Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

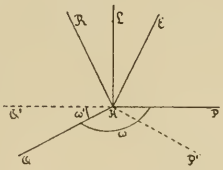
Das neue Goniometer der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Mit einer lithographirten Tafel (Nr. VI) und 6 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Von **Dr. Aristides Brezina.**

Bekanntlich pflegt man gegenwärtig den Winkel zweier ebener Flächen an Krystallen fast ausschliesslich auf die Weise zu messen, dass man von der einen Fläche Licht spiegeln lässt und dann den Krystall um die Kante beider Flächen dreht, bis die zweite Fläche das Licht in derselben Weise spiegelt, wie früher die erste. Man hat dazu um das Supplement des inneren Winkels der beiden Flächen zu drehen, wie aus nebenstehender Figur 1 hervorgeht, in welcher PQ die beiden Flächen sind, deren Winkel ω zu bestimmen ist, K ihre Kante (die Zeichenebene zu beiden Flächen und ihrer Kante senkrecht gedacht), EK ein einfallender, KR der reflectirte Strahl, KL das Loth auf die Fläche im Falle der Spiegelung, PQ' die Lage der Flächen nach erfolgter Drehung um den Winkel $\omega' = 180^0 - \omega$, wonach Q' nunmehr die Richtung besitzt, welche früher P eingenommen hatte. Hiebei unterscheiden sich die gebräuchlichsten Instrumente hauptsächlich darin, dass bei den einen die Spiegelungsebene EKR vertical, also die zu messende Kante K horizontal, bei den anderen umgekehrt EKR horizontal und K vertical stehen.

Fig. 1.



Als ich daher im Verlaufe meiner krystallographischen Untersuchungen an homologen und isomeren Reihen eine Anzahl von Verbesserungen am Mitscherlich'schen Goniometer anbrachte, welche dasselbe insbesondere zur Messung an sehr kleinen, unvollkommen ausgebildeten oder nicht luftbeständigen Krystallen geeigneter machen sollte [1]) und als die Möglichkeit der Ausführung eines nach meinen Angaben gebauten Instrumentes durch die reichlichen Mittel gesichert war, welche die Direction der k. k. geologischen Reichsanstalt auf die wissenschaftliche Ausrüstung des dortigen chemischen Laboratoriums verwendet,

[1]) Der die Methoden betreffende Theil erschien unter dem Titel: Methodik der Krystallbestimmung. Wien, Carl Gerold's Sohn, 1884, 8°.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

bot sich naturgemäss zunächst die Frage dar, ob die neuen Einrichtungen an einem Vertical- oder Horizontalinstrumente angebracht werden sollten. Der Horizontalkreis hat den Vortheil, dass bei beliebigen Incidenzen mit gleicher Leichtigkeit beobachtet werden kann, ohne dass man die Fernrohre in grössere oder geringere Entfernung von der Limbusaxe zu bringen braucht; dadurch wird eine Verschiebung der Vorsteckloupe unnöthig, ebenso kann man bei nahezu senkrechter Incidenz ohne Zuhilfenahme eines Spiegels oder totalreflectirenden Prismas beobachten, wodurch störende Nebenreflexe vermieden werden; endlich fallen bei Horizontalinstrumenten diejenigen Fehler weg, welche durch die Deformirung des Klebwachses oder des Krystallträgertheiles unter dem Einflusse der Schwere entstehen. Wenn es deshalb zur Erreichung der höchsten möglichen Genauigkeit (bis herab zu wenigen Secunden) unbedingt geboten ist, sich der Horizontalkreise zu bedienen, so bieten, abgesehen von den seltenen, einer solchen Genauigkeit zugänglichen Fällen, die Verticalinstrumente Vortheile, welche sie für alle gewöhnlichen Untersuchungen weitaus empfehlenswerther machen. Dahin gehört vor Allem der Vortheil eines weitaus rascheren Arbeitens, das durch die bequeme Haltung der Arme und die gleichbleibende Stellung der Goniometertheile ermöglicht wird; ebenso lassen sich die weiter unten zu besprechenden Vorrichtungen für Messung zersetzbarer Substanzen kaum anders als an Verticalinstrumenten anbringen, und da man Goniometer, welche zu besonders feinen Constantenbestimmungen dienen sollen, nicht auch für die laufenden Arbeiten verwenden darf, wenn sie ihre Genauigkeit nicht bald einbüssen sollen, so ist in allen gewöhnlichen Fällen, in welchen die Beschaffenheit der Krystalle eine grössere Genauigkeit als 2—3 Minuten ohnedies nicht erzielen lässt, ein Verticalkreis vorzuziehen. Ein solcher wurde also auch im vorliegenden Falle gewählt.

Entsprechend dem eingangs erwähnten Principe der Messung benöthigt man an einem solchen Reflexionsgoniometer dreierlei Vorrichtungen: erstens solche, welche das Bild eines leuchtenden Gegenstandes zur Krystallfläche senden und das gespiegelte Bild aufnehmen, beziehungsweise in das beobachtende Auge gelangen lassen (Abseher oder Fernrohre), sodann Vorrichtungen, welche eine Drehung des Krystalles um die Kante zweier seiner Flächen ermöglichen (Justir- und Centrirvorrichtungen), und endlich Vorrichtungen zur Messung der Grösse der erfolgten Drehung. Auch bezüglich ihres räumlichen Zusammenhanges sondern sich die Theile des Instrumentes nahe übereinstimmend mit vorstehenden drei Gruppen, nur reiht sich an die erste Gruppe die dritte und an diese die zweite.

