |
| **Trachyttuff (Bimssteintuff)**, Bartos Lehotka, Kremnitz | II | 1394·0 | 1742 | (2·55) | 683 | 2·27 |
| Phonolithe und Leucitite. | | | | | | |
| **Phonolith**, Mileschauer | II | 152·8 | 191·0 | (2·55) | 75·0 | 20·7 |
| **(Nephelin-Nosean Ph.)**. Lobositz | II | 133·8 | 167·2 | | 65·6 | **23·6** |
| **Leucittephrit**, Rocca monfina | II | 151·7 | 189·6 | 2·57 | 73·8 | 21·0 |
| **Leucitophyr**, Rieden, Laacher See | II | 177·8 | 222·2 | (2·55) | 87·1 | 17·8 |
| **Dacittuff**, feinschiefrig, Klausenburg | II | 2152·0 | 2690 | | 1055 | **1·47** |
| 8. Andesite. | | | | | | |
| **Hornblendeandesit**, Hirschberg, Siebengebirge . . . . | II | 178·0 | 222·5 | (2·70) | 82·4 | 18·8 |
| **Hornblendeandesit**, Kriegersgarten bei Wölferding | II | 468·0 | 585 | | 216·7 | 7·15 |
| **Grünsteintrachyt**, Schemnitz | II | 135·6 | 169·5 | 2·63 | 64·5 | 24·0 |
| **Prophylit (Kugelgrünsteintr.)**, Stefanschacht, Schemnitz . | II | 727·0 | 908·7 | 2·54 | 358 | **4·33** |
| **Augitandesit**, Bagonya, Ungarn | II | 110·0 | 137·5 | (2·70) | 50·9 | 30·5 |
| **Hypersthenandesit**, Buffalo Peaks, Colorado | II | 90·3 | 112·9 | 2·74 | 46·3 | **33·5** |
| 9. Basalte. | | | | | | |
| **Feldspathbasalt**, Berestowice, Wolhynien | | | 121·7 | 2·94 | 41·4 | 37·4 |
| **Basalt**, Redwitz, Oberfranken | I | 149·1 | 213·0 | 2·90 | 73·4 | 21·1 |
| „ Petersberg, Siebengebirge | II | 94·7 | 118·4 | (2·90) | 40·8 | 38·0 |
| **Olivinbasalt**, Bobenhausen, Hessen | II | 117·0 | 146·2 | | 50·4 | 30·8 |
| **Bronzitbasalt (Augitandesit)**, Vieska an der Gran . . | II | 82·3 | 102·9 | | 35·5 | **43·7** |
| **Olivinbasalt** (in **Augitit** var.), Schlüsselburg, Mittelgebirge . | II | 113·3 | 141·6 | | 48·8 | 31·8 |
| **Hyalobasalt**, Gethürms, Vogelsberg | II | 101·8 | 127·2 | (2·70) | 47·1 | 32·9 |
| **Palagonittuff**, Aci Castello, Sicilien | II | 230·7 | 288·4 | (2·60) | 110·9 | **14·0** |
| **Nephelinbasanit**, Kleine Priessen | II | 138·2 | 172·7 | (2·90) | 59·5 | 26·0 |
| **Nephelinbasanitoid**, Stalberg, Rhön | II | 110·0 | 137·5 | | 47·4 | 32·7 |
| **Leucitbasalt (Lava)**, Kunkskopf, Laacher See . . . | II | 111·2 | 139·0 | 2·854 | 48·7 | 31·8 |
| **Leucitbasalt (Lava) Tuff**, Bausenberg, Laacher See . . . . . | II | 120·2 | 150·2 | (2·84) | 52·9 | 29·3 |

