

Über brasilianischen Braunit nebst Bemerkungen über die Buchstabenbezeichnung beim Braunit.

Von

R. Koechlin.

Mit 4 Figuren im Text und 1 Tafel (Nr. IX).

Am 9. März 1908 legte ich in der Sitzung der Wiener Mineralogischen Gesellschaft interessante Stufen von brasilianischem Hausmannit und Braunit vor. Damals war erst ein Teil des Braunit-Materials untersucht; die Mitteilungen über den Braunit waren daher nur vorläufige. Nachdem jetzt die Arbeit nach langen Unterbrechungen zu Ende geführt ist, soll nunmehr eingehender darüber berichtet werden.

Das Material hatten die Herren Regierungsrat Dr. K. Kürschner in Wien, Hütteninspektor H. Kretschmer in Witkowitz und der inzwischen leider verstorbene Dr. E. Hussak in São Paulo zur Verfügung gestellt und ich benütze gerne die Gelegenheit, den erstgenannten Herren nochmals meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Das von den Herren Kürschner und Kretschmer entlehnte Material waren Handstücke und lose Kristalle, die unter den Massen von Manganerzen, die in Witkowitz verarbeitet werden, gefunden worden waren. Daß diese Erze aus Minas Geraës in Brasilien stammen, war bekannt; nach einer freundlichen Mitteilung von Hussak kann mit Sicherheit der Distrikt von Miguel Burnier, und zwar die «Mina Wigg» als Ursprung angenommen werden. Auch ein mir von Hussak übermitteltes Braunitstückchen stammt von Miguel Burnier.

Ungefähr zehn Handstücke von Witkowitz lagen mir vor, die zum Teil bis 2 cm große, oktaederähnliche Braunitkristalle auf hartem, derbem Manganerz zeigten. Da die Kristalle zumeist mit rauhen Krusten überzogen oder oberflächlich verändert waren, ließen sich an ihnen Messungen nicht vornehmen. Nur ein Stück, das sich im Besitze des Herrn Regierungsrates Kürschner befindet, zeigte gute, flächenreiche Kristalle. Dieses sowie ein loser Einzelkristall und das Stückchen von Hussak bilden die Grundlage der folgenden Untersuchungen. Da die Kristalle jedes der erwähnten Stücke besondere Ausbildung aufweisen, schien sich eine getrennte Betrachtung zu empfehlen.

I.

Das Stück aus der Sammlung Kürschners hat, wie alle anderen, als Grundmasse ein derbes, hartes, psilomelanähnliches Manganerz, das von weichen Partien durchzogen ist. Darauf sitzen in Drusen die 1–5 mm großen Braunitkristalle, deren Zwischen-

räume stellenweise mit weißem, körnigem Quarz erfüllt sind. Danach dürften in dem derben Erz kleine Hohlräume von Braunitdrusen ausgekleidet und dann von körnigem Quarz ausgefüllt gewesen sein.

Die Braunitkristalle haben ausgesprochen oktaedrischen Typus, der durch das Vorherrschen der Form e (p) bedingt ist. Eine reiche Entwicklung von Formen zeigt sich an den Mittelecken, wo infolge der eigentümlichen Flächenkombination charakteristische, vierteilige Sterne entstehen.

Die Figur 1 gibt das idealisierte Bild eines Kristalles von mittlerer Größe (2 bis 3 mm). Bei den größeren Kristallen (5 mm) treten alle Formen gegenüber e mehr zurück, während bei den kleineren das Gegenteil zu beobachten ist, wodurch bei diesen der oktaedrische Typus weniger scharf ausgeprägt ist.

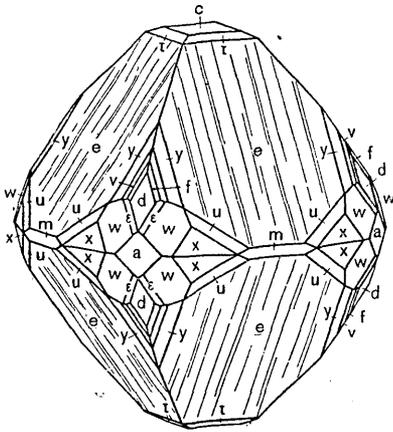


Fig. 1.

Die Ausbildung der Kristalle, die zumeist gedrängt in den Drusen beisammen sitzen, ist sehr unregelmäßig. Wenn auch die Oktaederform erhalten bleibt, sind doch die Verzerrungen an den Ecken oft so bedeutend, daß nur ein Teil der Flächen, die der Kombination entsprechen würden, zur Entwicklung gelangen konnte.

Im allgemeinen erwiesen sich die Kristalle für die Messung nicht ungünstig. Die Flächen sind zwar gewöhnlich nicht stark glänzend, sondern stellenweise angelauten und matt, wodurch sie ein fleckiges Aussehen erhalten, aber sie sind mit Ausnahme von e (p) fast stets eben, so daß sie einheitliche Reflexe geben, die auch unverzerrt sind, sofern nicht zu geringe Breite der Flächen eine Verzerrung bedingt. Die Hauptflächen der Kristalle — e (p) — sind parallel den Kombinationskanten mit γ mehr oder weniger stark gestreift, wie es in der Figur angedeutet ist. Diese Streifung erleichtert die Orientierung an den Kristallen, die sonst in den Fällen, wo nur eine oder zwei Ecken ausgebildet sind, bei der meist starken Verzerrung recht schwierig wäre.

Im ganzen wurden sechs Kristalle oder eigentlich Kristallbruchstücke gemessen. Ein ziemlich vollständiger Kristall, der auch als Vorlage für die Zeichnung gedient hat, wies alle unten angegebenen Formen auf. Die anderen dienten als Kontrolle und verbesserten teilweise die Winkelwerte. Folgende 13 Formen konnten nachgewiesen werden:

$$\begin{array}{llll}
 c = (001) & r = (013)^* & \gamma = (133) & f = (121)^* \\
 a = (110) & e = (011) & \nu = (122)^* & x = (131) \\
 m = (010) & d = (111)^* & w = (344)^* & \zeta = (353)^* \\
 & g = (153)^* & &
 \end{array}$$

Von diesen waren zur Zeit, als die Untersuchung gemacht wurde (März 1906), sieben, die oben mit Sternchen versehen sind, neu.

