

# Über die Natur sagenitartig angeordneter Nadeln in Biotit

Autor(en): **Niggli, Curt R.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **45 (1965)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-35207>

## **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.

# Über die Natur sagenitartig angeordneter Nadeln in Biotit

Von *Curt R. Niggli* \*)

Mit 8 Textfiguren

## Zusammenfassung

Auf Grund anomalen optischen Verhaltens von „Sagenit“-Einschlüssen in Biotiten aus den Schweizer Alpen wurde der „Sagenit“ einer näheren Untersuchung unterzogen. Es wurde vermutet, dass es sich dabei in vielen Fällen nicht um Rutil, sondern um Titanit handelt. Untersuchungen mit der elektronischen Mikrosonde bestätigten diese Vermutung. — Der Autor schlägt vor, dass die Bezeichnung „Sagenit“ für diese in Biotit eingewachsenen Nadeln, die sich annähernd unter  $60^\circ$  netzartig schneiden, beibehalten wird und dass nach den optischen Untersuchungen, die für die Identifizierung genügen, der Bezeichnung „Sagenit“ beigefügt wird, ob es sich um Rutil oder um Titanit handelt.

## Abstract

Because of the anomalous optical properties of „sagenite“ inclusions in biotites from the Swiss Alps, further detailed studies of the „sagenite“ have been undertaken. From this work it has been shown that in many cases these inclusions are not rutile, but titanite. Examinations with an electronic Micro-Probe confirm this conclusion. The author proposes that the designation „sagenite“ be retained to describe these biotite inclusions which consist of sets of parallel needles intersecting at approximately  $60^\circ$ . However it is suggested that in future optical studies the „sagenite“ be further designated as rutile or titanite.

Im Zusammenhang mit einer Altersbestimmung an einem Biotit aus den Biotit-Quarzdioriten der südlichen Granitgneis- und Mischzone des Aarmassivs zwischen Oberwald und Gletsch wurde auf einige optische

---

\*) Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Bern, zur Zeit c/o Geol. Department Z.A.M.S. Ltd., P.O. Box 172, Kitwe, Zambia, Afrika.

Anomalitäten des im Biotit eingeschlossenen „Sagenits“ hingewiesen (C. NIGGLI, 1965). In der Folge wurden viele „Sagenit“-führende Biotite aus den Alpen untersucht. Es wurde festgestellt, dass es sich bei Sagenit in Biotit in vielen Fällen nicht um Rutil, sondern um Titanit handelt. Die Resultate sind im nachstehenden kurz erläutert.

#### Historisches

DE SAUSSURE (1796) führt mit folgenden Worten den Namen „sagénite“ in die Literatur ein:

„§ 1894 Sagénite ou schorl rouge: Ces petits cristaux se croisent ordinairement sous les mêmes angles, de manière à former des réseaux dont les mailles sont des parallélogrammes; cette singulière propriété m'a paru propre à déterminer le nom de la pierre; je l'ai nommée sagénite, du mot grec & latin sagena, qui signifie un filet.“

DE SAUSSURE (1796) hat der speziellen Ausbildung des „schorl rouge“ am St. Gotthard die neue Bezeichnung „sagénite“ gegeben. Der Name „Rutil“ (Rutil ist nach HINTZE, 1915, dem „Schorl rouge ou pourpre“ von ROMÉ DE L'ISLE, 1783, gleichzusetzen) wurde jedoch erst später von WERNER (1801) nach der Farbe „rutilus = rot, rötlich“ eingeführt.

Da der Schreibende zur Zeit des Manuskriptentwurfes im Begriffe ist, ins Ausland abzureisen, ist es ihm aus zeitlichen Gründen nicht möglich, der Literaturstelle zwischen 1801 und 1866 nachzugehen, wo zum ersten Mal eindeutig die Bezeichnung „Sagenit“ mit dem Mineral „Rutil“ ( $\text{TiO}_2$ ) identifiziert wird. In jedem Fall hat schon KENNGOTT (1866) den Sagenit als eine netzförmige Gruppierung von Rutilkristallen beschrieben. In der Folge wurde Sagenit bis heute immer als besondere Ausbildung des Minerals Rutil charakterisiert, was wohl in vielen Fällen auch stimmen dürfte, vor allem dort, wo es sich um makroskopisch ausgebildeten Sagenit als Aufwachsung zum Beispiel auf Hämatit handelt.

