

Über den Amphibol von Cevadaes (Portugal)

Von C. HLAWATSCH
WIEN

Mit einer Textfigur

Sonder - Abdruck
aus der Festschrift zum
siebzigsten Geburtstage
von Harry Rosenbusch
gewidm. v. seinen Schülern



Über den Amphibol von Cevadaes (Portugal).

Von C. HLAWATSCH, Wien.

(Mit einer Textfigur.)

ROSENBUSCH erwähnt in seinen »Elementen der Gesteinslehre« pag. 485 eines Arfvedsonitgneißes von Cevadaes bei Campo-Mayor in Portugal und gibt eine Analyse dieses Vertreters der alkalireichen Gesteine unter den kristallinischen Schiefern. Der darin auftretende Amphibol wird als Arfvedsonit bezeichnet. Seither beschrieb DE SOUZA-BRANDAO* eine Amphibolgattung, welche in einem ähnlichen Gesteine von Alter Pedroso, das er als Eurit bezeichnet und mit dem Gloggnitzer Forellensteine vergleicht, in metergroßen Linsen auftritt. Er bestimmt ihn als Riebeckit. Seine bemerkenswertesten Eigenschaften sind: fast gerade Auslöschung; α^{**} bildet mit c einen Winkel von $1\frac{1}{4}^{\circ}$. Die Dispersion der Auslöschungsschiefe ist außerordentlich stark, für blaue und rote Strahlen liegt α auf der entgegengesetzten Seite der Prismenaxe. Pleochroismus α (= c) grünblau, β (= b)

* Commun. d. Comm. d. Serv. geol. d. Portugal, VI. 1904, p. 178 u. ff. (nicht, wie ROSENBUSCH irrtümlich angibt, 1903). Refer. N. Jahrb. f. Miner. 1905, I. pg. 378.

** Hier wie im folgenden ist, analog der französischen Bezeichnungsweise, für den Brechungsexponenten und für die zugehörige Schwingungsrichtung das gleiche Zeichen gesetzt.

graublau, γ (wenig schief auf [100]) gelbbraun, Absorptionsschema: $\alpha > \beta > \gamma$. $\gamma - \alpha = 0,005$; $D = 3.4$; $H = 5.5-6$ Spaltwinkel $(\bar{1}\bar{1}0) : (110) = 55^\circ 46'$. Eine zweite deutliche Spaltbarkeit geht nach (010). Dieser Riebeckit findet sich in den genannten Linsen in mehreren zentimetergroßen Individuen. Er zeigt nicht selten Einschlüsse von Biotit und in seiner Begleitung tritt Zirkon in kleinen, braunen Kriställchen auf. Im konvergenten Lichte war dieser Amphibol wegen der Absorption leider nicht untersuchbar.

Einen ganz analogen Amphibol fanden nun Herr Professor OSANN und der Verfasser auch an der von ROSENBUSCH angeführten Lokalität bei Campo-Mayor. Der Arfvedsonitgneiß, welcher am linken Ufer eines kleinen Baches ansteht, übersetzt diesen mit S400 Streichen und an einer Felsenpartie am rechten Ufer findet sich ein Block, der zahlreiche, einige Zentimeter große Linsen und Spaltfüllungen von einem blauschwarzen Amphibol aufweist, ein Vorkommen, bis auf die Größe der Linsen ganz analog dem von Alter Pedroso, wie es SOUZA-BRANDAO beschreibt. Auch der Zirkon tritt als Begleiter des Amphiboles auf, freilich in mehr körnigen Aggregaten, und ist deutlich erst unter dem Mikroskope erkennbar. Die optischen Eigenschaften (im parallelen Lichte) stimmen mit jenen des Riebeckites von Alter Pedroso im Wesentlichen überein. Auch hier ist die Lage der Hauptschwingungsrichtung α auf (010) gegen die Vertikalaxe wenig geneigt, für rot ist der Winkel $\alpha : c$ fast 0, für blau beträgt er ca. 5° ; wegen der starken Absorption war der Betrag nicht mit Sicherheit bei monochromatem Lichte bestimmbar. Die von SOUZA-BRANDAO beschriebene Erscheinung, daß bei Drehung aus der // Stellung der Spaltrisse mit einem der Nicolhauptsnitte nach der einen Seite gelbe, nach der anderen Seite blaue Töne vorwogen, und zwar bis zu dem Betrage von ca. 10° , konnte auch hier beobachtet werden. Der Pleochroismus, hier absichtlich nach den kristallographischen Axen bezeichnet, ist: c dunkelstahlblau, b sehr dunkelgraugrün (fast opak) \perp (100) lichtbräunlichgelb. Die Doppelbrechung $\gamma - \alpha$ ist schwach; ihrem Betrage nach wegen der starken Absorption und der Dispersion nur sehr un-