Es sei hier hervorgehoben, daß im Gegensatze zu der Stellung, in der die obige und auch die folgenden Figuren gezeichnet sind, die Symbole der Aufstellung entsprechen, die Goldschmidt für seine Winkeltabellen¹⁾ angenommen hat.²⁾ Die oben angegebenen Buchstaben sind die, die ich ursprünglich gewählt hatte.

¹⁾ V. Goldschmidt, Krystallographische Winkeltabellen, Berlin 1897.

²⁾ Es liegt gewiß eine Inkonsistenz darin, daß für Text und Rechnung die Aufstellung der Goldschmidtschen Winkeltabellen — e (p) = (011) — gewählt, für die Figuren aber die von Dana

Ungefähr gleichzeitig mit meiner vorläufigen Notiz¹⁾ über den Braunit von Brasilien erschien über denselben Gegenstand eine Arbeit von Herrn Dr. B. Ježek²⁾ in Prag, zu der Herr H. Kretschmer in Witkowitz das Material geliefert hatte, so daß die Provenienz in beiden Fällen die gleiche ist.

Wie aus den prächtigen Zeichnungen, die Ježek seiner Arbeit beigegeben hat, zu ersehen ist, gehören auch seine Kristalle dem oktaedrischen Typus an und zeigen ebenfalls zumeist den vierteiligen Stern, obgleich sich keine der Kombinationen mit der hier beschriebenen vollkommen deckt.

Ježek führt folgende zwölf Formen an:

$$\begin{array}{llll} c = (001) & p = (011) & h = (133) & w = (121) \\ m = (010) & q = (5.5.12) & v = (122) & \zeta = (131) \\ a = (110) & r = (331) & \gamma = (433) & u = (153) \end{array}$$

In dieser Zusammenstellung sind die Buchstaben gelassen, wie Ježek sie gewählt hat, während die Symbole so umgewandelt sind, daß sie der hier gewählten Aufstellung entsprechen.

Abgesehen von den schon von früher bekannten Formen (001) (010) (110) (011) (133) (131) haben die beiden Vorkommnisse die neuen Formen (122) (121) (153) gemeinsam. Hingegen fanden sich nur an Ježeks Kristallen die Formen:

$$(5.5.12) (331) (343)$$

nur an meinen die Formen:

$$(013) (111) (344) (353).$$

Wie es bei solch gleichzeitiger, unabhängiger Arbeit nicht zu vermeiden ist, sind zum Teil die gleichen Buchstaben in verschiedenem Sinne verwendet worden. Um nun die lästigen und oft verwirrenden Doppelbezeichnungen, die beim Braunit schon in der älteren Literatur sich in unangenehmer Weise fühlbar machen, nicht noch zu vermehren, habe ich mich entschlossen, meine Bezeichnungen, wenigstens soweit sie neue Formen betreffen, mit denen Ježeks in Übereinstimmung zu bringen, obwohl sie leider schon in den Appendix II³⁾ zu Dana's System of Mineralogy aufgenommen worden sind.

in seinem «System of Mineralogy», 1892 verwendete — $e(p) = (111)$ — bevorzugt wurde. Bestimmend hierfür war der Umstand, daß einerseits die Symbole und Winkel direkt Anschluß an die Winkeltabellen Goldschmidts haben, andererseits die Figuren mit den meisten bisher publizierten leicht vergleichbar sein sollten. Die für die Figuren gewählte Stellung bietet den Vorteil, daß nicht eine kombinationsarme Seite des Kristalles, sondern eine reich kombinierte, für den Typus charakteristische Ecke nach vorne gerichtet ist. Schwierigkeiten dürften sich aus dieser Inkonsequenz kaum ergeben, da die Symbole der beiden Aufstellungen nach dem folgenden Schema leicht ineinander übergeführt werden können.

Goldschmidt	Dana
$h \quad k \quad l$	$(k+h) \quad (k-h) \quad l$
$\frac{h-k}{2} \quad \frac{h+k}{2} \quad l$	$h \quad k \quad l$

¹⁾ R. Koechlin, Über Hausmannit- und Braunitkristalle von Brasilien. Tschermarks Min.-petr. Mittlg., 1908, 27, 259–267.

²⁾ B. Ježek, Über Braunit von Minas Geraes. Bull. internat. de l'Acad. des Sciences de Bohême, 1908, XIII.

³⁾ E. S. Dana and W. E. Ford, Second Appendix to the Sixth Edition of Dana's System of Mineralogy, 1909, p. 19.

Die Änderung ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen, in der neben *G* die Symbole der Aufstellung Goldschmidts, neben *D* die der Aufstellung Danas, neben *I* meine alten und neben *II* meine neuen Bezeichnungen angeführt sind.¹⁾

<i>G</i>	001	010	110	013	011	111	133	122	344	353	121	131	153
<i>D</i>	001	110	100	113	111	201	423	312	714	823	311	421	643
<i>I</i>	<i>c</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	<i>r</i>	<i>e</i>	<i>d</i>	<i>γ</i>	<i>v</i>	<i>w</i>	<i>ζ</i>	<i>f</i>	<i>x</i>	<i>g</i>
<i>II</i>	<i>c</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	<i>τ</i>	<i>e</i>	<i>d</i>	<i>γ</i>	<i>v</i>	<i>f</i>	<i>ε</i>	<i>w</i>	<i>x</i>	<i>u</i>

Die Änderung von ζ in ε wurde vorgenommen, weil ζ , wie später gezeigt wird, früher schon in anderem Sinne in Verwendung gekommen war, was ich übersehen hatte.

