

*Versuch einer Monographie des Bournonit.*Von **Dr. Ferdinand Zirkel** aus Bonn.

(Mit 7 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. März 1862.)

Eines derjenigen Mineralien, welche wegen des Reichthums ihrer Gestalten das Interesse des Forschers im hohen Grade in Anspruch zu nehmen vermögen, über deren krystallographische Verhältnisse aber weder eine vergleichende Übersicht der bisher gewonnenen Resultate, noch neue Untersuchungen angestellt worden sind, ist der Bournonit. Wenn es daher einerseits nahe lag, die bisher über die Bournonitkrystalle gemachten und in mehrere Werke zerstreuten Beobachtungen zu sammeln, und durch eigene Untersuchungen unsere Kenntniss dieses Minerals zu erweitern, so schien es andererseits nicht unangemessen, mit der Darstellung jener Ergebnisse zugleich eine Beschreibung alles dessen zu verbinden, was die Charakteristik eines Minerals vervollständigt, seiner chemischen Zusammensetzung, seiner physikalischen Verhältnisse, seines Vorkommens u. s. w.

Durch die dankenswerthe Güte des Directors des k. k. Hof-Mineraliencabinets, Herrn Dr. Moriz Hörnes ward mir die Erlaubniss zu Theil, das überreiche Material dieser Sammlung benützen zu dürfen. Insbesondere gedenke ich auch hier des Herrn Dr. Albrecht Schrauf, Assistenten am k. k. Hof-Mineralien-Cabinet, welcher auf die zuvorkommendste Weise mich unterstützte und zu grossem Danke verpflichtete.

Der Bournonit wurde zuerst auf der Grube Huel Boys, zu dem Kirchspiel Endellion in Cornwall gehörend, aufgefunden und Graf Bournon erstattete darüber am 22. December 1803 der königlichen Gesellschaft zu London einen Bericht, welcher in den Philosophical Transactions vom Jahre 1804 (pag. 30) abgedruckt ist; für das Mineral wird dort von ihm der Name Endellionit in Vorschlag gebracht.

Bournon ist indess nicht, wie man allgemein annimmt, derjenige, welcher das Mineral zuerst erwähnt. Philip Rashleigh von Menabilly in Cornwall gibt in einem Buche „Specimens of british minerals, selected from the cabinet of Philip Rashleigh Esq. F. R. S. etc. Part. I, pag. 34, Plate XIX“ die erste Beschreibung und Abbildung <sup>1)</sup>).

In demselben Jahre 1804 lehrte Charles Hatchett seine Zusammensetzung kennen und gab ihm zu Ehren Bournon's den Namen Bournonit. Jameson <sup>2)</sup> führt das Mineral schon unter der Bezeichnung „Axifragible antimony glance or Bournonite“ auf. Thomson beschreibt in seinem System de chimie (1809. tom. VII, pag. 455) das neuentdeckte Mineral ebenfalls unter dem Namen Bournonite.

Haüy <sup>3)</sup> betrachtete merkwürdiger Weise ohne Rücksicht auf die schon von Bournon mitgetheilten Krystallfiguren den Bournonit als eine blei- und kupferhaltige Varietät des Antimonglanzes (Antimoine sulfuré plombo-cuprifère); die Grundformen beider Mineralien sind zwar einander ziemlich ähnlich, Habitus und Spaltbarkeit dagegen vollständig von einander abweichend, auch erlauben die grossen Unterschiede in chemischer Zusammensetzung und specifischem Gewicht keine Vereinigung.

Werner <sup>4)</sup> nannte das Mineral Schwarzspießsglanz, Klaproth <sup>5)</sup> und Hausmann <sup>6)</sup> Spießsglanzbleierz und Bleifahlerz.

Mohs <sup>7)</sup> gab dem Bournonit den Namen diprismatischer Dystomglanz, Haidinger denselben und Diprismatic copper glance <sup>8)</sup>. Breithaupt nannte ihn in seiner Charakteristik des Mineralsystems (1832, pag. 270) polymorpher Tripelglanz. Der alte Name Bournonit wurde indessen von v. L. Leonhard, Naumann <sup>9)</sup>

1) Charles Hatchett in Philos. Transact. 1804. pag. 64.

2) Jameson, System and Manual, vol. III, pag. 399.

3) Traité de crystallographie, tom. II, 408 and Traité de minéralogie. IV, 295.

4) Hoffmann H. B. IV, 1. S. 111.

5) Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper. 1795—1815.

6) Handbuch der Mineralogie. 1813. I. pag. 170, 173.

7) Physiologie (Vol. II). 1839. pag. 531.

8) Handbuch der best. Mineral. 1845. pag. 564 und Treatise on Mineralogy (Edinburgh, 1825). III. 5.

9) Lehrbuch der Mineralogie. 1828. pag. 593.

Beudant<sup>1)</sup>, Levy<sup>2)</sup> und anderen Mineralogen, aufrecht erhalten und ist in der neuern Zeit der allein gebräuchliche geworden<sup>3)</sup>.

Zippe<sup>4)</sup> benennt ihn neuerdings diprismatischer Endellionit. Glocker<sup>5)</sup> bildete dafür den Namen *Bournonites dystomus*.

Die Kapniker Bergleute kennen ihn unter dem Trivialnamen Rädelerz wegen seiner, den Speichen eines Rades ähnlichen Zwillingbildung.

Der erste, welcher das neuentdeckte Mineral einer chemischen Untersuchung unterwarf, war Charles Hatchett<sup>6)</sup>; er nannte es in dem am 26. Januar 1804 der königlichen Gesellschaft zu London vorgelesenen Bericht „Triple sulphuret of lead, antimony and copper“, und fand darin

Schwefel . . . . .	17
Antimon . . . . .	24·23
Blei . . . . .	42·62
Eisen . . . . .	1·20
Kupfer . . . . .	12·80
	<hr/>
	97·85

Die Differenz rührt, wie aus der weiter unten angeführten berechneten Zusammensetzung ersichtlich ist, vom Schwefel her; die übrigen Bestandtheile stimmen ungemein gut überein.

Nach Hatchett waren es Klaproth<sup>7)</sup> und Meissner<sup>8)</sup>, welche sich mit der Zusammensetzung des Bournonits beschäftigten. Nach den in neuerer Zeit angestellten Untersuchungen von H. Rose<sup>9)</sup>, Bromeis<sup>10)</sup>, Zincken<sup>11)</sup> und Rammelsberg<sup>12)</sup> besteht der Bournonit aus Schwefel, Antimon, Kupfer und Blei und

1) *Traité élem. de minéral.* 1832. II. pag. 433.

2) *Déscrip. d'une collect. de minér. formée p. M. Heuland.* 1838. II. 406.

3) Hausmann *Handbuch der Mineralogie.* 1847. II. 170; Phillips *Mineralogy* by Brooke and Miller 1852. 201; Dana, *a system of mineralogy* 1854. II, 80; Blum, *Lehrbuch der Oryktognosie* 1854, pag. 378; Dufrénoy, *Traité de Minéralogie* 1856. III. 239. Quenstedt, *Handb. der Mineralogie.* 1855. pag. 622.

4) *Die Charakteristik des naturhistorischen Mineralsystems.* Wien, 1859. pag. 213.

5) *Generum et specierum mineralium synopsis.* Halae, 1847. pag. 32.

6) *Philosophical Transactions* 1804. pag. 63.

7) *Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper.* IV. 83.

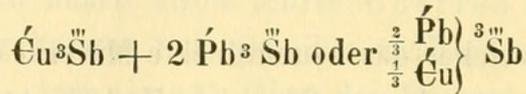
8) *Schweigger-Seidel's Journal.* XXVI. 79.

9) *Poggendorff's Annalen.* XV. 373.

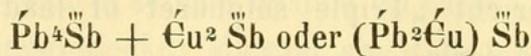
10) und 11) *Poggendorff's Annalen.* LXXVII. 251.

12) *Handbuch der Mineralchemie.* 80.

zwar verhalten sich die Schwefelmengen für Kupfer, Blei und Antimon wie 1 : 2 : 3; er enthält demzufolge 1 Atom Antimon, 2 Atome Kupfer, 2 Atome Blei, 6 Atome Schwefel und ist eine isomorphe Mischung von zwei Sulphosalzen, von 1 Atom Drittel Schwefelantimonkupfer und 2 Atomen Drittel-Schwefelantimonblei. Seine Formel ist nach Rammelsberg

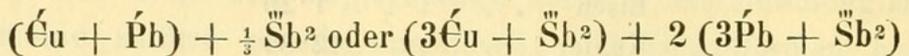


Naumann schreibt die Formel



Letztere, auch von Quenstedt angenommene Schreibweise gewährt den deutlichsten Überblick.

Dana führt an



Dufrénoy vermuthet in dem Bournonit 3 Atome Blei, 3 Atome Kupfer, 3 Atome Antimon und 9 Atome Schwefel und schreibt die Formel  $\text{Éu} + \text{Pb} + \text{Sb}$ .

Der oben angeführten Formel entspricht die Zusammensetzung

Schwefel . . . . .	19·72
Antimon . . . . .	24·71
Blei . . . . .	42·54
Kupfer . . . . .	13·03

In den zuverlässig erscheinenden neueren Analysen schwankt

der Gehalt an Schwefel von	17·8	bis	20·31
„ „ „ Antimon „	24·34	„	29·4
„ „ „ Blei „	38·9	„	42·88
„ „ „ Kupfer „	12·3	„	15·16

Einen kleinen Eisengehalt wiesen Klaproth, Kerl und Kuhlmann in den derben Bournoniten von der Grube Alter Segen bei Clausthal nach. Ein constanter Unterschied in der Zusammensetzung an den einzelnen Fundorten lässt sich aus den Analysen nicht ersehen. Die Zersetzungsproducte des Bournonits sind Antimonocher, Malachit und Kupfergrün.

Mit der schwankenden chemischen Zusammensetzung ist auch das specifische Gewicht des Bournonits Variationen unterworfen; im Allgemeinen beträgt es zwischen 5·70 und 5·86. Nachstehend sind einige Bestimmungen des specifischen Gewichtes von verschiedenen Vorkommnissen zusammengestellt.

Meiseberg bei Harzgerode <sup>1)</sup>:

tafelartig, hellbleigrau . . . . .	}	5·7262 Bromeis,
		5·703 Zinken,
		5·779 Rammelsberg.
mit vorherrschender Pyramide, schwärzlich	}	5·847 Bromeis,
		5·844 Zinken,
		5·863 Rammelsberg.
Wolfsberg am Harz mit vorherrschenden Hexaidflächen, schwärzlich <sup>1)</sup> . . . . .	}	5·8013 Bromeis,
		5·796 Zinken,
		5·726 Rammelsberg,
		5·857 Breithaupt <sup>2)</sup> .

Vom Halsbrückener Spath bei Frei- berg . . . . .	5·600 Breithaupt <sup>2)</sup> ,
Grube Kurprinz bei Freiberg . . . . .	5·733—5·752 Breithaupt <sup>2)</sup> ,
Wölch bei St. Gertraud in Kärnten	5·828 Kenngott <sup>3)</sup> ,
Rädelerz von Kapnik . . . . .	5·820 Breithaupt <sup>2)</sup> .

Cornvall . . . . .	5·79	} Dufrenoy <sup>4)</sup> .
Alais . . . . .	5·829	
Mexico . . . . .	5·845	
Servoz . . . . .	5·710	

Baranco Jaroso in Spanien

aus dem frischen Eisenspath . . . . .	5·839	} Breithaupt <sup>5)</sup> .
„ „ zu Brauneisenstein umgewandel- ten Eisenspath . . . . .	5·831	

1) Poggendorff's Annalen. LXXVII. 252.  
 2) Vollständige Charakteristik des Mineralsystems. 1832, pag. 270.  
 3) Mineralogische Notizen. XIV. Folge.  
 4) Traité de minéralogie. 1856. III. 232.  
 5) Breithaupt in Hartmann's Zeitschrift. VI. 67.