genau zu bestimmen; eine Messung ergab 0,003—0,004, ähnlich wie es Graf KEYSERLING* am Riebeckit des Gloggnitzer Forellensteines angibt; die Färbung des Kompensationsstreifens deutet ebenfalls auf einen bedeutend grösseren Betrag für blaue Strahlen hin.

Die Absorption erschwerte auch die Bestimmung des Charakters der Schwingungsrichtungen, indem wegen des großen Intensitätsunterschiedes der beiden interferierenden Wellen die Farben wesentlich beeinträchtigt werden. An sehr dünnen Stellen gelang es aber doch, nachzuweisen, daß α nahe an c liegt, $\gamma = b$, β nahe $\perp (100)$; mithin die Ebene der optischen Axen auf der Symmetrieebene senkrecht steht, was mit den Beobachtungen im konvergenten Lichte übereinstimmt.

Schnitte nahezu \perp auf die Prismenzone ergaben deutlich das Bild einer spitzen, negativen Bisectrix mit großem Axenwinkel $2V$, dessen Ebene den spitzen Spaltwinkel halbiert. Es sei ausdrücklich bemerkt (was bei so starken Absorptionsunterschieden nötig ist), daß bei Ausschaltung des Analysators dieses Bild nicht sichtbar war, eine Verwechslung mit Absorptionsbüscheln also nicht vorlag. Hingegen waren solche bei Schnitten // (010) deutlich sichtbar. Bei \perp Nicols sah man das Bild einer stumpfen Bisectrix mit sehr starker gekreuzter Dispersion. Schnitte nahe \perp auf eine optische Axe waren durch die Dispersion und den Pleochroismus unkenntlich gemacht, obschon gerade der letztere in Verbindung mit den Spaltrissen eine Auffindung solcher Schnitte erleichtern müßte. Schnitte nahe (100) zeigten die verwaschenen Kurven der optischen Normale.

Der Spaltwinkel wurde an zehn Splittern gemessen; infolge der wirren Anordnung der Stengel, vielleicht auch durch dynamische Beeinflussung waren die Messungen wenig genau; sie schwankten zwischen $55^{\circ} 09' - 56^{\circ} 20'$, das Mittel ergab $55^{\circ} 47'$ (gegen $55^{\circ} 46'$ bei Souza-Brandão). Dabei wurden die letzten, besten Messungen mit doppeltem resp. vierfachem Gewichte ein-

* Miner.-petr. Mitt. 1903, XXII pag. 123.

gerechnet. Das Mittel aus den letzten fünf Messungen ergab, identisch mit der allerbesten, $56^{\circ} 01'$. Eine zweite, wenig schlechtere Spaltbarkeit nach (010) konnte mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Die Dichte wurde mittelst ROHRBACH'scher Lösung bestimmt, sie beträgt 3.351—3.353. Strich graugrün. Die Analyse, welche Herr Professor Dr. DITTRICH auszuführen die Güte hatte, wofür ihm hier der beste Dank ausgesprochen sei, ist weiter unten wiedergegeben und besprochen.

