

Krystallographisch-optische Untersuchungen.

(Ausgeführt im physikalischen Cabinet der Wiener Universität.)

Von **A. Brio.**

Die optische Untersuchung der nachfolgenden Krystalle bezieht sich auf die Lage der optischen Elasticitätsaxen und auf die Werthe der drei Hauptbrechungsquotienten.

Untersucht wurden zwei rhombische und ein triklinisches Salz. Von den ersteren bot das saure weinsaure Natron wegen der Kleinheit seiner Krystalle große Schwierigkeiten dar, so daß nur der mittlere Hauptbrechungsquotient β und der Winkel der optischen Axen untersucht werden konnte.

Bei dem oxalsauren Ammoniak wurden die Hauptbrechungsquotienten α und γ mittelst eines einzigen Prismas bestimmt, eine Methode, die bei beschränktem Materiale mit großem Vortheile angewendet werden kann.

Was endlich das triklinische Salz (ameisensaurer Kupferoxyd-Strontian) betrifft, so glaube ich, daß die im Nachfolgenden gegebene Bestimmung seiner optischen Constanten auch darum nicht ohne alles Interesse sein dürfte, weil sie ein Bild gibt der Methode, nach welcher bei der Ermittlung der optischen Verhältnisse triklinischer Krystalle überhaupt vorzugehen ist.

Ich schließe meine Arbeit mit dem tiefsten Danke an Herrn Prof. Victor v. Lang, welchem ich für seine gütige, allseitige Unterstützung verpflichtet bin.

Oxalsaures Ammoniak.

(Krystalle von Herrn Prof. Gottlieb.)

Das Axenverhältniß dieser Krystalle, welche in das rhombische System gehören, ist nach Rammelsberg

$$a : b : c = 1 : 0,7799 : 0,7399.$$

Ich selbst beobachtete die Winkel

	Berechnet
$110 \cdot 010 = 37^\circ 47'$	$37^\circ 57'$
$110 \cdot 100 = 52 \quad 7$	$52 \quad 3$
$110 \cdot \bar{1}10 = 75 \quad 58$	$75 \quad 54$
$101 \cdot 100 = 53 \quad 4$	$53 \quad 30$
$101 \cdot 001 = 36 \quad 21$	$36 \quad 30$
$110 \cdot 101 = 68 \quad 26$	$68 \quad 33$
$112 \cdot 001 = 30 \quad 49$	$31 \quad 2$
$112 \cdot 110 = 59 \quad 6$	$58 \quad 58$
$112 \cdot 101 = 28 \quad 42$	$28 \quad 52$
$1\bar{1}2 \cdot 110 = 82 \quad 44$	$82 \quad 35.$

Die Orientirung ist nach Grailich und v. Lang (Stzbr. XXVII) gegeben durch das Schema

$c\bar{b}a,$

was auch durch die nachfolgenden Bestimmungen bestätigt wurde.

Um zuerst die Größe des scheinbaren negativen Axenwinkels zu finden, wurden drei Platten senkrecht zur Elasticitätsaxe a geschnitten. Dieselbe gaben folgende Mittel:

Beim Austritte in Öl

Roths Glas	$66^\circ 57'$
Natriumflamme	$67 \quad 39$
Grünes Glas .	$68 \quad 22.$

Beim Austritte in Luft

R. Gl.	$108^\circ 48'$
Natrfl.	$110 \quad 8$
Gr. Gl.	$111 \quad 27.$

Eine Platte, senkrecht zur zweiten Mittellinie, ergab dagegen für den positiven scheinbaren Axenwinkel beim Austritte in Öl:

R. Gl.	$126^\circ 27'$
Natrfl.	$126 \quad 5$
Gr. Gl.	$125 \quad 49.$

Aus diesen Messungen berechnen sich der wirkliche negative Axenwinkel AB' und der mittlere Hauptbrechungsquotient β wie folgt