An einfachen Krystallen

- von Kapnik beobachtete ich . . . . . 5·766  
 „ Cornwall „ „ . . . . . 5·714  
 am Rädelerz von Kapnik beobachtete ich . 5·809

Die Farbe des Bournonit ist stahlgrau, dunkelbleigrau bis eisenschwarz, manchmal erscheint er bunt angelaufen, wo dann auf der frischen Bruchfläche die Farbe besser hervortritt. Die Härte beträgt 2·5—3 und scheint überall dieselbe zu sein.

Der Bournonit besitzt eine undeutliche Spaltbarkeit parallel der horizontalen Endfläche  $a$  (100), noch undeutlicher ist sie parallel den verticalen Endflächen  $b$  (010) und  $c$  (001). Miller führt Spuren von Spaltbarkeit an parallel der Prismenflächen  $o$  (011) und  $n$  (101).

Vor der Behandlung der krystallographischen Verhältnisse des Bournonits mögen in Folgendem sämtliche bis jetzt bekannte Fundorte desselben zusammengestellt werden; zugleich sind über das Vorkommen alle Angaben, welche mir zu Gebote standen, oder welche ich an den reichlich vertretenen Stücken zu machen Gelegenheit hatte, hinzugefügt.

Der Bournonit bricht auf Gängen im krystallinischen Schiefer- und Übergangsgebirge hauptsächlich mit Bleiglanz und Zinkblende aber auch mit Kupferkies, Antimonglanz und Fahlerz, begleitet von Quarz, Kalkspath, Braunspath und Eisenspath.

### England.

Cornvall: Grube Huel Boys im Kirchspiel Endellion, wo der Bournonit mit Antimonglanz, Kupferkies, Quarz und Schwerspath in solcher Menge bricht, dass er als Kupfererz gewonnen wird.

Nanslow. — St. Merryn bei Padstow. — Grube Budock Vean und andere in der Umgegend von Falmouth. — Grube Herodsfoot bei Liskeard, wo er derb und in einfachen Zwillingsgestalten mit Bleiglanz, Fahlerz, Zinkblende, Jamesonit, Schwerspath, Flussspath und gehacktem Quarz bricht; bisweilen hohle Bleiglanzkrystalle theilweise ausfüllend. Der Bournonit ist in Cornwall an die verhältnissmässig spärlichen, nordsüdlichen Bleigänge (cross courses) gebunden; auf den ostwestlichen Kupfer- und Zinngängen findet sich fast keine Spur.

Devonshire: Beeralstone <sup>1)</sup>. — Cumberland <sup>2)</sup>.

### Irland.

Auf der Bleigrube Cahirglissawn zwischen Gort und Kennare, Kerry (Greg und Lettsom).

### Deutschland.

Meiseberg und Pfaffenberg bei Neudorf auf dem Unterharz in oft faustgrossen Krystallen mit Antimonglanz, Quarz und Kalkspath. Wolfsberg bei Stollberg auf dem Harz mit Grauspiessglanz, Federerz, Zinkenit und Plagionit. — Buchsegen bei Zellerfeld mit Bleiglanz und Eisenspath. — Rosenhöfer Zug bei Clausthal; Gruben alter Segen und braune Lilie mit Rothgültigerz, Bleiglanz und Kalkspath. — Gross-Voigtsberg und Bräunsdorf bei Freiberg in Sachsen, krystallinische Partien, bisweilen in Schwerspath eingeschlossen. — Holzappel in Nassau. — Linz am Rhein. — Silberwiese bei Oberlahr im Sayn-Altenkirchenschen.

### Österreich <sup>3)</sup>.

Kärnten. Wölch bei St. Gertraud unweit Wolfsberg im Lavantthal <sup>4)</sup>. — Mähren. Domaschow, derb mit Bleiglanz, Kupferkies und Quarz. — Korozna (bei Pernstein, Brünnener Kreis) derb mit Quarz und Kalkspath (Kolenati, Mineral. Mährens, 1854). — Böhmen. Příbram. Die Krystalle sitzen gewöhnlich auf Eisenspath oder Quarz in kleinen meist mit Quarz ausgekleideten Drusenräumen und wurden früher theilweise für Stephanit gehalten. Reuss <sup>5)</sup> beobachtete folgende Paragenesen: 1. *a* derbe Blende; *b* körniger Bleiglanz;

1) Dieses Vorkommen, welches in mehreren Handbüchern erwähnt wird, ist in dem für Angabe englischer Fundorte ausgezeichneten „Manual of the mineralogy of Great Britain and Ireland by Greg and Lettsom“ nicht mehr aufgeführt.

2) In der I. Handsammlung des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetts findet sich (bezeichnet mit 1819, XVI. 17) von Partsch auf seiner Reise nach England daselbst gekauft, eine Gruppe von Bournonitkrystallen auf Zinkblende aufsitzend, als deren Fundort Cumberland angegeben wird. Näheres ist darüber nicht bekannt, keine andere Quelle erwähnt dieses Vorkommens.

3) V. R. v. Zepharovich, Mineralogisches Lexikon für das Kaiserthum Österreich. 1859.

4) Kennigott zeigte (Wien. Akad. XIII. 472), dass die Wölchit genannten Krystalle meist deutlich erkennbare Bournonit seien.

5) Wien. Akad. Berichte. XXII. 151.

*c* krystallisirter Eisenspath; *d* körniger Bournonit; 2. *a* derbe Blende; *b* körniger Eisenspath; *c* körniger Bournonit; *d* körniger Kalkspath; *e* Federerz. 3. *a* derber Bleiglanz; *b* derber und krystallisirter Quarz; *c* krystallisirter Bournonit; *d* krystallisirter Quarz. — Ungarn. Neusohl. Felsöbánya<sup>1)</sup>. Kapnik auf Erzgängen im Trachyt mit Fahlerz, Arsenikkies, Kupferkies, Zinkblende und Braunspath; häufig auf Quarz, der durch Mangan rosenroth gefärbt ist (roth mangan<sup>2)</sup>). — Siebenbürgen. Nagyag und Offenbánya.

#### Frankreich.

Grube Cendras bei Alais im Departement du Gard. — Ceilhes in den Cevennen auf einem Gang in Porphyry. — Cransac im Departement de l'Aveyron. — Barbecot in der Auvergne. — Pontgibaud (Puy de Dôme). — Servoz bei Chamouni in Savoyen.

#### Italien.

Brozzo in Piemont.

#### Spanien.

Baranco Jaroso in der Sierra Almagrera, theils in eingewachsenen undeutlichen Krystallen, theils in kleinen, derben und eingesprengten Partien (Breithaupt).

#### Mexico.

Guanaxuato mit Fahlerz, Kupferglanz, Malachit und Kalkspath.

#### Perù.

Potosi<sup>3)</sup>.

#### Sibirien.

(Nach Miller.)

Geht man nun zur Betrachtung der speciell krystallographischen Verhältnisse über, so ist vor Allem zu erwähnen, dass schon die ersten Beobachter das Krystallsystem des Bournonit als

<sup>1)</sup> Von diesem sonst nirgendwo erwähnten Fundort rührt das Stück 4881. 1849. XXI. 11. der I. Handsammlung; die Bournonite sitzen auf Quarz mit krystall. Kupferkies, davon theilweise bedeckt.

<sup>2)</sup> Das Porphyry genannte Gestein, in welchem die Gänge in Kapnik, sowie in Felsöbánya aufsetzen, ist nach v. Richthofen Trachyt und zwar dasjenige Glied, welches er Grünsteintrachyt nennt. Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, 1860. 2, p. 233 und 243.

<sup>3)</sup> Von diesem Fundort stammt Nr. 3535 der II. Handsammlung, bezeichnet mit 1837, III, 32.

rhombisch erkannten. Als Grundprisma werden fast allgemein die Flächen angenommen, welche in den Figuren mit dem Buchstaben *m* bezeichnet sind und eine Säule von  $86^{\circ}20'$  mit einander bilden.

Nur Gustav Rose betrachtet ein anderes Prisma als Grundgestalt. Um die Form des Bournonits mit Arragonit und Weissbleierz in Beziehung zu bringen, gibt er den Krystallen eine andere Aufstellung und wählt ein Prisma aus einer andern Zone (Miller's  $h = 023$ ) von  $64^{\circ}44'$  (nach Miller  $65^{\circ}2'$ ) zur Grundform, welche dadurch nahezu mit der des Arragonits ( $63^{\circ}44'$ ) und des Weissbleierz ( $62^{\circ}47'$ ) übereinstimmt. Er geht <sup>1)</sup> davon aus, dass CuS, PbS und AgS zu ersetzen im Stande sei; demgemäss vereinfache sich die Formel des Bournonits in eine solche, welche in Rücksicht der Atomzahl mit der des dunkeln Rothgültigerzes vollständig übereinstimme. Rose zeigt nun, dass Bournonit und Rothgültigerz, welche zwar in der Zusammensetzung mit einander übereinstimmen, aber eine ganz abweichende Form besitzen, bei Zugrundelegung seines neugewählten Grundprismas ihre vollständige Parallele in den heteromorphen Körpern Kalkspath und Arragonit finden, so zwar, dass sich Bournonit zu Rothgültigerz verhält, wie Arragonit zu Kalkspath.

Da indess, wenn man das nur in den seltensten Fällen auftretende Prisma Rose's als Grundprisma betrachtet, die abgeleiteten Indices der Flächen als sehr ungefüge Zahlenwerthe sich darstellen, so habe ich mich zwar seiner Aufstellungsweise angeschlossen, indem diese fast stets mit der Art und Weise übereinstimmt, in welcher die Krystalle aufgewachsen sind, und das Verhältniss der Axenlängen berücksichtigt, dagegen in dieser übereinstimmenden verticalen Säulenzone ein anderes Prisma und zwar das offenbar am häufigsten vorkommende als Grundprisma gewählt ( $o,011$ ), dessen Flächen einen Winkel von  $87^{\circ}26'$  bilden; dadurch bewegen sich die Indices in den niedrigsten Zahlen.

In der Wahl der Grundpyramide weichen die einzelnen Mineralogen von einander ab; wir begegnen zwei verschiedenen Grundpyramiden: 1. Miller, Naumann, Dana, Hausmann nehmen die Fläche *y* als Grundpyramide an, welche mit den 3 Endflächen *a b c* Winkel von  $57^{\circ}3'$ ,  $54^{\circ}33'$ ,  $52^{\circ}40'$  bildet. In der folgenden Darstellung habe ich diese Fläche als Grundpyramide gewählt.

<sup>1)</sup> Poggendorff's Annalen. 76, 291.

2. Mohs, Haidinger und Quenstedt nehmen eine andere Grundpyramide an, welche nur die halbe Axenlänge von  $c$  hat ( $u, 112$ ); sie bildet mit  $a, b, c$  Winkel von  $67^\circ 58'$ ,  $66^\circ 26'$   $33^\circ 15'$ .

Für die Axenlängen ( $a : b : c$ ) finden sich folgende Angaben: Naumann (Lehrbuch der Mineralogie 1828, p. 593) gibt an

$$1 : 0.938 : 0.892,$$

Dana

$$0.95618 : 1 : 1.0662,$$

was identisch ist mit  $1 : 0.9379 : 0.8968$ .

Miller und Brooke führen die Winkel

$$(110) (010) = 43^\circ 10'$$

$$(101) (001) = 41\ 54$$

an, woraus sich das Axenverhältniss ergibt

$$1 : 0.937969 : 0.897149.$$

Quenstedt gibt an

$$a : b = \sqrt{4.421} : \sqrt{5.025}$$

daraus folgt

$$2.24053 : 2.10245 : 1.$$

Quenstedt ertheilt der einen Axe nur die halbe Länge; auf unsere Grundgestalt bezogen verwandelt sich obiges Verhältniss in

$$1 : 0.9362 : 0.8926.$$

Sämmtliche Angaben zeigen eine ziemlich nahe Übereinstimmung.

