

Optisches Drehungsvermögen von Lithiumsulfat—Monohydrat.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Mit 5 Textfiguren.

Einleitung.

Optisches Drehungsvermögen in Verbindung mit natürlicher Zweiachsigkeit ist bisher nur an rhombisch-hemiedrischen und an monoklin-hemimorphen Kristallarten beobachtet worden; während sich unter den ersteren auch solche mit inaktiven Lösungen befinden, wie z. B. Bittersalz, sind die monoklinen Vertreter, nämlich Rohrzucker, Weinsäure und Isodulzit, sämtlich durch asymmetrische C-Atome ausgezeichnet. In dem Vorhandensein solcher Atome könnte man eine notwendige Bedingung für Aktivität monoklin-hemimorpher Körper um so mehr vermuten, als zwar 3 Raumgruppen, aber keine homogenen Punktsysteme existieren, die der monoklinen Hemimorphie isomorph¹ sind. Eine optische Untersuchung des dieser Symmetrieklasse bestimmt angehörenden $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ schien daher von Interesse.

H. C. POCKLINGTON² sowie H. DUFET³ haben bisher folgende Drehungswinkel 1 mm dicker zweiachsiger Platten im Na-Licht ermittelt: Isodulzit (monokl.) — $12^{\circ}54'$ bzw. — $5^{\circ}24'$, Rechtsweinsäure (monokl.) — $11^{\circ}24'$, Rohrzucker (monokl.) + $6^{\circ}24'$ bzw. — $2^{\circ}12'$, $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (rhomb.) $4^{\circ}27'$, d-Methyl- α -Glukosid (rhomb.) + $4^{\circ}24'$, Bittersalz (rhomb.) $2^{\circ}36'$, d-NH₄-Seignettesalz (rhomb.) — $1^{\circ}33'$, d-K-Seignettesalz (rhomb.) + $1^{\circ}12'$ (POCKLINGTON) und + $1^{\circ}21'$ (DUFET).

In Zukunft dürften auch die Kristallarten der von A. WERNER⁴ durch Aufspaltung anorganischer Komplexverbindungen von Co, Fe, Cr, Rh gewonnenen Antipoden optisch untersucht werden, soweit die Autorazemisierung ihrer aktiven Lösungen nicht der Kristallisation allzusehr vorausseilt.

Die oben nach abnehmender Größe geordneten Drehungen sind sämtlich viel geringer als diejenige des Quarzes. Da überdies die innere konische Refraktion der Zweiachsigen die Beobachtung schwieriger und die Messung viel ungenauer macht, so ist eine minimale Plattendicke von mehreren Millimetern erforderlich. Weil schließlich $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ unter gewöhnlichen Umständen in sehr dünnen Tafeln // $\{101\}$ kristallisiert, so mußten zunächst zur Erzielung dickerer Kristalle besonders günstige Bedingungen geschaffen werden.

¹ A. SCHOENFLIES, Kristallssysteme und Kristallstruktur. p. 364. 1891.

² H. C. POCKLINGTON, Philos. Mag. (6). 2. p. 361. 1901.

³ H. DUFET, Bull. Soc. fr. min. 27. p. 156. 1904.

⁴ A. WERNER, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie p. 51 bis 63 und p. 360 bis 370. 3 Aufl. Braunschweig 1913.

Die folgende Methode ist auf alle zwischen $+20^{\circ}$ und $+65^{\circ}$ nicht zu schwer löslichen Kristallarten bei einer beliebigen Temperatur dieses Intervalles anwendbar.

Schnelle Züchtung großer, homogener Kristalle bei beliebiger Temperatur (Fig. 1).

Das Kristallwachstum soll sich unter zwei Bedingungen vollziehen:

1. es sollen sich keine Keime an dem Kristall festsetzen;
2. die Temperatur soll möglichst konstant sein.

Die erste Bedingung begünstigt die Größe, die zweite die Homogenität des Kristalles; die erste ist stets wichtig, die zweite um so mehr, je größer der Temperaturkoeffizient der Löslichkeit ist.

