

# SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEM NEUEN JAHRBUCH FÜR MINERALOGIE,  
◦ ◦ ◦ GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE ◦ ◦ ◦  
BEILAGE-BAND XXXIX (FESTBAND BAUER) SEITE 482—499

## Über den Monazit von Dattas, Diamantina, Provinz Minas Geraes in Brasilien.

Von

**K. Busz** in Münster i. W.

Mit Tafel XXIII und 2 Textfiguren.



Stuttgart 1914

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,  
Nägele & Dr. Sproesser

---

---

SEPARAT-ABDRUCK  
aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc.  
Beil.-Bd. XXXIX (Festband Bauer).

---

---

## Ueber den Monazit von Dattas, Diamantina, Provinz Minas Geraes in Brasilien.

Von

**K. Busz** in Münster i. W.

Mit Tafel XXIII und 2 Textfiguren.

Die Diamantsande Brasiliens sind bekanntlich reiche Fundquellen zahlreicher seltener Mineralien. An mehreren Stellen ist in ihnen *Monazit* gefunden worden, nicht selten in wohlausgebildeten, wenn auch meist mehr oder weniger abgerollten Kristallen.

In den Diamantsanden von Dattas wurde er von O. A. DERBY<sup>1</sup> entdeckt und von H. GORCEIX<sup>2</sup> chemisch untersucht. Kristallographisch hat zuerst E. HUSSAK<sup>3</sup> dieses Vorkommen genauer beschrieben. Er schreibt über das Vorkommen: „Besonders reich an schönen, frischen, ca. 2 mm (selten 4 mm) großen, wohlausgebildeten Monazitkristallen von dunkelgelber bis orangegelber Farbe sind die Diamantsande der Umgebung von Diamantina, besonders *Dattas* und *Rio Jequetinhonha*; aus diesen wurden auch drei der besten Kristalle zur Messung ausgelesen.“

In den nachgelassenen Sammlungen von E. HUSSAK, die in den Besitz der Firma Dr. F. KRANTZ in Bonn über-

<sup>1</sup> Americ. Journ. of Science. **37**. p. 109. 1889.

<sup>2</sup> Ann. d. Esc. d. minas Ouro Preto. **4**. p. 29. 1885.

<sup>3</sup> TSCHERM. Min. u. petr. Mitt. Neue Folge. **12**. p. 470. 1891.

gegangen sind, fand sich noch eine größere Anzahl von Kristallen dieses Fundortes, z. T. wesentlich größere, als oben angegeben, die augenscheinlich von HUSSAK zum Zwecke eines weiteren Studiums gesammelt und zurückgelegt worden waren, was durch seinen frühzeitigen Tod nicht zur Ausführung gekommen ist. Vor kurzem wurden mir diese Kristalle von Herrn Dr. KRANTZ zur genaueren Untersuchung zur Verfügung gestellt, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche.

Der größte der mir vorliegenden Kristalle ist 11 mm lang, 7 mm breit und 3 mm dick, solche von 5—6 cm sind nicht selten, die meisten allerdings sind wesentlich kleiner, bis zu 2 mm und darunter. Alle Kristalle sind abgerollt, zuweilen, allerdings nur selten, bis zum vollständigen Verschwinden der Kristallflächen, die indessen bei vielen Kristallen noch genügenden Glanz besitzen, um zu kristallographischen Messungen verwendet werden zu können.

Was besonders an den Kristallen auffällt ist der hohe Grad von Durchsichtigkeit, der mich auch veranlaßt hat, eine genauere Untersuchung vorzunehmen, da ich hoffte, mit Hilfe dieses Materiales die optischen Eigenschaften des Monazites genauer feststellen zu können, über die bisher verhältnismäßig wenige vollständige Angaben vorliegen.

Jedoch auch die eingehendere kristallographische Untersuchung förderte einiges für dieses Vorkommen Neues, so daß es sich wohl lohnt, die Resultate hierunter anzugeben.

#### a) Kristallographisches.

Über die Unregelmäßigkeiten in der Ausbildungsweise der Kristalle und über die häufig wiederkehrenden Abweichungen in den Resultaten der Messungswerte gleicher Kanten haben schon R. SCHARIZER<sup>1</sup> und O. POHL<sup>2</sup> speziellere

<sup>1</sup> GROTH's Zeitschr. f. Min. u. Krist. 12. p. 259. 1887.

<sup>2</sup> TSCHERM. Min. u. petr. Mitt. 22. p. 476. 1903.

Mitteilungen gemacht. Auch die Kristalle dieses Vorkommens zeigten ähnliche Erscheinungen, wie in der unten folgenden Winkeltabelle ein Vergleich der gemessenen mit den berechneten Werten zeigt. Auch hier treten Abweichungen zwischen Messung und Berechnung auf, die im Verhältnis zu der Güte der Flächenreflexe im Goniometer ungewöhnlich groß sind. Eine Regelmäßigkeit, die etwa auf die Zugehörigkeit zu einer anderen Symmetrieklasse hindeuten könnte, hat sich aber hierbei nicht feststellen lassen. Auch beziehen sich die betreffenden Erscheinungen in unserem Falle nur auf die Messungsergebnisse, die Ausbildung der Kristalle ist dagegen oft eine modellartige, abgesehen natürlich von den durch Abrollung gerundeten Kanten.

Viele Kristalle sind vollkommen ringsum ausgebildet, andere sind Bruchstücke von anscheinend ursprünglich ebensolchen Kristallen, auch gruppenweise Verwachsungen kommen vor.

