

# Beiträge zur Mineralogie.

## II. Reihe.\*

Von

**Max Bauer** in Königsberg i. Pr.

---

### 4) Über die Einrichtung des Fuess'schen Axenwinkel-Apparats als Totalreflektometer.

Vor Kurzem hat F. KOHLRAUSCH ein Verfahren kennengelohrt, nach welchem man aus der Beobachtung des Grenzwinkels der totalen Reflexion auf einer ebenen Fläche einer in Schwefelkohlenstoff getauchten Substanz die Brechungsindices der letzteren bestimmen kann, sofern dieselben kleiner sind als die des Schwefelkohlenstoffs bei derselben Temperatur.\*\* Diese vortreffliche Methode ist bequem und leicht auszuführen und gestattet eine Genauigkeit, die für mineralogische Zwecke weitaus in den meisten Fällen völlig genügend ist, wenn man die nöthigen Vorsichtsmassregeln ins Auge fasst, so dass man annehmen darf, dass dieselbe immer mehr Anklang und Anwendung bei den entsprechenden Arbeiten der Mineralogen finden werde.

F. KOHLRAUSCH hat (l. c.) ein besonderes Instrument construirt, das ausschliesslich zur Anwendung der genannten Methode dient und das er „Totalreflektometer“ genannt hat. Dasselbe wurde später unter Anderen von C. KLEIN \*\*\* zweckmässig

---

\* I. Reihe: Dieses Jahrbuch 1880. II. pg. 63 ff.

\*\* F. KOHLRAUSCH. WIEDEMANN's Annalen. Bd. IV. pg. 1. 1878.

\*\*\* Dies. Jahrb. 1879, p. 880.

modificirt und LIEBISCH\* hat angegeben, wie man ein Reflexionsgoniometer zum gleichen Gebrauch einrichten kann. Es soll hier beschrieben werden, wie man auch die zum Messen der Winkel optischer Axen dienende Einrichtung des sog. Fuess'schen Universalinstruments fast ohne weitere Umänderung als Totalreflektometer benützen kann.

Die wesentlichen Theile des letzteren Instruments sind ein horizontaler Theilkreis, der beim Instrument von KOHLRAUSCH 10 cm Durchmesser besitzt und dessen Nonien die Einstellung der Alhidate auf einige Hundertel eines Grades zu schätzen erlauben. Der Kreis des Fuess'schen Instruments erlaubt Minuten noch direkt abzulesen. Ferner muss ein Krystallträger vorhanden sein, mittelst dessen man den betreffenden zu untersuchenden Körper in die stärker brechende Flüssigkeit eintaucht, die in einem unter dem Centrum des Theilkreises befindlichen Gefäss mit einer planparallelen Wand sich befindet und welcher sich um eine zum Theilkreis senkrechte Axe drehen lässt. Am Fuess'schen Instrument ist der Krystallträger in geeigneter Weise vorhanden und derselbe erlaubt durch seine verschiedenen Verschiebarkeiten eine beliebige genauere Einstellung der zu untersuchenden Platte auch nach dem Eintauchen in die Flüssigkeit. Die Gefässer für die letztere sind beim genannten Instrument ebenfalls schon vorhanden, es sind die Ölgefässer, die zur Aufnahme des Rübols dienen, in das man Krystalle eintaucht, deren optische Axen im Innern total reflektirt werden. Man thut aber gut, sich zur Aufnahme des Schwefelkohlenstoffs ein anderes Gefäss zu beschaffen, das nur auf der Vorderseite eine planparallele Glasplatte zu haben braucht, die man mit einem für Schwefelkohlenstoff geeigneten Kitt aufklebt. Dieses Gefäss wird zweckmässig so gross gewählt, dass es noch gerade auf das zum Tragen der Ölgefässer dienende Tischchen zwischen die zwei Fernrohrträger eingeschoben werden kann, damit auch grössere Platten untersucht werden können; und man überklebt den ganzen hinteren Theil desselben mit Ausnahme der Planparallelplatte mit Seidenpapier. Dieses weitere Gefäss ist das einzige wesentlich Neue, das man sich zum vorliegenden Zweck anzuschaffen braucht.

\* Sitzungsber. der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin vom 16. Dez. 1879.

Ich habe mir das Meinige dadurch hergestellt, dass ich von einem in entsprechender Grösse gewählten, zu einem Tintenfass bestimmten Glasgefäß eine Wand herausschliff, so dass die Schlifffläche zum eben geschliffenen Boden des Gefässes senkrecht stand und auf diese Schlifffläche eine fast absolut planparallele Stelle einer zerbrochenen Spiegelglasscheibe mit einer dicken und reinen Gummi-lösung aufklebte, die bisher vortrefflich ausgehalten hat.

Endlich muss man noch ein Fernrohr haben, das auf die Drehaxe und zwar senkrecht zu dieser gerichtet und dem Theilkreis parallel ist. Zu diesem Zweck bedient man sich des analysirenden Apparats des Axenwinkel-Polarisationsinstruments, welches unmittelbar ein geeignetes Fernrohr abgibt, das man beliebig variiren kann, je nachdem man alle drei das Licht stark convergent machenden Linsen bei der Beobachtung verwendet, oder eine oder zwei herausschraubt, was sich in manchen Fällen als zweckmässig erweist. Durch Verschiebung der beiden Messingröhren in einander (Ausziehen der inneren Röhre) kann man das Fernrohr leicht auf Unendlich einstellen und bei dieser Einstellung ist man dann im Stande, die Grenze der Totalreflexion scharf zu beobachten. Aber es ist noch ein weiterer Punkt zu berücksichtigen. Wenn das Fernrohr auf unendlich ferne Punkte gerichtet ist, so ist man nicht mehr in der Lage, das dicht vor der Objectivlinse gelegene Fadenkreuz zu sehen. Man muss an passender Stelle ein neues Fadenkreuz anbringen, was man leicht selbst machen kann, wenn man über ein die innere Messingröhre genau füllendes Papperöhrchen zwei Kreuzfäden spannt, die so ziemlich mit dem unteren Rande der inneren Messingröhre in einem Niveau liegen, die aber übrigens mit dem Röhrchen beliebig verschoben werden können. In dem Papperöhrchen lässt sich dann auch leicht eine peripherische Blendung anbringen, welche die randlichen Strahlen abhält und das sehr bedeutende Gesichtsfeld etwas einengt. Ich bemerke hier, dass Fadenkreuz und Blendung meist nicht herausgenommen zu werden brauchen, wenn man nach Wiedereinschrauben der etwa weggenommenen Linsen und Aufsetzen des Nikols das ganze Linsensystem wieder als Polarisationsapparat benützen will, sie stören dabei meist nicht im Mindesten, besonders das Fadenkreuz, das bei den nun veränderten optischen Verhältnissen des Systems im