Ein klarer, gut ausgebildeter Kristall von $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, der wie gewöhnlich // [010] gestreckt und zwar einige Millimeter lang ist, wird mit einem Ende dieser Achse auf einen Objektträger H mittels Akkumulatoren-Vergußmasse¹ aufge kittet, nachdem er im Trockenschrank auf 80 bis 100° vorgewärmt ist, damit er keine Sprünge bekommt; $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ verliert sein H_2O bei Atmosphärendruck erst erheblich oberhalb 100° . Der Objektträger H ist bereits vorher mit Canadabalsam an die untere Gabelung eines gläsernen Rührers R_1 gekittet. Ein Moment, bevor man Gabelung + Kristall in die gesättigte Lösung senkt, wird letzterer mit ein paar Tropfen H_2O benetzt, welches anhaftende Keime auflöst; diese etwa 0,01 g H_2O lösen 0,003 g des Kristalles auf, d. i. etwa 1% seines Gewichtes. In dem Becherglas B befinden sich etwas über 200 cm^3 gesättigter Lösung. Die sich an der Oberfläche der letzteren bildenden Kriställchen werden von der Rotation der Rührergabelung und den Wirbeln der Lösung unter deren Spiegel bewegt und fallen auf den Gefäßboden; der über dem Kristall K befindliche Objektträger H sowie die Rotation des Kristalles schützen diesen gegen die Anlagerung umhertreibender Keime. Große Übersättigungen und starke Konzentrationsströme werden durch den Kristall und die Keime sowie durch die Rührung verhindert. Der Rührer R_1 wird durch einen Heißluftmotor gedreht und nach Maßgabe der Verdunstung täglich mittels der Klemmschraube S um ein Stück tiefer in das Becherglas B gesenkt. Dieses steht auf dem perforierten Blecheinsatz E eines Thermostaten, welcher 12 l Wasser enthält, so daß dessen Spiegel über demjenigen der Mutterlange liegt. Das zweimal gebogene

¹ 88% Trinidad-Asphalt, 10% Kolophonium, 2% Wollfett; zu beziehen von der Akkumulatoren-gesellschaft m. b. H. „Varta“. Hamburg 5. Hansaplatz 2.