Außer den von E. HUSSAK (l. c.) an den Kristallen dieses Fundortes beobachteten 8 Formen

$$\begin{array}{ll} a = (100) \infty P_{\infty} & e = (011) P_{\infty} \\ b = (010) \infty P_{\infty} & u = (021) 2P_{\infty} \\ l = (210) \infty P_2 & v = (\bar{1}11) P \\ x = (\bar{1}01) P_{\infty} & z = (\bar{3}11) 3P_3 \end{array}$$

habe ich noch folgende 5 Formen bestimmen können:

$$\begin{array}{ll} m = (110) \infty P & r = (111) -P \\ c = (001) 0P & i = (\bar{2}11) 2P_2 \\ w = (101) -P_{\infty} & \end{array}$$

Aus den zuverlässigsten Messungen:

$$\begin{array}{l} c : x = (001) : (10\bar{1}) = 37^{\circ} 10' \\ a : x = (100) : (10\bar{1}) = 39 \ 16 \ 30'' \\ e : e = (011) : (01\bar{1}) = 84 \ 6 \end{array}$$

wurde das Achsenverhältnis I berechnet:

$$\begin{array}{l} \text{I} \ a : b : c = 0,97224 : 1 : 0,92784; \quad \beta = 76^{\circ} 26' 30'' \\ \text{II} \quad \quad = 0,96933 : 1 : 0,92558, \quad \beta = 76 \ 20 \ 10 \end{array}$$

Unter II ist das von V. KOKSCHAROW angegebene Achsenverhältnis zum Vergleich hinzugefügt. Ein Unterschied zwischen beiden ergibt sich erst in der dritten Dezimalen und beträgt für die a-Achse ungefähr drei, für die c-Achse wenig mehr als zwei Einheiten.

Die Ausbildungsweise der meisten Kristalle ist gewöhnlich tafelförmig nach dem Orthopinakoid, und nicht unähnlich derjenigen der Kristalle von Schüttenhofen, wie sie von R. SCHARIZER (l. c. Fig. 1) abgebildet sind, indem auch hier die Endigungen im wesentlichen von den Klinodomen

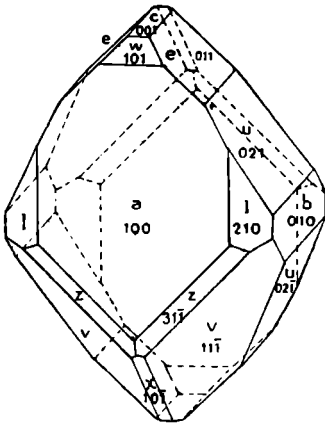


Fig. 1.

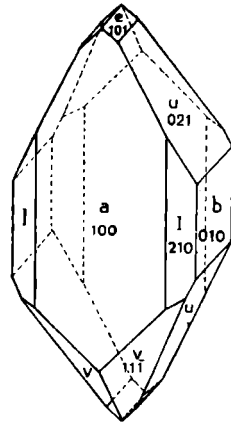


Fig. 2.

e (011) und u (021) und der positiven Hemipyramide v (11 $\bar{1}$ ) gebildet werden, mit dem Unterschiede jedoch, daß hier in der Prismenzone fast immer nur das Prisma l (210) neben den beiden Pinakoiden auftritt und das Orthodoma w (101) entweder fehlt, oder doch nur mit kleinen Flächen auftritt. Diese Ausbildungsweise ist in der obenstehenden Fig. 1 dargestellt. Je nachdem die Flächen der Klinodomen und Pyramiden mehr oder weniger stark hervortreten erscheinen die Kristalle dick- oder dünntafelig.

Seltener zeigen die Kristalle den in Fig. 2 abgebildeten

Habitus. Außer den Flächen des Orthopinakoides sind die des Klinopinakoides in der Vertikalzone vorherrschend, so daß eine prismatische Gestalt von rechteckigem Querschnitt erzeugt wird, deren Kanten von den Flächen des dem Orthopinakoid naheliegenden Prismas  $l(210)$  abgestumpft werden. Die Endigung wird fast nur von den Flächen des steileren Klinodomas  $u(021)$  und der Pyramide  $v(\bar{1}11)$  gebildet und hat daher die Form einer ziemlich scharfen Spitze, die am oberen Ende durch nur kleine Flächen von  $e(011)$  abgestumpft wird.

Hinsichtlich des Auftretens der verschiedenen Kristallformen ist folgendes zu bemerken.

Vorherrschend und oft die Kristalle allein umgrenzend treten die Formen  $a(100)$ ,  $v(\bar{1}11)$ ,  $u(021)$  und  $e(011)$  auf, dazu an fast allen Kristallen das Prisma  $l(210)$ . Untergeordnet finden sich häufig die Flächen des Klinopinakoides  $b(010)$  und positiven Orthodomas  $P_{\infty}(101)$ , selten dagegen  $c(001)$  und  $w(101)$ . Die Pyramide  $z(311)$  wurde an mehreren Kristallen, und nicht selten mit großer Flächenentwicklung beobachtet. Nur an einem einzigen der gemessenen Kristalle wurden die 3 Formen  $m(110)$ ,  $r(111)$  und  $i(\bar{2}11)$  festgestellt; ihre Flächen waren eben und ziemlich glänzend ausgebildet und lieferten hinlänglich gute Reflexe, um ihre Symbole bestimmen zu können.

