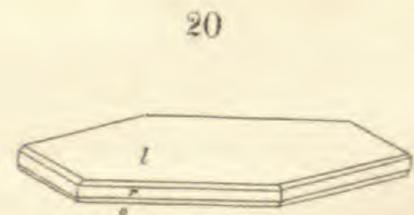
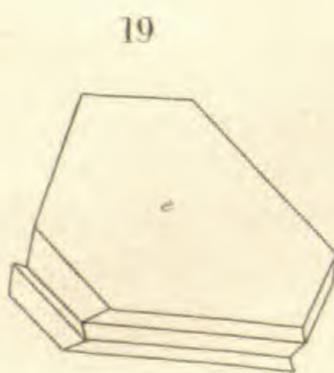
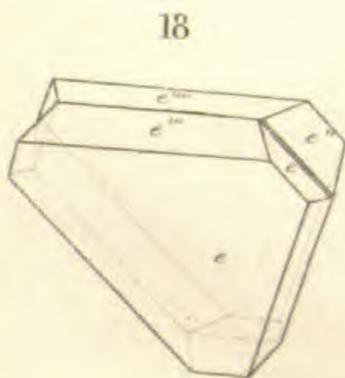
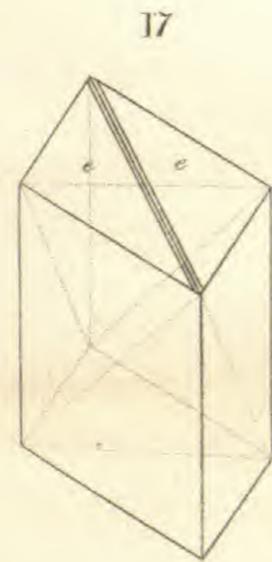
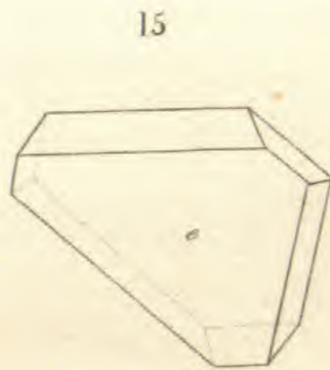
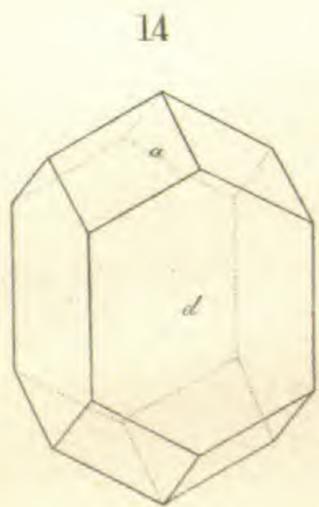
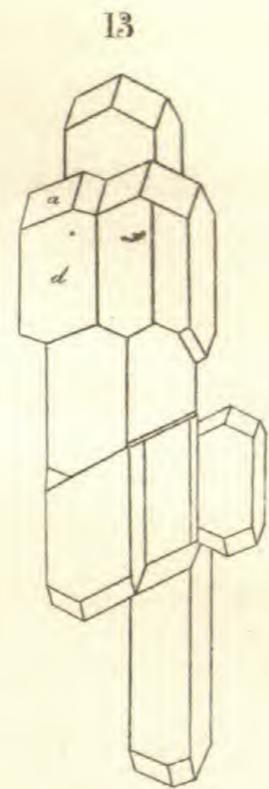
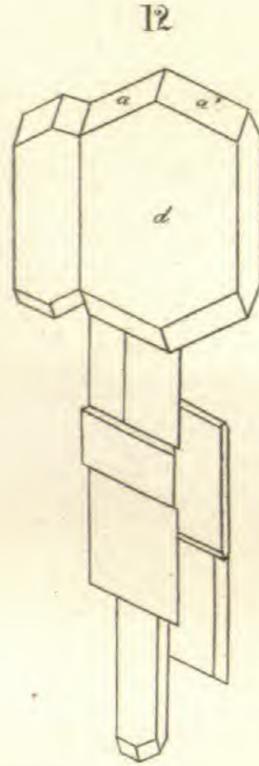
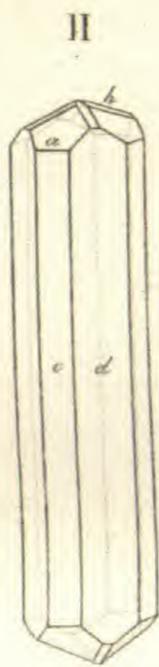
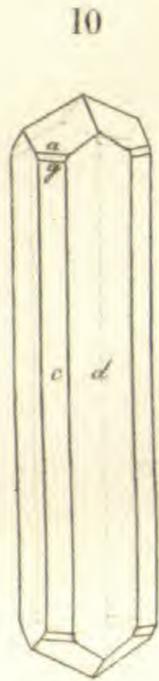


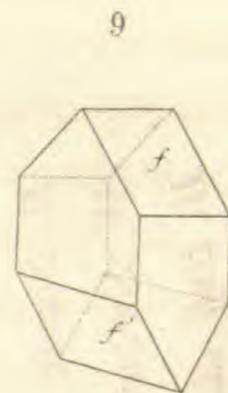
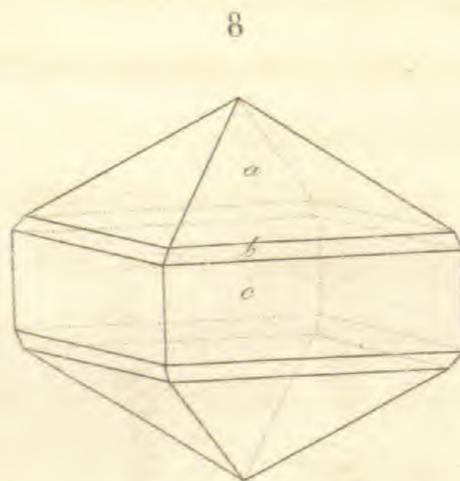
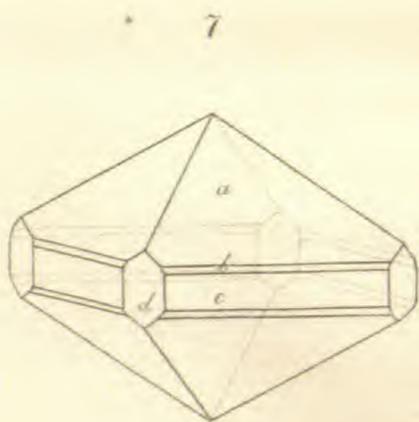
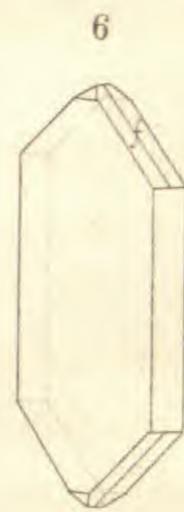
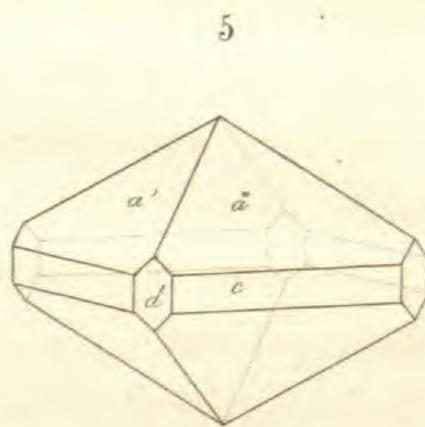
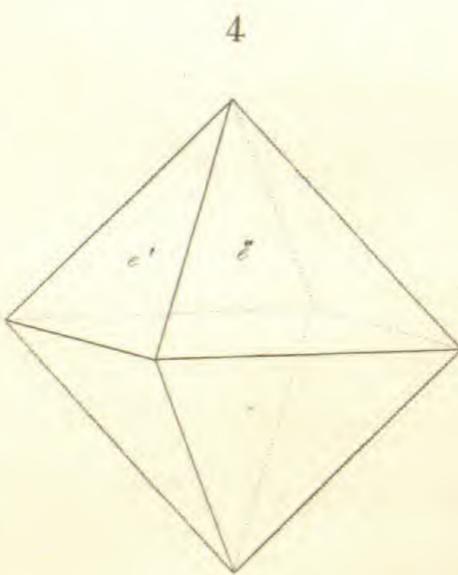
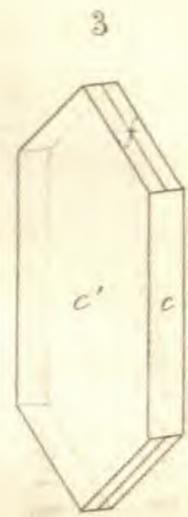
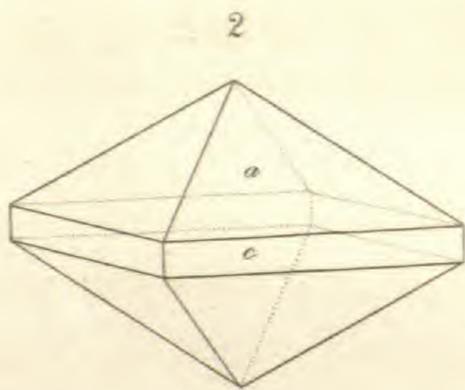
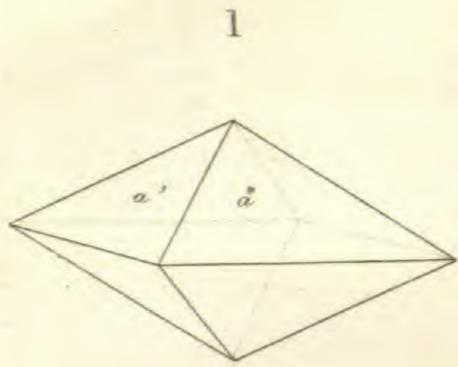
Krystallformen des Bor

II



Krystallformen des Bor.

I



S v W del et sc.

Ueber die Krystallformen des Bors

von

W. Sartorius v. Waltershausen.

Uebergaben der K. Societät der Wissenschaften d. 1. Aug. 1857.

