

## ABHANDLUNGEN UND MITTHEILUNGEN.

---

### *Bestimmung der optischen Constanten krystallisirter Körper.*

II. Reihe.

Von **Albrecht Schrauf**.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 19. Juli 1860.)

In einer früheren unter demselben Titel veröffentlichten Abhandlung habe ich die Grundsätze ausgesprochen, welche mich bei der Untersuchung krystallisirter Körper leiten. Überzeugt, dass die Ermittlung der in der Optik der Krystalle vorkommenden Zahlenwerthe zur einstigen Bestimmung der Molecularfunction gewiss eben so nöthig ist, wie die Erforschung der Krystallgestalt, Cohäsion, magnetischen Verhältnisse und Orientirung der Elasticitätsaxen, habe ich meine Untersuchungen über die Brechung und Dispersion des Lichts in krystallinischen Medien fortgesetzt. Die Resultate, welche die vorliegende Abhandlung enthält, sind die Brechungsexponenten von 11 doppelbrechenden Körpern, worunter sich 7 zweiaxige Medien befinden. Von diesen letzteren stimmen die gerechneten Axenwinkel mit der aus directer Beobachtung sich ergebenden für den Austritt in die Luft oder in Öl durchgehends bis auf einen Grad. Wer die Schwierigkeiten kennt, welche sich der absolut genauen Bestimmung von Brechungsexponenten sowohl von Seite der Reinheit und Grösse, als auch durch die schwierig zu erreichende Identität des Materials entgegenstellen, wird diese Genauigkeit für mehr als genügend erachten. Die wirklichen inneren Axenwinkel haben hingegen noch viel grössere Sicherheit, indem die gerechneten mit den aus der Beobachtung folgenden nie mehr als um 10 Minuten differiren.

Die Methode und das übrige Detail der Rechnung und Beobachtung in Beziehung auf Brechungsexponenten, Axenwinkel, Öffnung des Kegels der konischen Refraction etc. ist dasselbe geblieben, so dass ich hier nur noch einen Einwurf zu erörtern habe, welcher mir in Beziehung auf die Identificirung von bestimmten Stellen der Spectra mit den Fraunhofer'schen Linien gemacht werden könnte. Ich suche denselben in vorliegender Arbeit zu entkräften, obgleich ich im Allgemeinen dem Ausspruche Kirchhoff's und Bunsen's in ihrer kürzlich publicirten trefflichen Abhandlung: „Über die chemische Analyse durch Spectrabeobachtungen“ vollkommen beipflichte: „dass der Physiker aus der Farbe und Lage der Lichtlinien auf ihre Stellung zu den Fraunhofer'schen Linien schliessen kann“; ich führe jedoch, um die Genauigkeit zu zeigen, welche auch bei dieser Methode zu erreichen ist, die Mittel mehrerer Beobachtungsreihen von Quarz an, welcher ein Mineral von vollkommen chemisch reiner und gleicher Constitution und genau bestimmten Brechungsverhältnissen ist. Die Beobachtungen, welche ich sowohl im Beginne meiner ersten Untersuchung als auch jetzt anstellte, stimmen mit den Messungen Rudberg's vollkommen.

In Beziehung auf die krystallographischen Verhältnisse war es mir an den vorliegenden Stoffen nicht möglich, zur Verbesserung der schon bekannten Axenverhältnisse genaue Messungen vornehmen zu können, weil der grössere Wachsthum der chemischen Verbindungen die Flächen gewöhnlich rauh und uneben macht. Übrigens muss ich auch noch mehrere andere Fragen, deren Beantwortung mir möglich war, wegen ihres mineralogisch-physikalischen Charakters von dieser Publication ausschliessen, und will in dieser Einleitung nur noch bemerken, dass ich ein Pendant zu den von Sénarmont studirten Seignette - Salzmischungen an dem sogenannten hexagonalen schwefelsauren Kalinatron gefunden zu haben glaube, welches trotz des scheinbar einaxigen Charakters doch vielleicht zwei sehr genäherte Axen besitzt. Das Detail meiner Untersuchungen hierüber habe ich Herrn Karl Ritter v. Hauer übergeben, welcher dieselben zugleich mit seiner chemischen Untersuchung desselben Salzes veröffentlichen wird.

Schliesslich erlaube ich mir noch, dem Herrn Regierungsrath Ritter v. Ettingshausen, Director des k. k. physikalischen Institutes, so wie dem Herrn Dr. Mor. Hörnes, Vorstand des k. k. Hof-

Mineralien-Cabinets, und dem Herrn Karl Ritter v. Hauer, Vorstand des chemischen Laboratoriums der geologischen Reichsanstalt für ihre gütige Liberalität zu danken, mit welcher sie mir das Material und die zur Untersuchung nöthigen Hilfsmittel zu Gebote stellten.

X. Quarz.  $\text{SiO}_2$ .

Krystalle aus dem k. k. Hof-Mineralien-Cabinete.

Rhomboëdrisch.  $a : c = 1 : 0.9082$ . Positiv doppelbrechend.

Die zur Untersuchung benützten Exemplare waren vollkommen reine, wasserhelle Bergkrystalle des Fundortes S. Gotthard (XX, XV, *b, a, cc*, 59) von geringer Grösse, ihre Länge in der Richtung der Hauptaxe war 6—7 Millimeter; grössere Stücke konnten nicht verwendet werden, weil einerseits der Goniometer mit verticaler Limbusstellung für dieselben nicht genug Stabilität darbietet, andererseits aber durch kleinere Stücke die bei krystallographischen Untersuchungen häufig vorkommenden Verhältnisse am treuesten dargelegt werden.

An den Quarzkrystallen wurden das natürlich vorkommende sechsseitige Prisma benützt und nur solche Flächencombinationen gewählt, in denen die Kante der das Prisma bildenden Flächen durch eine schmale Fläche abgestumpft wurde. Im Nachfolgenden führe ich nur die Mittel der Beobachtungsreihen von vier Krystallen an und habe diejenigen, welche ich im Beginne meiner ersten Abhandlung mit (59), die, welche ich jetzt machte, mit (60) bezeichnet:

Prisma I.  $A = 60^\circ 1' 20''$ .

(60).  $t = 16^\circ 5'$ .

1. Schwingungen senkrecht der Kante, daher  $\omega$

$D_B = 40^\circ 50'$	$\omega_B = 1.54113$	
$D_\rho = 40\ 58$	$\omega_\rho = 1.54261\ 0.00313$	Mittel von 4 Beob.
$D_D = 41\ 7$	$\omega_D = 1.54426$	Fehl. jed. einz. vom
$D_E = 41\ 22$	$\omega_E = 1.54704\ 0.00278$	Mittel = 0.00018

2. Schwingungen parallel der Kante, daher  $\varepsilon$

$D_B = 41^\circ 40'$	$\varepsilon_B = 1.54998$	
$D_\rho = 41\ 49$	$\varepsilon_\rho = 1.55181\ 0.00367$	Mitt. von 4 Beob,
$D_D = 41\ 58$	$\varepsilon_D = 1.55363$	Fehl. jed. einz.
$D_E = 42\ 13$	$\varepsilon_E = 1.55638\ 0.00273$	0.00023
$D_{\beta\lambda} = 42\ 35$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.56040$	

(59).  $t = 12^\circ \text{ R.}$

1. Schwingungen senkrecht der Kante, daher  $\omega$ .

$D_B = 40^\circ 49'$	$\omega_B = 1.54095$	
$D_\rho = 40 \ 58$	$\omega_\rho = 1.54260$	0.00331
$D_D = 41 \ 7$	$\omega_D = 1.54426$	0.00260
$D_E = 41 \ 21$	$\omega_E = 1.54686$	

Mitt. 6. Beob. Fehl.  
jed. einz. 0.00024

2. Schwingungen parallel der Kante, daher  $= \varepsilon$ .

$D_B = 41^\circ 39'$	$\varepsilon_B = 1.55015$	
$D_\rho = 41 \ 48$	$\varepsilon_\rho = 1.55183$	0.00334
$D_D = 41 \ 57$	$\varepsilon_D = 1.55349$	0.00271
$D_E = 42 \ 12$	$\varepsilon_E = 1.55620$	
$D_{\beta\lambda} = 42 \ 34$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.56021$	

Mitt. 5. Beob. Fehl.  
jed. einz. 0.00019

(60). Prisma II.  $A = 60^\circ 2'$ .  $t = 18^\circ \text{ R.}$

1. Schwingungen senkrecht der Kante, daher  $\omega$ .

$D_B = 40^\circ 52'$	$\omega_B = 1.54133$	
$D_\rho = 41$	$\omega_\rho = 1.54283$	0.00288
$D_D = 41 \ 7 \ 30''$	$\omega_D = 1.54421$	0.00269
$D_E = 41 \ 22$	$\omega_E = 1.54690$	

Fehler 3. Beobacht.  
0.00016

2. Schwingungen parallel der Kante, daher  $\varepsilon$ .

$D_B = 41^\circ 11'$	$\varepsilon_B = 1.55040$	
$D_\rho = 41 \ 49$	$\varepsilon_\rho = 1.55178$	0.00295
$D_D = 41 \ 57 \ 40''$	$\varepsilon_D = 1.55335$	0.00273
$D_E = 42 \ 12$	$\varepsilon_E = 1.55608$	
$D_{\beta\lambda} = 42 \ 35$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.56025$	

Fehler 3. Beobacht.  
0.00008

(60). Prisma III.  $A = 60^\circ 1' 30''$ .  $t = 20^\circ \text{ R.}$

1. Schwingungen senkrecht der Kante, daher  $\omega$ .

$D_B = 40^\circ 50'$	$\omega_B = 1.54107$	
$D_\rho = 40 \ 58$	$\omega_\rho = 1.54254$	0.00315
$D_D = 41 \ 7$	$\omega_D = 1.54422$	0.00280
$D_E = 41 \ 22 \ 10''$	$\omega_E = 1.54702$	

Fehler 3. Beobacht.  
0.00010

2. Schwingungen parallel der Kante, daher  $\varepsilon$ .

$D_B = 41^\circ 40' 40''$	$\varepsilon_B = 1.55042$	
$D_\rho = 41 \ 48$	$\varepsilon_\rho = 1.55180$	0.00281
$D_D = 41 \ 56$	$\varepsilon_D = 1.55323$	0.00299
$D_E = 42 \ 12 \ 20$	$\varepsilon_E = 1.55622$	
$D_{\beta\lambda} = 42 \ 34$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.56015$	

Fehler 3. Beobacht.  
0.00014

Prisma IV.  $A = 60^\circ 3'$ .

(60).  $t = 17^\circ$  R.

1. Schwingungen senkrecht der Kante, daher  $\omega$ .

$D_B = 40^\circ 31'$	$\omega_B = 1.54099$		
$D_\rho = 40 \ 59$	$\omega_\rho = 1.54248$	0.00313	Fehler 2. Beobacht.
$D_D = 41 \ 8$	$\omega_D = 1.54412$	0.00293	0.00021
$D_E = 41 \ 24$	$\omega_E = 1.54705$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher  $\varepsilon$ .

$D_B = 41^\circ 40'$	$\varepsilon_B = 1.55002$		
$D_\rho = 41 \ 49$	$\varepsilon_\rho = 1.55165$	0.00329	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 41 \ 58$	$\varepsilon_D = 1.55331$		0.00013
$D_E = 42 \ 14$	$\varepsilon_E = 1.55608$	0.00277	
$D_{\beta\lambda} = 42 \ 39$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.56064$		

(59).  $t = 13^\circ$  R.

1. Schwingungen senkrecht der Kante, daher  $\omega$ .

$D_B = 40^\circ 50' 40''$	$\omega_B = 1.54092$		
$D_\rho = 40 \ 59$	$\omega_\rho = 1.54248$	0.00325	Fehler 5. Beobacht.
$D_D = 41 \ 8 \ 20$	$\omega_D = 1.54417$	0.00301	0.00017
$D_E = 41 \ 24 \ 30$	$\omega_E = 1.54718$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher  $\varepsilon$ .

$D_B = 41^\circ 39'$	$\varepsilon_B = 1.54984$		
$D_\rho = 41 \ 48$	$\varepsilon_\rho = 1.55145$	0.00349	Fehler 5. Beobacht.
$D_D = 41 \ 58 \ 10''$	$\varepsilon_D = 1.55333$		0.00013
$D_E = 42 \ 14 \ 30$	$\varepsilon_E = 1.55632$	0.00299	
$D_{\beta\lambda} = 42 \ 37$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.56035$		

Nimmt man aus diesen Beobachtungsreihen das Mittel, so erhält man für die beiden Hauptbrechungs-Exponenten folgende Werthe:

$\omega_B = 1.54106$		$\varepsilon_B = 1.55012$	
$\omega_D = 1.54421$	0.00315	$\varepsilon_D = 1.55338$	0.00325
$\omega_E = 1.54701$	0.00280	$\varepsilon_E = 1.55621$	0.00283

und daraus folgt aus der Cauchy'schen Dispersionsformel unter Berücksichtigung des Mittels von  $(B-D)$  und  $(D-E)$  folgender Werth für  $H$ .