Die Literaturstelle, wo zum ersten Mal eindeutig die Bezeichnung Sagenit = Rutil auf die netzartigen, nadeligen Einschlüsse in *Biotit* übertragen wurde, konnte nicht ausfindig gemacht werden. Ich beschränke mich deshalb darauf, einige Zitate aus Mineralogie-Lehrbüchern zu geben: ZIRKEL (1893) beschreibt Rutilnadelchen in Biotit eingeschlossen, die sich oft unter  $60^\circ$  schneiden. P. NIGGLI (1926) gibt ein Dünnschliffbild eines Vogesits mit einem gegitterten Biotitkorn. Der Sagenit ist Rutil. H. ROSENBUSCH (1927) sagt, das Sagenitgitter im

Biotit bestehe aus Rutilkristallen. Auch er gibt in den Tafeln eine Abbildung. W. E. TRÖGER beschreibt in H. FREUND (1955) ein Dünnschliffbild mit Rutilnadelchen als Sagenit im Biotit eingeschlossen. — Es soll hier nicht gesagt werden, dass die untersuchten Sagenitgitter in Biotit der genannten Autoren nicht Rutilkristalle waren. Es dürfte sich sehr wohl um Rutil gehandelt haben. Es soll lediglich darauf hingewiesen werden, wie die Verallgemeinerung: „Sagenitgitter bestünden aus Rutilkristallen“ im Laufe der Zeit zustande kam. — Andere Autoren, zum Beispiel A. WINCHELL (1956) geben nur „reticulated groups“ von Rutil als Sagenit an, ohne Hinweis darauf, dass diese Bezeichnung auch für die entsprechenden Einschlüsse in Biotit gilt. Unter Biotiteinschlüssen gibt derselbe Autor an, dass entlang von Linien, die sich ungefähr unter  $60^\circ$  schneiden, Einschlüsse in Biotit vorhanden sein können, die Rutil, Hämatit, Turmalin und ein unbekanntes Mineral mit tiefem Relief und starker Doppelbrechung sein können. Es wird hier jedoch nicht von „Sagenit“ gesprochen.

#### Mikroskopische Untersuchungen an einigen sagenitführenden Biotiten

Wie in C. NIGGLI (1965, S. 53) gesagt wird, zeigt der „Sagenit“ der Biotit-Quarzdiorite zwischen Oberwald und Gletsch anomale optische Eigenschaften. Der Sagenit ist nicht Rutil, sondern, wie auch die Untersuchungen an der elektronischen Mikrosonde zeigen, Titanit. Die Anomalitäten, die für die Unterscheidung Titanit/Rutil als Sagenit unter dem Mikroskop wesentlich sind, sind folgende:

1. Titanit in Sagenit-Ausbildung hat eine schiefe Auslöschung im Gegensatz zu Rutil. Der Auslöschungswinkel ändert je nach der Lage der Titanitnadel im Biotit. Es kann sich somit in keinem Fall um ein tetragonales Mineral handeln (wie Rutil), das stets eine gerade Auslöschung haben muss.

2. Die Elongation ( $l$ ), die bei Rutil positiv sein muss, ist bei nadelig, sagenitartig ausgebildetem Titanit stets negativ.

3. Als Sagenit ausgebildeter Titanit bildet oft etwas breitere Stengel als der Rutil. Es wurde auch beobachtet, dass sich manche Stengel schräg stufenartig verbreitern. Das Stengelende ist bei breiten Individuen oft abgeschrägt. Oft bildet Titanit als „Sagenit“ lanzettförmige, zugespitzte Stengel.