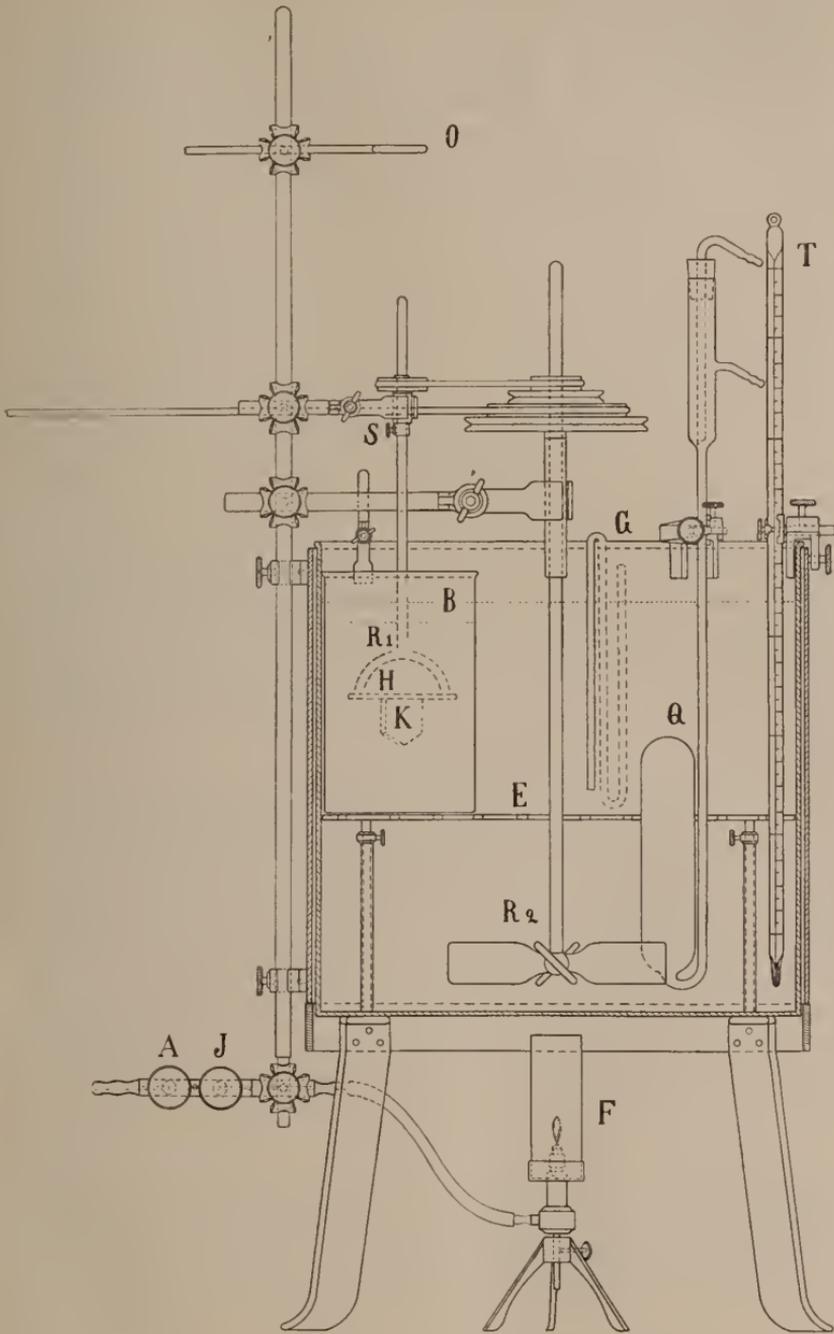


Fig. 1.

kommunizierende Glasrohr G, das teils an der Innen-, teils an der Außenwand des Thermostaten entlang läuft, zeigt außen durch seinen Meniskus und eine Marke das Niveau des Thermostaten-Wasserspiegels an, so daß das Verdunstete rechtzeitig durch Nachfüllen von Wasser ersetzt werden kann, welches genau auf die Thermostatentemperatur vorgewärmt ist. Dieses ist für Temperaturkonstanz sehr wichtig und erfolgt täglich einmal. Ebenso wichtig ist in dieser Hinsicht eine gleichmäßige Rührung des Thermostatenwassers; sie erfolgt durch die 4 schiefen Flügel des Glasrührers R_2 derart, daß das Wasser von unten nach oben bewegt und so die natürliche Zirkulation des vom Gefäßboden her erwärmten Wassers unterstützt wird. Die beiden Rührer R_1 und R_2 sind verbunden, so daß sie von dem gleichen Motor getrieben werden. Die Gleichmäßigkeit der Rührung wird nun dadurch erreicht, daß der Motor täglich einen Tropfen Petroleum erhält und der Druck des den Motor heizenden Gases durch einen Gasdruckregulator konstant gehalten wird; letzterer ist mit einem Wassermanometer verbunden. Der Tourenzähler wird auf das rauh geschliffene obere Ende des Glasrührers R_1 aufgesetzt und durch die Öse O gestützt; er drückt also nur mit seinem eigenen konstanten Gewicht und beeinflusst somit die Tourenzahl stets in gleicher Weise. Die Temperatur wird durch einen besonders großen Quecksilber-Toluol-Thermoregulator Q konstant gehalten und kann zugleich mit der Flamme F durch die Stell-schrauben A und J reguliert werden¹.

Während der etwa 20tägigen Wachstumsperiode jedes Kristalles wurden durch zweimalige tägliche Ablesung folgende Messungen gemacht. Der Gasdruck war gleich dem Atmosphärendruck, vermehrt um $11 \pm 0,1$ GrammGew./cm². Die Tourenzahl des Rührers R_1 betrug pro Minute 61 ± 1 . Die Thermostatentemperatur betrug, während die Zimmertemperatur nach den Angaben eines Maximum-Minimum-Thermometers um $\pm 3^\circ$ schwankte, $+30,61^\circ \pm 0,01^\circ$.

Der Temperaturkoeffizient der Löslichkeit des $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ist zwischen $+20^\circ$ und $+40^\circ$ negativ und pro 1°C gleich $0,3\%$ der Sättigungskonzentration², so daß sich in 200 cm³ Mutterlauge beim Sinken der Temperatur um $0,01^\circ$ noch nicht 3 mg, d. h. etwa 0,1 mm³ auflösen.

Das Meiste der etwa 70 g $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, die sich aus 200 cm³ Mutterlauge ausscheiden können, entfällt auf das am Boden des Becherglases wachsende Aggregat; immerhin resultiert in je 2 bis 3 Wochen ein Kristall von 1,5 bis 2 cm // [010], 1 bis 1,5 cm // [101] und 0,5 bis 1 cm \perp $\{101\}$. Der Umstand, daß der An-

¹ Das Quecksilberthermometer T erlaubt Ablesung von zehntel und Schätzung von hundertstel Graden.