$\omega_H = 1.55806$	0.01105	$\varepsilon_H = 1.56738$	0.01137
----------------------	---------	---------------------------	---------

Dieses Resultat, welches ganz unabhängig von allen Nebenrücksichten gefunden ward, erlaubt mir jetzt einen Schluss zu ziehen auf die Genauigkeit der angewendeten Hilfsmittel und auf die Richtigkeit der Methode bei der Identificirung einiger Spectrastellen mit Fraunhofer'schen Linien. Rudberg's Beobachtungen nämlich, welche mit Benützung der erwähnten Linien gemacht wurden und seitdem durch die Messungen Esselbach's (Pogg. Ann.) eine directe Bestätigung erfahren haben, sind als vollkommen genau zu betrachten und können als sichere Vergleichspunkte benützt werden. Es ist:

Schrauf: $\omega_B = 1.54106$	Rudberg: $\omega_B = 1.54090$	$\Delta = + 0.00016$
$\omega_D = 1.54421$	$\omega_D = 1.54418$	+ 0.00003
$\omega_E = 1.54701$	$\omega_E = 1.54711$	— 0.00010
$\omega_H = 1.55806$	$\omega_H = 1.55817$	— 0.00011
$\varepsilon_B = 1.55012$	$\varepsilon_B = 1.54990$	+ 0.00022
$\varepsilon_D = 1.55338$	$\varepsilon_D = 1.55328$	+ 0.00010
$\varepsilon_E = 1.55621$	$\varepsilon_E = 1.55631$	— 0.00010
$\varepsilon_H = 1.56758$	$\varepsilon_H = 1.56772$	— 0.00014

Der mittlere Fehler meiner Beobachtungsreihe gegen Rudberg beträgt daher 0.00012; er ist so gering, dass er vielmehr eine Bestätigung als eine Correction meiner Methode in sich birgt, denn selbst die Messungen Esselbach's, welche doch mit der Benützung der Fraunhofer'schen Linien angestellt wurden, differiren durchschnittlich um einige Einheiten der vierten Decimalstelle gegen die Rudberg's; ich konnte daher mich schon im Anfang meiner früheren Untersuchung für überzeugt halten, keine bedeutenden Fehler zu begehen.

Berechnet man endlich nach der bekannten Formel  $\frac{n_r - n_v}{n_g - 1}$  das Dispersionsvermögen beider gebrochenen Strahlen, so erhält man folgende Zahlenwerthe:

$$\begin{aligned} J_{\omega} &= 0.031735 \\ J_{\varepsilon} &= 0.032080. \end{aligned}$$

### XI. Anatas. $TiO_2$ .

Krystalle aus dem k. k. Hof-Mineralien-Cabinete.

Pyramidal.  $a:c = 1:0.5628$ . Negativ doppelbrechend.

Von diesem Minerale wären wohl sehr schwer durch Schleifen die nöthigen Prismen herzustellen, weil die hohe, doppelbrechende

Kraft, die Härte und Kleinheit der Handstücke diess kaum erlauben würde; hingegen bietet die natürliche Pyramide (111) ein so orientirtes Prisma dar, dass durch directe Beobachtung sich beide Hauptbrechungs-Exponenten ergeben. Zur krystallographischen Bestimmung der benützten Pyramidenflächen machte ich einige Messungen.

$$\begin{aligned}(111) (\overline{111}) &= 136^{\circ}31'20'' \\ &= 136 \ 40 \\ &= 136 \ 38 \\ &= 136 \ 37 \\ &= 136 \ 32\end{aligned}$$

welche von dem mittleren Werthe nach Brooke's und Miller's Angabe

$$(111) (\overline{111}) = 136^{\circ}36'$$

nur wenig differiren.

Zur Bestimmung der Brechungs-Exponenten konnte ich einige schöne Exemplare verwenden. Krystall I, welcher ein vollkommen deutliches Spectrum lieferte, war eine Combination der Flächen (111) und (100), welche so verzogen war, dass die Endfläche ein sehr verlängertes Parallelogramm bildete. Er war licht honiggelb, fast durchsichtig; sein unteres Ende war abgebrochen; als Fundort des losen Exemplares war Coacae in Brasilien (1845 V 27) bezeichnet; seine Grösse ist in der Richtung der Hauptaxe circa 5 Millim., in der darauf senkrechten 7 Millim. Krystall II war dunkelbraun, durchscheinend, gab auch nur ein verschwommenes Spectrum. Die Grösse dieses Exemplares, welches durch die Pyramide (111) gebildet wird, beträgt nach jeder Dimension kaum einige Millimeter.

$$\text{Prisma I. } A = 43^{\circ} 28' 40''. \quad t = 16^{\circ} \text{ R.}$$

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher parallel der Axe =  $\varepsilon$ .

$D_B = 89^{\circ}31'$	$\varepsilon_B = 2.47596$		Mitt. Fhl. v. 4 Beob.
$D_D = 91 \ 41$	$\varepsilon_D = 2.49385$	0.01989	0.00100
$D_E = 93 \ 35$	$\varepsilon_E = 2.51261$	0.01676	

2. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\omega$ .

$D_B = 93^{\circ}25'$	$\omega_B = 2.51118$		Fehler 4 Beobach.
$D_D = 96$	$\omega_D = 2.53336$	0.02418	0.00250

Die annähernde Richtigkeit dieser Zahlen wird durch die Messungen am zweiten Krystalle bestätigt, wo ich folgende Resultate erhielt:

$\varepsilon.$	$D_B = 89^\circ$	$\varepsilon_B = 2.477$
	$D_D = 91\ 6'$	$\varepsilon_D = 2.497$
$\omega.$	$D_B = 93\ 5$	$\omega_B = 2.515$

wie auch durch die Messungen Miller's (Pogg. Ann.), welcher für  $\omega$  und  $\varepsilon$  folgende Werke bekannt machte:

$$\omega = 2.554 \qquad \varepsilon = 2.493.$$

Will man aus den obigen Zahlen die Dispersionsverhältnisse kennen lernen, so erhält man folgendes Schema:

$\varepsilon_B = 2.47596$	$0.01992$	$\omega_B = 2.51118$	$0.02418$
$\varepsilon_D = 2.49588$	$0.08474$	$\omega_D = 2.53536$	$0.11431$
$\varepsilon_H = 2.58062$		$\omega_H = 2.64967$	

woraus sich das Dispersionsvermögen ergibt zu:

$$\begin{aligned} \downarrow_{\varepsilon} &= 0.069964 \\ \downarrow_{\omega} &= 0.090201. \end{aligned}$$

### XII. Apatit. $\text{Ca} \begin{Bmatrix} \text{Cl} \\ \text{Fl} \end{Bmatrix} + 3(3\text{CaO}, \text{PO}_5).$

Krystalle aus dem k. k. Hof-Mineralien-Cabinete.

Rhomboëdrisch.  $a : c = 1 : 0.7887$ . Negativ doppelbrechend.

Die untersuchten Krystalle waren vom Fundorte Jumilla (1857 XXV. 24) in Spanien, bildeten hexagonale Prismen von circa 1 Centimeter Länge, deren unteres Ende abgebrochen, das obere hingegen durch die matten Flächen einiger stumpfen Rhomboëder gebildet wird. Die Farbe der Exemplare ist lichtspargelgrün, vollkommen hell und durchsichtig; sie selbst sind von jeder äusseren Verunreinigung frei. Wegen ihrer Reinheit hatte ich sie schon früher untersucht, fand jedoch so bedeutende Differenzen von den Beobachtungen Heusser's, dass ich die Publication meiner Messungen unterliess. Da ich aber zu der Überzeugung gelangt bin, dass bei Mineralien deren chemische Zusammensetzung nicht immer constant ist, auch der Brechungs-exponent mit dem Fundorte variirt, so veröffentliche ich jetzt meine Beobachtungsreihen, wobei ich bemerke, dass Heusser mit einem Material gearbeitet hat, welches vom Fundorte Zillerthal stammte und äusserlich etwas mit Chlorit verunreinigt war. Als brechende Winkel

benützte ich die schönsten Flächen der natürlichen sechsseitigen Säule.

Prisma I.  $A = 60^\circ 36'$ .  $t = 18^\circ$  R. (60)

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\varepsilon$ .

$D_B = 50^\circ 6' 30''$	$\varepsilon_B = 1.63060$	0.00401	Fehler 3. Beobacht.
$D_\rho = 50 18$	$\varepsilon_\rho = 1.63247$		0.00017
$D_D = 50 31$	$\varepsilon_D = 1.63461$	0.00390	
$D_E = 50 55$	$\varepsilon_E = 1.63851$		
$D_{\beta\lambda} = 51 30$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.64417$		

2. Schwingungen senkrecht der Kante, daher =  $\omega$ .

$D_B = 50^\circ 31'$	$\omega_B = 1.63460$		
$D_\rho = 50 44$	$\omega_\rho = 1.63670$	0.00431	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 50 57 30''$	$\omega_D = 1.63891$		0.00015
$D_E = 51 23$	$\omega_E = 1.64303$	0.00412	
$D_{\beta\lambda} = 51 56$	$\omega_{\beta\lambda} = 1.64834$		

Prisma II.  $A = 60^\circ 2'$ .  $t = 16^\circ$  R. (60)

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\varepsilon$ .

$D_B = 49^\circ 17'$	$\varepsilon_B = 1.63062$		
$D_\rho = 49 28$	$\varepsilon_\rho = 1.63240$	0.00385	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 49 40$	$\varepsilon_D = 1.63447$		0.00016
$D_E = 50 2$	$\varepsilon_E = 1.63814$	0.00367	
$D_{\beta\lambda} = 50 33$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.64330$		

2. Schwingungen senkrecht der Kante, daher =  $\omega$ .

$D_B = 49^\circ 41'$	$\omega_B = 1.63474$		
$D_\rho = 49 54$	$\omega_\rho = 1.63682$	0.00418	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 50 7$	$\omega_D = 1.63892$		0.00013
$D_E = 50 32$	$\omega_E = 1.64317$	0.00425	
$D_{\beta\lambda} = 51$	$\omega_{\beta\lambda} = 1.64775$		

An diesem zweiten Krystalle wurde schon früher ein anderes Prisma benützt, für welches folgende Zahlen gefunden wurden :

Prisma III.  $A = 60^\circ 0' 20''$ .  $t = 13^\circ$  R. (59)

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\varepsilon$ .

$D_B = 49^\circ 15'$	$\varepsilon_B = 1.63067$		Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 49 37$	$\varepsilon_D = 1.63437$	0.00370	0.00012
$D_E = 49 59$	$\varepsilon_E = 1.63807$	0.00370	

2. Schwingungen senkrecht der Kante, daher =  $\omega$ .

$D_B = 49^\circ 38$	$\omega_B = 1.63454$	0.00452	Fehler 5. Beobacht.
$D_D = 50 \ 5$	$\omega_D = 1.63906$		0.00010
$D_E = 50 \ 30$	$\omega_E = 1.64321$	0.00415	

Vergleicht man nun die Mittelwerthe meiner Beobachtungsreihen mit den Angaben Heusser's, so erhält man eine constante negative Differenz:

Hauser: $\omega_D = 1.64607$	0.00391	Schrauf: $\varepsilon_D = 1.63896$	0.00418
$\omega_E = 1.64998$		$\varepsilon_E = 1.64314$	
$\varepsilon_D = 1.64172$		$\omega_D = 1.63448$	0.00376
$\varepsilon_E = 1.64643$	0.00371	$\omega_E = 1.63824$	

welche sich auf 0.007 berechnet. Dieselbe ist zu gross, um einem Beobachtungsfehler zugeschrieben zu werden, besonders da der Grad der Doppelbrechung und Dispersion fast vollkommen übereinstimmen, sondern kann nur ihren Grund in der Verschiedenheit des Materials haben, ich werde daher wenn möglich, auch Krystalle anderen Fundortes in den Kreis meiner Untersuchungen ziehen.

Berechnet man endlich nach bekannter Formel den Brechungs-exponenten für Violett aus meinen Messungen, so erhält man folgendes allgemeine Schema für Apatit von Jumilla:

$\omega_B = 1.63463$	0.00433	$\varepsilon_B = 1.63053$	0.00385
$\omega_D = 1.63896$	0.00418	$\varepsilon_D = 1.63448$	0.00376
$\omega_E = 1.64324$	0.01620	$\varepsilon_E = 1.63824$	0.01436
$\omega_H = 1.63934$		$\varepsilon_H = 1.63260$	

und hieraus folgt das Dispersionsvermögen für beide Strahlen zu

$$\begin{aligned} J_\omega &= 0.0386723 \\ J_\varepsilon &= 0.0346268 \end{aligned}$$

XIII. Beryll.  $\text{Be}_2\text{O}_3, 3\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{SiO}_2$ .

Krystalle aus dem k. k. Hof-Mineralien-Cabinete.

Rhomboëdrisch.  $a:c = 1:1.1581$ . Negativ doppelbrechend.

Wie bei Apatit, so ist auch beim Beryll, wozu ich auch den Smaragd zähle, der Brechungsexponent nicht constant und variiert mit dem Fundort. Ich habe daher verschiedene Exemplare untersucht, und ordne die Resultate nach dem Fundorte.

A. Von S. Pietro in Campo auf Elba. (1846, III. 374). Der untersuchte Krystall, an einem Ende abgebrochen, bildet die sechsseitige Säule, seine Länge beträgt 7 Millim., der Durchmesser 5 Millim. Seine Farbe ist lichtgelb, etwas in's Röthliche geneigt.

Winkel des Prisma = 60°.  $t = 15^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\varepsilon$ .

