VI. Ueber einige Modificationen des Groth'schen Universalapparates und über eine neue Stauroskopvorrichtung.

Von

L. Calderon in Strassburg i. E.

Bei der Construction eines Instrumentes, ähnlich dem in »Groth, physikal. Krystallographie« S. 460 f. beschriebenen, welches ich von Herrn A. Picart*) für mich ausführen liess, habe ich einige Aenderungen an demselben angebracht, welche mitzutheilen vielleicht nicht überflüssig erscheint. Die allgemeine Disposition, soweit sie die Zusammensetzung der verschiedenen Theile betrifft, ist unverändert beibehalten worden, während an den letzteren selbst einige, wie mir scheint, empfehlenswerthe Aenderungen vorgenommen wurden.

Ich will dieselben nach der Reihenfolge der Apparate auführen:

a) Das Goniometer meines Instrumentes besitzt einen Kreis von 46 Cm. Durchm., welcher genau so, wie bei dem Groth'schen Apparate, von zwei Säulen getragen wird; letztere sind auf einer sehr schweren Messingplatte befestigt. Der Limbus gestattet eine Ablesung auf 0',5 mittelst zweier entgegengesetzter Nonien; die Theilung und Centrirung meines Kreises ist derart, dass deren Fehler merklich unter jenem Werthe liegen. Die Centrirvorrichtung ist die nämliche, wie in jenem Apparate, indess ist der Spielraum der horizontalen Bewegungen ein grösserer, nämlich 52 Mm.; die Schrauben, welche die Schlittenbewegung vermitteln, sind nämlich ohne Federn, und um diese zu ersetzen, aus sehr hartem Stahl gefertigt. Bei der Anwendung von Federn ist der Widerstand, welcher überwunden werden muss, immer nach derselben Seite gerichtet, der Mechanismus erhält daher mit der Zeit todten Gang; endlich nehmen auch die Federn einen Theil des Spielraums der horizontalen Bewegung fort. Der Centrirapparat

*) Mechaniker in Paris, Rue Mayet 20.

ist auf einem Cylinder (X in Fig. 9, Taf. III. in Groth, phys. Kryst.) befestigt, welcher auf und nieder geschoben und in der erforderlichen Höhe durch eine Schraube festgehalten werden kann; damit die letztere den Cylinder nicht deformirt, sind in dem umgebenden Ring (*E* i. d. cit. Fig.) zwei verticale Schlitzte angebracht, welche es gestatten, dass die Schraube eine federnde Platte an der Innenwand des Ringes gegen den Cylinder presst. Die Fernröhre sind unverändert geblieben, bis auf den Umstand, dass der Spalt des Collimators verstellbar ist.

Das Goniometer genügt somit allen Anforderungen, welche bei krystallographischen Arbeiten zu stellen sind.

b) Der Polarisationsapparat ist aus Linsen und Nicols von vorzüglicher Beschaffenheit zusammengesetzt. Der Polarisator hat die ungewöhnliche Grösse von 40^{mm} Durchm. in der grossen Diagonale und 70^{mm} Länge; dieser ist so vollkommen, dass bei parallelem Lichte das vom unteren Spiegel reflectirte Bild einer breiten Flamme durch Kreuzen des oberen Nicols vollständig zum Verschwinden gebracht werden kann. Bei convergentem Licht umfasst das Gesichtsfeld 130—140°.

Die angebrachten Aenderungen sind die folgenden: Auf Vorschlag des Herrn Picart ist in dem untern Theile des Rohres, welches das Ocular enthält, eine zweite Ocularlinse anzubringen, durch welche man, unter Verkleinerung des Gesichtsfeldes, die Bilder beträchtlich vergrössern kann, ohne dass dieselben hierbei an Klarheit einbüssen. Diese Anordnung ist nicht nur bequem für Demonstrationen, sondern auch bei der Messung der Axenwinkel in den Fällen, in welchen die Ringe des Interferenzbildes sehr eng sind.

Für die Verwendung des Instrumentes als Stauroskop ist es vortheilhaft, auf dem am Stativ angebrachten Kreise, stets an derselben Stelle abzulesen, es ist daher dieser beweglich und der Nonius fest. Letzterer gestattet eine Ablesung auf 2', welche Genauigkeit für die weiter unten beschriebene Stauroskopvorrichtung erforderlich ist.

Das Sammellinsensystem ist ganz getrennt von dem Rohr befestigt, welches den Polarisator trägt; diese Anordnung gestattet, es in den horizontalen Axenwinkelapparat in passender Entfernung vom Oelgefäss einzufügen und alsdann den polarisirenden Nicol zu drehen, ohne jenes aus seiner Lage zu bringen.

Stauroskop.