² LANDOLT-BÖRNSTEIN's Tab. p. 549. 3. Aufl. 1905.

fangskristall mit einem Ende von $[010]$ aufgeklebt wird, begünstigt das gewünschte Dickenwachstum $\perp \{101\}$. Die Formen sind $\{\bar{1}01\}$, $\{101\}$, $\{\bar{3}01\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{110\}$, $\{210\}$ („Rechtser“) oder $\{\bar{1}01\}$, $\{101\}$, $\{\bar{3}01\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{210\}$ („Linkser“). Die „Rechtser“ haben

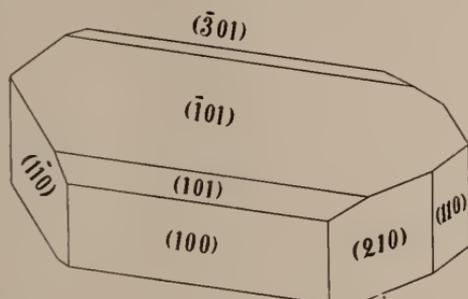


Fig. 2. Rechtser.

den analogen Pol der Pyroelektrizität rechts, die „Linkser“ links. Die Prismenflächen sind ziemlich eben, die Orthodomen aber vielfach durch Vizinalflächen ersetzt. Die Klarheit der Kristalle ist nicht an allen Stellen vollkommen, im ganzen aber befriedigend, zumal bei Herstellung der optischen Präparate inhomogene Partien abgeschliffen werden können.

Optische Orientierung, Brechungsindizes und Achsenwinkel.

Zur Herstellung der optischen Präparate wurden die vorgewärmten Kristalle auf die Träger des WULFING'schen Schleifapparates mit Bienenwachs aufgeklebt; dieses ist bei 15° für den Schleifprozeß von Kristallen, welche etwa die Härte des Steinsalzes besitzen, genügend fest. Geschliffen wurde mit feinstem Schmirgel und Paraffinöl auf Mattglasplatten, poliert wurde auf dem für WULF'sche Netze üblichen Panspapier, welches, mit Paraffinöl benetzt, sich einer Mattglastafel völlig anschmiegt.

Der optische Charakter ist negativ, $c \parallel [010]$, a im spitzen $\sphericalangle \beta$. Platten $\parallel (010)$ mit Farben zweiter Ordnung ergaben im Na-Licht u. d. M. $\sphericalangle a : [\bar{1}01] = 32^{\circ} 26' \pm 8'$, $32^{\circ} 18' \pm 8'$, $32^{\circ} 17' \pm 8'$, im Mittel $32^{\circ} 21' \pm 8'$, also $\hat{a} c = 36^{\circ} 32' \pm 8'$; die Spur $[\bar{1}01]$ der vorzüglichen Spaltbarkeit nach $\{101\}$ wurde erst nach dem Dünnschleifen der Platten durch Zerbrechen derselben realisiert, worauf die Fragmente in Canadabalsam eingebettet wurden. In weißem Licht ist eine Dispersion der Auslöschungsrichtungen nicht zu bemerken.

Der optische Achsenwinkel wurde mittels Reflexionsgoniometers gemessen, da die $\perp a$ orientierten Platten auch zur Ermittlung

des Drehungsvermögens dienen sollten und daher mehrere Millimeter dick waren. Zwei Platten ergaben

$$2 E_{Na} = 137^{\circ}56' \pm 2\frac{1}{2}' \text{ und } 137^{\circ}53' \pm 2';$$

beschwert man die letztere, genauere Messung mit dem doppelten Gewicht, so ergibt sich im Mittel

$$2 E_{Na} = 137^{\circ}54' \pm 2,7'.$$

Übrigens kann man an einer Platte, deren beide Flächen der stumpfen Bisektrix parallel, untereinander aber nicht genau parallel sind, ohne Kenntnis der Brechungsindizes die wahre Richtung der spitzen Bisektrix ermitteln. In beistehender Fig. 3 bedeuten a die spitze Bisektrix, F_1 und F_2 die beiden Flächen der Platte mit den Normalen N_1 und N_2 , a_1 und a_2 die Bisektrix a in Luft. Setzt man $\sphericalangle N_1 N_2 = F_1 F_2 = \varphi$, $\sphericalangle a_1 N_1 = i_1$, $\sphericalangle a_2 N_2 = i_2$, $\sphericalangle a N_1 = r_1$ und $\sphericalangle a N_2 = r_2$, so gilt für $i_2 > i_1$ folgende Relation

$$\text{etgr}_1 = \frac{\sin i_2}{\sin i_1 \sin \varphi} \mp \text{etgr}_2,$$

je nachdem N_2 im gleichen Sinne von a_2 abweicht wie N_1 von a_1 oder im entgegengesetzten.

So ergab sich für $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\sphericalangle a : [\bar{1}01] = 32^{\circ}34'$, während weiter oben $32^{\circ}21'$ gefunden wurde.

