

Versuche die mittlere Härte der Krystalle mittelst eines neuen Instrumentes, des Mesosklerometers, zu bestimmen.

Von

Fr. Pfaff.

(Vorgetragen am 30. Juli 1883.)

Bei der Bestimmung der absoluten Härte der Krystalle sind es vor Allem zwei Verhältnisse, deren Ermittlung zunächst sich wünschenswerth macht. Das erste ist die Verschiedenheit der Härte an einem und demselben Krystalle auf den verschiedenen Flächen desselben und auf einer und derselben Fläche in verschiedenen Richtungen; das andre ist die Verschiedenheit der Härte der verschiedenen Krystalle auf gleichen Flächen.

Das erstere giebt uns den Einfluss der Structur der Krystalle zu erkennen, das zweite den Einfluss der chemischen Verschiedenheit bei gleicher oder wenigstens sehr ähnlicher Structur, wie wir sie sicher bei den isomorphen Körpern annehmen dürfen.

Für die Untersuchungen der ersten Art bedürfen wir eines genauen Resultate gebenden Apparates, welcher gestattet nach jeder beliebigen Richtung die Härte eines Krystalles zu messen, wie es der Apparat, den ich hier vorzuzeigen mir erlaube, über dessen Einrichtung und Princip ich schon in einer früheren Mittheilung das Wichtigste bemerkte, zur Zufriedenheit gestattet.

Schon durch ältere Untersuchungen und ganz besonders durch die von Grailich und Pekárek so wie durch die ausgedehnteren von Exner schien festgesetzt, dass es wesentlich die Spaltbarkeit der Krystalle sei, welche die Härteunterschiede an einem und demselben Krystalle nach verschiedenen Richtungen bestimme. Hiebei kommt es dann wesentlich noch darauf an, ob die zu untersuchende Fläche von den Spaltungsrichtungen rechtwinklig oder schiefwinklig durchschnitten wird und auf die Güte der Spaltungsrichtungen. Krystalle ohne Spaltbarkeit zeigen nach Exner auch keine Unterschiede in der Härte auf ihren Flächen.

Bei Flächen, welche rechtwinklig von Spaltungsrichtungen durchzogen werden, ergeben sich keine Unterschiede in der Härte in einer Richtung, im positiven oder negativen Sinne der

Bewegung, die Härtecurven sind stets symmetrisch, das Gegentheil findet bei schiefwinkligen Spaltungsrichtungen statt. Exner hat ausserdem aus seinen Beobachtungen noch 7 Gesetze für die Abhängigkeit der Härtemaxima und Härteminima abgeleitet, als besonders wichtig die, dass die Härteminima in die Richtung der Blätterdurchgänge mit der fraglichen Fläche fallen, dagegen die Maxima bei dem Vorhandensein mehrerer Spaltungsrichtungen stets in dem Winkel zwischen diesen liegen.

Da die Methode, welcher sich Exner wie seine Vorgänger bedienten, keine sehr genauen Resultate geben kann, so habe ich es mir angelegen sein lassen, zunächst für die 3 verschiedenen Fälle die Angaben Exners zu prüfen, nemlich an Mineralien mit rechtwinklig auf einer Fläche stehenden Spaltungsrichtungen, dann an solchen mit schiefwinklig stehenden und an solchen, die von keiner durchzogen werden. Ich wählte hiezu Gyps, Kalkspath und unterschwefelsaures Blei. Aus diesen und zunächst andern meiner Untersuchungen geht nun hervor, dass allerdings die Spaltbarkeit von grossem Einflusse sei, in den meisten Fällen aber die von Exner abgeleiteten Gesetze über die Lage der Härtemaxima und Minima nicht zutreffen, ja dass diese oft gerade die entgegengesetzte Lage haben, insoferne als das Härtemaximum in die Richtung fällt, in welcher nach Exner das Härteminimum liegen sollte und umgekehrt das Härteminimum in die Richtung, in welcher nach ihm das Maximum liegen sollte.

Ein Blick auf die nach den einzelnen Beobachtungen in verschiedenen Richtungen construirten Härtecurven z. B. auf der Rhomboëderfläche des Kalkspathes, der Fläche P des Gypses zeigt dieses sofort. Beim Kalkspathe sehen wir z. B. das Härtemaximum parallel der Rhomboëderkante, das Minimum in der Richtung der Poldiagonale vom Randeck nach dem Polecke zu gelegen.

Beim Gypse fällt das Maximum in die Richtung des dritten Blätterbruches T, wo nach Exner das 2te Minimum liegen sollte, und das Minimum in die Richtung zwischen M und T, näher an T, wo nach demselben nahezu das Maximum liegen sollte. Auch die Härtecurven auf den übrigen Flächen des Kalkspathes wie des Gypses entsprechen nicht den von Exner aufgestellten Gesetzen über die Lage der Maxima und Minima, die er aus seinen Beobachtungen unter den Voraussetzungen ableitete, dass

die Leichtigkeit oder Güte der Spaltbarkeit eines Minerals abhängen von der Zahl der auf gleicher Weglänge enthaltenen Spalten und dass die Härte einer Fläche proportional der auf gleicher Weglänge von der ritzenden Spitze übersprungenen Zahl von solchen Spalten sich ändere.

