ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1811, VIERTES STÜCK.

I.

Ein Reflexions-Goniometer,

erfunden und beschrieben

von

WILL. HYDE WOLLASTON, M. D.,

Secr. d. königl. Soc.

(Vorgelezt in der kön. Soc. zu London am 8. Jun. 1810 *).

Die Fortschritte, welche wir in den neuesten Zeiten in der Krytallographie gemacht haben, setzen uns in den Stand, viele krytallisirbare Mineralien aus der Gröfse der Winkel, welche sich an ihrer äufsern Gestalt zeigen, oder aus den Winkeln ihrer Bruchflächen zu erkennen und zu bestimmen. Hat man indess gleich die Modificationen der Tetraeder, der Würfel und der andern regulären Körper, auf welche sich die Mathematik streng anwenden läfst, mit der grössten Schärfe bestimmt, so haben wir doch nicht selten Ursache, zu bedauern, dafs die Instrumente, deren wir uns bedienen, um die Winkel an den Krystal-

*) Frei bearbeitet nach den *Philos. Transact. of the Roy. Soc. of London for 1809.* von Gilbert.

len zu messen, nicht eine gleiche Genauigkeit geben. Denn wenn man das gewöhnliche Goniometer *) bei kleinen Krytallen brauchen will, mit deren Seitenflächen die Halbmesser [Alhidaden, feste und bewegliche] nur in sehr kleinen Längen zusammenfallen können, so weichen die Messungen, selbst wenn sie mit sicherer Hand gemacht werden, doch fast immer so weit von der Wahrheit ab, daß sie nicht dienen können, das Mineral seiner Art nach zu bestimmen.

Ich habe vor kurzem ein Mittel aufgefunden, wie sich diesem Fehler abhelfen läßt, und wie man in den mehresten Fällen die gegenseitige Neigung der Flächen der Krytalle mit aller der Genauigkeit messen kann, die man gewöhnlich braucht. Denn sind nur die Flächen glatt und spiegelnd genug, um von entfernten Gegenständen ein deutliches Bild zurück zu werfen, so lassen sich mittelst desselben die gegenseitige Lage von Flächen, die nur $\frac{1}{30}$ Zoll breit sind, mit gleicher Genauigkeit, als die der größten Krytalle bestimmen.

Das Instrument, dessen ich mich zu diesen Messungen bediene, sieht man auf Taf. V. abgebildet. Es besteht aus einem senkrechten Kreise *ab*, der auf seinem äußern Umfange in Grade getheilt und der mit einem Vernier, *g*, versehen ist, welches *s'* anzeigt. Die horizontal liegende Axe

*) Ein einem Transporteur mit Alhidade ähnliches Instrument, welches nach Hrn. Hauy's Beschreibung allgemein bekannt ist. Gilbert.

cc dieses Kreises, welche von einem aufrecht stehenden Pfeiler getragen wird, ist der Länge nach durchbohrt, und es geht durch sie eine dünnere cylindrische eingeschliffene Axe ee (*à frottement juste*), an deren Ende sich ein Krytall, so klein als man will, mit Wachs ankleben läßt. Dieses muß so geschehen, daß die Kante, in welcher die beiden Flächen des Krytalls, deren Neigungswinkel man messen will, zusammenstoßen, horizontal und mit der Axe der Bewegung parallel sey. Ist dieses der Fall, so muß man von beiden Flächen das Bild desselben Gegenstandes, bei unveränderter Lage des Auges, erhalten können, wenn man die innere Axe ee umdreht: die Lage des kleinen Krytalls muß so ajustirt werden, daß dieses geschieht *).

Ist dieses erreicht, so dreht man den großen Kreis auf *Null* oder 180° . Dann dreht man die innere cylindrische Axe ee so, daß die von dem Auge entfernteste Fläche des Krytalls das Bild einer Lichtflamme oder eines entfernten Gegenstandes in das Auge zurück wirft **), und dreht alsdann,

*) Man muß sich das Auge so gestellt denken, daß die Strahlen, welche von dem Krytalle in dasselbe kommen, der Ebene des Kreises parallel sind. Als Gegenstand, der sich in den Flächen des Krytalls spiegelt, nimmt man am schicklichsten die Flamme eines Wachlichtes, das man in einiger Entfernung hinter dem Krytalle gehörig stellt. *Gilbert.*

**) Wenn man von hinten nach vorn dreht, so verhindert die kleine Feder h den großen Kreis, sich mit zu drehen, und hält ihn bei 180° fest.