Allgemeinen nicht gesehen werden kann. Dieses Fernrohr hat nun noch einen andern Vortheil. Wenn man nämlich die innere Messingröhre weit in die äussere einschiebt, fast so weit als es geht, und die äussere Messingröhre dem am Krystallträger befindlichen Krystall soweit nähert, als das Glasgefäß mit dem Schwefelkohlenstoff gestattet, so sieht man den Krystall wie durch eine schwache Lupe und kann ihn dann leicht zweckmässig einstellen, was besonders beim Centriren kleiner Krystalle von Werth ist.

Das Einstellungsverfahren lässt sich bei dem so eingerichteten Instrument leider nicht ganz exact, aber für praktische Zwecke wohl genügend durchführen. Das Haupthinderniss ist dabei, dass das Beobachtungsfernrohr ein für allemale fest gegen den Theilkreis orientirt ist. Man kann sich vor Gebrauch des Instruments als Totalreflektometer nach der von F. KOHLRAUSCH\* angegebenen Methode überzeugen, ob der Theilkreis und das Fernrohr in genügender Weise parallel sind. Dies wird wohl in den meisten Fällen zutreffen, da ja auch bei der Benützung des Instruments zum Messen von Axenwinkeln diese Anforderung gestellt wird. Da das Fernrohr in der zu seiner Aufnahme bestimmten Hülse einen gewissen Spielraum hat, der eigentlich als ein Fehler des Instruments anzusehen ist, so kann man durch Einschieben eines Holzkeilchens unter dem Fernrohr zwischen diesem und der Hülse das Fernrohr etwas heben und so unter Umständen eine kleine Correktion anbringen.

Das Einstellen des Fernrohrs auf die Drehaxe kann man ebenfalls nicht beliebig herbeiführen, auch dieses muss als richtig vorausgesetzt werden. Man kann dies controliren, indem man eine Nadel in den Krystallträger senkrecht einspannt und letzteren in der oberen ebenen Fläche, die zum Centriren dient, so lange verschiebt, bis die Nadel beim Drehen der Axe fest an ihrem Platz stehen bleibt. Ist in diesem Fall das Fadenkreuz auf die Nadel gerichtet, so ist das Fernrohr in seiner richtigen Stellung, im andern Falle nicht. Auch hier lässt sich eine kleine Correktur durch Einführung von Holzkeilchen zwischen Fernrohr und Hülse je nach Bedürfniss rechts oder links auf der Seite anbringen, auch kann man den Vertikalfaden des Faden-

---

\* l. c. pag. 8 unten.

kreuzes nach rechts oder links etwas verschieben, bis er die Nadel deckt oder von Anfang an mehrere Vertikalfäden einziehen und den auswählen, der am besten passt.

Endlich ist noch die spiegelnde Fläche der Drehaxe parallel zu machen, was man nach der Methode von F. KOHLRAUSCH\* machen kann, oder aber in der Art, dass man zwei Punkte rechts und links vom Instrument genau in der Höhe des Fadenkreuzes markirt, indem man das ganze Instrument nebst Gestell zuerst nach rechts, dann nach links dreht und sich die passenden Punkte bemerket, oder zu diesem Zweck in passender Höhe anbringt. Die Fläche ist in ihrer richtigen Stellung, wenn sie der Reihe nach beide Punkte in das Fadenkreuz reflektirt und die ursprüngliche Stellung der Fläche kann corrigirt werden durch Verschieben des Krystallträgers in der unteren Kugelschale, die zum Justiren der Krystallplatten dient. Unter Berücksichtigung dieser Bemerkungen wird man somit bei der Ausführung einer Beobachtung folgendermassen verfahren, wobei vorausgesetzt ist, dass die einzelnen Theile des Instruments richtig gestellt sind: Man befestigt den Körper mit der ebenen reflektirenden Fläche entweder direkt in dem Krystallträger oder, wenn er zu dick oder zu klein ist, befestigt man ihn auf einem dünnen metallenen oder sonstigen Plättchen, das man dann in den Krystallträger einklemmt. Man benützt hierauf das auf Unendlich eingestellte Fernrohr,\*\* aus dem man je nach Bedürfniss unter Umständen eine oder zwei Linsen ausgeschraubt hat, dazu um auf irgend eine Art und Weise, wie oben angedeutet, die spiegelnde Fläche der Drehaxe parallel zu machen. Sodann wird das Fernrohr zusammengeschoben und als Lupe benützt und der Körper möglichst genau centriert, was besonders bei kleinen Flächen wichtig ist, und hierauf das Fernrohr wieder mittelst einer angebrachten Marke auf Unendlich gestellt; die Platte wird dann mit dem Träger möglichst weit in die Höhe gehoben, so-

---

\* l. c. p. 10.

\*\* Zu diesem Zweck braucht das Fernrohr nicht aus der Hülse genommen zu werden, man kann es in ihr auf Unendlich stellen, da ja der Hintergrund, die dem Fernrohr gegenüberstehende Wand des Apparats offen ist. Die Öffnung muss dann allerdings während der Beobachtung durch einen dunkeln Schirm geschlossen werden.

