



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 Gesteinen¹⁾.

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. Toulou 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 Reductions-factor — 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.

Probekörper besteht dabei aus einem, mit einer ebenen und fein zu-
gearbeiteten (jedoch nicht polirten) Schlißfläche versehenen Bruch-
stücke 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 berech-
nete Volumsverlust liefert den reciproken Werth der Relativ-
härten, wie dies in einer Reihe vorhergehender Mittheilungen kurz
dargethan wurde¹⁾.

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, eben-
falls Mittelwerthe liefernden „Mesosklerometers“ von Pfaff²⁾
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 Symme-
trieverhältnisse desselben Rücksicht genommen werden muss. Einen
sehr zutreffenden Durchschnitt liefert vorkommendenfalls schon die
mittlere Flächenhärte eines homogenen Aggregates wiewol 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 Durch-
schnittswerthe 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 geschnit-
tenen, würfelförmigen Probestücke zur Ermittlung der Flächen-
härte 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 ausge-
zeichneter Krystallflächen darstellt. Wo, wie oben erwähnt, Aggregate
untersucht wurden, kann bei rein massiger Structur die Flächenhärte
ohnweiters 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 naturwissen-
schaftlicher Kenntnisse in Wien. 33. Band. 1893, S. 605–650.

„Ueber eine neue Methode der Härtebestimmung der Mine-
rale, 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 Berück-
sichtigung 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.

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 welcher enorm weiten 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 präzisesten 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 dormalen 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.

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 knüpfen¹⁾. 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 vornherein 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 Arbeit²⁾, 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- bzw. 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.

1. Die ziffermässige Ermittlung des Härteumfanges der Mohs'schen Skala illustriert neuerdings, innerhalb welch' enorm weiter Grenzen die zehn Hårtetypen 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	—	—	13½	54	235	390	670	840	1000	
Pfaff	1½	13½	24	38	72	200	300	460	(1000)	
Autor	⅓	1¼	1¼	5	6½	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

$$\text{Talk: Diamant} = 0.03 \quad 140.000 = 1 \quad 4.600.000.$$

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.

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

Härtegrad nach Mohs	Mineral	Untersuchte Fläche	R. Franz 1850 Ritzverfahren			Fr. Pfaff 1884 Drehhobel		A. Rosiwal 1892 Schleif-Methode			
			Belastung der Sklerometer- spitze in <i>gr</i>		Relative Härte, bezogen auf Korund, aus nebenstehenden Werten berechnet	Relative Härte bezogen auf Speckstein 1	Relative Härte, bezogen auf die Korundabschleifungs- fläche 650 aus nebenstehenden Werten berechnet	Gewichtsverlust durch 100 <i>mg</i> Smirgel ¹⁾ in <i>mg</i>	Relative Härte aus den Gewichtsverlusten	Volums-Verlust durch 100 <i>mg</i> Smirgel in <i>mm</i> ³	Relative Härte aus den Volums-Verlusten
			Stahls- spitze	Diamant- spitze							
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 Demantspath, Deutlichste Ab- Ceylon sonderungsfl. <i>s</i> = 3.95	—	—	—	340	650	2.8 6.6	1.600 650	0.71 1.67	1600 650
8	Topas, Brasilien	Durchschnitt	—	43	243	—	—	22.2	194	6.27	174
		Endfläche . Säulenfläche	—	—	—	240 —	459 —	28.0 16.5	154 260	7.91 4.66	138 234
	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 Aggregat	—	—	—	—	—	23.7 33.5	181 128	8.94 12.64	122 86.2
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	2.8	76.6	56.1	31.2	34.9
		Querfläche	—	—	—	—	—	48.2	89.2	19.6	55.6
	<i>s</i>	2.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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	—	—	—	—	—	534·0	7·3	183	5·95
	s 3·19										
4	Flusspath	Durchschnitt	36	—	54	—	—	674·6	6·4	212	5·14
		Oктаederfläche	—	—	—	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
		Aggregat (Car-rara-Marmor)	—	—	—	—	—	(1120) 427·5	10·0	157	6·94
	s 2·72							759·1	5·6	279	3·91
2	Steinsalz	Durchschnitt	—	—	—	—	—	1830	2·35	850	1·28
		Würfelfläche	—	—	—	—	13·4	2165	2·0	1007	1·06
		Oктаederfläche	—	—	—	—	—	1640 ²⁾	2·64	770	1·40
		Aggregat	—	—	—	—	—	1633 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 (Ala-baster)	—	—	—	—	—	7860 ²⁾	0·55	3388	0·32
	s 2·32										
(1 +)	(Speckstein)	Durchschnitt	—	—	—	1	1·9	56000 ²⁾	0·076	21800	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.

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 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{2}$		6 $\frac{1}{2}$	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.