Das annähernde Axenverhältniss, welches Mohs bei Zugrundelegung seiner Grundpyramide angibt, ist

$$1 : \sqrt{1.137} : \sqrt{0.226}$$

Dufrénoy drückt das Verhältniss der Prismenseite zur Prismenhöhe durch die Zahlen  $105 : 47$  aus, oder reducirt  $1 : 0.8952$  und bemerkt, dass das Verhältniss  $20 : 13$ , welches Levy dafür anführt, zweifelsohne ein irrthümlicher sei.

Genaue Messungen ergaben für Krystalle von Liskeard in Cornwall

$$(110) (010) = 43^\circ 15' 30''$$

$$(101) (001) = 41\ 57$$

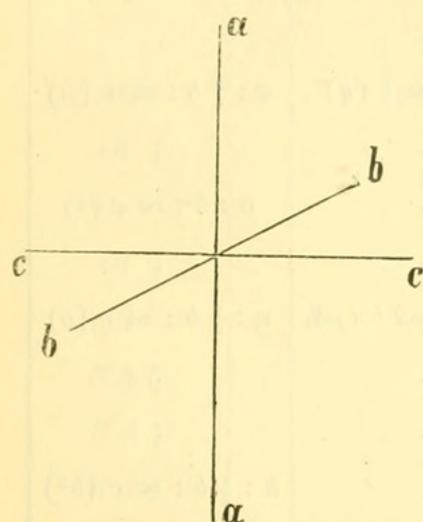
Daraus ergibt sich für diese Krystalle das Axenverhältniss

$$1 : 0.94098 : 0.898825$$

Der Bournonit ist durch sein Axenverhältniss ein merkwürdiger rhombischer Krystall, indem sich das Verhältniss der Parameter der Gleichung

$$b = \sqrt{ac}$$

nähert. Die Aufstellung der Krystalle geschah so, dass die verticale Richtung die der grössten Krystallaxe ( $a$ ), die Richtung von vorne



nach hinten die der mittlern ( $b$ ), die Richtung von rechts nach links die der kleinsten Krystallaxe ( $c$ ) ist. Bei der Bezeichnung der Flächen erhält die Endfläche der Axe den Buchstaben derselben; im Allgemeinen sind die Buchstaben Miller's beibehalten. In den Flächensymbolen beziehen sich die Indices der Reihe nach auf die grösste, mittlere und kleinste Krystallaxe, so dass also  $100 = a$ ,  $010 = b$ ,  $001 = c$ .

Bei dieser Bezeichnungsweise der Axen stimmt die Axe  $a$  überein mit der Axe  $c$  bei Rose, Dana, Miller und Quenstedt, die Axe  $b$  mit  $a$  bei Quenstedt und  $b$  bei Rose, Dana und Miller, die Axe  $c$  endlich mit  $b$  bei Quenstedt und  $a$  bei Rose Dana und Miller.

Die Schrift Philip Rasleigh's von Menabilly in Cornwall, welche zuerst den Bournonit erwähnt, und seine Krystallgestalt abbildet, war mir, ihrer Seltenheit in Deutschland halber, nicht zugänglich. Graf Bournon theilt in den Philosophical Transactions von 1804 mehrere Abbildungen des von ihm beschriebenen Minerals mit, aus denen erhellt, dass ihm ungefähr sechs Flächen mit Sicherheit bekannt waren, nämlich  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001)  $n$  (101), sodann eine Prismenfläche aus der Zone von  $c$  nach  $b$ , wahrscheinlich  $o$  (011) oder  $x$  (012); endlich eine Pyramidenfläche,  $u$  (112) oder  $y$  (111).

Alle früher bekannten Flächen sind nach den einzelnen Autoren, bei denen sie oft mit sehr abweichenden Bezeichnungen aufgeführt werden, in folgende Tabelle zusammengestellt, welche einestheils zur Übersicht, anderntheils zur raschern Orientirung in den verschiedenen mineralogischen Werken dienen soll.

Miller	Dana	Naumann	Quenstedt	G. Rose
001 (c)	0	OP (r)	$c : \infty a : \infty b (P)$	.
010 (b)	$i\bar{i}$	$\infty \bar{P} \infty (k)$	$a : \infty b : \infty c (M)$	.
100 (a)	$i\check{i}$	$\infty \check{P} \infty (s)$	$b \infty a : \infty c (T)$	.
014 (t)	$\frac{1}{4}\bar{i}$	.	.	.
012 (x)	$\frac{1}{2}\bar{i}$	.	$a : c : \infty b (q)$	$a : \frac{3}{4}b : \infty c (p)$
.	.	.	.	.
023 (h)	$\frac{2}{3}\bar{i}$	.	.	$a : b : \infty c (t)$
.	.	.	.	.
011 (o)	$1\bar{i}$	$\bar{P} \infty (o)$	$a : 2c : \infty b (p)$	$a : \frac{2}{3}b : \infty c (o)$
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
021 (z)	$2\bar{i}$	.	.	$a : \frac{1}{3}b : \infty c (b^5)$
120 (e)	$i\bar{2}$	.	$a : 2b : \infty c (e)$	$\frac{1}{3}b : c : \infty a (e)$
230 (l)	$i\frac{3}{2}$	.	.	.
110 (m)	I	$\infty P (d)$	$a : b : \infty e (d)$	$\frac{2}{3}b : c : \infty a (d)$
430 (w)	$i\frac{3}{4}$	.	.	.
.	.	.	.	.
210 (f)	$i2$	.	$2a : b : \infty c (f)$	$b \frac{3}{4}c : \infty a (f)$
101 (n)	$1\check{i}$	$\check{P} \infty (n)$	$b : 2c : \infty a (n)$	$\frac{4}{3}a : c : \infty b (n)$
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
111 (y)	1	.	$a : b : 2c (y)$	.
112 (u)	$\frac{1}{2}$	.	$a : b : c (o)$	.
121 (v)	$2\bar{2}$	.	.	.
122 (s)	$1\bar{2}$	.	.	.
.	.	.	.	.
314 (r)	$\frac{3}{4}\check{3}$	.	.	.
.	.	.	.	.

Hausmann	Mohs	Hartmann	Dufrénoy
A	$\bar{P}r + \infty (r)$	$a : \infty b : \infty e (r)$	P
B'	$P - \infty (k)$	$b : \infty a : \infty e (s)$	$h^1$
B	$\check{P}r + \infty (s)$	$e : \infty a : \infty b (k)$	$g^1$
.	.	.	$a^2 (?)$
AB'2	$\bar{P}r (p)$	$a : c : \infty b (p)$	.
AB' $\frac{7}{2}$	.	.	$a^2 (?)$
.	.	.	$a^1 ?$
AB' $\frac{4}{3}$	.	.	.
D'	$\bar{P}r - 1 (o)$	$2a : c : \infty b (o)$	$a \frac{1}{2}$
B'A $\frac{4}{5}$	.	.	$a \frac{1}{4}$
B'A $\frac{5}{7}$	.	.	.
B'A $\frac{1}{2}$	.	.	.
B'B 2	$Pr - 1 (e)$	$2b : c : \infty a (e)$	.
B'B $\frac{3}{2}$	.	.	$h^3$
E	$\check{P}r (d)$	$b : c : \infty a (d)$	.
.	$\frac{3}{4} \bar{P}r$	.	.
BB' $\frac{3}{2}$	.	.	.
BB' 2	$\check{P}r + 1 (f)$	$b : 2c : \infty a (f)$	.
D	$(\check{P} + \infty)^2 (n)$	$2a : b : \infty e (n)$	$e^1$
AB $\frac{4}{3}$	.	.	$e^2$
AB $\frac{1}{2}$	.	.	.
AB 8	.	.	.
P	$(\check{P}-1)^2 (y)$	$a : \frac{1}{2} b : \frac{1}{2} c (y)$	$b^1 (?)$
AE 2	$P (P)$	$a : b : c (P)$	$b \frac{1}{2}$
.	$(\bar{P}-1)^2$	.	.
.	.	.	.
AE $\frac{3}{2}$	.	.	.
.	.	.	.
AE $\frac{4}{3}$	.	.	.

Die meisten Flächen, 23 an der Zahl, gibt Hausmann an; darnach folgen Miller und Dana mit je 19 Flächen. Ausserdem führt Hausmann noch 2 Flächen an, nämlich  $AB'$  13 aus der Zone  $cb$  (0 1 13) und  $BA\frac{11}{12}$  (11 0 12) aus der Zone  $ac$ . Diese Flächen, deren Index eine ziemlich ungewöhnliche Form hat, dürften zweifelsohne an dem beim Bournonit so häufigen Zwillingungsverwachsungen zweier oder mehrerer Individuen beobachtet worden sein, und sind als hypothetische in Folgendem nicht weiter berücksichtigt worden. Die von Miller und Dana angeführten Flächen hatte ich mit alleiniger Ausnahme von  $t$  (014) sämtlich zu beobachten Gelegenheit. — Bezüglich der Flächenangaben Dufrénoy's ist Folgendes zu bemerken. Er gibt keine vollständige Aufzählung der Flächen, welche ihm bekannt sind, sondern er theilt nur die Winkel, welche einige derselben mit einander machen, mit. Diese Winkeltabelle ist durch zahlreiche Druckfehler und Ungenauigkeiten entstellt; so sind, um nur einige Beispiele anzuführen, die Neigungen von  $g'$  zu  $h'$  (nach den Figuren 100, 010) und von  $g'$  zu  $a'$  (010, 023), welche beide  $90^\circ$  betragen, als  $142^\circ 40'$  und  $160^\circ 50'$  angegeben.

Die Fläche  $a^{\frac{1}{4}}$  Dufrénoy's, mit  $c$   $49^\circ 50'$  bildend, ist ohne Zweifel dieselbe, welche Hausmann mit  $B'A\frac{4}{5}$  (054) bezeichnet ( $49^\circ 20'$  mit  $c$ ); ich habe diese Fläche niemals beobachtet.

Es ist ungewiss, ob Dufrénoy's  $a^2$  (mit  $c$   $15^\circ$ ) mit dem Miller'schen  $t$  und dem Dana'schen  $\frac{1}{4}i$  (014) (mit  $c$   $13^\circ 27'$ ) oder dem Hausmann'schen  $AB'\frac{7}{2}$  (027) (mit  $c$   $14^\circ 45'$ ) übereinstimmt; wahrscheinlich ist das letztere der Fall.

Das  $e^2$  Dufrénoy's (an Krystallen von Alais  $33^\circ 35'$ , von Pontgibaud  $33^\circ 28'$  mit  $c$  bildend) kommt wohl zweifelsohne mit der Fläche  $AB\frac{4}{3}$  Hausmann's (403) ( $33^\circ 13'$  mit  $c$ ) überein.

Es ist unklar, welche Fläche Dufrénoy unter  $e'$  versteht; er gibt den Winkel, den sie mit  $h'$  ( $b$  010) bildet, als  $136^\circ 9' = 43^\circ 51'$  an, obschon, da die Fläche jedenfalls der Zone  $ac$  angehört, der Winkel  $90^\circ$  betragen muss.

Ebenso ungewiss ist die Bedeutung von  $b'$ ;  $b'b'$  wird einmal als  $153^\circ 26'$ , ein anderesmal in derselben Tabelle als  $87^\circ 30'$  aufgeführt; vielleicht ist es  $y$  (111).

Während der Werth, den Dufrénoy für  $Pa'$  angibt ( $32^\circ 30'$ ) es unzweifelhaft macht, dass  $a'$  die Miller'sche Fläche  $h$  (023) ist, welche mit  $c$   $32^\circ 31'$  bildet, ist der Winkel, den Dufrénoy für  $h'a'$

(010) (023) angibt ( $56^{\circ}38'$ ), fehlerhaft, da er das Supplement zu  $90^{\circ}$  ( $57^{\circ}30'$ ) sein müsste.