Die allgemeine Anordnung der Haupttheile eines solchen Instrumentes ist in der nachfolgenden, meinem oben citirten Werke entnommenen Figur 2 dargestellt [1]). Der weissgebliebene Theil I ist das Stativ mit den Fernrohren (bei 1 angedeutet) zur Fixirung des Ganges der eintretenden und gespiegelten Lichtstrahlen, mit einer zur Ebene der optischen Axen der Fernrohre senkrechten Durchbohrung

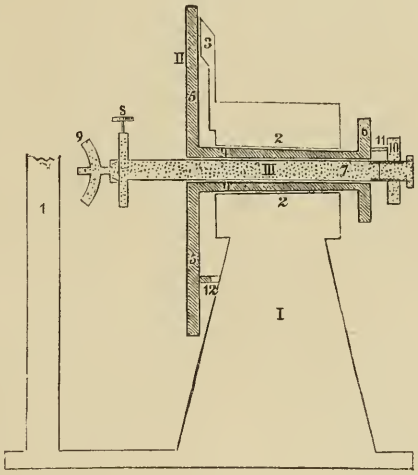
[1]) Die Verlagsbuchhandlung Carl Gerold's Sohn hat die Clichés zu dieser und den folgenden Figuren freundlichst zur Verfügung gestellt.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

2 und einer festen Marke oder einem Nonius 3 zur Ablesung des jeweiligen Standes des Theilkreises; behufs Eliminirung des Excentricitätsfehlers sind zwei einander diametral entgegengesetzte Nonien, und zwar vorn und rückwärts, nicht einer oben wie in Figur 3 angebracht. Zum Stativtheil gehört noch die Verklemmung 12, welche gestattet, den Theilkreis fest mit dem Stative zu verbinden.

Der zweite, in der Figur mit II bezeichnete und schraffirt dargestellte Haupttheil besteht aus einer selbst wiederum durchbohrten Axe 4, welche in der Bohrung 2 des Statives drehbar ist, einem zur Drehungsaxe senkrechten Theilkreise 5, einer Handgriffscheibe 6, mittelst welcher die Drehung des Theiles bewirkt wird, und den zwei Klemmungen 12 und 11, von denen die erstere, wie schon erwähnt, den Theilkreis mit dem Stative verbindet, während 11 die Verbindung zwischen dem Limbustheile II und dem Krystallträgertheile III herzustellen erlaubt.

Fig. 2.



Der letztere (in der Figur punctirt) enthält die innerste Axe 7, welche sich in der Limbusaxe 4 dreht, den Centrirapparat 8, die Justirvorrichtung 9 (mit dem Krystallträger), eine Handgriffscheibe 10 und endlich die schon erwähnte Klemmung 11, welche die Verbindung zwischen II und III bewirkt.

Die einzelnen Theile haben die nachfolgende Einrichtung:

I. 1. Was zunächst den bilderzeugenden Theil, die Fernrohre, anbelangt, so sind die wesentlichsten Eigenschaften, durch welche sich das vorliegende Instrument von ähnlichen unterscheidet, vor Allem die Dimensionen der optischen Bestandtheile, der Linsen und Blenden, welche man früher ohne feste Richtschnur versuchsmässig abgeändert hat; ich habe in dem angeführten Werke den Gang der Lichtstrahlen im Goniometer dioptrisch untersucht und die Rolle eines jeden einzelnen Bestandtheiles (Oculare und Objective, Aperturen der Blendungen) zahlenmässig ermittelt; ebenso wurden die einzelnen Anforderungen, welche man in Bezug auf Empfindlichkeit, Bildvergrösserung, auflösende (bildstreuende) Kraft, Helligkeit und Gesichtsfeld an das Instrument stellen kann, zahlenmässig formulirt und nun auf dem Wege der Rechnung bestimmt, welche Dimensionen zur Erreichung bestimmter Aufgaben am günstigsten sind.

Die Verwendbarkeit der Fernrohre zur Fixirung des Ganges der Lichtstrahlen beruht bekanntlich auf der Eigenschaft einer Linse oder eines Linsensystemes, alle von einem Punkte der Hauptbrennebene kommenden Strahlen untereinander parallel (als Strahlencylinder) aus der Linse austreten zu lassen und umgekehrt alle untereinander parallel

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

auf die Linse fallenden Strahlen in einem einzigen Punkt der jenseitigen Brennebene zu vereinigen. Befindet sich also in der vorderen Brennebene einer Linse eine lichtdurchlassende Oeffnung mit einem Fadenkreuz, so sendet jeder Punkt dieser Apertur zur Linse einen Lichtkegel, welcher die Linse als Lichtcylinder verlässt; fallen diese verschiedenen Lichtcylinder auf eine zweite Linse, so werden alle zu einem Cylinder gehörigen Lichtstrahlen in einen Punkt der rückwärtigen (wiederum mit einem Fadenkreuz, dem Beobachtungsfadenkreuz ausgerüsteten) Brennebene der zweiten Linse vereinigt, woselbst somit ein Bild des correspondirenden Punktes der Einlassapertur entsteht. Einem jeden Punkte der ersten Apertur entspricht somit ein einziger Punkt der zweiten, die Einlassapertur wird in der Ebene der zweiten abgebildet, und wenn nun hinter die zweite (Beobachtungs-) Apertur ein Ocular gestellt wird, durch das ein hinter demselben befindliches Auge diese Apertur deutlich erblickt, so erblickt dasselbe gleichzeitig mit der gleichen Deutlichkeit die Einlassapertur mit dem dortselbst befindlichen Fadenkreuze. Man stellt die Fadenkreuze so, dass ihre Mittelpunkte in die optischen Axen der betreffenden Linsen fallen; befindet sich dann zwischen beiden Linsen eine ebene Fläche (Krystallfläche), welche das von der ersten Linse (Einlassobjectiv) kommende Licht auf die zweite Linse (Beobachtungsobjectiv) wirft, so fallen ersichtlicherweise die Bilder der Fadenkreuzmitten nur dann zusammen, wenn die Normale zur spiegelnden Fläche die Winkel der optischen Axen der Linsen (beziehungsweise Fernrohre) halbirt, so dass auf diese Weise zwei spiegelnde Flächen hintereinander genau in die gleiche, parallele Richtung gebracht werden können und der hiezu nothwendige Drehungswinkel abgelesen werden kann.