Zwillingskristalle gehören zu großen Seltenheiten. Zwar zeigten mehrere Kristalle Verwachsungen, die auf Zwillingbildung hindeuteten, aber da sie stark abgerollt waren, ließen sich keine genaueren Bestimmungen ermöglichen. Nur einen einzigen wohlausgebildeten Kristall von nur 3 mm Größe fand ich, an dem deutlich die Zwillingverwachsung zu erkennen war, und zwar ist es ein Durchwachsungszwilling mit der Fläche des Orthopinakoides als Zwillingsebene. Der Kristall zeigt den nach  $a(100)$  tafelf-

förmigen Habitus, und weist außer den gewöhnlichen Formen  $l(210)$ ,  $e(011)$ ,  $u(021)$ ,  $v(\bar{1}11)$  auch große Flächen von  $z(311)$  auf. An einem Hauptindividuum erscheint, wie eine Lamelle in Zwillingstellung, an dem einen Ende das Zwillingindividuum, dringt durch den Kristall hindurch und tritt an dem anderen Ende an der entgegengesetzten Fläche von  $a(100)$  wieder heraus.

Die wichtigsten der gemessenen Winkel sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt, und die aus dem oben angegebenen Achsenverhältnis berechneten Werte hinzugefügt (die Fundamentalwinkel sind durch \* kenntlich gemacht):

	gemessen	berechnet
$a : c = 100 : 001$	$76^{\circ} 26' 30''^*$	$76^{\circ} 26' 30''$
$a : l = 100 : 210$	25 4	25 17 39
$a : m = 100 : 110$	43 45	43 23 5
$a : v = 100 : 11\bar{1}$	61 24 30	61 30 16
$a : r = 100 : 111$	47 4	48 7 35
$a : z = 100 : 31\bar{1}$	27 17	26 46 16
$a : i = 100 : 21\bar{1}$	38 11	38 22 56
$a : e = 100 : 011$	79 53 45	79 58 39
$a : x = 100 : 10\bar{1}$	53 40	53 28 44
$a : w = 100 : 101$	39 16 30 <sup>*</sup>	39 16 30
$c : w = 001 : \bar{1}01$	49 40	50 4 46
$c : x = 001 : 101$	37 10 <sup>*</sup>	37 10
$c : e = 001 : 011$	42 3 <sup>*</sup>	42 3 <sup>*</sup>
$b : e = 010 : 011$	47 58	47 57
$b : u = 010 : 021$	29 11	29 0 4
$e : e = 011 : 011$	84 6 <sup>*</sup>	84 6
$u : u = 021 : 021$	58 25	58 0 8
$e : v = 011 : \bar{1}11$	39 11	38 31 5
$e : r = 011 : 111$	32 52	31 51 4
$v : v = 11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$	73 20	73 25 12
$v : i = 11\bar{1} : 21\bar{1}$	24 19	23 7 20
$v : z = 11\bar{1} : 31\bar{1}$	35 23	34 44
$z : z = 31\bar{1} : 3\bar{1}\bar{1}$	36 13	35 40 50

Es ist anzunehmen, daß eine größere Anzahl weiterer Messungen wohl in vielen Fällen besser mit der Berechnung übereinstimmende Mittelwerte liefern würde, aber auf-



fallend bleibt die Tatsache, daß auch bei guten Messungsergebnissen große Unterschiede erhalten wurden. So z. B. wurde an vielen Kristallen der Winkel der Pyramide  $v : v$  bestimmt und ergab bei guten Signalen Werte die zwischen  $72^{\circ} 2'$  und  $73^{\circ} 20'$  schwankten, also mehr als ein Grad Differenz. Es scheint, daß manche Kristalle einen zonaren Aufbau haben, und es mag vielleicht möglich sein, daß dieser die Unregelmäßigkeiten in den Winkelwerten bedingt.

#### b) Optische Untersuchung.

Alle Untersuchungen für die Bestimmungen der optischen Konstanten wurden mit Hilfe einer elektrischen Bogenlampe und vorgesetzten Farbfiltern für rotes, gelbes, grünes und blaues Licht angestellt. Die Farben entsprechen den Linien des Quecksilberspektrums für die Wellenlängen (zum Vergleiche füge ich die Wellenlängen der Linien von Lithium, Natrium, Thallium und Indium hinzu, da diese gewöhnlich für derartige Bestimmungen benutzt werden; die Zahlen in ÅNGSTRÖM-Einheiten):

rot = 6200;	Li = 6708
gelb = 5780;	Na = 5890
grün = 5462;	Th = 5350
blau = 4358;	In = 4511

Zur optischen Untersuchung wurden mehrere gut durchsichtige Kristalle ausgesucht, und von diesen geeignete Präparate hergestellt.

Die Hauptschwingungsrichtungen des Lichtes in der Symmetrieebene wurden mittelst eines Schliffes nach  $b(010)$  bestimmt. Hierfür wurde ein möglichst scharfkantiger Kristall mit ebenen Flächen von  $b(010)$  ausgewählt, an welchem in dem Schliff die Richtung der Vertikalachse sehr genau eingestellt werden konnte. Es bestätigte sich auch für dieses Vorkommen, daß die eine der Hauptschwingungsrichtungen und zwar die der kleinsten optischen

Elastizität mit der kristallographischen Vertikalachse nahezu zusammenfällt, und nur einen kleinen Winkel mit derselben im stumpfen Winkel  $\beta$  bildet; diese Richtung ist zugleich die erste Mittellinie, das Mineral also optisch positiv.

