

Notiz über den Synchronismus von Val Nalps

Autor(en): **Parker, Robert L. / Brandenberger, E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **26 (1946)**

Heft 1

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-21661>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Notiz über den Synchronit von Val Nalps

Von *Robert L. Parker*, Zürich und *E. Brandenberger*, Zürich

In einer früheren Publikation (siehe R. L. PARKER, F. DE QUERVAIN und F. WEBER, 1939) wurde über die ersten Funde von Synchronit in den Schweizeralpen und über deren Bestimmung berichtet. Das neu entdeckte Mineral wurde damals zunächst für Parisit gehalten, jedoch auf Grund des röntgenometrischen Befundes von E. BRANDENBERGER mit dem sehr ähnlichen, früher für umgewandelten Parisit angesehenen Synchronit identifiziert. Auf die Einzelheiten des Röntgenbefundes wurde damals nicht eingegangen. Ebenso wenig wurden genauere morphologische Angaben gemacht, da keines der damals vorliegenden Kriställchen sich hinreichend gut für Messzwecke zu eignen schien, um ein Abmontieren von den Stufen zu rechtfertigen.

Ein winziger, aber mit glänzenden Flächen versehener, zu gonio-metrischen Messungen gerade noch verwendbarer Synchronitkristall wurde uns durch die freundliche Vermittlung von Herrn Dr. F. WEBER (Lugano) neuerdings von Herrn Dr. GEIGER in Basel zum Zwecke einer Untersuchung zur Verfügung gestellt. An diesem Individuum konnten zum ersten Male Winkelmessungen am schweizerischen Synchronit durchgeführt werden, ferner wurden an ihm die früheren röntgenometrischen Untersuchungen überprüft und bestätigt. Es soll im Folgenden über die Ergebnisse dieser Untersuchungen berichtet werden, wobei wir zunächst Herrn Dr. GEIGER für sein grosses und verständnisvolles Entgegenkommen aufs herzlichste danken möchten.

Während der früher besonders erwähnte und abgebildete Kristall von deutlich rhomboedrischem Habitus war, weist der neue hexagonal-prismatische Gestalt auf (vergl. Fig. 1). Von den „Prismenflächen“ gewinnt man den Eindruck, dass sie tatsächlich solche sind, indem ihre Kanten unter der stärksten Vergrösserung einer Binokularlupe betrachtet, einander parallel zu laufen scheinen. Darüber liegen winzige, aber spiegelnde Schrägflächen und die Basis. Das Individuum ist wie das frühere von knapp ausreichender Grösse, um die Anfertigung von Drehkristall-Aufnahmen um die c-Achse zu gestatten. Die Auswertung der in beiden Fällen übereinstimmend beschaffenen Diagramme führte zu dem folgenden Ergebnis:

Aus dem Schichtlinienabstand ergab sich die Gitterkonstante c zu 18,2 Å. E. (erhalten aus der Vermessung von sechs Abständen, nämlich der 2., 3., 4., 6., 7. und 8. Schichtlinie). Die Äquator-Interferenzen ($hk0$) liessen sich im Falle des ersten Kristalls indizieren mit einem Wert $\lambda/3a^2 = 0,0470$, beim zweiten Kristall mit $\lambda/3a^2 = 0,0469_5$, woraus sich die Gitterkonstante a beim ersten Kristall zu 4,100 Å. E., beim zweiten Kristall zu 4,102 Å. E. berechnet. Beide Gitterkonstantenwerte, wie sie an den zwei uns verfügbaren Kristallen bestimmt wurden, stimmen mit den früher von I. OFTEDAL (1931) gefundenen vollkommen überein (Werte nach I. OFTEDAL $c = 18,20$ Å. E.; $a = 4,094$ Å. E.).

Überdies zeigen unsere Drehkristall-Aufnahmen gleichfalls die dem Synchysit eigene, charakteristische Intensitätsabstufung: Die Reflexe ($hk0$), ($hk4$) und ($hk8$) sind den Interferenzen ($hk2$) und ($hk6$) an Intensität durchwegs überlegen, diese wiederum von weit grösserer Intensität als die Reflexe ($hk1$), ($hk3$), ($hk5$) und ($hk7$), so dass der Grösse $c/4$ bzw. $c/2$ entschieden die Rolle einer Pseudoperiode zufällt. Aber auch in den Intensitätsverhältnissen der Reflexgruppen ein und derselben Schichtlinie ist eine restlose Übereinstimmung mit den von I. OFTEDAL mitgeteilten Befunden für Synchysit festzustellen; so fehlen in unsern Diagrammen Reflexe mit $l = 1$ vollkommen, an solchen mit $l = 3$ sind einzig ($10\bar{1}3$) und ($21\bar{3}3$) zu beobachten, usw. Indem Parisit eine andere Intensitätsabstufung eigen ist (siehe unten), kann zusammen mit dem für die Gitterkonstante c gefundenen Wert für die hier untersuchten Kristalle mit Bestimmtheit die Möglichkeit, dass es sich um Parisit handeln würde, ausgeschlossen und eine Bestimmung als Synchysit mit voller Eindeutigkeit vorgenommen werden.

