

Metamorpher Anhydrit im Leventina-Gneiss

Autor(en): **Hiss, Barbara M.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **55 (1975)**

Heft 2

PDF erstellt am: **03.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-43071>

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.

Metamorpher Anhydrit im Leventina-Gneiss *)

Von *Barbara M. Hiss* **)

Mit 1 Tabelle und 5 Figuren im Text

Abstract

In samples of a bore-hole located in the Leventina Complex, Canton Ticino, Switzerland, anhydrite occurs either in separate mineral aggregates in the upper 450 m or as an accessory rock-forming mineral in the gneisses of granitic composition below. The space group $C_{2h}mm$ and lamellar twinning on [101] of the first has been determined by X-ray single crystal method and its cell parameters are: $a_0 = 6.24 \text{ \AA}$, $b_0 = 6.99 \text{ \AA}$, $c_0 = 7.00 \text{ \AA}$. All the anhydrite is suggested to be of evaporitic origin: anhydrite from Triassic sediments has been mixed up tectonically with Pretriassic granitic basement. As shown by the textural relations both parts have undergone Alpine metamorphism in amphibolite facies.

Einleitung

Eine im Frühjahr 1972 in der Leventina durchgeführte Sondierbohrung der SBB lieferte gegen 650 m Kerne, die zum grösseren Teil dem Mineralogisch-Petrographischen Institut Basel zur petrographischen Untersuchung überlassen wurden¹⁾.

Die Bohrstelle liegt in der Biaschina S Chironico, bei Punkt 455 (Koordinaten 709.25/142.1) auf der Landeskarte der Schweiz.

Die Bohrung ist in den Lepontinischen Alpen angesetzt, wo durch eine grosse domartige Aufwölbung die Gneissdecken des tieferen Penninikums blossgelegt sind. Sie durchfährt den Gneisskörper der Leventina ohne dessen Basis zu erreichen²⁾.

*) Erscheint gleichzeitig als «Beiträge zur Geologie der Schweiz, Kleinere Mitteilungen Nr. 64».

**) Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Bernoullianum, CH-4056 Basel.

¹⁾ Ein Nationalfondsprojekt (Nr. 2.605.71) ermöglichte es, die Bohrung ungefähr 250 m weiter als vorgesehen abzuteufen und die Kerne auch für spezifisch wissenschaftliche Untersuchungen zugänglich zu machen.

²⁾ Vgl. Hiss (1975): Petrographische Untersuchung der SBB-Sondierbohrung Biaschina (TI).

Mineralabkürzungen

A	Anhydrit	Mikr	Mikroklin
Ap	Apatit	Mu	Muskowit
Bi	Biotit	Or	Orthoklas
Cc	Calcit	Plag	Plagioklas
Chl	Chlorit	Pr	Pyrit
Di	Diopsid	Q	Quarz
Ep	Epidot	Ru	Rutil
Fsp	Feldspat allg.	Skap	Skapolith
Gr	Granat	Stau	Staurolith
Hb	Hornblende	Tit	Titanit
Kfsp	Alkalifeldspat	Zo	Zoisit
Klz	Klinozoisit	Zr	Zirkon
Ky	Disthen		

Leventina-Gneiss

Der Leventina-Gneiss wurde durch die alpine Orogenese unter den Bedingungen der Amphibolitfazies metamorphisiert. Durch das Auftreten von Ky + Stau ($\pm$ Gr) + Mu fällt er eindeutig in die Disthenzone nach NIGGLI (1960).

Das Gestein zeichnet sich aus durch zahlreiche Einschaltungen von Adern, Linsen, Schmitzen und Knauern oder unterschiedlich mächtigen Lagen anderer mineralogischer Zusammensetzungen. So finden sich Glimmerschiefer, Tit-Hb-($\pm$ Di)-führende Gneisse bis Amphibolite, Quarzite, Pegmatite, Q-Marmore bis Marmore.

In den Gneissen herrscht granitische Zusammensetzung vor, jedoch schwanken die Mengenverhältnisse der am Aufbau beteiligten Mineralkomponenten, in erster Linie der Glimmer, beträchtlich.