Auf Grund dieser Ergebnisse wurden einige Biotite auf ihren Sagenitinhalt hin geprüft. Einige davon seien hier erwähnt:

*Rutil als Sagenit in Biotit*

- Staurolithführender Granat-Biotit-Gneis, Bellinzona
- Quarzdiorit, Gotthardmassiv, KAW 125

*Titanit als Sagenit in Biotit*

- Biotitgneis von Tennmatte (Lötschental); zwischen Wiler und Blatten, Koord. 627.875/140.150
- Zentraler Aaregranit vom Räterichsboden; Koord. 667.950/160.650
- Grimsel-Granodiorit, Nollenstrasse; Koord. 668.525/158.275
- Gamsbodengneis, Mätteli, südlich Hospenthal; Koord. 685.600/160.800
- Medelsergneis, Pardatsch, Lukmanierstrasse; Koord. 706.900/164.700
- Streifengneis, Val Draus, Lukmanierpass; Koord. 705.140/163.980

Es bleibt zu bemerken, dass einige Proben, wie zum Beispiel der Biotitgneis von Tennmatte, Sagenit sowohl als Titanit wie auch als Rutil führen. Viele Biotite schliessen neben dem Titanit-Sagenit auch selbständige Rutilkristalle ein, die kein Gitter bilden.

Zur Untersuchungsmethode sei noch bemerkt, dass Biotit-Streupräparate, bei denen die Blickrichtung genau senkrecht (001) der Biotite steht, für die Identifizierung des Sagenits am geeignetsten sind. Ist diese letztgenannte Bedingung nicht erfüllt, das heisst liegt der Biotit wie in einem Dünnschliff nicht immer genau auf (001), so hellt sich der Biotit beim Drehen des Mikroskoptisches auf, und die Beobachtung der asymmetrischen Auslöschung des Sagenits kann nicht oder nicht exakt gemacht werden. Einige Dünnschliffe wurden auf Sagenit untersucht. Es musste dabei in minutiöser Arbeit der Biotitschnitt gesucht werden, der für die Beobachtung der Auslöschung geeignet ist, das heisst der parallel (001) liegt. Es sind dies zum Beispiel folgende Vorkommen:

*Titanit als Sagenit in Biotit*

- Zweiglimmergneis, Heuplanke, Unteralpental
- Epimetamorpher Granitporphyr, Punteglias
- Basische Scholle im Grimsel-Granodiorit
- Glimmerschiefer, Hohbach, Sädelhorn

**Untersuchungen mit der elektronischen Mikrosonde (CAMECA) an zwei sagenitführenden Biotiten**

Die zwei untersuchten Proben sind:

*Titanit als Sagenit: Probe CN 410* aus den Biotit-Quarzdioriten der südlichen Granitgneis- und Mischzone des Aarmassivs; zwischen Oberwald und Gletsch; Koord. 670.695/155.660 (C. NIGGLI, 1965).

*Rutil als Sagenit: Probe KAW 125* aus einem Quarzdiorit der nördlichen Paragneiszone des Gotthardmassivs; Druckstollen Nalps Curnera, 1133 m; Koord. 699.970/166.010 (A. ARNOLD und E. JÄGER, 1965). In dieser Probe kommt neben Rutil als Sagenit in geringerer Menge auch nadelförmiger Titanit vor.