Die goniometrische Auswertung wurde an einem Zweikreisgoniometer nach V. GOLDSCHMIDT vorgenommen und gestaltete sich relativ günstig, indem die meisten Flächen trotz ihrer Kleinheit scharfe, wenn auch sehr lichtschwache Reflexe lieferten. Diejenigen der Prismenflächen liessen sich gut in die Grundzone des Instrumentes einjustieren und bestätigten damit die Vermutung, dass es sich um echte Prismenflächen und nicht etwa um sehr steile Rhomboeder handelt. Allerdings traten im Zeichen einer gewissen Querstreifung dieser Flächen gelegentlich Nebensignale auf, die es möglich erscheinen lassen, dass ein Alternieren sehr steiler Schrägflächen mit der Prismenlage statt hat. Von den etwas grösseren Schrägformen (i r und F der Figur) konnte festgestellt werden, dass sie je sechs Reflexe lieferten, also wenigstens scheinbar mit hexa-

gonaler Symmetrie entwickelt sind. In der unten gegebenen Deutung dieser Formen müsste dies für *i* und *r* auch bei rhomboedrischer Symmetrie der Fall sein. Für *F* müsste bei Annahme der Symmetrie D_{3d} das gleichzeitige Vorhandensein der positiven und negativen Korrelatformen vorausgesetzt werden. Bestimmte Anhalts-

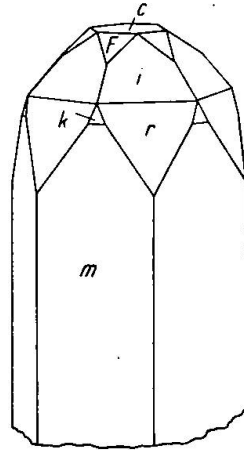


Fig. 1. Synchysit von Val Nalps. $c = \langle 0001 \rangle$, $m = \langle 10\bar{1}0 \rangle$, $F = \langle 10\bar{1}1 \rangle$, $k = \langle 60\bar{6}1 \rangle$, $i = \langle 11\bar{2}1 \rangle$, $r = \langle 22\bar{4}1 \rangle$

punkte für eine solche Annahme liegen nicht vor, so dass eine hexagonale Deutung die eigentlich naheliegende ist. Die Flächen der Form *k* der Figur lieferten infolge ihrer ausserordentlichen Kleinheit Reflexe von kaum wahrnehmbarer Intensität. Es konnten von ihnen mit Sicherheit nur zwei festgehalten werden, die im Azimut um 180° auseinander lagen, wiewohl es scheint, dass auch hier sechs Flächen vorhanden sind. Die Ergebnisse der Messungen können folgender Zusammenstellung entnommen werden:

Form	Gemessen (Mittelwerte)		Symbol	Berechnet	
	φ	ϱ		φ	ϱ
c			0001		$0^\circ 00'$
m	$30^\circ 03'$	$90^\circ 00'$	$10\bar{1}0$	$30^\circ 00'$	$90^\circ 00'$
F	$30^\circ 14'$	$36^\circ 32'$	$10\bar{1}1$	$30^\circ 00'$	$36^\circ 46'$
k	$30^\circ 35'$	$77^\circ 27'$	$60\bar{6}1$	$30^\circ 00'$	$77^\circ 26'$
i	$0^\circ 14'$	$52^\circ 39'$	$11\bar{2}1$	$0^\circ 00'$	$52^\circ 19'$
r	$0^\circ 03'$	$68^\circ 47'$	$22\bar{4}1$	$0^\circ 00'$	$68^\circ 53'$

Sucht man die gemessenen Positionen in möglichst einfacher Weise auszuwerten, so ergeben sich die in der dritten Spalte angeführten Symbole, die in fast allen Fällen denkbar einfachen Charakter tragen. Das unter diesen Voraussetzungen sich ableitende Achsenverhältnis lautet $a:c = 1:0,647$, und aus ihm folgen die berechneten Positionen der vierten Spalte, die eine befriedigende bis sehr gute Übereinstimmung mit den beobachteten aufweisen.