Die ausgezeichneten Untersuchungen von Wöhler und Sainte Claire Deville über die Darstellung des Bors in seinen verschiedenartigen Zuständen, sind im Vorhergehenden mit grosser Ausführlichkeit mitgetheilt worden.

Als Nachtrag zu denselben mag es mir verstattet sein den Krystallformen des Bors einige Aufmerksamkeit zu widmen, eine Arbeit, welche für die Mineralogie und die Molecularphysik um so wünschenswerther erscheint, da man bis vor Kurzem von den krystallographischen Eigenschaften dieses Elementarkörpers noch gar keine Kenntniss besessen hat.

Es ist bereits von Wöhler und Deville darauf aufmerksam gemacht worden, dass das Bor dimorph sei und je nach verschiedenen Bereitungsmethoden in dem sogenannten diamantförmigen, graphitförmigen und amorphen Zustande erscheine. Das Bor im diamantförmigen Zustande, welches man durch Zusammenschmelzen von Aluminium mit wasserfreier Borsäure, der auch wohl noch Borax zugesetzt wird, erhält, scheidet sich in den Blasenräumen der geschmolzenen Masse in kleinen 0,2 bis 0,4 *mm* langen und etwa ebenso breiten Krystallen von hyacinthrother bis wein- und honiggelber Farbe aus, welche eine solche Schärfe und Regelmässigkeit zeigen, dass sich ihr Krystall-System keinen Augenblick verkennen lässt.

An einigen, von meinem Collegen Wöhler mir mitgetheilten Fragmenten des ersten, im October des vergangenen Jahres in Göttingen erhaltenen Präparats, versuchte ich sogleich einige Messungen auszuführen, indess waren die Krystalle auf der Grundmasse so wenig günstig vertheilt, dass die-

selben weder auf dem Goniometer centrirt, noch von den verschiedenen Flächen die reflectirten Bilder beobachtet werden konnten.

Bei diesen Voruntersuchungen überzeugte ich mich, dass unter etwas günstigen Umständen scharfe Krystallmessungen des Bors würden erhalten werden können. Einige Monate später theilte mir Wöhler mehrere andere Krystalle mit, auch schickte Deville aus Paris sehr ausgezeichnete zweier verschiedener Präparationen, so dass mir bereits im Anfang dieses Jahres ein sehr vollständiges Material für meine Untersuchungen zu Gebote stand.

Schon nach wenigen Wochen würde ich die wesentlichsten Resultate meiner Messungen haben veröffentlichen können, wenn nicht ein mir angeborener Trieb einen neuen Gegenstand womöglich zu erschöpfen, mich zu einer weitem Verfolgung dieser Untersuchungen aufgemuntert hätte. Zwar etwas verspätet, aber um so ausführlicher sind die in dieser Richtung gewonnenen Resultate, welche ich in der Kürze in den folgenden Blättern zusammenzustellen versuche.

Zu den drei Präparationen des diamantförmigen Bors, kommen noch zwei des graphitförmigen, durch Zusammenschmelzen von $KF + BF_3$ mit Aluminium bereitet. Auf das Innigste gemischt mit dem graphitförmigen Bor, von dem weiter unten ausführlicher die Rede sein wird, bemerkte ich unter den kleinen biegsamen sechsseitigen Täfelchen verschiedene zum Theil ausgezeichnete Krystalle des diamantförmigen Bors. Wöhler erinnert sich nicht, dass dieselben durch einen Zufall etwa von einer der beiden Pariser Bereitungen dazwischen gekommen sein, auch lässt es sich nicht verkennen, dass dieselben einen von den Pariser Krystallen etwas verschiedenen Typus besitzen. Man darf daher wohl annehmen, dass sich unter geeigneten Umständen, wahrscheinlicher Weise unter verschiedenen Temperaturen, beide Modificationen des Bors neben oder kurz nacheinander bilden können.

Obwohl die Borkrystalle sich sogleich als dem monodimetrischen Systeme angehörig zeigen, so ist doch einer jeden Präparation ein eigenthümlicher Typus aufgedrückt; eine jede besitzt ihre eigenthümlichen Flächen und Combinationen, oder wenigstens bestimmte Flächenerweiterungen und Zwillingsverwachsungen.

Die Krystallmessungen waren bei der Kleinheit der in der Regel gut spiegelnden Flächen, die meist nur 0,2 bis 0,4 *mm* breit und nicht viel länger sind, öfter sehr schwierig auszuführen. Eine grosse Erleichterung für dieselben gewährt indess ein dunkles Zimmer, in welches das Tageslicht durch einen schmalen, nach Belieben zu öffnenden und zu schliessenden Spalt eingelassen werden kann.

Um den nachfolgenden Beobachtungen eine etwas concentrirtere Gestalt zu geben, habe ich immer nur die Mittel aus einer Reihe von Messungen angeführt, und ihre Anzahl durch eine beigesezte Ziffer angegeben. Es sind im Ganzen 24 einfache und verschiedene Zwillingskrystalle ausführlich untersucht und ihre Winkel zwischen allen, oder doch zwischen den hauptsächlichsten Flächen gemessen worden.

Die angegebenen Winkel sind die, welche die respectiven Flächennormalen mit einander bilden.

I.

Wir beginnen zunächst mit der Beschreibung der Bor-Krystalle der ersten Göttinger Präparation aus dem October des vergangenen Jahres. Dieselben sind in den Figuren 1, 2, 4, 5, 7, 8 abgebildet; sie sind kurze gedrungene Gestalten, etwa in ihrem Ansehen den Zirkonen vom Vesuv und vom Laacher-See vergleichbar. Obgleich sie mit wenigen Ausnahmen sehr klein sind, müssen wir sie als wahre Musterbilder schöner Krystallformen bezeichnen; sie geben uns einen sprechenden Beweis, dass solche Bildungen unter dem Einflusse der höchsten Temperaturen in anhaltender Weissglühhitze ebenso gut, vielleicht noch schärfer ausgebildet entstehen können, als auf nassem Wege bei niedrigen Temperaturen.

Diese Borkrystalle gleichen kleinen Juwelen, die das Licht kräftig brechen und zurückwerfen und es ist daher nicht zu verwundern, dass die Winkelmessungen öfter einen hohen Grad von Übereinstimmung zeigen. Ihre Farbe ist in der Regel hellbraun bis hyacinthroth; sie sind vollkommen durchsichtig und besitzen eine ausserordentliche Härte, welche der des Diamants nur wenig nachsteht.

Wir lassen jetzt zunächst die an den verschiedenen Krystallen dieser er-

sten Präparation beobachteten Winkel folgen und betrachten die Fläche a als Grundgestalt, deren krystallographische Bezeichnung $1\ 1\ 1$ ist. Um die verschiedenen Winkel, welche an ein und derselben Pyramide gemessen worden sind von einander zu unterscheiden, bezeichnen wir die oberen 4 Flächen einer Pyramidenfläche mit $a' a'' a''' a^4$, die entgegengesetzten mit $a, a,, a,,, a_4$.

Krystall 1.

		Februar 27.		
Fig. 1 u. 2	Neigung a', a''	52°	56',7	(5)
	a', a''	53	9,4	(5) neu centrirt
	Mittel	53	3,0	(10)

Krystall 2.

$a' : a''$	53	1,2	(5)	März 2.
------------	----	-----	-----	---------

Der Krystall 1 ist von gelbbrauner, ziemlich heller Färbung, die Flächen sind etwas verzogen und nur das Paar a', a'' messbar; auch erlaubte der Krystall 2 keine andere Messungen.

Krystall 3.

Stellt die Combination in Fig. 7 dar. Es liessen sich in diesem ausserordentlich schönen, jedoch nicht vollständig ausgebildeten Krystall die Winkel in der Hauptzone mit grosser Schärfe und Vollkommenheit messen. Der Polkantenwinkel der Grundpyramide $1\ 1\ 1$ konnten nur an einer Seite gemessen werden, auch kam die Fläche d , nicht zum Vorschein.

Die an diesem Krystall beobachteten Winkel sind folgende:

April 5	August 2	August 3	August 4
a, c	c, d	$a,, c$	a, d
50° 35',5 (5)	31° 32',0 (3)	50° 36',3 (5)	19° 3',3 (5)
50 38,7 (5)	31 32,9 (3)	50 38,7 (5)	19 5,8 (5)
50 37,0 (5)	31 35,6 (3)	50 37,0 (5)	19 2,4 (5)
50 35,9 (5)	31 32,6 (3)	50 35,6 (5)	19 3,0 (50)
36,8	31 33,3	50 36,9	19 3,8

Winkel der Pyramidenflächen $a' a''$ 53° 2',95 (10) Aug. 3.

Von den Borkrystallen der ersten Göttinger Bereitung, sind ausser den angegebenen noch einige andere gemessen worden, indess theilen wir die sich darauf beziehenden Messungen nicht mit, da sie mit minder gut ausgebildeten Individuen angestellt wurden und nur eine geringere Zuverlässigkeit besitzen.

Bei wiederholtem Betrachten der obengenannten Krystalle fand ich erst kürzlich einen sehr deutlich ausgebildeten Zwilling, welcher in Fig. 18 abgebildet worden ist. Man beobachtet dieselben Zwillinge ziemlich häufig unter den Krystallen der ersten Pariser Präparation und wir werden noch ein Mal weiter unten darauf zurückkommen.

II.

Es folgen jetzt die Krystalle der ersten Pariser Bereitung, welche von Herrn Sainte Claire Deville an Wöhler mitgetheilt und von mir näher untersucht worden sind. Man findet sie auf keiner Grundmasse aufgewachsen; gewöhnlich sind sie nach allen Seiten hin ausgebildet und zeigen die grösste Formenmannigfaltigkeit; Säulen und nadelartige Krystalle, Zwillingbildungen und sehr eigenthümliche hemiedrische Gestalten kommen hier bei genauerer Untersuchung zum Vorschein. Sie zeigen einen starken Glanz, sind der Mehrzahl nach halb durchsichtig und von dunkelbrauner bis eisenschwarzer Färbung. Mehrere derselben, besonders die nadelförmigen Typen sind durchsichtig und von rothbrauner bis honiggelber Farbe; ein einziger Krystall erschien bei durchfallendem Lichte blaugrün.