Stauroskopische Messungen lieferten für die Lage dieser Richtung folgende Werte (im stumpfen Winkel  $\beta$ ):

$$\begin{array}{l} c : c = 3^{\circ} 52' \text{ (rot)} \\ \quad \quad \quad 3 \ 38 \text{ (gelb)} \\ \quad \quad \quad 3 \ 27 \text{ (grün)} \\ \quad \quad \quad 3 \ 2 \text{ (blau)} \end{array}$$

Die Dispersion der Mittellinie ist demnach eine nur geringe; bei der Beobachtung der Interferenzfigur ist sie kaum wahrnehmbar.

Die in der Literatur angegebenen entsprechenden Werte beziehen sich alle auf Na-Licht, genaue Messungen dieser Dispersion scheinen bisher nicht angestellt worden zu sein. H. L. BOWMAN<sup>1</sup>, der eine größere Anzahl von Monazitvorkommen optisch untersucht hat, erwähnt, daß „der Winkel  $\hat{c} : \gamma$  um etwas kleiner für blaues als für rotes Licht“ sei, was mit den obigen Angaben übereinstimmt. Die Lage der ersten Mittellinie ist aber bei den Kristallen verschiedener Fundorte sehr verschieden, wie aus der Zusammenstellung in der „Mikroskopischen Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien“ von ROSENBUSCH und WÜLFING, Bd. I, 2. p. 187 zu ersehen ist, in der die Werte für  $c : c$  zwischen  $2^{\circ}$  und fast  $6^{\circ}$  (für Na-Licht) schwanken.

Zur Bestimmung der Größen  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  wurden 3 Prismen benutzt, die parallel den kristallographischen Achsen b und c und mit der brechenden Kante senkrecht zu dem Orthopinakoid, also nahezu parallel der optischen Normalen orientiert waren.

<sup>1</sup> H. L. BOWMAN, Beiträge zur Kenntnis des Monazit. GROTH's Zeitschr. f. Krist. 33. p. 113 ff. 1900.

Bei der Untersuchung dieser Prismen wurde auch die weiter oben erwähnte Beobachtung des zonaren Aufbaues der Kristalle gemacht, infolge dessen mehrere Präparate für die Zwecke dieser Untersuchung unbrauchbar waren.

Die Brechungsquotienten  $\alpha$  und  $\gamma$  wurden an 2 Prismen bestimmt, die durch Schleifen und Polieren einer Fläche von a (100) sowie je einer parallel der Symmetrieachse und Vertikalachse angeschliffenen Fläche; von den so erhaltenen brechenden Kanten liegt somit die erstere parallel der Symmetrieachse, die letztere weicht um ca.  $3\frac{1}{2}^\circ$  von der Richtung der ersten Mittellinie ab, indessen dürfte diese geringe Abweichungen einen nur geringen Fehler zur Folge haben.

1. Prisma parallel der Symmetrieachse.

Der brechende Winkel  $\alpha$  beträgt  $32^\circ 8' 30''$ .

Die Ablenkung für den parallel der Kante schwingenden Strahl war:

$\delta = 27^\circ 8' 30''$	für rotes Licht	} vergleiche die oben angegebenen Wellenlängen.
27 16 30	„ gelbes „	
27 24 10	„ grünes „	
27 56 10	„ blaues „	

Daraus berechnet sich:

$\alpha = 1,78659$	; rot
1,79024	; gelb
1,79374	; grün
1,80832	; blau

2. Prisma parallel der Vertikalachse

Brechende Kante  $\alpha = 32^\circ 6'$ .

Minimum der Ablenkung:

$\delta = 27^\circ 10' 30''$	; rot
27 13 30	; gelb
27 18 30	; grün
27 57 0	; blau

Daraus ergibt sich:

$\gamma = 1,84163$	; rot
1,84412	; gelb
1,84706	; grün
1,86692	; blau

### 3. Prisma parallel der optischen Normalen.

Brechende Kante  $\alpha = 32^\circ 30''$ .

Minimum der Ablenkung:

$$\begin{array}{rcl} \delta = 27^\circ 32' 0'' &; & \text{rot} \\ & & 27 39 50 \quad ; \quad \text{gelb} \\ & & 27 47 30 \quad ; \quad \text{grün} \\ & & 28 20 \quad \quad ; \quad \text{blau} \end{array}$$

Daraus ergibt sich:

$$\begin{array}{rcl} \beta = 1,78771 &; & \text{rot} \\ & & 1,79123 \quad ; \quad \text{gelb} \\ & & 1,79468 \quad ; \quad \text{grün} \\ & & 1,80927 \quad ; \quad \text{blau} \end{array}$$

Es zeigt sich also, daß die Werte des kleinsten und mittleren Brechungsquotienten  $\alpha$  und  $\beta$  sehr nahe aneinander liegen, während ihre Differenz mit  $\gamma$  recht bedeutend ist. Nicht unbedeutend ist auch die Dispersion, die zwischen rot und grün in der dritten Dezimalen mehrere Einheiten ausmacht, zwischen grün und blau aber schon in der zweiten Dezimalen. Die Zahlen der fünften Dezimalen können nur auf annäherungsweise Gültigkeit Anspruch machen.

Zur Beobachtung und Bestimmung des Winkels der optischen Achsen wurden mehrere kleine Platten senkrecht zur Vertikalachse, also fast genau auch senkrecht zur ersten Mittellinie geschliffen. Da das Mineral gut durchsichtig ist, konnten Platten bis zu 1 mm Dicke verwendet werden.