In der Darstellung der Fig. 3, Taf. VI, welche das Goniometer in halber Naturgrösse von der Seite des Krystalles aus zeigt, sind die Fernrohre zum Theile durchschnitten, zum Theile in Daraufsicht abgebildet; links das Einlassfernrohr, dessen Objectiv *o* (achromatisch) eine Brennweite von 120 Millimeter besitzt; in der vorderen Brennebene desselben, bei *r*, stehen drei mittelst Revolverbewegung vertauschbare Aperturen, von welchen die zu den gewöhnlichen Normalbeobachtungen dienende einen Durchmesser von 0·56 Millimeter und ein Fadenkreuz besitzt, dessen Arme gegen die Horizontale unter 45° nach rechts und links geneigt sind. Diese Apertur ist erforderlich, damit bei einer Objectivbrennweite von 120 Millimeter und einer scheinbaren Grösse des Signalbildes von 6 Millimeter eine Drehung des Krystalles um eine Minute eine Verschiebung des Bildes um ein Achtel seines Durchmessers hervorbringe. Die zweite Apertur enthält einen quer gestellten Schrauf'schen Spalt, die dritte eine grosse Blendung zur Erzielung eines grösseren Lichtkegels für die Aufsuchung der Reflexstellung; die beiden letztgenannten Aperturen sind zum Schutze des Auges mit Milchglas bedeckt. Das Einlassfernrohr benöthigt kein Ocular, weil ein solches nur eine Schwächung des Lichtes bewirken würde, es steht somit unmittelbar vor der Einlassapertur die Lichtquelle, gewöhnlich eine Petroleumlampe mit Flachbrenner, welcher im Falle der kleinen Apertur seine Schmalseite, im Falle der beiden grossen die Breitseite der Apertur zuwendet. Bei *ba* ist ein Balancirgewicht aus Blei ange-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

bracht; von den Correcturschrauben *m* und c_2, sowie der Hebevorrichtung *Kt* wird weiter unten die Rede sein.

Das rechts stehende Beobachtungsfernrohr hat ein achromatisches Objectiv *o'* von ebenfalls 120 Millimeter Brennweite, welches jedoch nur einen Theil des eigentlichen Beobachtungsobjectives bildet; nachdem nämlich als Beobachtungsocular aus Gründen der Vergrösserung des Gesichtsfeldes ein Huyghens'sches Ocular gewählt wird, bildet das sogenannte Collectiv *co* (Brennweite 66 Millimeter), das um 87 Millimeter vom achromatischen Objective entfernt ist, mit letzterem zusammen das eigentliche Fernrohrobjectiv, dessen vereinigte Brennweite 80 Millimeter beträgt; das Fadenkreuz *f*, dessen Fäden in einer Vertical- und einer Horizontalebene stehen, befindet sich in der rückwärtigen Brennebene des vereinigten Objectives, also 22 Millimeter hinter dem Collectiv; das eigentliche Ocular *oc* hat eine Brennweite von 22 Millimeter und steht ungefähr 22 Millimeter hinter dem Fadenkreuz *f*, dem es sich übrigens, je nach Kurz- oder Weitsichtigkeit des Auges, näher oder weiter bringen lässt. Das ganze Huyghens'sche Ocular lässt sich aus gleich zu erörternden Gründen bis an die achromatische Linse *o'* heranschieben, was mittelst der Griffschrauben *gr* möglich ist, welche in den Huyghens eingeschraubt sind und durch lange Schlitze im Fernrohr hindurchragen. Dicht vor die achromatische Linse *o'* lässt sich eine Loupe *l* von 67 Millimeter Brennweite legen, deren Abstand von der Limbusaxe, also von der zu messenden Krystallkante gleich ist (beziehungsweise gleich gemacht wird) ihrer Brennweite, so dass jeder Punkt der Krystallkante vermittelst der Loupe ebenso auf das Beobachtungsobjectiv einwirkt, wie das in der Brennebene des Einlassobjectives befindliche Fadenkreuz vorher auf das Beobachtungsobjectiv eingewirkt hat; es wird also jeder Punkt der Krystallkante in der rückwärtigen Brennebene *f* und somit auch auf der Retina des Auges scharf abgebildet. Weil die Fernrohre gehoben und gesenkt und somit in verschiedene Entfernung von der Limbusaxe gebracht werden können, muss auch die Loupe *l* der Axe mehr oder weniger genähert werden, zu welchem Zwecke die Loupenfassung auf Fortsätzen des Fernrohres verschoben werden kann. Wir haben also jetzt zwei Fernrohrstellungen: ohne Loupe, wobei das Fernrohr als solches wirkt, und mit Loupe, wobei es als ein auf den Krystall eingestelltes Mikroskop wirkt; wird in letzterer Stellung der Huyghens an die achromatische Linse angeschoben, so tritt ein Moment ein, wo wiederum das Fadenkreuz *f* in die rückwärtige Brennebene des aus Loupe *l*, Achromat *o'* und Collectiv *co* gebildeten Systemes eintritt, wobei also wiederum ein astronomisches Fernrohr hergestellt ist. Bleibt beim Uebergang von Stellung II in Stellung III das Bild einer beleuchteten Krystallfläche im Mittelpunkt des Gesichtsfeldes, während es sich mit abnehmender Deutlichkeit allmälig in das ebenfalls im Mittelpunkt stehende Signalbild umwandelt, so gehören beide demselben Flächenstück an, es gibt also die Umwandlung durch Anschieben des Oculares an das mit Loupe versehene Objectiv Gelegenheit, die Zusammengehörigkeit von Signal- und Flächenbild zu erproben, was bei der Untersuchung stark facettirter Krystalle von Wichtigkeit ist.

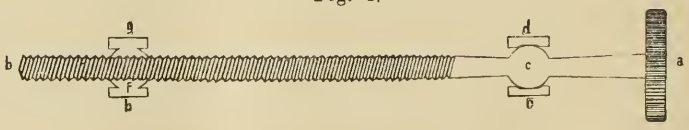
Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Es ist zuweilen wichtig, bei verschiedenem Einfallswinkel des Lichtes *EKL* (Fig. 1) beobachten zu können; Nebenbilder durch Beugung sind oft von Nebenbildern vicinaler Flächen nur durch Veränderung des Einfallswinkels zu unterscheiden, stark gestreifte Flächen verlangen Beobachtung bei grossem Einfallswinkel, während andererseits bei senkrechter Incidenz die Partialbilder einer facettirten Fläche in ihrer natürlichen Streuung, ohne Verzerrung erscheinen, was zur Beurtheilung des Flächencharakters von Wichtigkeit ist. Um nun jede beliebige Incidenz herstellen zu können, sind die beiden Fernrohre in ihren Ständern vertical auf- und abwärts bewegbar — vermittelst gezähnter Räder an den Schrauben *t t'* — wobei die Neigung der Fernrohre gegen das Stativ durch die Verklemmungen *K* und die Mikrometerschrauben *m m'* entsprechend regulirt wird. Hiedurch ist bereits ein Spielraum vom Incidenzwinkel 90° (streifende Incidenz bei vollkommen bis zur Horizontalstellung gesenkten Fernrohren) bis zum Winkel von ungefähr 50° ermöglicht; ausserdem trägt das Beobachtungsfernrohr ober seinem Objective ein totalreflectirendes Glasprisma *p*, wodurch das Licht des Einlassfernrohres unter 30° bis nahezu 0° auf den Krystall geworfen werden kann. Das Charnier *s*, in welchem zu diesem Zwecke das Prisma drehbar ist, lässt sich durch eine Mikrometerschraube etwas gegen die optische Axe des Fernrohres verstellen, um es zu dieser genau senkrecht machen zu können.