Unter allen krystallographisch-optischen Methoden bietet keine grössere Schwierigkeiten dar, als die Bestimmung der Lage einer Schwingungsrichtung in Bezug auf eine Krystallkante. Obgleich der von Brezina vorgeschlagene Apparat recht gute Resultate zu liefern im Stande ist, kommen doch Fälle vor, in welchen seine Anwendung erschwert ist. So

muss man bei stark gefärbten Krystallen eine sehr dünne Platte benutzen, um die Aenderung des Interferenzbildes zu erkennen; namentlich aber ist letztere für die Augen mancher Beobachter recht schwierig wahrzunehmen, während die Gleichheit oder Verschiedenheit der Färbung und Beleuchtung der beiden Hälften einer geometrischen Figur leichter und von allen Beobachtern fast mit demselben Grade von Genauigkeit eingestellt wird. Ich habe daher dieses letztere Princip gewählt und bin, nachdem ich verschiedene Vorrichtungen, z. B. das Cornu'sche Prisma, versucht hatte, zuletzt bei der im Folgenden zu beschreibenden stehen geblieben: Dieselbe besteht in einem künstlichen Zwilling von Kalkspath, in der Weise hergestellt, dass man ein Rhomboëder nach der kurzen Diagonale durchschneidet, von jeder Hälfte eine keilförmige Partie abschleift und beide dann mit den, alsdann polirten, Schliffflächen an einander kittet (vergl. den punktierten Durchschnitt bei *P* in dem untenstehenden Holzschnitt). Schleift man nunmehr den ein- und den ausspringenden Winkel dieses Zwillings ab, so erhält man eine planparallele Platte (*P* in der Fig. ausgezogen), halbirt durch die Trennungsebene der beiden Kalkspathstücke, welche, vertical gesehen, als eine äusserst feine grade Linie erscheint. Bei der Untersuchung des Einflusses, welchen eine Aenderung der gegenseitigen Neigung der beiden Hälften und der Dicke der Platte auf die Empfindlichkeit der Einstellung ausübt, zeigte sich, dass letztere sich vermindert, wenn über eine gewisse Grenze hinaus die Dicke vergrössert und die Neigung verringert wird. Die von mir benutzte gestattet eine Genauigkeit der Einstellung auf etwa 2' (Grenze der Ablesung am getheilten Kreise).

Die Anwendung der Platte geschieht ganz so, wie die Bestimmung der Maximalauslöschung eines Krystalls. Um hierbei vollkommen paralleles Licht zu erhalten, verfährt man folgendermassen: man beseitigt die Sammel-

linsen, sowie Objectiv und Ocular des oberen Rohres, kreuzt die beiden Nicols bis zu vollständiger Auslöschung und befestigt dann an dem untern Theil des Ocular-Objectivrohres einen Ansatz, dessen verticalen Durchschnitt die beistehende Figur darstellt. Derselbe besteht in einem Messingrohr, welches unten durch die Doppelplatte *P* geschlossen ist, und welches eine Diaphragmenscheibe *d* enthält, mit deren Hülfe man je nach der Grösse

des zu untersuchenden Krystalls das Gesichtsfeld einschränken kann; diese Scheibe trägt Oeffnungen von 4 bis 40^{mm} Durchm. und kann, da sie mit

ihrer Drehungsaxe mit dem festen Diaphragma f verbunden ist und durch einen Schlitz des Messingrohres herausragt, an diesem äusseren Theile e leicht gedreht werden. Dreht man nun endlich noch das eben beschriebene Rohr so weit, bis die Grenzlinie der Doppelplatte dem Hauptschnitt eines Nicols parallel ist, d. h. bis die beiden Hälften genau den gleichen Grad der Auslöschung zeigen, so ist das Instrument zur Messung vorbereitet.

Man sieht leicht ein, dass, während bei Anwendung der Brezina'schen Platte nur solches Licht diese treffen darf, welches durch den Krystall hindurchgegangen ist, kein Nebenlicht, diese Bedingung hier nicht erfüllt zu sein braucht, dass man hier vielmehr den Krystall selbst durch das Instrument fixirt und die Doppelplatte nur dazu dient, die Veränderungen seiner Beleuchtung, beim Drehen desselben in einer, zur Axe des Instrumentes senkrechten Ebene, kenntlich zu machen. Andererseits kann man auch nicht den Krystall einfach auf den Objectträger des verticalen Stativs auflegen, da alsdann die Richtung seiner Kanten unbekannt bliebe. Um letztere mit derselben Genauigkeit zu bestimmen, wie dies an dem Groth'schen Apparate möglich ist, habe ich die Platte von schwarzem Glase (s. v. Fig. 3 und 4 auf Taf. III in Groth's physik. Kryst.) durch eine solche von ganz gleicher Konstruktion, aber von gewöhnlichem, farblosem Spiegelglase, ersetzt. Natürlich fällt nun die Durchbohrung, welche bei dem schwarzen Glase nöthig war, fort. Die Bestimmung der Correction für die Lage des Krystalls, sowie für die Abweichung des Nicolhauptschnittes von der Linie 0° — 180° am Nonius, geschieht nun ganz in derselben Weise, wie es a. a. O. S. 476—479 angegeben ist.