Die Anzahl sämtlicher schon bekannter Flächen des Bournonits beläuft sich demgemäss auf neunundzwanzig; mir gelang es ausserdem eilf neue Flächen aufzufinden, nämlich:

Horizontale Prismen:	450 ( <i>k</i> )	}	an einem Krystall von Cornwall.
	310 ( <i>i</i> )		
	610 ( <i>d</i> )		
Verticales Prisma:	. . . 031 ( $\delta$ )		an einem Krystall von der Silberwiese bei Oberlahr.
Pyramiden:	. . . . . 212 ( $\pi$ )	}	an einem Krystall von Neudorf am Harz.
	211 ( $\rho$ )		
	436 ( $\omega$ )		
	414 ( $\lambda$ )		
	221 ( <i>g</i> )	}	an einem Krystall von der Silberwiese bei Oberlahr.
	311 ( <i>q</i> )		
	113 ( $\varphi$ )		

Bei der Beschreibung der Krystalle sind die Messungen, welche zum Zwecke der Ermittlung der Symbole angestellt wurden, mitgeteilt. Dadurch wird die Anzahl der bekannten Flächen auf vierzig erhöht und der Bournonit tritt in die Reihe der flächenreichsten Krystalle.

In folgender Tabelle sind sämtliche, nunmehr bekannte Flächen des Bournonits zusammengestellt mit denjenigen Symbolen, welche sie, auf die von mir gewählte Stellung der Axen bezogen, nach der Bezeichnungsweise von Miller, Naumann, Weiss und Dana erhalten; in der ersten Columne sind die Buchstaben angegeben, welche zur Abkürzung bei den Zeichnungen angewandt wurden. Diejenigen Flächen (Hausmann's), welche ich nicht selbst beobachtet habe, sind mit einem Sternchen bezeichnet.

Miller	Naumann	Weiss	Dana
$a$ 100	$OP$	$a : \infty b : \infty c$	$O$
$b$ 010	$\infty \dot{P} \infty$	$\infty a : b : \infty c$	$i \dot{i}$
$c$ 001	$\infty \bar{P} \infty$	$\infty a : \infty b : c$	$i \bar{i}$
$t$ 014	$\infty \bar{P} 4$	$\infty a : 4b : c$	$i \bar{4}$
* $\psi$ 027	$\infty \bar{P} \frac{7}{2}$	$\infty a : 7b : 2c$	$i \sqrt{\frac{7}{2}}$
$x$ 012	$\infty \bar{P} 2$	$\infty a : 2b : c$	$i \sqrt{2}$
$h$ 023	$\infty \bar{P} \frac{3}{2}$	$\infty a : 3b : 2c$	$i \sqrt{\frac{3}{2}}$
* $k$ 034	$\infty \bar{P} \frac{4}{3}$	$\infty a : 4b : 3c$	$i \sqrt{\frac{4}{3}}$
$o$ 011	$\infty P$	$\infty a : b : c$	$I$
* $\sigma$ 054	$\infty \dot{P} \frac{5}{4}$	$\infty a 4b : 5c$	$i \sqrt{\frac{5}{4}}$
* $\tau$ 075	$\infty \dot{P} \frac{7}{5}$	$\infty a : 5b : 7c$	$i \sqrt{\frac{7}{5}}$
$z$ 021	$\infty \dot{P} 2$	$\infty a : b : 2c$	$i \sqrt{2}$
$\delta$ 031	$\infty \dot{P} 3$	$\infty a : b : 3c$	$i \sqrt{3}$
$e$ 120	$2 \dot{P} \infty$	$2a : b : \infty c$	$2 i$
$l$ 230	$\frac{3}{2} \dot{P} \infty$	$3a : 2b : \infty c$	$\frac{3}{2} i$
$k$ 450	$\frac{5}{4} \dot{P} \infty$	$5a : 4b : \infty c$	$\frac{5}{4} i$
$m$ 110	$\dot{P} \infty$	$a : b \infty c$	$1 i$
$w$ 430	$\frac{3}{4} \dot{P} \infty$	$3a : 4b : \infty c$	$\frac{3}{4} i$
* $\alpha$ 320	$\frac{2}{3} \dot{P} \infty$	$2a : 3b : \infty c$	$\frac{2}{3} i$
$f$ 210	$\frac{1}{2} \dot{P} \infty$	$a : 2b : \infty c$	$\frac{1}{2} i$
$i$ 310	$\frac{1}{3} \dot{P} \infty$	$a : 3b : \infty c$	$\frac{1}{3} i$
$d$ 610	$\frac{1}{6} \dot{P} \infty$	$a : 6b : \infty c$	$\frac{1}{6} i$
* $\beta$ 801	$\frac{1}{8} \bar{P} \infty$	$a : \infty b : 8c$	$\frac{1}{8} \bar{i}$
* $\gamma$ 302	$\frac{2}{3} \bar{P} \infty$	$2a : \infty b : 3c$	$\frac{2}{3} \bar{i}$
* $\nu$ 403	$\frac{3}{4} \bar{P} \infty$	$3a : \infty b : 4c$	$\frac{3}{4} \bar{i}$
$n$ 101	$\bar{P} \infty$	$a : \infty b : c$	$\bar{i}$
$y$ 111	$P$	$a : b : c$	$1$
$u$ 112	$2 \bar{P} 2$	$2a : 2b : c$	$2 \bar{2}$
$\varphi$ 113	$3 \bar{P} 3$	$3a : 3b : c$	$3 \bar{3}$
$v$ 121	$2 \dot{P} 2$	$2a : b : 2c$	$2 \dot{2}$
$s$ 122	$2 P$	$2a : b : c$	$2$
$\pi$ 212	$\bar{P} 2$	$a : 2b : c$	$1 \bar{2}$
$\rho$ 211	$\frac{1}{2} P$	$a : 2b : 2c$	$\frac{1}{2} c$
$g$ 221	$\dot{P} 2$	$a : b : 2c$	$1 \dot{2}$
$p$ 223	$\bar{P} \frac{3}{2}$	$3a : 3b : 2c$	$1 \sqrt{\frac{3}{2}}$
$q$ 311	$\frac{1}{3} P$	$a : 3b : 3c$	$\frac{1}{3} c$
$r$ 314	$\frac{4}{3} \bar{P} 4$	$4a : 12b : 3c$	$\frac{4}{3} \bar{4}$
* $\chi$ 334	$\bar{P} \frac{3}{4}$	$4a : 4b : 3c$	$1 \sqrt{\frac{3}{4}}$
$\lambda$ 414	$\bar{P} 4$	$a : 4b : c$	$1 \bar{4}$
$\omega$ 436	$\frac{2}{3} \bar{P} 2$	$3a : 4b : 2c$	$\frac{2}{3} \bar{2}$

In Taf. VII ist eine Übersicht über alle bis jetzt bekannten Flächen nach ihren Polpunkten mit ihrem Zonenverbande in der Neumann'schen Kugelprojectionsmethode gegeben; die Flächen sind mit den ihnen entsprechenden Indices versehen.

Es ergibt sich von selbst, dass unter diesen Flächen mit Rücksicht auf die Häufigkeit ihres Auftretens ein grosser Unterschied obwaltet; während einige höchst selten beobachtet werden, fehlen andere wieder an fast keinem Krystall; als diejenigen Flächen, welche durchweg am häufigsten die Krystallformen begrenzen, sind zu bezeichnen: —  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $n$  (101),  $o$  (011),  $x$  (012),  $y$  (112),  $u$  (112).

Es sind also diejenigen Flächen, welche die einfachsten Indices besitzen.

Die Endflächen der Axen fehlen fast nie; aus der Zone von  $a$  nach  $b$  ist  $m$  (110) entschieden am häufigsten; wenn noch eine Fläche neben  $m$  auftritt, so ist es meist  $f$  (210); diese Zone zeigt aber unter allen den grössten Flächenreichthum; die später zu erwähnenden Krystalle von der Silberwiese bei Oberlahr und von der Grube Herodsfoot bei Liskeard in Cornwall besitzen häufig 5, bisweilen sogar 7 — 8 Flächen in dieser Zone auf das schönste ausgebildet. In der Zone von  $b$  nach  $c$  sind es meist  $o$  (011) und  $x$  (012), welche auftreten, vorwiegend ersteres; mehr als zwei Säulenflächen wurden niemals beobachtet. In der Zone von  $c$  nach  $a$  erscheint fast stets nur  $n$  (101) allein. Unter den Pyramiden zeigen sich hauptsächlich  $y$  (111) und  $u$  (112) vorzüglich ersteres entwickelt. Im allgemeinen scheint mit wenigen Ausnahmen festzustehen, dass sich der grössere Flächenreichthum an den kleineren, oft nur stecknadelkopfgrossen Krystallen findet. Krystalle mit mehr als zehn Flächen gehören schon zu den Seltenheiten; die grösste Anzahl von Flächen, welche an einem Krystall beobachtet wurden, beläuft sich auf fünfzehn; er stammt von Neudorf am Harz.

Die Beobachtungen über die Beschaffenheit der Flächen, ob sie glänzend, matt, glatt oder gestreift seien, führten auf keine Ergebnisse, denen eine allgemeine Giltigkeit oder Constanz zukommt. Auffallende Erscheinungen dieser Art sind bei der später folgenden genauen Beschreibung der einzelnen Stücke angegeben.

Über die Winkelwerthe des Bournonits finden sich bei den einzelnen Autoren zum Theil zahlreiche abweichende Angaben. Diese

Differenzen mögen sowohl in der rauhen oder matten Beschaffenheit mancher Flächen, welche eine genaue Messung nicht gestatten, als auch in einer wirklichen Verschiedenheit der Winkel an den einzelnen Fundorten ihren Grund haben. Dass wirklich unter Krystallen von verschiedenen Fundorten Abweichungen in den Winkeln existiren, ist eine bei anderen Mineralien mit solcher Sicherheit festgestellte Thatsache, dass es keineswegs auffallend sein kann, wenn auch bei dem Bournonit genaue Messungen solche Differenzen ergeben, um so weniger als die chemische Zusammensetzung ebenfalls an den einzelnen Fundorten nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterliegt. Dufrenoy hat zahlreiche Messungen der Winkel von sechs Fundorten ausgeführt und es hat sich herausgestellt, dass sehr wenige davon überall einen constanten Werth besitzen. Analoge Abweichungen lassen meine Winkelmessungen erkennen. Interessant würde in dieser Hinsicht ein Vergleich zwischen der chemischen Zusammensetzung und den Resultaten der Winkelmessungen gewesen sein, allein die von mir gemessenen Krystalle waren einestheils zu klein, um zu einer Analyse hinreichendes Material darzubieten, andernteils zu schön, um sie derselben zum Opfer zu bringen.

Folgende Messungen sind mit einem, im Besitze des k. k. physikalischen Instituts befindlichen, ausgezeichneten Oertling'schen Goniometer ausgeführt, welches mit zwei Fernröhren versehen war. Die Angaben sind die Mittel aus zahlreichen Repetitionen und Wiederholungen. Zu den zu messenden Krystallen wurden nur solche verwandt, welche vollkommen glatte und spiegelnde Flächen besaßen.

Krystall von Kapnik in Siebenbürgen:

$$(001) (101) = 41^{\circ}52'$$

$$(001) (112) = 39 \ 11$$

berechnet daraus für  $(001) (111) = 52^{\circ}36'$ .

Krystall von Liskeard in Cornwall:

$$(001) (101) = 41^{\circ}57'$$

$$(100) (110) = 46 \ 44 \cdot 30$$

Ein anderer Krystall ebendaher:

$$(001) (101) = 42^{\circ}1'$$

Krystall von der Silberwiese bei Oberlahr :

$$(001) (111) = 52^{\circ}37'$$

$$(010) (011) = 46 \quad 22$$

$$(100) (110) = 46 \quad 48$$

Ein anderer Krystall ebendaher:

$$(001) (111) = 52^{\circ}40'.$$

Die gemessenen Krystalle stammen aus der Krystallsammlung des k. k. Hof-Mineraliencabinets. Nachstehend sind diejenigen Abweichungen mitgetheilt, welche sich bei den einzelnen Autoren in der Angabe der Werthe der Hauptwinkel aus jeder Zone finden. Die Winkelangaben Miller's, Naumann's und Dana's stimmen vollkommen überein; ebenso sind die von Mohs, Haidinger, Hartmann, Quenstedt und Gust. Rose identisch.