$D_B = 43^\circ 1'$	$\varepsilon_B = 1.56540$		
$D_\rho = 43 \quad 9$	$\varepsilon_\rho = 1.56683$	0.00298	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 43 \quad 17 \quad 30''$	$\varepsilon_D = 1.56838$		0.00012
$D_E = 43 \quad 35$	$\varepsilon_E = 1.57154$	0.00316	

2. Schwingungen senkrecht der Kante, daher =  $\omega$ .

$D_B = 43^\circ 24'$	$\omega_B = 1.57028$		
$D_\rho = 43 \quad 34$	$\omega_\rho = 1.57180$	0.00314	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 43 \quad 45 \quad 30''$	$\omega_D = 1.57342$		0.00009
$D_E = 44 \quad 44$	$\omega_E = 1.57710$	0.00268	

Diese Messungen stimmen sehr gut mit den Angaben Descloizeaux's überein, welcher (Ann. d. Min. XI) unter dem Titel: „Émeraude“ Krystalle von Elba untersuchte. Er fand für dieselben, sowohl für einen ungefärbten reinen, als auch für einen rosée gefärbten gleiche Werthe des Brechungsexponenten  $E$ . Es ist

$$\text{Descl. } \omega_E = 1.577 \qquad \varepsilon_E = 1.572$$

welche Zahlen mit den von mir gefundenen identisch sind. Berechnet man nun aus meinen Messungen den Brechungsexponenten für  $H$ , so folgt als allgemeines Schema für den Fundort Elba:

$\omega_B = 1.57028$		$\varepsilon_B = 1.56540$	
$\omega_D = 1.57342$	0.00314	$\varepsilon_D = 1.56838$	0.00298
$\omega_E = 1.57710$	0.00268	$\varepsilon_E = 1.57154$	0.00316
$\omega_H = 1.58884$	0.01174	$\varepsilon_H = 1.58261$	0.01107

und hieraus das Dispersionsvermögen

$$\begin{aligned} J_\omega &= 0.0323672 \\ J_\varepsilon &= 0.0302790 \end{aligned}$$

B. Von Serra de Grao Mogor in Brasilien. (1853, XXIII. 19). Die zwei Exemplare dieses Fundortes wurden 1841 beim Diamantwaschen gefunden, haben die an beiden Enden abgebrochene Säulenform; ihre Farbe ist sehr licht blaugrün, sie stehen daher schon den

sogenannten Smaragden <sup>1)</sup>, auch nach ihrem Fundort nahe; die Flächen sind etwas matt; die Grösse beider ist verschieden, der Krystall I hat eine Länge von 1 Centim. bei einem Durchmesser von 2 Millim., während der zweite Krystall eine Länge von 5 Millim. und einen Durchmesser von 4 Millim. besitzt.

Prisma I.  $A = 59^\circ 58'$ .  $t = 14^\circ R$ .

1. Schwingungen parallel zur Kante, daher  $= \varepsilon$ .

$D_B = 43^\circ 33'$	$\varepsilon_B = 1.57197$		
$D_\rho = 43\ 46$	$\varepsilon_\rho = 1.57394$	0.00395	Fehler 2. Beobacht.
$D_D = 43\ 57$	$\varepsilon_D = 1.57592$		0.00020
$D_E = 44\ 20$	$\varepsilon_E = 1.58004$	0.00408	
$D_{\beta\lambda} = 44\ 51$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.58554$		

2. Schwingungen senkrecht der Kante, daher  $= \omega$ .

$D_B = 44^\circ 7'$	$\omega_B = 1.57771$		
$D_\rho = 44\ 18$	$\omega_\rho = 1.57965$	0.00411	Fehler 2. Beobacht.
$D_D = 44\ 30$	$\omega_D = 1.58182$		0.00024
$D_E = 44\ 55$	$\omega_E = 1.58625$	0.00443	
$D_{\beta\lambda} = 45\ 30$	$\omega_{\beta\lambda} = 1.59246$		

Prisma II.  $A = 60^\circ 20'$ .  $t = 15^\circ R$ .

1. Schwingungen parallel der Kante, daher  $= \varepsilon$ .

$D_B = 43^\circ 36$	$\varepsilon_B = 1.57100$		
$D_\rho = 44\ 8$	$\varepsilon_\rho = 1.57328$	0.00441	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 44\ 21$	$\varepsilon_D = 1.57541$		0.00014
$D_E = 44\ 45$	$\varepsilon_E = 1.57964$	0.00423	
$D_{\beta\lambda} = 45\ 18$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.58543$		

2. Schwingungen senkrecht der Kante, daher  $= \omega$ .

$D_B = 44^\circ 33'$	$\omega_B = 1.57753$		
$D_\rho = 44\ 47$	$\omega_\rho = 1.57994$	0.00481	
$D_D = 45\ 0\ 30''$	$\omega_D = 1.58234$		0.00451
$D_E = 45\ 26$	$\omega_E = 1.58685$		
$D_{\beta\lambda} = 46\ 2$	$\omega_{\beta\lambda} = 1.59310$		

Descloizeaux gibt in seiner Untersuchung einige Brechungs-exponenten an, welche sich meinen Messungen nähern, so für einen „sehr grünen“ Smaragd

$$\omega = 1.5841 \qquad \varepsilon = 1.5780$$

1) Dieses hoffe ich nächstens untersuchen zu können.

für einen zweiten hingegen von „hellerer“ Farbe, ohne Angabe des Fundortes

$$\omega = 1.5796 \qquad \varepsilon = 1.5738$$

beide Werthe schliessen sich ziemlich nahe an meine an. Nimmt man daher aus meinen Messungen das Mittel und berechnet  $\omega_H$  und  $\varepsilon_H$ , so folgt als allgemeines Schema für Fundort Grao Mogor

$\omega_B = 1.57762$		$\varepsilon_B = 1.57148$	
$\omega_D = 1.58208$	0.00446	$\varepsilon_D = 1.57563$	0.00417
$\omega_E = 1.58653$	0.00447	$\varepsilon_E = 1.57984$	0.00419
$\omega_H = 1.60321$	0.01666	$\varepsilon_H = 1.59342$	0.01338

und das Dispersionsvermögen für beide Strahlen zu

$$\begin{aligned} J_\omega &= 0.0439630 \\ J_\varepsilon &= 0.0413878 \end{aligned}$$

C. Vom Fundorte Nertschinsk (1828, XL. 108) untersuchte ich ebenfalls zwei Exemplare; sie waren lange, sechsseitige Säulen, deren einzelne Flächen der Hauptaxe parallel gestreift waren, ihre Farbe variierte zwischen farblos und lichtgrün.

Prisma I.  $A = 60^\circ 10' 30''$ .  $t = 16^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher  $= \varepsilon$ .

$D_B = 42^\circ 52'$	$\varepsilon_B = 1.56154$		
$D_\rho = 43 \quad 5$	$\varepsilon_\rho = 1.56388$	0.00469	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 43 \quad 18$	$\varepsilon_D = 1.56623$		0.00017
$D_E = 43 \quad 40$	$\varepsilon_E = 1.57016$	0.00393	
$D_{\beta\lambda} = 44 \quad 47$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.57496$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher  $= \omega$ .

$D_B = 43^\circ 19'$	$\omega_B = 1.56640$		
$D_\rho = 43 \quad 30$	$\omega_\rho = 1.56838$	0.00397	Fehler 2. Beobacht.
$D_D = 43 \quad 41$	$\omega_D = 1.57037$		0.00023
$D_E = 44 \quad 6$	$\omega_E = 1.57480$	0.00443	
$D_{\beta\lambda} = 44 \quad 40$	$\omega_{\beta\lambda} = 1.58085$		

Prisma II.  $A = 58^\circ 48'$ .  $t = 18^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher  $= \varepsilon$ .

$D_B = 41^\circ 19'$	$\varepsilon_B = 1.56181$		
$D_\rho = 41 \quad 29$	$\varepsilon_\rho = 1.56371$	0.00381	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 41 \quad 39$	$\varepsilon_D = 1.56361$		0.00012
$D_E = 41 \quad 58$	$\varepsilon_E = 1.56921$	0.00360	
$D_{\beta\lambda} = 42 \quad 30$	$\varepsilon_{\beta\lambda} = 1.57563$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\omega$ .

$D_B = 41^{\circ}42'$	$\omega_B = 1.56619$		
$D_\rho = 41\ 32$	$\omega_\rho = 1.56801$	0.00396	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 42\ 3$	$\omega_D = 1.57015$	0.00358	0.00014
$D_E = 42\ 22$	$\omega_E = 1.57373$		
$D_{\beta\lambda} = 42\ 56$	$\omega_{\beta\lambda} = 1.58010$		

Die Brechungsexponenten dieser zwei Exemplare sind bedeutend kleiner als die der früheren, stimmen jedoch auch mit einer schon vorhandenen Messung überein.

Heusser gibt nämlich die Brechungsexponenten eines Berylls für grüne Strahlen an zu

$$\varepsilon_E = 1.57068 \quad \omega_E = 1.57513.$$

Nimmt man nun aus meinen Beobachtungen das Mittel, rechnet den Brechungsexponenten für  $H$ , so erhält man für Krystalle des Fundortes Nertschinsk folgendes allgemeine Schema:

$\omega_B = 1.56630$		$\varepsilon_B = 1.56165$	
$\omega_D = 1.57026$	0.00396	$\varepsilon_D = 1.56592$	0.00427
$\omega_E = 1.57426$	0.00400	$\varepsilon_E = 1.56968$	0.00376
$\omega_H = 1.58818$	0.01392	$\varepsilon_H = 1.58393$	0.01425

woraus sich das Dispersionsvermögen beider Strahlen berechnet zu

$$\begin{aligned} \downarrow_{\omega} &= 0.0383685 \\ \downarrow_{\varepsilon} &= 0.0393695 \end{aligned}$$

#### XIV. Weissblei. $\text{PbO}, \text{CO}_2$ .

Prismatisch.  $a:b:c = 1:0.7232:0.6102$ . Negativ doppelbrechend.

Über die optischen Verhältnisse dieses Minerals sind mehrere wichtige Arbeiten veröffentlicht, über die Messung seines scheinbaren Axenwinkel von Graulich (Sitzb. IX) und Graulich und Lang (Sitzb. 27) über seine Brechungsexponenten von Desloizeaux (Ann. d. Min.). Letzterer gibt dieselben zu  $\alpha = 2.0745$ ,  $\beta = 2.0728$ ,  $\gamma = 1.7980$  an, ohne jedoch auf die Dispersion der Strahlen Rücksicht zu nehmen. Ich suchte daher auch dieses Mineral in den Kreis meiner Untersuchungen ziehen zu können. Wohl bilden die immer vorkommenden Zwillingbildungen grosse Schwierigkeiten in der Auswahl passender Exemplare, jedoch gelang es mir, in der Krystallsammlung des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetes (8, 10, 12, 33) sehr schöne zu finden, bei denen die Zwillingbildung so gering, dass die

zur Beobachtung nöthigen Prismen nicht unbrauchbar waren. Diese Krystalle waren vollkommen rein, fast farblos und vollkommen durchsichtig, sie wurden benützt zur Bestimmung der Hauptbrechungs-exponenten  $\alpha$  und  $\gamma$ . Zur Bestimmung von  $\beta$  hingegen wurde ein Krystall des Fundortes Baden benützt. Zum Verständniss der benützten Prisma habe ich in Fig. 1 die Krystallgestalt, in Fig. 2 die Projection der Flächen dargestellt. Die krystallographischen Verhältnisse dieses Minerals verdienen eine monographische Behandlung, ich schloss daher meine bisherigen Untersuchungen, welche mir einige neue Flächen und ein dem Mohs'schen fast identisches Axenverhältniss geben, von dieser jetzigen Publication aus und werde dieselben erst nach ihrem vollständigen Abschluss veröffentlichen.

Vergleicht man nun die sphärische Projection mit dem von Grailich und Lang gegebenen Schema der Elasticitätsaxen

$$(\underline{b} \ \underline{a} \ \underline{c})$$

so erhellt, dass der parallel der Kante schwingende Strahl

bei dem Prisma (210) ( $\bar{1}00$ ) den Hauptbrechungsexponenten  $\alpha$ ,  
 " " " (301) (00 $\bar{1}$ ) " " "  $\gamma$ ,  
 " " " (02 $\bar{1}$ ) (001) " " "  $\beta$ ,

geben muss, während der senkrecht zu derselben vibrirende in jedem Prisma einen mittleren Werth  $\mu$  gibt.

$\alpha$ . Krystall I. Prisma (210) ( $\bar{1}00$ ).  $A = 34^\circ 40'$ .  $t = 15^\circ$  R.

1. Schwingungen senkrecht der Kante, daher  $\mu = f(\gamma \ \beta)$ .

$D_B = 30^\circ 38' 10''$	$\mu_B = 1.81125$	0.01150	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 31 \ 7 \ 10$	$\mu_D = 1.82275$	0.01065	0.00030
$D_E = 31 \ 33$	$\mu_E = 1.83340$		
$D_{\beta\lambda} = 32 \ 10$	$\mu_{\beta\lambda} = 1.84850$		

2. Schwingungen parallel zur Kante, daher  $= \alpha$ .

$D_B = 41^\circ 7'$	$\alpha_B = 2.06146$	0.01703	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 41 \ 51 \ 20''$	$\alpha_D = 2.07849$		0.00027
$D_E = 42 \ 32$	$\alpha_E = 2.09405$	0.01556	
$D_{\beta\lambda} = 43 \ 36$	$\alpha_{\beta\lambda} = 2.11840$		

Krystall II. Prisma (210) ( $\bar{1}00$ ).  $A = 34^\circ 36' 40''$ .  $t = 17^\circ$  R.

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher  $\mu = f(\gamma \ \beta)$ .

$D_B = 30^\circ 25'$	$\mu_B = 1.80694$	0.01380	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 30 \ 38 \ 30''$	$\mu_D = 1.82074$		0.00021
$D_E = 31 \ 29$	$\mu_E = 1.83327$	0.01253	
$D_{\beta\lambda} = 32 \ 14$	$\mu_{\beta\lambda} = 1.85079$		

2. Schwingungen parallel zur Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 41^\circ 2'$	$\alpha_B = 2.06145$	0.01695	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 41 46$	$\alpha_D = 2.07840$	0.01459	0.00017
$D_E = 42 24$	$\alpha_E = 2.09299$		

Krystall III. 1. Prisma (210) ( $\bar{1}00$ ).  $A = 34^\circ 20'$ .  $t = 13^\circ R$ .

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher  $\mu = f(\beta \gamma)$ .