Gilbert.

ohne das Auge zu verrücken, den Kreis um seine Axe *), bis sich das Bild der Flamme oder desselben Gegenstandes in der zweiten (vordern) Fläche des Krystalls, als Spiegel, zeigt. Diese Fläche findet sich dann ganz gewiss genau in derselben Lage, die zuvor die erste (hintere) Fläche hatte. Der von dem Kreise durchlaufene Bogen ist dann zwar das Maass des Nebenwinkels des wahren Neigungswinkels der beiden Flächen des Krystalls **); die Grade sind aber auf dem Kreise diesem gemäß bezeichnet, so dass man sogleich am Index den wahren Neigungswinkel abliest, ohne irgend einer Rechnung zu bedürfen.

Diese Methode hat auch den grossen Vortheil, dass sie sich bei Kry stallen von blättrigem Gefüge anwenden lässt, selbst wenn die Bruchflächen, deren Neigung gemessen werden soll, ganz eben und glatt sind. Denn sind nur alle Theile einer Oberfläche parallel, so werfen sie, sie mögen etwas höher oder tiefer liegen, die Lichtstrahlen, welche von entfernten Gegenständen kommen, gleichmässig in das Auge. Es lassen sich daher mittelst des Reflexions - Goniometers die Winkel unregelmässiger Bruchflächen von Kry stallen fast eben so gut als ganz glatter und ebener bestimmen.

*) Nämlich von vorn nach hinten, wobei er die Axe *cc* mit dreht. *Gilbert.*

**) Nämlich das Maass des Winkels, den die Perpendikel auf den beiden spiegelnden Flächen mit einander machen. *Gilbert.*

Sind das Auge und das Licht von dem Kryftalle nur 10 oder 12 Zoll entfernt, so entsteht, wenn die Seitenkante des Kryftalls nicht genau mit der Axe der Bewegung zusammenfällt, eine kleine Parallaxe, welche in dem Neigungswinkel der Ebenen einen geringen Irrthum hervorbringen kann. Diefes Irrthum läßt sich dadurch unmerklich machen, daß man dem Kryftalle die rechte Lage giebt. Oder find die Flächen des Kryftalls fpiegelnd genug, um das Bild eines Gegenstandes deutlich zurück zu werfen, fo läßt sich demfelben ganz und gar entgehen, indem man folgende Methode befolgt:

Man nähere das Auge der Fläche des Kryftalls bis auf etwa 1 Zoll, und ftelle es fo, daß man das verkehrte Bild irgend eines entfernten Schornfteins in der fpiegelnden Fläche erblicke; dreht man dann die kleine Axe, fo wird man es dahin bringen können, daß diefes Bild mit der direct gefehenen Fußlinie des Haufes oder mit irgend einer andern entfernten horizontalen Linie zufammen zu fallen fcheint. In diefer Lage halbirte die zurückwerfende Ebene genau den Winkel im Auge, oder vielmehr an der zurückwerfenden Fläche, deffen Schenkel die Höhe des Haufes umfpannen. Nun kann man, wenn man Kreis und Kryftall mit einander dreht, die andere Fläche, fie fey noch fo klein, in diefelbe Lage bringen, und auf diefe Art den Winkel der beiden Flä-

chen mit einer Genauigkeit messen, die man bisher in der Goniometrie nicht erwartet hatte.