Die 3 Brechungsindizes wurden an je 2 künstlichen Prismen teils bei normaler Inzidenz, teils bei minimaler Ablenkung ermittelt.

$$\alpha_{Na} = 1,4605 \text{ und } 1,4588, \quad \text{im Mittel } \alpha_{Na} = 1,4596 \pm 0,0008^2$$

$$\beta_{Na} = 1,4765 \text{ und } 1,4771, \quad \text{im Mittel } \beta_{Na} = 1,4768 \pm 0,0003^2$$

$$\gamma_{Na} = 1,4888, 1,4874 \text{ und } 1,4884, \quad \text{im Mittel } \gamma_{Na} = 1,4882 \pm 0,0007$$

Aus β_{Na} und $2 E_{Na}$ folgt

$$2 V_{Na} = 78^{\circ}24' \pm 2'.$$

Aus β_{Na} , γ_{Na} und V_{Na} folgt

$$\alpha_{Na} = 1,4601 \text{ berechnet gegenüber } \alpha_{Na} = 1,4596 \text{ gemessen} \\ (\text{Differenz} = 0,0005).$$

Die Messungsfehler der Prismenwinkel φ betragen $\pm \frac{1}{2}'$, was bei normaler Inzidenz einen maximalen Fehler von $\mp 0,0002$, bei Minimalablenkung einen solchen von $\mp 0,0001$ im Brechungsindex

¹ Das ist der „mittlere“ Fehler, der „wahrscheinliche“ ist also nur $1,8'$.

² Diese beiden Zahlen sind, da für α und β nur je 2 Bestimmungen vorliegen, als arithmetisches Mittel zweier gleich großen Fehler gebildet, während für γ der „mittlere“ Fehler (aus den Fehlerquadraten) berechnet ist.

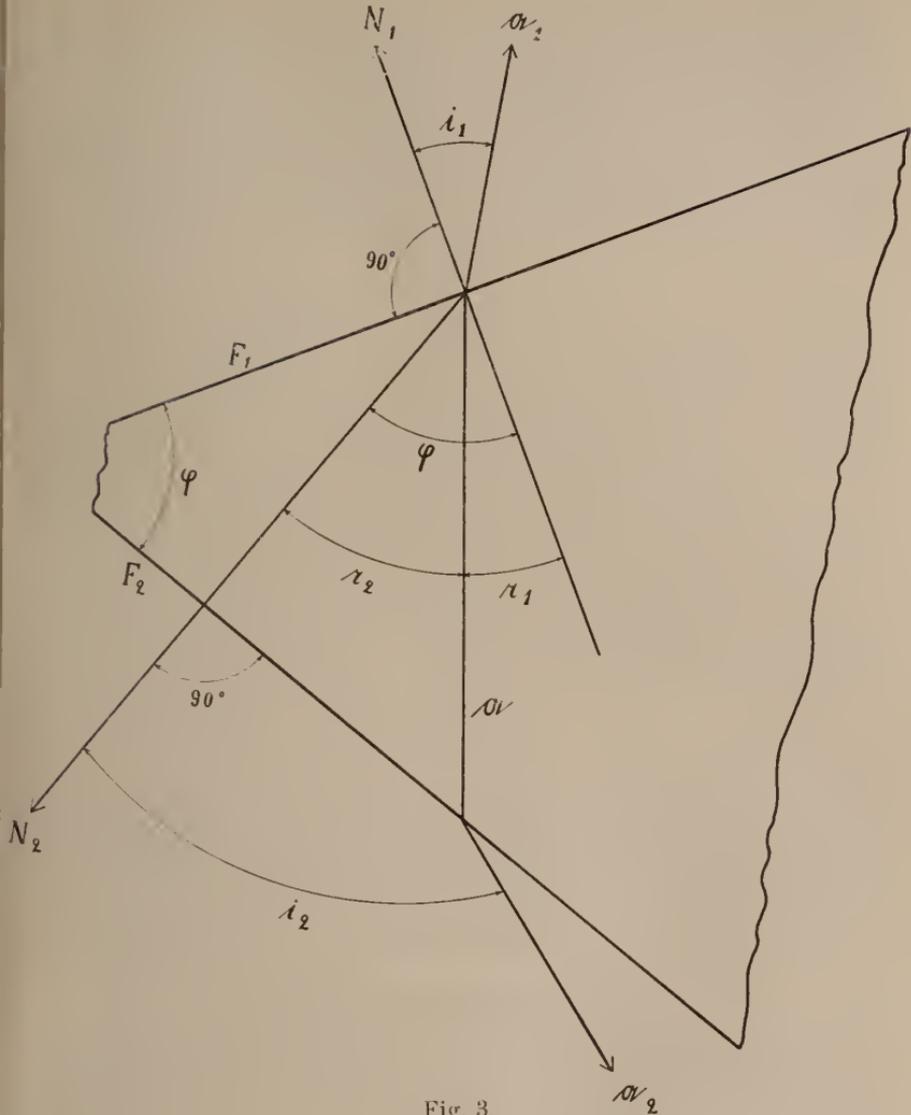


Fig. 3.

