Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1883. Heft I.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1883.

In Commission bei G. Franz.

Herr v. Gümbel reicht eine Abhandlung des corresp. Mitgliedes Fr. Pfaff ein:

„Versuche die absolute Härte der Mineralien zu bestimmen."

Dass ein sehr grosser Unterschied in der Härte der verschiedenen Mineralien bestehe, war den Alten schon ebenso gut bekannt wie der Umstand, dass in manchen Fällen der einfache Versuch, ein solches Mineral zu ritzen, ein sehr gutes Mittel gewähre, seine Identität festzustellen. Das praktische Bedürfniss des Mineralogen führte nun bald dazu, ein einfaches Maass für die verschiedenen Härtegrade zu suchen. Werner war der erste, der auch eine bestimmte Definition für den Begriff „Härte" aufstellte, nemlich als den Widerstand, den die Theilchen des Körpers einem in sie eindringen wollenden anderen entgegensetzen. Damit war nun auch ein Weg gegeben, die Härte genauer zu messen, doch dauerte es noch lange, ehe man Versuche machte, die Härte genauer zu untersuchen. Das praktische Bedürfniss, sie für die Bestimmung der Mineralspecies mit zu verwenden, legte es natürlich sehr nahe, eine Anzahl von verschieden harten Mineralien als willkürliches Maass für die Härte der andern auszuwählen. So entstand die erste Härteskala durch Hauy, der bald die noch jetzt gebräuchliche ganz gut ausreichende von Mohs mit ihren 10 Härtegraden folgte. Erst mit Frankenheim's Dissertation vom Jahre 1829 beginnen die Versuche in genauerer Weise die Härte zu messen. Er ver-

wendete noch bloss mit der Hand über die Krystallflächen geführte Nadeln aus verschieden harten Metallen und das messende war eigentlich nur das Gefühl der Hand; einen Schritt weiter ging bald darauf Seebeck 1833, indem er die Nadeln mit Gewichten belastete und bestimmte, welches Minimum der Belastung hinreiche, um einen eben noch bemerkbaren Ritz in der Krystallfläche zu erzeugen. Zugleich machte er auch noch auf eine andere Methode aufmerksam, nemlich die, bei constanter Belastung der feststehenden ritzenden Spitze, das Gewicht zu bestimmen, welches nöthig ist, den auf einer möglichst leicht beweglichen Unterlage sich befindenden Krystall unter der Spitze wegzuziehen.

Theoretisch betrachtet sind beide Methoden gleich leistungsfähig; denn offenbar beruht die erste auf dem Principe, das Gewicht zu bestimmen, welches bei den verschiedenen Mineralien den gleichen Effect, eben noch bemerkbares Eindringen, hervorruft, die zweite auf dem, den durch das gleiche Gewicht erzeugten verschiedenen Effect, das ungleiche Eindringen der Spitze, der eben durch die verschiedene Härte bedingt ist, durch die verschiedene zu seiner Ueberwindung nöthige Kraft zu messen.

Denn offenbar ist im ersten Falle das Verhältniss der Härte der verschiedenen Mineralien zu einander direct wie das der aufgelegten Gewichte, im zweiten Falle dagegen verhält sich die Härte umgekehrt wie die verwendeten Gewichte.

In der Praxis hat man bis jetzt jedoch fast nur die erste Methode verwendet, da bei der zweiten der zu überwindende Widerstand durch die nie unveränderlich zu erhaltende, also einen wechselnden Widerstand erzeugende Reibung des Krystallträgers sich nicht mit genügender Sicherheit bestimmen lässt.

Nach dem ersteren Principe haben nun Grailich und Pekárek einen Apparat construirt, und einige Versuche damit

ausgeführt [1]), mit einem wesentlich gleichen hat dann Exner seine Untersuchungen vorgenommen und in einer von der k. Akademie der Wissenschaften in Wien gekrönten Preisschrift 1873 veröffentlicht. Dieselben erstrecken sich über 17 krystallisirte Substanzen, darunter jedoch nur 7 Mineralien. Die mit grosser Sorgfalt durchgeführten Versuchsreihen ergaben sehr interessante Resultate hinsichtlich der Verschiedenheit der Härte und des Verhältnisses der Härte auf den einzelnen Krystallflächen, aber keine Anhaltspunkte, um auch nur die Härte verschiedener Krystallflächen eines und desselben Minerals genau miteinander vergleichen zu können. Exner macht selbst den Ausspruch, dass er es für unmöglich halte, auf diese Weise die absolute Härte der Mineralien zu bestimmen. Und man braucht auch in der That nur ein paar seiner Versuchsreihen anzusehen, um sofort zu erkennen, wie berechtigt dieser sein Ausspruch sei. So findet sich z. B. als das Minimalgewicht zum Ritzen einer Kalkspathrhomboëderfläche für eine Diamantspitze nach den verschiedenen Richtungen derselben 20—40 Centigr., während für eine Würfelfläche des Flussspathes (Nr. 40) nur 5—8 nöthig gefunden wurden, so dass demnach der Flussspath 4—5 mal weicher als Calcit erschiene.