Viele dieser Krystalle sind an ihren Oberflächen angelaufen und zeigen bei auffallendem Lichte eine schön stahlblaue, messinggelbe, tombackbraune, rothe oder violette Färbung.

Viele Tausende kleiner, sehr zierlicher Krystalle erblickt man hier neben einander, die indess durch ihre merkwürdigen Flächenerweiterungen öfter erst nach vorangegangenen sorgfältigen Messungen entziffert werden können, und in vielen Fällen anfänglich als krystallographische Räthsel erscheinen bis es endlich gelingt sie auf eine der von uns angegebenen Formen zurückzuführen. Obgleich ich es nicht an Sorgfalt und Mühe bei dieser Untersuchung habe fehlen lassen, so ist es doch immer möglich, dass bei länger fortgesetzten Messungen noch manche neue bisjetzt unbemerkt gebliebene Flächen und Combinationen in dieser krystallographischen Schatzkammer aufgefunden werden.

Wir theilen zunächst die an den verschiedenen Krystallen dieser Präparation gemessenen Winkel mit.

Krystall 4.

Kleiner sehr glänzender, etwas verzogener Krystall, stellt die Combination in Fig. 2 dar. Er ist von hell honiggelber Farbe, vollkommen durchsichtig und an beiden Enden wenigstens theilweise ausgebildet.

Die Neigung der Pyramidenflächen an den entgegengesetzten Enden wurde an je zwei Flächenpaaren mit grosser Sorgfalt ermittelt.

Das Resultat dieser Messungen war:

Juli 29. 1857.

Oben	a', a''	53°	2',0
Unten	$a'' a'''$	53	1,5 (5)
	a, a_{11}	52	59,1
Mittel		53	0,9

Krystall 5.

Er ist halb durchsichtig, braunroth, nadelartig und dem Rutil dem äussern Anschein nach ähnlich; er ist etwa 1,5 mm lang, verhältnissmässig breit und in Fig. 10 abgebildet. Nach einigen provisorischen Messungen, welche nur ein geringeres Zutrauen verdienen und daher hier nicht mit aufgenommen sind, wurden bei heller Witterung den 28. u. 29. Januar verschiedene Winkel bestimmt.

Zuerst wurden die 4 Winkel der Hauptpyramide 1 1 1 gemessen, welche auf der einen Seite vollständig ausgebildet waren.

Von der Grösse dieser Flächen kann man sich einen Begriff machen, wenn man bedenkt, dass dieser Krystall nur 0,3 mm breit ist. Die gemessenen 4 Pyramidenflächen, von denen das eine Paar grösser, das gegenüberliegende sehr viel kleiner ist, dürften wohl kaum mehr als $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{100}$ Quadratmillimeter Oberfläche besitzen. Diese kleinen Flächen reflectiren bei den gehörigen Vorsichtsmassregeln deutliche Bilder und es wird dadurch möglich ihre gegenseitigen Neigungen mit ziemlich grosser Schärfe zu bestimmen.

Es ergab sich die Neigung von:

	a', a''	52°	58',5	(10)
	$a'' a'''$	53	0,0	(5)
	$a''' a^4$	53	20,0	(5)
	$a^4 a'$	52	53,8	(5)
Mittel nach den Gewichten		52°	2',1	

Aus diesen Messungen geht auf das Deutlichste hervor, dass die Krystallformen des Bors dem monodimetrischen Systeme angehören. Am Abweichendsten ist der Winkel $a''a^4$, indess sind diese Flächen ausserordentlich klein und die reflectirten Bilder weniger deutlich als bei den andern, wesshalb eine etwas grössere Ungenauigkeit in dieser Messung leicht erklärlich ist.

An demselben Krystall erscheint die Fläche g .

Der Winkel von a, g $90^\circ 27', 2$ (5)

Die Prismenwinkel erlaubten nur eine approximative Messung; es ergab sich:

$$dd' \quad 89^\circ \quad 54' \quad (2)$$

$$cd \quad 45 \quad 4$$

Krystall 6.

Schmaler nadelartiger Krystall von dunkelbrauner, fast schwarzer Farbe.

Die Flächen der Pyramide 1 1 1 waren mit Schärfe zu bestimmen und gaben folgende Resultate:

Januar 30.

$$a', a'' \quad 53^\circ \quad 7', 4 \quad (10)$$

$$a'', a''' \quad 53 \quad 6, 6 \quad (5)$$

$$a''', a^4 \quad 53 \quad 5, 2 \quad (5)$$

$$a^4, a' \quad 52 \quad 59, 2 \quad (10)$$

$$\text{Mittel} \quad 53 \quad 4, 18$$

Die Prismenflächen waren undeutlich ausgebildet und erlaubten keine genauere Messung.

Krystall 7.

Kleiner nadelförmiger schwarzer Krystall, etwa $1,2 \text{ mm}$ lang und $0,4$ breit. Zeigt ausser der Pyramide die beiden Prismen, die indess in der Regel sehr undeutlich ausgebildet sind.

Ich fand den Polkantenwinkel der Grundpyramide

August 10.

$$a'a'' \quad 53^\circ \quad 8', 9 \quad (10)$$

Es ist darauf aufmerksam zu machen, dass die Messung dieser schwarzen Borkrystalle besonderer Vorsicht bedarf, da häufig dicht aneinander liegende Flächen verschiedener Individua doppelte Bilder reflectiren, deren Beobachtung leicht zu unrichtigen Resultaten Veranlassung geben kann. Man thut daher wohl alle Flächen der gruppirten Krystalle wie Fig. 12 und Fig. 13

soweit mit einer matten schwarzen Farbe zu überziehen, dass nur das Flächenpaar, welches gemessen werden soll davon frei bleibt; unter Umständen kann auch dieses sogar theilweise in einiger Entfernung von der Durchschnittskante gedeckt werden, wodurch die gespiegelten Bilder zwar nicht an Helligkeit aber bedeutend an Schärfe gewinnen, und daher eine ungleich genauere Einstellung als vorher erlauben.

Krystall 8.

Kleiner hellhyacinthrother Krystall, fast genau wie Fig. 2 und von ausgezeichnetem Glanz. Die Messungen liessen sich mit besonderer Schärfe ausführen; es konnten die Neigungen der 4 Pyramidenflächen am obern, und ein Flächenpaar am entgegengesetzten untern Ende gemessen werden.

Die Resultate waren folgende:

	August 7 und August 8. *)		
$a'a''$	52°	40',6	(20)
$a''a'''$	53	2,7	(15)
$a'''a^4$	53	7,8	(10)
a^4a'	52	47,1	(5)
a,a''	53	0,2	(5)
Mittel	52	55,68	

Krystall 9.

Unter den Krystallen der ersten Pariser Präparation, erblickt man häufig sehr merkwürdige, aus vielen Individuen gruppirte Formen, welche sich gewöhnlich durch eine schwarze oder braune Farbe auszeichnen und die in Fig. 12 und 13 von mir abgebildet sind. Sie sind Combinationen von 1 1 1 und 0 1 0 Fig. 14.

Dieser Krystall von dunkelbrauner Farbe, der später beim Abnehmen zerbrach, liess sich ringsum messen, so dass dadurch 2 Pyramiden-Winkel von 1 1 1 und 4 Winkel zwischen 1 1 1 und 0 1 0 gewonnen wurden. Bei der Nähe des gespiegelten Objects, wovon weiter unten die Rede sein wird, macht sich die Excentricität in diesen Beobachtungen sehr bemerklich, indem nur eine

*) Noch vor dem Druck dieser Abhandlung habe ich die oben angeführten und mehrere andere neue Messungen hinzugefügt.

Kante des Krystalls in die Drehungsaxe des Instrumentes fiel. Durch das Nehmen der Mittel wird diese Unregelmässigkeit gewiss zum grössern Theil, wenn auch nicht vollständig beseitigt.

Es sind zwei Reihen von Messungen gemacht, von denen wir der zweiten den Vorzug geben, da sie unter etwas günstigeren Umständen ausgeführt aus einem Mittel von 5 Beobachtungen, die erste aber nur aus 3 Beobachtungen abgeleitet worden ist.

Diese Messungen ergaben:

	Mai 18	1ste Reihe		2te Reihe.
d', a''	63°	36',2 (3)		63° 15',5 (5)
a'', a'	52	58,7 (3)		52 59,3 (5)
a', d	63	1,8 (3)		63 1,3 (5)
d, a'	62	39,7 (3)		62 37,0 (5)
$a, a,,$	52	44,0 (3)		52 52,8 (5)
a'', d'	64	59,6 (3)		65 14,1 (5)
	<u>360°</u>	<u>0,0</u>		<u>360° 0,0</u>

Die Mittelwerthe sind:

	1ste Reihe	2te Reihe.
a', d	{ 63° 19',0 63 49,65	{ 63° 8',4 63 55,5
a', a''	52° 51',35	52° 56',05

Krystall 10.

Juli 29.

An einem dem letzten ähnlich gruppirten Krystalle von schwarzer Farbe ergab sich der Polkantenwinkel

$$a', a'' \quad 53^\circ \quad 8',1 \quad (10)$$

Krystall 11.

Kleines dem ersten Anschein nach fast reguläres Octaeder von messinggelber Farbe; einem Schwefelkieskrystall ähnlich. Es liessen sich an demselben folgende Winkelmessungen ausführen:

1 Winkel der Polkanten K

Februar 19.

$$e'e'' \quad 70^\circ \quad 48',4 \quad (5)$$

$$e''e''' \quad 70 \quad 49,5 \quad (5)$$

$$e'''e^4 \quad 70 \quad 44,0 \quad (5)$$

Winkel an der Basis L

Februar 20.

$$e'e, \quad 69^\circ 53',4 \quad (5)$$

$$e''e'', \quad 69 \quad 49,2 \quad (5)$$

Es ist:

$$\cos K = \sin \frac{1}{2} L^2$$

Reducirt man hiermit L auf K so hat man für diesen letzten Winkel folgende 5 Bestimmungen:

	K
(5)	70° 48',4
(5)	70 49,5
(5)	70 44,0
(5)	70 50,8
(5)	70 52,9
(5)	Mittel 70 49,0

Krystall 12.