verursacht. Die Fehler der Ablenkungswinkel δ betragen $\pm 1\frac{1}{2}'$ bei normaler Inzidenz, $\pm \frac{1}{2}'$ bei Minimalablenkung, was einen maximalen Fehler von $\pm 0,0007$ bzw. $\pm 0,0001$ im Brechungsindex bedeutet. Diese Berechnungen gelten für $25^\circ < \varphi < 35^\circ$.

Die Methode der normalen Inzidenz, wobei die Wellenbewegung umgekehrt verläuft wie bei der MEYERSTEIN'schen Methode des senkrechten Austrittes, ist infolge dreier Ursachen ungenauer als diejenige der Minimalablenkung: 1. ist das Signalbild breiter,

2. ist die Normalstellung der einen Prismenfläche mit einem Fehler behaftet, dessen Einfluß auf die Ablenkung δ allerdings irrelevant ist, 3. treten in die Formel zur Berechnung des Index die ganzen Winkel φ und δ , also auch deren ganze Messungsfehler ein.

Die Fehler in der Orientierung der Prismenflächen fand ich stets $< \pm 0^{\circ} 15'$, doch mögen sie in Wirklichkeit wohl bis $\pm 25'$ betragen, da die orientierenden Kristallflächen oft infolge von

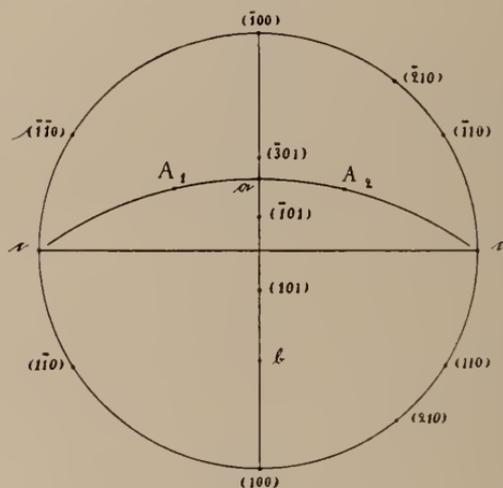


Fig. 4.

Vizinalbildungen gerade an solch großen Kristallen von $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ falsche Reflexe liefern. Immerhin berechnet sich der einem Orientierungsfehler von $\pm 25'$ entspringende Fehler des Brechungsindex für obige Kristallart nur zu $\pm 0,0001$ im Maximum.

Fig. 4 zeigt die optische Orientierung im Natriumlicht.

Optisches Drehungsvermögen.

Zur Feststellung und Messung des Drehungsvermögens dienten mir ausschließlich normal zur spitzen Bisektrix α orientierte Platten, weil senkrecht zu einer optischen Achse gerichtete Tafeln entweder viel kleiner oder viel dünner als jene ausfallen mußten. Es ist aber die Genauigkeit der pro 1 mm definierten spezifischen Drehung sehr annähernd¹ proportional dem parallel einer optischen Achse liegenden Durchmesser der untersuchten Platte. Die Drehungsmessung läßt sich an zweiachsigen Kristallen infolge der inneren konischen Refraktion im parallelstrahligen Licht nicht ausführen.

¹ Nur annähernd wegen der mit dem Durchmesser proportional wachsenden Rotationsdispersion, die jedoch zwischen D_1 und D_2 des Natriumlichtes sehr gering zu sein pflegt; sie beträgt bei NaClO_3 und bei Quarz weniger als $1'$ pro 1 mm.

und bei der Einstellung des Scheitels der Hauptisogyre auf Intensitätsminimum variiert das Azimut des Analysator-Hauptschnittes um mehrere Grade, so daß selbst die Messungen POCKLINGTON's und DUFET's an über 1 cm dicken Platten von Rohrzucker, Weinsäure und Bittersalz noch einen Fehler von fast 30' in der spezifischen Drehung zur Folge haben.

