

V o r t r a g.

Ein optisch-mineralogischer Aufschraube-Goniometer.

Von dem w. M. W. Haidinger.

Vieles liesse sich in kürzerer Zeit erreichen, wenn man sich rasch zum Handeln entschliesse, ohne erst viel abzuwarten, was von anderen Seiten geleistet werden wird. Der Apparat, den ich heute der hochverehrten Classe vorzulegen die Ehre habe, ist ein sprechendes Beispiel. Aber Vieles muss auch vorgearbeitet sein, um einen Entschluss herbeizuführen. Manche Besprechungen mit meinem hochverehrten Freunde Herrn Dr. Grailich hatten in mir den Wunsch zur That gesteigert, meinen Wollaston'schen Goniometer von Cary in London mit mehreren Abänderungen durch unseren trefflichen Optiker Prokesch umzubauen, wobei Herr Dr. Grailich selbst freundlichst die Leitung übernahm. Aber auch in seiner veränderten Gestalt ist er nur in einigen Richtungen verwendbar. Der Anwesenheit des ausgezeichnet scharfsinnigen und rasch zur Arbeit greifenden Mechanikers, früher am k. k. physicalischen Institute, Herrn Siegfried Marcus in Wien verdanke ich aber die Anregung, doch wieder den Aufbau eines ganz neuen Apparates zu unternehmen, nachdem früher misslungene Versuche meine Wünsche und Erwartungen nur zu sehr gedämpft hatten. Auch ist der unvermeidliche Kostenpunkt eine sehr wohl zu beherzigende Frage, für welche in unseren Verhältnissen der Naturforscher gar ungünstig gestellt ist.

Es ist immer eine zeitgemässe Aufgabe für die Befriedigung wahrer Bedürfnisse zu sorgen, und namentlich sollten wir dies für jene Generation, welche nach uns kommt, und ich wünsche, dass das was ich hier vorlege, viele Anwendung finden möge, so wie ich es in vielen Fällen hätte selbst benützen können, wozu mir nun freilich immer weniger Hoffnung bleibt.

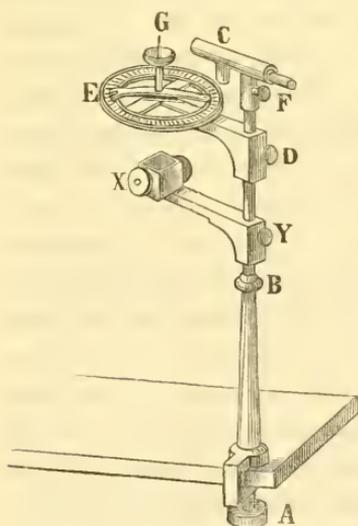
Der neue Apparat, neu in Bezug auf die Gesamtheit der Zusammenstellung, denn das Einzelne ist mannigfaltig bereits angewendet worden, soll die wichtigsten Fragen in Bezug auf Winkelmessungen an Krystallen mit hinlänglicher Schärfe beantworten, dabei bequem und leicht zu handhaben sein und endlich weniger kostspielig als so manche andere, die zum Theile in Besitz von physicalischen Museen keine hinlänglich verbreitete Anwendung finden. Die folgenden sind die wichtigsten Aufgaben, die dem praktischen Mineralogen vorkommen :

1. Messung der Winkel, welche zwei Krystall- oder Theilungsflächen einschliessen, an Krystallen oder Theilen derselben.
2. Messung der Strahlenbrechung. Brechungsindex für den ordinären und extraordinären Strahl, überhaupt der Grenzwerte.
3. Messung des Winkels, welchen die optischen Axen innerhalb des Krystalles einschliessen.
4. Messung des Winkels, welchen bei den augitischen und anorthischen Krystallen die Elasticitätsaxen mit den festen krystallographischen Linien, Kanten oder Axen einschliessen.

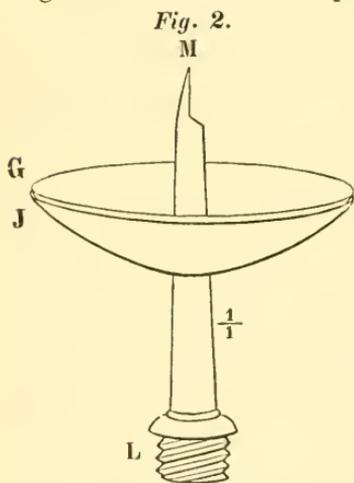
Für jede dieser vier Richtungen der Untersuchung wird der Apparat besonders modificirt und zusammengestellt.