Die Dispersion der Achsen ist außerordentlich gering, wie die folgenden bei den Messungen erhaltenen Mittelwerte zeigen. Es ergab sich:

$$\begin{array}{rcl} 2E = 28^\circ 14' 0'' & \text{rot} \\ & 28 4 0 \quad \text{gelb} \\ & 28 0 30 \quad \text{grün} \\ & 27 53 0 \quad \text{blau} \end{array}$$

also ein Gesamtunterschied zwischen rot und blau von nur 21'. Ähnlich ist es bei dem Monazit anderer Fund-

orte, die von DES CLOIZEAUX<sup>1</sup>, SCHARIZER<sup>2</sup>, TRECHMANN<sup>3</sup> und VRBA<sup>4</sup> untersucht wurden. Die entsprechenden Unterschiede schwanken zwischen 16' und 42', und zwar in der Weise, daß bei einigen Vorkommen die Dispersion  $\varrho > v$ , wie auch bei diesen Kristallen von Dattas, bei anderen aber  $\varrho < v$  ist.

An den Vorkommen von Prägraten in Tirol, Nal Nalps und Valser Tal in Graubünden, Alexander Co. in Nord-Carolina und New York City fand H. L. BOWMAN<sup>5</sup> stets die Dispersion  $\varrho < v$ , also diesem Vorkommen entgegengesetzt; Messungen der Dispersion sind indessen nicht angegeben.

Aus den beobachteten Werten für 2 E und für  $\beta$  sowie aus den für die 3 Brechungsquotienten erhaltenen Größen  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  berechnen sich die Werte des wahren Winkels der optischen Achsen wie folgt:

berechnet aus 2 E u. $\beta$	berechnet aus $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$
2 V = 15° 40' 44"	16° 45' 54" rot
15 33 36	15 54 26 gelb
15 29 52	15 36 24 grün
15 18 20	14 58 40 blau

In der folgenden Tabelle sind die erhaltenen Werte für die optischen Konstanten zusammengestellt:

	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	2 E	2 V (aus 2 E u. $\beta$ )	2 V (aus $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ )
rot	1,78659	1,78771	1,84163	28° 14' 0"	15° 40' 44"	16° 45' 54"
gelb	1,79024	1,79123	1,84412	28 4 0	15 33 36	15 54 26
grün	1,79374	1,79468	1,84706	28 0 30	15 29 52	15 36 24
blau	1,80832	1,80927	1,86692	27 53 0	15 18 20	14 58 40

<sup>1</sup> DES CLOIZEAUX, Nouv. Rech. 1867. p. 150; 1868. p. 660, und Bull. de la Soc. Min. de Fr. 1881. 4. p. 57.

<sup>2</sup> SCHARIZER, GROTH's Zeitschr. f. Krist. 1887. 12. p. 265.

<sup>3</sup> TRECHMANN, Dies. Jahrb. 1876. p. 593.

<sup>4</sup> VRBA, GROTH's Zeitschr. f. Krist. 1889. 15. p. 203.

<sup>5</sup> GROTH's Zeitschr. f. Krist. etc. 1900. 33. p. 105 ff.

Vergleicht man hiermit die bisher gefundenen Werte, wie sie z. B. in dem Lehrbuch von ROSENBUSCH und WÜLFING: „Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien“ Bd. I, 2. p. 187 zusammengestellt sind, so ergibt sich, daß die obigen Werte für  $\alpha$  und  $\beta$  für rotes Licht ziemlich genau mit den von RAMSAY und ZILLIACUS<sup>1</sup> für Monazit von Lokansaari in Finnland angegebenen übereinstimmen ( $\alpha = 1,7863$ ;  $\beta = 1,7879$ ), während  $\gamma$  dem von E. WÜLFING von Monazit an Arendal gefundenen Werte nahezu gleich ist ( $\gamma = 1,8411$ ). Alle sonst angeführten Brechungsquotienten — es handelt sich dann aber fast nur um  $\alpha$  —, sind wesentlich höher, und kommen mehr dem oben für grünes Licht berechneten Werte nahe, oder liegen zwischen diesem und dem für blaues Licht. Ganz aus der Reihe aber fallen die von R. SCHARIZER<sup>2</sup> für  $\gamma = 1,9285$  und  $\beta = 1,9465$  an dem Monazit von Schüttenhofen berechneten Größen, sowohl ihrer absoluten Höhe nach, als auch hinsichtlich der Differenz  $\beta - \gamma$ , da sonst immer  $\gamma > \beta$ . Sollte nicht hier vielleicht ein Irrtum vorliegen und statt dieser Zahlen zu lesen sein  $\alpha = 1,79285$  und  $\beta = 1,79465$ , daß also durch Zufall die erste Dezimale 7 im Druck ausgelassen worden und eine Verwechslung der Schwingungsrichtungen vorgekommen ist? Denn dann würde die Übereinstimmung mit anderen Angaben eine durchaus befriedigende sein. Die Originalarbeit ermöglicht eine Entscheidung dieser Frage nicht. Eine genauere optische Untersuchung dieses Vorkommens wäre jedenfalls erwünscht.

**A b s o r p t i o n:** Die Farbe der Kristalle ist honiggelb, bis dunkelorange gelb, zuweilen ins himbeerrote übergehend. Dickere Platten haben eine orangerote Farbe und zeigen schwachen aber deutlichen Pleochroismus, der sich zwischen

<sup>1</sup> Öfersigt af Finska Vet. Soc. Forhandl. 1897. p. 39.