Die üblichen Halbschattenvorrichtungen lassen sich auf die Saccharimetrie Zweiachsiger ohne weiteres leider keineswegs anwenden.

Fünf Platten $\perp a$ wurden teils auf dem Goniometer (I), teils u. d. M. (II) untersucht.

I. Die Platte wurde auf dem für Achsenwinkelmessung eingerichteten Goniometer drehbar um die lotrecht montierte Achse mittlerer Elastizität in einen großen parallelwandigen Glastrog¹ gehängt, der mit Paraffinöl vom Brechungsindex $n_{Na} = 1,4751_5$ gefüllt war. Da $\beta_{Na} = 1,4768$ für $Li_2SO_4 \cdot H_2O$ ermittelt worden war, so gewährleistet jenes Medium, daß die parallel einer optischen Achse, also schräg zur Plattennormale fortschreitenden Wellen beim Austritt keine merkliche Änderung ihres Polarisationsazimuts erleiden. Da die planparallelen Wände des Troges normal zur Fernrohrachse orientiert waren, so fand auch beim Eintritt der Strahlen in die Glaswand und in Luft praktisch keine Drehung² statt. Das Gesichtsfeld betrug 13°.

II. Die Platte wurde in einen großen³ auf dem Mikroskopisch stehenden und wieder mit Paraffinöl (s. oben) gefüllten Drehapparat gebracht, dessen Glasboden bis auf 0°8' plan und bis auf 0°4' planparallel war. Die Platte konnte um die horizontal montierte Achse mittlerer Elastizität gedreht werden. Die Oberfläche des Paraffinöls benetzte die Unterseite eines horizontal gerichteten Objektträgers, der bis auf 0°6' plan und bis auf 0°10' planparallel war⁴.

Dieses Objektglas trug ein Objektiv (No. 0 der Firma Winkel) von 10 mm freier Öffnung, 0,29 relativer Öffnung, 16°22' Öffnungswinkel, 0,14 num. Apertur und 34,8 mm Äquivalentbrennweite. Das durch dieses Objektiv entworfene aufrechte primäre Interferenzbild, das 10 mm Durchmesser hatte, wurde mikroskopisch beobachtet. Das Mikroskop-Objektiv (No. 1 der Firma Seibert) hatte 7 mm freie Öffnung, 0,30 mm relative Öffnung, 16°56' Öffnungswinkel, 0,15 num. Apertur und 23,5 mm Äquivalentbrennweite. Das HUYGENS'sche Mikroskop-Okular (No. 0 der Firma

¹ Wie er für Achsenwinkelapparate benützt wird.

² Andernfalls können Drehungen um mehrere Grade eintreten; vergl. F. E. WRIGHT, Min. Mitt. 30. p. 171. 1911.

³ Besonders angefertigt.

⁴ Deckgläser sind oft mehr plan, aber weniger planparallel.

Seibert) hatte ein Kollektiv von 33,1 mm und ein Augenglas von 40,7 mm Äquivalentbrennweite, so daß letzteres eine 6fache Vergrößerung gab. Da der Durchmesser des objektiven Sehfeldes 3 mm betrug und die Vergrößerung des obigen Mikroskops mittels ABBE's Zeichenapparat als 40fach¹ sich ergab, so erblickt man ein virtuelles sekundäres Interferenzbild von $3 \times 40 = 120$ mm Durchmesser. Liefert daher z. B. eine senkrecht zu einer optischen Achse orientierte Rohrzuckerplatte von 6,65 mm Dicke 7 dunkle und 7 helle Ringe, so ist die durchschnittliche Breite dieser Ringe etwa 4 mm, also in deutlicher Sehweite gut zu beobachten. Da eine senkrecht zur optischen Achse geschnittene Kalkspatplatte von 5,08 mm Dicke im Na-Licht zw. \times Nic. noch gerade den innersten schwarzen Ring zeigt, so berechnet sich ein Gesichtsfeld von 4° gegenüber den gewöhnlichen konoskopischen Gesichtsfeldern von über 120° und bei Immersion sogar über 134° . Für zweiachsige Kristallarten von besonders geringer Drehung und besonders hoher Doppelbrechung wäre es erwünscht, noch geringere Konvergenzen zu erzielen, ohne die Intensität und Homogenität des Lichtes sowie die Größe des objektiven Sehfeldes allzusehr zu verringern; auf diese Weise würde die Plattendicke und somit die Genauigkeit des berechneten Drehungsvermögens vergrößert werden können. Andernfalls hätte man nur noch die Möglichkeit, die mikroskopische Vergrößerung des primären Interferenzbildes zu erhöhen, was eine sehr erhebliche Verstärkung der Lichtquelle erheischt.