Mit einem solchen Reflexions - Goniometer von sehr mässiger Grösse, der mit einem Vernier versehen ist, werden sich viele der bisherigen Messungen berichtigen lassen. Wahrscheinlich wird man sogleich die Genauigkeit an dem rhomboidalischen Kalkspath prüfen wollen. In der That habe ich mit meinem Reflexions - Goniometer gefunden, dass die bisherigen Bestimmungen der Flächenwinkel dieses Krytalls nicht genau sind, und ich setze dieses mit Fleiss hierher, um diejenigen von der Vorzüglichkeit meines Winkelmessers zu überzeugen, welche die Gründe, auf denen er beruht, vielleicht nicht übersehen.

Man hat, so viel ich weiss, die Winkel, welche die Seitenflächen des primitiven Kalkspath - Krytalls an der stumpfen Ecke mit einander machen, auf $104^{\circ} 28' 40''$ mit dem Scheine grosser Schärfe gesetzt. Diese Bestimmung ist aus der Annahme abgeleitet, dass die Axe dieses körperlichen Winkels mit jeder der Seitenflächen einen Winkel von 45° mache, und diese Neigung stimmt auf eine verführerische Weise mit sehr einfachen Verhältnissen überein. So gross indess auch die Präsumption ist, dass der Neigungswinkel der Axe gegen die Seitenfläche, der, wenn man ihn misst, 45 Graden sehr nahe kommt, diese Grösse ganz genau habe, so muss man ihn doch in der That auf $45^{\circ} 20$ setzen; denn ich finde, dass der stumpfe

Flächenwinkel sehr nahe, wo nicht ganz genau, 105° beträgt, wie Huyghens ihn bestimmt hat *). Dafs Newton dem Neigungswinkel der Seitenflächen eine Gröfse giebt, die mit dieser Bestimmung übereinstimmt, läfst sich als eine Bestätigung der Richtigkeit derselben ansehen, denn es ist zu präsumiren, dafs Newton die Messungen Anderer, nicht ohne sie sorgfältig geprüft zu haben, annahm.

Erklärung der Abbildung des Reflexions-Goniometers auf Taf. V.

ab ist der auf seinem Umfange in Grade eingetheilte Kreis, der Haupttheil des Instruments; *cc* die Axe desselben, und *d* der geränderte Kopf, mittelst welches man diese Axe und den Kreis dreht.

ee ist die kleine cylindrische Axe, welche durch die gröfsere hindurch geht, und *f* der geränderte Kopf, zum Drehen dieser Axe, mit der sich zugleich der Krytall dreht, während der Kreis in Ruhe bleibt.

g ist eine Messingplatte, die von einem an dem Pfeiler fest sitzenden Arme getragen wird; auf ihr ist ein Vernier angebracht, der die Winkel bis auf 5 Minuten misst.

h ist das Ende einer kleiner Feder, welche den Kreis bei 180° anhält, ohne dafs man nöthig hat, hin zu sehen.

*) Man vergleiche *Annal. N. F. B.* 1. S. 262 f. *Gilb.*

Die Vorrichtung *kil* dient, die Lage des zu untersuchenden Krystalls zu ajustiren. Der Krystall wird in dem Mittelpunkte der gleich anzugebenden Bewegungen, auf dem Schraubenkopfe *n* (der sich höher und niedriger schrauben läßt, um den Krystall höher oder niedriger zu stellen) so befestigt, daß die eine seiner Seitenflächen dem geränderten Kopfe *m* so parallel als möglich ist. Man dreht dann *ii* mittelst des Schlüssels *l*, bis die Seitenfläche des Krystalls völlig parallel mit den Axen *cc* und *ee* ist, welches man daran erkennt, daß das zurückgeworfene Bild einer Horizontallinie in dieser Seitenfläche horizontal erscheint. Man bringt dann, indem man an *f* dreht, die zweite Seitenfläche des Krystalls in die Lage, worin zuvor die erstere war, und zeigt sich nun in ihr das zurückgeworfene Bild nicht horizontal, so dreht man die Scheibe *m* (wodurch *ii* in horizontaler Ebene umgedreht wird), bis das Bild der Horizontallinie wiederum horizontal erscheint. Da diese Bewegung der ersten Seitenfläche parallel vor sich geht, so wird dadurch das vorige Ajustement nicht gestört.