<sup>2</sup> GROTH's Zeitschr. f. Krist. etc. 1887. 12. p. 261.

orange gelben und orangeroten Farbentönen bewegt; am deutlichsten ist er in Platten parallel der Ebene der optischen Achsen, doch ist er auch in Platten senkrecht zur ersten Mittellinie gut zu erkennen.

Nicht in Einklang hiermit stehen die Angaben SCHARIZER'S (l. c.), der in Spaltblättchen nach der Basis keine verschiedene Absorption der beiden Schwingungsrichtungen, und somit keinen Dichroismus beobachtete.

Das vorliegende Vorkommen zeigt keine Spaltbarkeit nach der Basis, ich konnte keine Spaltungsblättchen nach dieser Ebene erhalten, auch nach  $a(100)$  ist eine nur sehr unvollkommene Spaltbarkeit zu bemerken. Spaltungsblättchen konnte ich daher zum Vergleich nicht benutzen, wohl aber Platten nach Ebenen senkrecht zu den drei Hauptschwingungsrichtungen, und diese zeigten die oben erwähnten Erscheinungen.

Daß der Monazit ausgezeichnete Absorptionsspektren lieferte ist sowohl von SCHARIZER (l. c.) wie auch von BOWMAN (l. c.) erwähnt worden.

SCHARIZER schreibt darüber: „das Spektrum zeigte (im direkten Sonnenlicht) einen breiten Absorptionsstreifen im Gelb zwischen den Fraunhoferschen Linien C und D, und einen weniger breiten am Ende des Grün. Ersterer entspricht vollkommen dem für Didym charakteristischen Absorptionsstreifen, indes der letztere eine genaue Übereinstimmung mit den Absorptionsstreifen im Spektrum eines käuflichen Erbiumglases erkennen läßt.“

Eingehende Untersuchungen über die Absorptionsspektren von Mineralien, vorzüglich solcher, welche Verbindungen seltener Erden enthalten, sind besonders von H. BECQUEREL, A. COSSA, A. H. CHURCH, H. C. SORBY, E. LINNEMANN, H. DUFET u. a. angestellt worden. Eine ausführliche Zusammenstellung über die einschlägige Literatur findet sich

in dem „Handbuch der Spektroskopie von H. KAYSER, Bd. 3. 427“, auf das ich hier verweise. KAYSER weist dort auch hin auf das große Interesse, das diese Absorptionserscheinungen dadurch bieten, daß die verschiedenen Salze derselben Erde zwar im ganzen dasselbe charakteristische Absorptionsspektrum zeigen, daß aber doch deutlich kleine oder größere Unterschiede auftreten, die bei verschiedenen Absorptionsbändern verschieden sind. Bei der Untersuchung von Mineralien hat sich ferner herausgestellt, daß die Linien, welche sichtbar werden, auch von der Schwingungsrichtung des durchgehenden Lichtes abhängen.

H. BECQUEREL<sup>1</sup> hat unter anderen Mineralien auch den Monazit hinsichtlich der Veränderungen seiner Absorptionsspektren untersucht, leider ohne Angabe des Fundortes und ohne Reproduktion der erhaltenen Spektren. Er benutzte drei Platten, die senkrecht zu den drei Hauptschwingungsrichtungen orientiert waren, und gibt in einer Tabelle eine Zusammenstellung der bei diesen Platten beobachteten Absorptionsbanden. Einige der Banden zeigten dieselben bemerkenswerten Eigenschaften, die auch bei dem Didym-Sulfat beobachtet wurden, daß sie im polarisierten Lichte bei einer Drehung der Platte um ihre Normale in bestimmten Richtungen intensiver, in anderen heller wurden bis zum Verschwinden. Die vollkommene Durchsichtigkeit des mir vorliegenden Materiales veranlaßte mich, auch nach dieser Richtung hin Versuche anzustellen, deren Resultate wohl nicht ohne Interesse sein dürften. Der Direktor des physikalischen Instituts, Herr Prof. Dr. SCHMIDT, stellte mir in zuvorkommender Weise die Mittel seines Institutes zur Verfügung und Herr Prof. Dr. KONEN ließ mir seine wertvolle Hilfe bei der Aufnahme der Absorptionsspektren mit einem von ihm kon-

<sup>1</sup> H. BECQUEREL, Recherches sur les variations des spectres d'absorption dans les cristaux. Ann. de Chim. et de Phys. 1888. 14. p. 227.



struierten Spektrographen. Beiden Herren möchte ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank hierfür aussprechen.

Die auf Tafel XXIII abgebildeten Spektre wurden mit einem großen mit photographischer Kamera verbundenen Spektralapparat aufgenommen, wobei eine Nernstlampe als Lichtquelle diente, deren Licht mittelst einer Linse auf den Spalt des Apparates geworfen wurde. Vor dem Spalt wurde eine parallel der optischen Achsenebene geschliffene planparallele Platte von Monazit an einem Diaphragma befestigt eingeschoben, so daß also das Licht durch diese Platte hindurchgehen mußte, ehe es in den Apparat eintreten konnte.

Fig. 3 ist das Bild des Absorptionsspektrums, wie es bei einfacher Beleuchtung mit der Nernstlampe erscheint. Zur Orientierung ist das Absorptionsspektrum des Eisens auf derselben Photographie über und unter dem Monazit-spektrum mit aufgenommen. Zunächst ergibt sich aus dem Bilde, daß über blau hinaus ungefähr von einer Wellenlänge von  $4500 \mu\mu$  ab überhaupt alle Strahlen absorbiert werden. Man erkennt das sehr deutlich bei der Vergleichen mit dem Eisenspektrum, bei dem die Hauptabsorptionsstreifen im Violett und Ultraviolett liegen.