*ma*, (110) (100) bei Miller  $46^{\circ}50'$ , bei Breithaupt  $46^{\circ}26'$ , fand Dufrénoy an Krystallen von Cornwall zu  $47^{\circ}$ , an solchen von Kapnik zu  $47^{\circ}10'$ .

*mb*, (110) (010) bei Miller  $43^{\circ}10'$  fand Dufrénoy an Krystallen von Cornwall zu  $43^{\circ}12'$ ; diese Messung ergänzt sich nicht mit derjenigen von *ma* der vorhergehenden cornischen Krystalle zu  $90^{\circ}$ .

*oc*, (011) (001) bei Miller  $43^{\circ}43'$  gibt Quenstedt (mit Mohs, Haidinger, Rose) zu  $43^{\circ}34'$  an. Hausmann führt dafür  $42^{\circ}57'$  an. Dufrénoy beobachtete für diesen Winkel an cornischen Krystallen  $43^{\circ}30'$ .

*hc*, (023) (001) bei Miller  $32^{\circ}31'$  fand Dufrénoy an Krystallen von Alais zu  $33^{\circ}30'$ , von der Silberwiese bei Oberlahr zu  $33^{\circ}28'$ , von Pontgebaud zu  $33^{\circ}19'$ ; bei diesen Krystallen muss also auch *oc* einen von dem der vorhergehenden Krystalle abweichenden Werth besitzen.

*nc*, (101) (001) bei Miller  $41^{\circ}54'$  hat bei Hausmann den Werth  $41^{\circ}7'$ , bei Quenstedt (ebenso bei Rose, Mohs und Hartmann)  $41^{\circ}45'$ .

*na*, (101) (100) bei Miller  $48^{\circ}6'$ , bei Breithaupt  $48^{\circ}15'$ , fand Dufrénoy an Krystallen von Cornwall zu  $46^{\circ}10'$  eine bedeutende Abweichung; es ist vielleicht ein Druckfehler.

*ya*, (111) (100) bei Miller  $57^{\circ}3'$  gibt Mohs zu  $57^{\circ}37'$  an.

*yb*, (111) (010) bei Miller  $54^{\circ}33'$  hat bei Mohs den Werth  $54^{\circ}38'$ .

*yc*, (111) (001) bei Miller  $52^{\circ}40'$  führen Rose und Quenstedt zu  $52^{\circ}31'$  an; ersterer macht darauf aufmerksam, dass dieser Winkel bei Mohs den irrthümlichen Werth von  $57^{\circ}31'$  besitzt, welcher mit den übrigen Winkelangaben von Mohs nicht übereinstimmt.

*ua*, (112) (100) bei Miller  $67^{\circ}58'$ , ist nach Hausmann  $68^{\circ}24'$ .

*ub*, (112) (010) bei Miller  $66^{\circ}26'$  gibt Hausmann zu  $66^{\circ}54'$ , Mohs zu  $66^{\circ}31'$  an. Dufrénoy fand diesen Winkel an cornischen Krystallen zu  $66^{\circ}$ .

*uc*, (112) (001) bei Miller  $33^{\circ}15'$  hat nach Hausmann den Werth von  $32^{\circ}33'$ , nach Mohs den von  $33^{\circ}6'$ . Dufrénoy beobachtete diesen Winkel an Krystallen von Cornwall zu  $33^{\circ}12'$ , an Krystallen von Servoz in Piemont zu  $32^{\circ}58'$ .

In Folgendem theile ich eine Zusammenstellung von Winkeln (der Flächennormalen) mit, welche aus den Zonenverhältnissen berechnet wird. An der Hand dieser Tabelle kann man sich mit einigen gemessenen Winkeln an den Krystallen leicht zurecht finden. Als Grundlage der Berechnung sind, um die Differenzen in den verschiedenen Winkelbestimmungen einigermaßen auszugleichen, die Angaben Miller's gewählt, weil diese nahezu das Mittel der einzelnen abweichenden Messungen darstellen. Es folgen zuerst in einer schematischen Übersicht die Winkel, welche sämmtliche von mir beobachtete Flächen mit den Endflächen der Axen, den drei Haupt-Prismen und der Hauptpyramide bilden; daran schliesst sich die Angabe anderer Winkel, welche zur weitem Orientirung an den Krystallen dient.

	<i>a</i> (100)	<i>b</i> (010)	<i>c</i> (001)	<i>o</i> (011)	<i>m</i> (110)	<i>n</i> (101)	<i>y</i> (111)
<i>t</i> (014)	$90^{\circ}$	$76^{\circ}33'$	$13^{\circ}27'$	$30^{\circ}16'$	$79^{\circ}14'$	$43^{\circ}37'$	$43^{\circ}33'$
<i>x</i> (012)	90	64 27	25 33	18 10	71 40	47 49	37 7
<i>h</i> (023)	90	57 29	32 31	11 12	63 38	50 7	34 35
<i>o</i> (011)	90	46 17	43 43	87 26	59 44	43 6	32 57
<i>z</i> (021)	90	27 36	62 24	18 31	49 44	69 50	37 17
<i>δ</i> (031)	90	19 13	70 47	27 4	46 28	75 49	41 39
<i>e</i> (120)	64 52	25 8	90	51 16	18 2	73 31	40 53
<i>l</i> (230)	57 59	32 1	90	53 41	11 9	69 16	38 44
<i>k</i> (450)	53 7	36 53	90	56 27	6 17	66 22	37 49

	<i>a</i> (100)	<i>b</i> (010)	<i>c</i> (001)	<i>o</i> (011)	<i>m</i> (110)	<i>n</i> (101)	<i>y</i> (111)
<i>m</i> (110)	46°50	43°10	90°	59°44	86°20	62°49	37°20
<i>w</i> (430)	38 39	51 21	90	64 26	8 11	58 34	38 6
<i>f</i> (210)	28 4	61 56	90	71 2	18 46	53 54	41 11
<i>i</i> (310)	19 34	70 26	90	76 37	27 16	51 0	45 2
<i>d</i> (610)	10 5	79 55	90	83 4	36 45	48 53	49 25
<i>n</i> (101)	48 6	90	41 54	57 28	62 49	83 47	35 27
<i>y</i> (111)	57 3	54 33	52 40	32 57	37 20	35 27	—
<i>u</i> (112)	67 58	66 26	33 15	28 16	56 45	29 12	19 25
$\varphi$ (113)	74 6	73 1	23 36	29 45	66 24	30 7	29 4
<i>v</i> (121)	67 26	35 5	64 40	28 53	30 45	54 55	19 28
<i>s</i> (122)	72 3	48 54	46 34	17 57	45 20	44 16	25
$\pi$ (212)	51 1	70 24	45 29	42 23	47 41	19 36	15 51
$\rho$ (211)	37 39	63 3	63 42	52 11	31 55	30 58	19 24
<i>g</i> (221)	50 16	46 3	69 8	43 11	20 52	47 5	16 28
<i>p</i> (223)	63 11	60 19	41 10	28 54	48 50	30 39	11 30
<i>q</i> (311)	27 13	71 34	70 42	62 47	32 58	32 53	29 50
<i>r</i> (314)	56 49	78 47	35 31	43 43	58 6	13 45	24 6
$\lambda$ (414)	48 55	79 43	42 53	49 23	54 44	10 17	25 18
$\omega$ (436)	61 39	67 41	37 26	33 15	51 49	62 49	19 1

(001) (027) = 15 17	(012) (210) = 78 42
(001) (034) = 35 39	(012) (101) = 47 49
(001) (054) = 49 5	(012) (112) = 22 2
(001) (075) = 53 14	(012) (121) = 41 13
(010) (027) = 74 43	(012) (122) = 26 20
(010) (034) = 54 21	(012) (314) = 35 5
(010) (054) = 40 55	(012) (312) = 38 59
(010) (075) = 36 46	(012) (436) = 28 21
(001) (801) = 82 4	(120) (014) = 77 51
(001) (302) = 53 23	(120) (023) = 56 32
(001) (403) = 50 5	(120) (021) = 36 39
(010) (801) = 7 56	(120) (230) = 6 53
(010) (302) = 36 37	(120) (430) = 25 13
(010) (403) = 39 55	(120) (210) = 36 48
(100) (320) = 35 24	(120) (112) = 58 35
(010) (320) = 54 36	(120) (021) = 25 20
(012) (014) = 12°6	(120) (022) = 43 26
(012) (023) = 6 58	(430) (012) = 74 22
(012) (021) = 36 41	(430) (023) = 67 39
(012) (120) = 67 1	(430) (021) = 55 24
(012) (230) = 76 47	(430) (230) = 19 20
(012) (430) = 74 22	(430) (121) = 35 9

(210) (014) = 83 43	(112) (436) = 6 19
(210) (023) = 73 21	(121) (014) = 52 40
(210) (230) = 29 55	(121) (023) = 36 41
(210) (121) = 43 38	(121) (021) = 22 34
(210) (122) = 54 23	(121) (230) = 26 11
(112) (014) = 24 59	(121) (122) = 18 6
(112) (023) = 83°33	(121) (221) = 17 10
(112) (021) = 41 59	(122) (014) = 34 35
(112) (230) = 57 27	(122) (023) = 21 4
(112) (314) = 15 27	(122) (230) = 43 53
(112) (221) = 35 32	(314) (014) = 33 11
(112) (223) = 7 55	(314) (023) = 37 43

Mit Berücksichtigung der Ausbildung und Form der Krystalle lassen sich die vorkommenden Gestalten leicht in drei, ziemlich in ihrem Aussehen von einander abweichende Gruppen bringen, zwischen denen Mitteltypen verhältnissmässig selten sind. Die Verschiedenheit der Form mit der Verschiedenheit des Fundortes dabei in irgend eine Beziehung zu bringen, gelingt nicht, indem jeder derselben eine grosse Mannigfaltigkeit von Formen der abwechselnden Gestaltung zeigt. Kaum dass man für einen Fundort denjenigen Habitus anzugeben vermag, der vorwaltend dort vertreten ist.

Die drei Ausbildungsformen sind:

I. Habitus. Krystalle, deren Umriss einem rechteckigen Prisma gleicht; die Flächen 100, 010, 001 sind ziemlich im Gleichgewicht und treten scharf hervor. Unter den Bournoniten aus Cornwall und von der Silberwiese bei Oberlahr ist diese Form eine der gewöhnlichsten.

II. Habitus. Der allgemeine Umriss der Krystalle ist der einer breiten quadratischen Säule mit oktaëdrischer Zuspitzung; die Endfläche  $a$  erscheint als kleines Quadrat oder Rechteck, nur selten verschwindet sie ganz; die Flächen  $m$  (110) und  $n$  (101) sind scheinbar im Gleichgewicht und sehr ausgedehnt; dergleichen  $b$  (010) und  $c$  (001).

III. Habitus. Krystalle, welche durch Verkürzung der Axe  $c$  und Ausdehnung der Fläche  $c$  (001) die Gestalt einer platten aufrechten Tafel besitzen, an der aber stets die Endfläche  $a$  (100) auftritt; die übrigen Flächen, von denen  $b$  (010) fast nie fehlt, sind sehr schmal.

Diesen verschiedenen Ausbildungsweisen der einzelnen Krystalle reihen sich die Zwillingsgestalten, welche besonderes Interesse

erregen und diejenigen Formen an, welche durch regelmässige oder unregelmässige Verwachsung zahlreicher Individuen hervorgebracht sind.