Von den als neu verbleibenden Formen ist τ (013) achtmal gemessen und außerdem an vielen Kristallen beobachtet worden; *d* (111) konnte zwar nur dreimal gemessen werden, doch gab wenigstens eine der Flächen einen tadellosen Reflex. *f* (344) tritt nur in sehr schmalen Leistchen auf, die natürlich langgezogene Reflexe gaben, konnte aber neunmal gemessen werden. ε (353), sechsmal gemessen und meist als schmales Leistchen entwickelt, war doch wenigstens an einem Kristalle genügend breit, um einen unverzerrten Reflex zu geben. Alle vier Formen dürfen somit als vollkommen gesichert betrachtet werden.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate der Messungen und der Rechnung zusammengestellt. Der Rechnung wurde das Element $p_0 = 1.4032$ der Winkeltabelle Goldschmidts zugrunde gelegt.

Buchstaben	Symbole		gerechnet		M e s s u n g e n						
					Mittelwerte		Zahl	Grenzwerte			
	<i>G</i>	<i>D</i>	φ	ϱ	φ	ϱ		φ	ϱ		
<i>m</i>	010	110	0°00'	90°00'	0°03'	89°59'	6	-0°03'	-+0°16'	89°53'	-90°16'
<i>a</i>	110	100	45 00	90 00	45 05	89 58	3	45 01	- 45 12	89 55	- 90 00
τ	013	113	0 00	25 04	-0 04	25 03	8	-0 26	-+0 23	24 55	- 25 07
<i>e</i>	011	111	0 00	54 31	-0 02	54 30	15	-0 52	-+0 52	54 20	- 54 36
<i>d</i>	111	201	45 00	63 15	45 13	63 13	3	45 00	- 45 31	63 0	- 63 30
γ	133	423	18 26	55 56	18 23	55 53	9	17 19	- 18 33	55 49	- 56 02
<i>v</i>	122	312	26 34	57 29	26 34	57 29	5	26 19	- 26 48	57 22	- 57 44
<i>f</i>	344	714	36 52	60 18	36 42	60 16	9	35 39	- 38 17	60 00	- 60 45
ε	353	823	30 58	69 52	30 50	69 46	6	30 46	- 30 55	69 44	- 69 50
<i>w</i>	121	131	26 34	72 19	26 33	72 14	8	26 20	- 26 36	72 08	- 72 24
<i>x</i>	131	421	18 26	77 18	18 26	77 15	8	18 20	- 18 32	77 07	- 77 23
<i>u</i>	153	643	11 18	67 15	11 17	67 10	10	11 08	- 11 25	67 03	- 67 19

Daß die Symbole der Aufstellung *D* beigelegt sind, dürfte für manche Zwecke bequem sein; es sei aber erinnert, daß sich hier und in den folgenden Tabellen die Werte von φ auf die Aufstellung *G* beziehen.

Die Abweichungen der Mittelwerte der Messungen von den gerechneten Werten sind im allgemeinen nicht groß. Hingegen zeigen die einzelnen Messungen analoger

¹⁾ Auch in den später folgenden Tabellen sind *G* und *D* in demselben Sinne verwendet.

Winkel oft bedeutende Differenzen. Unter diesen Umständen mußte von einer Berechnung der Elemente abgesehen werden.

II.

Der eingangs erwähnte Einzelkristall ist ungefähr 8 mm groß und zeigt ebenfalls oktaedrischen Typus. An der oberen Hälfte sind in drei Quadranten die großen *e*-Flächen ausgebildet, die Spitze abgebrochen; an der unteren Hälfte sind nur kleine, den Mittelkanten anliegende Teile der *e*-Flächen entwickelt. Die übrigen Teile des Kristalles sind nicht von ebenen Flächen begrenzt, sondern die Oberfläche ist rau, wulstig, höckerig und in einer Art ausgebildet, die an die Ausbildung mancher der großen Spinellkristalle von Edenville erinnert. Merkwürdig ist an dem Kristall die

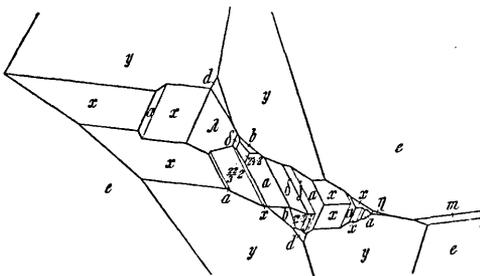


Fig. 2.

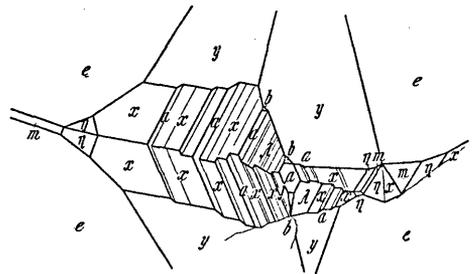


Fig. 3.

Ausbildung der zwei benachbarten Mittelecken, der einzigen, die an ihm entwickelt sind. Abgesehen davon, daß sie infolge starker Verzerrung schwer zu entziffern sind, gibt ihnen ein treppenförmiger Aufbau ein besonderes Aussehen. Diese Verhältnisse sind in den Figuren 2 und 3 möglichst naturgetreu dargestellt. Die Bilder sind perspektivisch gezeichnet und in beiden Fällen ist die Ecke nach vorne gerichtet dargestellt. Die *m*-Fläche in der Figur 2 rechts und die *m*-Fläche in der Figur 3 links sind identisch. Es sind Teile der schmalen Prismenfläche, die die beiden Ecken verbindet.

Im ganzen konnten an diesem Kristalle die folgenden 14 Formen nachgewiesen werden:

$$\begin{array}{llll}
 a = (110) & d = (111) & \eta = (151)^* & (8.14.3)^* \\
 m = (010) & b = (441)^* & \lambda = (5.11.3)^* & (571)^* \\
 e = (011) & \gamma = (133) & \gamma = (241)^* & (11.13.1)^* \\
 & x = (131) & \delta = (351)^* &
 \end{array}$$

Von diesen sind die acht mit Sternchen bezeichneten neu. Unter diesen liegen sechs in der Zone $\{a \ x \ d \ x \ a\}$. Vier darunter haben hohe Indices und von diesen sind drei nur je einmal beobachtet worden. Solchen Formen pflegt man mit besonderem Mißtrauen zu begegnen und es sollen deshalb alle Umstände genau angegeben werden, die für die Beurteilung, ob die Formen als sichere anzusehen seien, in Frage kommen.