dann das Gefäss mit Schwefelkohlenstoff eingefügt und zwar so, dass seine vordere Spiegelscheibe genau an den inneren Rand der Fernrohrhülse anstösst und schliesslich der Körper in die Flüssigkeit herabgelassen, wobei man aber zu verhüten hat, dass der Schwefelkohlenstoff mit einem Klebstoff wie Wachs etc. in Berührung kommt, wodurch er verunreinigt würde, weil sich letzteres darin lösst. Dabei ist das Glasgefäß mit Seidenpapier umklebt und nur die Spiegelscheibe freigelassen und der Hintergrund ist dunkel. Nun kann man den Grenzwinkel beobachten, indem man dabei wie beim Totalreflektometer, verfährt: eine Lampe beleuchtet das Gefäß erst rechts, dann links, beidemal wird abgelesen und so der Winkel  $\varphi$  bestimmt. Soll der Brechungskoeffizient für eine bestimmte Farbe gesucht werden, so muss die Lampe homogenes Licht geben oder man führt gefärbte Gläser oder Ähnliches ein. Hat man mit einem Krystall zu thun, so wird der am Instrument schon vorhandene Nikol vorn aufgesetzt. Hierbei ist dann auch auf die richtige Orientirung der Fläche Rücksicht zu nehmen, die allerdings nicht gerade besonders genau und bequem hier vorgenommen werden kann, deren richtige Stellung sich aber doch immerhin leicht bis zu einem gewissen Grad herstellen lässt. Stets hat man auch auf die Temperatur die erforderliche Rücksicht zu nehmen, wozu die nöthigen Thermometer ebenfalls dem Instrument schon beigegeben sind. Um zu zeigen, wie genau man mit dem so eingerichteten Instrument arbeiten kann, gebe ich an, dass ich für Na-Licht und bei  $16^{\circ}$  C. gefunden habe: Quarz:  $\omega = 1,542$  und  $\epsilon = 1,552$ . Ein Glasplättchen von höchstens 1 Quadratlinie gab noch eine vollkommen deutliche Grenze.

Die obigen Bemerkungen beziehen sich speziell auf das Fuess'sche Instrument, das sich im Besitz des Königsberger Mineralienkabinets befindet, gelten aber wahrscheinlich ebenso für alle ähnlichen Instrumente. Diese lassen sich vielleicht bei der Neuherstellung derselben mit wenig Mühe und Kosten so einrichten, dass der Gebrauch als Totalreflektometer noch bequemer wird und es lässt sich vielleicht u. A. noch eine Vorrichtung anbringen, um Krystallplatten in genügender Weise orientiren zu können, in der Art wie es von C. KLEIN angegeben wurde. Es würde sodann das Instrument in noch höherem Grade

als jetzt den Namen eines Universalinstruments verdienen. Aber auch jetzt schon ist das so hergestellte Totalreflektometer fast ebenso brauchbar wie das ursprüngliche KOHLRAUSCH'sche und besonders auch zur Demonstration der Erscheinung in der Vorlesung sehr bequem zu verwerthen. Ich habe diese Bemerkungen bekannt gemacht, trotzdem dass sich alle eigentlich von selbst verstehen, weil ich Fachgenossen, die, wie ich, mit sehr beschränkten Mitteln arbeiten müssen, darauf aufmerksam machen wollte, dass sie, im Besitz eines Fuess'schen Universalinstruments, zugleich auch in dem eines Totalreflektometers sich befinden, das ihnen für sehr viele Fälle ausreichende Dienste leistet, so dass die Ausgaben für ein eigentliches Totalreflektometer gespart werden können. Nach dem Obigen wird sich jedes Fuess'sche Instrument leicht zu dem angedeuteten Zweck einrichten lassen und wenn je nicht alles Angegebene für jedes einzelne Instrument genau zutrifft, so wird sich doch darnach leicht das im speziellen Fall zum Ziele führende Verfahren ergeben.

### **5) Über das Vorkommen von Gleitflächen am Bleiglanz.**

Man beobachtet am Bleiglanz einige Erscheinungen, die darauf hinführen, dass derselbe nicht nur ausserordentlich leicht spaltbar ist, sondern dass nach gewissen Flächen seine Theilchen auch ganz besonders leicht sich von einander abschieben lassen, dass ihm also wahre Gleitflächen im Sinne von E. REUSCH zu kommen, die beim Bleiglanz wie beim Steinsalz den Granatoëderflächen parallel gehen.

Diese Erscheinungen sind die folgenden:

Legt man ein recht ebenflächiges und regelmässig begrenztes Spaltungsstückchen von Bleiglanz mit nicht über 5 mm Dicke, auf eine elastische Unterlage, also etwa auf eine Gummiplatte, wie sie unter Anderem zur Herstellung von Schlag- und Druckfiguren am Glimmer dienen und drückt mit einem nicht zu dicken, vorne stumpfen runden Stahlstift auf die obere Fläche des Bleiglanzstückchens, aber nicht zu stark, da dasselbe sonst leicht nach den Würfelflächen zerspringt, so dringt das runde Ende des Stifts mit ziemlicher Leichtigkeit in den Bleiglanz ein und bildet eine Vertiefung, der auf der entgegengesetzten, der ersten parallelen Gegenfläche des Bleiglanzwürfelchens eine flache Her-

vorragung entspricht, die der eben genannten Vertiefung unmittelbar gegenüber liegt, so dass man sieht, dass durch den Druck der diesem direkt ausgesetzte Theil der Bleiglanzmasse gegen den andern etwas verschoben worden ist.

Ist nun schon diese leichte Verschiebbarkeit der Theilchen des Bleiglanzes an sich eine auffallende und interessante Erscheinung, so wird sie dies noch mehr, wenn man die genannte Vertiefung und Hervorragung auf den beiden entgegengesetzten Seiten des Bleiglanzwürfels etwas genauer betrachtet, was dann zugleich auch eine Fixirung der Ebenen gestattet, nach welchen diese Verschiebung nothwendig vor sich gegangen sein muss.

Betrachtet man zunächst die Vertiefung auf der oberen Fläche des Bleiglanzwürfels, so findet man, dass diese stets der genaue Abdruck des runden Endes des Stahlstiftes ist, also kugelförmig, wenn dieser es ist, in andern Fällen aber auch ellipsoidisch, eckig u. s. f., der Bleiglanz ist also bis zu einem gewissen Grade plastisch, da er durch Druck in eine bestimmte und beliebige Form gebracht werden kann. Nimmt man, wie dies im folgenden, wo nichts anderes ausdrücklich bemerkt wird, stets geschehen ist, einen kreisrunden Stift von ungefähr 1 mm Durchmesser, der mit einem halbkugelförmigen Ende versehen ist, so ist die Vertiefung genau ebenso gestaltet. In der That sieht man auch vielfach eben nur ein solches halbkugelförmiges Loch auf der Oberseite, aber vielfach complicirt sich die Erscheinung noch dadurch, dass dieses Loch nicht selten umgeben ist von einer ziemlich geradlinig begrenzten quadratischen Figur, deren Ecken stets etwas abgerundet sind und deren Seiten den Umriss der kreisförmigen Vertiefung berühren. Aber die Orientirung dieser Linien lässt sich noch genauer angeben, sie ist eine ganz constante und bestimmte und zwar liegen dieselben so, dass sie die Ecken des Quadrats der Bleiglanzwürfelseite gerade abstumpfen, d. h. mit den beiden die Ecke bildenden Bleiglanzwürfelkanten gleiche Winkel von  $45^{\circ}$  machen, so dass das durch den Druck entstandene kleine Quadrat mit dem Quadrat des Bleiglanzwürfels, wie man zu sagen pflegt, über Eck gestellt ist, wie das Fig. 1 darstellt, die eine Ansicht auf diejenige Fläche des Bleiglanz-