Der Grund dieser auf den ersten Blick sehr befremdenden Thatsache, der auch die Unmöglichkeit, auf diese Weise die Härte verschiedener Mineralien mit einander zu vergleichen, klar erkennen lässt, ist der, dass hier als Maass der Wirkung die Wahrnehmbarkeit derselben aufgestellt ist. Nun kann sich aber Jeder durch wenige Versuche leicht überzeugen, worüber auch alle Beobachter einig sind, dass die Wahrnehmbarkeit des Geritztseins einer Krystallfläche sehr von den übrigen physikalischen Eigenschaften eines Krystalles,

1) Sitzungsber. der k. k. Akad. d. Wiss. zu Wien. Bd. XIII. S. 410

wie Farbe, Glanz u. s. w. abhängt, und nicht allein von der Tiefe des Ritzens, so dass die Unterschiede in der Härte auf diese Weise wohl genau für eine und dieselbe Fläche, aber nicht für verschiedene Flächen oder gar verschiedene Krystalle gefunden werden können.

Auch die zweite der oben angegebenen Methoden, selbst wenn sie fehlerfrei ausgeführt werden könnte, würde nicht zum Ziele führen, indem sie uns höchstens das Verhältniss der Härte verschiedener Mineralien zu messen gestattete, aber nicht die absolute Härte. Immerhin wäre das schon ein grosser Gewinn und ich versuchte Anfangs diese Methode zu verbessern. Man kann dies auch leicht dadurch, dass man den bei derselben unvermeidlichen Fehler, der aus dem veränderlichen Reibungswiderstande des Krystallträgers hervorgeht, in seinem Einflusse auf das Resultat bedeutend verringert. Dies geschieht dadurch, dass man statt einer Spitze auf den Krystall gleichzeitig mehrere einwirken lässt. So habe ich denn 7 Diamantspitzen in der Art verbunden, dass 4 in einer, 3 in einer zweiten Reihe unmittelbar neben einander standen und zwar die 3 in den Zwischenräumen jener 4 wirkten. So erhielt man dann 7 sehr nahe liegende feine Ritzen, wenn der Krystall unter den Spitzen wegbewegt wurde. Offenbar wird hier der von dem Krystalle ausgehende Widerstand gegen die Fortbewegung genau in demselben Verhältnisse wie die Zahl der Spitzen vermehrt, während der von der Fortbewegung des Krystallträgers für sich herrührende der gleiche bleibt, wie bei einer Spitze. Man erhält auf diese Weise schon viel brauchbarere Werthe für die Vergleichung der Härte verschiedener Mineralien. Ich bin jedoch bald zu einer andern Methode übergegangen, welche uns in ganz sicherer Weise die absolute Härte der verschiedenen Mineralien zu messen gestattet und, wenn ich mich nicht sehr täusche, für die Molekular- und Krystallphysik noch sehr wichtige Resultate liefern wird. Ich will

dieselbe, ehe ich einige damit gefundene Resultate mittheile, kurz auseinander setzen.

Halten wir an der oben gegebenen Definition von Härte fest, so können wir sagen: die Aufgabe für eine brauchbare Methode der Härtebestimmung ist die, zu ermitteln, wie tief dringt bei constanter Belastung eine constant bleibende Spitze oder Schneide in die verschiedenen Krystalle ein.

Eine directe Messung der Tiefe des Eindringens einer Diamantspitze bei mässiger Belastung, wie sie ja bei solchen Versuchen nur angewendet werden kann, ist nun nicht wohl möglich, aber wir können dennoch auf einem Umwege dies erreichen, und die Tiefe des Eindringens einer solchen Spitze selbst bei den härtesten Mineralien bei mässiger Belastung ermitteln, und zwar in folgender Weise.