Aus den oben mitgeteilten röntgenometrischen Daten ergibt sich das Achsenverhältnis $a:c=1:4,45$. Unterwirft man dasselbe einer Transformation durch Vertauschung der Flächenlagen I. und II. Stellung, so tritt an Stelle dieses Wertes derjenige von $1:2,57$. I. OFTEDAL hat in seiner schon zitierten Arbeit Gründe angegeben, warum auch von strukturellen Gesichtspunkten diese gewendete Aufstellung der anderen wohl vorzuziehen ist. Zum neuen Achsenverhältnis steht das goniometrisch gefundene im Verhältnis von ca. $1:4$, was für einen Wert von $0,643$ genau zutreffen würde. Es hat also den Anschein, als ob die oben schon erwähnte Pseudoperiode von $\frac{1}{4} c$ sich in der Formenselektion des gemessenen Kristalls Geltung verschafft.

Unter diesen Umständen ist es von besonderem Interesse, zu untersuchen, in welcher Beziehung die beobachteten Formen zu denjenigen stehen, die von anderen Autoren am Synchysit gefunden wurden. Auch kann eine einfache Beziehung zu Formen von Parisit erwartet werden, wie folgende Überlegung zeigt. Die von I. OFTEDAL (1931) am Parisit gefundenen Gitterkonstanten lauten $a=4,09 \text{ \AA. E.}$, $c=27,9 \text{ \AA. E.}$, was einem Achsenverhältnis von $a:c=1:6,682$ entspricht. Werden auch hier die Flächenlagen I. und II. Stellung vertauscht, so leitet sich aus diesem Wert derjenige von $1:3,939$ ab. Die Intensitätsverhältnisse der Schichtlinien am Parisit zeigen, dass hier $\frac{1}{6} c$ oder $\frac{1}{2} c$ als Pseudoperioden in Frage kommen. Erstere würde $0,656$ lauten, also einen sehr ähnlichen Wert aufweisen, wie die oben erwähnte Pseudoperiode von Synchysit. Damit ist aber eine weitgehende Übereinstimmung der Metrik bei beiden Mineralien gegeben.

In ihrer 1911 erschienenen, für die Kristallographie des Parisits grundlegenden Arbeit haben C. PALACHE und C. H. WARREN gegenüber älteren Autoren wie DES CLOIZEAUX, VRBA und CESÀRO das Mineral um 30° gedreht aufgestellt. Berücksichtigt man aber diese Transformation, so ist das von ihnen gewählte Achsenverhältnis $a:c=1:1,9363$ sehr ähnlich denjenigen der früheren Beobachter. Es ist kaum zu bezweifeln, dass damit vom morphologischen Gesichtspunkt aus der für Parisit zweckmässigste Wert getroffen worden ist. Er entspricht recht genau der obenerwähnten Pseudoperiode $\frac{1}{2} c$, die sich damit als massgebend für die Formenentwicklung des Minerals zu erweisen scheint. Zur Transformation unserer Symbole auf diejenigen, die diesem Achsenverhältnis entsprechen, genügt es, unseren l-Index mit $\frac{6}{2}=3$ zu multiplizieren. Umgekehrt gelangt man von den Symbolen nach PALACHE und WARREN zu unseren, wenn man 1 jener Autoren durch $\frac{1}{3}$ ersetzt. Es entsprechen also unsere

Formen F, k, i, r resp. $\langle 10\bar{1}3 \rangle$, $\langle 20\bar{2}1 \rangle$, $\langle 11\bar{2}3 \rangle$, $\langle 22\bar{4}3 \rangle$ von Parisit in der Aufstellung von PALACHE und WARREN. Alle wurden von ihnen ebenfalls beobachtet, und die oben mitgeteilten Positionen zeigen gute Übereinstimmung mit ihren für diese Formen geltenden Angaben, die wie folgt lauten:

	PALACHE und WARREN	
	Gemessen (Mittelwerte)	Berechnet
	ϱ	ϱ
F	$36^{\circ}54'$	$36^{\circ}42'$
k	$77^{\circ}27'$	} $77^{\circ}24'$
μ	$77^{\circ}23'$	
i	$52^{\circ}10'$	$52^{\circ}14'$
r	$68^{\circ}48'$	$68^{\circ}50'$

Zu bemerken ist, dass die Transformationen unserer Symbole auf diejenigen von PALACHE und WARREN fast durchgehend eine Komplizierung derselben mit sich bringt, die unsere Achsenwahl für den untersuchten Kristall als die natürlichere erscheinen lässt.