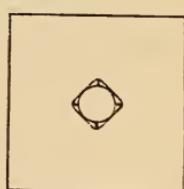


Fig. 1.

würfels, auf die der Stift aufgesetzt wurde, giebt. Von den vier Seiten dieses kleinen Quadrats aus fallen dann vier Flächen unter sehr stumpfen Winkeln nach dem Mittelpunkt des Quadrats hin ein, eine sehr stumpfe vertiefte vierseitige Pyramide bildend, statt deren Spitze aber das runde Loch, wie es oben beschrieben wurde, vorhanden ist. Diese flache Pyramide ist aber verhältnissmässig selten ganz deutlich zu sehen.

Was die Erscheinung auf der Unterfläche anbelangt, so bietet diese manches Übereinstimmende mit dem eben beschriebenen dar. Man sieht auf ihr eine flache, aber hier nicht vertiefte, sondern erhabene Pyramide mit quadratischer Basis, deren Ecken ebenfalls theils stärker, theils schwächer abgerundet sind, aber doch nie so, dass die geradlinige Partie der Quadratseite ganz verschwindet, so dass man stets mit grösster Deutlichkeit

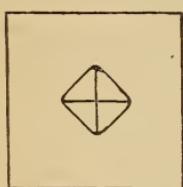


Fig. 2.

beobachten kann, dass auch dieses Quadrat, wie das auf der Oberseite der Fall ist, mit der Bleiglanzwürfelseite über Eck steht, dass also die Ecken des Bleiglanzwürfelquadrats in ihrer Lage den Seiten des Pyramidenbasisquadrats entsprechen und umgekehrt, wie das Fig. 2 zeigt,

die eine Ansicht der Unterseite des Bleiglanzwürfelchens darstellt. Von diesem Quadrat aus erheben sich die vier Pyramidenflächen unter sehr stumpfen Winkeln über der Würfelfläche, so dass also die Pyramide stets sehr niedrig ist. Die Flächen derselben sind krumm und es ist daher die Neigung derselben nicht messbar, es scheint aber, als wäre sie an verschiedenen Pyramiden verschieden, und als wären diese von verschiedener relativer Höhe, woraus folgen würde, dass diesen Pyramidenflächen eine bestimmte krystallonomische Bedeutung nicht zukommt. Jedenfalls sieht man aber sehr deutlich, dass auch auf einer und derselben Pyramidenfläche die Neigung nicht von der Basis bis zur Spitze genau dieselbe bleibt; die Flächen biegen sich in ihrem Verlauf nach oben gegen innen hin ein, so dass sie stumpfer erscheinen, als das der Fall wäre, wenn die Flächenneigung, wie sie an der Basis ist, bis zur Spitze hin beibehalten würde. Wegen der Abrundung der Ecken der Basis und wegen der krummen Beschaffenheit der Flächen sind natürlich die Pyramidenkanten nicht sehr scharf. Sie sind meistens

etwas verschwommen, und ebenso wie die Flächen gegen die Pyramiden spitze hin etwas nach unten gebogen. Die Pyramiden kanten sind im allgemeinen um so schärfer, je schärfer die Ecken der Basis ausgebildet sind und umgekehrt. Sind die Ecken der Basis der Pyramide sehr stark abgerundet, so erscheint diese einem flachen Kugelsegment ziemlich ähnlich, doch fehlen die Kanten nie so vollständig, dass man sie nicht leicht in ihrem Verlauf verfolgen könnte.

Spaltet man ein solches Bleiglanzwürfelchen parallel zu den zwei Flächen, auf denen die Pyramiden zu sehen sind, durch, nachdem ein Druck in der angedeuteten Weise ausgeübt worden ist, so hat man hier beziehungsweise dieselbe Erscheinung wie auf der Ober- und Unterfläche des ursprünglichen Würfels, auf welche der Druck ausgeübt wurde und welche auf der weichen Unterlage aufruhte. Die zur oberen Hälfte des ursprünglichen Würfels gehörige neue Spaltungsfläche zeigt eine erhabene Pyramide, die genau senkrecht unter dem Druckpunkt liegt, und in ihrer Beschaffenheit mit der hervorragenden Pyramide der Unterseite auf das Vollständigste übereinstimmt und diese passt ganz genau in eine vertiefte Pyramide auf der neuen Spaltungsfläche der unteren Hälfte des ursprünglichen Würfels, für die also die obige Beschreibung mutatis mutandis ebenfalls vollständig zutrifft. Man sieht daran, dass man die Verschiebung der Bleiglanztheilchen gegen einander vom Druckpunkte aus Schritt für Schritt durch die ganze Bleiglanzmasse hindurch bis zu der der Druckfläche gegenüberliegenden Würfelfläche verfolgen kann.

Einen weiteren Einblick in die Natur dieser Erscheinung bietet nun aber ein einer Würfelfläche paralleler Querbruch durch den Würfel, senkrecht zu den pyramidentragenden Flächen und möglichst durch die Pyramiden spitzen hindurch gehend. Ein solcher Querbruch entsteht ganz in der gewünschten Beschaffenheit häufig von selbst, wenn man den Druck zu sehr steigert. Das Bleiglanzwürfelchen zerspringt dann ganz in der beschriebenen Weise meist in zwei Hälften, zuweilen auch allerdings in eine grössere Anzahl neuer Spaltungsstücke.