Schliesslich sind an den Fernrohren noch die Correcturschrauben zu erwähnen, welche die optischen Axen derselben gegen die Limbusaxe senkrecht zu stellen gestatten. Eigentlich würde zu diesem Zwecke für jedes Fernrohr eine Schraube genügen. Nachdem aber die Fernrohre auch um Horizontalaxen drehbar sind, muss bewirkt werden, dass auch bei einer Drehung um diese die optischen Axen zur Limbusaxe senkrecht bleiben. Durch die Correcturschrauben C_2 und C_2' am Fusse der Fernrohrständer lassen sich die letzteren um verticale Axen drehen, während die Schrauben C_1 und C_1' (wovon nur letztere sichtbar ist) die Fernrohrlager in verticalen, zur Limbusaxe parallelen Ebenen heben und senken. Mittelst eines an Stelle des Krystalls angebrachten Planparallelglases können die betreffenden Correcturen ausgeführt werden.

I. 2 und 3. Ueber die Bohrung ist nur zu bemerken, dass sie gegen die Krystallträgerseite zu konisch erweitert ist; die Nonien sammt dem Deckel zum Schutze des Theilkreises werden bei Besprechung des Theilkreises erwähnt werden.

Fig. 4.



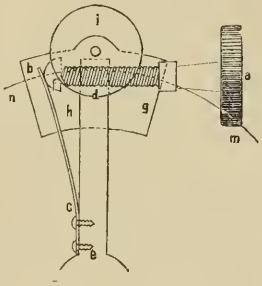
I. 12. Die Klemmung zwischen Stativ und Theilkreis ist sowie die zwischen letzterem und dem Krystallträgertheil, beziehungsweise den zugehörigen Handgriffscheiben, eine Mikrometerschraubenverklemmung, Fig. 4, behufs Vermeidung des bei elastischen Klemmungen (Fig. 5) zu befürchtenden Schleppens; bei ersterer sind die Backen *d e* und *g h*

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

je an einem der gegeneinander zu verschiebenden Theile befestigt; die Mikrometerschraube *a b* ist mit der fest daran befindlichen Kugel *c* zwischen den Backen *d e* drehbar, aber nicht verschiebbar eingeklemmt, während der Gewindetheil *b* der Schraube in einer, in die zweite Backe *g h* eingeschnittenen Mutterschraube *f* drehbar ist.

Bei der elastischen Klemmung, Fig. 5, ist das Muttergewinde *d* für die Mikrometerschraube *a* in ein Stahlprisma *d e* eingeschnitten, das bei *e* in fester Verbindung mit dem einen zu bewegenden Theile (hier eine Axe) steht; der andere gegen diesen zu bewegende Theil *m n* (hier eine Handgriffscheibe) kann durch die Backenpresse *g h* erfasst werden, wenn die beiden Backen durch Schraube *i* angezogen werden; die Backenpresse hat einen festen stählernen Anschlag *b*, welcher durch eine am Prisma *d e* angeschraubte starke Feder *b c* an das Ende der Mikrometerschraube *a* angedrückt wird.

Fig. 5.



Zum Stativtheile würde noch die Stopfbüchse gehören, weil sie mit ersterem in fester Verbindung steht; es erscheint jedoch zweckmässiger, dieselbe gelegentlich des Krystallträgers zu besprechen.

Der II. (Limbus-) Theil hat folgende Bestandtheile:

II. 4. Die durchbohrte Axe von der Form eines Hohlkegels mit konischer Bohrung.

II. 5. Den Theilkreis, welcher unter dem schon vorher erwähnten Dosendeckel läuft, um vor Staub, Säuredämpfen etc. geschützt zu sein. Zwei Glasfenster im Deckel sind an der Stelle der Nonien angebracht, um die Ablesung zu gestatten. Der Theilkreis, dessen Theilung auf der Kreisfläche eines ebenen Silberringes aufgetragen ist, hat einen Durchmesser von 20 Centimeter und ist in Sechstelgrade getheilt; die Nonien geben Drittelminuten[1]).

II. 6. Die zum Limbustheil gehörige Handgriffscheibe ist die grösste von den drei hintereinanderstehenden Scheiben; sie ist in fester Verbindung mit der Backenpresse 11, welche durch Anziehen einer Schraube auch die Handgriffscheibe des Krystallträgertheiles festhalten kann; eine Mikrometerschraube besorgt bei geschlossener Klemme die Feinverschiebung.

III. Der Krystallträgertheil. Hier sind zahlreiche Neuerungen angebracht.

III. 7. Die innerste Axe ist nach der dem Limbus abgewendeten Seite, entsprechend der Bohrung der Limbusaxe, konisch geformt; sie ist selbst wieder durchbohrt, die Bohrung hat einen quadratischen Querschnitt, in welchem ein Stahlprisma nach rechts und links mittelst einer rechts angebrachten Schraube (der kleinsten der drei Handgriffschrauben) verschiebbar ist. Am linken Ende des Stahlprismas sitzen die ganzen Einstellungsapparate. Diese Einrichtung, welche dazu dient,

[1]) Im Berichte in den Verhandlungen 1883, S. 271—272 steht irrthümlicherweise Zwölftelgrade und Sechstelminuten.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

den Krystall in die Ebene der Fernrohraxen zu bringen, wurde von Fuess für seine Horizontalinstrumente angewendet; sie ist den anderweitigen derartigen Vorrichtungen (Schlittenverschiebung der beiden Fernrohre, verschiebbare Hülse um das linke Ende der innersten Axe) bei weitem vorzuziehen.