Es figurieren als Hauptkomponenten Q, Plag (teilweise als Porphyroblasten ansehnlicher Grösse) mit einem Anorthitgehalt von (17)–20–25–(32)% Mol, Kfsp (oft mit Mikr-Gitterung und als Porphyroblasten). Als Nebenkomponten finden sich Bi, Mu, Chl; akzessorisch treten Erze (Pr und andere) + Ap + Zr + Klz $\pm$ Ep $\pm$ Zo (?) $\pm$ Cc $\pm$ Gr $\pm$ Skap $\pm$ Ky $\pm$ Stau $\pm$ Hb $\pm$ Di $\pm$ Anhydrit $\pm$ Gips auf. Die Ca-Sulfate sollen in der vorliegenden Arbeit eingehender behandelt werden.

Wasserfreies Ca-Sulfat**a) Anhydrit in Knauern und Schmitzen**

Bei makroskopischer Betrachtung stechen die meist von grünen Bi-Schiefern umsäumten, wenige Zentimeter mächtigen Knauer und Schmitzen durch ihre zart violetten, durch radioaktive Bestrahlung (DEER et al. 1967) gefärbten

Kristalle ins Auge. Die Anhydritkristalle dieser Knauern sind meist dicktafelig ausgebildet mit Korndurchmessern zwischen 1 mm und 8 mm. Sie sind einchlussfrei und treten immer in der charakteristischen Vergesellschaftung mit Bi-Schiefern auf (Fig. 1), oft in mittelbarer Nachbarschaft von Hb. Gips wurde nur in zwei Fällen festgestellt. Im Dünnschliff farblos fällt Anhydrit durch hohe Doppelbrechung ($\Delta = 0,043\text{--}0,044$) und positives Relief gegenüber Kanadabalsam ($n_x = 1,570$, $n_z = 1,613$) auf. Typisch sind ausserdem perfekte Spaltbarkeit nach (001) und (010), weniger deutlich nach (100), sowie lamellare Verzwillingung nach [101].

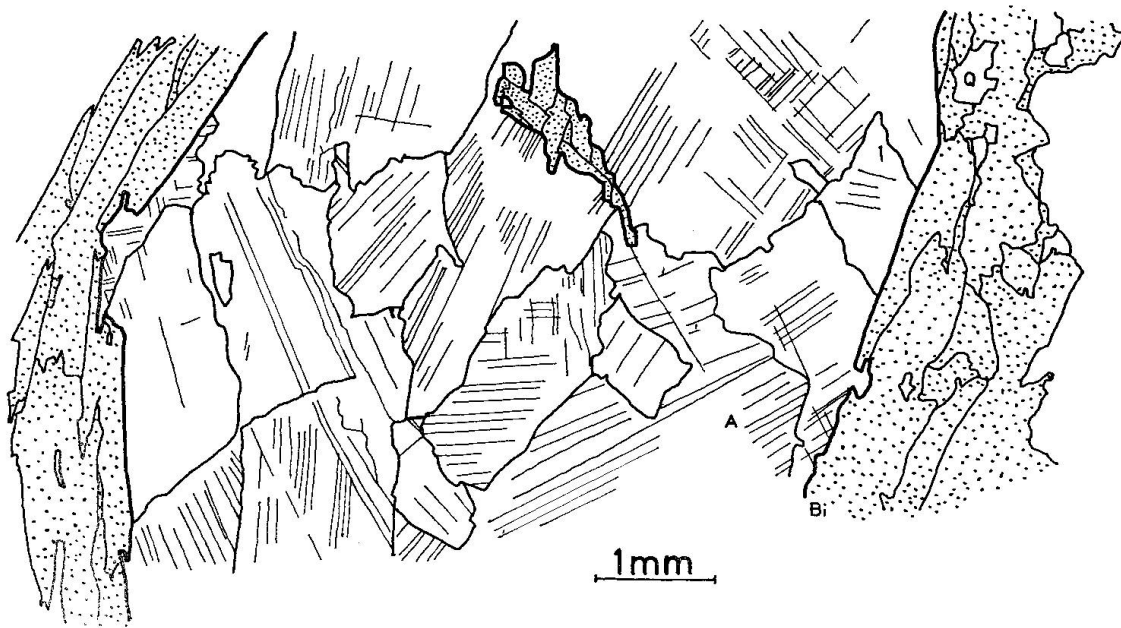


Fig. 1. Bia 580,42. Von Q-Fsp-führenden Bi-Schiefersäumen umgebene Anhydritlage. Anhydrit mit deutlichen Spaltflächen.

