
SITZUNGSBERICHTE

1890.
XVIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe vom 27. März.

Über eine Methode, ganze Krystalle
oder Bruchstücke derselben zu Untersuchungen
im parallelen und im convergenten polarisirten
Lichte zu verwenden.

VON CARL KLEIN.

Über eine Methode, ganze Krystalle oder Bruchstücke derselben zu Untersuchungen im parallelen und im convergenten polarisirten Lichte zu verwenden.

VON CARL KLEIN.

Die in der Mineralogie gebräuchlichsten Methoden zur Erforschung der optischen Eigenschaften der Krystalle erfordern für das Studium derselben im parallelen sowohl, als auch im convergenten polarisirten Lichte je nach den Umständen dünne oder dicke planparallele Platten, hie und da Prismen, von natürlichen oder künstlich angeschliffenen Flächen gebildet, seltener kommen aussergewöhnlich günstig gestaltete, ganze Krystalle in Betracht.

Unter diesen Umständen mag es wohl befremdlich erscheinen, wenn ich anführe, dass ein gewöhnlicher Apophyllitkrystall, der äusseren Form nach von der Combination $P(111)$, $\infty P\infty(100)$, an dem einen Ende durch eine Spaltfläche $oP(001)$ begrenzt und mit dieser auf den Objectträger gestellt, in einem Polarisationsmikroskop mit Gypsblättchen versehen die Feldertheilung und in einem Polarisationsinstrument in jedem Felde den Axenaustritt und den Charakter der Mittellinie auf's Beste erkennen lässt und zwar immer, wenn der ganze Krystall, natürlich unter passenden Vorkehrungen, untersucht wird.

Sieht man von diesen zunächst ab, so gewährt die Benützung ganzer Krystalle oder grösserer Bruchstücke derselben mehrere wesentliche Vortheile:

1. Es findet eine Ersparniss an Material statt. Der ganze Krystall bleibt für anderweitige Betrachtungen erhalten; zeigt er sich ferner bei der Untersuchung aus irgend einem Grunde für das Detailstudium ungeeignet, so werden neben seiner Erhaltung auch Kosten und Mühe erspart, um Schriffe aus ihm herzustellen.

2. Man kann prüfen, wie sich der ganze Krystall optisch verhält und ist nicht den Veränderungen ausgesetzt, die das Schleifen und das damit Hand in Hand gehende Erwärmen beim Aufkitten

in seinen optischen Eigenschaften unter Umständen bewirken; dies ist besonders wichtig bei gewissen Zeolithen.

3. Man kann mit ganzen Krystallen oder Bruchstücken derselben arbeitend, in unglaublich kurzer Zeit eine Menge der interessantesten Praeparate anfertigen, was durch Schleifen die 20 bis 30fache Zeit in Anspruch nehmen und wodurch immer wieder das Material zerstört werden würde. Auch ist beim Arbeiten mit möglichst ganzen Krystallen eine auf sehr viel mehr Einzelfälle sich stützende Kenntniss von den Beziehungen zu gewinnen, die zwischen der äusseren Form und dem inneren Gefüge bestehen, als wenn nur Schliffe erforscht werden.

In Anbetracht dieser grossen Vortheile ist es zu verwundern, dass man nicht schon längst die überaus einfache Methode, vermöge deren man die Praeparate herrichtet, ganz allgemein zur Anwendung gebracht hat. Dieselbe besteht in Folgendem:

Man bringe den Krystall in der zu untersuchenden Stellung auf einen Objectträger, fixire ihn, hülle ihn sodann mit einem Medium von möglichst gleicher Brechbarkeit ein und gebe diesem zum Lichtein- und Austritt eine untere und obere, ebene Grenzfläche, parallel der Fläche des Objectträgers.¹

Zum Fixiren kann man sich in vielen Fällen alten, zähen Canadabalsams bedienen, in den man den Krystall eindrückt. Als umhüllendes Medium ist ebenfalls öfters Canadabalsam zu gebrauchen, in anderen Fällen wird der Krystall mit einem Stückchen Glasrohr umgeben, in demselben fixirt und danach in das Röhrchen Canadabalsam oder eine stark brechende Flüssigkeit gegossen, so dass der Krystall um-