III. 8. Am Stahlprisma sitzen zunächst die zu einander senkrechten Centrirschlitten A und C, Fig. 6, Taf. VI, welche durch die Schneider'schen Differentialschrauben b, B und b', B' in Bewegung gesetzt werden. Dieselben haben die Bestimmung, eine jede Bewegung grob oder fein ausführen zu können, und functioniren in folgender Weise: soll das Stück M gegenüber dem feststehenden Stücke P grob oder fein verstellt werden, so dreht man an den Schrauben b' oder B'; die kleine Scheibe b' bewegt die aus zwei Theilen bestehende Schraube ON, wovon N ein sehr grobes, linksläufiges Gewinde vom Gange $\boldsymbol{S}_1$ und dem grossen Durchmesser D_1 hat und sich mit grosser Reibung R_1 im Muttergewinde des Theiles M bewegt; der andere Theil O hat ein sehr feines [1]) rechtsläufiges Gewinde vom Gange s_2, dem kleinen Durchmesser d_2 und der kleinen Reibung r_2 in der Bohrung von Q, in welcher er sich bewegt. Dieser Theil Q, welcher auch selbstständig durch die Feinschraube B' bewegt werden kann, dreht sich mit ganz feinem Gewinde $_{s_3}$ bei grösstem Durchmesser $\boldsymbol{D}_3$ und grösster Reibung $\boldsymbol{R}_3$ in P, während sein inneres Muttergewinde die Schraube O mitführt; es ist also

$$\boldsymbol{S}_1 > s_2 > {}_{s_3}; \quad \boldsymbol{D}_3 > D_1 > d_2; \quad \boldsymbol{R}_3 > R_1 > r_2;$$

bezeichnen wir also mit $\boldsymbol{S}_1$ s_2 $_{s_3}$ die absoluten Werthe der Gänge und werde jede Bewegung nach oben als positiv, jede nach unten als negativ bezeichnet, so bewirkt eine ganze Drehung der Feinschraube B' nach rechts ein Eindringen von Q um $_{s_3}$, also eine negative Bewegung; die in Q liegende Schraube O muss nun entweder ungedreht bleiben, also sich einfach von Q schleppen lassen, oder die Drehung mitmachen; im ersten Falle ist vermöge der Reibung zwischen N und M (R_1) die Reibung zwischen O und Q (r_2) zu überwinden; im zweiten wäre umgekehrt vermöge der Reibung r_2 die Reibung R_1 zu überwinden; wegen $R_1 > r_2$ tritt offenbar ersterer Fall ein, O wird geschleppt und es macht nun M die Bewegung $+s_2$ und $-{}_{s_3}$, also $s_2 - {}_{s_3}$, eine sehr kleine Bewegung nach oben, deren Betrag vermöge der Grösse der Schraubengewinde 0·4 Millimeter ausmacht.

Drehen wir hingegen die Grobschraube b' nach rechts voll um, so macht M in Folge der gleichzeitigen Drehung von N die directe Bewegung $-\boldsymbol{S}_1$ (weil N linksläufig ist); die Schraube Q kann nun entweder die Drehung mitmachen, in welchem Falle die Reibung zwischen P und Q ($\boldsymbol{R}_3$) durch diejenige zwischen O und Q (r_2) überwunden werden müsste; dies ist ersichtlicherweise wegen $\boldsymbol{R}_3 > r_2$ unmöglich, und es muss also Q von O geschleppt werden, somit wegen der Rechtsläufigkeit von O die nach abwärts gerichtete Bewegung $-s_2$ machen; die Gesammtbewegung ist daher $-\boldsymbol{S}_1 - s_2$, deren Grösse zu 3 Millimeter festgestellt wurde.

---

[1]) In der Figur 6 (Naturgrösse) sind alle feinen Gewinde unverhältnissmässig grob gezeichnet.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Dasselbe gilt dann auch von der anderen Centrir-Bewegung *bB*.

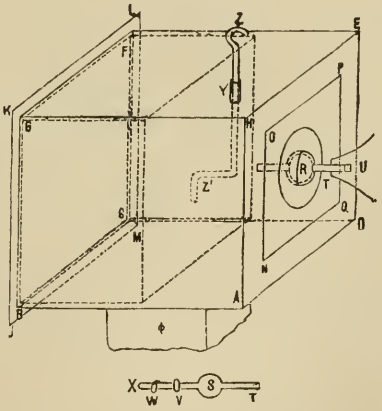
III. 9. Die Justirvorrichtung, durch welche die beiden Flächen, deren Kante gemessen wird, der Limbusaxe parallel gemacht werden, ist in *dDE* und *d'D'E'* Fig. 6 dargestellt. Sie erfolgt durch zwei aufeinander senkrechte, concentrische Kreisbogen *EE'* (nach dem Vorgange von Lang's), welche durch Differentialschrauben ohne Ende entsprechend dem Principe der Centrirschrauben bewegt werden. Diese Kreisbogen lassen einen grossen Spielraum (bis nahe 90°) zu.

Im inneren Justirbogen steckt der Krystallträger *HILK* Fig. 6, welcher wiederum zwei selbstständige, grobe Justirbewegungen im Scharnir bei H um eine Horizontalaxe und im Scharnir *L* um eine Verticalaxe besitzt.

Auf den innersten Flügel bei *K* wird der zu messende Krystall mittelst Klebwachs befestigt, das der Temperatur des Arbeitsraumes angepasst sein soll. Für gewöhnliche Zimmertemperatur verwendet man eine Mischung von etwa 3—4 Theilen Wachs auf $^1/_2$ bis 1 Theil weissen Terpentin, in grosser Sommerhitze fast reines Wachs, in strenger Winterkälte (bei Messungen im Freien) reines Terpentin; in allen Fällen muss das Klebmittel durch Kienruss geschwärzt sein, um störendes diffuses Licht zu vermeiden.