Der Übersichtlichkeit und Kürze wegen sind diese Angaben in eine Tabelle zusammengefaßt. Es sei im allgemeinen bemerkt, daß die Verkleinerung nur angewendet werden mußte, weil infolge der Kleinheit der Flächen die Reflexe zum Teil, wenigstens für mein Auge, zu lichtschwach waren.

Buchstaben		b	η	λ	j	δ	—	—	—
Symbole	G	441	151	5.11.3	241	351	8.14.3	571	11.13.1
	D	801	641	16.6.3	621	821	22.6.3	12.2.1	24.2.1
Zahl der Messungen		4	5	3	3	2	1	1	1
Bemerkungen über Messungen und Reflexe		Messung: mit Verkleinerung Reflexe: 2 doppelt, 2 sehr schwach	Messung: in 3 Fällen ohne Verkleinerung Reflexe: tadellos	Messung: in 2 Fällen ohne Verkleinerung Reflexe: 2 doppelt, 1 einfach, scharf	Messung mit Verkleinerung				
					Reflexe: 2 tadellos, 1 minder gut	Reflexe: tadellos	Reflex: schwach, etwas gestört	Reflex: gut	Reflex: tadellos
Größte Differenz zwischen Rechnung und Messung									
		11'	5'	2'	3'	9'	2'	7'	5'

Die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung ist ungewöhnlich gut. Man kann daher die wiederholt beobachteten Formen ohne weiteres als gesichert betrachten. Schwieriger ist eine Entscheidung bei den Formen, die nur einmal gemessen werden konnten.

Da es bei der Beurteilung der Wahrscheinlichkeit einer Form gewiß ins Gewicht fällt, wenn sich viele und starke Zonen in ihr schneiden, so wurde der Zonenverband zwischen den Formen dieses Kristalles genauer untersucht, um dadurch Kriterien für die Wahrscheinlichkeit der fraglichen Formen zu gewinnen. Wie oben erwähnt, liegen sie alle in der Zone $\{a \ x \ d \ x \ a\}$. Diese am reichsten besetzte Zone des Kristalles weist folgende Glieder auf:

$$(111) \cdot (131) \cdot (5.11.3) \cdot (241) \cdot (8.14.3) \cdot (351) \cdot (571) \cdot (11.13.1) \cdot (110).$$

Der Zusammenhang zwischen den einzelnen Formen wird deutlicher, wenn man die Symbole der Aufstellung D wählt und auch die beiden Formen s (021) und u (153), die an anderen Kristallen beobachtet worden sind, einbezieht. Man erhält dann in den Goldschmidtschen zweizähligen Symbolen unter Weglassung des zweiten Index, der in allen Fällen gleich 2 ist, die Reihe:

$$0 \cdot \frac{4}{3} \cdot 2 \cdot 4 \cdot \frac{16}{3} \cdot 6 \cdot \frac{22}{3} \cdot 8 \cdot 12 \cdot 24 \cdot \infty.$$

Eine Gesetzmäßigkeit im Baue dieser Zone im ganzen Umfange ist nicht ersichtlich, aber der Zonenverband dürfte die meisten der Formen ohneweiters erklären.

Bei x schneidet die reiche Zone $\{dye\}$ ein; die damit parallel laufende Zone $\{euu\}$ schneidet bei λ , die Zone $\{lws\}$ bei j , die Zone $\{rxx\}$ bei δ ein; es bleiben also noch (8. 14. 3), (571) und (11. 13. 1). Bei (8. 14. 3) schneidet die Zone $\{r^{II}. Ij. (571)^I\}$ und die Zone $\eta^I. I\epsilon. w^{II}\}$ ein. Weiters ist zu bemerken, daß die Zone $\{IV\eta. v^I. \gamma^{II}\}$ zwar nicht bei (8. 14. 3), aber bei (13. 23. 5) und die Zone $\{b^I. I\lambda. r^{II}\}$ statt bei (8. 14. 3) bei (11. 19. 4) einschneidet. Diese beiden Punkte liegen zu beiden Seiten dicht neben (8. 14. 3), können also ganz wohl dessen Position verstärken.

Bei (571) schneiden die Zonen $\{d^I. IV\eta\}$, $\{\gamma^{II}. IVx\}$ und $\{d^{II}. IV\gamma. IV\delta\}$ ein; bei (13. 11. 1) die Zonen $\{\eta^{II}. IVx\}$, $\{\delta^{II}. b^{IV}\}$, $\{751\}. IVv\}$ und $\{\lambda^I. IV\eta. (571)\}$ ein.

Wollte man sämtliche am Braunit bekannte Formen berücksichtigen, so würde sich nicht nur die Zahl, sondern besonders die Stärke der Zonen, die hier in Betracht kommen, bedeutend vermehren. Doch dürften die oben angeführten Zonen genügen, um zu zeigen, daß auch die nur einmal beobachteten und hochzahlige Indices ergebenden Flächen sich ohne Zwang in die Formenreihe des Braunit einfügen. Ich möchte sie deshalb auch den gesicherten Formen zuzählen. Trotzdem wurden sie nicht mit Buchstaben versehen, weil ihr Auftreten vielleicht nur in den Bildungsverhältnissen gerade dieses einen Kristalles begründet sein mag und sie in diesem Falle wahrscheinlich nie mehr zur Beobachtung gelangen dürften.