$D_B = 30^\circ 12' 20''$	$\mu_B = 1.80890$	0.01442	
$D_D = 30 47$	$\mu_D = 1.82332$		Fehler 4. Beobacht.
$D_E = 31 20 30$	$\mu_E = 1.83721$	0.01389	0.00018
$D_{\beta\lambda} = 32 5$	$\mu_{\beta\lambda} = 1.85560$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 40^\circ 36' 5''$	$\alpha_B = 2.06104$	0.01617	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 41 17 30$	$\alpha_D = 2.07718$	0.01610	0.00015
$D_E = 41 59$	$\alpha_E = 2.09328$		
$D_{\beta\lambda} = 42 55$	$\alpha_{\beta\lambda} = 2.11493$		

2. Prisma = (310) ( $\bar{1}00$ ).  $A = 24^\circ 37' 40''$ .  $t = 13^\circ R$ .

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher  $\mu = f(\beta \gamma)$ .

$D_B = 20^\circ 22'$	$\mu_B = 1.79415$	0.01925	1. Beobacht.
$D_D = 20 32 30''$	$\mu_D = 1.81340$		
$D_E = 21 21$	$\mu_E = 1.83135$	0.01795	
$D_{\beta\lambda} = 22 1$	$\mu_{\beta\lambda} = 1.85636$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 27^\circ 18'$	$\alpha_B = 2.05285$	0.01530	
$D_D = 27 39 20''$	$\alpha_D = 2.07815$		1. Beobacht.
$D_E = 28 36$	$\alpha_E = 2.10054$	0.02239	
$D_{\beta\lambda} = 29 25$	$\alpha_{\beta\lambda} = 2.13037$		

$\beta$ . Krystall IV. 1. Prisma = (02 $\bar{1}$ ) (001).  $A = 39^\circ 46'$ .  
 $t = 12^\circ R$ .

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher  $\mu = f(\alpha \gamma)$ .

$D_B = 34^\circ 12' 30''$	$\mu_B = 2.02475$	0.01551	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 34 44 10$	$\mu_D = 2.04026$		0.00018
$D_E = 35 14$	$\mu_E = 2.05311$	0.01285	
$D_{\beta\lambda} = 35 54$	$\mu_{\beta\lambda} = 2.07147$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\beta$ .

$D_B = 35^\circ 28' 30''$	$\beta_B = 2.05975$	0.01720	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 36 4$	$\beta_D = 2.07695$		0.00014
$D_E = 36 28$	$\beta_E = 2.09163$	0.01468	
$D_{\beta\lambda} = 37 24$	$\beta_{\beta\lambda} = 2.11253$		

2. Prisma = (021) (00 $\bar{1}$ ).  $A = 30^\circ 46' 40''$ .  $t = 15^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\beta$ .

$D_B = 35^\circ 28' 30''$	$\beta_B = 2.05934$		Fehler 6. Beobacht.
$D_D = 36 \quad 4$	$\beta_D = 2.07562$		0.00012
$D_E = 36 \quad 40 \quad 30$	$\beta_E = 2.09225$		

$\gamma$ . Krystall I. Prisma (301) ( $\bar{1}00$ ).  $A = 28^\circ 38'$ .  $t = 14^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 24^\circ 0' 30''$	$\gamma_B = 1.79300$		Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 24 \quad 20 \quad 40$	$\gamma_D = 1.80372$	0.01072	0.00012
$D_E = 24 \quad 41$	$\gamma_E = 1.81442$	0.01070	
$D_{\beta\lambda} = 25 \quad 8$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.82839$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante,  $\mu = f(\alpha \beta)$ .

$D_D = 33 \quad 11$	$\mu_D = 2.07726$
---------------------	-------------------

Krystall III. Prisma ( $\bar{3}01$ ) (100).  $A = 28^\circ 35' 20''$ .  $t = 17^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 23^\circ 52'$	$\gamma_B = 1.78996$		Fehler 5. Beobacht.
$D_D = 24 \quad 18$	$\gamma_D = 1.80364$	0.01368	0.00014
$D_E = 24 \quad 46$	$\gamma_E = 1.81840$	0.01476	

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher  $\mu = f(\alpha \beta)$ .

$D_D = 33^\circ 7'$	$\mu = 2.07705$	1. Beobacht.
---------------------	-----------------	--------------

Nimmt man nun aus diesen Beobachtungsreihen das Mittel, so erhält man für die drei Hauptbrechungsexponenten folgende Werthe, wobei der Werth für  $H$  berechnet ist:

$\alpha_B = 2.06131$		$\beta_B = 2.05934$		$\gamma_B = 1.79148$	
$\alpha_D = 2.07803$	1672	$\beta_D = 2.07628$	1674	$\gamma_D = 1.80368$	1220
$\alpha_E = 2.09344$	1541	$\beta_E = 2.09194$	1566	$\gamma_E = 1.81641$	1273
$\alpha_H = 2.15614$	6270	$\beta_H = 2.15487$	6293	$\gamma_H = 1.86329$	4688

Mit diesen Werthen stimmen auch diejenigen nahezu überein <sup>1)</sup>, welche man aus den senkrecht zur Kante schwingenden Strahlen ableiten könnte, da die krystallographischen Verhältnisse bekannt sind. Ich habe zur Controle diese Methode benützt, fand wohl

<sup>1)</sup> Bei dieser Gelegenheit muss ich einen Druckfehler in der ersten Reihe XLI. pag. 804 verbessern, da in der Note statt  $\nu \cos 2y = r$ , gesetzt ward  $\nu \cos 2y = \nu$ . Die Rechnung ist, wie man sich leicht überzeugen kann, nach der richtigen Formel, die ich pag. 774 gegeben, durchgeführt.

Werthe, die keine grosse Differenz von  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  zeigen; da jedoch im vorliegenden Falle, da  $\alpha - \beta$  sehr gering, ein sehr kleiner Fehler in  $\beta$  oder  $\alpha$ , den Axenwinkel ungemein afficirt, so schloss ich diese Rechnungen von der Publication aus.

Berechnet man nun aus den obigen Werthen von  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  das Verhältniss der Elasticitätsaxen, so erhält man

$$\begin{aligned} \text{für } B - a : b : c &= 1 : 0.869845 : 0.869098 \\ D &= 1 : 0.868708 : 0.867976 \\ E &= 1 : 0.868290 : 0.867668 \\ H &= 1 : 0.864688 : 0.864179 \end{aligned}$$

ebenso auch das Dispersionsvermögen des Mediums in der Richtung der drei Elasticitätsaxen zu

$$\begin{aligned} \Delta_{\alpha} &= 0.0879660 \\ \Delta_{\beta} &= 0.0885735 \\ \Delta_{\gamma} &= 0.0893717. \end{aligned}$$

Rechnet man ferner die wirklichen Axenwinkel und die scheinbaren für den Austritt in die Luft, so erhält man

$$\begin{aligned} AB_{\rho} &= 8^{\circ}21'35'' & (AB)_{\rho} &= 17^{\circ}16'30'' \\ AB_{\nu} &= 6\ 45\ 55 & (AB)_{\nu} &= 14\ 36\ 30 \end{aligned}$$

welches Resultat mit den schon bekannten Werthen vollkommen übereinstimmt, denn es ist nach

$$(AB) = \overbrace{16^{\circ}36'}^{\text{Grailich}} \quad \overbrace{\rho = 19^{\circ}31' \quad \nu = 17^{\circ}0'}^{\text{Grailich und Lang}} \quad \overbrace{17^{\circ}15'}^{\text{Descloizeaux}}$$

während meine eigenen Beobachtungen 15—17° ergaben.

Es ist daher das vollständige Schema für Weissblei mit Berücksichtigung sowohl des wirklichen inneren, als auch des secundären (*sec AB*) und scheinbaren Axenwinkels und der Öffnung des Kegels der konischen Refraction Folgendes:

	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>H</i>
<i>a</i>	= 2.06131	2.07803	2.09344	2.15614
$\tilde{\rho}$	= 2.05954	2.07628	2.09194	2.15487
$\tilde{\gamma}$	= 2.79148	1.80368	1.81641	1.86329
$\omega$ <i>AB</i>	= 8°21'35"	8°43'50"	7°33'15"	6°45'55"
<i>sec AB</i>	= (9 36 50)	(9 28 40)	(8 44 30)	(7 49 25)
$\varphi$	= 1 20 45	1 20 25	1 14 24	1 8 35
<i>sch (AB)</i>	= 17 16 30	17 8 10	15 54 40	14 36 30

XV. Ameisensaurer Baryt.  $\text{BaO}, \bar{\text{F}}\text{oO}_3$ .

Krystalle von Herrn Karl Ritter v. Hauer.

Prismatisch.  $a:b:c = 1:0.8638:0.7650$ . Positiv doppelbrechend.

Die Krystalle dieser Verbindung sind durch die Flächen (101) und (011) gebildet, und selbst bei sehr grossem Wachstum der Krystalle tritt (110) nur sehr untergeordnet auf. Zur Orientirung habe ich, da (101) nicht immer das vorherrschende Prisma bildet, mehrere Winkel gemessen, wovon folgende das Mittel sind:

$$\begin{aligned} (101) (10\bar{1}) &= 104^\circ 50' \\ (011) (0\bar{1}1) &= 83 \text{ } 45 \end{aligned}$$

welche Werthe mit den von Heusser angegebenen ziemlich übereinstimmen, daher ich auch das von ihm bekannt gemachte Axenverhältniss beibehalten habe.

Zur Bestimmung der Brechungsexponenten konnten keine natürlichen Prismen benützt werden; ich suchte daher, wie auch bei den übrigen Substanzen, die Schnitte so zu führen, dass jedes geschliffene Prisma vollständig symmetrisch gegen die Elasticitätsachsen orientirt ist, damit beide gebrochenen Strahlen Hauptbrechungsexponenten geben. Ein solcher Schliff ist wohl jedesmal bei einiger Aufmerksamkeit und Übung, trotz seiner Schwierigkeit, zu erlangen.

Vergleicht man nun die möglichen Prismen mit der von Lang gegebenen Orientirung der Elasticitätsachsen

$$(b \ a \ c)$$

so erhellt, dass für

$$\begin{aligned} (101) (10\bar{1}) \text{ der parall. Str.} &= \gamma \text{ und der senkr.} = \beta \\ (011) (0\bar{1}1) \text{ „ „ „} &= \beta \text{ „ „ „} = \gamma \\ (110) (\bar{1}10) \text{ „ „ „} &= \alpha \text{ „ „ „} = \beta \end{aligned}$$

sein müsse, was ich auch bei meinen Untersuchungen vollkommen bestätigt gefunden habe. Es ist ferner bei diesen so orientirten Prismen der Vortheil erreicht, dass die Übereinstimmung der Brechungsexponenten durch den bei jedem Prisma beobachteten  $\beta$  geprüft wird.

Die Resultate meiner Messungen sind:

Prisma I. Symmetrisch geschliffen zu (101) ( $\bar{1}0\bar{1}$ ).  $A = 40^\circ 2'$ .  
 $t = 14^\circ R$ .

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 24^\circ 33'$	$\gamma_B = 1.56792$		
$D_\rho = 25$	$\gamma_\rho = 1.57059$	0.00535	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 25 \quad 7$	$\gamma_D = 1.57327$	0.00449	0.00021
$D_E = 23 \quad 20 \quad 30''$	$\gamma_E = 1.57776$		
$D_{\beta\lambda} = 23 \quad 40$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.58473$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\beta$ .

$D_B = 26^\circ$	$\beta_B = 1.59168$		
$D_\rho = 26 \quad 7'$	$\beta_\rho = 1.59418$	0.00538	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 26 \quad 14 \quad 40''$	$\beta_D = 1.59706$	0.00550	0.00017
$D_E = 26 \quad 30$	$\beta_E = 1.60256$		
$D_{\beta\lambda} = 26 \quad 53$	$\beta_{\beta\lambda} = 1.61034$		

Prisma II. Symmetrisch zu (011) ( $0\bar{1}\bar{1}$ ).  $A = 49^\circ 58'$ .  $t = 15^\circ R$ .

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 32^\circ 58'$	$\gamma_B = 1.56784$		
$D_\rho = 33 \quad 7$	$\gamma_\rho = 1.57016$	0.00465	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 33 \quad 16$	$\gamma_D = 1.57249$	0.00512	0.00013
$D_E = 33 \quad 36$	$\gamma_E = 1.57761$		
$D_{\beta\lambda} = 33 \quad 4$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.58480$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\beta$ .

$D_B = 34^\circ 32' 10''$	$\beta_B = 1.59196$		
$D_\rho = 34 \quad 42$	$\beta_\rho = 1.59433$	0.00494	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 34 \quad 51 \quad 30$	$\beta_D = 1.59690$	0.00525	0.00015
$D_E = 35 \quad 13 \quad 30$	$\beta_E = 1.60215$		
$D_{\beta\lambda} = 35 \quad 45$	$\beta_{\beta\lambda} = 1.61032$		

Prisma III. Symmetrisch zu (110) ( $\bar{1}\bar{1}0$ ).  $A = 51^\circ 30'$ .  
 $t = 17^\circ R$ .

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\beta$ .