	AB'	β
R. Gl.	$63^\circ 25'$	$1,5470$
Natrfl.	$63 \quad 58 \quad 20''$	$1,5475$
Gr. Gl.	$64 \quad 30$	$1,5486.$

Die Bestimmung des kleinsten Hauptbrechungsquotienten geschah mittelst eines Prismas, parallel der Elasticitätsaxe a und gebildet durch die natürlichen Flächen 110, 110, die jedoch der besseren Reflexion wegen noch polirt wurden, ohne dabei ihre Lage zu ändern. Es wurde für die Minimum-Ablenkung gefunden

$$A = 77^{\circ} 59'$$

Ordentliche Welle

R. Gl.	51° 25'	1,4369
Natrfl.	51 39	1,4383
Gr. Gl.	51 57	1,4400.

Die ausserordentliche Welle würde bei der Minimum-Ablenkung unmittelbar den Brechungsquotient γ gegeben haben, da bei dieser Stellung beide Wellen parallel zur Elasticitätsaxe b durch das Prisma gehen. Allein für diese Welle war der brechende Winkel schon zu groß und konnte dieselbe nicht mehr durch das Prisma hindurch gehen. Es wurde daher der brechende Winkel kleiner gemacht, indem nur die Lage einer Prismenfläche geändert wurde, wodurch die Orientirung der Prismenflächen gegen die Elasticitätsaxe b und c immer bekannt blieb. Es wurde so zuerst gefunden

$$A = 65^{\circ} 2'.$$

Ordentliche Welle

		D
R. Gl.		36° 6'
Natrfl.		36 15
Gr. Gl.		36 27.

Da für die ausserordentliche Welle A noch zu groß war, so wurde nach abermaligem Schleifen beobachtet

$$A = 59^{\circ} 8'$$

Ordentliche Welle.

	D	α
R. Gl.	31° 10'	1,4368
Natrfl.	31 15	1,4378
Gr. Gl.	31 25	1,4399

Ausserordentliche Welle

	D'	
R. Gl.	44° 10' 30"	
Natrfl.	44 25 0	
Gr. Gl.	44 46 0.	

Aus den letzten Winkeln und aus dem früher bestimmten Werthe von β kann man nun die Größe von γ finden mit Hilfe von Formeln, welche zu ähnlichen Zwecken auch schon von Prof. Victor v. Lang (Stzbr. Bd. XXXIII und XXXVII) benutzt wurden. Nur konnte die von demselben gegebene logarithmische Umgestaltung dieser Formeln in dem gegenwärtigen speciellen Falle nicht benutzt werden, da für einige Hilfswinkel die eingeführten Cosinus und Sinus größer als 1 werden. Ich habe daher nachstehende Formeln benutzt, in welchen bedeutet

A — den brechenden Winkel,

D — die Minimum-Ablenkung der ausserordentlichen Welle,

δ und ε die Hauptbrechungsquotienten, zwischen denen der Brechungsquotient der außerordentlichen Welle variirt,

θ endlich den Winkel, den die Halbiringlinie der brechenden Kante mit der δ entsprechenden Elasticitätsaxe einschließt; dann ist

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\varepsilon \cos \frac{A}{2}}{\cos \frac{A+D}{2}}; \quad \operatorname{tg} \psi = \frac{\varepsilon \sin \frac{A}{2}}{\sin \frac{A+D}{2}}$$

$$\operatorname{tg} M = - \left(\frac{\operatorname{tg} \theta \cos \varphi}{\cos \psi} \right)^2 \frac{\cos 2\psi}{\cos 2\varphi}; \quad \operatorname{tg} L = \frac{\operatorname{tg} M \cdot \left(\frac{A+D}{2} \right)^2}{\left(\operatorname{tg} \frac{A}{2} \right)^2}$$

$$\delta = \frac{\sin \frac{A+D}{2}}{\sin \frac{A}{2}} \sqrt{\frac{\sin (45^\circ - M) \cos L}{\sin (45^\circ - L) \cos M}}$$

Da nun für unser Prisma

$$\begin{aligned} \delta &= \gamma & \varepsilon &= \beta \\ \theta &= 8^\circ 13' \end{aligned}$$

ist, so geben die früheren Werthe von D, A, β

	γ
R. Gl.	1,5904
Natrl.	1,5950
Gr. Gl.	1,5966.