Die Ergebnisse der Messungen an diesem Kristall und der Rechnung sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Buchstaben	Symbole		gerechnet		M e s s u n g e n					
					Mittelwerte		Zahl	Grenzwerte		
	G	D	φ	ϱ	φ	ϱ		φ	ϱ	
m	010	110	0°00'	90°00'	0°01'	89°56'	2	+0°01' — -0°04'	89°56' — 89°57'	
a	110	100	45 00	90 00	44 58	89 59'	2	44 56 — 45 00	89 58 — 90 01	
e	011	111	0 00	54 31'	-0 11	54 32	3	+0 14 — -0 23	54 32 — 54 32	
d	111	201	45 00	63 15'	44 51'	63 03'	2	44 46 — 44 57	63 03 — 63 04	
b	441	801	45 00	82 49	45 00	82 38	4	44 44 — 45 13	82 28 — 82 43	
γ	133	423	18 26	55 56'	18 25	55 58	4	18 18 — 18 31	55 52 — 56 05	
x	131	421	18 26	77 18	18 27'	77 21	8	18 20 — 18 34	77 15 — 77 46	
η	151	641	11 18'	82 02'	11 23	82 05	5	11 13 — 11 33	81 54 — 82 23	
j	241	621	26 34	80 56'	26 35	80 53'	3	26 32 — 26 39	80 50 — 80 55	
δ	351	821	30 58	83 02	31 07	82 59'	2	30 54 — 31 20	82 59 — 83 00	
—	571	12'2'1	35 32	85 16	35 39	85 15	1	—	—	
—	11'13'1	24'2'1	40 14	87 36'	40 19	87 34	1	—	—	
λ	5'11'3	16'6'3	24 26'	79 58	24 25'	79 56	3	24 20 — 24 30	79 50 — 80 06	
—	8'14'3	22'6'3	29 44'	82 27	29 47	82 25	1	—	—	

III.

Das Stückchen von Hussak zeigt auf feinkörnigem Manganerz eine 2 cm große Druse 1—1.5 mm großer Kriställchen, die zumeist durch lebhaften Glanz ausgezeichnet

¹⁾ Die römischen Ziffern bezeichnen den Quadranten. Die Zählung beginnt rechts vorne und schreitet im Sinne des Uhrzeigers fort. Die Octanten sind durch die Stellung der Ziffer rechts oder links vom Buchstaben unterschieden. Die Reihenfolge ist z. B. x^I , Ix , x^{II} , IIx etc. (Vergleiche die gnomonische Projektion auf der Tafel IX.)

sind. Im Gegensatz zu dem oktaedrischen Typus der früher beschriebenen Kristalle zeigen diese eine Zwischenform zwischen pyramidalem und säuligem Typus, die durch das Vorherrschen der Formen a und e bedingt ist. Im übrigen wechselt das Größenverhältnis der Flächen der verschiedenen Formen wie auch der derselben Form ziemlich stark. Ein idealisiertes Bild der Kombination gibt die Fig. 4. Im ganzen wurden sechs Kriställchen, die alle unter 1 mm groß waren, gemessen und folgende 13 Formen an ihnen beobachtet.

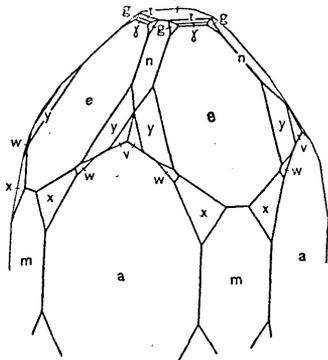


Fig. 4.

$$\begin{array}{llll}
 c = (001) & r = (013) & n = (112) & w = (121) \\
 m = (010) & \gamma = (012) & \gamma' = (133) & x = (131) \\
 a = (110) & e = (011) & v = (122) & g = (135) \\
 & & & (142)
 \end{array}$$

Von diesen Formen haben wir neun schon früher kennen gelernt, $n = (112)$ tritt hier an brasilianischen Kristallen zum ersten Male auf, γ , g und (142) sind für den Braunit neu. In der folgenden Tabelle sind die Resultate der Messungen und der Rechnung zusammengestellt.

Buchstaben	Symbole		gerechnet		M e s s u n g e n					
					Mittelwerte		Zahl	Grenzwerte		
	G	D	φ	ϱ	φ	ϱ		φ	ϱ	
m	010	110	0°00'	90°00'	0°00'	89°59'	11	-0°04' — +0°04'	89°55' — 90°04'	
a	110	100	45 00	90 00	45 01	89 59'	13	44 54 — 45 04	89 56 — 90 03	
r	013	113	0 00	25 04	-0 13	25 11	6	-0 36 — +0 04	25 00 — 25 24	
γ	012	112	0 00	35 03	-0 02'	34 53	4	-0 09 — +0 05	32 47 — 35 49	
e	011	111	0 00	54 31'	+0 02'	54 31	13	-0 09 — +0 15	54 28 — 54 35	
n	112	101	45 00	44 46'	45 01'	44 45	10	44 53 — 45 16	44 38 — 44 52	
γ'	133	423	18 26	55 56'	18 26'	55 56'	11	18 15 — 18 45	55 51 — 56 06	
v	122	312	26 34	57 29	26 23	57 23	9	26 13 — 26 37	57 16 — 57 28	
w	121	131	26 34	72 19'	26 34	72 19	6	26 31 — 26 40	72 11 — 72 22	
x	131	421	18 26	77 18	18 27	77 18'	17	18 21 — 18 35	77 13 — 77 24	
—	142	532	14 02	70 56	14 08	70 51	1	—	—	
g	135	425	18 26	41 35'	18 24	41 29	4	17 55 — 18 54	41 22 — 41 33	

Die Übereinstimmung zwischen den Mittelwerten der Messungen und der Rechnung ist im allgemeinen sehr gut (m , a , e , n , γ , w , x); nur bei r , γ , v , (142) und g kommen größere Differenzen vor, doch überschreiten sie in keinem Falle 11'. Die einzelnen Messungen analoger Winkel weisen hingegen oft ziemlich bedeutende Unterschiede auf. Diese sind zum Teil in der Schwierigkeit der Beobachtung begründet. Bei der Kleinheit einzelner Flächen (r , γ , g , zum Teil auch v) war eben auch bei Anwendung der Verkleinerung des Signales die Einstellung des Reflexes teils wegen starker Verzerrung, teils wegen Lichtschwäche oft recht schwierig. Wenn aber bei guten Reflexen Differenzen bis zu 10' auftreten, was einige Male beobachtet werden konnte, so ist das in einem Mangel der Ausbildung begründet. Es mußte deshalb auch hier von einer Berechnung der Elemente abgesehen werden, obwohl der große Glanz der Kriställchen von vorneherein sehr genaue Resultate versprochen hatte.