Die Erscheinung, die auf einem solchen Querbruch zu sehen ist, ist in Fig. 3 dargestellt. Sie ist nicht an allen Stücken und

auch, wenn vorhanden, vielfach nur bei recht scharfer direkter Sonnenbeleuchtung oder bei intensivem Lampenlicht vollkommen

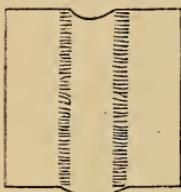


Fig. 3.

schön und deutlich wahrzunehmen. Das Ganze besteht in einer äusserst zarten Streifung, die in der Richtung der Ober- und Unterfläche über die Bruchfläche hingehet und die immer und jederzeit in einer ganz bestimmten Weise angeordnet ist. In der Mitte sieht man stets eine ganz glatte Zone, die sich von der durch Druck auf der Oberfläche erzeugten Vertiefung aus senkrecht zur Druckfläche über den ganzen neuen Blätterbruch hinzieht bis zur entgegengesetzten Unterfläche, auf welcher der Krystall lag. Diese glatte Zone ist von den beiden rechts und links daran anstossenden Zonen durch zwei ziemlich scharf sich hervorhebende Linien getrennt, die senkrecht zur oberen Kante der neuen Bruchfläche stehen und welche durch diejenigen Punkte hindurchgehen, in welchen die Druckvertiefung diese Kanten schneidet. Sie erstrecken sich dann in stets gleicher Deutlichkeit bis zur entgegengesetzten Kante. Diese seitlich an die glatte Zone angrenzenden sind es, welche die Streifung tragen. Diese Streifen gehen dicht gedrängt und in äusserster Feinheit in der ungefähren Richtung der oberen Kante über die Bruchfläche hin, es liess sich aber in keinem einzigen Fall mit Bestimmtheit ausmachen, ob die Streifen mit der Kante des Bleiglanzwürfels genau parallel gehen, wie das in Fig. 3 dargestellt ist, oder ob sie vielleicht parallel mit der Kante sind, in der die neue Bruchfläche die unten aufsitzende niedere Pyramide (oder die oben durch den Druck erzeugte einwärts gekehrte Hohlpyramide) schneidet, wie das in Fig. 4 dargestellt ist,

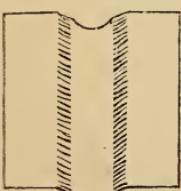


Fig. 4.

wobei ich bemerke, dass die Neigungen der Pyramiden- gegen die Würfelflächen der Deutlichkeit wegen viel zu steil gezeichnet sind. Jedenfalls bemerkt man aber zuweilen, dass am äussersten Ende nach der inneren glatten Zone hin die Streifen ein klein wenig nach unten hin in der Richtung des Drucks umgebogen sind.

Nach aussen hin sind dann diese gestreiften Zonen wieder durch zwei scharfe Linien begrenzt, die ebenfalls auf der Ober-

und Unterfläche senkrecht stehen und von der einen zur andern in gleicher Deutlichkeit über die ganze neue Bruchfläche hin verlaufen und welche die Unterfläche an den Punkten schneiden, an welchen die schiefen Pyramidenkanten der Unterfläche begrenzen. Nach aussen hin folgt dann rechts und links von diesen zwei letztgenannten Linien die ganz normale Beschaffenheit der neuen Bruchfläche ohne irgend welche Streifung.

Geht durch die Spitze der Pyramide noch eine zweite Spaltungsfläche senkrecht zur ersten und zur Ober- und Unterfläche, so erhält man auf dieser zweiten Bruchfläche dieselbe Erscheinung. Man hat nun ein Viertel des ursprünglichen Kry-  
stalls, dessen eine Kante dem von der Pyramiden spitze auf die Oberfläche gefällten Loth entspricht. An diese Kante stösst auf beiden Flächen die centrale glatte Zone an, dann kommt beiderseits je eine gestreifte Zone, dann wieder die äussere glatte Partie; die ganze Erscheinung ist gewissermassen um jene neue Kante um  $90^{\circ}$  umgebogen. Von den Flächen der Pyramide ist aber nur noch eine vorhanden.

Um die Beschreibung der Erscheinung zu beendigen, bleibt noch übrig, einiges über die Dimensionen anzugeben, die hiebei ins Spiel kommen und über die Einflüsse, welche dafür massgebend sind. Macht man an verschiedenen Stellen einer und derselben Spaltungsfläche den Versuch in der Art, dass man das einmal stärker, das anderemal weniger stark drückt, so wird die Pyramide das einmal gross, das anderemal klein und man erkennt, dass ihre Grösse in Bezug auf den Quadratinhalt der Basis sowohl, als in Bezug auf ihre Höhe nur von dem Druck abhängt, wenn man jedesmal denselben Stift benützt. Dicke Stifte geben grosse Pyramiden mit grosser Basis, dünne Stifte kleine mit kleiner Basis; auf die Höhe der Pyramide scheint dieser Unterschied nicht von Einfluss zu sein. Drückt man mit einem und demselben Stift gleichmässig auf Flächen verschieden dicker Bleiglanzwürfelchen mit ungefähr gleicher Stärke, so ist die Pyramide um so grösser, je dünner das Stück und umgekehrt, und man muss bei einem dicken Stück stärker drücken als bei einem dünnen, um eine Pyramide von denselben Dimensionen zu erhalten. Dabei ergiebt sich aber eine rasch eintretende Grenze, indem bei nur wenig gesteigertem Druck das Würfelchen, auch

wenn es dick ist, zerspringt. Bei zu dicken Stücken kann man die Pyramide gar nicht mehr erhalten, da sie vor Entstehung derselben zerspringen. Ich habe bei einem ungefähr 5 mm dicken Stück noch eine deutliche, aber kleine Pyramide erhalten, bei dickeren Stücken nicht mehr. Bei den grössten Pyramiden, die ich erhielt, hatte die Basis eine Länge von  $1-1\frac{1}{2}$  mm, die Höhe derselben war immer viel kleiner.