Adoptirt man für α den Werth, der sich aus dem stumpfsten Prisma ($A = 77^\circ 59'$) ergab, so berechnet man aus den drei Hauptbrechungsquotienten für den negativen wirklichen Axenwinkel AB' :

R. Gl.	60° 48'
Natrl.	61 44
Gr. Gl.	63 14,

welche Werthe mit den auf die erste Methode erhaltenen genügend gut übereinstimmen.

Saures weinsaures Natron ($\text{Na, H, C}_8\text{H}_4\text{O}_{12} + 2\text{HO}$).

(Krystalle von Dr. A. Mathiessen.)

Das Krystallsystem ist nach meinen Messungen rhombisch mit folgendem Axenverhältnisse

$$a : b : c = 1 : 0,818 : 0,683.$$

Die von mir beobachteten Formen sind

$$(110), (010), (111), (101).$$

An den gut ausgebildeten Krystallen wurden folgende Winkel beobachtet:

	Berechnet	Gemessen
$110 \cdot \bar{1}10 =$		$78^\circ 34'$
$110 \cdot 1\bar{1}0 =$	$101^\circ 26'$	$101 \quad 20$
$110 \cdot 111 =$		$42 \quad 50$
$110 \cdot 010 =$	$39 \quad 17$	$39 \quad 20$
$111 \cdot \bar{1}11 =$	$55 \quad 20$	$55 \quad 21$
$111 \cdot 1\bar{1}1 =$	$69 \quad 10$	$69 \quad 24$
$111 \cdot \bar{1}\bar{1}1 =$	$94 \quad 20$	$94 \quad 19$
$111 \cdot 101 =$	$34 \quad 35$	$34 \quad 56$
$111 \cdot 1\bar{1}0 =$	$98 \quad 16$	$98 \quad 24$
$101 \cdot 110 =$	$69 \quad 5$	$69 \quad 1$

Die Krystalle sind in der Richtung der Axe c verlängert, Spaltbarkeit ziemlich gut parallel (010) . Solche Spaltungsstücke zeigen im Polarisationsapparate mit Hilfe des compensirenden Quarzes, daß von den krystallographischen Axen a, c die letztere der kleineren Elasticitätsaxe entspricht; auch scheinen diese Platten, parallel der Ebene der optischen Axen zu sein.

Demzufolge hat man

$$a \parallel a \quad b \parallel b \quad c \parallel c,$$

was auch durch das Nachfolgende bestätigt wurde.

Schwieriger war es eine Platte senkrecht zum Prisma (110) , d. i. senkrecht zur vermutheten positiven Mittellinie zu schleifen. Doch gelang es nach längeren Versuchen eine ziemlich gute derartige Platte

herzustellen. Dieselbe zeigte beide Axenbilder im Polarisationsapparate und erwies sich in der That als positiv. Das vollständige Axenschema ist daher

$$abc.$$

Im Axenwinkel-Apparate untersucht, gab diese Platte für den scheinbaren positiven Axenwinkel:

In Luft

	(<i>AB</i>)
Roths Glas	83° 34'
Blaues Glas	86 0.

In Öl

R. Gl.	53° 43'
Bl. Gl.	54 32.

Es wurde dann noch eine Platte, senkrecht zur zweiten Mittelnie hergestellt und für dieselbe gefunden:

In Öl

	(<i>AB'</i>)
R. Gl.	138° 58'
Bl. Gl.	137 56

Hieraus berechnen sich folgende Werthe für den wirklichen positiven Axenwinkel *AB* und für den mittleren Hauptbrechungsquotient β .