Was die neuen Formen anbelangt, so sind g und γ je viermal beobachtet worden, also genügend gesichert. (142) ist nur einmal beobachtet worden. Es ist eine zwar sehr kleine, aber vollkommen scharf und eben ausgebildete Fläche, die trotz der Kleinheit einen guten Reflex gab. Da sie überdies im Schnitte von fünf Zonen¹⁾ liegt, so ist sie mit den übrigen Formen des Braunit in engem Verbande. Ich halte sie deshalb für sicher. Sie aber mit einem Buchstaben zu bezeichnen, ist vorläufig, so lange nur eine Beobachtung vorliegt, noch kein Grund vorhanden.

Bemerkungen über die Buchstabenbezeichnung (Signatur) beim Braunit.

Teils Zufall, teils Außerachtlassung früherer Arbeiten von Seite einzelner Autoren haben beim Braunit eine Reihe von Doppelbezeichnungen herbeigeführt. So lange man es nur mit wenigen Formen zu tun hatte, war die Sache nicht von Belang. Durch Entdeckungen an brasilianischen und indischen²⁾ Brauniten ist indessen die Zahl der Formen auf 35 gestiegen und es ist anzunehmen, daß damit die Reihe nicht abgeschlossen sein werde, denn es sind weder die brasilianischen Brauniten bisher systematisch durchstudiert, noch sind die Arbeiten von Fermor über die indischen Brauniten abgeschlossen. Es wäre daher an der Zeit, daß man sich auf bestimmte Buchstabenbezeichnungen einigen würde, damit der Verwirrung ein Ende gemacht würde.

Es ist klar, daß im allgemeinen zur Vermeidung von Doppelbezeichnungen an den Buchstaben festgehalten werden sollte, die der Autor, von dem die erste Beschreibung Form stammt, gewählt hat, und es ist gewiß nicht zu billigen, wenn z. B. ein Referent die Bezeichnungen nach seinem Gutdünken ändert, weil er etwa gewohnt ist, eine bestimmte Form mit einem anderen Buchstaben zu bezeichnen als der Autor, dessen Arbeit er referiert. Doch glaube ich, daß man bei schon vorhandenen Doppelbezeichnungen nicht unbedingt dem Rechte der Priorität Geltung verschaffen müßte, wenn praktische Gründe dagegen sprechen.³⁾

In diesem Sinne habe ich versucht, eine einheitliche Bezeichnung für die Braunitformen aufzustellen. Sie ist in der zweiten Kolonne der folgenden Tabelle verzeichnet. Im übrigen enthält die Tabelle nebst den Symbolen der Formen in den beiden Aufstellungen G und D , deren Bedeutung im ersten Teile dieser Arbeit erläutert worden ist, eine Zusammenstellung der Buchstabenbezeichnungen, die für jede Form bisher gebraucht worden sind. Dazu sei bemerkt, daß nicht wie in der Tabelle Ježeks⁴⁾ die Autoren angeführt sind, die die Form zuerst beschrieben haben, sondern dem hier verfolgten Zwecke entsprechend die Autoren, die sie zuerst benannt haben.

Die Form (001) müßte nach dem Rechte der Priorität den von Haidinger gegebenen Buchstaben o bekommen; nachdem aber alle Autoren nach Haidinger dafür c gesetzt haben, so wird man aus praktischen Gründen nicht auf das alte o zurückzugreifen haben.

¹⁾ Durch den Punkt (412) z. B. gehen die Zonen:

{ $Iw . Is . wII$ }, { $IIw . \varepsilon II . Ix$ }, { $dIV . IVg . IV\gamma . Ig . Ie . xII$ }, { $IIIv . nIII . \gamma III . nII . vII$ }
und { $eIV . \gamma II$ }.

²⁾ L. L. Fermor, The Manganese-Ore Deposits of India. Part I. Memoirs of the geological Survey of India, 1909, 37, p. 53—77.

³⁾ Auch Goldschmidt ist in seinem Index der Krystallformen der Mineralien, Berlin 1886, diesem Grundsatz gefolgt.

⁴⁾ L. c.

Nummern	Buchstaben	Symbole		1. Haidinger 1826	2. Miller 1852	3. Flink 1891	4. Dana 1892	5. Goldschmidt 1897	6. Ježek 1908	7. Koechlin 1908	8. Fermor 1909	9. Koechlin 1913
		G	D									
1	c	001	001	o	c	c	c	c	c	c	c	c
2	m	010	110	—	—	m	m	m	m	m	m	m
3	a	110	100	—	—	a	a	a	a	a	a	a
4	τ	013	113	—	—	—	—	—	—	r	—	τ
5	γ	012	112	—	—	—	—	—	—	—	—	γ
6	e (p)	011	111	P	e	p	p	e	p	e	p	e
7	s	021	221	s	s	q	s	s	—	—	—	—
8	o	338	304	—	—	o	o	o	—	—	—	—
9	q	5·5·12	506	—	—	—	—	—	q	—	—	—
10	n	112	101	—	—	n	e	n	—	—	e	n
11	d	111	201	—	—	—	—	—	—	d	g	d
12	l	221	401	—	—	l	l	l	—	—	—	—
13	r	331	601	—	—	—	—	—	r	—	—	—
14	b	441	801	—	—	—	—	—	—	—	—	b
15	σ	155	645	—	—	s	s	σ	—	—	—	—
16	γ	133	423	—	—	h	γ	γ	h	γ	γ	γ
17	v	122	312	—	—	—	—	—	v	v	—	v
18	f	344	714	—	—	—	—	—	—	w	—	f
19	μ	343	713	—	—	—	—	—	γ	—	—	—
20	ε	353	823	—	—	—	—	—	—	ξ	—	ε
21	w	121	311	—	—	—	—	—	w	f	—	w
22	x	131	421	ξ	x	k	x	x	ξ	x	x	x
23	η	151	641	—	—	—	—	—	—	—	—	η
24	j	241	621	—	—	—	—	—	—	—	—	j
25	δ	351	821	—	—	—	—	—	—	—	—	δ
26	—	571	12·2·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	11·13·1	24·2·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	142	532	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	u	153	643	—	—	—	—	—	u	g	—	u
30	ρ	175	865	—	—	—	—	—	—	—	r	—
31	i	134	212	—	—	i	i	i	—	—	—	—
32	g	135	425	—	—	—	—	—	—	—	ξ	g
33	t	378	524	—	—	t	t	t	—	—	—	—
34	λ	5·11·3	16·6·3	—	—	—	—	—	—	—	—	λ
35	—	8·14·3	22·6·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1. Haidinger W., On the crystalline Forms and Properties of the Manganese Ores. Edinburgh Journ. of Science, 1826, IV, 193—202.
2. Phillips W., An Elementary Introduction to Mineralogy. New Edition by Brooke and Miller. London 1852.
3. Flink G., Mineralogische Notizen III. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd. 16, II, Nr. 4, 1891.
4. Dana, J. D., The System of Mineralogy, 6. Ed., 1892 und Appendix II, 1909.
5. Goldschmidt V., Krystallographische Winkeltabellen. Berlin 1897.
- 6.—8. L. c.