Denken wir uns, wir hätten einen genau meiselförmig geformten Diamantsplitter von der Breite eines Millimeters. Wir führen nun denselben stets in senkrechter Lage, seine Schneide stets genau horizontal und in derselben Orientirung mit constantem Drucke über die horizontale Krystallfläche, wir wollen annehmen 20 mm weit, so wird bei mässiger Belastung ein kaum bemerkbares Eindringen stattfinden. Wiederhole ich nun dieses Hinfahren über den Krystall 100 Mal oder 1000 Mal, so wird die Vertiefung 100 oder 1000 Mal tiefer. Wiege ich den Krystall vor dem Ritzen und nach demselben, so wird mir die Gewichtsdifferenz der beiden Wägungen, wenn ich das specifische Gewicht des Krystalles kenne, ganz genau die Tiefe der Rinne bestimmen lassen, da ja das Gewicht des weggeritzten Pulvers dividirt durch das specifische Gewicht des Krystalles das Volumen der abgekratzten Theile, deren Ausdehnung in unserem Falle 20 qmm beträgt, in Kubikmillimetern angiebt. Nehme ich nun an, was ja angenommen werden muss, dass unser Diamantmeisel beim jedesmaligen Ueberfahren des Krystalles unter gleicher Belastung gleich viel von demselben abhobelt, also um den

gleichen Betrag jedesmal tiefer eindringt, so erhalte ich leicht die Tiefe eines einmaligen Eindringens bei dieser Belastung, wenn ich die aus dem Gewichtsverluste der 20 qmm berechnete Gesammttiefe mit der Zahl der Ueberfahrungen dividire.

Man sieht auch ohne Weiteres, dass diese Methode den grossen Vortheil bietet, durch Vergrösserung der abgehobelten Fläche und durch beliebige Vermehrung der Zahl der Ueberhobelungen das Resultat nach Belieben sicherer zu gestalten, indem wenn 20 qmm und 100 mal wiederholtes Hobeln kein ausreichendes Resultat für die Gewichtsbestimmung liefert, beim folgenden Versuche über 100 qmm 500 mal oder noch öfter der Diamant geführt werden kann.

Nach diesem Principe nun habe ich eine Reihe von Krystallen auf ihre Härte geprüft und theile hier zunächst die Resultate mit, welche die Mineralien der Mohsischen Härteskala bis herauf zum Quarze geliefert haben. Ich werde eine genauere Beschreibung des dafür construirten Apparates in einer späteren Mittheilung liefern, da ich eben noch einige kleine, aber für den Gebrauch des Instrumentes sehr zweckmässige Verbesserungen an demselben anbringen lasse, die sich eben bei meinen bisherigen Untersuchungen mit demselben als wünschenswerth herausgestellt haben, und bemerke zum Verständniss der folgenden Angaben nur folgendes:

Der zum Abhobeln verwendete Diamantsplitter war in ein cylindrisches Messingstäbchen gefasst. Dasselbe stand stets senkrecht und ging ganz nahe seinem unteren Ende durch die Platte eines Schlittens, so dass es leicht in derselben auf- und abgleiten aber nicht wackeln oder sich drehen konnte, während es 5 cm ober der Platte nochmals durch eine durchbohrte Messingplatte ging, welche von einer auf derselben Schlittenplatte stehenden Säule getragen wurde und die Vorrichtung enthielt, welche das Drehen des Stäb-

chens um seine Achse verhinderte, ohne irgendwie seine leichte Beweglichkeit in senkrechter Richtung zu hemmen. Unter dieser Schlittenplatte befand sich nun der Krystall auf einem durch Stellschrauben, drehbare Scheibe, und kleinerer Schlitten zur Regulirung der Stellung des Krystalles versehenen Träger. An dem den Diamant tragenden Schlitten waren Hemmvorrichtungen, welche gestatteten den Gang desselben auf 20 oder 15 mm Länge u. s. f. zu fixiren. Der Schlitten mit dem Diamanten wurde nun mit der Hand langsam in möglichst gleichem Tempo hin und her bewegt, so dass ungefähr 1 Secunde zu einem Hin- und Herschieben der Platte verwendet wurde. Das Gewicht des Diamantenhalters, der oben einen kleinen Bleimantel trug, war etwas über 16 Gramme. Bei den weicheren Krystallen wurden in der Regel Streifen von 15 mm Länge und 3 mm Breite abgehobelt, bei den härteren wurde die Breite doppelt so gross genommen. Die Zahl der Hin- und Herbewegung des Schlittens variirte von 10 bis 50. Nach je 10 bis 50 Hin- und Hergängen wurde durch eine feine Mikrometerschraube der Krystall um $^1/_{10}$ mm rechtwinklig zum Wege des Diamanten vorgeschoben, so dass also darnach jeder Streifen von 1 mm Breite 100—500 mal (das letztere nur beim Bergkrystall) überhobelt wurde. Wie gleichmässig die Abtragung auch bei weicheren Krystallen geschieht, davon überzeugte ich mich bei Gyps und Glimmer unter dem Mikroskope. Wählt man hier dünne von parallelen Flächen begrenzte Platten, die also im polarisirten Lichte nur eine Farbe erkennen lassen, so sieht man dann nach dem Abhobeln den Streifen unter dem Mikroskope im polar. Lichte wiederum ganz gleichmässig einfärbig, natürlich aber mit andrer Farbe erscheinend.