Bei vielen der meistens sehr kleinen sehr häufig nur stecknadelkopfgross ausgebildeten Krystallen ist es nicht so leicht, sich augenblicklich über die Aufstellung und Flächenbezeichnung klar zu werden; die verschiedenen verticalen und horizontalen Prismen sind meistens, die Endflächen häufig sehr im Gleichgewicht, dazu liefert die Beschaffenheit der Flächen weder durch charakteristische Gestreiftheit, Rauheit noch durch Glätte irgend welche Anhaltspunkte, so dass in den meisten Fällen erst die Messung zahlreicher Winkel den gewünschten Aufschluss gibt. Auch diese selbst muss mit ziemlicher Genauigkeit vor sich gehen, da, wie ein Blick auf die vorhergehende Tabelle lehrt, manche Winkel der gerade am häufigsten auftretenden Flächen naheliegende Werthe besitzen, z. B. (100) (101), (010) (110), (001) (101).

Die vorzüglichsten der von Andern und mir beobachteten Krystallgestalten sind in den angehängten Tafeln dargestellt. Die Zeichnungen wurden im k. k. Hof-Mineralien cabinet durch den Lithographen der k. k. Hof- und Staatsdruckerei Herrn Andreas Obsieger mit ungemeiner Kunstfertigkeit und Sorgfalt nach meinen Skizzen construiert und lithographirt.

In der nachfolgenden Aufzählung der einzelnen interessanteren Formen, in welchen der Bournonit erscheint, ist, um eine spätere Vergleichung oder Controle ausführen zu können, bei den dem Hof-Mineralien cabinet angehörenden Krystallen Sammlung und Nummer angegeben, in und unter welcher sie sich dort vorfinden. Hauptsächlich sind die Krystalle von Siebenbürgen, Cornwall, dem Harz und Oberlahr in sehr zahlreichen und schön ausgebildeten Exemplaren dort vertreten.

### Habitus I.

Fig. 1. *a* (100), *b* (010), *c* (001), *n* (101).

„ 2. *a* (100), *b* (010), *c* (001), *n* (101), *m* (110).

„ 3. *a* (100), *b* (010), *c* (001), *o* (011), *m* (110), *n* (101).

„ 4. *a* (100), *b* (010), *c* (001), *f* (210), *m* (110), *n* (101).

„ 5. *a* (100), *b* (010), *c* (001), *m* (110), *o* (011).

Fig. 6.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $l$  (230),  $o$  (011),  
 $x$  (012),  $y$  (111).

Fig. 1 bildet schon Graf Bournon von cornischen Krystallen ab. Levy führt sie in seinem Atlas unter Fig. 3 auf.

Fig. 2 findet sich in zahlreichen, 1'' grossen zierlichen Krystallen mit gelbrothen Zinkblendekrystallen und stellenweise aufsitzenden Schwerspathtafeln auf dem Handstück  $\frac{5.8}{2.9}$  der Hauptsammlung von Kapnik.

Fig. 3 ebenfalls eine Combination von Kapnik ist Dufrénoy (Fig. 275) entnommen.

Fig. 4 dergleichen von Kapnik auf Quarz mit Zinkblende, in der I. Handsammlung (mit 1828 XL 154 bezeichnet).  $a$  (100) sehr stark glänzend, parallel der Combinationskante mit  $m$  (110) feinst gestreift,  $c$  (001) etwas drusig. Ganz ähnliche Krystalle finden sich auf Nr. 3535  $a$  der II. Handsammlung (1851, I. 47).

Fig. 5 und Fig. 6 bildet Dufrénoy (Fig. 281 und 283 ab); der Fundort ist nicht angegeben.

Fig. 7.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110)  $f$  (210),  $o$  (011).  
„ 8.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $o$  (011),  $n$  (101).  
„ 9.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $n$  (101),  $y$  (111).  
„ 10.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $n$  (101),  $y$  (111),  
 $u$  (112).

Fig. 7 ein grosser Krystall von Neudorf am Harz, auf dem Handstück  $\frac{5.8}{5.0}$  der Hauptsammlung mit Eisenspath auf Quarz sitzend, theilweise mit Kupferkies überzogen; durch die Ausdehnung von  $c$  (001) nach der Axe  $a$  und die Verkürzung von  $b$  (010) nach der Axe  $c$  nähert sich diese Form einigermaßen dem Habitus III.

Fig. 8 ebenfalls vom Harz herstammend, eine ähnliche Form theilt Quenstedt von Bräunsdorf bei Freiberg mit.

Fig. 9 ein  $\frac{1}{2}$ '' grosser Krystall von Cornwall aus der Krystallsammlung;  $a$  (100) wie immer glänzend,  $b$  (010) wenig horizontal gestreift,  $c$  (001) etwas rauh,  $m$  (110) ziemlich spiegelnd. Eine ganz ähnliche Gestalt haben kleine stark glänzende Krystalle von Nagyag in Siebenbürgen, auf Rothmangan aufsitzend (aus der I. Handsammlung, bezeichnet mit 1860, XV. 17); dieses interessante

Handstück ist mit einer Unzahl von kleinen zierlichen Krystallen übersät, welche theils zwei, in ihrem Habitus gänzlich verschiedenen Ausbildungsformen angehören, theils nach zwei verschiedenen Gesetzen verwachsene Zwillinge darstellen.

Fig. 10 Krystall von Nagyag aus der Krystallsammlung. Fläche  $b$  (010) horizontal gestreift,  $a$  (100) und  $m$  (110) glänzend.

Fig. 11.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $o$  (011),  $n$  (101),  $u$  (112).

„ 12.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $n$  (101),  $o$  (011),  
 $y$  (111),  $u$  (112).

„ 13.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $l$  (230),  $o$  (011),  
 $n$  (101),  $y$  (111),  $u$  (112).

„ 14.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $l$  (230),  $e$  (120),  
 $n$  (101),  $o$  (011),  $y$  (111),  $u$  (112).

„ 15.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $l$  (230),  $e$  (120),  
 $n$  (101),  $x$  (012),  $o$  (011),  $y$  (111),  $u$  (112).

Fig. 11, ein Krystall von Kapnik ist Levy (Fig. 7) entnommen, Fig. 12 findet sich ebenfalls bei Levy (Fig. 9); der Krystall stammt von Servoz in Piemont. Fig. 13, 14 und 15 sind Krystalle von Endellion in Cornwall; sie sind Levy's Atlas (Fig. 10, 11, 12) entlehnt. Eine der Fig. 15 ganz ähnliche Form gibt Dana.

Fig. 16.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $d$  (610),  $i$  (310),  $f$  (210),  
 $w$  (430),  $m$  (110),  $k$  (450),  $l$  (230),  $e$  (120),  $n$  (101),  
 $o$  (011).

Ein ausgezeichnete Krystall wahrscheinlich von der Grube Herodsfoot bei Liskeard, aus der Krystallsammlung, unten und auf der Rückseite verbrochen; die Zone  $ab$  ist mit grossem Flächenreichthum entwickelt; acht horizontale Prismenflächen alle deutlich ausgebildet und auf das Vollkommenste spiegelnd, treten darin auf, darunter wurden drei, nämlich  $k$  (450),  $i$  (310),  $d$  (610) an diesem Exemplar zuerst aufgefunden. Ihre Indices ergeben sich einfach aus den nachstehenden Winkelmessungen. Von den Prismen sind  $m$  (110),  $f$  (210) und  $l$  (230) vorwiegend entwickelt.

Die Messungsdaten der ganzen Zone  $ba$  sind:

	Gemessen	Berechnet
(010) (120), <i>e</i>	25°	25° 8
(010) (230), <i>l</i>	31	32 1
(010) (450), <i>k</i>	37	36 53
(010) (110), <i>m</i>	43	43 10
(010) (430), <i>v</i>	51	51 21
(010) (210), <i>f</i>	61	61 56
(010) (310), <i>i</i>	70	70 26
(010) (610), <i>d</i>	80	79 55
(010) (100), <i>a</i>	89 1/2	90

Fig. 17. *a* (100), *b* (010), *c* (001), *m* (110), *f* (210), *x* (012),  
*n* (101), *y* (111), *u* (112), *s* (122), *p* (223), *w* (436),  
 $\pi$  (212),  $\lambda$  (414),  $\rho$  (211).

Einer der schönsten Krystalle in der Hauptsammlung unter  $\frac{5}{3}$  aufbewahrt; er stammt von Neudorf am Harz, ist bleigrau, unten und an einer Seite wenig verbrochen; er ist nach der Axe *a*  $1\frac{3}{4}$ '' hoch, nach *b*  $1\frac{2}{3}$ '' lang, nach *c*  $1\frac{1}{4}$ '' dick; auf der einen Seite ist er hier und da mit Eisenspathrhomboëdern besetzt. Sämmtliche Flächen sind gross und deutlich entwickelt; Fläche *a* (100) ist glänzend. Sehr gross ist der Reichthum dieses Krystalls an Pyramiden; ausser den gewöhnlichen *y* (111) und *u* (112) treten die seltenen *p* und *s* und sodann die vier Flächen  $\pi$ ,  $\lambda$ ,  $\rho$  und  $\omega$  auf, welche an diesem Krystall zuerst und einzig beobachtet wurden. Die Indices der neuen Flächen folgen sowohl aus dem Zonenverband als aus den Messungen. Wegen der Grösse des Krystalls konnten die Flächen nur mit dem Anlegegoniometer gemessen werden, was bei ihrer grossen Ausdehnung leicht von Statten ging.

$$\rho a \text{ gemessen } 38^\circ \text{ berechnet } 37^\circ 39$$

$$\rho y \quad \quad \quad 18 \quad \quad \quad \quad \quad 19 \cdot 24$$

$\rho$  bestimmt durch die Zone *ays*. Index 211:

$$\lambda a \text{ gemessen } 48\frac{1}{2}^\circ \text{ berechnet } 48^\circ 55$$

$$\lambda c \quad \quad \quad 42 \quad \quad \quad \quad \quad 42 \cdot 53$$

$\lambda$  bestimmt durch die Zone *by $\pi$ n*. Index 414:

$$\pi a \text{ gemessen } 52^\circ \text{ berechnet } 51^\circ 1$$

$$\pi y \quad \quad \quad 16\frac{1}{2} \quad \quad \quad \quad \quad 15 \cdot 51$$

$$\pi c \quad \quad \quad 45\frac{1}{2} \quad \quad \quad \quad \quad 45 \cdot 29$$

$\pi$  bestimmt durch die Zonen  $by\lambda n$  und  $a\omega u x$ . Index 212.

$\omega a$	gemessen	$61^\circ$	berechnet	$61^\circ 39'$
$\omega u$	„	$7\frac{1}{2}$	„	6 19

$\omega$  bestimmt durch die Zone  $u\pi a$ . Index 436.

Messungsdaten für die seltene Fläche  $p$  sind

$py$	gemessen	$11\frac{1}{2}^\circ$	berechnet	$11^\circ 30'$
$pc$	„	$41\frac{1}{2}$	„	41 10

### Habitus II.

- Fig. 18.  $b$  (010),  $c$  (001),  $x$  (012),  $m$  (110),  $n$  (101).  
 „ 19.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $n$  (101),  $u$  (112).  
 „ 20.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $n$  (101),  $o$  (011),  
 $y$  (111),  $u$  (112).

Fig. 18 durch das Fehlen der Endfläche  $a$  (100) merkwürdig, theilt Presl (Fig. 1649) mit; von Kapnik.

Fig. 19 Krystall von Nagyag in Siebenbürgen (in der I. Handsammlung. 1860. XVI. 17),  $\frac{1}{2}$ ''' gross, auf Rothmangan aufsitzend;  $a$  als stark spiegelndes Quadrat.

Fig. 20 von demselben Fundort (aus der Krystallsammlung). Dieser quadratoktaëder ähnliche Habitus ist namentlich bei den kleineren Krystallen von Nagyag, Kapnik und Neudorf am Harz sehr verbreitet; letztere sitzen meistens auf Quarz und werden stellenweise von Kalkspath oder dem stets noch jüngern Braunspath bedeckt. In der II. Handsammlung befindet sich, bezeichnet mit 1840. VII. 14 ein durch seine Grösse bemerkenswerthes Bruchstück eines Krystalls von diesem Habitus; oben erscheint die vollkommen quadratische Fläche  $a$ , deren Kante eine Länge von 7''' hat; die Flächen  $m$  und  $n$ , deren Combinationskante 13''' lang ist, sind vollständig im Gleichgewicht.