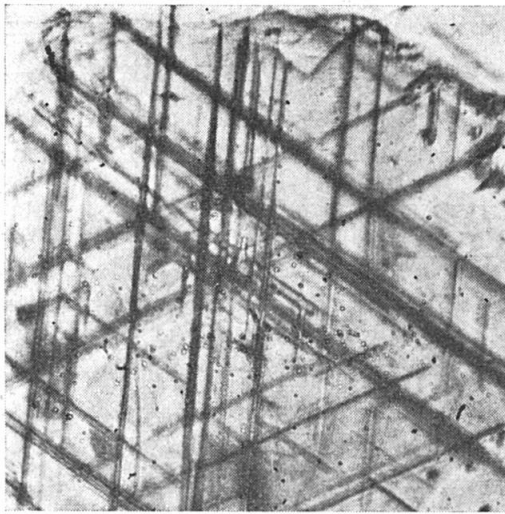
Als Standards wurden folgende Proben mitgemessen: *Wollastonit* ( $\text{CaSiO}_3$ ) für die Bestimmung des Ca und Si (Cavo Cavoli); *Calcit* ( $\text{CaCO}_3$ ) für die Bestimmung des Ca (Bestätigungsprobe, Tavetsch); reines *Silizium* (Si); reines *Titan* (Ti); *Rutil* ( $\text{TiO}_2$ ) für den Nachweis von Rutil als Sagenit (Alpe Lercheltini); *Kluft-Titanit* ( $\text{CaTiSiO}_5$ ) für den Nachweis von Titanit als Sagenit (Sedrun).

Von diesen Standards wurden in den Tabellen nur Titanit und Rutil erwähnt. Da die untersuchten Sagenite diesen zwei Mineralien gegenübergestellt wurden, konnten die gemessenen Impulse direkt linear miteinander verglichen werden, das heisst die Messbedingungen der verglichenen Proben waren in bezug auf die chemische Zusammensetzung derselben gleich. Dabei wurden die auf der Mikrosonde gemessenen Impulse für die zwei Standardproben als 100 Atom% für das entsprechende Element angenommen. Daraus erzielt man linear die entsprechenden Element-Atom-Prozente für das analysierte Mineral.

In Tab. 1 und 2 sind die Resultate der quantitativen Messungen aufgenommen worden; die Fig. 1—4 geben Aufnahmen des Sagenits als Titanit (CN 410), Fig. 5—8 Aufnahmen des Sagenits als Rutil wieder (KAW 125).

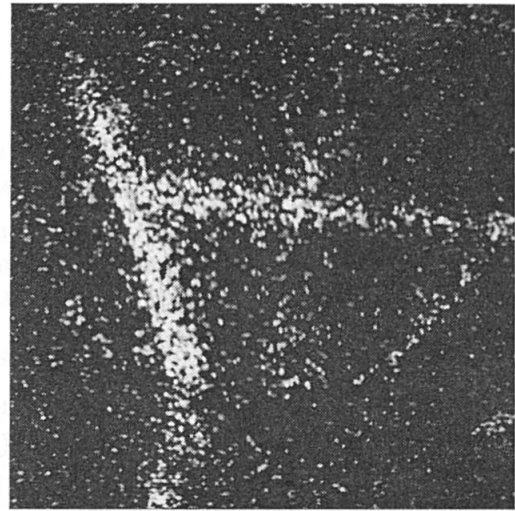
*Probe CN 410, Tab. 1, Fig. 1—4, Titanit als Sagenit:* Fig. 1 wurde mit gewöhnlichem Mikroskop an einem Körnerpräparat aufgenommen. Fig. 2 zeigt in weissen Punkten die Konzentrationsorte von Titan, Fig. 3 diejenigen von Calcium. Die drei sich unter annähernd  $60^\circ$  schneidenden Nadeln sind, weil Calcium und Silizium vorhanden sind und auf Grund der quantitativen Analyse, Titanit. Die photographische Aufnahme des Elementes Silizium zeigt eine fast gleichmässige Verteilung des Si, sowohl im Sagenit wie auch im umgebenden Biotit. In Tab. 1 sind diese qualitativen Resultate quantitativ erfasst. Ein reiner Kluft-Titanit wurde der Messung als Standard zugrunde gelegt. Die durchschnittliche

Fig. 1—4. Biotit mit Titanit als Sagenit aus dem Biotit-Quarzdiorit CN 410.