Diese eben beschriebenen Erscheinungen lassen sich nun genügend erklären durch eine gewisse leichte Verschiebbarkeit der Bleiglanztheilchen gegen einander und zwar nicht etwa ganz beliebig in jeder irgend denkbaren Richtung, sondern wie die constante Orientirung der Druckpyramide zeigt, nach gewissen Flächen, denen daher die Natur der Gleitflächen zukommen muss. Die Lage dieser Gleitflächen des Bleiglanzes am Würfel lässt sich nun sehr leicht angeben. Sie stehen auf einer Würfelfläche senkrecht, was der senkrechte Verlauf der Grenzen der gestreiften und nicht gestreiften Zone auf den Würfelkanten, wie es oben beschrieben wurde, beweist. Ausserdem muss eine solche Fläche mit den zwei andern Würfelflächen gleiche Winkel machen, wie die Kante der Pyramidenbasis zeigt, die mit den beiden Würfelkanten gleiche Winkel bildet. Die Gleitfläche muss demnach eine Granatoëderfläche sein. Den Process bei der Bildung der Pyramide hat man sich ungefähr in folgender Weise vorzustellen: Beim senkrechten Aufsetzen des Stifts auf eine Bleiglanzfläche und demnächst beginnenden Druck wird zunächst ein die Kugel an dem Stifte unmittelbar berührender äusserst dünner Theil der Bleiglanzmasse in Gestalt eines quadratischen Prismas von sehr kleinem Querschnitt um sehr wenig längs den vier auf der betreffenden Würfelfläche senkrecht stehenden Granatoëderflächen, welche das eben genannte dünne Prisma begrenzen, vorwärts geschoben. Dringt der Stift um einen neuen kleinen Betrag ein, so werden die Theile des Bleiglanzes, welche das innerste, zuerst bewegte Prisma unmittelbar umschliessen, mit dem ersten Kern zusammen in Bewegung gesetzt und längs vier Flächen verschoben, die wieder jenen vier Granatoëderflächen parallel sind. Diese Theilchen bleiben aber um einen kleinen Betrag hinter dem innersten Prisma zurück, da ja auch die dabei zur Thätigkeit kommenden Theile der Kugelendigung des Stifts hinter

dem vordersten Punkt derselben immer mehr und mehr zurückbleiben. Dann werden immer weiter und weiter nach aussen liegende Partien des Bleiglanzes in Bewegung gesetzt und zwar immer durch Verschiebung längs der vier auf der Druckfläche senkrechten Granatoëderflächen und es entsteht dadurch nothwendig eine Hervorragung auf der Unterfläche. Bei diesen Wirkungen kommen zunächst vorzugsweise die Punkte des Stifts in Aktion, in welchen die Fläche des letzteren von den vier Granatoëderflächen berührt werden, aber von diesen vier Punkten aus geht die Verschiebung in den Richtungen, in denen sie am leichtesten ist, also eben nach den vier Granatoëderflächen, fort und es müssen demnach der Richtung der Granatoëderflächen entsprechend, vier geradlinige Kanten entstehen, die mit einander die Pyramidenbasis bilden. Aber diese geraden Kanten der Pyramidenbasis werden nur auf eine mehr oder weniger lange Erstreckung rechts und links von jenem Berührungs punkt deutlich zum Vorschein kommen, da von hier aus, wo die Vorwärts schiebung am stärksten ist, diese Bewegung nach rechts und links hin abnehmen muss, weil erst allmählig die verschiedenen weiter hintenliegenden Theile der Kugelbegrenzung in Wirksamkeit gelangen und am wenigsten wird dies an den Ecken der Pyramidenbasis der Fall sein, welche daher kaum jemals besonders scharf, sondern meistens mehr oder weniger stark abgerundet sein werden, da diese Punkte von den unmittelbar durch den Druck in Bewegung gesetzten am weitesten entfernt sind. Dass durch diese Verschiebungen dann Pyramiden und zwar, der Beschaffenheit der Basiskanten entsprechend, mit mehr oder weniger gerundeten Kanten entstehen müssen, ist leicht verständlich, ebenso auch, dass die Neigungen der Pyramidenflächen variabel sind, weil sie nur von dem relativen Betrag der Verschiebung in der Pyramidenaxe und in den äusseren Theilen derselben abhängen, was natürlich auch verhindert, dass diesen Flächen eine bestimmte krystallonomische Bedeutung zukommt.

Es lässt sich also die ganze beschriebene Erscheinung vollständig erklären durch die Annahme von Gleitflächen parallel den Granatoëderflächen.

Um aber die Verschiebbarkeit noch weiter zu verfolgen, suchte ich nun noch den runden Stift mit der Halbkugel am

Ende zu ersetzen durch einen quadratischen Stift von der ungefähr Dicke des runden (ca. 1 mm in max.), der unten durch eine ganz ebene Fläche senkrecht zu den Kanten des Stifts und überhaupt überall von möglichst scharfen Kanten begrenzt war. Die Absicht war, bei Aufsetzen der quadratischen Endfläche des Stifts in der genauen Richtung der vier bezüglichen Granatoëderflächen durch den Druck ein dem Stahlstift genau entsprechendes Bleiglanzprisma ganz aus dem ursprünglichen Spaltungsstück heraus zu schieben. Das Resultat dieses Versuchs liess sich als ein ungünstiges voraussehen: beim Drücken auf den in möglichst richtiger Weise und Stellung aufgesetzten Stift wurde meist nichts erzielt, als ein vollständiges Zertrümmern der Probe, denn es ist natürlich fast unmöglich, den Stift ganz genau so aufzusetzen, dass seine vier Begrenzungsflächen den vier betreffenden Granatoëderflächen parallel gehen, während im Gegensatz dazu ein runder Stift mit halbkugligem Ende stets in der richtigen Weise aufgesetzt ist. Nur wenn der eckige Stift in aller Strenge richtig aufgesetzt ist, oder wenn diess doch ganz ausserordentlich nahe der Fall ist, wird eine Verschiebung nach den Granatoëderflächen bewerkstelligt werden. Bei allen andern Stellungen des Stifts geht die in Thätigkeit gesetzte Kraft auf eine Verschiebung nach Tetrakishexäederflächen aus, längs denen eben keine leichte Verschiebarkeit stattfindet, so dass schliesslich eben nur eine Zertrümmerung nach den blättrigen Würffelflächen eintreten kann. In all diesen Fällen wurde die Probe entweder auf die elastische Unterlage gelegt, oder auch unter Freilassung der Druckzone, in der die Verschiebung stattfinden soll, nur der dieselbe umgebende Theil des Krystals unterstützt. Bei einem auf diese Art ausgeführten Versuch gelang es aber doch einmal, eine endliche Verschiebung nach einer Granatoëderfläche herzustellen. Der Krystall zersprang zwar auch hier nach zwei durch den Druckpunkt gehenden Spaltungsflächen in vier Spaltungsstückchen, aber das eine davon zeigte an der ursprünglich nach innen gerichtet gewesenen Kante auf eine kurze Erstreckung eine schmale glänzende Abstumpfungsfläche, die sich am Goniometer als gegen die zwei anliegenden Würffelflächen gleich geneigt, sowie mit ihnen in einer Zone liegend erwies, die also eine Granatoëderfläche war. Leider hielt sich das

Stückchen nicht, es bröckelten an der betreffenden Kante schon beim Abnehmen vom Goniometer und allmählig dann immer mehr und mehr einzelne Stückchen aus, so dass statt der Kante schliesslich ein von zwei Würfelflächen gebildeter einspringender Winkel entstand, wie er schon gleich anfangs an den homologen Kanten der drei andern Theilspaltungsstückchen sich mit mehr oder weniger grosser Regelmässigkeit gezeigt hatte.