Ebenso zeigten meine Untersuchungen am unterschwefelsauren Blei, das Exner als Beispiel eines nicht spaltbaren Minerals untersuchte und dem er eine kreisförmige Härtecurve, also keine Härteverschiedenheit in verschiedenen Richtungen zuschrieb, dass es entschiedene Härteunterschiede auf der geraden Endfläche, die ich bisher allein in grösserer Ausdehnung an Krystallen erhielt, zeige. Doch möchte ich darauf kein grosses Gewicht legen, weil ja immerhin trotz dem, dass sie nicht wahrnehmbar ist, eine unvollkommene Spaltbarkeit an dieser wie an andern als „nicht spaltbar“ bezeichneten Substanzen vorhanden sein kann.

Ich glaube daher, dass die Härteunterschiede an einem und demselben Krystalle vielmehr auf andre Factoren, als die Spaltbarkeit zurückzuführen seien und dass sie bedingt sei durch die Form, die Vertheilung und die Entfernung der Krystallmoleküle. Unter Krystallmolekülen verstehe ich die kleinsten Theile eines Krystalles, welche die durch die Spaltungsrichtungen bezeichnete Grundform, Hauy's Primitivform, besitzen und bei noch weiterer Theilung ungleiche Massentheilchen liefern würden, wobei ich es unentschieden lassen will, ob diese Krystallmoleküle mit den chemischen Molekülen zusammenfallen, oder ob nicht, was mir aus verschiedenen Gründen wahrscheinlicher ist, ein Krystallmolekül aus mehreren chemischen Molekülen zusammengesetzt ist. Ich brauche wohl kaum näher auseinanderzusetzen, wie eben durch diese verschiedenen Factoren auch die Spaltbarkeit mit bedingt ist, und dass dieselben von dem wesentlichsten Einflusse auf die Härte sein müssen, wie namentlich von der Form der Moleküle und ihrer Entfernung von einander die Verschiedenheit der Härte in ein und derselben Richtung im positiven oder negativen Sinne abhängen muss, wie sie so ausserordentlich stark am Kalkspathe sich zu erkennen giebt. Gegenwärtig könnte ich auch nur ganz im Allgemeinen das nachweisen; um das Gesetz dieser Abhängigkeit zu ermitteln, müssen jedenfalls noch viel zahlreichere Beobachtungen angestellt werden, als mir bisher möglich war.

Ich sagte am Anfange, dass die Untersuchungen über die Härte der Krystalle aber auch noch ein andres Verhältniss ins Auge zu fassen hätten, nemlich das der Härteverschiedenheit an verschiedenen Substanzen, um den Einfluss der chemischen Konstitution auf die Härte zu ermitteln. Am einfachsten liegen hier offenbar die Verhältnisse bei den isomorphen Körpern, also bei Krystallen, denen wir gleichen molekularen Bau mit etwas verschiedener chemischer Beschaffenheit des Moleküls zuschreiben müssen, wie z. B. die Reihe der mit Kalkspath isomorphen Verbindungen des Bitterspaths, Eisenspaths, Manganspaths u. s. f., Alaune u. drgl.

Auch bei diesen kann es sich bei unsrer gegenwärtigen noch so höchst mangelhaften Kenntniss der Härtenverhältnisse zunächst nur um eine allgemeine Orientirung handeln, welchen Einfluss wir der chemischen Konstitution, in unsrem Falle also der Ersetzung eines Elementes im Molekül durch ein andres, zuschreiben können. Selbstverständlich könnten wir dazu nun das zur Bestimmung der absoluten Härte angewendete Verfahren auch anwenden; doch erschien es mir vortheilhafter, eine weniger Zeit raubende und einfachere Methode der Härtebestimmung für diese Fälle zu benützen, die noch zugleich den Vortheil gewährte, auch an ganz kleinen Krystallen noch Härtenbestimmungen vorzunehmen, und ohne Weiteres die Vergleichung der Härte krystallographisch gleichwerthiger Flächen gestattete, indem sie sofort die mittlere Härte einer ganzen Fläche zu ermitteln ermöglichte, die bei Anwendung der oben besprochenen erst aus den Werthen der Härte nach verschiedenen Richtungen gefunden werden muss, was immerhin etwas umständlich ist und wenn man genaue Resultate wünscht, ziemlich viele Einzelbeobachtungen an einer Krystallfläche voraussetzt.