### Habitus III.

- Fig. 21.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $n$  (101),  $y$  (111).  
 „ 22.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $x$  (012),  $u$  (112).  
 „ 23.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $o$  (011),  $x$  (012),  $m$  (110),  
 $u$  (112).

- Fig. 24.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $m$  (110),  $n$  (101),  $h$  (023),  $y$  (111),  $u$  (112).  
 „ 25.  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001),  $n$  (101),  $m$  (110),  $e$  (120),  $y$  (111).  
 „ 26.  $a$  (101),  $b$  (010),  $c$  (001),  $o$  (011),  $x$  (012),  $n$  (101),  $m$  (110),  $e$  (120),  $u$  (112).  
 „ 27.  $a$  (100),  $c$  (001),  $m$  (110),  $h$  (023),  $t$  (014),  $n$  (101),  $v$  (403).

Fig. 21 eine einfache Form aus der Krystallsammlung von unbekanntem Fundort, wahrscheinlich vom Harz; Fläche  $b$  (010) schwach horizontal gestreift; eigenthümlich ist das gänzliche Fehlen einer Fläche aus der Zone  $ab$ .

Fig. 22 Krystall von Nagyag (I. Handsammlung, 1862. VIII. 60).

Fig. 23 Krystall von Andreasberg (I. Handsammlung. 1857. III. 22) auf Quarz aufsitzend, stellenweise mit kleinen Kupferkiespunkten bedeckt. Die Flächen  $c$ ,  $u$ ,  $x$ ,  $o$  sind glänzend, die übrigen matt.

Fig. 24 ist Dufrénoy (Fig. 276) entnommen.

Fig. 25 Krystall von Andreasberg (Hauptsammlung  $\frac{5.8}{5.0}$ ), in der Axe  $a$   $\frac{5}{4}$ '' lang, in der Axe  $b$   $\frac{1}{2}$ '' lang, in der Axe  $c$  2''' dick, mit Eisenpath auf Quarz sitzend, hier und da mit Kupferkies bedeckt, mit ziemlich matten Flächen.

Fig. 26 eine cornische Form, der vorigen sehr ähnlich, den Krystallabbildungen von Greg und Lettsom entnommen (pag. 345).

Fig. 27 findet sich bei Dufrénoy (Fig. 282). Dufrénoy bezeichnet öfters die verticalen Prismen mit Buchstaben, welche den Winkelverhältnissen, die er dafür angibt, zufolge den seltenen Flächen  $h$  (023) und  $t$  (014) entsprechen. Es liegt wahrscheinlich eine Verwechslung in der Bezeichnung vor, indem, soweit meine Beobachtungen reichen, diese Flächen niemals allein auftreten. In dieser Figur sind sie beibehalten, in anderen wurden sie durch die gewöhnlicheren Flächen  $o$  (011) oder  $x$  (012) ersetzt, wie auch Greg und Lettsom in ihren von Dufrénoy entlehnten Krystallfiguren stets diese unwahrscheinlichen Flächen  $h$  oder  $t$  mit den häufiger auftretenden  $x$  oder  $o$  vertauschten.

Die Zwillingungsverhältnisse des Bournonits erregen sowohl wegen der Mannigfaltigkeit als der ausserordentlichen Häufigkeit der vorkommenden Formen in nicht geringem Grade das Interesse.

Zwei verschiedene Zwillingsgesetze lassen sich unterscheiden: das eine bis jetzt unberücksichtigte bringt nur einfache Gestalten hervor; die nach dem zweiten vor sich gehende Verwachsung erzeugt aber mehrere verschiedene Ausbildungsformen, deren Verbreitung eben so häufig als ihre Deutung mitunter schwierig ist.

Die einfachste Zwillingungsverwachsung ist diejenige, welche nicht auf einer Durchwachsung, sondern einem blossen Contact, einer Juxtaposition mehrerer Individuen beruht. Sie kommt hauptsächlich an Exemplaren von Nagyag und Kapnik vor; sie besteht darin, dass die einzelnen Individuen bis zu vier und fünf an der Zahl mit den Flächen  $b$  (010) an einander gewachsen sind, so dass die Flächen  $c$  aller Individuen eine Ebene bilden. Die zusammengewachsenen Individuen gehören hauptsächlich dem scheinbar quadratoktaëdrischen und dem tafelartigen Habitus an; ebenso wie bei den einzelnen Individuen, wenn sie tafelartig werden die Axe  $c$  es ist, welche die Verkürzung erleidet, erscheinen auch die tafelartigen Zwillinge stets nach der Richtung der Axe  $c$  zusammengedrückt.

Fig. 28 stellt eine solche Zwillingungsverwachsung dar; an dem Exemplare, welches von Nagyag herrührt (I. Handsammlung. 1860. XVI. 17), findet sich ausser  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001) noch  $m$  (110) und  $n$  (101), so wie an den beiden Grenzindividuen die Pyramiden  $y$  (111) und  $z$  (112). Die einzelnen Individuen gehören dem Habitus II an.

Während bei diesen Krystallen die Flächen  $a$  (100) in eine andere Ebene fallen, kommen in Kapnik andere vor, bei welchen von einem Mittelindividuum aus die zu beiden Seiten verwachsenen Individuen eine successive Verkürzung der Axe  $a$  erfahren haben, wie Fig. 29 zeigt. Solche Gestalten finden sich auf den Handstücken  $\frac{5.8}{4.0}$  und  $\frac{5.8}{4.4}$  der Hauptsammlung.

Schon Graf Bournon beschreibt eine andere Art der Zwillingungsverwachsung, von welcher er auch eine Abbildung mittheilt; sie kommt hauptsächlich in Cornwall vor, findet sich aber auch nicht selten an Handstücken aus Siebenbürgen. Sie besteht aus einer, den bekannten rechtwinkligen Staurolithzwillingen ähnlichen Durchwachsung zweier Individuen, welche nach der Axe  $a$  lang gestreckt

erscheinen. Die Zwillingsfläche ist die Fläche  $m$  (110) und da  $(110) (010) = 43^\circ 10'$ ,  $(110) (100) = 46^\circ 50'$  ist, so betragen die Durchkreuzungswinkel  $93^\circ 40'$  und  $86^\circ 20'$ , weichen also sehr wenig von einem rechten Winkel ab. Die Flächen  $c$  beider Individuen fallen in eine Ebene zusammen. Die durchwachsenen Krystalle gehören meistens dem Habitus II an. Manchmal sind von den Zwillingkreuzen nur zwei, scheinbar rechtwinkelige Arme ausgebildet.

Fig. 30 bildet eine der einfachen Zwillingscombinationen aus Siebenbürgen ab; sie findet sich auf demselben Handstück von Nagyag, welches auch Zwillinge nach dem vorhergehenden Gesetz aufwies; ausserdem ist sie z. B. an Nr.  $\frac{5.8}{4.4}$  der Hauptsammlung zu beobachten, wo sie von Rädelerz begleitet wird. Die Krystalle sind meistens sehr klein, überschreiten kaum die Grösse von 1 — 2''.

Fig. 31 stellt einen cornischen Zwilling dar, welcher ausser  $a$  (100),  $b$  (010),  $c$  (001) nur  $n$  (101) aufweist. Bournon gibt ganz dieselbe Abbildung. In jüngster Zeit hat man auf der Grube Herodsfoot bei Liskeard in Cornwall neue Anbrüche von bedeutend grössern, aber nicht immer vollständig entwickelten Zwillingen dieser Art gemacht. Einer der schönsten dieser prachtvollen, stark spiegelnden Krystalle befindet sich in der I. Handsammlung unter 1862. VI. 31.

Dufrénoy und Levy haben auf ihren Zeichnungen die Fläche, welche bei diesen Zwillingen eine Ebene bildet, mit  $b$  (010) bezeichnet und Levy sagt ausdrücklich, dass bei dem in ganz derselben Weise zusammengesetzten Rädelerz die Flächen  $b$  der zahlreichen sich durchwachsenden Individuen in eine Ebene zusammenfallen; daneben führen sie beide die Fläche  $m$  als Zusammensetzungsfläche an, zwei gänzlich unvereinbare Angaben, da  $m$  in der Zone  $ab$  liegt. Wäre  $b$  die in eine Ebene fallende Fläche, so würde  $n$  Zusammenwachsungsfläche sein; allein genaue Messungen führten zu der Überzeugung, dass  $m$  die Zusammenwachsungsfläche ist, und dass die unter  $n$  liegenden Flächen  $c$  es sind, welche eine Ebene bilden. Dem entspricht auch vollständig die Lage der Flächen  $y$  (111) und  $u$  (112). Fig. 32 zeigt eine solche Combination von Nagyag (I. Handsammlung. 1860. XVI. 17), an welcher letztere beide Flächen auftreten. Dufrénoy gibt unrichtig an, dass sich in Kapnik nie ein einfaches Zwillingkreuz fände.

Interessant ist das Stück  $\frac{5.8}{4.0}$  der Hauptsammlung (Fig. 33). In einer Quarzdruse von Kapnik sitzen neben Blendekrystallen durch-

einander gewachsene Bournonitzwillinge, von denen nur das eine Individuum die Endfläche  $a$  (100) besitzt, welche bei dem zweiten fehlt; dafür tritt bei diesem die Fläche  $n$  auf, welche das erstere nicht zeigt; auch gehört das eine Individuum dem Habitus II, das andere dem Habitus I an.

Einen andern eigenthümlichen Fall der Zwillingsverwachsung zeigt das Handstück  $\frac{5.8}{3.9}$  der Hauptsammlung (Fig. 37), reich besät mit einfachen Krystallen vom Habitus I, gelbrothen Zinkblendekrystallen und fast wasserhellen Schwerspathtäfelchen, welche hier und da auf den Bournoniten aufsitzen. Mehrere, nur mit den Flächen  $a$  (100),  $b$  (010) und  $c$  (001) ausgebildete lange Krystalle sind nach dem ersterwähnten Zwillingsgesetz mit den Flächen  $b$  verwachsen, von einem Individuum in der Mitte sich nach den Seiten zu regelmässig verkürzend; dieselben werden scheinbar rechtwinklig nach dem zweiten Zwillingsgesetz von einem horizontal liegenden Individuum durchsetzt, so dass  $m$ , welches zwar nicht auftritt, die Zusammenwachsungsfläche ist;  $c$  fällt überall in eine Ebene. Die horizontale Lage dieses Individuums wird durch den Glanz der Flächen  $a$  und die Rauhigkeit von  $b$  und  $c$  ausser Zweifel gesetzt, indem die Flächen der verticalen Krystalle dieselben Unterschiede aufweisen.