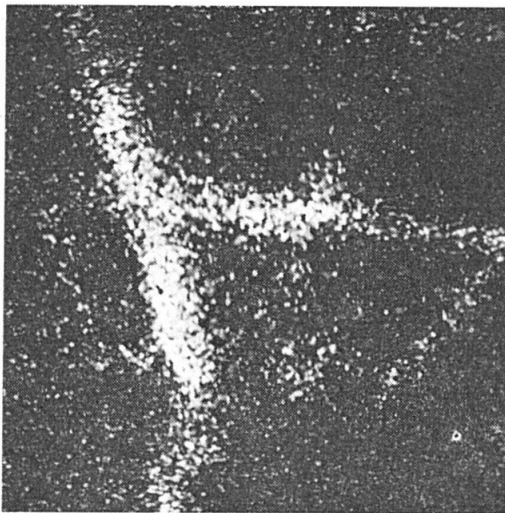
0,1 mm

Fig. 1. Mikroskopische Aufnahme. Biotit mit Sagenitnadeln als Titanit.



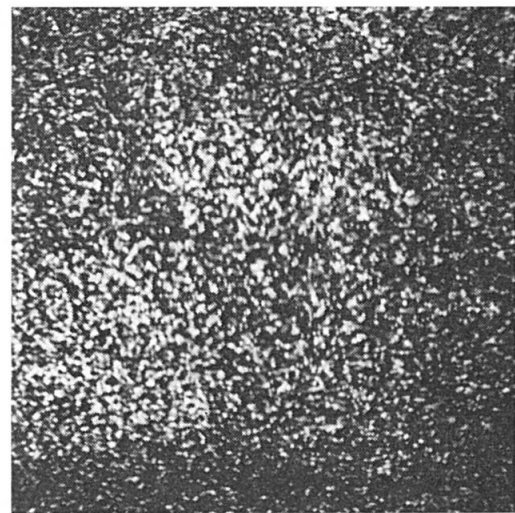
0,02 mm

Fig. 2. Aufnahme an der Mikrosonde. Verteilung und Konzentration des Titans in den Sagenitnadeln.



0,02 mm

Fig. 3. Aufnahme an der Mikrosonde. Verteilung und Konzentration des Calciums in den Sagenitnadeln.

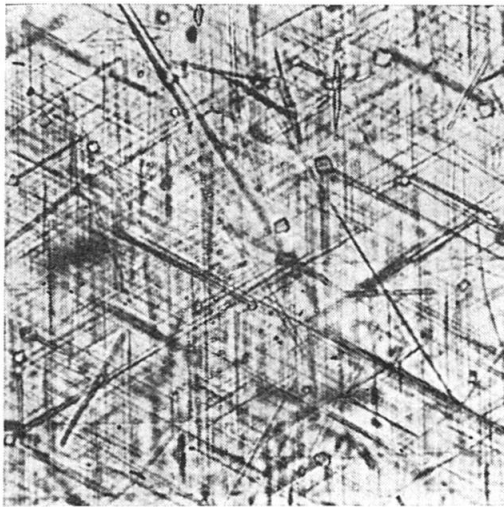


0,02 mm

Fig. 4. Aufnahme an der Mikrosonde. Verteilung des Siliziums im gleichen Bereich wie Fig. 2 und 3.

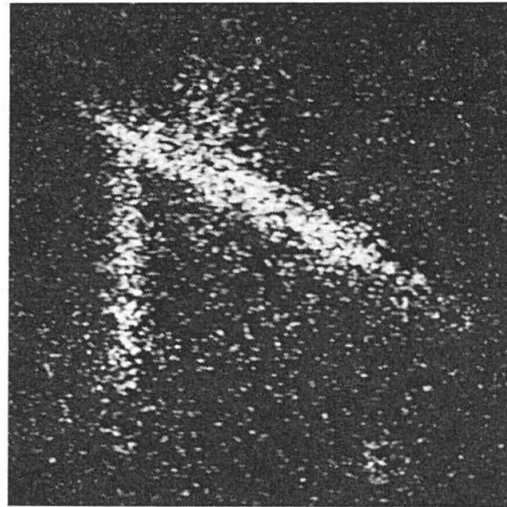


Fig. 5—8. Biotit mit Rutil als Sagenit aus dem Quarzdiorit KAW 125.