Für die Beobachtung mit unserer Doppelplatte ist es von besonderer Wichtigkeit, eine möglichst gleichförmig helle Flamme zu wählen, damit jene in ihrer ganzen Ausdehnung völlig gleichmässige Auslöschung zeigt. Ferner muss die Richtung der durchgehenden Strahlen eine constante sein, daher man die obere Kappe des Apparates (über dem analysirenden Nicol), welche gewöhnlich eine Oeffnung von 5 — 6^{mm} besitzt, durch eine solche mit 4 , 5 bis 2^{mm} Oeffnung ersetzt. Die Einstellung des Krystalls geschieht nun dadurch, dass man denselben dreht, bis seine beiden Hälften genau gleiche Helligkeit und Farbe zeigen; ist der Krystall ganz homogen, so verschwindet die feine Trennungslinie der Doppelplatte vollständig. Ist Dies nicht an allen Stellen gleichzeitig der Fall, so ist damit erkannt, dass der Krystall nicht gleichförmig beschaffen ist.

Von meinen zahlreichen Messungen gebe ich hier einige Reihen, um die Empfindlichkeit der Einstellung erkennen zu lassen:

1. Reihe*): Angewandter Krystall: eine Spaltungs lamelle von Kalkspath. A: Ablesung, bei welcher man anfang, einen Unterschied der Hel-

*) Diese Reihe ist von einem Beobachter abgelesen, welcher noch keine Übung mit dem Instrument besass.

ligkeit der beiden Hälften zu Gunsten der rechten Hälfte zu bemerken, B: dto. zu Gunsten der linken.

A	B	Δ
135° 46'	135° 50'	4'
135 46	135 50	4
135 48	135 50	2
135 44	135 50	6
135 52	135 56	4
135 56	136 2	6
135 56	135 58	2
135 54	136 2	8
		Mittel 4½'

2. Reihe: Barytplatte, geschliffen mit unvollkommener Politur: A: Einstellung der einen, B: der andern Schwingungsrichtung:

A	B	Δ
5° 58'	96° 42'	90° 44'
6 44	96 44	90 0
6 44	96 46	90 2
6 46	96 20	90 4
6 42	96 20	90 8
6 42	96 8	89 56
6 48	96 48	90 0
6 42	96 44	90 2
6 48	96 48	90 0
		Mittel 90° 3'

3. Reihe: Es wurde eine 2^{mm} dicke Platte von Azobenzol angewandt, einer stark roth gefärbten Substanz; Einstellungen wie vorher; zwei Messungsreihen ergaben:

A	B	Δ
85° 6'	175° 4'	89° 58'
85 4	175 6	90 2
85 6	175 6	90 0
85 4	175 8	90 4
		Mittel 90° 4'
84° 6'	174° 2'	89° 56'
84 40	174 8	89 58
84 6	174 8	90 2
84 42	174 8	89 56
		Mittel 89° 58'

Als Beispiel einer vollständigen Messung des Winkels zwischen einer Krystallkante und der Schwingungsrichtung des Lichtes diene die Untersuchung einer Spaltungslamelle von Kalkspath, bei welcher natürlich der

fragliche Winkel genau gleich der Hälfte von dem ebenen Winkel der Rhomboëderkanten. Es wurde direct auf gleiche Auslöschung beider Hälften eingestellt und die Correction α für die Richtung der Krystallkante genau so bestimmt, wie es in Groth's physikalischer Krystallographie S. 475 angegeben ist:

Krystallplatte oben :	Krystallplatte unten :
47° 10'	53° 34'
— 12	— 36
— 12	— 34
— 12	— 36
— 14	— 36
— 12	— 36
— 14	— 38
Mittel 47° 12'	Mittel 53° 36'
Correction α = — 40	+ 40
Summe 47° 52'	54° 16'
Mittel: 54° 4'	

Daraus folgt der ebene Winkel des Kalkspathrhomboëders = 2.54° 4'
 berechnet 2.50° 57'
 Diff. 7'.

Man sieht hieraus, dass die Genauigkeit der Methode nur wenig hinter derjenigen der krystallographischen Winkelmessung zurückbleibt.

Besonders vortheilhaft ist die Verwendung der hier beschriebenen Doppelplatte bei lamellar ausgebildeten Zwillingskrystallen, bei denen, wie man leicht sieht, die Brezina'sche Platte nicht angewendet werden kann, und man deshalb bisher auf die weit weniger genaue Einstellung maximalster Auslöschung angewiesen war.