Aus Röntgenaufnahmen an schwach verzwillingten Kristallen wurden die Gitterkonstanten berechnet (Tab. I) und [101] als Zwillingsachse bestätigt. Aus den Auslöschungsgesetzen wurde als Raumgruppe C_{2h} (D_{2h}^{17} /rhomboisch-dipyramidal) eruiert.

Tabelle I. Gitterkonstanten von Anhydrit (in Å)

	Anhydrit Biaschina 580,42 m	Strunz 1970
a_0	6,24	6,22
b_0	6,99	6,97
c_0	7,00	6,96

(b und c je nach Aufstellung vertauscht.)

b) Gesteinsbildender Anhydrit

Vollkommen unerwartet tritt Anhydrit unterhalb 450 m Tiefe als gesteinsbildende Komponente im granitischen Gneiss auf. Zwar ist er nur akzessorisch im granitischen Material eingesprengt (meist weniger als 5% Vol.). Er liegt hier jedoch weit ab von den sonst für ihn typischen mafischen Begleitern. Gut die Hälfte der rund 50 untersuchten Gneissproben unterhalb der genannten Tiefe enthalten Anhydrit. Diese Gneisse weisen meist beträchtliche Mengen an Hellglimmern auf; es sind nie Mu-freie Gesteine. Andererseits scheinen sie Cc-arm bis -frei zu sein, ebenso fehlt Pr.

Die Anhydritkörner liegen in grossen oder kleineren, oft idiomorphen, dicktafeligen Kristallen in den übrigen Gemengteilen eingebettet. Oft schmiegen sich Glimmerblättchen eng an die Anhydritkörner. Sie enthalten selten Einschlüsse von Klz oder Q, Plag und Glimmern, während Anhydrit seinerseits in Plag-Körnern schwimmt. Die gegenseitigen Verwachsungen deuten darauf hin, dass Anhydrit vermutlich während einer langen Periode kristallisierte, mindestens zum Teil simultan mit den Glimmern und zur Q- und Fsp-Bildung. Das Sulfat überdauert die Kristallisation dieser Mineralien oder es erscheint zu einem späteren Zeitpunkt erneut und füllt Zwickel aus.

Beim Wachstum passt sich Anhydrit ganz den herrschenden Stresssystemen an: Die Kristalle liegen mit den Tafeln in s-Flächen. Später einsetzende Deformation führt nicht selten zum Zerfall in ein kataklastisches Mosaik isometrischer Spaltstücke. Das Wachstum eines Q-Korns erzeugt hingegen pla-

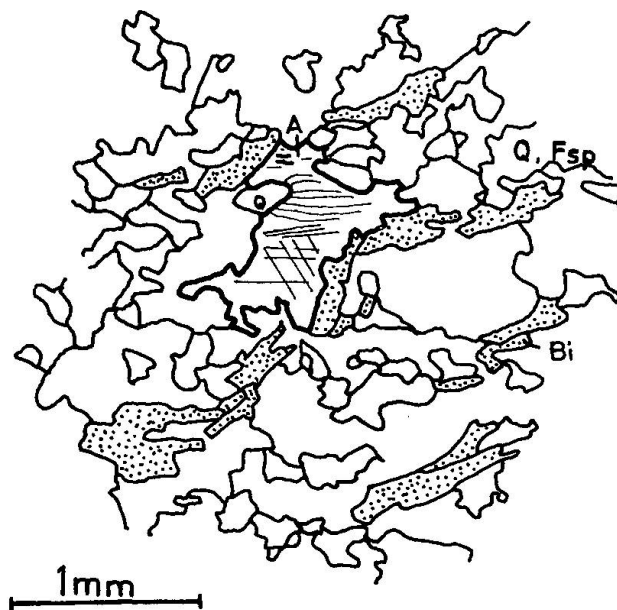


Fig. 2. Bia 629,80. Rekristallisiertes Q-Korn (Q) verursacht plastische Deformation (verbogene Zwillingslamellen).