¹ Die Methode besteht danach in der Beseitigung der Totalreflexion durch ein den Krystall umgebendes, stärker als Luft brechendes, und, wie ich ausführe, dem Krystall an Brechbarkeit gleichkommendes Medium. In dieser vervollständigten Art ist die Methode meines Wissens noch nicht angewandt worden. Ohne diese Vervollständigung hat sie schon früher vielfach in Fällen, in denen man die Totalreflexion beseitigt haben wollte, Verwendung gefunden. So findet sie sich u. A. erwähnt in der Arbeit von Dr. Күчк, Petrographische Mittheilungen aus den südamerikanischen Anden. N. Jahrb. f. Mineral. 1886. Bd. I. S. 44—45; dort dient sie dem Verfasser und dem mit ihm arbeitenden Dr. TENNE beim Studium mikroskopischer Quarze. Auch Prof. GROTH erwähnt sie und führt sie weiter aus in seiner Edelsteinkunde 1887 S. 42 und 43, macht aber, wie die vorhin erwähnten Verfasser, keine allgemeine Anwendung von ihr auf die durchsichtigen Krystalle überhaupt. — Ich habe in der Absicht gewisse Zeolithe vor dem Schleifen auf das Vorhandensein optischer Abnormitäten zu prüfen mir den hier eingeschlagenen Weg eronnen, zunächst ohne meine Vorgänger zu kennen. — Indem ich nach gehaltener Umschau in der Litteratur die Untersuchungen und Angaben derselben als Grundlagen meiner Mittheilung ansehen muss, glaube ich sowohl das Moment, dass ich den Krystall in einem Medium von gleichem oder annähernd gleichem Brechungsvermögen, wie es der Krystall besitzt, untersuche, als auch den Hinweis auf die weite Verwendbarkeit der Methode für mich in Anspruch nehmen zu dürfen.

hüllt und bedeckt wird. Geschieht dies, so ist der störende Einfluss der Flächen, Kanten und Ecken des Krystalls nicht nur verringert, sondern bei gleichen Brechungsverhältnissen von Krystall und umgebendem Medium aufgehoben.

Nehmen wir an, dass der zu untersuchende Krystall zu der vertical gestellten optischen Hauptrichtung keine Fläche normal habe, so werden die etwa vorhandenen anderen Flächen nur wenn sie in ihrer Lage jener ersten, nicht vorhandenen, ähnlich sind, ungefähr wirken wie diese. Für gewöhnlich sind aber Flächen solcher Lage nicht vorhanden, sondern andere, die stärkere Neigung zur Horizontalebene haben.

Im Falle des Apophyllits z. B. bilden die Flächen von $P_{(111)}$ mit der Axe c einen Winkel von je $29^{\circ} 32'$, folglich kommt ein bei Anwendung parallel polarisirten Lichts parallel c die Pyramidenfläche treffender Strahl gegen das Einfallslot der Fläche unter $60^{\circ} 28'$ an. Da nun, wenn der mittlere Brechungsexponent des Apophyllits $n=1.53$ gesetzt wird, der Grenzwinkel $40^{\circ} 49'$ ist, so muss bei einem Einfallswinkel von $60^{\circ} 28'$ totale Reflexion stattfinden, insofern Luft den Krystall umgiebt.

Wird nun der Krystall in Canadabalsam $n=1.536$ getaucht, so fällt durch dessen Umhüllung das früher den Krystall umgebende, schwächer brechende Medium, Luft, fort und die Erscheinung kann wie in einer Spaltplatte des Minerals, oder als ob dasselbe eine Basisfläche hätte, beobachtet werden, zumal Balsam und Krystall von sehr ähnlichen Brechungsverhältnissen sind und somit ersterer um letzteren eine isotrope Hülle nahezu gleicher Brechbarkeit bildet.

Um zweckmässig Untersuchungen anstellen zu können, dürfen die Krystalle nicht zu gross sein, sie müssen sich als durchsichtig, mindestens aber als stark durchscheinend erweisen; dann kann man mit der Methode erforschen:

1. Die Coincidenz oder Nichtcoincidenz der Hauptauslöschungsrichtungen des Lichts mit den Krystallkanten und in Folge dessen das Krystallsystem.