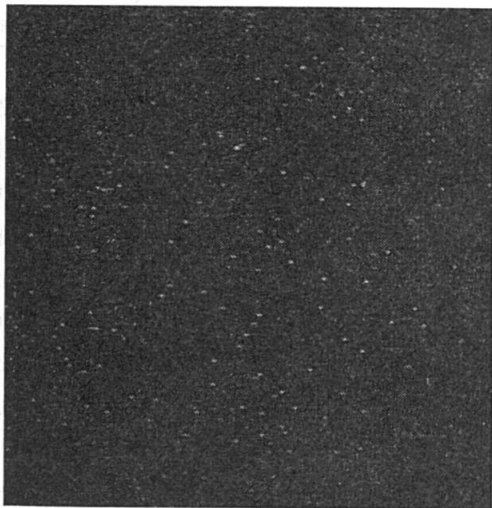
0,05 mm

Fig. 5. Mikroskopische Aufnahme. Biotit mit Sagenitnadeln als Rutil.



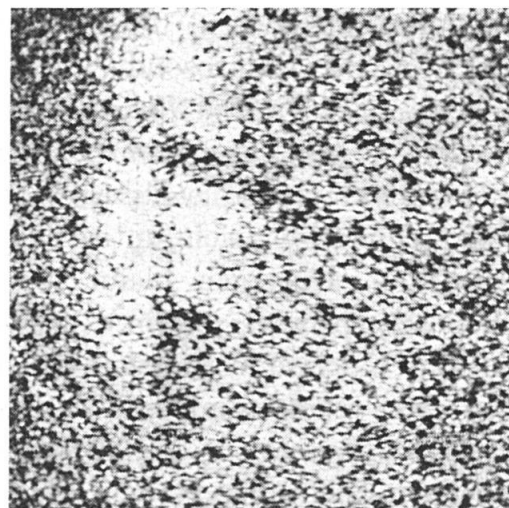
0,02 mm

Fig. 6. Aufnahme an der Mikrosonde. Verteilung und Konzentration des Titans in den Sagenitnadeln.



0,02 mm

Fig. 7. Aufnahme an der Mikrosonde. Gleicher Bereich wie Fig. 6. Kein Calcium, weder in Sagenit noch in Biotit.



0,02 mm

Fig. 8. Aufnahme an der Mikrosonde für das Silizium. Sagenitnadeln erkennbar. (Vergleiche Text und Tab. 2.)



Tabelle 1. *Quantitative Analyse am Sagenit (Titanit) des Biotit-Quarzdiorites CN 410*

Element	Probe	Gehalt in Atom-% nach Idealformel Element (Oxyd)		Korr. Mittel aus quantitativen Messungen Imp./min. (20 kV)	Be-rechnete Atom-% Element
Ti	Titanit (Sedrun)	24,4	(40,8)	9 305	—
	Sagenit (CN 410)	—	—	8 882	23,3
	Biotit neben Sagenit	—	—	778	2,0
Ca	Titanit (Sedrun)	20,4	(28,6)	25 007	—
	Sagenit (CN 410)	—	—	23 511	19,2
	Biotit neben Sagenit	—	—	213	0,2
Si	Titanit (Sedrun)	14,5	(30,6)	8 075	—
	Sagenit (CN 410)	—	—	7 233	13,0
	Biotit neben Sagenit	13,0	(35,0)	7 232	13,0

Abweichung des Sagenits vom Idealgehalt des Titanits (ca. 1%) liegt bei allen Elementen, Ti, Ca und Si, innerhalb der Fehlergrenze der elektronischen Mikrosonde.