1. Krystallwinkel. Zur Messung der Winkel ist der Apparat, abgesehen von dem Arme *XY*, in Fig. 1 zusammengestellt. Die Säule *AB* wird bei *A* fest an einen Tisch angeschraubt. Zwischen *B* und *C* ist ein gleichfalls angeschraubter Cylinderstift, auf den sowohl der eigentliche Messapparat *ED*, als auch das Fernrohr mit Fadenkreuz *C* aufgeschoben wird und welche dann mit den Schrauben *F* für das Fernrohr *C*, und *D* für den eingetheilten Kreis festgestellt werden. Das Aufschrauben bei *A* halte ich für sehr wichtig, und eigentlich bildet es den Charakter des Apparates, von dem ich auch die Benennung entlehnte. Ich glaube aus dem Herzen mancher Fachgenossen zu sprechen, wenn ich den vielfältig

Fig. 1.



belegten Raum alles dessen bezeichne, was man Tisch nennen kann, aber eine Ecke, eine die paar Quadratzoll leere Fläche um den Apparat aufzunehmen hat doch Jedermann, und dieser ist dann noch dazu unbeweglich und so fest gestellt wie der Tisch selbst, der ihn trägt. Der Tisch hat eine leicht zu erreichende horizontale Oberfläche; es ist Sache des Mechanikers, Alles so zu arbeiten, dass die Säule *CBA* vollkommen vertical und die Kreisscheibe *E* mit der Gradeintheilung vollkommen horizontal ist. Ist auch keine Wasserwage zur Controle angebracht, so ist ein Fehler wegen Abweichung von der Senkrechten doch gewiss sehr gering, denn für einen zu messenden Winkel von 90° beträgt der Fehler erst $0.1'$, wenn die Abweichung von der Senkrechten $1^\circ 24'$ erreicht. Der Krystallträger *G* Fig. 1 ist in Fig. 2 in natürlicher Grösse gezeichnet. Bei *L* wird er in die bewegliche Alhidade der Fig. 1, welche einen Nonius trägt, eingeschraubt, so dass der Theil *IKL* fest mit derselben verbunden ist. In der kugelförmig ausgedrehten Schüssel *IK* passt der Kugelabschnitt *GH* vollkommen



durch Reibung ein, ein Minimum von Öl gibt ihm den gewünschten Grad von Adhäsion. Die Spitze *M*, wo der Krystall mit Wachs angeklebt wird, ist etwas unter dem Mittelpunkte der Kugel, von welcher *GH* einen Oberflächenabschnitt darstellt. Der aufgeklebte Krystall ist also bereits vollkommen centriert und kann leicht, ohne dass er aus dem Mittelpunkte der Drehung herauskommt, in die erforderliche spiegelnde Lage gebracht werden. Wir danken diese höchst einfache und sinn-

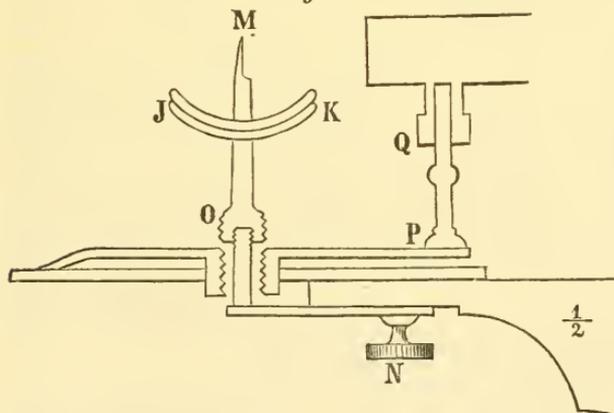
reiche Vorrichtung unserm hochverehrten Collegen und Freunde Herrn Professor und Ritter Petzval. Sie wurde schon vor zehn Jahren an dem Goniometer des damaligen k. k. montanistischen Museums nach seiner Angabe ausgeführt. Sie ist uns ein wehmüthiges Andenken zugleich an einen hoffnungsvollen jungen Naturforscher, der uns leider so bald darauf durch den Tod entrissen wurde, Herrn Dr. Joseph Springer, unter dessen specieller Sorge die Arbeit geschah. Diese vortreffliche Vorrichtung gibt den Goniometern mit horizontaler getheilte Kreisscheibe einen grossen Vorzug vor denen mit vertiealem

Kreise. Die Messung des Winkels ist nun vorbereitet. Der Kreis ist von 0° bis 360° getheilt.