$D_B = 36^\circ$	$\beta_B = 1.59154$		
$D_\rho = 36 \quad 11'$	$\beta_\rho = 1.59436$	0.00537	Fehler 5 Beobacht.
$D_D = 36 \quad 21 \quad 30''$	$\beta_D = 1.59691$	0.00557	0.00011
$D_E = 36 \quad 42$	$\beta_E = 1.60248$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 38^\circ 42' 10''$	$\omega_B = 1.63098$		
$D_\rho = 38 \quad 54$	$\omega_\rho = 1.63355$	0.00514	Fehler 6. Beobacht.
$D_D = 39 \quad 6$	$\omega_D = 1.63612$	0.00511	0.00010
$D_E = 39 \quad 26$	$\omega_E = 1.64123$		

Nimmt man nun aus diesen Beobachtungsreihen das Mittel, so erhält man für die drei Hauptbrechungsexponenten folgende Werthe:

$\alpha_B = 1.63098$		$\beta_B = 1.59181$		$\gamma_B = 1.56788$	
$\alpha_D = 1.63612$	514	$\beta_D = 1.59698$	517	$\gamma_D = 1.57288$	500
$\alpha_E = 1.64123$	514	$\beta_E = 1.60243$	545	$\gamma_E = 1.57768$	480
$\alpha_H = 1.66047$	1924	$\beta_H = 1.62176$	1933	$\gamma_H = 1.59643$	1875

Es ist daher das Verhältniss der Elasticitätsachsen folgendes:

für $B - a$	: $b$	: $c$	= 1 : 0.984905 : 0.961300
$D$			= 1 : 0.984909 : 0.961348
$E$			= 1 : 0.984554 : 0.961279
$H$			= 1 : 0.984405 : 0.961455

und das Dispersionsvermögen des Mediums in der Richtung der drei Elasticitätsachsen:

$$\begin{aligned} \Delta_\alpha &= 0.0463593 \\ \Delta_\beta &= 0.0501692 \\ \Delta_\gamma &= 0.0498360 \end{aligned}$$

Aus den obigen Daten berechnet sich ferner der wirkliche Axenwinkel, so wie der scheinbare  $((AB))$  beim Austritt in Öl<sup>1)</sup> zu

$$\begin{aligned} AB_B &= 77^\circ 51' & AB_H &= 80^\circ 12' 40'' \\ ((AB))_B &= 85^\circ 45' & ((AB))_H &= 89^\circ 30' \end{aligned}$$

während die Axen in der Luft nicht mehr austreten. Aus Mangel an schönem passenden Material konnte ich mir keine Axenplatte schleifen, kann daher meine Resultate nur mit den Beobachtungen Grailich und Lang vergleichen.

Sie geben an für den Austritt in Öl  $((AB))_\rho = 85^\circ$ ,  $((AB))_\nu = 86^\circ 30'$ . Werthe, welche mit den vor mir gefundenen nahe übereinstimmen; für den Austritt in die Luft hingegen  $(AB)_\rho = 167^\circ 54'$ ,  $(AB)_\nu = 170^\circ$ ; diese letzteren Zahlen nun stimmen weder mit von mir gefundenen überein, noch mit den aus der Reduction von  $((AB))$  auf  $(AB)$  entspringenden, da für Violett jedenfalls aus  $((AB))_\rho = 86^\circ 30'$  sich  $(AB) = 180^\circ$  berechnet. Bedenkt man

<sup>1)</sup> Der Brechungsexponent des Öles wurde zur Rechnung identisch angenommen mit der von Grailich und Lang angegebenen, um eine Vergleichung zu ermöglichen, also:

$$\mu = 1.470, \quad \mu_D = 1.473, \quad \mu_E = 1.475, \quad \mu_H = 1.484.$$

jedoch, dass nahe an  $180^\circ$  der scheinbare Axenwinkel in der Luft wegen der grossen Unsicherheit seine volle Bedeutung verliert, so ist auch diese Differenz von sehr untergeordnetem Werthe im Vergleich zu der nahen Übereinstimmung der für den Austritt in Öl beiderseits erhaltenen Werthe.

Es ist daher für den ameisensauren Baryt mit Berücksichtigung des scheinbaren Axenwinkels in Öl ((AB)) folgendes Schema giltig:

	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>H</i>
$\alpha =$	1·63098	1·63612	1·64123	1·66047
$\beta =$	1·59181	1·59698	1·60243	1·62176
$\gamma =$	1·56788	1·57288	1·57768	1·59643
$\omega AB =$	$77^\circ 31'$	$77^\circ 34' 20''$	$78^\circ 31' 40''$	$80^\circ 12' 40''$
<i>sec</i> AB =	(75 38 50")	(75 42 30)	(76 19 10)	78 0 10)
$\varphi =$	2 11 25	2 11 15	2 11 12	2 22 37
<i>sch</i> ((AB)) =	85 45	83 56	86 52	89 30

### XVI. Ameisensaurer Kalk. $\text{CaO}, \overline{\text{FoO}_3}$ .

Krystalle von Herrn Karl Ritter v. Hauer.

Prismatisch.  $a : b : c = 1 : 0\cdot7599 : 0\cdot4671$ . Positiv doppelbrechend.

Die von mir untersuchten Krystalle hatten die in Fig. 3 dargestellte Form; sie waren durch die Combination der Flächen (100), (210), (111), (221) gebildet. Zur Orientirung diente mir der Winkel

$$(210) \overline{210} = 66^\circ 39'$$

welcher mit dem aus Heusser's Axenverhältniss berechneten gut übereinstimmt.

Der angedeutete Habitus der Krystalle gewährt nur zur Beobachtung der Brechungsexponenten das natürliche Prisma (210) ( $\overline{210}$ ), dasselbe muss nach der Orientirung der Elasticitätsaxen durch Lang

$$(b \zeta a)$$

die Hauptbrechungsexponenten  $\gamma$  und  $\alpha$  liefern, und zwar  $\gamma$  parallel der Kante,  $\alpha$  senkrecht zu derselben. Ferner muss ein Prisma, symmetrisch geschliffen zu (011)( $\overline{011}$ ), senkrecht zur Kante  $\gamma$ , parallel derselben  $\beta$  liefern. Meine Beobachtungen stimmten vollkommen mit diesen Voraussetzungen.

Prisma I. (210) ( $\bar{2}10$ ).  $A = 65^\circ 37'$ .  $t = 14^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 43^\circ 48' 30''$	$\gamma_B = 1.50650$		
$D_\rho = 43 \ 59$	$\gamma_\rho = 1.50810$	0.00340	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 44 \ 10 \ 30$	$\gamma_D = 1.50990$	0.00311	0.00017
$D_E = 44 \ 31$	$\gamma_E = 1.51301$		
$D_{\beta\lambda} = 45 \ 7$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.51837$		

2. Schwingungen senkrecht der Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 51^\circ 19' 30''$	$\alpha_B = 1.57314$		
$D_\rho = 51 \ 34$	$\alpha_\rho = 1.57338$	0.00440	Fehler 5. Beobacht.
$D_D = 51 \ 51 \ 10$	$\alpha_D = 1.57734$	0.00337	0.00015
$D_E = 52 \ 22 \ 30$	$\alpha_E = 1.58291$		
$D_{\beta\lambda} = 53 \ 18$	$\alpha_{\beta\lambda} = 1.58954$		

Prisma II. Vollkommen symmetrisch zu (011) ( $0\bar{1}1$ ).  $A = 62^\circ 39'$ .  
 $t = 17^\circ$  R.

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 40^\circ 29' 30''$	$\gamma_B = 1.50651$		
$D_\rho = 40 \ 39$	$\gamma_\rho = 1.50826$	0.00351	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 40 \ 48$	$\gamma_D = 1.51002$	0.00321	0.00014
$D_E = 41 \ 6 \ 30$	$\gamma_E = 1.51323$		
$D_{\beta\lambda} = 41 \ 33$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.51780$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\beta$ .

$D_B = 40^\circ 48'$	$\beta_B = 1.50998$		
$D_\rho = 40 \ 58$	$\beta_\rho = 1.51170$	0.00345	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 41 \ 8$	$\beta_D = 1.51343$	0.00329	0.00015
$D_E = 41 \ 26 \ 30''$	$\beta_E = 1.51672$		
$D_{\beta\lambda} = 41 \ 46$	$\beta_{\beta\lambda} = 1.52070$		

Prisma III.  $A$ . Unsymmetrisch zu (011) ( $0\bar{1}1$ ). Gibt ein verschwommenes Spectrum, welches beim Mittelnehmen zu übergehen ist.  $A = 64^\circ 37'$ .  $t = 16^\circ$  R.

1. Schwingungen senkrecht zur Kante,  $\mu$  nahe an  $\gamma$ .

$D_B = 42^\circ 37'$	$\mu_B = 1.50627$		
$D_D = 42 \ 57 \ 30''$	$\mu_D = 1.50937$	0.00310	
$D_E = 43 \ 16 \ 40$	$\mu_E = 1.51265$	0.00327	1. Beobacht.

2. Schwingungen parallel der Kante, daher  $\nu$  nahe an  $\beta$ .

$D_B = 43^\circ 6' 40''$	$\nu_B = 1.51105$		
$D_D = 43 27$	$\nu_D = 1.51430$	0.00325	
$D_E = 43 48$	$\nu_E = 1.51765$	0.00335	1. Beobacht.
$D_{\beta\lambda} = 44 19$	$\nu_{\beta\lambda} = 1.52256$		

B. Dasselbe Prisma wurde umgeschliffen, so dass es vollkommen symmetrisch zu (011) (0 $\bar{1}$ 1) wurde, was sich aus den übrigen noch vorhandenen Flächen des Krystalls erkennen lässt.  $A = 60^\circ 12' 20''$

$$t = 17^\circ \text{ R.}$$

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher  $= \gamma$ .

$D_B = 37^\circ 59' 30''$	$\gamma_B = 1.50707$		
$D_D = 38 8$	$\gamma_D = 1.50873$	0.00316	Fehler 4. Beobacht.
$D_D^\rho = 38 16$	$\gamma_D = 1.51023$	0.00323	0.00012
$D_E = 38 33 40$	$\gamma_E = 1.51346$		
$D_{\beta\lambda} = 38 59$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.51817$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher  $= \beta$ .

$D_B = 38^\circ 15'$	$\beta_B = 1.50995$		
$D_D = 38 23$	$\beta_D = 1.51157$	0.00355	Fehler 4. Beobacht.
$D_D^\rho = 38 31 50''$	$\beta_D = 1.51350$	0.00325	0.00013
$D_E = 38 50 20$	$\beta_E = 1.51675$		
$D_{\beta\lambda} = 39 10 40$	$\beta_{\beta\lambda} = 1.52045$		

Nimmt man nun aus diesen Beobachtungsreihen das Mittel, so erhält man für die drei Hauptbrechungssexponenten, wenn nach bekannter Formel *H* berechnet wird, folgende Werthe:

$\alpha_B = 1.57314$	440	$\beta_B = 1.50997$	349	$\gamma_B = 1.50669$	336
$\alpha_D = 1.57754$	537	$\beta_D = 1.51346$	328	$\gamma_D = 1.51005$	318
$\alpha_E = 1.58191$	1660	$\beta_E = 1.51674$	1300	$\gamma_E = 1.51323$	1254
$\alpha_H = 1.59851$		$\beta_H = 1.52971$		$\gamma_H = 1.52577$	

Es ist daher das Verhältniss der Elasticitätsachsen nachstehendes:

für <i>B</i> — a : b : c	= 1 : 0.997825 : 0.957760
<i>D</i>	= 1 : 0.997748 : 0.957218
<i>E</i>	= 1 : 0.997710 : 0.956584
<i>H</i>	= 1 : 0.997405 : 0.954495

so wie das Dispersionsvermögen der Substanz in der Richtung der drei Elasticitätsachsen

$J_\alpha = 0.0439276$
$J_\beta = 0.0384451$
$J_\gamma = 0.0374082$

In Beziehung auf den scheinbaren Axenwinkel liegen Beobachtungen von Lang und Descloizeaux vor. Es gibt an:

$$\begin{array}{ll} \text{Descloizeaux: } (AB)_\rho = 38^\circ 40' & \text{Lang: } (AB)_\rho = 39^\circ 10' \\ & (AB)_{\gamma\lambda} = 40\ 20 \\ & (AB)_{\gamma\rho} = 42\ 50 \\ (AB)_v = 43 & (AB)_{\beta\lambda} = 44\ 30 \end{array}$$

Mit diesen Beobachtungen stimmen die aus meinen Brechungs-exponenten gerechneten vollkommen überein, da ich erhalte

$$AB_B = 26^\circ 30' 25'' \quad AB_H = 27^\circ 57'$$

und daher für den Austritt in die Luft

$$(AB)_B = 40^\circ 30' 20'' \quad (AB)_H = 43^\circ 21' 20''$$

Da ich auf diese Weise von der Richtigkeit meiner Resultate überzeugt bin, stelle ich folgendes allgemeine Schema für den Ameisensäuren Kalk auf:

	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>H</i>
$\alpha =$	1·57314	1·57754	1·58191	1·59851
$\beta =$	1·50997	1·51346	1·51674	1·52971
$\gamma =$	1·50669	1·51005	1·51323	1·52577
$\omega AB =$	26° 30' 25"	26° 47' 10"	26° 49' 10"	27° 57'
<i>sec</i> $AB =$	(25 25 40)	(25 40 40)	(25 41 40)	(26 42 30")
$\varphi =$	1 3 43	1 5 7	1 6 13	1 12 5
<i>sch</i> $(AB) =$	40 30 20	41 2 20	41 11	43 21 20

### XVII. Ameisensäurer Strontian. $\text{SrO}, \overline{\text{F}}\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Krystalle von Herrn Karl Ritter v. Hauer.

Prismatisch.  $a:b:c = 1:0\cdot6065:0\cdot5945$ . Negativ doppelbrechend.

Die untersuchten Exemplare, welche sehr gross, weiss, durchscheinend bis durchsichtig waren, bildeten die bekannte Combination (110) mit (101). Meine Messungen gaben mir im Mittel

$$\begin{array}{l} (110) (\overline{1}\overline{1}0) = 117^\circ 30' \\ (101) (10\overline{1}) = 118\ 30 \end{array}$$

welche Werthe mit den Beobachtungen Heusser's übereinstimmen.