*Probe KAW 125, Tab. 2, Fig. 5—8. Rutil als Sagenit:* Fig. 5 zeigt wiederum den Sagenit unter dem gewöhnlichen Mikroskop, Fig. 6—8 die Aufnahmen an der Mikrosonde. In der Aufnahme des Titans kommen sehr schön zwei sich unter ca. 60° schneidende Sagenit-Nadeln zum Ausdruck. Hingegen bleibt die Aufnahme für das Calcium schwarz (Belichtungsdauer: 5 min.), das heisst es ist weder im Biotit noch im Sagenit Calcium vorhanden. In der Aufnahme für das Silizium ist mit den zwei etwas dunkleren Streifen die Lage der Sagenite angedeutet. Dass die Nadeln für das Silizium nicht ganz schwarz sind, liegt an der geringen Dicke der Nadeln (0,001—0,002 mm!). Das Silizium des umliegenden Biotits streut in die dunklen Partien des Sagenits hinein, weil der Elektronenstrahl selber eine Ausdehnung von 0,001 mm hat. Dies äussert sich auch in Tab. 2, wo für das Si im Sagenit 1,5% anstatt 0% ermittelt wurden. Die Tatsache, dass die Rutilnadeln eine so geringe Dicke aufweisen, war auch für die quantitative Analyse recht hinderlich und äussert sich im gemessenen Ti-Gehalt von 52,6% anstelle von 60%. Eine erste Messung, die nicht in der Tabelle figuriert, ergab einen Ti-

Tabelle 2. *Quantitative Analyse am Sagenit (Rutil) des Quarzdiorites KAW 125*

Element	Probe	Gehalt in Atom-% nach Idealformel Element (Oxyd)		Korrig. Mittel aus quant. Messungen Imp./3 min. (10 kV)	Berechnete Atom-% Element
Ti	Rutil (Lercheltini)	60.0	(100.0)	1 271	—
	Sagenit (KAW 125)	—	—	1 113	52.6 <sup>1)</sup>
	Biotit neben Sagenit	—	—	62	2.9
Ca	Titanit (Sedrun)	20.4	(28.6)	2 195	—
	Sagenit (KAW 125)	—	—	0	0
	Biotit neben Sagenit	—	—	0	0
Si	Titanit (Sedrun)	14.5	(30.6)	1 904	—
	Sagenit (KAW 125)	—	—	200	1.5 <sup>1)</sup>
	Biotit neben Sagenit	13.0 <sup>2)</sup>	(35.0)	2 145	16.7

<sup>1)</sup> Siehe Erläuterungen im Text.

<sup>2)</sup> Der Wert wurde empirisch aus schon bestehenden chemischen Analysen ermittelt.

Gehalt von 42%. Daraufhin wurde die Penetrationstiefe des Elektronenstrahls verringert, und man kam, wenn man die äusserst geringe Dicke der Rutilnadeln berücksichtigt, mit 52.6% den erforderlichen 60% erfreulich nahe.

#### Interpretation und Vorschlag zur Benennung

Die Frage, ob Sagenit als Rutil oder Titanit Pseudomorphosen des einen nach dem andern Mineral darstellen könnten, muss für die mikroskopisch untersuchten Proben verneint werden. In verschiedenen Biotitpräparaten wurden (wie mir auch A. ARNOLD zeigen konnte, sogar im gleichen Biotitkorn) sowohl Nadeln als Titanit wie auch solche als Rutil gefunden. Es konnten in solchen Fällen an beiden Mineralien keinerlei Umwandlungerscheinungen festgestellt werden. Es muss also angenommen werden, dass sowohl Titanit wie Rutil schon direkt als Sagenit ausgebildet wurden.

In bezug auf die Benennung der beiden Sagenite schlage ich vor, dass man die Bezeichnung „Sagenit“ für netzartig angeordnete Nadeln in Biotit beibehält, dass man aber jeweils dieser Bezeichnung beifügt, ob es sich um Rutil oder um Titanit handelt. — Immerhin scheint es mir wichtig, die Bezeichnung „Sagenit“ nur da anzuwenden, wo scharf begrenzte, gut ausgebildete Stengel vorhanden sind. In Biotit zeilenförmig angeordnete Epidotkörner oder in die Länge gezogene Ilmenite sollen, auch wenn sich verschiedene Richtungen unter  $60^\circ$  schneiden, nicht als Sagenit bezeichnet werden.