2. Strahlenbrechung. Man kann schon mit der Zusammenstellung Fig. 1 mit drehbarer Alhidade und feststehendem Fernrohr oder Absehen den Winkel der Minimum-Ablenkung des gebrochenen Strahles messen. Man muss zu diesem Zwecke den Ort des leuchtenden Gegenstandes oder Lichtspaltes, O , sowie den Ort des hellsten Punktes des Spectrums S durch geeignete Vorrichtungen, etwa durch dahinter gestellte Lichtspalte, fest bezeichnen und sodann die Winkelentfernung beider mittelst eines dritten hellen Lichtpunktes I durch Spiegelung messen, indem man das Bild von L nach und nach mit O und mit S zum Zusammenfallen bringt. Man liest auf diese Weise einen Winkel $= \psi$ ab, der die Grösse der Hälfte der Minimum-Abweichung misst. Man hatte in derselben Stellung auch die brechende Kante $= \varphi$ gemessen und findet nun den Brechungsexponenten nach der Formel $n = \frac{\sin (\frac{1}{2} \varphi + \psi)}{\sin \frac{1}{2} \varphi}$.

Aber man kann auch unmittelbar das Fernrohr auf den Lichtspalt und das Spectrum einstellen, also den Winkel der kleinsten Abweichung unmittelbar messen, indem man, dem Babinet'schen oder Gambey'schen Goniometer analog, dem Fernrohre C eine excentrische Stellung gibt, während der Krystallträger G in der Axe befestigt wird. Dazu dient die Vorrichtung Fig. 3. Man beginne

Fig. 3.



mit der Vorrichtung Fig. 1. Man schraubt nun sowohl das Fernrohr C als den Petzval'schen Krystallträger G ab. Letzterer war in die Nonius-Alhidade eingeschraubt und mit derselben dreh-

bar gewesen. Nun schraubt man von unten an den feststehenden Apparat das Stück NO an, zu welchem Zwecke schon Alhidade und Kreis eine durchbohrte Axe haben. Auf die nun feste Axe wird bei O der

Krystallträger aufgeschraubt. In die zu dem Zwecke vorgerichtete Öffnung *P* kommt ein Stift, auf welchen bei *Q* mit einer dazu bestimmten Röhre das Fernrohr aufgesteckt und mit einer Schraube angezogen wird. Nun ist also der Krystall fest und das Fernrohr rundherum beweglich. Man erhält bei einer Centrirung des Krystalls durch zwei Mess-Operationen den Kantenwinkel φ und den Winkel der kleinsten Abweichung ψ . Der Exponent folgt nach der Formel

$$n = \frac{\sin (\frac{1}{2}\varphi + \frac{1}{2}\psi)}{\sin \frac{1}{2}\varphi}$$

wenn man nach einander das Fernrohr auf den gewählten Punkt des Spectrums und auf die Lichtlinie des einfallenden Strahles einstellt, den Kantenwinkel aber indem man es nach einander auf die gleichen Linien in den Bildern einstellt, welche durch die beiden Flächen, deren Winkel gesucht wird, von einem entfernten Gegenstande zurückgeworfen werden. Anstatt des Fernrohres genügt für die Messung der kleinsten Abweichung sehr oft ein Diopterspalt.

Um einen Krystall nach seinen Elasticitätsaxen zu kennen, nämlich den Geschwindigkeiten in den Richtungen senkrecht auf dieselben, mithin auch der drei Brechungs-Exponenten, möge hier die Bemerkung angeschlossen werden, dass man dazu sehr vortheilhaft und übersichtlich sich aus Einem Krystalle das dazu erforderliche Object schleifen kann, wenn man von einem rechtwinkligen Prisma ausgeht, das der einen Elasticitätsaxe parallel ist und dessen Seiten senkrecht auf den beiden anderen Elasticitätsaxen stehen. Man gibt

Fig. 4.