stische Deformation, welche die Zwillingslamellen zu verbiegen vermag (Fig. 2). Wahrscheinlich ist die überaus häufige Verzwilligung, die sozusagen jedes Korn erleidet, durch Stress verursacht. Durch die partiell recht heftige Kataklastik werden einzelne Spaltstücke unter Umständen aus dem Kristallverband losgelöst und in den entstehenden Leerstellen rekristallisieren Q und Fsp. Andererseits gelangen auch Teile der Anhydritsubstanz, vermutlich in Zonen erhöhter Spannung, in Lösung und werden in Zwickeln und Poren nach dem Rieckeschen Prinzip wieder ausgefällt. Oft bildet Anhydrit zusammen mit Q, Plag, Kfsp und selten eingesprengten Glimmern ein heteroblastisches, amöbenartig verzahntes Gefüge durch simultane Kristallisation dieser Gemengteile (Fig. 3, 4, 5).

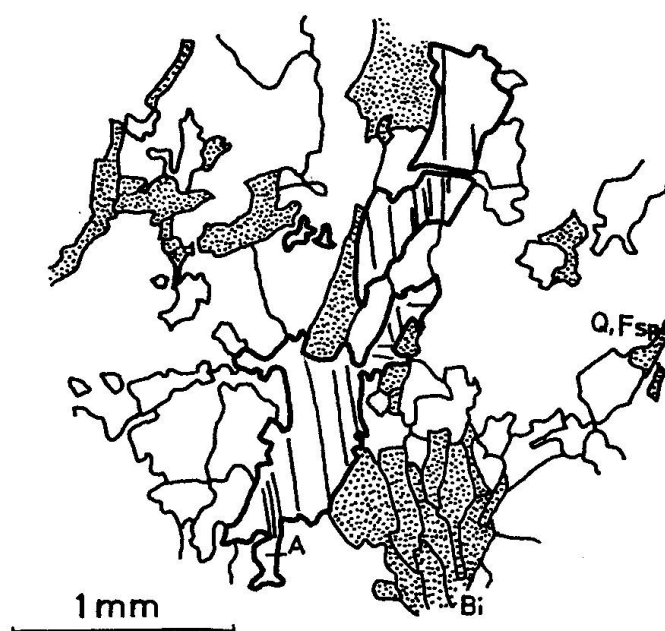


Fig. 3. Bia 517,17. Mit Bi und Mu in s eingeregelter Anhydritkörner (gute Spaltbarkeit, starkes Relief).

Wasserhaltige Ca-Sulfate

Gips und Ca-Hemihydrat

Mit dem ersten Auftreten von gesteinsbildendem Anhydrit, ab 480 m Tiefe nämlich, spriessen auf Klüften und in Drusen kleine Kristalle von Gips. Sie besitzen dicktafeligen bis prismatischen Habitus und erreichen eine Grösse von mehreren Millimetern. Sie sind sehr oft mit Chl und Ep vergesellschaftet. Allerdings findet sich in der Zone des anhydritführenden Gneisses nirgends Gips als gesteinsbildende Komponente assoziiert mit dem wasserfreien Ca-