Kristallographische Untersuchungen an eigentlichem Synchysit unternahmen G. NORDENSKIÖLD (1894), G. FLINK (1900) und O. B. BÖGGILD (1906), die an grönländischem Material eine ganze Anzahl von Formen feststellten. Freilich ergaben die Kristalle nicht hinreichend gute Signale, um die Berechnung eines zuverlässigen Achsenverhältnisses zu gestatten. Die Autoren unterliessen es deshalb, die gemessenen Winkel mitzuteilen und begnügten sich mit der Indizierung ihrer Formen auf Grund eines Vergleiches der gefundenen Winkel mit denjenigen, die sich aus dem von VRBA gefundenen Parisit-Achsenverhältnis $a:c=1:3,36456$ ergeben. Bei demselben wird die Form $\langle 11\bar{2}1 \rangle$ nach PALACHE und WARREN als Einheitsform erster Stellung benutzt. Bei einem Versuch, die von FLINK angegebenen Formen mit ihren eigenen zu parallelisieren, haben PALACHE und WARREN die gegenüber ihren gewendeten Achsenlagen von VRBA nicht berücksichtigt. Sie vertauschten lediglich die positiven und negativen Formen, nicht aber diejenigen I. und II. Stellung. Die in ihrer Arbeit angegebene und auch in HINTZE (1930, S. 3431) abgedruckte Gegenüberstellung von Formen kann deshalb nicht befriedigen. Offenbar aus diesem Grunde hat V. GOLDSCHMIDT (1920) ein neues Transformationsschema angegeben, nach welchem die FLINK'schen Formen mit folgenden Parisitformen in der Symbolisierung von PALACHE und WARREN identifiziert werden:

$\langle 0001 \rangle$
 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ $\langle 11\bar{2}5 \rangle^*$ $\langle 22\bar{4}9 \rangle^*$ $\langle 11\bar{2}2 \rangle$ $\langle 22\bar{4}3 \rangle$ $\langle 5.5.\bar{1}0.6 \rangle$ $\langle 11\bar{2}1 \rangle$ $\langle 44\bar{8}3 \rangle$ $\langle 33\bar{6}2 \rangle^*$ $\langle 33\bar{6}1 \rangle^*$
 $\langle 10\bar{1}0 \rangle$ $\langle 10\bar{1}1 \rangle$ $\langle 30\bar{3}1 \rangle$

Die mit * versehenen Formen sind solche, die von PALACHE und WARREN am Parisit nicht gefunden wurden. Ausser $\langle 0001 \rangle$ und $\langle 10\bar{1}0 \rangle$ ist nur eine Form vorhanden, die auch an unserem Kristall auftritt. Es handelt sich um $\langle 22\bar{4}3 \rangle$, also bei unserer Achsenwahl um $r = \langle 22\bar{4}1 \rangle$. Von den Symbolen dieser an Synchysit gefundenen Formen könnte nun erwartet werden, dass sie eine Vereinfachung oder wenigstens keine Komplizierung erfahren würden, wenn man sie auf das röntgenometrisch festgestellte Achsenverhältnis, resp. auf eine der in Frage kommenden Pseudoperioden transformiert. Das ist nun allerdings nicht der Fall, indem bei allen in Frage kommenden Symbolumänderungen wesentlich kompliziertere Indizes resultieren. Noch am wenigsten ist das der Fall, wenn auf den gleichen c-Achsenwert transformiert wird, der für die Indizierung unseres Kristalls benutzt wurde, d. h., wenn man das 1 obiger Symbole durch $\frac{1}{3}$ ersetzt. Allein auch in diesem Fall scheint der Transformation eine tiefere Rechtfertigung zu fehlen. Es ist somit der eigenartige Tatbestand zu konstatieren, dass im Gegensatz zu unseren Formen diejenigen der grönländischen Kristalle sich besser auf das Parisitachsenverhältnis beziehen lassen, als auf dasjenige, das am Synchysit selber bestimmt wurde. Möglicherweise beruht dieser scheinbare Widerspruch auf der Tatsache, dass auch die GOLDSCHMIDT'sche Transformation keine einwandfreie Deutung der FLINK'schen Formen vermittelt. Doch fehlen vorläufig die notwendigen Unterlagen zu einer Beurteilung des Sachverhaltes und es bleiben dementsprechend die Synchysitmorphologie und ihre Beziehungen zu derjenigen von Parisit noch ungenügend geklärt.