Kleine schwefelkiesfarbene Doppelpyramide, dem Krystall 7 sehr ähnlich.

Es ergab sich:

Juli 20

August 20

$$K = 70^\circ 48',0 \quad (10)$$

$$K' = 70^\circ 34,4 \quad (10)$$

$$L = 69^\circ 58,1 \quad (10) \quad L = 70^\circ 7',8 \quad (15)$$

Unter den Krystallen der ersten Pariser Bereitung bemerkt man ziemlich häufig tafelarartige Gestalten, die man auf den ersten Blick den charakteristischsten Formen des trimetrischen Systemes zurechnen könnte. Sie sind in den Fig. 3, 6, 9 von uns abgebildet worden und gehören zu den grössten Krystallen, welche ich bisjetzt beim Bor beobachtet habe, indem sie mitunter die Länge von 2^{mm} erreichen; an ihren Oberflächen sind sie meist farbig, besonders tief stahlblau angelaufen.

Bei etwas genauerer Prüfung erkennt man in ihnen eine hemiedrische Formausbildung. Die Gestalten Fig. 3, 6 zeigen die rhombotype Hemiedrie auf welche Naumann zuerst beim Harmotom aufmerksam gemacht hat. Danach gehören die Flächen $f'f'' f, f''$ den Hälften einer quadratischen Pyramide an, deren Nebenflächen in Fig. 3 gänzlich verschwunden und in Fig. 6 so weit

zurückgedrängt sind, dass sie noch eben erkannt, auch noch mit einiger Mühe gemessen werden können.

In der Figur 9 kommt die geneigtflächige sphenoidische Hemiedrie zum Vorschein, so wie sie im trimetrischen Systeme an den Krystallen der schwefelsauren Magnesia beobachtet wird.

Diese hemiedrischen Pyramiden von denen ich eine grössere Anzahl von Individuen gemessen habe, erlauben nur eine approximative Bestimmung, da die Flächen meistens etwas gekrümmt und niemals so eben erscheinen als die andern beim Bor beobachteten Pyramiden.

Diese hemiedrischen Krystalle verrathen auch in allen Fällen eine Zwillingbildung, indem man auf der Mitte der zu einem Doma erweiterten Pyramidenfläche in der Längsrichtung entweder eine Streifung oder eine Naht bemerkt, an der einspringende, nur durch schärfere Vergrößerung zu beobachtende Flächen zum Vorschein kommen. Eine Winkelmessung derselben ist jedoch unmöglich.

An diesen hemiedrischen Krystallen sind folgende Messungen ausgeführt worden:

Krystall 13.

Es ist in Fig. 3 abgebildet. Eisenschwarze etwa 1,0^{mm} lange, halb so breite und sehr dünne Tafel. Es wurden die Domaflächen, welche ich mit f' f'' und f , ff'' bezeichne, an beiden Seiten gemessen.

Die beobachteten Winkel sind

			Juli 3.		
Oben	f' f''	59°	7,6	(5)	
Unten	f , ff''	59	14,0	(2)	

Krystall 14.

Abgebildet in Fig. 6. Gemessen März 15.

Neigung des Domas:

Oben	f' f''	59°	30',2	(5)
Unten	f , ff''	59	22,2	(5)
	f' f''	42	20,8	(5)
	f' f^4	40	22,0	5,0 (5)

Krystall 15. zurückgeführt sind, dass sie auch noch mit einiger Wahrscheinlichkeit

Gemessen März 27.

Dieser Krystall ist sphenoidisch gestaltet und in Fig. 9 abgebildet. Die Domflächen sind in der Mitte stark gestreift, welche Eigenthümlichkeit auf Zwillingenzusammensetzung hindeutet.

Es wurde beobachtet

$$\begin{array}{l} f' f'' \quad 59^\circ \quad 36' \quad (2) \\ f, f'' \quad 59^\circ \quad 58' \quad (2) \end{array}$$

Es sind ausserdem noch an einer Reihe von Krystallen diese domatischen Flächen gemessen worden, welche indess alle sehr weit von einander abweichen. Sie gehören zu den Bor-Krystallen, welche von der Natur am wenigsten exact gebildet worden sind und ihre Oberflächen reflectiren in Folge von Zwillingbildung und Krümmung niemals so scharfe Bilder als die Flächen der Pyramide 1 1 1.

Wir haben in der nachfolgenden Uebersicht die an verschiedenen Krystallen gemessenen Domwinkel zusammengestellt.

		Krystall	f'	f''	
Feb.	3.	13	59°	7',6	(5)
		13	59	14,0	(2)
März	15.	14	59	30,2	(5)
		14	59	22,2	(5)
März	17.	15	59	35,0	(2)
		15	59	58,0	(2)
Juni	24.	16	60	0,4	(3)
Juli	8.	16	60	8,4	(5)
Juli	19.	17	60	48,6	(3)
Juli	19.	18	60	7,7	(3)
Juli	19.	19	58	25,7	(3)
Juli	19.	19	58	29,0	(5)
Juli	20.	20	60	26,3	(3)
		Mittel	59°	38,1	

Krystall 21.

Dieser in Fig. 11 abgebildete Krystall ist der einzige seiner Art der unter denen der ersten Pariser Präparation aufgefunden worden ist. Er ist nadelartig gebildet, etwa 1,3^{mm}, 0,35^{mm} breit, 0,25 dick, durchsichtig, spiegelglatt und von hell-honig-gelber Farbe, und zeigt ausser den beiden Prismen eine Combination einer Pyramide der ersten und zweiten Art.

Es wurden folgende Winkel beobachtet:

Feb. 18	$a' a''$	$a' a''$
	45° 23',7 (5)	44° 36',7 (5)
neu centrirt	45 30,2 (5)	44 26,5 (5)
Feb. 19		
neu centrirt	45 34,0 (5)	44 28,6 (5)
Mittel	45° 29',3 (15)	44° 30',6 (15)

Diese beiden Winkel sollten der Theorie nach gleich sein, während sie fast um einen Grad von einander abweichen. Die Ursache dieser Unregelmässigkeit ist nicht zu ermitteln, sie kann aber nicht in der Fehlerhaftigkeit der Winkelmessungen, sondern nur in der innern Beschaffenheit des Krystalles selbst gesucht werden.

Die Prismenwinkel sind nahe zu 90 und 45 betrachtet worden.

III.

Es folgen jetzt die Messungen der Krystalle der 2ten Pariser Bereitung. Sie sind sehr viel weniger mannigfaltig gebildet als die eben beschriebenen, namentlich fehlen ihnen durchaus alle hemiedrischen Formen; ich konnte nur die Pyramide 1 1 1 und die beiden Prismen erkennen.

Krystall 22.

Er ist von hellbrauner Farbe, durchscheinend aber nicht durchsichtig und zeigt die Combination der Pyramide 1 1 1 1 1 0 0 1 0 wie Fig. 5.

An dem einen, dem obern Ende, sind alle 4 Pyramidenflächen deutlich ausgebildet und daher gemessen worden. Ich beobachtete folgende Winkel:

Juli 28.

Oberes Krystallende	}	a'	a''	53°	1',6	(5)
		a''	a'''	52	46,1	(5)
		a'''	a^4	52	47,4	
		a^4	a'	53	8,2	
Unteres		$a,$	$a,,$	53	13,1	

IV.

Wöhler hatte verschiedene Male graphitförmiges Bor aus Zusammenschmelzung von $KF + BF^3$ mit Aluminium bereitet. Besonders schön gelungen ist eine dieser Präparationen, welche über das Krystallsystem derselben keinen Zweifel lässt.

Indem ich beabsichtigte das graphitförmige Bor womöglich genauer krystallographisch zu untersuchen, bemerkte ich, dass dasselbe mit zwar sehr kleinen aber ausgezeichneten diamantartigen Borkrystallen gemischt war.

Man findet darunter theils die Formen der ersten Göttinger, theils die der ersten Pariser Bereitung, deren Messungen wir hier folgen lassen.

Krystall 23.

Farbe braunroth durchscheinend aber nicht durchsichtig wie viele Krystalle der ersten Göttinger Präparation. Die 4 Pyramidenwinkel von 1 1 1 wurden folgendermassen beobachtet:

Juni 10, 11, 23, 24.

$$a', a'' \quad 52^\circ \quad 42',7 \quad (23)$$

$$a'', a''' \quad 53 \quad 8,8 \quad (8)$$

$$a''', a^4 \quad 52 \quad 54,6 \quad (3)$$

$$a^4, a' \quad 52 \quad 56,6 \quad (13)$$

$$\text{Mittel} \quad 52 \quad 55,7$$

Wir haben ausserdem noch mehrere ganz ähnliche Krystalle dieser Präparation approximativ gemessen, welche anzuführen wir kaum für nöthig halten.

Krystall 24.

Endlich wurde ein dem regulären Octaëder ähnlicher Krystall wie Fig. 3 gemessen, der Polkantenwinkel fand sich von den frühern etwas verschieden, nämlich:

$$K = 71^\circ \quad 49',9 \quad (3)$$

Man findet hier ebenfalls Zwillingsbildungen wie in der ersten Pariser und ersten Göttinger Präparation.

Nachdem wir so das Material unserer Messungen in concentrirtester Weise mitgetheilt haben, wenden wir uns zu einer genaueren Prüfung und Berechnung desselben.

Wir beginnen damit aus allen Beobachtungen die wahrscheinlichsten Werthe der Grundpyramide 1 1 1 und den zugehörigen Parameter c abzuleiten, mit welchem wir alsdann die Dimensionen der übrigen Gestalten berechnen und die so gewonnenen Resultate mit unsern Beobachtungen vergleichen.

In der nachfolgenden Übersicht finden sich zunächst die an den verschiedenen Krystallen gemessenen Polkantenwinkel $K, K', K'' \dots$ der Grundpyramide 1 1 1 und die zugehörigen Parameter $c, c', c'' \dots$ zusammengestellt.