Wir begegnen hier abermals einem Amphibolmineral*, dessen optische Axenebene \perp auf (010) steht. Bereits MICHEL-LEVY hat vor langer Zeit einen Amphibol mit normalsymmetrischer Axenlage beschrieben**, nach ihm beobachtete A. CHURCH-LANE eine solche am »Crossit«. Später, nachdem MICHEL-LEVY's und LANE's Beobachtungen fast vergessen waren, fand BECKE an einem Amphibol vom Lämmerbüchl im Duxertal*** und ungefähr gleichzeitig der Verfasser an einem solchen im Nephelinsyenitporphyr von Predazzo†, dessen spitze Bisectrix α wenig schief auf (100) stand, normalsymmetrische Axenlage. Bald darauf bestätigte ROSENBUSCH an dem Crossit †† die Beobachtung CHURCH-LANE's, von der ihm erst später Mitteilung gemacht wurde; und A. FREUDENBERG †† fand in einem Gesteine des Katzenbuckels einen braunen, dem Katophorit nahestehenden Amphibol, dessen Axen sich in der Ebene (010) stark näherten — stellenweise wurde der Axenwinkel = 0 — und an anderen Stellen sich senkrecht zu (010) wieder öffneten. Dabei blieb α spitze Bisectrix und war mehr oder weniger schief auf (100). Verfasser fand dann an einer braunen, gewöhnlichen Hornblende im Gabbro

* Verfasser zieht hier den Familiennamen dem Gattungsnamen Hornblende vor, da einige Petrographen die normalsymmetrische Axenlage nicht mit diesem Begriff vereinbar halten dürften.

** Laut freundlicher Mitteilung Herrn Professor MURGOCI's, s. HINTZE Handb. d. Min. II. Bd. pag. 1258 Anm. 1 CHURCH-LANE's Beobachtung wurde bisher nicht publiziert, ich verdanke diese Angabe ebenfalls Herrn Professor MURGOCI.

*** Miner.-petr. Mitt. XXI 1902 p. 247.

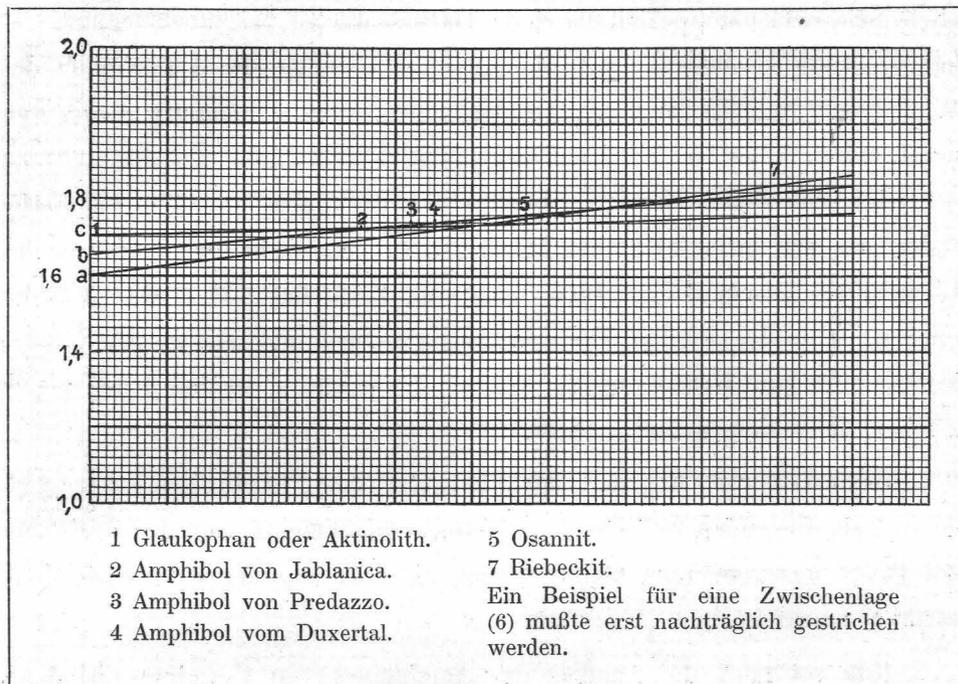
† Ebendasselbst XX 1900 p. 40.

†† Mikrosk. Phys. I, 4. Aufl. pag. 246 u. 247.

von Jablanica* in der Hercegovina dunkelgrüne Fortwachsungszonen, die beinahe einaxig waren, α veränderte auch hier seine Lage nicht merklich gegenüber jener in der braunen Hornblende. In den letzten Jahren, unabhängig von obigen Ergebnissen, fand MURGOČI eine ganze Reihe von Amphibolen, deren Axenebene \perp (010) steht; seine diesbezügliche Publikation dürfte bald erscheinen und es sei hier auf dieselbe aufmerksam gemacht.