Die Kombination von Projektionsobjektiv + Mikroskop wurde m. W. zuerst von H. DUFET² auf die Saccharimetrie zweiachsiger Kristallarten angewendet; sie entspricht im Prinzip dem BERTRAND-AMICI'schen Konoskop mit gesenktem Tubus, und das virtuelle Achsenbild ist ein umgekehrtes.

Die spezifische Drehung (pro 1 mm) des $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ergab sich im Na-Licht unter Berücksichtigung des $\angle 2V_{\text{Na}}$ der $\perp a$ orientierten Platten nach obigen beiden Methoden I und II wie folgt:

1. Platte eines Linkers, 2,99 mm dick;
in Richtung beider Achsen $-2^{\circ} 0' \pm 40'$ pro 1 mm
2. Platte eines Linkers, 2,86₅ mm dick;
in Richtung einer Achse $-1^{\circ} 20' \pm 20'$ pro 1 mm
3. Platte eines Linkers, 2,91 mm dick;
in Richtung einer Achse $-1^{\circ} 52' \pm 35'$ pro 1 mm
4. Platte eines Rechtlers, 4,50 mm dick;
in Richtung beider Achsen $+1^{\circ} 19' \pm 40'$ pro 1 mm
5. Platte eines Rechtlers, 6,30 mm dick;
in Richtung beider Achsen $+1^{\circ} 48' \pm 36'$ pro 1 mm.

¹ Objektiv + Kollektiv gaben also eine $\frac{4}{6}$ fache Vergrößerung.

² H. DUFET, l. c.

Beschwert man diejenigen der obigen Werte, die das Mittel der Drehungen beider Achsen darstellen, mit doppeltem Gewicht, so ergibt sich als Mittel des Drehungsvermögens pro 1 mm

$$\alpha_{Na} = 1^{\circ} 48' \pm 39'.$$

Die Drehung ist in Richtung beider Achsen gleichsinnig und gleichgroß. Diejenigen Kristalle, die den analogen Pol der Pyroelektrizität rechts haben, sind rechtsdrehend (Fig. 5), die

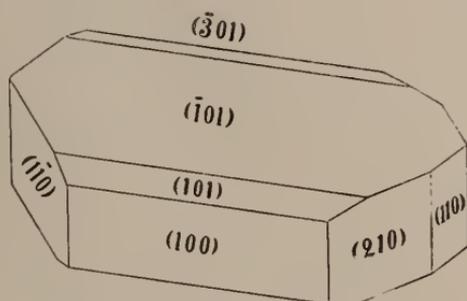


Fig. 5. Rechtsdrehender Kristall.

anderen linksdrehend. Der absolute Drehungsbetrag ist für die Längeneinheit in allen Kristallen gleich.

Macht man den Analysator zirkularpolarisierend, so zeigen im Na-Licht deutlich die Rechtser eine rechte, die Linkser eine linke Spirale.

Versteinerungen aus dem Schöckelkalk bei Graz.

‡ Von K. A. Penecke, derzeit in Graz.

Herr Ingenieur Bock übergab mir vor einigen Jahren mehrere Stücke eines blaugrauen dolomitischen Kalkes aus tiefen Lagen des Schöckelkalkes des Lurloches bei Semriach, der von zahlreichen weißen Ästchen einer *Pachypora* vom Aussehen der *Pachypora reticulata* GOLDF. und *P. Nicholsoni* FRECH durchzogen ist. Leider ist die Erhaltung so schlecht, daß eine artliche Bestimmung nicht möglich ist. Gleichzeitig machte Herr Bock mich auf einen Fundort eines ähnlichen Vorkommens im Badelgraben nördlich von Peggau aufmerksam. Letzterer Fundort liegt unmittelbar oberhalb der Einmündung des Mühlgrabens in den Badelgraben. Das Talstück verläuft hier im Scheitel einer Antiklinale, und es stehen beiderseits des Baches dunkelschwarzgraue, tonreiche Kalkschiefer und plattige

¹ „Mittlerer“, aus den Fehlerquadraten berechneter Fehler; der „wahrscheinliche“ Fehler beträgt nur 26'.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [1915](#)

Autor(en)/Author(s): Johnsen Arrien

Artikel/Article: [Optisches Drehungsvermögen von Lithiumsulfat—
Monohydrat. 233-243](#)