Zu diesen Einstellungsvorrichtungen treten noch die Apparate zur Messung unbeständiger Substanzen hinzu, welche ihrer Stellung nach eigentlich zum Stative gehören; zunächst ist ein Raum erforderlich, in welchem eine Atmosphäre von bestimmter Beschaffenheit (entweder absolut trocken oder gesättigt mit Wasser- oder Salzsäuredampf) durch längere Zeit hindurch erhalten werden kann. Dies wird durch eine Stopfbüchse erreicht, Fig. 7, welche mit dem Fusse auf das Stativ aufgesetzt und in dieser Stellung durch eine federnde Klemme festgehalten wird; die Wände sind aus 1·5 Millimeter dicken Spiegelglasscheiben angefertigt; die dem Limbus abgewendete Seite *BCFG* ist offen und kann durch eine grössere Scheibe *IKLM* verschlossen werden, welche eine bis in den halben Kasten reichende Lade trägt, in die man Chlorcalcium zur Austrocknung der Luft oder einen Schwamm mit Wasser oder Salzsäure einfüllt; nach innen ist die Lade durch ein grobes Drahtnetz geschlossen. Die Verschlussplatte und die Ladenwände werden zur Erzielung eines luftdichten Verschlusses mit Fett bestrichen.

Fig. 7.



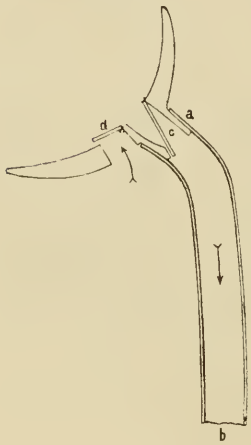
An der Limbusseite hat die Stopfbüchse einen kreisrunden Ausschnitt, durch welchen der Krystallträger mit dem Krystalle eingeführt wird. Dieser Ausschnitt wird durch die quadratische Glas- oder Metall-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

platte *NOPQ* geschlossen, welche man an ihrer, dem Kasten zugewendeten Seite ölt, wodurch ein luftdichter Adhäsionsverschluss gebildet wird, welcher gleichwohl der Platte das reibungslose Gleiten an der Kastenwand gestattet.

Diese Verschlussplatte hat in ihrer Mitte eine messingene Hohlkugel *R* mit diametraler Bohrung, in welcher eine etwas kleinere geölte Vollkugel *S* spielt, welche das Zwischenstück eines Krystallträgers *TSVWX* (unterhalb des Kastens besonders dargestellt) bildet; dieser Krystallträger hat zwei auf einander senkrechte Gelenke *W* und *V* und steckt bei *U* im inneren Justirbogen anstatt des Trägers *HILK* von Fig. 6. Auf diese Weise kann der bei *X* aufgesetzte Krystall beliebig lange unter luftdichtem Verschluss in der Stopfbüchse der Messung unterworfen werden; um aber die gröberen Justirbewegungen ohne Zuhilfenahme der Justirbogen ausführen zu können, ist der Deckel der Stopfbüchse bei *V* durchbohrt; in der Bohrung steckt, wieder geölt, ein metallener zweimal umgebogener Bügel *ZZ'*, welcher gehoben, gesenkt und gedreht werden kann, so dass man mit dem unteren Ende bei *Z'* auf den Krystallträger vor den Scharnieren *W*, beziehungsweise *V* einen Druck ausüben und ihn in den Scharnieren abbiegen kann. Durch diese Grobjustirung im Vereine mit der Grob- und Feinbewegung der Justirschrauben ist man im Stande, die meisten Zonen eines Krystalles durchzumessen, ohne ihn aus der Stopfbüchse herauszunehmen.

Fig. 8.



Hier wären noch die weiteren Vorsichtsmassregeln bei Messung unbeständiger Krystalle zu erwähnen: des Aspirators, Fig. 8, durch welchen, besonders bei Messung in starker Winterkälte, die feuchten Exspirationsproducte vom Krystalle abgehalten werden; die frische Luft tritt durch das Ventil *d* ein, während die ausgeathmete durch das Ventil *c* in den einen halben Meter langen Kautschukschlauch *ab* und von da in die äussere Luft austritt.

Die Hände werden in solchen Fällen ohnedies durch Handschuhe vor der Kälte geschützt und zwar durch gestrickte, im Inneren mit Flaumfedern benähte sogenannte Fäustlinge, welche die Beweglichkeit der Finger nicht wesentlich beeinträchtigen; dadurch ist zugleich die gemessene Substanz vor der Handwärme bewahrt; sollte sich trotzdem ein schädlicher Einfluss derselben bemerkbar machen, so dirigirt man die Centrir- und Justirschrauben durch einen langen Schlüssel.

Ich bemerke noch, dass das vorstehend beschriebene Instrument vom Mechaniker Ernest Schneider in Währing bei Wien, Martinstrasse 32, gebaut wurde.

Es mag vielleicht nicht unnütz sein, eine Zusammenstellung der wichtigeren Publicationen über Goniometer und goniometrische Methoden in chronologischer Ordnung anzuschliessen.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Wallerius. Systema mineralogicum I. Vindobonae 1772. S. 225.

Delisle Romé. Cristallographie 2. éd. Bd. 4. Paris 1783. S. 26—29.

Hauy. Traité de Mineralogie. Bd. 1. Paris 1801. S. 248—253.

Wollaston W. H. Description of a reflective Goniometer. Phil. Trans. 1809. S. 253—258. Daraus auch Gilbert Ann. 37. S. 357—364. 1811 und Journ. de Phys. 71. S. 165—169, 1810.

Burnow E. J. An account of a new Goniometer. Nichols. J. 22. S. 1—2. 1809.

Malus und Cauchoix. Gilb. Ann. 37. S. 388—389. 1811.

Accum Fr. Elements of cristallography. London 1813. S. 86—95.

Tübinger Blätter Bd. 2. 1815.

Gilbert. Reflexionsgoniometer. Gilb. Ann. 49. S. 191—192. 1815.

Gilbert. Hauy'sche Goniometer. ebendas. S. 192.

Biot. Traité de physique. Bd. 3. Paris 1816. S. 160—166.

Malus E. L. Description et usage d'un goniomètre répétiteur. Arcueuil. Mém. de Phys. 3. S. 122—131. 1817.

Hauy. Observations sur la mésure des angles des cristaux. Ann. mines. 3. S. 411—442. 1818. Auch Thomson, Ann. Phil. 13. S. 413—429. 1819.

Brochant de Villiers. De la cristallisation. Strasbourg 1819. S. 33—43.

Muncke G. W. Beschreibung eines Repetitionsgoniometers. Leonh. min. Tasch. 13. S. 438—459. 1819.

Studer G. Beschreibung zweier verbesserter Repetitionsgoniometer. Gilb. Ann. 66. S. 1—14. 1820.