Der Verfasser hatte bei seinen früheren Beobachtungen auf das Auftreten des Glimmers zusammen mit jenen Amphibolen hingewiesen und vermutet, daß eine beginnende Umwandlung des Amphibols in Biotit durch Aufnahme von Wasser diese Veränderung der optischen Orientierung bewirke; MURGOČI findet aber, einer liebenswürdigen mündlichen Mitteilung zufolge, daß bei den optischen Eigenschaften der Amphibolfamilie das Verhältnis $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3$ eine bedeutende Rolle spiele. Verfasser, der Herrn Professor MURGOČI dafür dankt, zieht mithin seine frühere Behauptung zurück. Ganz ohne Einfluß wird natürlich der Wassergehalt nicht sein. In seiner Arbeit wird MURGOČI diese Verhältnisse näher erläutern; hier sei nur eine kleine, ganz schematische Zeichnung (s. Fig. 1) zur Veranschaulichung angebracht. An dem 0-Punkt der Abscissen sei das Endglied mit γ näher an c, am rechten Ende dasjenige mit α nahe an c gedacht. Die Brechungsexponenten sind als Ordinate aufgetragen. (Der Deutlichkeit halber um einen passenden Betrag vermindert.) Der Brechungsexponent der der Normalen auf (100) naheliegenden Hauptschwingungsrichtung wachse nun mit Zunahme des zweiten Gliedes, welches dem Riebeckit entspreche, etwas rascher als jener von b; dieser bedeutend rascher als jener von der der Vertikalaxe benachbarten Hauptschwingungsrichtung; so wird die Gerade — die Abscissen mögen die Volumverhältnisse angeben — von b zuerst jene von c schneiden, dann jene von a und c; endlich schneiden sich b und a. Wir haben dann zuerst den fast einaxigen Amphibol von Jablanica; der Axenwinkel wächst wieder in einer zur vorigen senkrechten Ebene (Amphibol vom Duxertal), nimmt um b ab, wird wieder 0, und öffnet

* Miner.-petr. Mitt. XXII 1902 p. 499.



sich jetzt in der den spitzen Spaltwinkel halbierenden Ebene; wird kleiner um c (jetzt = α), wird 0 und öffnet sich endlich wieder in der Symmetrieebene (Riebeckit). Liegen die drei Schnittpunkte nicht sehr weit voneinander, so erfolgt der Wechsel der optischen Orientierung sehr rasch mit der Änderung der chemischen Zusammensetzung, die Doppelbrechung $\gamma - \alpha$ wird für den ganzen Bereich sehr gering sein, was mit den tatsächlichen Beobachtungen ziemlich gut übereinstimmt.

Nach den Untersuchungen MURGOCI's wächst aber gleichzeitig mit der Abnahme des negativen Axenwinkels der Winkel $c : \gamma$, wenn der Gehalt an Fe_2O_3 zunimmt. Herr Professor BECKE hatte die Liebenswürdigkeit, dem Verfasser mitzuteilen, daß nach den Untersuchungen WALLERANT's* und G. WULFF's** sich ein anderes Schema ableiten lasse, von welchem beide

* Bull. d. la Soc. franc. d. Min. XIX, 1896 p. 195.

** Zeitschr. f. Krist. 36, 1902 pag. 19.

obige Schemata nur Spezialfälle sind. Danach wächst bei zunehmendem Gehalt an Riebeckitmolekül unter gleichzeitiger Abnahme des Axenwinkels der Winkel $c : \gamma$ anfangs langsam, bis die beiden Axen sich relativ wenig von der früheren Lage von α in einem Punkte E_1 vereinigen und in einer zu $(010) \perp$ Ebene sich öffnen. Sie beschreiben dann eine ungefähr elliptische Bahn, um sich in einem Punkt E_2 wieder zu vereinigen und wieder in der Ebene (010) auseinanderzugehen, ohne die Lage der Axe b erreichen zu müssen. Dies ist nur bei rhombischer Symmetrie notwendig. In Figur 1 bedingt dies eine Krümmung der Kurven für α und γ , so daß β und γ sich zweimal schneiden, α und β nicht.*

Bemerkenswert ist, daß der Charakter des Pleochroismus bezüglich der a näherliegenden Schwingungsrichtung unabhängig von der Änderung der Brechungsexponenten bleibt, so daß die Richtung der schwächsten Absorption zuerst α , dann β , endlich γ ist.