Es bedeuten hier $G' G''$ die Krystalle der ersten und zweiten Göttinger-, P', P'' die Krystalle der ersten und zweiten Pariser Bereitung.

Unter Z findet sich die Anzahl der gemessenen Winkel deren Mittelwerthe hier aufgenommen sind.

Tab. I.

1857	Datum	Kryst.	Farbe	K	Z	B	Parameter c
1	Aug.	3	Hyacinthbraun	53 ⁰ 2',9	5	G'	0,57600
2	März	1	Hyacinthroth	53 3,0	10	G'	0,57601
3	—	2	Hyacinthroth	53 1,2	5	G'	0,57549
4	Jan. 28	5		52 58,5	10	P'	0,57476
5	28		Dunkelbraun	53 0,0	5	P'	0,57518
6	28			53 20,0	5	P'	0,58078
7	28			52 53,8	5	P'	0,57356
8	Jan. 30	6		53 7,4	10	P'	0,57721
9	30		Schwarz	53 6,6	5	P'	0,57705
10	30			53 5,2	5	P'	0,57664
11	30			52 59,2	10	P'	0,57498
12	Mai 18	9	Dunkelbraun	52 51,3	6	P'	0,57275
13	Mai 18			52 56,0	10	P'	0,57405
14	Juli 29	10	Schwarz	53 8,1	10	P'	0,57747
15	29	4		53 2,0	10	P'	0,57573
16	29		Hellgelb durch-	53 1,5	10	P'	0,57562
17	29		sichtig	52 59,1	6	P'	0,57491
18	Aug. 8	9		52 40,6	20	P'	0,56979
19	8		Hellhyacinthroth	53 2,7	15	P'	0,57588

1857	Datum	Kryst.	Farbe	K	Z	B	Parameter c
20	Aug. 8	9		53° 7,8	10	P'	0,57735
21		8		52 47,1	5	P'	0,57159
22		8		53 0,2	5	P'	0,57521
23	Aug. 10	7	Schwarz	53 8,9	10	P'	0,57765
24	Juli 28	22	Hellbraun	53 1,6	5	P''	0,57564
25				52 46,1	5	P''	0,57125
26				52 47,4	5	P''	0,57165
27				53 8,2	5	P''	0,57745
28				53 13,0	10	P''	0,57880
29	Juni 10	23		52 42,7	23	G''	0,57035
30	11,23,24			53 8,8	8	G''	0,57766
31				52 54,6	3	G''	0,57365
32				52 56,6	13	G''	0,57433

Eine nähere Betrachtung der so zusammengestellten Zahlen zeigt, dass im Werthe von K und in dem von ihm abhängigen Parameter c nicht unerhebliche Unregelmässigkeiten auftreten, welche streng genommen mit dem Charakter des dimetrischen Systemes unvereinbar sind. Sie rühren aus vier verschiedenen Ursachen her, welche man womöglich erst von einander zu sondern hat, bevor man die Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung sicher zu beurtheilen vermag. Nämlich:

- 1) Aus den Beobachtungsfehlern der Messungen.
- 2) Aus der Unregelmässigkeit im Bau der Krystalle.
- 3) Aus verschiedenartiger isomorpher Substitution.
- 4) Aus ungleichen Temperaturen bei den verschiedenen Messungen.

Wir werden zunächst diese vier Momente im Bezug auf unsere Beobachtungen näher betrachten und ihren Betrag, so weit als thunlich zu ermitteln suchen.

1) Man darf sich nicht wundern, dass bei so kleinen Krystallen, deren Flächen von einem ungeübten Auge nicht erkannt werden können und deren Oberflächen in der Regel zwischen 0,1 und 0,01 Quadratmillimeter zu schwanken pflegen verhältnissmässig bedeutendere Beobachtungsfehler vorkommen, als bei etwas grössern Krystallen deren ebene Flächen so viel Licht reflectiren, dass man in ihnen ein fernes gespiegeltes Object mit Hülfe eines Fernrohrs beobachten kann. Die meisten Borkrystalle waren von der Beschaffenheit, dass sie sich nur in einem dunklen Zimmer, in welches durch eine quadratförmige etwa zollgrosse Öffnung das nöthige Licht eingelassen wurde, messen

liessen. Die Verhältnisse der Localität bringen es mit sich, dass für so ausserordentlich lichtschwache Krystalle nur eine sehr mässige Entfernung des Lichtpunkts vom Auge angewandt werden kann; auf die Centrirung ist daher die alleräusserste Sorgfalt zu verwenden. Ebenso erlaubt die Einstellung der gespiegelten Bilder der verschiedenen Flächen nur einen sehr verschiedenen Grad von Genauigkeit. Manche Flächen lassen in dieser Beziehung nichts zu wünschen übrig und man würde bei ihnen ohne Zweifel den äussersten Grad von Genauigkeit erreichen, der nur überhaupt zu erreichen ist; doch trifft es sich zu selten, dass beide Flächen gleich vollkommene Bilder reflectiren, und während das eine eine scharfe Einstellung möglich macht, erlaubt das andere nur mitunter eine sehr approximative. Man wird unter solchen Umständen, selbst bei Durchschnittswerthen von vielen Messungen, immerhin Fehler, welche auf einige Minuten steigen, begehen können.

2) Abgesehen von diesen unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zeigen alle Krystalle, und so auch die hier untersuchten, in ihrem Bau gewisse Unregelmässigkeiten, welche wenigstens bei unsern jetzigen Kenntnissen auf kein Princip zurückführbar sind und sich, um ein Bild zu gebrauchen, mit den Unregelmässigkeiten in den Winkeln eines Daches vergleichen lassen, welche durch eine unvollkommene im Innern ausgeführte Zimmerung des Fach- und Sparrenwerks ihren Grund haben. Sie treten mitunter in den von uns gemachten Messungen auf eine sehr auffallende Weise hervor, z. B. im Krystall Nro. 8, gemessen am 8ten Aug.

Die vier Pyramidenwinkel weichen von dem aus allen Krystallmessungen gefundenen Mittel in folgender Weise ab:

			Mittel	Beob.-Ber.
K	=	52° 40,6 (20)	53° 1',4	- 20',8
K'	=	53 2,7 (15)	53 1,4	+ 1,3
K''	=	53 7,8 (10)	53 1,4	+ 6,4
K'''	=	52 47,1 (5)	53 1,4	- 14,3

Insofern wir den Krystall als dimetrisch und nicht als monoklin betrachten, sollten die Winkel K, K', K'', K''' unter einander gleich sein, während K

gegen den aus allen Beobachtungen abgeleiteten Durchschnittswerth um etwa 21' zu klein erscheint.

Der Winkel K , der übrigens gut beobachtet werden konnte, ist 20 Mal nach einander gemessen worden und ist daher bis auf eine oder zwei Minuten zu verbürgen. Die hervorgehobene Abweichung liegt also in der Bauart des Krystalls, nicht in den fehlerhaften Winkelmessungen, und zeigt eine jener Unregelmässigkeiten, auf welche wir soeben hingedeutet haben.

Betrachten wir diesen Krystall als monoklin, so müssten die über der Orthodiagonale liegenden Winkel K und K''' unter einander gleich, K' und K'' über der Klinodiagonale ungleich sein.

Wenn sich bei unserer Aufgabe durch Annahme des monoklinen Krystallsystems zwischen Theorie und Beobachtung eine grössere Übereinstimmung erzielen liesse, als mit Zugrundelegung des dimetrischen, so würde das letztere aufzugeben sein; allein ein Blick auf die in Tab. I. zusammengestellten Beobachtungen wird uns überzeugen, dass die unregelmässigen Schwankungen in K nicht durch Annahme eines monoklinen Systems zu beseitigen sind.

3) Wenn wir so eben beispielsweise am Krystall 8 auf die Unregelmässigkeiten seiner Bauart aufmerksam gemacht haben, so ist doch nicht unbeachtet zu lassen, dass nur ein Theil derselben, in unserm Beispiele — 20', 8 u. s. w. keine Gesetzmässigkeit befolgt, während ein anderer von der isomorphen Substitution des Bors durch Kohle und Aluminium herzurühren scheint. Die grosse Farbenmannigfaltigkeit der dimetrischen Borkrystalle, vornehmlich bei der ersten Pariser Präparation, welche vom tiefsten Schwarz bis zum hellsten Gelb und Hyacinthroth alle möglichen Übergänge zeigt, macht es sehr wahrscheinlich, dass einer jeden eine eigene chemische Zusammensetzung zugehöre, welche bisjetzt nur durch die wenigen Analysen, die freilich nicht mit Berücksichtigung dieses Gegenstandes ausgeführt sind, bestätigt werden. Dass die in diesem Körper verbundenen Elemente Bor, Kohle und Aluminium nach bestimmten Verhältnissen gemischt sind, ist nicht wahrscheinlich, denn man bemerkt öfter an ein und demselben Krystalle zwei verschiedene Farben, zum Beispiel hyacinthroth an seiner Spitze und braunschwarz am untern Ende.

Demungeachtet findet zwischen den verschiedenen Spielarten des dime-

trischen Bors eine so grosse Übereinstimmung der Winkel statt, dass man nicht daran zweifeln kann, dass hier Kohle und Aluminium das Bor isomorph in der mannigfaltigsten Weise vertreten.

Immerhin wird es von besonderem Interesse sein nachzuforschen, ob für diese verschiedenen Farbennüancirungen, denen sehr wahrscheinlich verschiedene, aber isomorphe Zusammensetzungen entsprechen, auch eine durch Messungen zu ermittelnde Formverschiedenheit nachzuweisen sei. Dieser Versuch ist im Nachfolgenden angestellt.

Wir haben nämlich aus Tab. I. die Mittelwerthe von K , K' , K'' . . . für die einzelnen Krystalle mit Berücksichtigung ihrer Farbe zusammengestellt.

Nachdem dadurch die unregelmässigen Fehler in ihrem Bau, so wie die Beobachtungsfehler, entweder sogar als ganz unterdrückt oder doch wenigstens sehr ausgeglichen sind, werden die Winkelverschiedenheiten, welche von der verschiedenen isomorphen Substitution der vorhin angeführten Elemente abhängen, deutlicher hervortreten.