	<i>AB</i>	β
R. Gl.	51° 31	1,5332
Bl. Gl.	52 18	1,5374.

Diese Krystalle wurden von Prof. Mathiessen in London vor längerer Zeit zufällig erhalten. Die angegebene Formel wurde aus einem Glühversuche abgeleitet, den H. Ad. Mikó im Laboratorium des H. Bergrathes K. R. v. Hauer anstellte. Derselbe erhielt aus 1,1116 Grm. dieser Substanz 0,304, d. i. 27·23 Pct. kohlensaures Natron, während die Rechnung 27·97 Pct. ergibt.

Ameisensaurer Kupferoxyd-Strontian ($2\text{SrO}, \text{CuO} \cdot 3\bar{\text{F}} + 8\text{HO}$).

(Krystalle von Herrn Bergrath K. Ritter v. Hauer.)

Das Krystallsystem wurde von Herrn Ritter v. Zepharovich (Sitzb. XLIII.) als triklinisch mit folgenden Elementen bestimmt:

$$\begin{aligned}
 a : b : c &= 0,7436 : 1 \quad 1,0103 \\
 bc &= 104^{\circ} 43' 54'' \\
 ca &= 95 \quad 52 \quad 11 \\
 ab &= 88 \quad 18 \quad 7
 \end{aligned}$$

Die von demselben beobachteten Formen sind folgende:

$$(100), (010), (001), (110), (\bar{1}\bar{1}0), (101), (102), (011), (0\bar{1}\bar{1}), (1\bar{1}\bar{1}), \bar{1}\bar{1}2).$$

Um zur Kenntniß der optischen Verhältnisse dieser Krystalle zu gelangen, wurde zuerst versucht, eine Platte zu schneiden, möglichst symmetrisch gegen beide optische Axen. Eine solche Platte mit dem compensirenden Quarze untersucht, ergab, daß die zu ihr senkrechte Elasticitätsaxe die kleinste ist. — Da die Voraussetzung, daß diese Platte senkrecht zur ersten Mittellinie geschnitten, wie später zu ersehen ist, bestätigt wurde, so ist somit der optische Character dieser Krystalle positiv.

Um nun die Lage der Ebene senkrecht zur ersten Mittellinie kristallographisch bestimmen zu können, wurde eine neue ähnliche Platte geschnitten, an der noch die ursprünglichen Krystallflächen (100), (110), (010) erhalten waren. Die Messung ergab nun, wenn wir mit R eine Ebene senkrecht zur ersten Mittellinie bezeichnen, folgende Normalenwinkel:

$$\begin{aligned}
 R. 100 &= 77^{\circ} \quad 0' \\
 R. 010 &= 62 \quad 30 \\
 R. 110 &= 63 \quad 10.
 \end{aligned}$$

Durch diese Winkel wird die Lage der Fläche R noch nicht vollkommen bestimmt, indem sie noch über oder unter der Zone [(100) (010)] liegen kann.

Im ersteren Falle muß sie mit der Fläche $\bar{1}\bar{1}2$ einen Winkel von $64^{\circ} 28'$, im zweiten Falle aber einen Winkel gleich $152^{\circ} 49'$ bilden. Eine dritte näherungsweise geschnittene Platte, in der noch die Ebene $\bar{1}\bar{1}2$ erhalten war, ergab nun für diesen Winkel beiläufig 60° , so daß unzweifelhaft die kleinste Elasticitätsaxe im Octanten (100) (010) (001) liegt.

Der scheinbare positive Axenwinkel wurde an der zuerst geschnittenen Platte in Luft und in Olivenöl gemessen. Die Resultate dieser Messungen sind:

In Luft

Roths Glas	125° 45'
Natriumflamme	126 57.