(013), von mir zuerst r genannt, wurde, weil r inzwischen von Ježek für (331) verwendet worden war, nun mit τ bezeichnet.

(011) wurde von Haidinger, der es als Grundpyramide nahm, mit P , dann von Miller, der es als Doma nahm, mit e bezeichnet. Die späteren Autoren haben nun teils p , teils e dafür gesetzt. Nachdem von den beiden Werken, die bei kristallographischen Arbeiten wohl am meisten zu Rate gezogen werden, Danas System of Mineralogy und Goldschmidts Winkeltabellen, das eine p , das andere e aufweist, so dürfte in diesem Falle auch in der Zukunft eine Einheitlichkeit nicht mehr zu erzielen sein.

Ähnlich liegt der Fall bei (112), das bald n , bald e heißt. n ist vorzuziehen, weil dann die Gefahr der Verwechslung mit $e = (011)$ wegfällt; überdies hat n die Priorität.

Bei (021) hat s die Priorität und überdies hat sich das Flinksche q nicht eingebürgert.

Flink hat hingegen s für die Form (155) benützt; Goldschmidt und später Ježek haben dafür σ gesetzt.

Bei (133) hätte h vor γ die Priorität. Die Form hat Flink im Jahre 1887 zuerst beschrieben, ohne sie zu benennen. Dana hat die Form in die sechste Auflage seines «Systems» von 1892 aufgenommen und γ benannt. Inzwischen hat Flink im Jahre 1891 eine neue Arbeit über den Braunit veröffentlicht, in der er die Form h nennt. Da der Druck von Danas Werk jedenfalls längere Zeit in Anspruch nahm, so konnte Dana, als der Braunit zur Behandlung kam, von Flinks zweiter Arbeit noch keine Kenntnis haben. Sie ist denn auch erst im Supplement zu Danas System berücksichtigt. Die Bezeichnung γ ist aber geblieben. Die Bezeichnung h hat sich nicht eingebürgert. Erst Ježek nahm sie wegen der Priorität, die ihr zukommt, wieder auf. In diesem Falle wäre es, glaube ich, besser gewesen, γ beizubehalten. Jedenfalls aber hätte Ježek γ nicht für eine andere Form (343) verwenden sollen. Aus diesen Gründen ist hier für (133) γ beibehalten und für (343) μ gesetzt worden.

Auch bei (131) hat Ježek auf Haidingers ζ zurückgegriffen, während sich doch Millers x^2 dafür fast allgemein eingebürgert hat. Auch hier sollte aus praktischen Gründen x beibehalten werden.

(111) hat Fermor g genannt; d hat jedoch die Priorität. (175) ist von Fermor r genannt worden; dieser Buchstabe ist jedoch nicht mehr frei, da Ježek schon (331) so genannt hat; es wurde deshalb für (175) hier ϱ gewählt.

Für (353) hatte ich ursprünglich ζ genommen, indem ich übersehen hatte, daß der Buchstabe von Haidinger schon für (131) benützt worden war. Für (353) ist deshalb jetzt ε gesetzt worden. Aus demselben Grunde ist für (135), das Fermor ζ genannt hatte, hier der Buchstabe g^2 vorgezogen worden.

Schließlich sei hier hier noch eine Winkeltabelle für sämtliche Formen des Braunits angefügt, die, analog den Goldschmidtschen kristallographischen Winkeltabellen zusammengestellt, als Ergänzung dieser dienen soll.

¹⁾ In der Originalfigur in der englischen Arbeit von Haidinger ist der Buchstabe ζ so geschrieben, daß er sehr leicht für x gelesen werden kann; das mag die Änderung bei Miller verursacht haben.

²⁾ Die Verwendung von g ist nicht einwandfrei; sie wäre unterblieben, wenn ich zu der Zeit, als die Figur 4 angefertigt wurde, schon Kenntnis von Fermors Arbeit gehabt hätte. Es wäre nämlich sehr vorteilhaft, wenn Buchstaben, die einmal infolge von Doppelbezeichnungen verwendet worden, aber außer Gebrauch gekommen sind, nicht als freie betrachtet und später in anderem Sinne wieder benützt würden. So sollten z. B. beim Braunit h , k , ζ für neue Formen nicht mehr herangezogen werden. Daß ich bei der Verwendung von f und g nicht in diesem Sinne vorgegangen bin, kommt daher, daß mir der Nachteil eines solchen Vorganges erst später zum Bewußtsein gekommen ist. Bei sehr formenreichen Substanzen wird man allerdings nach anderen Grundsätzen vorgehen müssen. (Vgl. Goldschmidt, Index der Krystallformen der Mineralien, Berlin 1887, p. 131—144, Buchstabenbezeichnung.)