Die nachfolgende Tabelle II. enthält diese Mittelwerthe von K und c für 12 verschiedene Krystalle, mit Angabe ihrer Farben, der Bereitung und der Zahl der gemessenen Winkel.

Tab. II.

Farbe	B	K	Z	Parameter c
Hyacinthbraun	G'	53° 2',9	5	0,57600
Hyacinthbraun	G'	53 3,0	10	0,57601
Hyacinthbraun	G'	53 1,2	5	0,57549
Dunkelbraun	P'	53 3,1	25	0,57607
Schwarz	P'	53 4,6	30	0,57647
Dunkelbraun	P'	52 53,7	16	0,57340
Schwarz	P'	53 8,1	10	0,57747
Hellgelb	P'	53 0,9	26	0,57542
Hyacinthroth	P	52 55,7	55	0,57396
Schwarz	P'	53 8,9	10	0,57765
Hellbraun	P''	52 58,7	25	0,57479
Hellbraunroth	G''	52 55,8	47	0,57399
Mittel		53° 1,4	264	0,57556

Aus der Zusammenstellung dieser Beobachtungen geht ziemlich deutlich hervor, dass die hellen Varietäten des diamantförmigen Bor etwas flachere, die dunkeln etwas spitzere Pyramiden besitzen. Die einzige Ausnahme macht davon die Messung 6, die wahrscheinlicher Weise mit einem constanten Centrirungsfehler behaftet ist. Der Krystall konnte später nicht noch ein Mal gemessen werden, da der aus vielen Individuen zusammengesetzte beim Abnehmen vom Goniometer zerbrach. Lassen wir diese Beobachtung unberücksichtigt, so ordnen sich die übrigen Krystalle nach ihren Farben in folgender Weise:

Schwarz		Dunkelbraun	
k	c	k	c
53° 4',6	0,57647	53° 3',1	0,57607
53 8,1	0,57747		
53 8,9	0,57765		
<u>53° 7',2</u>	<u>0,57720</u>		
Hyacinthbraun		Gelb	
k	c	k	c
53° 2',9	0,57600	53° 1',0	0,57544
53 3,0	0,57601		
53 1,2	0,57549		
<u>53° 2',4</u>	<u>0,57583</u>		
Hellbraun, Hellhyacinthroth			
k	c		
52° 55',7	0,57396		
52 58,7	0,57479		
52 55,8	0,57399		
<u>52° 56',7</u>	<u>0,57325</u>		

Endlich ergibt sich für K und c , nach der Farbe folgende Uebersicht:

Diamantförmiges Bor	K	c
Schwarz	53° 7',2	0,57620
Dunkelbraun	53 3,1	0,57607
Hyacinthbraun	53 2,4	0,57583
Gelb	53 0,9	0,57544
Hellbraun, Hyacinthroth	52 56,7	0,57325

Der grösste Winkelunterschied in K zwischen der schwarzen und hell-

hyacinthrothen Varietät beträgt danach $dK = 10',5$ und die entsprechende Grösse für den Parameter $dc = 0,00295$.

In der eben mitgetheilten Zusammenstellung unserer Beobachtungen erblicken wir einen ersten, doch nur höchst unvollkommenen Versuch, der die Möglichkeit zeigt, zwischen der chemischen Zusammensetzung und der davon abhängigen äusseren Form einen Zusammenhang zu ermitteln; eine Arbeit von deren eigentlichen Anfang wir freilich noch weit entfernt sind. Um diesem Ziele wenigstens mit der Zeit näher zu kommen würde es erforderlich sein eine bedeutende Menge diamantförmigen Bors, etwa in der Art der ersten Pariser Präparation darzustellen, dann die Krystalle nach den Farben zu sondern und sie, nachdem die besten derselben gruppenweise gemessen sind, verschiedenen chemischen quantitativen Analysen zu unterwerfen. Für den angegebenen Zweck sind vielleicht auch etwas grössere und schärfer gebildete Krystalle zu erzielen, welche mit Hülfe eines Fernrohrs gemessen auf der einen Seite schärfere Resultate liefern, auf der andern bei einer geringern Anzahl von Messungen, die dann nur nöthig wären, diesen Theil der Arbeit beträchtlich abkürzen würden.

4) Es ist sodann darauf aufmerksam zu machen, dass die von uns mitgetheilten Krystallmessungen, im Laufe eines halben Jahres, bei sehr ungleichen etwa um 20° C von einander liegenden Temperaturen angestellt worden sind.

Bei feinem Untersuchungen würde der bisjetzt unbekannte Einfluss der Temperatur auf die Krystalldimensionen des Bors nicht ausser Acht zu lassen und bei der Vergleichung zwischen Beobachtung und Theorie mit in Rechnung zu bringen sein.

Nachdem wir im Vorhergehenden für den Mittelwerth des Parameters

$$c = 0,57556$$

gefunden haben, werden wir mit demselben die Winkel mehrerer Pyramiden, so wie einige andere aus ihnen abgeleitete Winkel berechnen und mit unsern Beobachtungen vergleichen.

Man berechnet zuerst die Abmessungen für folgende, beim Bor beobachtete Pyramiden:

(Miller)	(Naumann)	K	$\frac{1}{2}L$	L
$h h l$				
1 1 1	P	$53^{\circ} 1',3$	$50^{\circ} 51',5$	$101^{\circ} 43',0$
2 2 1	$2P$	$74 5,9$	$31 33,8$	$63 7,6$
7 7 4	$\frac{7}{4}P$	$70 43,3$	$35 4,2$	$70 8,4$
7 7 5	$\frac{7}{5}P$	$64 12,7$	$41 16,1$	$81 32,2$
4 4 5	$\frac{4}{5}P$	$45 23,6$	$56 55,7$	$113 51,4$
7 7 10	$\frac{7}{10}P$	$40 59,0$	$60 19,6$	$120 39,2$

Die aus mehreren Combinationen bestehenden Krystalle sind hauptsächlich folgende:

Krystall 3 Fig. 8

zeigt die Combinationen

$$111 \quad 211 \quad 110 \quad 010$$

Ein sehr ähnlicher nicht gemessener in Fig. 7 abgebildeter Krystall zeigt die Combination

$$111 \quad 211 \quad 110$$

Zwischen Rechnung und Beobachtung ergibt sich für den Krystall 3 folgende Uebereinstimmung:

		Beob.	Ber.	Ber.-Beob.
1 1 1	1 1 0	$50^{\circ} 36',7$	$50^{\circ} 51',5$	+ 14',8
1 1 1	2 2 1	$19 3,8$	$19 17,7$	+ 13,9
1 1 0	2 2 1	$31 33,3$	$31 33,8$	+ 0,5
1 1 1	$\bar{1} 1 1$	$53 3,0$	$53 1,4$	- 1,6

Krystall 5 Fig. 10

zeigt die Combination

$$111, 7710, 110, 010$$

Die Vergleichung zwischen Rechnung und Beobachtung ergibt:

		Beob.	Ber.	Ber.-Beob.
1 1 1	$\bar{1} 1 1$	$53^{\circ} 2,1$	$53 1,3$	- 0',8
1 1 1	7 7 5	$9 27,2$	$9 35,4$	+ 8,2
1 1 0	0 1 0	$45 4,0$	$45 0$	- 4,0

Krystall 9 Fig. 14

Combination 1 1 1 0 1 0

		Beob.	Ber.	Ber.-Beob.
1 1 1	$\bar{1} 1 1$	$52^{\circ} 53',7$	$53^{\circ} 1',3$	7',6
1 1 1	0 1 0	$63 29,9$	$63 32,0$	2,1

Krystall 13 Fig. 3

Rhombotyp-hemiëdrische Combination von

$$7710 \quad 110$$

Die Neigung der Domafläche

		Beob.	Ber.	Ber.-Beob.
$f' f''$	$\bar{7}\bar{7}10 \quad 7710$	$59^\circ 10',8$	$59^\circ 20',6$	$+ 9',8$

Krystall 14

		Beob.	Ber.	Ber.-Beob.
	$\bar{7}\bar{7}10 \quad 7710$	$59^\circ 26',2$	$59^\circ 20',6$	$- 5,6$
	$7710 \quad \bar{7}\bar{7}10$	$41 \quad 20$	$40 \quad 59,0$	$- 21,0$

An den Krystallen 15 bis 20 ist die Neigung derselben rhombotyp-hemiëdrischen Pyramiden oder Domaflächen

$$7710 \quad \bar{7}\bar{7}10$$

mit sehr schwankenden Werthen beobachtet, die im Mittel von der Theorie um $17',5$ abweichen. Die Fläche 7710 ist in allen Fällen uneben, öfter etwas gekrümmt und nie recht deutlich spiegelnd ausgebildet, dazu sind alle diese Individuen ohne Zweifel Zwillings-Verwachsungen parallel der Fläche 110 , was ich in Fig. 3 und 6 durch die Mittellinie in f anzudeuten gesucht habe.

Dass der Pyramidenwinkel $7710 \quad \bar{7}\bar{7}10$ nur einen sehr angenäherten Werth gibt, ist bei der ausserordentlichen Kleinheit und undeutlichen Ausbildung der Flächen nicht zu verwundern.

Krystall 11.

Diese Pyramide bekommt die Form 774

	K	Beob.	Ber.	Ber.-Beob.
		$70^\circ 49'$	$70^\circ 43'$	$- 5',0$
	L	$69^\circ 51'$	$70^\circ 8',0$	$+ 16',0$

Es ist hervorzuheben, dass diese Abweichung zwischen Rechnung und Beobachtung nicht Folge der unregelmässigen Bauart dieses Krystalles ist, sondern dass demselben ein etwas anderer Parameter zukömmt als der, welchen wir für unsere Rechnung angenommen haben; es geht dieses schon daraus hervor, dass sich L auf K , oder umgekehrt K auf L mit ziemlich grosser Genauigkeit reduciren lässt.