Über das Interesse des Einzelfalles hinausgreifend, beleuchtet das Beispiel des Synchysits mit besonderer Eindringlichkeit das Ausmass an unvermeidbarer Willkür, wie sie jeder Wahl eines Achsenverhältnisses innewohnt, ganz gleichgültig, ob diese unter morphologischen Gesichtspunkten oder aber an Hand einer Messung der Gitterkonstanten getroffen wird. Es ist dieser Zusammenhang daher geeignet für den Hinweis, dass einem röntgenometrisch bestimmten Achsenverhältnis durchaus nicht eine „absolute“ Richtigkeit zufällt als einem aus Winkelmessungen hergeleiteten, weil nämlich auch die Festsetzung der Gitterkonstanten nie ohne jede Willkür erfolgen kann. Ganz abgesehen von der ebenfalls hier in manchen Fällen bestehenden Freiheit in der Achsenwahl (z. B. die Festlegung der Konstanten a und c samt des Winkels β im monoklinen System betreffend), bleibt es immer ein Stück freien Ermessens und auch eine Folge der besondern experimentellen

Bedingungen des Interferenzversuchs, was bei einem bestimmten Gitter als Identitätsperiode, was als Pseudoperiode und was schliesslich als Überstrukturperiode betrachtet wird. So führt die Pulveraufnahme am Synchysit, welche die Interferenzen mit $l = 4n \pm 1$ und $4n + 2$ infolge ihrer geringen Intensität überhaupt nicht wahrnehmen lässt, auf ein Achsenverhältnis $c/a = 1,11$. Gleiches ergibt sich aus Drehkristall-Diagrammen bei verhältnismässig kurz bemessener Exposition, während länger belichtete zunächst einen Wert c/a von 2,22 und erst Diagramme mit übermässig langer Expositionsdauer das Verhältnis $c/a = 4,44$ liefern. Ergeben sich derart für die Gitterkonstante c je nach den Versuchsbedingungen verschieden grosse Vielfache der Grösse 4,55 Å. E., so lassen sich umgekehrt selbst bei reichlicher Belichtungszeit keine „neuen“ Reflexe beobachten, welche eine entsprechende Vervielfachung der Konstante a verlangen. Indessen legt die von I. OFTEDAL diskutierte Struktur nahe, dass auch mit $a = 4,100$ Å. E. erst eine Pseudoperiode und noch nicht die eigentliche Identitätsperiode gefunden ist. Es wäre zu vermuten, daß die Forderung, es habe die einzelne Gittermasche die Formeleinheit der Kristallart in ganzzahligem Vielfachen zu enthalten, wenn auch nicht unbedingt die Identitätsperioden selber eindeutig nachweisen, so doch Pseudoperioden unzweifelhaft als solche kennzeichnen würde. Auch diese Überlegung hat jedoch nur beschränkte Gültigkeit. Sie wird immer dann nicht stichhaltig sein, wenn der materielle Inhalt der Elementarzelle kein ganzzahliges Vielfaches der Formeleinheit darstellt, also etwa bei allen Additions- und Subtraktionsmischkristallen sowie gleichfalls im Falle von Wechselstrukturen und verwandten Erscheinungen.

Zitierte Literatur

- O. B. BÖGGILD, 1906: Meddels om Grönland, **33**, 99.
 G. FLINK, 1900: Bull. Geol. Inst. Upsala, **5**, 81. Ref. Z. Krist. 9101, 34.
 V. GOLDSCHMIDT, 1920: Atlas der Krystallformen, Textband VI, 122.
 C. HINTZE, 1930: Handbuch der Mineralogie, I. Band, 3. Abt., 1. Hälfte, 3419—3441.
 G. NORDENSKIÖLD, 1894: Geol. För. Förh. **16**, 338. Ref. Z. Krist. **26**, 83.
 I. OFTEDAL, 1931: Zeitschrift f. Kristallographie, **79**, 437—464.
 CH. PALACHE und CH. H. WARREN, 1911: Zeitschrift für Kristallographie **49**, 332—356.
 R. L. PARKER, F. DE QUERVAIN und F. WEBER, 1939: Schweiz. Min. Petr. Mitt., **XIX**, 293—306.

Eingegangen: 20. Februar 1946.