Das Axenschema ist nach den Untersuchungen von Grailich und Lang

$$(b \ c \ a)$$

daher geben die beiden natürlichen Prismen die Hauptbrechungs-exponenten in folgender Weise:

Bei dem Prisma (110) ( $\bar{1}\bar{1}0$ ) ist der parallel der Kante schwingende =  $\gamma$ , der senkrecht zu derselben =  $\beta$ . Bei (101) ( $\bar{1}01$ ) ist der parallel schwingende =  $\alpha$ , der senkrecht =  $\gamma$ . Diese Voraussetzungen wurden durch meine Untersuchungen bestätigt. Zur Messung der Brechungs-exponenten wurden nämlich folgende Prismen benützt:

Prisma I. (110) ( $\bar{1}\bar{1}0$ ).  $A = 60^\circ 11'$ .  $t = 13^\circ R$ .

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 35^\circ 39'$	$\gamma_B = 1.48024$		
$D_\rho = 35\ 49$	$\gamma_\rho = 1.48209$	0.00369	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 35\ 58$	$\gamma_D = 1.48393$	0.00360	0.00015
$D_E = 36\ 16$	$\gamma_E = 1.48753$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\beta$ .

$D_B = 38^\circ 52' 30''$	$\beta_B = 1.51725$		
$D_\rho = 39\ 2$	$\beta_\rho = 1.51912$	0.00369	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 39\ 12$	$\beta_D = 1.52094$	0.00356	0.00012
$D_E = 39\ 31$	$\beta_E = 1.52420$		
$D_{\beta\lambda} = 40\ 2$	$\beta_{\beta\lambda} = 1.52991$		

Prisma II. (110) ( $\bar{1}\bar{1}0$ ).  $A = 59^\circ 54'$ .  $t = 17^\circ R$ .

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 35^\circ 25' 20''$	$\gamma_B = 1.48061$		
$D_\rho = 35\ 33$	$\gamma_\rho = 1.48210$	0.00311	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 35\ 41\ 20$	$\gamma_D = 1.48372$	0.00303	0.00010
$D_E = 35\ 57$	$\gamma_E = 1.48675$		
$D_{\beta\lambda} = 36\ 19$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.49102$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\beta$ .

$D_B = 38^\circ 37'$	$\beta_B = 1.51761$		
$D_\rho = 38\ 46$	$\beta_\rho = 1.51932$	0.00342	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 38\ 54\ 50''$	$\beta_D = 1.52103$	0.00329	0.00010
$D_E = 39\ 12\ 20$	$\beta_E = 1.52432$		
$D_{\beta\lambda} = 39\ 19$	$\beta_{\beta\lambda} = 1.52935$		

Prisma III. Symmetrisch zu (101) ( $\bar{1}01$ ).  $A = 33^\circ 50' 50''$ .

$t = 14^\circ R$ .

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 43^\circ 26'$	$\gamma_B = 1.48077$		
$D_\rho = 43\ 36$	$\gamma_\rho = 1.48227$	0.00288	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 43\ 45\ 40''$	$\gamma_D = 1.48365$	0.00278	0.00013
$D_E = 44\ 4\ 30$	$\gamma_E = 1.48643$		
$D_{\beta\lambda} = 44\ 32$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.49043$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 49^\circ 43' 40''$	$\alpha_B = 1.53410$		
$D_\rho = 49\ 57$	$\alpha_\rho = 1.53393$	0.00387	Fehler 4. Beobacht.
$D_D = 50\ 11$	$\alpha_D = 1.53797$		0.00014.
$D_E = 50\ 38\ 30$	$\alpha_E = 1.54175$	0.00378	
$D_{\beta\lambda} = 51\ 20$	$\alpha_{\beta\lambda} = 1.54720$		

Prisma IV.  $A = 72^\circ 24'$ .  $t = 15^\circ$  R.

Da dasselbe nicht vollkommen symmetrisch zu (101) ( $\bar{1}01$ ) ist, so wurde dasselbe nur zur Controle benützt.

1. Schwingungen senkrecht zur Kante,  $\mu$  nahe an  $\gamma$ .

$$D_D = 50^\circ 56' \quad \mu_D = 1.48650$$

2. Schwingungen parallel zur Kante,  $\nu$  nahe an  $\alpha$ .

$$\begin{aligned} D_B &= 57^\circ 34' & \nu_B &= 1.53432 \\ D_D &= 58\ 13\ 40'' & \nu_D &= 1.53842 \\ D_E &= 58\ 51\ 40 & \nu_E &= 1.54232 \\ D_{\beta\lambda} &= 59\ 55 & \nu_{\beta\lambda} &= 1.54776 \end{aligned}$$

Nimmt man aus diesen Beobachtungsreihen die Mittel, so erhält man folgende Werthe der drei Brechungsquotienten:

$\alpha_B = 1.53421$		$\beta_B = 1.51743$		$\gamma_B = 1.48057$	
$\alpha_D = 1.53820$	399	$\beta_D = 1.52099$	356	$\gamma_D = 1.48377$	320
$\alpha_E = 1.54203$	383	$\beta_E = 1.52441$	342	$\gamma_E = 1.48690$	313
$\alpha_H = 1.53624$	1421	$\beta_H = 1.53769$	1328	$\gamma_H = 1.49899$	1209

Vergleicht man hiemit die Brechungsexponenten, welche Mons. Violette gefunden und Descloizeaux publicirte und die höchst wahrscheinlich für Roth (wie dies bei Descloizeaux durchgehends der Fall) zu gelten haben, es sind dies

$$\alpha = 1.54148 \quad \beta = 1.52616 \quad \gamma = 1.48664$$

so bemerkt man alsogleich die nahe Übereinstimmung mit meinen für  $E$  geltenden Zahlen, während sie hingegen für Roth viel zu gross erscheinen, da dies sich aber gleichmässig auf alle drei erstreckt, so könnte der Unterschied entweder in der Methode oder im Materiale zu suchen sein <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Ich kann nicht umhin eines Irrthums zu erwähnen, welchen ich in den Jahresbericht für Chemie und Physik, 1857, von Zaminer gefunden habe. Es ist nämlich bei der Excerpttion der Descloizeaux'schen Arbeit der Name des Forschers Violette, ohne auf die erläuternde Note des Textes Rücksicht zu nehmen, mit dem

Aus meinen Beobachtungen ergibt sich ferner das Verhältniss der Elasticitätsaxen

$$\begin{aligned} \text{für } B - a : b : c &= 1 : 0.975710 : 0.965037 \\ D &= 1 : 0.975330 : 0.964615 \\ E &= 1 : 0.975395 : 0.964250 \\ H &= 1 : 0.974833 : 0.963213 \end{aligned}$$

und das Dispersionsvermögen des Mediums in der Richtung der Elasticitätsaxen zu:

$$\begin{aligned} \Delta_\alpha &= 0.0409327 \\ \Delta_\beta &= 0.0388875 \\ \Delta_\gamma &= 0.0380750 \end{aligned}$$

Berechnet man endlich die Axenwinkel, sowohl den innern als den beim Austritt in die Luft, so folgt

$$\begin{aligned} AB_B &= 66^\circ 36' 20'' & AB_H &= 67^\circ 53' 30'' \\ (AB)_B &= 112 \text{ } 31 & (AB)_H &= 116 \text{ } 20 \end{aligned}$$

Diese Werthe stimmen nahezu mit den von Descloizeaux beobachteten überein, er gibt  $(AB)_\rho = 112^\circ 9'$  —  $(AB)_\nu = 113^\circ 12'$  an, nur folgt aus meiner Rechnung ein grosser Grad der Dispersion. Ich selbst beobachtete den scheinbaren Axenwinkel an zwei, vollkommen senkrecht zur Axenebene geschnittenen Platten und fand als Mittel mehrerer Messungen

$$\begin{aligned} \text{an der ersten Platte: } (AB)_\rho &= 113^\circ, & \text{an der zweiten } (AB)_\rho &= 112^\circ \\ \text{'' '' '' '' } (AB)_{\beta\lambda} &= 115, & \text{'' '' '' } (AB)_{\beta\lambda} &= 116 \text{ } 30' \end{aligned}$$

welche Zahlen mit den gerechneten so gut stimmen, dass ich von der Richtigkeit der Brechungsexponenten überzeugt sein konnte <sup>1)</sup>.

Es ist daher das allgemeine Schema für den ameisensauren Strontian:

violeten Strahle identifiziert worden. Übrigens scheint speciell dieses Capitel nicht mit in diesem trefflichen Buche gewohnten Übersicht und Correctheit behandelt zu sein, weil z. B. schon auf der nächsten Seite das prismatische äpfelsaure Ammoniak unter die monoklinischen Krystalle gereiht wurde.

<sup>1)</sup> Grailich und Lang haben (Sitzb. 27) den Axenwinkel in Öl zu  $58^\circ 58'$  angegeben, woraus sie den scheinbaren in der Luft zu  $92^\circ 48'$  berechnen. Bedenkt man, dass der Axenwinkel in Öl  $= 68^\circ 58'$  für den Austritt in die Luft  $113^\circ$  gibt, so scheint diese Angabe durch ein Versehen um  $10^\circ$  gefehlt zu sein.

	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>H</i>
$\alpha =$	1·53421	1·53820	1·54203	1·55624
$\beta =$	1·51743	1·52099	1·52441	1·53769
$\gamma =$	1·48057	1·48377	1·48690	1·49899
$\omega AB = 66^{\circ}36'20''$		$66^{\circ}59'20''$	$67^{\circ}23'40''$	$67^{\circ}53'36''$
sec. $AB = (68\ 29\ 20)$		$(68\ 54\ 20)$	$(69\ 19\ 40)$	$(69\ 23\ 40)$
$\varphi =$	1 53 47	1 55 33	1 57 5	2 1 0
sch. $(AB) = 112\ 51$		114 8	115 32	118 20

**XVIII. Apfelsaurer Kalk.**  $\text{CaO}, \overline{2M} + 9\text{HO}$ .

Krystalle von Herrn K. Ritter v. Hauer.

Prismatisch.  $a : b : c = 1 : 0.9477 : 0.8922$ . Positiv doppelbrechend.

Die Krystalle, welche ich zur optischen Untersuchung verwendete, hatten die in Fig. 4 dargestellte Form. Krystallographisch ist es schwer an den durch die Luft trübe gewordenen Krystallen sich zu orientiren, da die nöthigen Winkel von (210) und (012) nahezu gleich sind. Ich habe daher zur ersten Orientirung der Brechungs-exponenten auf die Krystallaxen an einem schönen Exemplare zwei Prismen so hergestellt, dass beide aus (0 $\overline{10}$ ) in Combination mit (012) und (210) bestanden. Ich erhielt folgende Brechungsexponenten:

Prisma I. (210)(0 $\overline{10}$ ).  $A = 62^{\circ} 24'$ . Kante ist parallel der Krystallaxe (001).

1. Schwingungen parallel der Kante.

$$D_D = 38^{\circ}58'10'' \quad \gamma_D = 1.49350.$$

2. Schwingungen senkrecht zur Kante.

$$D_D = 41^{\circ} 8'15'' \quad \mu_D = 1.51635$$

Prisma II. (012)(0 $\overline{10}$ ).  $A = 55^{\circ} 42'$ . Die Kante ist parallel der Krystallaxe (100).

1. Schwingungen senkrecht zur Kante.

$$D_D = 32^{\circ}48'20'' \quad \nu_D = 1.49820.$$

2. Schwingungen parallel der Kante.

$$D_D = 36^{\circ}42'20'' \quad \alpha_D = 1.54504.$$

Aus diesen Beobachtungen erhellt also, dass der grösste Bré-  
 chungsexponent auf die grösste, so wie der kleinste auf die kleinste  
 Krystallaxe entfällt; daher das Schema der Elasticitätsaxen

(c b a)

ist. Dieses nun ist mit den von Lang (Sitzungs b. XXXI) gegebenen identisch.

Zur genauen Bestimmung der Brechungsverhältnisse war es mir nur möglich zwei Prismen zu verwenden, die symmetrisch gegen die Elasticitätsaxen geschliffen waren.

Prisma I. Symmetrisch zu (210)( $\bar{2}$ 10).  $A = 63^\circ 16' 40''$ .  $t = 14^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 39^\circ 24' 30''$	$\gamma_B = 1.48871$	0.00453	Fehler 5. Beobacht.
$D_\rho = 39 \ 37$	$\gamma_\rho = 1.49038$		0.00012.
$D_D = 39 \ 51$	$\gamma_D = 1.49324$	0.00396	
$D_E = 40 \ 14$	$\gamma_E = 1.49720$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\beta$ .

$D_B = 40^\circ 47' 40''$	$\beta_B = 1.50293$	0.00434	Fehler 5. Beobacht.
$D_\rho = 41$	$\beta_\rho = 1.50503$		0.00014.
$D_D = 41 \ 13$	$\beta_D = 1.50727$	0.00389	
$D_E = 41 \ 36$	$\beta_E = 1.51116$		
$D_{\beta\lambda} = 42 \ 10$	$\beta_{\beta\lambda} = 1.51689$		

Prisma II. Symmetrisch zu (210)( $\bar{2}$ 10).  $A = 40^\circ 48'$ .  $t = 15^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 21^\circ 43' 20''$	$\gamma_B = 1.48876$	0.00451	Fehler 4. Beobacht.
$D_\rho = 21 \ 49$	$\gamma_\rho = 1.49094$		0.00013.
$D_D = 21 \ 56$	$\gamma_D = 1.49327$	0.00425	
$D_E = 22 \ 8$	$\gamma_E = 1.49752$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 24^\circ 9'$	$\alpha_B = 1.54037$	0.00457	Fehler 4. Beobacht.
$D_\rho = 24 \ 15$	$\alpha_\rho = 1.54248$		0.00015.
$D_D = 24 \ 22$	$\alpha_D = 1.54494$	0.00423	
$D_E = 24 \ 34$	$\alpha_E = 1.54917$		
$D_{\beta\lambda} = 24 \ 50$	$\alpha_{\beta\lambda} = 1.55478$		

Aus diesen Beobachtungsreihen erhält man nach Berechnung der Werthe für  $H$  folgende Zahlen für die drei Hauptbrechungs-Exponenten.