Pistor. Bemerkungen über das Wollaston'sche, Breithaupt'sche und das Studer'sche Goniometer. Ebendas. S. 325—326.

Nordenskjöld N. Ueber die Messung der Krystallwinkel. Schweigg. J. 31. S. 395—404. 1821.

Baumgartner A. von. Ein neues Reflexions-Goniometer. Gilbert Ann. 71. S. 1—6. 1822.

Bournon, Comte de. Description of an improved Goniometer of Mr. Adelmann. Thomson Annal. Phil. 8. S. 212—215. 1824. Daraus Pogg. Ann. 2. S. 83—97. 1824.

Kupffer. Preisschrift über genaue Messung der Winkel an Krystallen. Berlin 1825.

Mitscherlich Eilh. Ueber die Ausdehnung der krystallisirten Körper durch die Wärme. Abh. Ak. Berlin 1825. S. 201—212, auch Pogg. Ann. 10. S. 137—152. 1827.

Rudberg Fred. Förslag till en förbättrad reflexionsgoniometer. Stockholm. Akad. Handl. 1826. S. 218—225. Daraus auch Kastner, Arch. 10. S. 461—469. 1827 und Pogg. Ann. 9. S. 517—525. 1827.

Riese F. C. von. Vorschläge zu einem neuen Goniometer, mit welchem man sowohl spiegelnde als matte Krystalle so genau als es die Natur ihrer Oberfläche nur gestattet, messen kann. Bonn 1829.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Neumann F. E. Das Krystallsystem des Albites und der mit ihm verwandten Gattungen. Berlin, Abh. Ak. 1830. S. 189—230.

Naumann C. F. Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie. Bd. 2. Leipzig 1830. S. 354—390.

Naumann C. F. Notiz über den Fehler der Excentrität der Kante bei Messungen mit Wollaston's Goniometer. Pogg. Ann. 22. S. 395 bis 397. 1831.

Kupffer. Handb. d. rechnenden Krystallonomie. Petersburg 1831. S. 534 bis 587.

Degen, A. F. E. Verbesserung am Reflexionsgoniometer. Pogg. Ann. 27. S. 687—688. 1833.

Frankenheim M. L. Chemische und krystallonomische Beobachtungen. Pogg. Ann. 37. S. 637—642. 1836. 40. S. 447—456. 1837.

Mitscherlich Eilh. Ueber die Bestimmung der Ausdehnung der krystallisirten Körper durch die Wärme. Mntsb. Ak. Berlin 1837. S. 69—71, auch Pogg. Ann. 41. S. 213—216. 1837.

Sang E. Account of an improvement in the construction of Wollaston's Goniometer. Ed. new phil. Journ. 22. S. 213—220. 1837.

Neumann F. E. Die Gesetze der Doppelbrechung des Lichtes in comprimirten oder ungleichförmig erwärmten unkrystallinischen Körpern. Abh. Ak. Berl. 1841. S. 155—172. Daraus Pogg. Ann. 54. S. 449—476. 1841.

Mitscherlich Eilh. Ueber ein Goniometer. Abh. Ak. Berlin 1843. S. 189—197.

Dufrénoy. Traité de minéralogie. Bd. 1. Paris 1844. S. 183—200.

Schmidt. Krystallonomische Untersuchungen. 1846.

Brooke C. Abstract on a lecture on the use of the goniometer. Pharmac. Journ. Bd. 6. 1847.

Haidinger Wilh. Graphische Methode annähernder Winkelmessung, bes. an kleineren Krystallen. Sitzb. Ak. Wien. 14. S. 3—8. 1854.

Haidinger Wilh. Vereinfachte Methode der graphischen Winkelmessung kleiner Krystalle. Sitzb. Ak. Wien. 17. S. 187—189. 1855.

Haidinger Wilh. Ein optisch-mineralogisches Aufschraubegoniometer. Sitzb. Ak. Wien. 18. S. 110—118. 1855, auch Pogg. Ann. 97. S. 590—599. 1856.

Miller W. H. Lehrbuch der Krystallographie, übers. v. J. Grailich. Wien 1856. S. 167—180.

Pfaff Fried. Ueber die Messung der ebenen Crystallwinkel und deren Verwerthung für die Ableitung der Flächen. Pogg. Ann. 102. S. 457—464. 1857.

Casamajor P. A method of measuring the angles of a crystal by reflection without the use of a Goniometer. Am. Journ. 2. ser. 24. S. 251—253. 1857.

Miller W. H. Crystallographic notices. On a substitute for the Reflective Goniometer. Phil. Mag. 15. S. 517—518. 1858. Daraus auch Pogg. Ann. 107. S. 496. 1859.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Miller W. H. Crystallographic notices. On the measurement of the dihedral angles of crystals. Phil. Mag. 19. S. 326—327. 1860.

Zenger C. W. Microscopische Messungen der Crystallgestalten einiger Metalle. Wien Ak. Sitzb. 2. Abth. 44. S. 297–327. 1861.

Schrauf A. Lehrbuch der physikalischen Mineralogie I. Wien 1866. S. 205—216.

Börsch. Spectralapparat und Reflexionsgoniometer. Pogg. Ann. 129. S. 384—393. 1866.

Websky M. Ueber einen Beobachtungsapparat zur Ausführung goniometrischer Messungen. Pogg. Ann. 132. S. 623—628. 1867.

Groth P. Ueber Apparate und Beobachtungsmethoden für krystallographisch-optische Untersuchungen. Pogg. Annal. 144. S. 34—55. 1872.

Klein C. Einleitung in die Krystallberechnung. Stuttgart 1875. S. 54 bis 72.

Lang V. v. Construction des Reflexionsgoniometers. Wien, Denkschr. Ak. 36. S. 41—44. 1876.

Groth P. Physikalische Krystallographie. Leipzig 1876. S. 455—471.

Miller W. H. On a new form of the Reflective Goniometer. Phil. Mag. 5. ser. 2. S. 281—285. 1876. Daraus Zeitschr. Kryst. 1. S. 66. 1877.

Hannay J. B. On an easily constructed form of Reflecting Goniometer. Min. Mag. 1. S. 110—111. 1877.

Bertrand E. De la mésure des angles dièdres des cristaux microscopiques. Compt. rend. 85. S. 1175—1178. 1877.