Legen wir für diese Pyramide die Bezeichnung 774 zum Grunde, so ist

$$c = \frac{l \cos 45^\circ}{h \operatorname{tg} \frac{1}{2}L}$$

Mit dem vorhin gefundenen Mittelwerthe $\frac{1}{2}L = 34^\circ 58',5$ ergibt sich

$$c = 0,57761$$

Zwischen Rechnung und Beobachtung findet man alsdann:

K	Beob.	K	Ber.	Ber.-Beob.
70 ⁰	48',4	70 ⁰	49',1	+ 0,7
70	49,5	70	49,1	- 0,4
70	44,0	70	49,1	+ 5,1
L		L		
69 ⁰	53',4	69	57,0	+ 2,6
69	49,2	59	57,0	+ 7,8

Diese kleinen Pyramiden-Octaëder dürfen also nicht nach den eben untersuchten Zahlenwerthen mit dem regulären Octaëder des isometrischen Systemes verwechselt werden. Ihre eigentliche Farbe, wie ich aus vielen Beobachtungen bemerkt habe, ist eine tief schwarze; mehrere derselben, zumal Krystall Nro. 11 sind nach Aussen messinggelb angelaufen.

Die mitgetheilten Beobachtungen sprechen ebenfalls dafür, dass den schwarzen Varietäten des diamantförmigen Bors, ein etwas grösserer Parameter als den lichtbraunen und hellhyacinthrothen angehört.

Wir fanden vorhin als Mittelwerth für die schwarzen Varietäten:

für die Pyramide 1 1 1 $K = 53^\circ 7',2$ $c = 0,57720$

für Krystall Nro. 11. 1 1 1 $K = 53^\circ 8',8$ $c = 0,57761$

und fast genau übereinstimmend mit Krystall Nro. 7.

Es sind von diesem Pyramiden-Octaëder noch mehrere andere Individuen, die namentlich in sogleich zu beschreibenden Zwillingsformen auftreten und nahezu dieselben Winkelverhältnisse zeigen, gemessen worden.

Krystall 12.

Man findet bei demselben den Mittelwerth von $K = 70^\circ 41',2$ und nach der letzten sehr zuverlässigen Bestimmung $L = 70^\circ 7',8$.

Daraus folgt:

Beob.	Berech.	Ber.-Beob.
$K = 70^\circ 41',2$	$70^\circ 42',5$	+ 1',3
$L = 70 \quad 7,8$	$70 \quad 10,2$	+ 2,4

Die Indices dieser Pyramide sind $7\ 7\ 4$, mit denselben und dem berechneten L findet sich $c = 0,57525$, etwa dem Mittelwerthe entsprechend.

Im Krystall 24 ist möglicher Weise ein Versehen beim Ablesen um 10° vorgekommen, bei neuen Messungen ist er verloren gegangen.

Endlich ist noch der Krystall 21 mit der Rechnung zu vergleichen. Er zeigt die bisjetzt noch nicht beobachtete Combination Fig. 11.

$4\ 4\ 5$	$0\ 4\ 5$	$1\ 1\ 0$	$0\ 1\ 0$
	Beob.	Berech.	Ber.-Beob.
$4\ 4\ 5$	$\bar{4}\ 4\ 5$	$45^\circ\ 29',3$	$45^\circ\ 23',6$
			$- 5',7$

Es ist eine besondere Eigenthümlichkeit der Bor-Krystalle, dass mitunter gewisse Flächen auf Kosten anderer ausserordentlich erweitert werden, wodurch sehr schwer zu entziffernde Formen entstehen, in denen man sich nur mit Hülfe des Goniometers orientiren kann.

Als eines der interessantesten Beispiele dieser Art führen wir einen kleinen schwarzen Krystall an, welcher in Fig. 17 abgebildet worden ist. Auf den ersten Blick wird man denselben für eine Form des monoklinen Systemes halten, doch erkennt man in ihm bei genauerer Untersuchung das soeben beschriebene Pyramidenoctaëder $7\ 7\ 4$, in dem 6 Flächen die zwei entgegengesetzten $7\ 7\ 4$ und $\bar{7}\ \bar{7}\ \bar{4}$ gänzlich verdrängt haben. Die Richtigkeit dieser Ansicht zeigt sogleich eine sorgsam ausgeführte Messung. Man findet nämlich den Polkantenwinkel der Pyramide übereinstimmend mit dem einen Winkel des monoklinen Prismas nämlich $= 70^\circ\ 53',7$ (5), während vorhin bei Krystall Nro. 11. $K = 70^\circ\ 49'$ beobachtet worden ist.

Um diese merkwürdige Flächenerweiterung noch etwas deutlicher zu machen, ist in die von 6 Rhomben umschlossene Gestalt Fig. 17 die Pyramide $7\ 7\ 4$ hineinconstruirt. Wir müssen ferner bemerken, dass dieser Krystall wahrscheinlicher Weise ein Zwilling ist, da man auf der Fläche $e\ e'$ in der geneigt liegenden Diagonale eine Streifung oder bei genauerer Betrachtung einen einspringenden Winkel bemerkt. Die Verwachsungsfläche wäre dann parallel $0\ 7\ 4$.

Ein zweiter durch seine Flächenerweiterungen sehr merkwürdiger Krystall wurde von mir erst vor wenigen Tagen beobachtet und ist daher nicht abgebildet worden. Er wird von 14 Flächen umschlossen und gleicht

einer hexagonalen Combination. Es gehören 8 derselben der Pyramide 1 1 1 an, von denen 4 paarweise erweitert und 4 paarweise zurückgedrängt sind.

Erweitert sind

$$h \quad h \quad l$$

$$h \quad \bar{h} \quad l$$

$$h \quad h \quad \bar{l}$$

$$h \quad \bar{h} \quad \bar{l}$$

Zurückgedrängt

$$\bar{h} \quad h \quad l$$

$$\bar{h} \quad \bar{h} \quad l$$

$$\bar{h} \quad h \quad \bar{l}$$

$$\bar{h} \quad \bar{h} \quad \bar{l}$$

Ferner erscheinen die 4 Flächen von 1 1 0 paarweise erweitert und zurückgedrängt, und endlich nur ein Paar von 0 1 0 so erweitert, dass der Krystall dadurch ein tafelartiges Ansehen bekommt.

Man beobachtet diese Krystalle, welche sich durch eine hell hyacinthrothe Farbe und besondern Glanz auszeichnen, unter den Krystallen der ersten Pariser Präparation.

Wir haben zuletzt noch den beim Bor beobachteten Zwillingsbildungen unsere Aufmerksamkeit zu schenken.

Es gibt ausser dem in Fig. 17. beschriebenen drei, vielleicht vier wesentlich verschiedene Arten.

1) Die rhombotypen, nach 1 1 0 verbundenen Zwillinge von Fig. 3 und 6. die nicht näher untersucht werden können, da keine genügenden Messungen derselben zu erhalten sind.

2) Zwillinge von 1 1 1 0 1 0, parallel 0 1 0. Sie sind in Fig. 16. abgebildet und zeigen sich sehr ausgezeichnet in der ersten Göttinger Präparation. Die gruppirten Krystalle von Fig. 12. und Fig. 13., welche von tief brauner oder schwarzer Farbe in grosser Mannigfaltigkeit in der ersten Pariser Präparation gefunden werden, sind nur Wiederholungen solcher Zwillinge.

3) Ausserordentlich merkwürdig sind die in Fig 18 und 19 abgebildeten Zwillinge, welche aus Pyramidenoctaëder-Segmenten der Form 7 7 4 Fig. 15, zwei-, drei- und vielleicht mehrfach parallel 7 7 4 zusammengesetzt, hervorge-

hen. Sie haben mit den bekannten Hemitropien des Spinells und Magneteisens die grösste Aehnlichkeit und sind in den beiden Göttinger und der ersten Pariser Präparation, in der letzten sehr häufig, beobachtet worden.

Der einspringende Winkel ee'' Fig. 18. ergibt sich durch die Messung:

$$37^{\circ} 35'$$

Der Pyramidenwinkel wurde $K = 70^{\circ} 51'$ beobachtet, woraus der berechnete Winkel $ee'' = 38^{\circ} 12'$ folgt. Erst in der aller neuesten Zeit ist es mir gelungen eine 4te Art von Zwillingen zu beobachten, welche den Gestalten von Fig. 3. und Fig. 6. ähnlich sind; sie zeigen indess, wie es scheint, die rhombotyp ausgebildete Pyramide 1 1 1 und einige noch nicht hinreichend constatirte Flächen, über die nach genauerer Untersuchung gelegentlich berichtet werden soll.

Eine ganz besondere Aufmerksamkeit verdienen die ebenfalls kleinen aber sehr zierlichen Krystalle des graphitförmigen Bors. Wöhler hat diesen ausgezeichneten Körper zu zwei verschiedenen Malen dargestellt. Beide Bereitungen zeigen sehr dünne, elastisch biegsame 6seitige undurchsichtige Täfelchen, welche 1^{mm} bis $1,5^{mm}$ im Durchmesser und kaum $0,1^{mm}$ Dicke besitzen. Ihre Farbe ist zwischen stahlgrau und kupferroth, sie gleichen unter den bekannten Mineralkörpern am Meisten den Magnetkieskrystallen.

Bei der Ungewissheit, welchem System das graphitförmige Bor zugerechnet werden müsste, erkannte ich die Nothwendigkeit einer näheren Untersuchung und Messung desselben, welche letztere anfangs unmöglich schien, aber schliesslich nicht ohne Mühe in approximativer Weise soweit gelang, dass dadurch das in Frage stehende Krystallsystem ohne Zweifel für das hexagonale erkannt worden ist.

Das graphitförmige Bor der ersten Bereitung zeigte eine grosse Menge dieser 6seitigen Täfelchen von einer solchen Dünne, dass sich eine Messung derselben als durchaus unmöglich erwies; dagegen fanden sich unter der zweiten Präparation Krystalle von etwas grösserer Dicke und von ausserordentlicher Regelmässigkeit, unter denen ich nach längerem vergeblichen Suchen einige von der Form von Fig. 20 auffand, welche sich zur Messung eigneten.