Obiges Gesetz der Durchkreuzungszwillinge ruft noch eine anders aussehende Art von Zwillingsgestalten hervor, welche zu den allerverbreitetsten gehören und bei denen wegen der eigenthümlichen Winkelverhältnisse die Zwillingsausbildung meistens so versteckt ist, dass man mit einfachen Krystallen zu thun zu haben glaubt, bis scharfe Winkelmessungen eine haarfeine Zwillingsgrenze oder ein kaum wahrzunehmender einspringender Winkel über die Natur des Krystalls aufklären. Wenn nämlich bei den gewöhnlichen Durchkreuzungszwillingen die Axe  $a$  verkürzt wird, so fällt das  $m$  des einen Individuums mit dem  $m$  des andern nahezu in eine Ebene; da der Winkel  $mb$   $43^{\circ}10'$  beträgt, so ist der einspringende Winkel zwischen beiden  $m$  nur  $3^{\circ}40'$ , also kaum zu bemerken. Die Fläche  $b$  verschwindet alsdann gänzlich, die Flächen  $a$  der beiden Individuen bilden Winkel von  $86^{\circ}20'$  und  $93^{\circ}40'$  mit einander; diese Abweichung von  $90^{\circ}$  kann man mit blossem Auge bei den kleinen Krystallen nicht mehr wahrnehmen. Einen auf diese Weise ausgebildeten Krystall zeigt Fig. 35; er stammt vom Harz und findet sich in der

Hauptsammlung unter  $\frac{5.8}{4.4}$ . Auf  $u$  sieht man den einspringenden Winkel besser, auf  $c$  deutet ein feiner Streifen die Zwillingsgrenze an. Diese Zwillinge sind am Harz überaus häufig, und man hält sie vielfach anfangs für einfache Krystalle. Sehr nahe liegt die Vermuthung, dass viele der von Dufrénoy und Levy als einfach abgebildeten Krystalle vom Harz und von Pontgibaud solche Zwillinge sind; Fig. 36 ist ein solcher Krystall (Fig. 5 bei Levy) als Zwilling bezeichnet; Levy hält die vorderen senkrechten Zuschärfungsflächen, welche, wenn man den Krystall als Zwilling auffasst, das  $n$  eines andern Individuums sind, für  $o$ . Auf dem Handstück  $\frac{5.8}{4.5}$  der Hauptsammlung, ebenfalls vom Harz herstammend, findet sich eine ganz ähnliche Combination, bei der auch die Fläche  $a$  fehlt und die Fläche  $m$  fast ganz verschwindet. Die Zwillingsgrenze ist deutlich daran zu sehen.

Ein eigenthümlicher Zwillingkrystall ist Fig. 34 (aus der Krystallsammlung) von der Silberwiese bei Oberlahr, 1''' gross, mit glänzenden Flächen. Er hat das Ansehen eines einfachen, der dem Habitus I angehört; genaue Messungen ergeben indess, dass seine Flächen mehreren Individuen zugleich angehören. Wenn man von derjenigen Fläche, welche man für  $b$  hält, nach der schmalen obern horizontalen Endfläche misst, so erhält man die Werthe:

Gemessen	Berechnet
28°	28°4 (af)
46 53'	46 50' (am)
63 3	64 52 (ae)

Daraus geht hervor, dass die vordere verticale Endfläche ebenfalls  $a$  ist. Wenn man von der seitlichen verticalen Endfläche (scheinbar  $c$ ) nach der horizontalen ( $a$ ) misst, so ergeben sich die Winkel:

Gemessen	Berechnet
43°12	43°10 (bm)
61 53	61 56 (bf)

Diese seitliche verticale Endfläche spielt aber die Rolle von  $b$ , und wo sonst die Zone  $ac$  ausgebildet ist, findet sich jetzt die Zone  $ab$ . Die seitliche verticale Endfläche verhält sich aber zur vordern wie  $c$  und  $b$  eines einfachen Krystalls, denn man findet zwischen

ihnen die verticalen Prismenflächen entwickelt; von der seitlichen aus ergibt sich:

Gemessen	Berechnet	
43°55	43°43	(co)
70 50	70 47	(cδ)

Die Fläche  $\delta$  (031) wurde an diesem Krystall zuerst aufgefunden. Die Zusammenwachungsverhältnisse dieses Krystalls fügen sich nicht den gewöhnlichen Gesetzen; jedenfalls ist keine Verwachsung nach  $m$  oder  $n$  dabei im Spiele, da die drei Endflächen vollkommen senkrecht auf einander stehen.

An dem Krystall ist eine ausgezeichnete und reiche Zone von Pyramiden entwickelt; wenn man von der einen seitlichen verticalen Endfläche über  $m$  hinüber nach der andern misst, so spiegeln folgende glänzende Flächen auf das deutlichste ein:

Gemessen	Berechnet	
22°40	23°36	$\varphi$
52 40	52 40	$y$
69	69 8	$g$
90 5	90	$m$
101 4 (68°41)	69 8	$g$
127 28 (52 13)	52 40	$y$
145 40 (34 5)	33 15	$u$
156 (23 45)	23 36	$\varphi$
179 45	180	

Die Flächen  $\varphi$  (113),  $g$  (221) sind neu, durch Zonenverband und Winkelwerthe bestimmt. Auch die an diesem Krystall zuerst beobachtete Fläche 311 ( $q$ ) ist durch Zonenverband und die Messung:

	Gemessen	Berechnet
$aq$	28	27°13

festgestellt.

In Höhlungen des Handstückes 4880 (der I. Handsammlung. 1834. XVIII. 8), ebenfalls von Oberlahr, sitzen auf Eisenspath Krystalle, welche ganz ähnliche Verhältnisse darzubieten scheinen. Die Pyramidenzone ist an ihnen nicht so reich entwickelt, dagegen zeigen sie fünf Flächen in der Zone  $ab$ .

In der Umgegend von Kapnik findet sich das von den Bergleuten so genannte Rädelerz; es wird hervorgebracht durch zahlreiche dünne und lange Individuen, welche sich wie Speichen eines Rades durchkreuzen und zwar ganz nach dem gewöhnlichen Zwillingengesetz, dass die Flächen  $c$  in eine Ebene fallen. Dieser Individuen sind so viele, dass durch ihre symmetrische Vereinigung eine runde Scheibe entsteht, welche oft im Durchmesser zollgross ist (Fig. 38). Die Oberfläche der Platte ist meist rau, ihr Umriss gewöhnlich ziemlich verwischt, so dass man nur in seltenen Fällen die Enden der einzelnen Individuen zu unterscheiden vermag. So befindet sich in der Krystalsammlung ein Rädelerz von Felsöbánya, bei welchem man die Fläche  $n$ , die nach vorne gekehrt, den Rand der Platte ( $a$ ) abstumpft, deutlich erkennen und messen kann; ebenfalls lässt sich das nach innen gekehrte  $m$  messen, diejenige Fläche, welche die Auszackung des Randes hervorruft in dem  $m$  des einen Individuums mit  $m$  seines Nachbarindividuums einen einspringenden Winkel bildet.

Bei den meisten Rädelerzen ist die Verwachsung eine scheinbar ganz regellose; man kann aber stets annehmen, dass immer ein Individuum mit irgend einem andern in dem Verhältniss steht, wie es die einfachen Durchkreuzungszwillinge zeigen, dass nämlich  $m$  die Zwillingfläche ist.

Mitunter vermag man an dem Rädelerz eine rohe Kreuzesform zu erkennen und es scheint, als ob ein durch Grösse ausgezeichnetes einfaches Zwillingeskreuz gewissermassen als Träger der Gestalt vorhanden sei, an welches sich die anderen Individuen, unter sich demselben Gesetz gehorchend, herumlegen und die vier scheinbaren rechten Winkel ausfüllen (Fig. 39).

Dann und wann kommen Gestalten vor, welchen man eine noch regelmässige Entstehungsweise zuschreiben zu müssen glaubt; so z. B. Fig. 40 (I. Handsammlung. 1854. XII. 5 ein Rädelerz auf Quarz mit Blende von Kapnik).

Zwei Bündel, deren Individuen etwa nach der Fläche  $e$  verwachsen sein dürften, schneiden sich unter Winkeln, welche denen der gewöhnlichen Durchkreuzungszwillinge nach  $m$  gleich zu sein scheinen. Die Kleinheit des Krystalles verhindert selbst eine nur annähernde Messung der Neigung der einzelnen Individuen zu einander.

Mit dem Bournonit ist wohl zweifelsohne dasjenige Mineral zu verbinden, welches Mohs prismatoidischer Dystomglanz, Haidinger Wölchit, Breithaupt Antimonkupferglanz genannt hat <sup>1)</sup>. Dasselbe findet sich in derben Massen und äusserst spärlichen und unvollkommenen Krystallen an der Wölch bei St. Gertraud im Lavantthal in Kärnten, zusammen mit Eisenkies, Antimonglanz, Bleiglanz und Malachit. In seinen physikalischen Eigenschaften stimmt dasselbe mit seiner schwärzlich bleigrauen Farbe, die an Fahlerz erinnert, mit seiner Härte 3 und seinem specifischen Gewicht, welche im Mittel zwischen 5.735 und 5.782 schwankt, vollkommen mit dem Bournonit überein.

Der Grund, beide Mineralien zu trennen, lag in der chemischen Untersuchung Schrötter's, welcher in zwei Analysen des Wölchits fand <sup>2)</sup>:

	I.	II.
Schwefel . . . . .	28.602	28.602
Antimon . . . . .	16.412	16.647
Arsenik . . . . .	8.166	6.036
Kupfer . . . . .	16.326	17.352
Blei . . . . .	26.424	29.902
Eisen . . . . .	1.307	1.404
Wasser . . . . .	2.307	2.307
	<hr/> 99.44	<hr/> 102.250

ohne dass sich aus diesen Resultaten für den Wölchit irgend eine bestimmte Formel ergibt. Rammelsberg <sup>3)</sup> hat in neuerer Zeit dieses Mineral einer wiederholten Untersuchung unterzogen, bei welcher er niemals im Kolben Schwefelarsensublimat erhielt. Die quantitative Analyse führte auf eine mit dem Bournonite sehr nahe übereinstimmende Zusammensetzung; die Abweichung von dessen Formel ist kaum grösser, als sie auch sonst bei den Bournoniten

<sup>1)</sup> Mohs, Physiographie. p. 530. Haidinger, Handbuch der best. Mineralog. 1835, 563. Breithaupt, Charakteristik d. Min. 270. Prismatic antimony glance, James, System. — Prismatic copper glance Haidinger Treatise, und Phillipps Min. 354. Dana II. 82. Dufrénoy III. 357; Hausmann II. 173; Naumann, Elem. der Min. 433. Zippe (Charakteristik des naturhist. Mineralsystems 1858. 213) nennt es prismatoidischer Endellionit Glocker (Generum et spec. mineralium synopsis 1847) nannte es Wölchites niger.

<sup>2)</sup> Baumgartner, Zeitschrift VIII. 284.

<sup>3)</sup> Rammelsberg, Mineralchemie 80. Dort sind vermuthlich Zeile 4 v. u. die Zahlen für Blei und Kupfer verwechselt.

vorzukommen pflegt. Die Verwitterung, welche die derben Massen in hohem Grade angegriffen hat, ist ohne Zweifel die Ursache dieser Differenzen.

Während so von chemischer Seite nichts einer Vereinigung des Wölchits mit dem Bournonit im Wege steht, ist auch die Krystallgestalt desselben vollständig mit der des letztern übereinstimmend. Mohs und Haidinger führen eine Combination an, die jedoch nie einer Messung unterzogen wurde und ein Bournonit mit den Flächen *a*, *b*, *c*, *m*, *o* zu sein scheint. Kenngott zeigte (Mineralogische Notizen. XIV. Folge), dass ein  $\frac{3}{4}$  Zoll langer Krystall, welcher ihm als Wölchit übergeben wurde, Bournonit sei.

Rammelsberg und Kenngott fanden an den von ihnen untersuchten Exemplaren ein etwas höheres specifisches Gewicht, vielleicht herbeigeführt durch Verwachsung mit fremden Zersetzungsproducten; ersterer fand 5·88 — 5·94, letzterer 5·828. Das Hof-Mineralien-Cabinet besitzt zahlreiche derbe Stücke, welche als Wölchit bezeichnet sind; die sogar in dieser Sammlung nur spärlich vertretenen, meist undeutlich entwickelten Krystallgestalten lassen sich sammt und sonders mit dem Bournonit in Verbindung bringen.



Zirkel, Ferdinand. 1862. "Versuch einer Monographie des Bournonit."  
*Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.*  
*Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe* 45, 431–466.

**View This Item Online:** <https://www.biodiversitylibrary.org/item/30219>

**Permalink:** <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/231297>

**Holding Institution**

Harvard University, Museum of Comparative Zoology, Ernst Mayr Library

**Sponsored by**

Harvard University, Museum of Comparative Zoology, Ernst Mayr Library

**Copyright & Reuse**

Copyright Status: NOT\_IN\_COPYRIGHT

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at <https://www.biodiversitylibrary.org>.