Die Absorptionsbanden des Monazits treten zuerst deutlich im Gelb auf nicht weit von der Linie D des Spektrums und es sind deutlich vier Streifen zu erkennen und zwar den Wellenlängen  $5807$ ,  $5788$ ,  $5756$  und  $5717 \mu\mu$  entsprechend. Es folgen dann im Grün jenseits der Thalliumlinie zwei Linien nahe aneinander von  $5220$  und  $5202 \mu\mu$ , dann eine etwas verwaschene bei dem Übergang in Blau und weiter im Blau mehrere schwache und noch eine sehr dunkle Bande (für die Zahlen vergl. Tafel XXIII Fig. 5).

Wesentlich anders wird das Bild im polarisierten Lichte. In der untersuchten Monazitplatte liegen die Richtungen der

kleinsten und größten optischen Elastizität, entsprechend der ersten und zweiten Mittellinie. Durch Einschieben eines Nicols in den Gang der Lichtstrahlen zwischen Lichtquelle und Mineral derart, daß der Nicolhauptschnitt zuerst parallel der ersten, dann parallel der zweiten Mittellinie eingestellt wurde, erhielt man die diesen beiden Hauptschwingungsrichtungen entsprechenden Absorptionsspektren, deren photographische Reproduktion in den Fig. 2 und 3 auf Tafel XXIII gegeben ist.

Zur Erläuterung dieser Figuren ist zunächst zu bemerken, daß jedesmal das oberste Spektrum I eine Aufnahme ohne Nicol ist, bei Spektrum II ist der Nicolhauptschnitt parallel der ersten, bei III parallel der zweiten Mittellinie orientiert. Die drei zusammengehörigen Aufnahmen sind auf ein und derselben Platte aufgenommen, und zur genaueren und leichteren Orientierung wurden gleichzeitig auch die Linie für Lithium, Natrium und Thallium mit photographiert.

Die beiden Figuren sind dadurch verschieden, daß die erstere (Fig. 2) auf einer rotempfindlichen Platte aufgenommen ist — durch die Li-Linie deutlich erkennbar —, die zweite mit einer grünempfindlichen Viridinplatte, auf der die Li-Linie daher nicht sichtbar ist. Die Stellung der Banden ist dadurch nicht geändert, aber es ist für einzelne Banden ein erheblich größeres Maß von Deutlichkeit erzielt worden. Es zeigt sich das zunächst bei den Aufnahmen ohne Anwendung polarisierten Lichtes. Die im Gelb liegenden Absorptionsstreifen bilden auf der rotempfindlichen Platte eine breite sehr dunkle Bande, an die sich nach der Na-Linie hin eine schmale schwächere anschließt. In Fig. 3 sehen wir im Spektrum I die dunkle Bande sich in sechs deutlich voneinander getrennte Streifen auflösen. Ähnlich ist es bei den Banden im Grün. Auf der Fig. 2 erscheint im Spektrum I eine breite sehr dunkle Bande, während das entsprechende Bild

auf der Fig. 3 an der gleichen Stelle drei Banden erkennen läßt.

Interessant sind nun die Veränderungen, die diese Banden im polarisierten Lichte zeigen; und zwar zeigen dabei die beiden verschiedenen Platten verschiedene Banden.

Betrachten wir zunächst Fig. 2, so sehen wir in dem Spektrum II die breite dunkle Bande im Gelb in vier scharf getrennte Streifen aufgelöst, von denen die beiden mittelsten sehr nahe aneinander liegen. Die dunkle Bande im Grün ist ebenfalls in drei Streifen aufgelöst, zu denen sich aber ein weiterer schmaler und schwacher nach rechts hin zugesellt hat. Die nächsten Banden machen den Eindruck als seien sie nach rechts gewandert.

In dem Spektrum III der Fig. 2 treten im Gelb ebenfalls vier deutliche Streifen auf, die aber gegen diejenigen des darüberliegenden Spektrums so weit verschoben erscheinen, daß hier jedesmal ein Streifen mit einem Zwischenraum in dem Spektrum II zusammenfällt, und ganz ähnlich verhält es sich mit den Banden im Grün. Daraus erklärt sich denn auch die Erscheinung im nichtpolarisierten Lichte. Durch die Überdeckung von Bild II und III fallen die Streifen beider jedesmal zu einer breiten dunklen Bande zusammen.

Etwas anders stellen sich die Verhältnisse auf Fig. 3 dar. Hier sind zunächst die Erscheinungen im nichtpolarisierten Lichte erheblich deutlicher. Im Gelb sind zunächst deutlich sechs Streifen rechts der Na-Linie zu unterscheiden; ihre Wellenlängen sind: 5865, 5832, 5807, 5783, 5756, 5717  $\mu\mu$ ; von diesen setzen sich die vier letzten mit verstärkter Intensität durch die Spektren II und III hindurch fort, während von den beiden anderen der erste vollständig verschwindet, dafür aber ein schwächerer etwas weiter von der Na-Linie entfernt auftritt. Im Grün tritt die Bande 5202  $\mu\mu$  in allen drei Spektren mit ziemlich gleicher Intensität

auf, die Banden rechts und links derselben zeigen aber wesentliche Veränderungen. Im unpolarisierten Lichte sind im dunklen Felde zwei Banden der Wellenlängen 5250 und 5220 zu erkennen, beide werden in Spektrum II erheblich schwächer bis fast zum Verschwinden der ersten, und eine neue Bande erscheint rechts neben 5202. Im Spektrum III sehen wir in hellem Felde die sehr dunkle Bande 5202, daneben die Bande 5220 noch recht deutlich, die dritte aber nur äußerst schwach. Im weiteren Verlauf der Spektren ist dann besonders der Unterschied der Absorption parallel den zwei Hauptschwingungsrichtungen auffallend stark ausgeprägt, was ohne weiteres aus dem Vergleich der verschiedenen Aufnahmen deutlich zu erkennen ist.