Ich habe zu diesem Behufe einen kleinen Apparat anfertigen lassen, den ich Ihnen hier ebenfalls vorzuzeigen mir erlaube. Derselbe beruht auf demselben Principe, wie der andere zuerst vorgeführte, auch er misst die Härte unter der Voraussetzung, dass bei gleicher Belastung und gleicher Geschwindigkeit der Bewegung der Effect einer Diamantspitze oder Schneide im umgekehrten Verhältnisse der Härte der untersuchten Fläche stehe. Die Einrichtung desselben ist eine sehr einfache. Durch ein Zahnrad wird eine kleine Scheibe, die auf einem mit 10 mal weniger Zähnen auf dem Umfange versehenen kleineren Rade

befestigt ist, in Drehung versetzt. Auf dieser Scheibe wird der Krystall, aufge kittet auf eine verschiebbare Platte, befestigt. Senkrecht über dem Mittelpunkt dieser Scheibe befindet sich ein auf und ab zu bewegender, aber in ähnlicher Weise, wie der zum Abhobeln bestimmte Diamant, gegen eine Drehung um seine Achse gesicherter Diamantbohrer. Er wird je nach der Härte der Krystalle mit 100 oder 200 Gr. beschwert. Dreht man nun das grössere Zahnrad, so bohrt sich durch die rasche Drehung des Krystalles auf der Scheibe der Diamantsplitter immer tiefer ein. Durch einen kleinen Fühlhebel, auf dem der Diamantträger mit seinem Gewichte aufrubt, kann man bis auf c. $\frac{1}{50}$ mm die Tiefe, bis zu welcher der Bohrer eingedrungen, genau bestimmen. Zum Unterschiede von den andern Härtemessern will ich dieses Instrument als Mesosklerometer bezeichnen. Denn da in jedem Momente mit der Drehung des Krystalles die Richtung, in welcher der Diamant angreift, sich ändert und gleichmässig bei einer vollen Umdrehung nach allen Richtungen wirkt, erhält man so unmittelbar die mittlere Härte einer Krystallfläche, da man annehmen darf, dass die Zahl der Umdrehungen, welche nöthig ist, um den Bohrer stets um den gleichen Betrag in den Krystall eindringend zu machen, direct im Verhältnisse zur mittleren Härte steht. Das Instrument hat den grossen Vorzug, auch noch die mittlere Härte von Flächen, die c. 5 Qmm. gross sind, anzugeben und nach einem Versuche durch eine kleine Verschiebung der Platte mit dem Krystalle sofort einen zweiten, dritten u. s. w. zu ermöglichen, die einander controliren. Die einzelnen Versuche stimmen meistens sehr gut mit einander überein und weichen sehr wenig von einander ab.

Ich habe bis jetzt nur wenige Reihen isomorpher Verbindungen untersuchen können. Bei den in der Natur vorkommenden Krystallen hat man ja nur wenige etwas zahlreichere Reihen, wie die des Kalkspathes, des Aragonites, des Schwerspathes. Reicher sind die an künstlich dargestellten Präparaten.

Die erste Reihe, welche ich untersuchte, war die des Kalkspathes, und konnte ich hier die mittlere Härte auf der Rhomboëderfläche und der geraden Endfläche an Kalkspath, Bitterspath, Manganspath und Eisenspath bestimmen. Es stellte sich hier heraus, dass die mittlere Härte dieser beiden Flächen mit dem spezifischen Gewichte der Mineralien zunehme, allerdings

viel mehr als dieses selbst, ein Resultat, für welches eine einfache Erklärung nahe läge, wenn es nur constant wäre. Allein schon die zweite Reihe der isomorphen Verbindungen, nemlich die des Aragonites, Strontianites, Witherites und Cerussites zeigte gerade das umgekehrte Verhalten: hier nahm die Härte mit der Zunahme des spec. Gewichtes ab; das schwerste, der Cerussit, hat die geringste Härte (8, 6), das leichteste der Aragonit die grösste 80 ist also $9\frac{1}{2}$ mal härter. Auch bei der Schwerspathreihe und der der isomorphen unterschwefelsauren Salze zeigt sich das gleiche Verhalten. Aus den bis jetzt noch wenig zahlreichen Beobachtungen irgend welche Schlüsse ziehen zu wollen, wäre natürlich ganz verkehrt. Ich habe nun eine grössere Anzahl künstlicher Krystalle in Angriff genommen und hoffe später vielleicht hier weitere Mittheilungen darüber machen zu können. Sollte bei denselben auch nicht viel Sicheres für die Theorie der Härte herauskommen, so wird doch immerhin das kleine neue Instrument für den Mineralogen die Dienste leisten, ziemlich rasch und sicher ihm die mittlere Härte eines Krystalles nach verschiedenen Richtungen nach einem festen Maassstabe anzuzeigen und mit der anderer vergleichen zu können, was bisher nur in ganz unsicherer Weise oder richtiger gar nicht möglich war.