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-Deutroprisma 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 Beobachtungen 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.

II. Tabelle der Härte einiger der petrographisch wichtigsten Minerale.

Mineral	Fläche	Härte nach Mohs	Gewichtsverlust durch 100 mg Schleifmaterial in mg		Dichte	Volumen-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 ⁺ / ₄	—	—	26.5	4.2	6.3	246
	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	{ 001 110	{ 6 ¹ / ₄ 6	{ II II	{ 31.4 38.9	{ 39.2 48.6	{ 4.25 4.15	{ 9.2 3.6	{ 168 430
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 5	{ II II	{ 234.7 147.5	{ 293 184	{ 2.65 2.65	{ 111 69.4	{ 14.0 22.3
	Vesuvian	111	6 ¹ / ₄	II	58.2	72.8	3.40	21.4
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	{ 001 110 }	{ 3 ¹ / ₂ 3	{ II II	{ 317.8 625.0	{ 397 781	{ 2.95 2.65	{ 134 265	{ 11.6 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	171
Staurolith	001	7 ⁺ / ₄	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	34.5	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 Dolomitspulver als Schleifmaterial indirect bestimmt.

Mineral	Fläche	Härte nach Mohs	Gewichtsverlust durch 100 mg Schleifmaterial in mg		Dichte	Volumen-Verlust durch 100 mg Korund in mm ³	Relative Härte für Korund = 1000	
			Smirgel	Korund				
			Sorte	Gew.-Verlust	2)			
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	34·7
	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, basal- tische (von Czer- nosching)	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	5½/4	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		33·8	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.								

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 präzisen ziffermässigen Bestimmung der Durchschnittshärte eines Gesteines führt, gleichviel ob dieses ein Aggregat eines einzigen Mineralen 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) vervollkommenet worden sind, durch die Einfachheit des Toulas'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 Nutzenanwendung, 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.)

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 ziffermässige 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 Bohrfestigkeit¹⁾ 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 Methode²⁾.

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. Toulal der k. k. technischen Hochschule in Wien (Minerale) wiederholt zu lebhaftem Danke verpflichtet.

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 <i>mg</i> Schleif- material in <i>mg</i>		Dichte Näherungswerte in ()	Volumenverlust durch 100 <i>mg</i> Korund in <i>mm</i> ³	Relative Härte für Korund = 1000
	Smirgel				
	Sorte	Gewichts- verlust			

1. Granitische Gesteine.						
Granit, Schärding	—	99·7	(2·68)	37·2	41·7	
Perg bei Mauthausen	I	60·0		85·7	32·0	48·4
Mauthausen (II. Qualität)	—	—		131·1	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
{ roth	—	—	92·1		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	(2·68)	19·3	80·4
Greisen, Schlaggenwald	I	41·5	59·3		22·1	70·1
Porphyrtartiger Granit, Bencha, Sachsen	II	64·4	80·5		30·0	51·7
Hohester, Mary- land	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, Fettingen, 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
Glimmerdioritporphyr, Vallée du Lys, Pyr.	II	71·2	89·0	(2·72)	32·7	47·4
Augitminette (Glimmersyenit), St. Mi- chaelis, 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

Olivinegesteine.						
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
Lherzolite, 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

Gesteinsart und Fundort	Gewichtsverlust durch 100 mg Schleif- material in mg		Dichte in ()	Volumenverlust durch 100 mg Korund in mm ³	Relative Härte für Korund 1000
	Sorte	Gewichts- verlust			

4. Porphyre.					
Porphy, Dossenheim bei Heidelberg	I	59.0	81.3	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	30.6	50.6
Vallée d'Arran, Catalonien	II	86.4	108.0	41.5	37.3
Dornreichenbach, Würzen	II	56.3	70.4	27.1	57.2
Pyroxenporphyr, Steinberg b. Grimma	II	79.7	99.6	37.3	41.6
Felsit (Mikrogranit), Gwinear, Cornwall	II	54.7	63.4	26.3	58.9
Thonsteinporphyr, Mohorn, Sachsen	II	85.3	106.6	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	72.3	21.4
Insel Arran	II	109.3	136.6	60.7	25.5
Felsophyr, Rännas, Elfdalen, Schweden	II	31.7	39.6	15.2	102.0
(Granophyr), Grantolla-Ung- lata, Luganer See	II	94.8	118.5	45.6	34.0
Porphyrtuff, Zeisigwald, Chemnitz	II	333.4	416.8	159.1	9.8