Mit Ausnahme von Gyps und Glimmer wurden alle Krystallflächen möglichst fein vor dem Versuche geschliffen, da die natürlichen Flächen in einer Ausdehnung von min-

destens 15 mm Länge selten ganz eben bei andren als den genannten Krystallen zu finden sind.

Mit der grössten Sorgfalt wurden selbstverständlich die Wägungen vorgenommen, und zwar jedesmal vor wie nach dem Versuch an sämmtlichen Krystallen zweimal, zuerst in der Linken, dann in der rechten Wagschale. Das arithmetische Mittel [1]) zwischen je 2 solchen unmittelbar nach einander gemachten Wägungen wurde dann für die Rechnung zu Grunde gelegt. Leider stand mir bisher keine Wage zu Gebote, die weniger als $^1/_2$ Milligramme zuverlässig angegeben hätte, es sind daher für Quarz und Feldspath die Härtezahlen noch etwas unsicher, ich hoffe jedoch in meiner nächsten Mittheilung diesem Mangel nachhelfen zu können, indem ich bis dahin wohl eine feinere $^1/_{10}$ Milligramme noch angebende Wage zur Verfügung haben werde. Nach diesen Bemerkungen gehe ich nun zu einer kurzen Angabe der wichtigeren, bis jetzt gefundenen Resultate über:

1. Talk.

Flächeninhalt des gehobelten Streifens 45 mm Länge, 15 mm Breite. Verschieben des Krystalls mit der Mikrometerschraube um $^1/_{10}$ mm nach je 10 Hin- und Hergängen des Schlittens. Gewichtsverlust 8 mgr. Das Resultat ist deswegen wohl nicht ganz zuverlässig, weil am Ende des Streifens das abgehobelte Material ähnlich wie bei einem zähen Metalle noch etwas hängen blieb und nicht, wie bei den übrigen Krystallen mit einem feinen Pinsel völlig be-

1) Bekanntlich ist bei etwas ungleicher Länge der Balken, wie sie in geheizten Räumen leicht eintreten kann, eigentlich das wahre Gewicht gleich der Q.-Wurzel aus dem Producte der beiden Gewichte auf den 2 Wagschalen, doch ist bei so geringen Differenzen zwischen den letzteren, wie sie hier nur vorkommen können, dasselbe dem arithmetischen Mittel gleich zu setzen.

seitigt werden konnte. Die Tiefe des Streifens berechnete sich darnach, das specifische Gewicht des Talkes zu 2,75 angenommen, für 1000 Hin- und Hergänge zu 6,40 mm.

2. Gyps.

a) Parallel dem II. Bruch auf der Fäche des I. Bruches. Flächeninhalt des gehob. St. 64 qmm. Zahl der Hin- und Hergänge vor der Verschiebung 20. Gewichtsverlust 19 mgr.

Tiefe des gehob. Streifens auf 1000 Gänge berechnet 6,40.

b) Gyps parallel dem III. Bruch. Flächeninhalt des gehobelten Sreifens 70, Zahl der Hobelgänge 10, Gewichtsverlust 8. Spec. Gewicht 2,31.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 4,94.