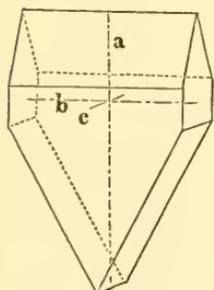
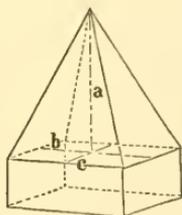


Fig. 5.



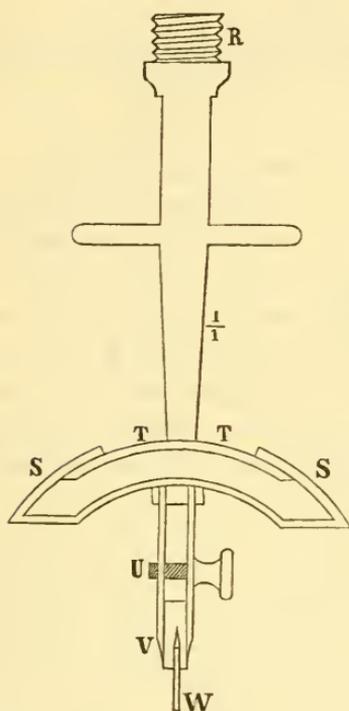
ihnen eine der beiden Formen Fig. 4 oder Fig. 5. Im ersten Falle sind die beiden zu oberst und zu unterst liegenden die brechenden Kanten, in Fig. 5 dagegen treffen sich die beiden brechenden Prismen in der Spitze. In beiden Fällen erhält man den Exponenten für die Axe

a zwei Mal, den für die Axen *b* und *c* ein Mal.

3. Winkel der optischen Axen. Bekanntlich können diese gemessen werden, indem man nach einander zwischen gekreuzten Turmalinen, oder in irgend einem andern Polarisations-Apparate die Ringe der beiden Axen nach einander in dieselbe Lage bringt und

den Drehungswinkel anmerkt. Eine eigene Zusammenstellung an dem Apparate wird zu diesem Zwecke angewandt. Zur Erklärung beginne man wieder mit der Fig. 1. Zuerst wird der Krystallträger *G* und das Fernrohr *C* abgeschraubt. Anstatt des erstern, aber von der untern Seite her, wird nun ein anderer Krystallträger Fig. 6 mit dem Ende *R*

Fig. 6.



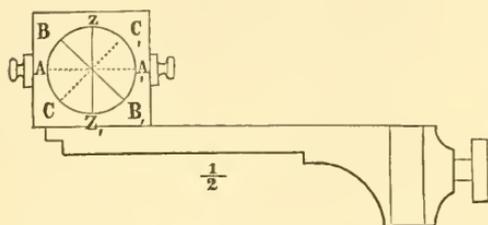
eingeschraubt, der gewissermassen als das Gegenstück des oben erwähnten P e t z v a l'schen Krystallträgers betrachtet werden kann, indem zwar die Kugelbewegung beibehalten ist, aber die äussere Kugelschale *SS* um die innere *TT* beweglich, während dort die innere *GH* beweglich, die äussere *IK* fest war. In der Axe ist eine kleine Zange *U* angebracht, in welche man zwischen Beilagen von Kork *V* die zu untersuchende Krystallplatte *W* einklemmt. Es leuchtet wohl schon aus der Zeichnung hervor, wie leicht es ist, die Platte in die ungefähre Richtung zu bringen, in der man die beiden Ringsysteme wahrnehmen kann, und wie man sodann vermittelt der Kugelbewegung zwischen den beiden Kugelschalen *SS* und *TT* die genaueste Lage ausfindig macht. Aber

man bedarf zu den Messungen noch eines Hilfsmittels, nämlich eines Gefässes mit Öl gefüllt, in welches die Krystallplatte eingetaucht werden kann, und welches in der Lage *XY* (Fig. 1) auf den Cylinderstift aufgeschraubt wird. Die Krystallplatten zeigen nämlich in der Luft zwischen gekreuzten Turmalinen oder in den gewöhnlichen Polarisationsapparaten nur dann Ringe, wenn diese noch ziemlich kleine Winkel mit einander und mit der Seheaxe einschliessen, weil der Brechungs-Exponent so gross ist, dass sehr bald innere Totalreflexion erfolgt, also kein Strahl mehr aus dem Krystalle herausgeht. Längst hat man daher, um doch die Ringsysteme zu sehen und zu messen, sich des Untertauchens in Öl bedient, der Brechungsindex des Olivenöls ist etwa = 1.500, und namentlich hat Herr Professor