Bertrand E. De l'application du microscope à l'étude de la minéralogie. Bull. soc. min. 1. S. 22—28. 1878. Beide Arbeiten im Auszuge. Zeitschr. Kryst. 3. S. 642—644. 1879.

Cornu A. Sur une source d'erreur possible dans les mésures goniométriques. Bull. soc. min. 2. S. 35—37. 1878. Auch Z. Kryst. 3. S. 638. 1879.

Bertrand E. Methode pour la mésure des cristaux microscopiques. Bull. soc. min. 1. S. 68—69. 1878. Auszug und Kritik von L. Calderon. Z. Kryst. 4. S. 222. 1880.

Hirschwald. Das Mikroskop-Goniometer, ein neues Instrument zum Messen von Krystallen mit spiegellosen Flächen. N. Jahrb. 1879. S. 301—308, 539—546. Auszug und Kritik von L. Calderon. Zeitschr. Kryst. 4. S. 219 bis 221. 1880.

Lang V. v. On a horizontal Goniometer. Phil. Mag. 5. ser. 7. S. 136 bis 138. 1879, auch Zeitschr. Kryst. 6. S. 644—645. 1882.

Websky M. Ueber Einrichtung und Gebrauch der von R. Fuess in Berlin nach dem System Babinet gebauten Reflexionsgoniometer, Modell II. Zeitschr. Kryst. 4. 545—568. 1880.

Liebisch Th. Die krystall-optischen Apparate. Löwenherz. Bericht üb. d. wiss. Instr. a. d. Berliner Gewerbe-Ausstell. 1879. Berlin 1880. S. 320—341.

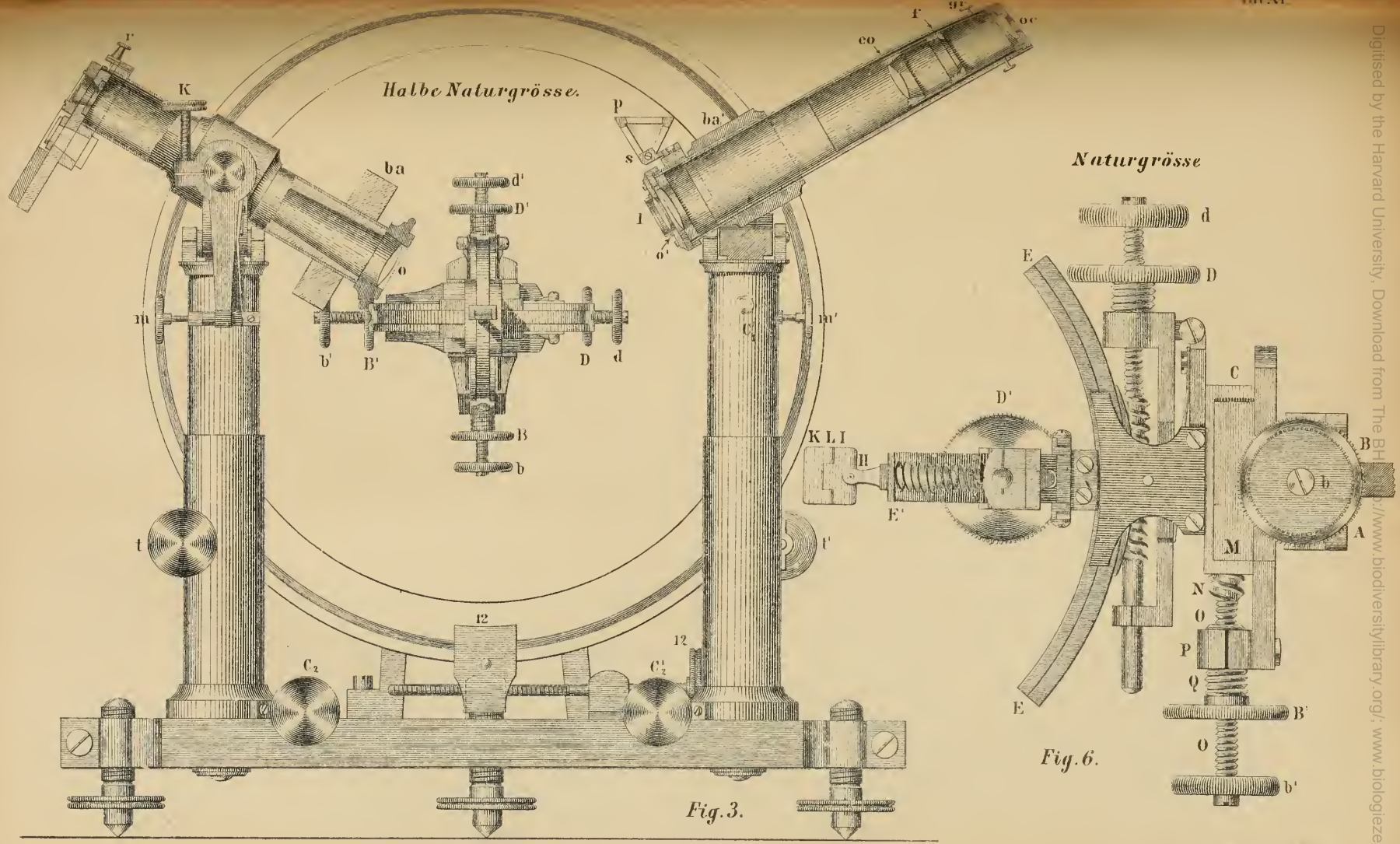
Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Beckenkamp J. Ueber die Ausdehnung monosymmetrischer und asymmetrischer Krystalle durch die Wärme. Zeitschr. Kryst. 5. S. 436 bis 466. 1881, darin S. 440.

Lewis W. J. Ausdruck für den Excentricitätsfehler bei der Miller'schen Methode. Zeitschr. Kryst. 7. S. 578—580. 1883.

Schmidt A. Ueber das Fuess'sche Fühlhebelgoniometer. Inaugural-Dissert. Leipzig 1883. Auch Z. Kryst. 8. S. 1—24. 1884.

Brezina A. Methodik der Krystallbestimmung. Wien 1884. S. 1—123.



Jahrbuch der k.k. Geologischen Reichsanstalt Bd. XXXIV 1884.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: 034

Autor(en)/Author(s): Brezina Aristides

Artikel/Article: Das neue Goniometer der k. k. geologischen Reichsanstalt. 321-334