In Öl

R. Gl.	74° 52'
Na Fl.	75 4.

Die Vertheilung der Farben in den beiden Axenbildern ist unsymmetrisch, entsprechend dem triklinischen Systeme dieser Krystalle.

Dieselbe Platte wurde hierauf zur Bestimmung der Lage ihrer optischen Hauptschnitte bc und ac (die ich beziehungsweise mit P und Q bezeichnen will) gegen die Kante $R.(100)$ und $R.(010)$ verwendet. Aus mehreren Messungen, welche ich mit einem polarisirenden Mikroskope nach der Methode des Umlegens der Krystallplatte ausgeführt habe, ergaben sich folgende Resultate:

$$\begin{aligned} Q [R. 100] &= 75^\circ \\ P [R. 100] &= 14 \quad 30' \\ Q [R. 010] &= 20 \\ P [R. 010] &= 70 \quad 20. \end{aligned}$$

Um nun auch eine Platte senkrecht zur zweiten Mittellinie, also parallel P zu erhalten, habe ich an der vorhergehenden Platte eine Fläche angeschliffen, die senkrecht zur Ebene R war und mit der Fläche (010) ungefähr 72° bildete; dann wurde zu dieser Ebene noch eine parallele Ebene geschliffen. Die Untersuchung dieser Platte im Polarisationsapparate zeigte, daß sie wirklich annähernd senkrecht zur zweiten Mittellinie geschnitten war. Die Axenbilder liegen natürlich ausserhalb des Gesichtsfeldes. Um nun die beiden Hyperbeln etwas genauer in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bringen, wurde der Schnitt der Platte noch durch nachträgliches Schleifen verbessert, so daß zuletzt gefunden wurde

$$P(010) = 74^\circ 0'$$

Der optische Character dieser Platte mit dem Quarze untersucht, ergab sich als negativ. In Öl untersucht, gab diese Platte für den scheinbaren negativen Axenwinkel

R. Gl.	114° 20'
Na Fl.	113 33.

Aus den Messungen der scheinbaren positiven und negativen Axenwinkel berechnen sich aber folgende Werthe für den wirklichen positiven Axenwinkel AB und für den mittleren Hauptbrechungsquotienten β

	AB	β
R. Gl.	$71^{\circ} 46'$	1,5184
Natrlf.	72 4	1,5199.

Aus den Daten für die Lage der optischen Hauptschnitte P und Q auf der Fläche R gegen die Kante $[R. 100]$ oder $[R. 010]$ und aus den früher gemessenen Neigungen $R.(100)$ und $R.(010)$ kann man nun auch die Neigungen der optischen Hauptschnitte (P, Q, R) dieser Krystalle gegen ihre Flächen berechnen, indem die zuerst angeführten Winkel nichts anderes sind als die Neigungen der Zonen $[PR]$ und $[QR]$ zu den Zonen $[R. 100]$ und $[R. 010]$.

Indem ich bei der Rechnung den Fehler auf die beiden ersten Neigungen gleichmäßig vertheilte, fand ich:

		<u>Gerechnet</u>	<u>Beobachtet</u>	
$[QR]$	$[R. 100]$	$= 76^{\circ} 26'$	75°	$0'$
$[QR]$	$[R. 010]$	$= 20 22$	20	0.
	$P. 100$	$= 161 11$		
	010	$= 72 1$	74	0
	001	$= 75 30$		
	$Q. 100$	$= 103 0$		
	010	$= 120 28$		
	001	$= 72 35$		
	$R. 100$	$=$	77	0
	010	$=$	62	30
	001	$= 22 58$		
	110	$= 62 42$	63	10
	$\bar{1}\bar{1}2$	$= 64 28$	60	0 appr.

Diesen Winkeln zufolge liegt somit von den drei Elasticitätsachsen

a	im Octanten	$(\bar{1}00)$ (010) (001)
b		$(\bar{1}00)$ $(0\bar{1}0)$ (001)
c		(100) (010) (001) .