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



| Gesteinsart und Fundort | Gewichtsverlust durch 100 *mg* Schleifmaterial in *mg* Smirgel Serie | Smirgel Gewichtsverlust | Korund | Dichte Näherungswerthe in ( ) | Volumsverlust durch 100 *mg* Korund in *mm*³ | Relative Härte für Korund = 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nephelinbasalt**, Scheibenberg b. Schettau | II | 122·2 | 152·7 | (2·95) | 51·8 | 29·9 |
| Kletschnerberg, Böhmen | II | 145·8 | 182·2 | | 61·8 | 25·1 |
| „ Mosenberg, Manderscheid, Eifel | II | 94·7 | 118·4 | | 40·1 | 38·6 |
| **Limburgit**, Hasenberg, Böhmen | II | 121·5 | 151·9 | (2·90) | 52·4 | 29·6 |
| Sasbach am Kaiserstuhl | II | 126·7 | 158·4 | | 54·6 | 28·4 |
| **10. Kalksteine.** | | | | | | |
| **Krystallinischer Kalk** von Primersdorf, Nied.-Oesterr. (ähnlich dem Sterzinger Marmor) | I | 772 | 1103 | (2·7) | 408 | 3·80 |
| **Dichter Kalk**, Impfingen, Baden | I | 572 | 817 | 2·70 | 302 | 5·13 |
| „ (Hallstätter Kalk) | I | 637 | 910 | (2·65) | 343 | 4·52 |
| „ „ (Istrianer Kalk) | I | 683 | 975 | (2·64) | 369 | 4·20 |
| **Kalkmergel** von Solenhofen | II | 652 | 815 | 2·61 | 312 | 4·97 |
| **Leithakalke:** | | | | | | |
| Kaiserstein | I | 560 | 800 | 2·55 | 313 | 4·95 |
| Margarethener (II. Qualität) | I | 1750 | 2500 | 1·95 | 1282 | 1·21 |
| Breitenbrunner | I | 4675 | 6680 | 1·83 | 3650 | 0·42 |
| **11. Sandsteine.** | | | | | | |
| **Feinkörniger Buntsandstein**, Lauterecken bei Kaiserslautern | I | 304 | 434 | 2·25 | 193 | 8·03 |
| **Silurischer Grauwackensandstein** bei Richenburg, Ostböhmen | II | 83·5 | 104·4 | 2·77 | 37·7 | 41·1 |
| **Magurasandstein**, Koritschan, Mähren I. Qualität | II | 80·7 | 100·9 | 2·719 | 37·1 | 41·8 |
| **Magurasandstein**, Koritschan, Mähren II. Qualität | II | 249·3 | 311·6 | 2·543 | 122·5 | 12·7 |
| **Wiener Sandstein**, fester | II | 89·2 | 111·5 | 2·612 | 42·7 | 36·3 |
| weicher | II | 447·1 | 558·9 | 2·602 | 214 | 7·24 |
| **12. Schiefergesteine.** | | | | | | |
| **Granitgneiss (Rother Gneiss)**, Neustadtl, Mähren. | | | | | | |
| Schieferungsfläche | II | 67·5 | 84·4 | 2·626 | 32·1 | 48·3 |
| Querbruch | II | 65·5 | 81·9 | | 31·2 | 49·7 |
| **Biotitschiefer**, Trpin b. Bistrau, Böhmen | | | | | | |
| Schieferungsfläche | II | 105·3 | 131·6 | 2·732 | 48·1 | 32·2 |
| Querbruch | II | 88·0 | 110·0 | | 40·2 | 38·5 |
| **Amphibolit**, Marienbad | | | | | | |
| Schieferungsfläche | II | 142·3 | 177·9 | 3·044 | 58·5 | 26·5 |
| Querbruch | II | 81·4 | 101·7 | | 33·4 | 46·4 |
| **Glimmerphyllit**, Oels, Mähren | | | | | | |
| Schieferungsfläche | II | 3411 | 4264 | 2·787 | 1530 | 1·01 |
| Längsbruch | II | 1445 | 1806 | | 648 | 2·39 |
| **Wetzsteinschiefer**, Frankreich | | | | | | |
| Schieferungsfläche | II | 2046 | 2558 | 2·64 | 969 | 1·60 |
| Querbruch | II | 664 | 829 | | 314 | 4·94 |
| **Thonschiefer (Dachschiefer)**, Marienthal, Kl. Karpathen | | | | | | |
| Schieferungsfläche | II | 3575 | 4470 | 2·75 | 1625 | 0·95 |
| Querbruch | II | 1896 | 2370 | | 862 | 1·80 |

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: 1896

Autor(en)/Author(s): Rosiwal August

Artikel/Article: Neue Untersuchungsergebnisse über die Härte von Mineralien und Gesteinen 475-491