W. H. Miller in Cambridge nicht nur sehr wichtige Messungen der Winkel der optischen Axen, besonders auch an Krystallen des augitischen Systemes, ausgeführt, sondern auch in seiner Mineralogie ¹⁾ erwähnt, dass man sich dabei einer solchen Vorrichtung am Goniometer bedienen muss, dass der Krystall am unteren Ende der Axe der Bewegung befestigt ist.

Das Ölgefäss im Durchschnitte ist Fig. 7 dargestellt. Es ist einen Zoll im Lichten gross. Man sieht durch Turmalinplättchen, welche

Fig. 7.



so gestellt sind, dass sie mit ihren Axen ein Mal an der, dem Beobachter zugewandten oder Ocularseite nach ZZ_1 an der abgewandten oder Objectivseite nach AA_1 , das andere Mal für eben diese Plättchen nach BB_1 und

CC_1 orientirt sind. Die Erscheinungen der Ringe folgen sich bei der verticalen Axe natürlich in der Richtung AA_1 . Für die Stellung der Axen der Turmaline nach ZZ_1 und AA_1 sind sie also durch die dunklen Balken verbunden, und daher sehr leicht mittelst der Kugelbewegung des Krystallträgers genau zu stellen. Für die eigentliche Messung des Axenwinkels werden aber sodann die Turmaline auf die um 45° verschiedene Richtung gerückt, und die Messung an den Scheiteln der Hyperbeln vorgenommen. Als Quelle homogenen Lichtes dient eine Spiritusflamme mit Salz, durch eine Linse concentrirt. Übrigens lassen sich mannigfaltige Lichtquellen benutzen, namentlich wenn es darauf ankommt, die Lage der Axen für die verschiedenen Farben des Spectrums kennen zu lernen. Die Neigung der „in Öl“ gefundenen Axen muss dann noch mit den mittleren Brechungs-Exponenten reducirt werden, um die Lage der Axen im Krystall zu haben.

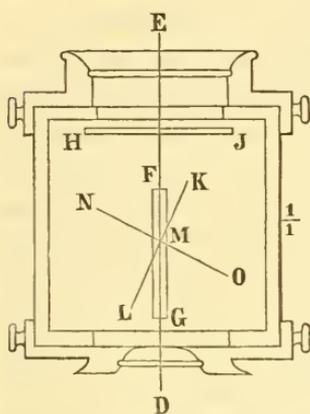
Bei der Stellung der Turmaline nach ZZ_1 und AA_1 zeigen einaxige Krystallplatten die Ringe und das Kreuz mit den Balken in denselben Richtungen gestellt. Liegen die Axen der Turmaline in den Richtungen BB_1 und CC_1 , so ist auch das Kreuz nach denselben

¹⁾ Phillips' Mineralog. Edited by H. J. Brooke and W. H. Miller.

Richtungen orientirt. Dann kann man die Winkeldurchmesser der Ringe ebenfalls leicht durch Drehung der verticalen Axe bestimmen.

Bei Krystallen, deren Symmetrie schon als unzweifelhaft orthotyp sich herausstellt, misst man bloß die Axenwinkel, ohne die Lage im Krystall näher in Betracht zu ziehen. Das Letztere aber ist sehr wichtig, wenn sich die Untersuchung auf augitische oder anorthische Krystalle bezieht. In diesen Fällen wird die Platte *FG* Fig. 8,

Fig. 8.



zwar zuerst so orientirt, dass die verticale Axe des Apparates die beiden Ringsysteme nach einander vor das Auge bringt.