5. Porphyrite und Melaphyr.

Hornblendeporphyr , Wilsdruff, Dresden	II	113.6	142.0	2.56	27.9
Melide - Carona,					
Luganer See	II	82.3	102.9	38.8	40.0
Hornblendeporphyr , Maroggia-Bissone,					
Luganer See	II	97.0	121.2	45.7	33.9
Spilitdiabas , zersetzt, Sechshelden,					
Nassau	II	152.5	190.6	68.1	22.8
Diabasporphyr (Spilit), Dillenburg	II	226.0	282.5	100.9	15.4
(Proterobas) (Silber- berg bei Hof)	II	156.0	195.0	67.2	23.1
Augitporphyr , Bufaure, Fassa, Tirol	II	184.5	230.6	79.5	19.5
Uralitporphyr , Mulat, Fassathal	II	70.7	88.4	30.5	50.9
Glasiger Augitporphyr (Diabaspech- stein), Weisselberg	II	103.5	129.4	48.8	31.8
Weisselbergit (Augitfelsophyr) , Kirm,					
Nabe	II	119.7	149.6	56.4	27.5
Melaphyr , Ilfeld, Harz	II	98.6	123.2	45.6	34.0
Melaphyr-Mandelstein , Oberstein, Nabe	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	44.4	34.9
Liparit-Perlit , Hlinik, Ungarn	II	116.0	145.0	61.2	25.3
Liparit-Obsidian , Maravatio, Mexiko	II	87.0	103.7	45.3	34.2
" Obsidian Cliff, Yellow- stone, Nat. Park	II	85.0	106.2	43.5	35.6

Gesteinsart und Fundort	Gewichtsverlust durch 100 mg Schleif- material in mg			Dichte Näherungswerte in ()	Volumsverlust durch 100 mg Korund in mm ³	Relative Härte für Korund
	Sorte	Gewichts- verlust	Korund			
Sanidin-Oligoklas-Trachyt , Drachenfels Siebengebirge	II	224·1	280·1	(2·60)	107·7	14·4
Sanidin-Oligoklas-Trachyt , Perlenhardt, Siebengebirge	II	160·0	200·0		76·9	20·2
Sanidin-Oligoklas-Trachyt , Montselice, Euganeen	II	134·0	167·5		64·4	24·1
Trachyttuff (Bimssteintuff) , Bartos Le- hotka, Krennütz	II	1394·0	1742	(2·55)	683	2·27

Phonolithe und Leucitite.

Phonolith , Mileschauer (Nephelin-Nosean Ph.), Lo- bositz	II	152·8	191·0	(2·55)	75·0	20·7
Leucitcephrit , Rocca montina	II	133·8	167·2		65·6	23·6
Leucitophyr , Rieden, Laacher See	II	151·7	189·6	(2·57)	73·8	21·0
Dacittuff , feinschiefrig, Klausenburg	II	177·8	222·2		87·1	17·8
	II	2152·0	2690	(2·55)	1055	1·47

8. Andesite.

Hornblendeandesit , Hirschberg, Sieben- gebirge	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)	64·6	24·0
Prophyllit (Kugelgrünsteintr.) , Stefan- schacht, Schemnitz	II	727·0	908·7		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	46·8	33·5

9. Basalte.

Feldspathbasalt , Berestowice, Wollhynien			121·7	2·94	41·4	37·4
Basalt , Redwitz, Obertranken	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 , Bobenhansen, 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.) , Schlüssel- burg, Mittelgebirge	II	113·3	141·6	(2·70)	48·8	31·8
Hyalobasalt , Gethürms, Vogelsberg	II	101·8	127·2		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, Laa- cher 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

Gesteinsart und Fundort	Gewichtsverlust durch 100 <i>mg</i> Schleif- material in <i>mg</i>			Dichte Näherungswerte in ()	Volumsverlust durch 100 <i>mg</i> Korund in <i>mm</i> ³	Relative Härte für Korund = 1000
	Smirgel	Sorte	Korund			
Nephelinbasalt, Scheibenberg b. Schettau Kletschnberg, Böhmen Mosenberg, Mander- scheid, Eifel Limburgit, Hasenberg, Böhmen Sasbach am Kaiserstuhl	II	122.2	152.7	{ (2.95)	51.8	29.9
	II	145.8	182.2		61.8	25.1
	II	94.7	118.4	{ (2.90)	40.1	38.6
	II	121.5	151.9		52.4	29.6
	II	126.7	158.4		54.6	28.4

10. Kalksteine.

Krystallinischer Kalk von Primersdorf, Nied.-Oesterr. (ähnlich dem Ster- zinger 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)	348	4.52
" (Istrianer Kalk)	I	688	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	0.12

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 , I. Qualität	II	80.7	100.9	2.719	37.1	41.8
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) , Neustadt, 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	105.8	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	341.1	426.4	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) , Marien- thal, Kl. Karpathen						
Schieferungsfläche	II	3575	4470	2.75	1625	0.95
Querbruch	II	1896	2370		862	1.80