Verfolgt man die Veränderungen in den Absorptionsspektren während einer Drehung des Nicolschen Prismas um seine Achse, so kann man sehen, wie einzelne Banden an Intensität allmählich abnehmen bis zum völligen Verschwinden, während andere vorher nicht sichtbare Banden neu hinzukommen. Auch bestätigt sich die Beobachtung BECQUEREL's, daß die Banden dabei ihre Stellung beibehalten und daß nur die Intensität sich ändert.

Alle auftretenden Banden aber, soweit es sich bisher erkennen ließ, gehören dem Spektrum des Neodyms an, so daß also anzunehmen ist, daß dieses ein nicht unwesentlicher Bestandteil dieses Monazites ist.

Bisher wurde nur eine Platte von Monazit untersucht, es werden aber die Untersuchungen an Kristallen dieses Vorkommens fortgesetzt, und es sollen auch andere Vorkommen in den Bereich dieser Untersuchung gezogen werden. In einer weiteren Mitteilung hoffe ich darüber demnächst berichten zu können.

Mineralogisches Institut der Universität Münster i. W.

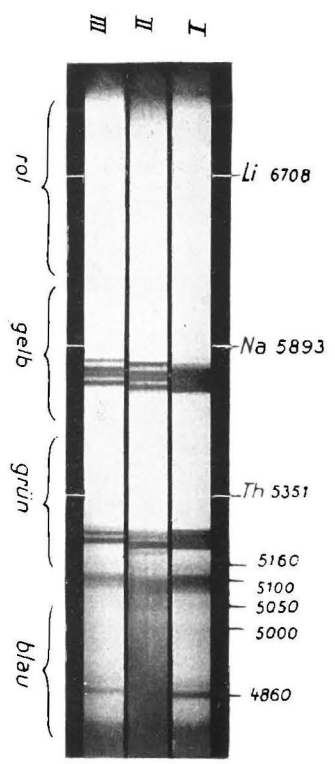
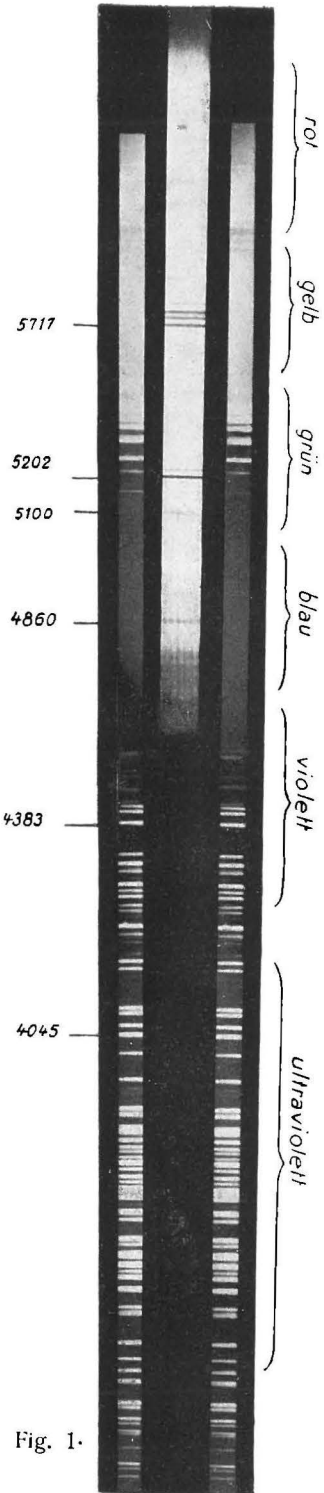


Fig. 2.

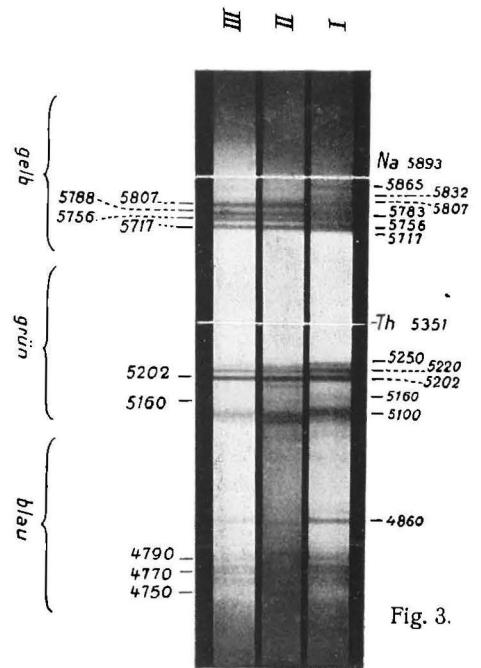


Fig. 3.

K. Busz: Über den Monazit von Dattas, Diamantina.