Die Messung beginnt aber von der Lage des Plättchens in Fig. 8, wo dasselbe in die Richtung der Gesichtslinie *DE* gebracht wird. Aber das ganze Lichtfeld ist ja dunkel, da die Platte zwischen gekreuzten Turmalinen steht. Um sie dennoch sehen zu können, bringt man vorübergehend eine Glimmerplatte von $\frac{1}{4}$ Undulation, deren Axe eine der Lagen *BB₁* oder *CC₁* Fig. 7, in die Lage *HI* Fig. 8, wenn die Axen der Turmaline nach *ZZ₁* und *AA₁* orientirt sind, wodurch das Feld sogleich hell wird. Wären die Turmaline auf *BB₁* und *CC₁* gestellt, so muss die Axe des Glimmerplättchens am besten die Lage *ZZ₁* haben. Zwei Glimmerplatten, zwischen Glas geklebt, um die Oberfläche besser zu bewahren, müssen dem Apparate zu diesem Ende beiliegen.

Hat man nun genau die Platte *FG* in der Richtung *DE* Fig. 8 eingestellt, und den Winkel am Nonius abgelesen, so entfernt man die Glimmerplatte wieder, und misst sodann von beiden Seiten die Winkel *LMD* und *OMD*, welche die Axen „in Öl“ mit der Krystallplatte einschliessen. Sie müssen sodann noch durch den mittleren Brechungs-Exponenten für den Übergang zwischen dem Öl und dem Krystall auf die wahren Winkel im Innern des Krystalls reducirt werden. Indem man die Winkel der Axen halbirt, und sie mit der bezüglichen Lage der letzteren im Innern des Krystalls vergleicht, erhält man auch die Lage der Elasticitätsaxen in Bezug auf die krystallographischen Linien, wenn die beiden Axen *LK* und *NO* in der Ebene der Abweichung der Axen oder der symmetrischen Ebene liegen.

Diese Glimmerplatten dienen gleichfalls, um, mit der Erscheinung der Ringe combinirt, den positiven oder negativen Charakter der Axen zu zeigen.

4. Messung des Winkels zwischen den Elasticitätsaxen und festen krystallographischen Linien. Der so eben beschriebene Vorgang gibt die Lage mittelbar. Aber es ist wünschenswerth, an dem Apparate auch eine Vorrichtung zu haben, um sie wie mit v. Kobell's Stephanoskop unmittelbar zu beurtheilen. Dazu braucht man eine Kreisbewegung zwischen feststehenden gekreuzten Turmalinplatten, von welchen die Ocularplatte noch, um die Erscheinung deutlicher zu zeigen, ein Polarisirkop ist, also zum Beispiel die Turmalinplatte noch mit einer Platte combinirt wird, welche ein kreisförmiges oder elliptisches Ringsystem zeigt. Die mehr auffallenden Bewegungen der schwarzen Balken zeigen deutlicher den Neutralpunkt als die blossе Schätzung des tiefsten Schwarz. An dem Apparate ist nun die Einrichtung getroffen, dass an den festen Kreis *ED* Fig. 1 von oben die eine, von unten die andere der Turmalinplatten angeschraubt werden, welche an dem Ölkästchen Fig. 7 in anderer Weise dienen. Die zu untersuchende Krystallplatte aber wird an die den Nonius tragende Alhidade angeklebt, und mit derselben der in Frage stehende Winkel gemessen. Man macht nämlich zuerst die an der Krystallplatte vorhandenen festen Linien der 0° — 180° Linie der Alhidade parallel und dreht dann so lange die letztere sammt dem Krystall herum, bis der schwarze Balken die Lage jener Linie annimmt.

Mit einem Apparate, wie der hier erwähnte, kann man wohl mancherlei Untersuchungen durchführen, die bisher eine grössere Anzahl derselben, und dazu noch ziemlich viel höher im Preise stehende erforderten. Aus der Beschreibung schon, so einfach ich sie auch gehalten habe, glaube ich, wird man wohl hinlänglich entnehmen, dass er sich recht sehr durch seine vielartige und bequeme Anwendbarkeit empfiehlt. Das grösste Vergnügen würde es mir gewähren, wenn eine Anzahl solcher Apparate, wie sie so trefflich von Herrn Marcus gefertigt werden, recht bald in das wirklich arbeitende Publicum kämen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1855

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Haidinger, von Wilhelm Karl

Artikel/Article: [Ein optisch-mineralogischer Aufschraube-Goniometer. 110-118](#)