Sie zeigen sich als die Combination des sechsseitigen Prismas mit einer 6seitigen Pyramide, welche letztere in sehr zarten glänzenden Linien jene an beiden Seiten ringförmig begrenzt. In der Natur ist das Verhältniss der Dicke zur Breite der Tafel meist noch geringer als in der mitgetheilten Zeichnung; ich schätze die erstere unter $0,1^{mm}$. Eine jede der drei Flächen, die des Prismas und der Doppelpyramide sind daher kaum $0,03^{mm}$ breit. Ungeachtet ihres Glanzes reflectiren sie daher so wenig Licht, dass nur folgende Messungen möglich wurden:

Die Messung ergab	Beob.	Theorie.
r, l	$90^{\circ} 15'$	90°
r, r	59 38	60
r, o	39,5	

Es geht daraus auf das Deutlichste hervor, dass diese Krystalle keine Octaëder-Segmente des regulären Systems, sondern deutliche hexagonale Formen sind; um so geeigneter erscheint der von Wöhler gewählte Name graphitförmiges Bor.

Während ich mit den Untersuchungen des Bors vom Ende des verflossenen Jahres an vielfach beschäftigt gewesen war, hatte zu gleicher Zeit Herr Quintino Sella in Turin der Erforschung desselben Gegenstandes seine Aufmerksamkeit gewidmet. Er hatte die Güte mir über seine Beobachtungen, so weit es die Entfernung erlaubte, einige Mittheilungen zu machen, welche in vieler Beziehung mit den von mir gefundenen übereinstimmen.

Zuerst erhielt ich im April dieses Jahres von Herrn Sella eine sehr ausgezeichnete Abhandlung „Sulle forme cristalline di alcuni sali di Platino e del Boro adamantino“, aus der wir hinsichtlich der Krystallformen des Bors Folgendes hervorheben.

Herr Sella erhielt zufälligerweise durch Herrn Sainte Claire Deville aus Paris einige kleine, auf der schon erwähnten Grundmasse aufgewachsene Krystalle, welche wahrscheinlich der ersten Göttinger Präparation angehören.

Unter den von Sella und mir beobachteten Winkeln findet folgende Uebereinstimmung statt:

	Sella	S. v. W.	
$1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1$	$\equiv 63^\circ\ 24'$	$63^\circ\ 29',9$	
$1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1$	$\equiv 50\ 56$	$50\ 51,5$	
$1\ 1\ 0\ 2\ 2\ 1$	$\equiv 31\ 50$	$31\ 33,3$	
$1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1$	$\equiv 53\ 12$	$53\ 1,3$	

Seitdem hat Herr Sella der Turiner Akademie eine zweite, mir bisjetzt noch unbekannt Abhandlung, welche denselben Gegenstand behandelt, übergeben, aus welcher mir nur ein Auszug aus der Gazzetta Piemontese, sabato li 20 di Gugno 1857 mitgetheilt worden ist.

Diese kurze Anzeige gibt keine deutliche Einsicht in die Arbeiten des Herrn Sella, und ich möchte fast daraus entnehmen, dass ihm das von Wöhler dargestellte graphitförmige Bor nicht zur Untersuchung vorgelegen hat, da er sonst ohne Zweifel die hexagonale, von mir beschriebene Krystallform erkannt haben würde. Während Wöhler und Deville das graphitförmige, diamantartige und amorphe Bor in ihrer Abhandlung unterscheiden, bemerkt Sella, dass jene beiden ausgezeichneten Chemiker folgende 3 Arten beschreiben:

- 1) Schwarze Lamellen von fast reinem Bor;
- 2) diamantglänzende Prismen in denen das Bor durch Kohle und Aluminium theilweise vertreten wird;
- 3) mikroskopische, sehr glänzende Octaëder von noch unbekannter Zusammensetzung, in denen sich vermuthlich auch Bor mit Kohle und Aluminium verbindet.

Das von Sella mit 1 bezeichnete Bor, von dem er keine Krystallform angibt, dürfte vielleicht das graphitförmige sein; das mit 3 bezeichnete, als besondere Präparation, ist uns gänzlich unbekannt.

Dagegen finden sich zwischen dem diamantförmigen Bor der ersten Pariser und zweiten Göttinger Bereitung, wie ich sie genannt habe, zugleich mit den prismatischen Formen jene kleinen, dem Octaëder ähnlichen Krystalle, die wenigstens nach meinen Messungen dem dimetrischen und nicht dem isometrischen Systeme, für die sie Herr Sella zu nehmen geneigt scheint, angehören.

Es sprechen dafür folgende Gründe: zuerst weichen die verschiedenen

Polkantenwinkel $K, K', K'' \dots$ die unter sich nahezu übereinstimmen und die Winkel $L, L', L'' \dots$ an der Basis fast um einen Grad von einander ab, während sie sich durch Rechnung auf einander reduciren lassen. Sie entfernen sich etwa um die Hälfte dieses Betrages vom regulären Octaëder, eine Grösse, die bei der Schärfe, welche die Messungen erlaubten, nicht wohl geirrt werden kann.

Diese dem Octaëder so nahe verwandte Pyramide ist endlich aus dem Parameter c und ihren Indices $7\ 7\ 4$ scharf zu berechnen. Ob ihre Winkel von Herrn Sella gemessen, lässt sich aus dem mir mitgetheilten Auszuge seiner zweiten Abhandlung nicht ersehen, indess ist es dieselbe, an welcher wir gemeinsam jene vorhin beschriebenen Zwillingsformen beobachtet haben. Obgleich über die chemische Beschaffenheit dieser kleinen octaëdrischen Pyramiden bisjetzt noch alle Erfahrungen fehlen, ist es kaum zu bezweifeln, dass sie eine den nadelartigen Borkrystallen ähnliche Zusammensetzung besitzen, mit denen sie gemeinsam und in der nächsten Berührung entstanden sind. Die Flächen beider lassen sich mit befriedigender Genauigkeit durch Rechnung aufeinander reduciren und ihre allerdings etwas verschiedenen Typen, die ich nur den verschiedenen sehr wechselnden isomorphen Substitutionen von Bor, Kohle und Aluminium zuschreiben kann, sind nicht wunderbarer als zwei ungleich gefärbte, etwas verschieden gemischte Kalkspathkrystalle, z. B. Rhomboëder und sechsseitige Säulen, die an ein und derselben Stufe dicht neben einander erscheinen. Die Untersuchungen über diese interessanten sehr kleinen, nur dem geübten Blicke erkennbaren Borkrystalle sind von Herrn Sella und mir ganz unabhängig, etwa zu derselben Zeit mit gleicher Liebe zur Sache durchgeführt. Die von uns erhaltenen Endresultate werden gewiss in allen wesentlichen Punkten übereinstimmen, und sich vielleicht hier und da in der einen oder andern Richtung gegenseitig ergänzen.

Erklärung der Kupfertafeln.

Tafel I.

Fig.

1. Grundkrystallisation des diamantförmigen Bors, Pyramide 1 1 1, ohne Combination an sehr kleinen zierlichen, hellhyacinthrothen Krystallen der ersten Pariser Bereitung beobachtet.
2. Combination 1 1 1 1 1 0, mehrfach von hellbrauner und honiggelber Farbe, unter den Krystallen der ersten Göttinger und ersten Pariser Bereitung beobachtet.
3. Rhombotyp-hemiëdrische Form der Combination 7 7 10 1 1 0 immer von schwarzer Farbe und meist farbig angelaufen. Findet sich nur unter den Krystallen der ersten Pariser Bereitung. Undeutliche Zwillinge.
4. Pyramide 7 7 4, dem regulären Octaëder ähnlich. Die Flächen sind glänzend, öfter angelaufen. Beobachtet bei der ersten Pariser und zweiten Göttinger Bereitung.
5. Combination 1 1 1 1 1 0 0 1 0; eine der häufigsten Formen beim Bor.
6. Der Fig. 3 ähnlich, nur erscheint noch die andere Hälfte der kleinen Pyramide $\overline{7} 7 10$, beobachtet unter den Krystallen der ersten Pariser Bereitung.
7. Combination 1 1 1 2 2 1 1 1 0 0 1 0, beobachtet an Krystallen der ersten Göttinger Bereitung.
8. Combination 1 1 1 2 2 1 1 1 0 0 1 0, Krystall der ersten Göttinger Bereitung.
9. Sphenoïdisch hemiëdrischer Krystall von 7 7 10, 1 1 0. Erste Pariser Bereitung.

Tafel II.

Fig.

10. Lang-säulenförmige Combination von 1 1 1, 7 7 5, 1 1 0, 0 1 0; nur ein Mal beobachtet bei der ersten Pariser Bereitung.
11. Lang-säulenförmige Combination von hellgelber Farbe 4 4 5, 0 4 5, 1 1 0, 0 1 0.
- 12 und 13. Gruppirtete Krystalle von der Combination 1 1 1, 0 1 0, wie sie sich in vielfachen Modificationen, meist von schwarzer oder dunkelbrauner Farbe, in grosser Menge zwischen den Krystallen der ersten Pariser Bereitung finden.
14. Combination von 1 1 1, 0 1 0, häufigste Form beim Bor, mit mannigfaltigen, oft sehr eigenthümlichen Erweiterungen einzelner Flächen.
15. Segment der Pyramide 7 7 4, ziemlich häufig in kleinen, schwarzen, sehr glänzenden Krystallen in der ersten Pariser Bereitung.
16. Zwilling von 1 1 1, 0 1 0. Zusammensetzungsfläche parallel 0 1 0. Beobachtet bei der ersten Göttinger und ersten Pariser Bereitung.
17. Eigenthümlich erweiterte Pyramide 7 7 4. Wahrscheinlich Zwillingsbildung, verwachsen nach 0 7 4. Nur ein Mal unter den Krystallen der ersten Pariser Bereitung beobachtet.
18. Zwilling von zwei Pyramiden 7 7 4; Zwillingsfläche 7 7 4, häufig unter den Krystallen der ersten Pariser und ein Mal unter den Krystallen der ersten Göttinger Bereitung beobachtet.
19. Drilling in derselben Weise, unter den Krystallen der ersten Pariser Bereitung beobachtet.
20. Krystall des graphitförmigen Bors; Endfläche, hexagonales Prisma und Pyramide.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen](#)

Jahr/Year: 1856-1857

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Sartorius Wolfgang von Waltershausen

Artikel/Article: [Ueber die Krystallformen des Bors 297-328](#)