3. Kalkspath.

a) Rhomboëderfläche parallel der kurzen Diagonale. Flächeninhalt des gehob. Streifens 80, Zahl der Gänge 25, Gewichtsverlust 7 mgr. Spec. Gewicht 2,72.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 1,28.

b) Rhomboëderfläche ‖ der Querdiagonale. Flächeninhalt und Zahl der Gänge wie bei a). Gewichtsverlust 12,5 mgr.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 2,30.

c) Auf der I. Säulenfläche: horizontal (parallel Achse a). Flächeninhalt des gehob. Streifens 70, Zahl der Gänge 25. Gewichtsverlust $2^3/_4$ mgr.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,57 mm.

d) I. Säulenfläche: senkrecht (parallel der Hauptachse c). Flächeninhalt des Streifens 75, Zahl der Gänge 25. Gewichtsverlust nur $^1/_2$ mm vollkommen übereinstimmend bei mehreren Versuchen.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,10 mm.

e) Gerade Endfläche parallel der Linie, welche die Spaltungsrichtung auf der Endfläche bildete. Flächeninhalt

des gehob. Streifens 77,5, Zahl der Gänge 20. Gewichtsverlust 26,5 mgr.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 6,30 mm.

Das Resultat ist nicht ganz sicher, die Fläche hobelte sich insoferne schlecht, als offenbar kleine, vom Abspringen der Rhomboëdereckchen entstandene Vertiefungen sich bildeten, welche tiefer als die Diamantschneide hinabreichten und das Resultat etwas zu hoch erscheinen lassen. In diesem Falle scheint eine geringere Belastung des Diamanten angezeigt.

Noch mehr war dieses Ausspringen bemerkbar in der Richtung senkrecht zu der Richtung e; auch hier muss mit geringerer Belastung gearbeitet werden. Um jedoch die verschiedenen Mineralien mit einander vergleichbar zu erhalten, habe ich bis jetzt solche Versuche mit geringerer Belastung noch nicht vorgenommen, werde sie aber noch anstellen.

4. Flussspath.

a) Octaëderfläche parallel den Kanten. Flächeninhalt des gehob. Streifens 70 qmm, Zahl der Gänge 40, Gewichtsverlust 4,75 mgr. Spec. Gewicht 3,18.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,65 mm.

b) Würfelfläche parallel der Kante H : O. Flächeninhalt des gehob. Streifens 80 qmm, Zahl der Gänge 20. Gewichtsverlust 5 mgr.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,95 mm.

c) Würfelfläche parallel der Würfelkante. Flächeninhalt und Zahl der Gänge = b). Gewichtsverlust 1 mgr.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,19 mm.

5. Apatit.

a) Gerade Endfläche senkrecht zu 2 Säulenflächen (∥ s). Flächeninhalt des gehob. Streifens 80 qmm, Zahl der Gänge 25, Gewichtsverlust 4,75. Spec. Gewicht 3,20.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,72 mm.

b) I. Säule parallel a (horizontal). Flächeninhalt des gehob. Streifens 100 qmm, Zahl der Gänge 25. Gewichtsverlust 4,5.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,56 mm.

c) I. Säule parallel c (senkrecht). Flächeninhalt des gehobelten Streifens 75, Zahl der Gänge 25. Gewichtsverlust 0,5 mgr.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,08.

Auch diese Resultate, namentlich die unter a) und b) enthaltenen, sind nicht ganz sicher. Der Krystall zeigte wie alle grösseren Apatite vielfach feine Risse, deren Ränder der Diamant etwas mehr angreifen muss. Die Resultate a) und b) sind daher wohl im Sinne einer geringeren Tiefe etwas zu corrigiren.

6. Adular.

a) Auf der Fläche P parallel der Achse b (Orthodiagonale). Flächeninhalt des gehob. Streifens 90, Zahl der Gänge 30, Gewichtsverlust 0,5. Spec. Gewicht 2,50.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,07 mm.

b) Auf derselben Fläche parallel a (Klinodiagonale). Flächeninhalt des gehob. Streifens und Zahl der Gänge = a). Gewichtsverlust 0,25 mgr.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,035.

c) Auf der Fläche M parallel der Achse a. Flächeninhalt des gehob. Streifens 90, Zahl der Gänge 35. Gewichtsverlust 0,25 mgr.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,030.

d) Auf M parallel der Kante M : T. (c). Flächeninhalt des gehob. Streifens 76 qmm, Zahl der Gänge 40. Gewichtsverlust 0,5 mgr.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,065.

Diese Resultate sind alle deswegen unsicher, weil der Gewichtsverlust mit der mir zu Gebote stehenden Wage natürlich nicht genau zu bestimmen war und gerade hier ein Fehler von auch nur $^1/_8$ mgr. das Resultat erheblich beeinträchtigt. Die Belastung dürfte hier etwas höher genommen, oder die Zahl der Gänge bedeutend erhöht werden.