$\alpha_B = 1.54037$		$\beta_B = 1.50293$		$\gamma_B = 1.48873$	
$\alpha_D = 1.54494$	457	$\beta_D = 1.50727$	434	$\gamma_D = 1.49326$	453
$\alpha_E = 1.54917$	423	$\beta_E = 1.51116$	389	$\gamma_E = 1.49718$	392
$\alpha_H = 1.56500$	1583	$\beta_H = 1.52564$	1448	$\gamma_H = 1.51192$	1474

Hieraus berechnet sich das Verhältniss der Elasticitätsaxen für die verschiedenen Farben zu:

für $B - \alpha : \beta : \gamma$	$= 1 : 0.990552 : 0.966476$
$D$	$= 1 : 0.990703 : 0.966674$
$E$	$= 1 : 0.990770 : 0.966440$
$H$	$= 1 : 0.991007 : 0.966083$

und das Dispersionsvermögen des Mediums in der Richtung der drei Elasticitätsaxen zu

$$\begin{aligned} \Delta_\alpha &= 0.0451975 \\ \Delta_\beta &= 0.0447690 \\ \Delta_\gamma &= 0.0470137 \end{aligned}$$

Aus den obigen Zahlen ergeben sich ferner als Werthe des innern und scheinbaren Axenwinkels:

$$\begin{aligned} AB_B &= 64^\circ 33' 30'' & AB_H &= 62^\circ 25' 40'' \\ (AB)_B &= 106 \text{ } 46 & (AB)_H &= 104 \text{ } 50 \end{aligned}$$

Diese Winkel stimmen mit den durch die Beobachtung gefundenen nahe überein; ich fand als Werth des Axenwinkels in die Luft an einer vollkommen senkrecht zur ersten Normale geschnittenen Platte

$$\begin{aligned} (AB)_\rho &= 108^\circ \\ (AB)_{\beta\lambda} &= 105 \end{aligned}$$

Grailich und Lang geben an

$$\begin{aligned} (AB)_\rho &= 109^\circ 6' \\ (AB)_v &= 105 \text{ } 15 \end{aligned}$$

Beide Beobachtungen bestätigen daher das durch die Rechnung erhaltene Resultat, da man von der geringen Differenz in der Grösse der scheinbaren Dispersion absehen kann.

Das allgemeine Schema ist daher für den apfelsauren Kalk folgendes:

	$B$	$D$	$E$	$H$
$\alpha =$	1.54037	1.54494	1.54917	1.56500
$\beta =$	1.50293	1.50727	1.51116	1.52564
$\gamma =$	1.48873	1.49326	1.49718	1.51192
$\omega AB =$	$64^\circ 33' 40''$	$64^\circ 6' 30''$	$63^\circ 41' 20''$	$62^\circ 25' 40''$
$\text{sec } AB =$	(62 48 40)	(62 22 40)	(61 57 10)	(60 41 10)
$\varphi =$	1 44 15	1 43 37	1 43 35	1 43 25
$\text{sch } (AB) =$	106 46	106 14	105 45	104 50

**XIX. Kalium-Eisencyanid.  $3KCy + Fe_2Cy_3$ .**

Krystalle von Herrn Karl Ritter von Hauer.

Prismatisch.  $a:b:c = 1:0.7725:0.6220$ . Positiv doppelbrechend.

Die untersuchten Krystalle dieser Verbindung bilden die Combination der Flächen (110) und (111); das Doma (011) tritt nur sehr ungeordnet auf. Die grossen braunrothen Krystalle zeigen die bekannten trichromatischen Farbenunterschiede, die zwischen orange und kirschroth variiren. Die Absorption des durchgelassenen Lichtes ist für grün sehr bedeutend, während blau und violet gänzlich ausgelöscht werden, hingegen erleidet das rothe Licht eine sehr bedeutende Dispersion. Aus diesem Grunde ist es daher bei dem rothen Blutlaugensalz nicht möglich die Cauchy'sche Dispersionsformel zur Berechnung des violeten Strahls zu benutzen. Ich musste mich daher mit der Beobachtung vom Anfang des Roth =  $B$ , und Gelb =  $D$  begnügen.

Nach der von Lang gegebenen Orientirung der Elasticitätsaxen

(a b c)

muss der parallel der Kante schwingende Strahl folgende Hauptbrechungsexponenten liefern und zwar bei einem Prisma symmetrisch geschliffen zu

(110)	( $\bar{1}\bar{1}0$ )	$\alpha$
(011)	(0 $\bar{1}\bar{1}$ )	$\gamma$
(110)	( $\bar{1}\bar{1}0$ )	$\alpha$
(101)	(101)	$\beta$

welche Voraussetzungen durch meine Beobachtungen vollkommen erfüllt wurden.

Prisma I. Symmetrisch zu (110)( $\bar{1}\bar{1}0$ ).  $A = 34^\circ 13'$ .  $t = 16^\circ R$ .

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\beta$ .

$D_B = 20^\circ 28'$	$\beta_B = 1.56136$	0.00756	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 20 \ 45 \ 20''$	$\beta_D = 1.56892$	0.00333	0.00017.
$D_E = 20 \ 53$	$\beta_E = 1.57225$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 21^\circ 0' 30''$	$\alpha_B = 1.57553$	0.00767	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 21 \ 18$	$\alpha_D = 1.58320$	0.00393	0.00015.
$D_E = 21 \ 27$	$\alpha_E = 1.58713$		

Prisma II. Symmetrisch zu (011)(0 $\bar{1}$ 1).  $A = 37^\circ 30'$ .  $t = 14^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 22^\circ 39'$	$\gamma_B = 1.55903$	0.00704	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 22 \ 57$	$\gamma_D = 1.56607$	0.00313	0.00017.
$D_{\gamma\rho} = 23 \ 5$	$\gamma_{\gamma\rho} = 1.56920$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 23^\circ 23'$	$\alpha_B = 1.57623$	0.00702	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 23 \ 41$	$\alpha_D = 1.58325$	0.00388	0.00015.
$D_{\gamma\rho} = 23 \ 50$	$\alpha_{\gamma\rho} = 1.58713$		

Prisma III. Symmetrisch zu (110)(1 $\bar{1}$ 0).  $A = 57^\circ 20' 10''$ .  $t = 15^\circ$  R.

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 39^\circ 29' 50''$	$\gamma_B = 1.55923$	0.00663	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 42 \ 2 \ 50$	$\gamma_D = 1.56586$	0.00371	0.00023.
$D_{\gamma\rho} = 40 \ 21 \ 30$	$\gamma_{\gamma\rho} = 1.56957$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 40^\circ 55' 10''$	$\alpha_B = 1.57642$	0.00660	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 41 \ 27 \ 10$	$\alpha_D = 1.58302$	0.00378	0.00018.
$D_{\gamma\rho} = 41 \ 46 \ 20$	$\alpha_{\gamma\rho} = 1.58680$		

Prisma IV. Symmetrisch zu (101) ( $\bar{1}$ 01)  $A = 56^\circ 12'$ .  $t = 14^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\beta$ .

$D_B = 38^\circ 31'$	$\beta_B = 1.56167$	0.00717	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 39 \ 1$	$\beta_D = 1.56884$	0.00314	0.00013.
$D_{\gamma\rho} = 39 \ 18$	$\beta_{\gamma\rho} = 1.57198$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 39^\circ 38'$	$\alpha_B = 1.57563$	0.00727	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 40 \ 13$	$\alpha_D = 1.58290$	0.00350	0.00018.
$D_{\gamma\rho} = 40 \ 28$	$\alpha_{\gamma\rho} = 1.58640$		

Aus diesen Beobachtungsreihen ergibt sich als Mittel der Brechungsexponenten für  $B$  und  $D$ .

$$\begin{array}{l} \alpha_B = 1.57586 \quad \beta_B = 1.56151 \quad \gamma_B = 1.55913 \\ \alpha_D = 1.58306 \quad \beta_D = 1.56888 \quad \gamma_D = 1.56596 \end{array} \quad \begin{array}{l} 720 \\ 737 \\ 683 \end{array}$$

und das Verhältniss der drei Elasticitätsaxen zu:

$$\begin{array}{l} \text{für } B \quad a : b : c = 1 : 0.998475 : 0.989384 \\ D \quad \quad \quad = 1 : 0.998138 : 0.989198. \end{array}$$

Berechnet man ferner aus den obigen Zahlen die wirklichen und scheinbaren Axenwinkel, so erhält man

$$\begin{array}{ll} AB_B = 44^\circ 38' 30'' & AB_D = 49^\circ 10' \\ (AB)_B = 72 \text{ } 45 & (AB)_D = 81 \text{ } 29 \end{array}$$

während ich durch directe Beobachtung an zwei vollkommen senkrecht zur ersten Normale geschnittenen Platten folgende Werthe erhielt:

$$\begin{array}{l} \text{an der ersten Platte } (AB)_\rho = 72^\circ \\ \text{„ „ zweiten „ } (AB)_\rho = 74 \end{array}$$

Da die Platten im Ölgefäss ein zu grosses, daher verschwommenes Axenbild geben, konnte ich diese Messungen nicht genauer vornehmen. Durch Betrachtung im Polarisationsmikroskop zeigen die Platten  $(AB)_\rho < (AB)_\nu$  und zwar bedeutend Dispersion, jedoch glaube ich, dass dieselbe nicht so bedeutend ist wie die Rechnung sie gibt.

Diese Untersuchungen stimmen nun vollkommen mit den schon bekannten überein; denn schon Lang machte auf die Unwahrscheinlichkeit des von Marx angegebenen wirklichen Axenwinkels  $AB = 19^\circ 35'$  aufmerksam und beobachtete

$$(AB) = 70^\circ 30' \quad \rho < \nu.$$

Da also die directe Beobachtung mit den Resultaten der Rechnung übereinstimmt, so stelle ich für Kalium-Eiseneyanid folgendes Schema auf:

	<i>D</i>
$a = 1.57586$	1.58306
$\beta = 1.56151$	1.56888
$\gamma = 1.55913$	1.56396
$\omega AB = 44^\circ 38' 30''$	$49^\circ 10'$
$\text{sec } AB = (44 \text{ } 12 \text{ } 40)$	$(48 \text{ } 41 \text{ } 50')$
$\varphi = 0 \text{ } 25 \text{ } 33$	$0 \text{ } 28 \text{ } 5$
$\text{sch } (AB) = 72 \text{ } 45$	$81 \text{ } 29$

### XX. Asparagin. $\text{HO}, \text{C}_8\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{HO}$ .

Krystalle von Herrn K. Ritter v. Hauer.

Prismatisch.  $a : b : c = 1 : 0.8327 : 0.4737$ . Positiv doppelbrechend.

Die von mir untersuchten Krystalle dieser Verbindung sind farblos, durchsichtig und bilden die in Fig. 5 und Fig. 6 dargestellte

Combination der Flächen (210), (110), (010), (101), wo jedoch (210) und (101) vorherrschend auftritt, die hemiëdrische Pyramide (111) konnte ich nur an einigen Exemplaren angedeutet finden. Die Substanz hat sehr glänzende Flächen und ist so consistent, dass selbst die geschliffenen Flächen so glatt werden, dass sie das Fadenkreuz zu reflectiren vermögen; ich war daher in der Lage, bei den geschliffenen Prismen das Einkleben mit Canada und Deckgläschen, was ich bei den frühern Substanzen (15—19) anwenden musste, vermeiden zu können.

Zur Orientirung wurden folgende Winkel gemessen:

$$(101) (10\bar{1}) = 129^{\circ}28'$$

$$(210) (\bar{2}10) = 118 \quad 4$$

welche mit den von Miller angegebenen Werthen nahezu übereinstimmen.

Zur Ermittlung der Brechungsexponenten benützte ich das natürliche Prisma (210) ( $\bar{2}10$ ), dasselbe gab parallel der Kante  $\gamma$ , senkrecht zu derselben  $\alpha$ ; dann symmetrisch zu (011) ( $0\bar{1}1$ ) geschliffene Prismen, welche parallel der Kante  $\beta$ , senkrecht zu derselben  $\gamma$  gaben. Diese Beobachtungen führen zu dem Axenschema

$$(\bar{b} \ \xi \ a)$$

was mit dem von Lang angegebenen identisch ist.

Prisma I. (210) ( $\bar{2}10$ )  $A = 61^{\circ}56'$ .  $t = 16^{\circ}$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher =  $\gamma$ .

$D_B = 42^{\circ}54'$	$\gamma_B = 1.54419$		
$D_{\rho} = 43 \quad 4$	$\gamma_{\rho} = 1.54391$	0.00345	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 33 \quad 14$	$\gamma_D = 1.54764$	0.00372	0.00012.
$D_E = 43 \quad 35 \quad 30''$	$\gamma_E = 1.55136$		
$D_{\beta\lambda} = 44 \quad 5$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.55640$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher =  $\alpha$ .

$D_B = 49^{\circ}52'$	$\alpha_B = 1.61401$		
$D_{\rho} = 50 \quad 8$	$\alpha_{\rho} = 1.61633$	0.00504	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 50 \quad 24$	$\alpha_D = 1.61905$	0.00467	0.00015.
$D_E = 50 \quad 53 \quad 30''$	$\alpha_E = 1.62372$		
$D_{\beta\lambda} = 51 \quad 36$	$\alpha_{\beta\lambda} = 1.63045$		

Prisma II. (210) (2 $\bar{1}$ 0).  $A = 61^\circ 53'$ .  $t = 14^\circ$  R.