Nr.	Buchstabe	Symbole	Miller	φ	ρ	ξ_0	η_0	ξ	η	x (Prismen) $x:y$	γ	d $= \operatorname{tg} \rho$
1	c	0	001	—	0° 00	0° 00	0° 00	0° 00	0° 00	0	0	0
2	m	0∞	010	0° 00	90 00	> >	90 00	0 00	90 00	>	∞	∞
3	a	∞	110	45 00	> >	90 00	> >	45 00	45 00	1°0000	>	>
4	τ	0 $\frac{1}{3}$	013	0 00	25 04	0 00	25 04	0 00	25 04	0	0°4677	0°4677
5	γ	0 $\frac{1}{2}$	012	> >	35 03	> >	35 03	> >	35 03	>	0°7016	0°7016
6	e	01	011	> >	54 31	> >	54 31	> >	54 31	>	1°4032	1°4032
7	s	02	021	> >	70 23	> >	70 23	> >	70 23	>	2°8064	2°8064
8	o	3 $\frac{3}{8}$	338	45 00	36 39	27 45	27 45	24 58	24 58	0°5262	0°5262	0°7442
9	q	5 $\frac{5}{12}$	5.5.12	> >	39 35	30 19	30 19	26 47	26 47	0°5846	0°5846	0°8268
10	n	1 $\frac{1}{2}$	112	> >	44 46	35 03	35 03	29 52	29 52	0°7016	0°7016	0°9922
11	d	1	111	> >	63 15	54 31	54 31	39 09	39 09	1°4032	1°4032	1°9844
12	l	2	221	> >	75 51	70 23	70 23	43 17	43 17	2°8064	2°8064	3°9688
13	r	3	331	> >	80 28	76 38	76 38	44 13	44 13	4°2096	4°2096	5°9531
14	b	4	441	> >	82 49	79 54	79 54	44 33	44 33	5°6128	5°6128	7°9376
15	σ	1 $\frac{1}{5}$	155	11 18	55 03	15 40	54 31	9 15	53 29	0°2806	1°4032	1°4309
16	γ	1 $\frac{1}{3}$	133	18 26	55 56	25 04	> >	15 11	51 48	0°4677	>	1°4791
17	v	1 $\frac{1}{2}$	122	26 34	57 29	35 03	> >	22 09	48 57	0°7016	>	1°5688
18	f	3 $\frac{3}{4}$	344	36 52	60 18	46 28	> >	31 25	44 01	1°0524	>	1°7540
19	μ	1 $\frac{4}{3}$	343	> >	66 51	54 31	61 52	33 29	47 21	1°4032	1°8709	2°3386
20	ε	1 $\frac{5}{3}$	353	30 58	69 52	> >	66 51	28 53	53 37	>	2°3387	2°7273
21	w	12	121	26 34	72 19	> >	70 23	25 13	58 27	>	2°8064	3°1377
22	x	13	131	18 26	77 18	> >	76 38	17 58	67 44	>	4°2096	4°4373
23	η	15	151	11 18	82 02	> >	81 53	11 12	76 12	>	7°0160	7°1550
24	j	24	241	26 34	80 56	70 23	79 54	26 12	62 02	2°8064	5°6128	6°2753
25	δ	35	351	30 58	83 02	76 38	81 53	30 42	58 20	4°2096	7°0160	8°1820
26	—	57	571	35 32	85 16	81 53	84 11	35 24	54 11	7°0160	9°8224	12°0710
27	—	11.13	11.13.1	40 14	87 36	86 17	86 51	40 11	49 42	15°4350	18°2415	23°8950
28	—	1 $\frac{1}{2}$	142	14 02	70 56	35 03	70 23	13 15	66 28	0°7016	2°8064	2°8928
29	u	1 $\frac{5}{3}$	153	11 18	67 15	25 04	66 51	10 25	64 43	0°4677	2°3387	2°3850
30	ρ	1 $\frac{7}{5}$	175	8 08	63 15	15 40	63 01	7 15	62 08	0°2806	1°9645	1°9844
31	i	1 $\frac{4}{4}$	134	18 26	47 58	19 20	46 27	13 35	44 48	0°3508	1°0524	1°1093
32	g	1 $\frac{5}{5}$	135	> >	41 35	15 40	40 05	12 07	39 01	0°2806	0°8419	0°8874
33	t	3 $\frac{7}{8}$	378	23 12	53 11	27 45	50 50	18 23	47 22	0°5262	1°2278	1°3358
34	λ	5 $\frac{11}{3}$	5.11.3	24 26	79 58	66 51	79 00	24 03	63 41	2°3387	5°1450	5°6517
35	—	8 $\frac{14}{3}$	8.14.3	29 44	82 27	75 02	81 19	29 27	59 24	3°7419	6°5483	7°5419

Bei o (338) steht in Goldschmidts Winkeltabelle für x und γ statt 0°5262 irrtümlich 0°5226.

Tafelerklärung.

In Tafel IX sind sämtliche bisher am Braunit beobachteten Formen in gnomonischer Projektion dargestellt. Es fehlen nur die Punkte der Form (11.13.1) und vier von den Punkten der Form (571), die zu weit draußen liegen, als daß sie ohne übermäßige Verkleinerung des Bildes in dem verfügbaren Raum hätten dargestellt werden können.

Die Hauptformen sind durch größere starke Ringe, die übrigen an brasilianischen Kristallen beobachteten Formen durch kleinere starke Ringe gekennzeichnet; die nur von anderen Fundorten bekannten Formen sind durch kleine schwächere Ringe bezeichnet.

Einige der wichtigsten Zonen sind ausgezogen, zum Teile aber nur stückweise, um das Bild nicht zu sehr mit Linien zu belasten.

Die Quadranten sind durch die römischen Ziffern I bis IV bezeichnet, die Oktanten durch die Stellung der Ziffer rechts oder links vom Symbol unterschieden. Diese Bezeichnung ist nur für die Form x als Beispiel durchgeführt.