7. Bergkrystall.

a) Endfläche. Flächeninhalt des gehobelten Streifens 120 qmm, Zahl der Gänge 50, Gewichtsverlust 0,4 mgr. Spec. Gewicht 2,65.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,024 mm.

b) Säulenfläche parallel der Hauptachse. Flächeninhalt und Zahl der Gänge = a). Gewichtsverlust 0,2.

Die Endfläche hobelte sich noch ganz gut, so dass am Ende des Streifens sich noch eine ziemliche Menge feinen Staubes ansammelte.

Bei der Säulenfläche war die Menge des Staubes kaum mehr als ein kleiner Wall bemerkbar und wurde nur seiner Menge nach im Verhältniss der Menge von a auf $^1/_5$ mgr geschätzt. Darnach berechnete sich die Tiefe des Streifens für 1000 Gänge auf 0,012 mm.

Die schon für Adular und Bergkrystall unsicheren Werthe liessen mich davon absehen, mit dem Diamanten bei so geringer Belastung Versuche an Topas und Korund vorzunehmen.

Von andren erwähne ich hier nur noch

8. den Glimmer (bräunlicher von N. Yook).

a) Parallel einem der feinen Spältchen, die nach Reusch durch einen Schlag auf einen Körner erzeugt werden. Flächeninhalt des gehobelten Streifens 80 qmm, Zahl der Gänge 15, Gewichtsverlust 5 mgr. Spec. Gewicht 2,8.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 1,48 mm.

b) Senkrecht auf der Richtung a. Flächeninhalt des gehob. Streifens 80 qmm, Zahl der Gänge 20. Gewichtsverlust 4 mgr.

Tiefe auf 1000 Gänge berechnet 0,90 mm.

Lassen wir nun die Voraussetzung als richtig gelten, dass die Härte der Mineralien genau im umgekehrten Verhältnisse zu der bei gleicher Belastung und gleicher Zahl der Gänge der Diamantenschneide über die Krystallfläche erzeugten Tiefe der Hobelrinne sei, so würden wir aus den vorstehenden Tiefenwerthen folgende Härtegrade, die des Talkes als 1 angenommen, erhalten:

Talk (Spaltungsfläche)				1
Gyps ‖ II. Bruch			(Vers. 2 a)	1
„ ‖ III. Bruch			(Vers. 2 b)	1,3
Kalkspath Endfläche			(Vers. 3 e)	1,01
„ Rhomboëderfl.	Querdiagonale		(Vers. 3 b)	2,7
„ „	Poldiagonale		(Vers. 3 a)	5,00
„ Säulenfläche	‖ a		(Vers. 3 c)	11,2
„ „	‖ c		(Vers. 3 d)	64,0
Flussspath Würfelfläche	‖ Kante H : O		(Vers. 3 b)	6,7
„ Octaëderfl.			(Vers. 4 a)	9,8
„ Würfelfl.	‖ Würfelkante		(Vers. 4 c)	33,6
Apatit Endfläche	‖ 5		(Vers. 5 a)	8,8
„ Säulenfl.	‖ a		(Vers. 5 b)	11,4
„ „	‖ c		(Vers. 5 c)	80,0
Adular auf P	‖ b		(Vers. 6 a)	91,4
„ „ M	‖ c		(Vers. 6 d)	98,4
„ „ P	‖ a		(Vers. 6 b)	182,8
„ „ M	‖ a		(Vers. 6 c)	213,0
Bergkrystall auf Endfläche			(Vers. 7 a)	266
„ „ Säule			(Vers. 7 b)	536

Wenn nun auch die letzten Zahlen noch manche Correction erfahren dürften, welche in Folge einer Verbesserung

des Verfahrens an der Hand der vorliegenden Erfahrungen leicht zu bewerkstelligen sind, so ist doch jedenfalls durch dieselben der Beweis geliefert, dass der eingeschlagene Weg der richtige ist, und dass man auf demselben sicher zu dem Ziele, die absolute Härte der Mineralien bestimmen zu können, gelangen wird. Ich hoffe bald im Stande zu sein, eine Reihe anderweitiger und sicherer Beobachtungen nach dieser Methode mittheilen zu können, an die sich dann besser, als an die vorliegenden die Discussion allgemeiner Fragen in Beziehung auf die Härte anschliessen lässt.