Es ist aber wohl kein Zweifel, dass, falls es gelingen würde, den rechteckigen Stift genau in der passenden Richtung aufzusetzen und in der entsprechenden Richtung den Druck wirken zu lassen, man im Stande sein müsste, ein den Dimensionen des Stiftes entsprechendes Prisma längs vier granatoëdrischen Gleitflächen aus dem Bleiglanzstück hinauszuschieben. Praktisch werden aber wohl die dazu nöthigen Voraussetzungen kaum jemals in der erforderlichen Schärfe erfüllt sein und wenn das je der Fall wäre, so wäre es wohl kaum zu hindern, dass die ausserordentlich leichte Spaltbarkeit nach den Würfelflächen das Gelingen des Versuches mehr oder weniger vollständig störte.

Auch Versuche an einer Kante eines Spaltungsstücks, eine Abschiebung hervorzubringen, — allerdings ohne vollständig passende Apparate angestellt — ergaben nur ein Zerbröckeln der Probe nach den Würfelblätterbrüchen, nach denen auch in den besten Stückchen wegen der grossen Leichtigkeit der Spaltung der Zusammenhang stellenweise schon von vorn herein vollkommen aufgehoben zu sein scheint, so dass eine verhältnissmässig geringe Kraft dazu gehört, das Spaltungswürfelchen ganz zu zerdrücken.

Ich glaube im Vorhergehenden gezeigt zu haben, dass wirklich am Bleiglanz die Granatoëderflächen Gleitflächencharakter besitzen, d. h., dass längs ihnen die Bleiglanztheilchen durch ein relatives Minimum von Kraft gegen einander hin verschoben werden können. Ich füge hier nur bei, dass die oben beschriebenen, die Pyramiden erzeugenden Versuche nur an sehr wenigen Bleiglanzvarietäten mit Erfolg vorgenommen werden können. Ich habe sie angestellt an Spaltungsstückchen eines sehr schön und regelmässig grosskörnig krystallirten künstlichen, bei einem Hüttenprozess entstandenen Bleiglanzes, an solchen eines grosskörnigen Bleiglanzes von Chili und endlich und vorzugsweise an solchen

eines von Grönland (aber wie es scheint, nicht aus dem Kryolith) stammenden Bleiglanzes, den ich Herrn Prof. G. WERNER in Stuttgart verdanke. Bei allen andern mir zugänglichen derben Bleiglanzsorten (an Spaltungsstücken aus gut ausgebildeten Krystallen habe ich allerdings aus leicht begreiflichen Gründen wenig Versuche gemacht) verhindern die Sprünge und Spalten und die oft ganz beträchtliche Unebenheit und Unregelmässigkeit der Spaltungsflächen fast ganz ein deutliches und schönes Auftreten der Pyramiden.

Es sind aber, wie es scheint, diese granatoëdrischen Gleitflächen nicht die einzigen beim Bleiglanz vorkommenden Flächenrichtungen leichtester Verschiebbarkeit, d. h. Flächenrichtungen, in welchen die Verschiebung bedeutend leichter, durch eine bedeutend geringere Kraft bewirkt werden kann, als in den unmittelbar benachbarten. Dass noch mehr solche Flächen vorhanden sind, darauf weisen die Zwillingslamellen hin, die manche Bleiglanzmassen in verschiedenen Richtungen in ganzen Schaaren durchziehen. Am verbreitetsten ist wohl die von SADEBECK\* zuerst beschriebene Erscheinung, wonach die Lamellen nach der Pyramidenoktaëderfläche  $\frac{a}{4} : \frac{a}{4} : a$  zwillingsartig verwachsen sind. Solche Lamellen finden sich nur an krystallinischen Massen, von welchen man ihrem ganzen Vorkommen nach annehmen muss, dass sie, in andere Mineralien und Gesteine um und um eingewachsen, den in der Erdkruste vielfach wirksamen Drucken und Pressungen ausgesetzt gewesen sind, nie finden sie sich dagegen in aufgewachsenen Krystallen, deren ganzes Vorkommen solche Vorgänge unbedingt ausschliesst. Es wäre also auch hier wieder dieselbe Erscheinung, wie beim Kalkspath, dessen Zwillingslamellen wohl unzweifelhaft auf spätere Druckwirkungen zurückzuführen sind und bei dem man sie durch Druck beliebig künstlich nachahmen kann.

Ich habe versucht, auch beim Bleiglanz experimentell den Beweis zu liefern, dass diese Zwillingsflächen Gleitflächen sind, und zwar durch Pressen von Bleiglanzkrystallen in ganz gleicher Weise, wie das REUSCH in seiner bekannten Arbeit beim Kalk-

---

\* Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. Bd. 26, pag. 631. 1874.

spath gemacht hat. Aber die Richtung des Drucks mochte sein, welche sie wollte, immer war das Resultat desselben wie bei oben genannten Versuchen: der Bleiglanzspaltungswürfel zerbrach in ein mehr oder weniger kleinkörniges Haufwerk von kleineren Bleiglanzwürfelchen, an denen Zwillingslamellen nicht zu sehen waren. Trotz dieses Misserfolgs ist man aber, wie mir scheint, doch nicht gezwungen, die Idee der Gleitflächennatur der genannten Flächen sofort fallen zu lassen, denn die Umstände, unter denen ein einzelner ganz isolirter Krystall einen solchen Druck erleidet, sind offenbar ganz andere, als die, wo nach allen Seiten hin völlig eingeschlossene Bleiglanzmassen von allen Punkten der äusseren Begrenzungsfläche aus dem unregelmässigen Drucke des Gebirgs ausgesetzt sind.