Nun sei noch die Analyse des Amphiboles von Cevadaes diskutiert. Herr Professor DITTRICH fand:

	gefund. %	Molek. %	gerechn. Mol. %	ger. Gew. %
SiO ₂	49.55	55.60	57.93	50.34
TiO ₂	0.34	0.28	—	—
Al ₂ O ₃	0.97	0.64	—	—
Fe ₂ O ₃	16.52	7.00	7.92	18.23
FeO	20.38	19.19	22.59	23.40
MnO	1.30	1.24	—	—
MgO	0.16	0.27	—	—
CaO	0.90	1.09	—	—
Na ₂ O	6.53	7.12	7.92	7.08
K ₂ O	0.85	0.61	—	—
H ₂ O	1.85	6.96	3.66	0.95
Summe	99.35	100.00	100.00	100.00

* An Stelle von a, b, c , ist dann natürlich $\alpha \beta \gamma$ des ersten Gliedes zu setzen.

Zu dieser Analyse sei bemerkt, daß die FeO-Bestimmung an später eingesandtem Material vom selben Blocke, nicht aber von derselben Linse vorgenommen wurde; das erste Material ließ sich sehr schwer aufschließen, so daß für die Versuche die ganze nach der Hauptanalyse Herrn Professor DITTRICH zur Verfügung stehende Menge aufgewandt werden mußte. Herr Professor OSANN hatte die Güte, mir sein Handstück zur Verfügung zu stellen, wofür ihm hier herzlichst gedankt sei. Auf diese Weise erklärt sich die von 100% stark abweichende Endsumme, die nach einigen von Herrn Professor DITTRICH angegebenen Korrekturen* auf 99.35% stieg.

Die Zahl für FeO ist das Mittel aus drei Bestimmungen: 18.92%, 21.22, 21.01; die Aufschließung fand mit HF + H₂SO₄ im CO₂-Strome statt. Bei der Berechnung der Analyse stellt sich ebenfalls eine Differenz heraus, welche auf Ungleichheit des Materiales geschoben werden muß: der Alkalienbetrag, ohne Einrechnung des Wassers, übersteigt die Ziffer für Fe₂O₃ + Al₂O₃. Die Formel wurde darum so berechnet, daß die Zahl für Fe₂O₃ + Al₂O₃ als Grundlage genommen wurde, TiO₂ wurde mit SiO₂, MnO, MgO, CaO mit FeO, K₂O mit Na₂O vereinigt. Die dann restierende SiO₂ wurde an H₂O zu einem Molekül H₂SiO₃ gebunden, das allerdings zunächst nur Rechnungszweck hat; der Überschuß an H₂O wurde vernachlässigt. Die Differenz der Materialien dürfte jedoch kaum groß genug sein, um eine wesentliche Rolle des Wassers in der Konstitution des Amphiboles zu negieren. Nach dieser Berechnung ergibt sich folgende Formel: 54.7 (Na, K)₂ (Fe, Al)₂ Si₄O₁₂ + 39.0% (FeMnMgCa)₄ Si₄O₁₂ + 6.3% H₂SiO₃. In dem letzteren Glied konzentrieren sich alle Unrichtigkeiten der Analyse und der Berechnung. In Kolonne III der Tabelle sind auf Grund dieser Formel die Molekularprozent, in Kolonne IV die daraus berechneten Gewichtsprozent zusammengestellt.

Der Amphibol von Cevadaes dokumentiert sich also als ein zwischen

* Die SiO₂-Ziffer betrug ohne sogenannte kleine SiO₂ 48.88, das Na₂O ist aus der Differenz der Chloride berechnet, die direkte Wägung gab 6.37%.