2. Die optische Structur der Krystalle, namentlich ob sie einheitlich gebildet oder feldergetheilt sind, ferner die näheren Verhältnisse der Felder im Einzelnen feststellen und zwar sowohl im parallelen, als auch im convergenten polarisirten Licht.

Die Bestimmungen im ersten Falle werden namentlich da Platz greifen, wo nur spärliches Material, kleine, vielleicht abgebrochene Krystalle, die man nicht mehr schleifen kann oder will, vorhanden sind.

Nehme ich z. B. an, es sei an einem Fragmente eine Kante vorhanden und zwei Flächen derselben anliegend, so lege man die

Kante parallel der Fläche des Objectträgers, richte sie von vorn nach hinten und lasse die ihr anliegenden Flächen gleichmässig zur Rechten und Linken abfallen.¹ Der Krystall sei überdies mit seinem abgebrochenen Untertheil in Canadabalsam eingebettet.

Wird der so justirte Krystall auf den Tisch des Instrumentes gebracht, dessen Nicols gekreuzt sind, so beobachtet man entweder:

a) Dunkelheit, wenn die Kante mit den anliegenden Flächen in eine der Polarisationsebenen der gekreuzten Nicols kommt.

Beispiel: Baryt. Kante $\frac{1}{2}P\overline{\infty}(102): \frac{1}{2}P\overline{\infty}(10\overline{2}) = 77^{\circ} 43'$.

b) Dunkelheit, wenn die Kante mit den anliegenden Flächen einen Winkel mit jenen Richtungen bildet.

Beispiel: Adular. Kante $\infty P(110): \infty P(\overline{1}10) = 61^{\circ} 13'$.

c) Dunkelheit auf der einen Hälfte, Helligkeit auf der anderen, wenn die Kante einen gewissen Winkel mit besagten Richtungen einschliesst.

Beispiel: Epistilbit. Zwilling nach $\infty P\overline{\infty}(100)$. Kante, gebildet von $\infty P(110): \infty P(\overline{1}10) = 46^{\circ} 3'$.

Wie viele zu einander senkrechte Richtungen man zu untersuchen habe, um das Krystallsystem festzustellen, versteht sich nach den Lehren der Krystalloptik von selbst; bemerkt mag nur noch werden, dass die Methode in einzelnen wichtigen Fällen Anwendung finden kann, wo andere Methoden versagen, so z. B. bei der Unterscheidung von monoklinem Augit und Hypersthen, wenn die Krystalle zu den Prismenflächen der parallelen Gegenflächen entbehren und nur z. B. mit zwei Flächen, die unter einem stumpfen Winkel zu einander neigen, deutlich entwickelt sind.

Die Bestimmungen im zweiten Falle werden ganz besonders schöne Resultate liefern, wenn die Krystalle eine von oben nach unten durchlaufende, senkrecht zur Horizontalebene stehende Feldertheilung besitzen; z. B. Apophyllit, Phakolith, Amethyst. Etwas weniger ausgezeichnet erweisen sich die Krystalle, bei denen die Sectoren zur Horizontalebene ganz oder zum Theil geneigt sind, z. B. Milarit, Chabasit, Faujasit, Analcim; immerhin können hier noch bei Anwendung kleinerer Krystalle sehr schöne Praeparate erhalten werden. — Selbstverständlich nicht geeignet ist die Methode für Krystalle, die einem sehr complicirten Zwillingaufbau in zarten Lamellen und schiefer Durchkreuzung derselben ihre Structur verdanken, wie Boracit, Perowskit und viele Leucite. — Hier kann man aber sofort erkennen, dass ein solcher Aufbau vorliegt.

¹ Wenn dies aus freier Hand nicht gehen sollte, so ist es leicht mittelst einer den vollkommenen neueren Mikroskopen beigegebenen Einstellvorrichtung zu erreichen.