Die beiden Hauptbrechungsquotienten α, γ habe ich wenigstens näherungsweise mittelst Prismen zu bestimmen gesucht, welche be-

ziehungsweise parallel den Elasticitätsaxen a und c waren und auf folgende Weise hergestellt wurden.

Um ein Prisma mit der Kante parallel der kleinsten Elasticitätsaxe c zu erhalten, habe ich erst die Ebene R mit Hilfe der angeführten Neigungen, hierauf aber zwei zu ihr senkrechte Ebenen angeschliffen, deren Kante folglich der Elasticitätsaxe c parallel sein mußte und als brechende Kante benutzt wurde.

Bei der Herstellung des zur Elasticitätsaxe a parallelen Prismas ward bei demselben Verfahren zuerst die Fläche P , senkrecht zu a angeschliffen. In diesem Falle wurde auch noch eine zu P parallele Fläche angeschliffen, um mit Hilfe des Polarisationsapparates den schwierigen Schnitt der Fläche P noch etwas verbessern zu können.

Diese Operationen, welche überhaupt nur an so schönen Krystallen, wie sie mir durch die Güte des Herrn Bergrathes K. R. v. Hauer zur Verfügung standen, versucht werden können, sind natürlich immer sehr schwierig auszuführen, so daß die nachfolgenden Werthe von α und γ nur als Näherungswerthe betrachtet werden können. Hindernd ist auch die geringe Durchsichtigkeit der Krystalle, der zufolge die Spalte sehr breit gemacht werden muß, sollen die durch die Prismen erzeugten Spectren überhaupt wahrgenommen werden können.

Es wurde gefunden:

Prisma, parallel c .

Brechende Kante = $26^{\circ} 10'$.

	Min. Abl.	γ
R. Gl.	$15^{\circ} 41'$	1,5777
Nafl.	15 45	1,5801
Grün	15 53	1,5849.

Prisma, parallel a .

Brechende Kante = $43^{\circ} 18' 30''$.

	Min. Abl.	α
Roth	$23^{\circ} 50'$	1,4985
Gelb	23 53	1,4995
Grün	23 58	1,5011

Aus den angegebenen Werthen von α , β γ würde sich für den wahren Axenwinkel für die Natriumflamme der Werth $62^{\circ} 28'$ ergeben, dessen Differenz von den auf die erste Art erhaltenen Werth

nicht größer ist, als daß sie nicht schon durch eine geringe Änderung in der vierten Decimalstelle der Brechungsquotienten aufgehoben würde.

Auf den Platten, senkrecht zur ersten und zur zweiten Mittellinie wurden auch die Absorptionsverhältnisse mittelst der dichroskopischen Lupe untersucht und folgende Resultate, unter der Annahme, daß die Lichtschwingungen senkrecht zur Polarisationssebene gesehen, erhalten.

Die Platte, senkrecht zur ersten Mittellinie, gab für die Schwingungen α parallel der Ebene der optischen Axen eine grünliche, für die dazu senkrechten Schwingungen β aber eine blaue Färbung, welche ins Grünliche zieht. Dabei sind die ersten Strahlen mehr absorbirt als die zweiten, folglich ist

$$\alpha > \beta.$$

Weniger deutlich ist der Dichroismus auf einer Platte, senkrecht zur zweiten Mittellinie α . Die Schwingungen ζ parallel der kleinsten Elasticitätsaxe sind lichtblau, die Schwingungen β parallel der mittleren Elasticitätsaxe bei schwächerer Absorption dagegen licht grünlichblau gefärbt. Man hat somit

α grünlich.
 β licht grünlichblau,
 ζ lichtblau,

$$\beta < \frac{\alpha}{\zeta}.$$

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1867

Band/Volume: [55_2](#)

Autor(en)/Author(s): Brio A.

Artikel/Article: [Krystallographisch-optische Untersuchungen. 870-880](#)