1. Schwingungen parallel der Kante, daher  $= \gamma$ .

$D_B = 43^\circ 12' 30''$	$\gamma_B = 1.54394$		
$D_\rho = 43 \ 23$	$\gamma_\rho = 1.54373$	0.00378	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 43 \ 34 \ 30$	$\gamma_D = 1.54772$		0.00013.
$D_E = 43 \ 55$	$\gamma_E = 1.55122$	0.00350	
$D_{\beta\lambda} = 44 \ 24$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.55615$		

2. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher  $= \alpha$ .

$D_B = 50^\circ 16'$	$\alpha_B = 1.61382$		
$D_\rho = 50 \ 32$	$\alpha_\rho = 1.61630$	0.00519	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 50 \ 49$	$\alpha_D = 1.61901$		0.00017.
$D_E = 51 \ 20$	$\alpha_E = 1.62386$	0.00485	
$D_{\beta\lambda} = 52 \ 4$	$\alpha_{\beta\lambda} = 1.63067$		

Prisma III. Symmetrisch zu (011) (0 $\bar{1}$ 1).  $A = 45^\circ 8'$ .  $t = 17^\circ$  R.

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher  $= \gamma$ .

$D_B = 27^\circ 30'$	$\gamma_B = 1.54327$		
$D_\rho = 27 \ 37$	$\gamma_\rho = 1.54510$	0.00408	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 27 \ 43 \ 20''$	$\gamma_D = 1.54735$		0.00018.
$D_E = 27 \ 56 \ 30$	$\gamma_E = 1.55140$	0.00405	
$D_{\beta\lambda} = 28 \ 12$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.55610$		

2. Schwingungen parallel der Kante, daher  $= \beta$ .

$D_B = 29^\circ 15'$	$\beta_B = 1.57517$		
$D_\rho = 29 \ 23$	$\beta_\rho = 1.57738$	0.00482	Fehler 3. Beobacht.
$D_D = 29 \ 31$	$\beta_D = 1.57999$		0.00014.
$D_E = 29 \ 46$	$\beta_E = 1.58451$	0.00452	
$D_{\beta\lambda} = 30 \ 6$	$\beta_{\beta\lambda} = 1.59053$		

Prisma IV. Nicht vollkommen symmetrisch zu (011) (0 $\bar{1}$ 1), musste daher beim Mittelnehmen übergangen werden.  $A = 34^\circ 36'$ .

$t = 15^\circ$  R.

1. Schwingungen senkrecht zur Kante, daher nahe  $= \gamma$ .

$D_B = 19^\circ 38'$	$\gamma_B = 1.54156$		
$D_\rho = 20 \ 3$	$\gamma_\rho = 1.54436$	0.00476	Mittel aus 3 Beob-
$D_D = 20 \ 8 \ 30$	$\gamma_D = 1.54632$		acht. Fehler jeder
$D_E = 20 \ 21 \ 30$	$\gamma_E = 1.55165$	0.00533	einzelnen vom Mittel
$D_{\beta\lambda} = 20 \ 37$	$\gamma_{\beta\lambda} = 1.55824$		= 0.00027.

2. Schwingungen parallel der Kante, daher nahe  $= \beta$ .

$D_B = 21^\circ 14'$	$\beta_B = 1.57444$		
$D_\rho = 21 \ 20$	$\beta_\rho = 1.57730$	0.00561	Mittel aus 3 Beob-
$D_D = 21 \ 27$	$\beta_D = 1.58002$		acht. Fehler jeder
$D_E = 21 \ 39$	$\beta_E = 1.58521$	0.00519	einzelnen vom Mittel
			= 0.00032.

Aus diesen Beobachtungsreihen ergeben sich für die drei Brechungsexponenten folgende Werthe, wobei  $H$  aus dem Mittel von  $(B-D)$  und  $(D-E)$  berechnet ist.

$a_B = 1.61392$		$\beta_B = 1.57517$		$\gamma_B = 1.54380$	
$a_D = 1.61903$	511	$\beta_D = 1.57999$	482	$\gamma_D = 1.54757$	377
$a_E = 1.62379$	476	$\beta_E = 1.58451$	452	$\gamma_E = 1.55133$	376
$a_H = 1.64221$	1842	$\beta_H = 1.60194$	1743	$\gamma_H = 1.56538$	1405

Hieraus berechnet sich das Verhältniss der Elasticitätsachsen

für $B - a : b : c =$	$1 : 0.980054 : 0.956533$
$D$	$= 1 : 0.979481 : 0.955862$
$E$	$= 1 : 0.979060 : 0.955376$
$H$	$= 1 : 0.977178 : 0.953116$

und das Dispersionsvermögen des Mediums in der Richtung der drei Elasticitätsachsen zu

$\Delta_\alpha =$	$0.0457005$
$\Delta_\beta =$	$0.0461560$
$\Delta_\gamma =$	$0.0394105$

Endlich findet man die wirklichen und die für den Austritt in Öl<sup>1)</sup> geltenden Axenwinkel aus obigen Zahlen zu:

$AB_B = 85^\circ 51' 20''$	$AB_H = 89^\circ 17' 10''$
$((AB))_B = 93\ 28$	$((AB))_H = 98\ 40$

Diese Zahlen stimmen vollkommen mit den Messungen von Lang überein, welcher für den Austritt in Öl angibt:

$((AB))_\rho =$	$94^\circ 10'$
$((AB))_{\gamma\varepsilon} =$	$94\ 50$
$((AB))_{\gamma\rho} =$	$95\ 34$

Ich selbst war wegen ungenügendem Materiale nicht in der Lage selbst den Axenwinkel messen zu können; es ist jedoch die erwähnte Übereinstimmung mit Lang vollkommen entscheidend für die Genauigkeit der Brechungsexponenten.

Das allgemeine Schema für Asparagin ist daher:

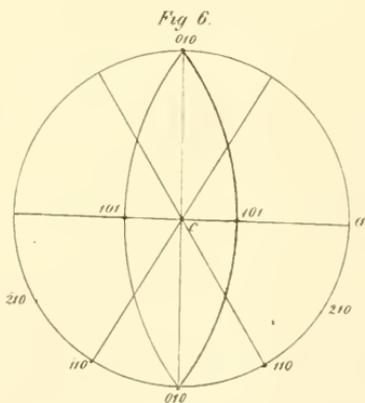
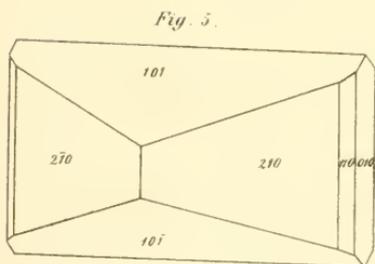
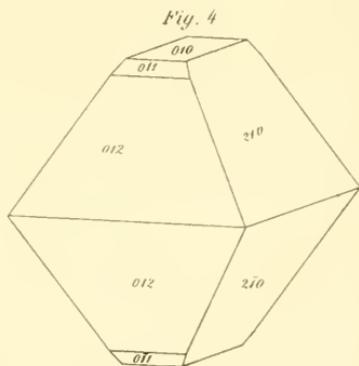
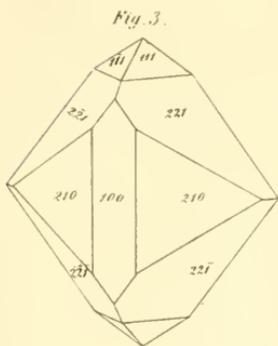
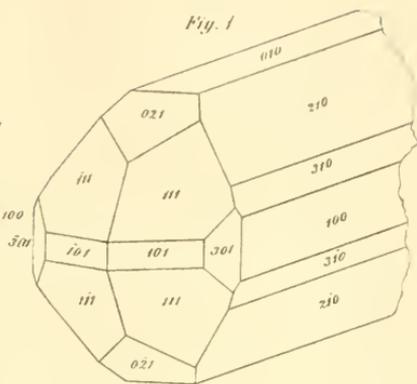
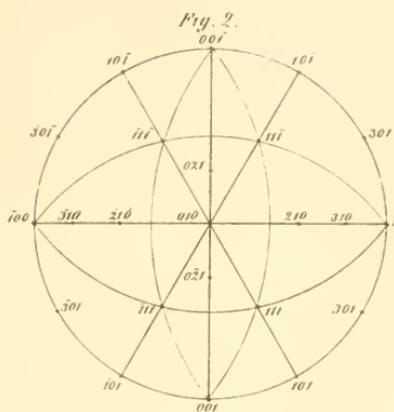
<sup>1)</sup> Zur Rechnung wurden die schon früher angeführten Brechungsexponenten benutzt, um die Vergleichung zu ermöglichen.

	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>H</i>
$\alpha =$	1·61392	1·61903	1·62379	1·64221
$\beta =$	1·57517	1·57999	1·58451	1·60194
$\gamma =$	1·54380	1·54757	1·55133	1·56538
$\omega$ <i>AB</i> =	85° 51' 20"	86° 36' 50"	87° 7' 20"	89° 17' 10"
<i>sec AB</i> =	(83 19 20)	(84 2 40)	(84 38 30)	(86 32 30)
$\varphi =$	2 31 35	2 34 17	2 36 10	2 44 23
<i>sch ((AB)) =</i>	93 28	94 44	95 31	98 40

Ich schliesse hiermit die specielle Aufzählung und werde, wenn ich durch den Besitz von passendem Materiale in der Lage bin, meine Untersuchungen fortzusetzen, eine neue Reihe derselben veröffentlichen; ich enthalte mich daher bis dahin jeder Discussion der erhaltenen Gesetze und Resultate und erlaube mir nur noch, letztere in nachfolgender Tafel übersichtlich zu ordnen:

		<i>B</i>	<i>H</i>
10. Quarz. $\text{SiO}_2$ . . . . .	$\omega$	1·54106	1·55806
	$\epsilon$	1·55012	1·56758
11. Anatas. $\text{TiO}_2$ . . . . .	$\omega$	2·51118	2·62549
	$\epsilon$	2·47596	2·56062
12. Apatit. Ca $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cl} \\ \text{Fl} \end{array} \right. + 3 (3\text{CaO}, \text{PO}_5)$ . . .	$\omega$	1·63463	1·65934
	$\epsilon$	1·63063	1·65260
13. Beryll. $\text{Be}_2\text{O}_3, 3\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{SiO}_2$ }	$\omega$	1·57028	1·58884
	$\epsilon$	1·56540	1·58261
	$\omega$	1·57762	1·60321
	$\epsilon$	1·57148	1·59542
	$\omega$	1·56630	1·58818
	$\epsilon$	1·56165	1·58393
14. Weissblei. $\text{PbO}, \text{CO}_2$ . . . . .	$\alpha$	2·06131	2·15614
	$\beta$	2·05954	2·15487
	$\gamma$	1·79148	1·86329
	$\omega$ <i>AB</i>	8° 21' 35"	6° 45' 55"
	$\varphi$	1 20 45	1 8 35
	<i>(AB)</i>	17 16 30	14 36 30

Schrauf. Bestimmung der optischen Constanten krystallisirter Körper.  
II Reihe





		<i>B</i>	<i>H</i>
15. Ameisensäurer Baryt. BaO, F <sub>0</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	<i>α</i>	1·63098	1·66047
	<i>β</i>	1·59181	1·62176
	<i>γ</i>	1·56788	1·59643
	<i>ω AB</i>	77°51'	80°12'40''
	<i>φ</i>	2 11 25''	2 22 37
	(( <i>AB</i> ))	85 45	89 30
16. Ameisensäurer Kalk. CaO, FoO <sub>3</sub> . . . . .	<i>α</i>	1·57314	1·59851
	<i>β</i>	1·50997	1·52971
	<i>γ</i>	1·50669	1·52577
	<i>ω AB</i>	26°30'25''	27°57'
	<i>φ</i>	1 3 43	1 12 5''
	(( <i>AB</i> ))	40 30 20	43 21 20
17. Ameisensäurer Strontian. SrO, FoO <sub>3</sub> + 2HO . . .	<i>α</i>	1·53421	1·55624
	<i>β</i>	1·51743	1·53769
	<i>γ</i>	1·48057	1·49899
	<i>ω AB</i>	66°36'20''	67°53'30''
	<i>φ</i>	1 53 47	2 1 0
	(( <i>AB</i> ))	112 51	118 20
18. Apfelsäurer Kalk. CaO, 2M + 9HO . . . . .	<i>α</i>	1·54037	1·56500
	<i>β</i>	1·50293	1·52564
	<i>γ</i>	1·48873	1·51192
	<i>ω AB</i>	64°33'40''	62°25'40''
	<i>φ</i>	1 44 15	1 43 25
	(( <i>AB</i> ))	106 46	104 50
für <i>D</i> :			
19. Kalium-Eiseneyanid. 3KCy + Fe <sub>2</sub> Cy <sub>3</sub> . . . . .	<i>α</i>	1·57586	1·58306
	<i>β</i>	1·56151	1·56888
	<i>γ</i>	1·55913	1·56596
	<i>ω AB</i>	44°38'30''	49°10'
	<i>φ</i>	0 25 33	0 28 5
	(( <i>AB</i> ))	72 45	81 29
20. Asparagin. HO, C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 2HO . .	<i>α</i>	1·61392	1·64221
	<i>β</i>	1·57517	1·60194
	<i>γ</i>	1·54380	1·56538
	<i>ω AB</i>	85°51'20''	89°17'10''
	<i>φ</i>	2 31 35	2 44 23
	(( <i>AB</i> ))	93 28	98 40

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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: 1861

Band/Volume: [42](#)

Autor(en)/Author(s): Schrauf Johann Albrecht

Artikel/Article: [Abhandlungen und Mittheilungen. Bestimmung der optischen Constanten krystallisirter Körper. II. Reihe. 107-145](#)