Ebensowenig ist es gelungen, die Gleitflächennatur der Pyramidenoktaëderflächen wie bei den Granatoëderflächen nachzuweisen, indem man mit dem oben beschriebenen runden Stift auf eine Fläche drückt, die senkrecht zu einer Pyramidenoktaëderzone ist. Eine so liegende Fläche von zweckmässiger Beschaffenheit, also eine Granatoëderfläche, habe ich unter meinen Exemplaren nicht gefunden und der Versuch, durch Anschleifen eine solche herzustellen, endigte mit dem Zerkrümmeln des Bleiglanzwürfels nach den Blätterbrüchen.

Übrigens ist die Bildung der echten Zwillingslamellen nach  $\frac{a}{4} : \frac{a}{4} : a$  nicht die einzige Art, wie die Gleitbarkeit nach dieser Fläche in die Erscheinung tritt. Wie es scheint, gehört eine ganze Anzahl der so häufig zu beobachtenden, scheinbar unregelmässig und oft nicht sehr geradlinig über die Bleiglanspaltungsflächen hinlaufenden stumpfen Rinnen und Rücken auch hierher, deren Kanten, wie man sich in einer grossen Anzahl von Fällen überzeugen kann, mit den Würfelkanten Winkel machen, welche dem bei SADEBECK (a.a. O.) angegebenen Winkel der Zwillingslamellen mit den Würfelkanten entsprechen. Mehrfach habe ich das sogar direkt durch Messung bestätigen können.

Man könnte vielleicht die Frage aufwerfen, warum beim Druck mit dem Stifte nie Zwillingsstreifen nach dem genannten Gesetz entstehen. Indessen sieht man leicht ein, dass bei solchem Druck normal zur Würfelfläche die ganze aufgewandte Kraft

zur Hervorbringung der Verschiebung nach den der Richtung der Kraft parallelen Granatoëderflächen verwendet wird; zur Verschiebung nach den Pyramidenoktaëderflächen kann aber wegen ihrer zu den Würfelflächen schiefen Lage nur eine mehr oder weniger grosse, von der Lage der einzelnen Fläche abhängige Componente der Druckkraft benutzt werden und diese Componente scheint zur Hervorbringung der Verschiebung doch nicht zu genügen.

Ob die von v. ZEPHAROVICH\* angegebenen Zwillingsstreifen noch ein weiteres System von Gleitflächen repräsentiren, muss ich dahin gestellt sein lassen, da ich nie etwas solches zu beobachten Gelegenheit gehabt habe; wäre, wie es ganz den Anschein hat, diess der Fall, so wäre der Bleiglanz ganz ausserordentlich complicirt in Beziehung auf diese Eigenschaft, was übrigens auch schon ohnediess der Fall ist.

#### **6) Herzförmige Zwillingsverwachsung am Quarz von Guanajuato in Mexico.**

Mit der UHDEN'schen Sammlung mexikanischer Mineralien ist auch namentlich eine Suite von Quarzen aus diesem Lande in den Besitz des Königsberger Universitäts-Mineralienkabinets gelangt. Es sind theils gemeine trübe Krystalle, theils Bergkrystalle, theils und der Zahl nach vornehmlich Amethyste in schönen grossen Drusen.

Bei einer genaueren Durchsicht dieser Quarze fand sich auf einem kleinen Drusenraum eines gemeinen, milchweissen derben Quarzstücks ein charakteristisch ausgebildeter herzförmiger Zwillling, wie sie vom Dauphiné, von Munzig, von Traversella, von Japan etc. beschrieben worden sind. Da das Vorkommen solcher Zwillinge mit unter  $84^{\circ} 34'$  gekreuzten Hauptaxen ein verhältnissmässig seltenes ist, so ist vielleicht dieser Fund erwähnenswerth.

Die zwillingsverwachsenen Krystalle sind ebenfalls trübe und undurchsichtig, wie ihre Unterlage, auf welcher der Zwillling mit seinem Knie aufgewachsen war. Sie sind jeder ungefähr 10 mm lang, 3—4 mm breit und plattenförmig dünn (ungefähr 1 mm), nach der beiden Individuen gemeinsamen Prismenfläche, so dass sie grosse Ähnlichkeit besonders mit den von Munzig

---

\* Zeitschr. für Krystallographie. Bd. I.

in Sachsen stammenden, ebenso gebauten Zwillingskrystallen zeigen. Die Rhomboëderflächen sind theils gross, theils klein; gross die auf den breiten, den beiden Individuen gemeinsamen Prismenflächen aufgesetzten, klein die vier anderen. Man erkennt deutlich, dass zwei entsprechende Dihexaëderkanten in beiden Individuen parallel sind, so dass also die Zwillingsfläche, wenn man die Gemeinsamkeit je einer Prismenfläche dazu nimmt, nothwendig eine Fläche des nächsten stumpferen Dihexaëders:  $2a : a : 2a : c$  sein muss. Je zwei Dihexaëder- und Prismenflächen jedes Individuumms liegen dann in einer Zone, welche auch die Zwillingsfläche enthält und die Krystalle (Haupttaxen) schneiden sich unter  $84^\circ 34'$ . Die Rhomboëderflächen sind nicht nach ihrer Zugehörigkeit zu  $+R$  und  $-R$  zu unterscheiden, da alle Flächen gleichmässig matt und zum Theil drusig sind, und daher lässt sich nicht feststellen, zu welcher Unterabtheilung dieses Gesetzes der Krystall gehört,\* ebensowenig lässt sich das oben ausgesprochene Zwillingsgesetz durch Messung direkt und scharf beweisen, aber ein Zweifel daran erscheint auch ohne dieses vollständig ausgeschlossen, da die Parallelität der entsprechenden Dihexaëderendkanten in beiden Individuen deutlich genug hervortritt. Die Zwillingsgrenze ist wenig deutlich, scheint aber unregelmässig zackig zu verlaufen, im Übrigen bietet der Krystall nichts, wodurch der Bau solcher Verwachsungen wesentlich über die bisherige Kenntniss hinaus gefördert werden könnte.

---

\* G. vom RATH, Mineralog. Mittheilungen, Pogg. Ann. Bd. 155. p. 62. 1875.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [1882](#)

Autor(en)/Author(s): Bauer Max Hermann

Artikel/Article: [Beiträge zur Mineralogie 132-151](#)