Es ist dem Schreibenden klar, dass zu diesem Problem noch einiges hätte beigefügt werden können. Zum Beispiel könnte der Habitus der Titanitnadeln und die Verzwilligung (?) der Rutilnadeln näher untersucht werden. Es müsste abgeklärt werden, ob der Rutil, ausgebildet als Sagenit im Biotit, seine Winkel dem Knie-Zwillingsgesetz verdankt, wie dies für Rutil typisch ist, oder ob die netzartige Anordnung (annähernd  $60^\circ$ ) der Nadeln durch den Feinbau des Biotits bedingt ist. Für den als Sagenit ausgebildeten Titanit in Biotit ist eine solche Verzwilligung doch wohl recht unwahrscheinlich. — Dann könnte die Verbreitung des Rutils und des Titanits als Sagenit in den Alpen festgestellt werden. Einige Ansätze hierzu bestehen schon in dieser Arbeit. Aus schon erwähnten zeitlichen Gründen ist eine Weiterbehandlung dieser Probleme dem Autor nicht mehr möglich.

Frau Prof. Dr. E. Jäger und Herr Dr. H. Wüthrich vom Laboratorium für Altersbestimmungen in Bern haben mir sämtliche Biotite zur Verfügung gestellt, an denen sie Altersbestimmungen durchgeführt haben; Herr A. Arnold, cand. min. petr., Bern, hat mir die Probe KAW 125 aus dem Gotthardmassiv für die Untersuchung überlassen. Ihnen allen danke ich dafür und für manche Diskussion recht herzlich. — Für die Benützung der elektronischen Mikrosonde danke ich der Kommission für Mikroröntgenspektroskopie (Präs. Prof. Dr. W. Nowacki) und dem Schweizerischen Nationalfonds bestens. — Für manche Diskussionen und wertvolle Ratschläge danke ich den Herren Professoren Th. Hügi und E. Niggli herzlich. — Den grössten Dank schulde ich Herrn G. Burri für die fotografischen Aufnahmen an der Mikrosonde und die quantitativen Analysen. Mit grösster Geduld und mit viel Interesse führte er die Analysen an den 0,001 bis 0,004 mm dicken Sagenitnadeln durch.

#### Literatur

- ARNOLD, A. und JÄGER, E. (1965): Rb-Sr-Altersbestimmung im Grenzbereich zwischen voralpinen Alterswerten und alpiner Verjüngung der Biotite. *Eclogae geol. Helv.* 58/1.

- DE SAUSSURE, H. B. (1796) *Voyages dans les Alpes*, Bd. 4. Fauche-Bosel, Neuchâtel.
- FREUND, H. (1955): *Handbuch der Mikroskopie in der Technik*, Bd. IV/1. Umschau-Verlag, Frankfurt a. M.
- HINTZE, C. (1915): *Handbuch der Mineralogie*, Bd. 1a. Gruyter, Berlin.
- JÄGER, E. (1962): Rb-Sr-Age Determination on Micas and Total Rocks from the Alps. *J. Geophys. Res.*
- KENNGOTT, A. (1866): *Die Minerale der Schweiz*. Engelmann, Leipzig.
- NIGGLI, C. (1965): *Petrographie und Petrogenesis der Migmatite und Gneise im südlichen Aarmassiv*. Diss. Bern.
- NIGGLI, P. (1926): *Lehrbuch der Mineralogie II*. Bornträger, Berlin.
- ROSENBUSCH, H. (1927): *Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine*. Schweizerbart, Stuttgart.
- WINCHELL, A. (1956): *Elements of Optical Mineralogy*. Part II. John Wiley, New York.
- WÜTHRICH, H. (1965): Rb-Sr-Altersbestimmungen am alpin überprägten Aarmassiv. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* 45/2.
- ZIRKEL, F. (1893): *Lehrbuch der Petrographie*, Bd. 1. Engelmann, Leipzig.

Manuskript eingegangen am 1. Juli 1965.