In allen Fällen, in denen durch die Methode der Aufbau der Krystalle klar wird, lässt sich am ganzen Krystall auch noch erkennen, ob die Doppelbrechung in allen Theilen gleichmässig ist, oder ob und wo sie sich besonders verstärkt zeigt. Das Bild, was hierdurch erreicht wird, übertrifft an Wirkung das der Einzelschnitte oftmals bedeutend.

Abgesehen von den bis jetzt vorwiegend betrachteten abnormen Erscheinungen können auch mit der genannten Methode normale studirt werden. Sie eignet sich vortrefflich zur Darstellung des Axenaustritts der Krystalle. Dieselben brauchen nur die geforderte Grösse und Durchsichtigkeit zu haben und es muss ein Medium vorhanden sein, was ebenso stark bricht wie sie. Werden sie in dieses Medium so eingetaucht, dass dasselbe sie allseitig umgiebt, so tritt das Relief der Kanten und Ecken wie bekannt zurück, die ganze Disposition wirkt als ob der Krystall von einer senkrecht zur Verticalrichtung stehenden Fläche oben und unten begrenzt wäre. Stehen die optischen Richtungen im Krystalle so, dass sie zu jenen Flächen die geforderte Lage haben, so kann man beobachten, ähnlich wie bei richtig angeschliffenen Flächen.

In dieser Weise zeigen, richtig gestellt und in Canadabalsam, resp. in Monobromnaphtalin eingesenkt, Quarz (Amethyst) in gewöhnlicher Krystallform und Kalkspath als Spaltrhomboeder genommen, die bekannten Axenerscheinungen, bez. Circularpolarisation, AIRY'sche Spiralen u. s. w. Von optisch zweiaxigen Krystallen wurden Topas (ohne Basis, aber mit vorherrschendem Doma $4P\infty[041]$), ferner Baryt (mit dem Doma $\frac{1}{2}P\infty[102]$), dann Gyps (mit $\infty P[110]$, $-P[\bar{1}11]$, $\infty P\infty[010]$), endlich Adular (mit $\infty P[110]$ und $0P[001]$) geprüft, — alle zeigten deutlichen Axenaustritt. Derselbe erlaubt sowohl ein Urtheil über die Art der Dispersion der Axen, als auch über die der Mittellinien ohne weitere Vorbereitung, selbst bei Anwendung von Medien zu gewinnen, die nur ungefähr von demselben Brechungsverhältniss sind als der betreffende Krystall in der gegebenen Richtung es erfordert. Die Resultate werden noch in anderer Weise verwerthbar sein, wenn erst genau gleich brechende Medien und vollkommen im Gleichgewicht ausgebildete Krystalle zur Verwendung kommen können, worüber nähere Untersuchungen vorbehalten bleiben mögen.

Der grosse Vortheil der Methode für eine rasche Orientirung tritt durch das Vorgeführte gebührend zu Tage und es sei nur noch bemerkt, dass dieselbe auch praktisch zur Erkennung der Edelsteine, besonders in Bezug auf Axenaustritt, wenn solcher in Frage kommt, Verwendung finden kann. Der vom Steinschleifer gewöhnlich nicht

nach krystallographischen Principien mit Facetten umkleidete Stein wird in eine Flüssigkeit gebracht, in der sein Relief verschwindet, die also mit ihm gleiches Brechungsverhältniss hat. Die früher dem Axenaustritt unter Umständen hinderlichen Flächen, Ecken und Kanten treten zurück und wird nun durch Drehen der Krystall in die erforderliche Lage gebracht, dass die optische Axe oder die erste Mittellinie derselben zur Flüssigkeitsoberfläche normal steht, so kann man das Axenbild ungehindert beobachten. — Andere Anwendungen, wie Prüfungen von Bergkrystallen zu optischen Instrumententheilen, verstehen sich von selbst.

Aus dem Vorgetragenen erhellt, dass die neue Methode ungemein vieler Anwendungen fähig ist. Neben ihr können selbstverständlich die seither im Gebrauch gewesenen nicht entbehrt werden; sie tritt aber diesen hinzu, sie ergänzend und unterstützend bei dem Bestreben, den Bau der Krystalle zu erforschen.

Ausgegeben am 3. April.