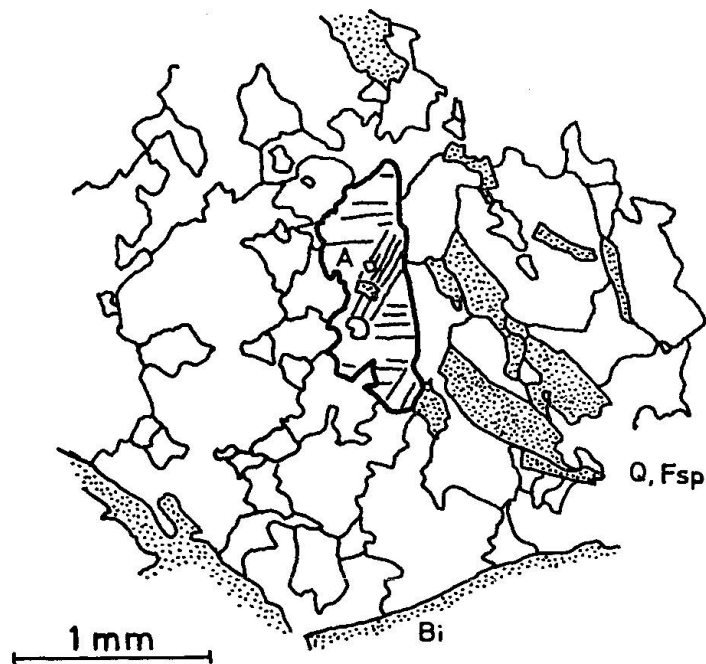


Fig. 4.

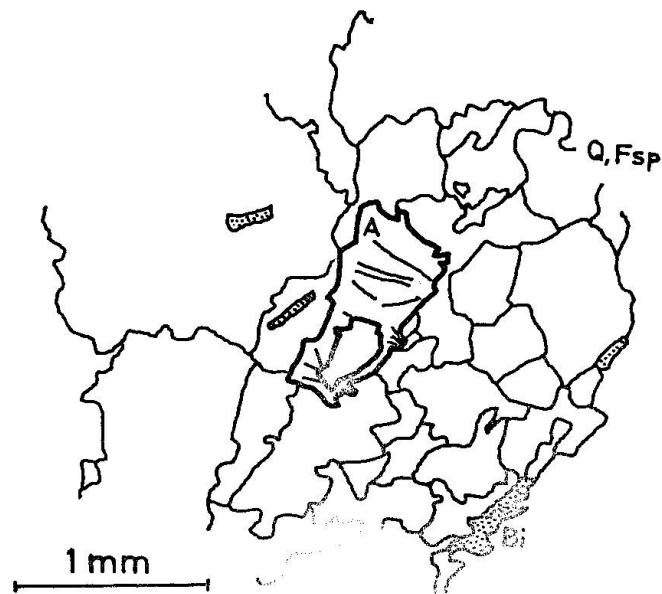


Fig. 5.

Fig. 4, 5. Bia 517,17. $\pm$ idiomorphe Anhydritkristalle (hohes Relief, deutliche Spaltbarkeit) mit Q- und Bi-Einschlüssen in granoblastischem, amöbenartig verzahntem Gefüge mit Q, Fsp, Bi und Mu.

Sulfat. Hingegen beginnt bei 214 m und 295 m Tiefe der in Knauern vorliegende Anhydrit sich in Gips umzuwandeln. Die sehr feinen Gipsfasern, erkennbar an ihrer geringen Doppelbrechung ($\Delta < 0,009$), wachsen von ursprünglich idiomorphen Anhydritkörnern radial nach aussen. Der Übergang Anhydrit-Gips verläuft diffus. Da die Hydratisierung des Anhydrits zu Gips mit einer Volumenzunahme von gut 62% verbunden ist, kann die chemische

Reaktion mit Wasser im dicht gepackten, porenarmen Anhydritgneiss nicht ablaufen. Allerdings bieten Klüfte, Risse und Drusen im Gestein hinreichend Platz. Genügend Wasser kann durch die im ganzen Gesteinskörper zirkulierenden Lösungen immer vorausgesetzt werden. Es muss hingegen berücksichtigt werden, dass bereits bei Temperaturen, wie sie zur Dünnschliffherstellung notwendig sind, dieser Gips teilweise dehydratisiert wird. Es entsteht dabei eine weissliche bis gelbliche, pulverige Substanz, die wegen ihrer geringen Härte leicht völlig zerstört wird. Die Reaktion Gips-Hemihydrat (oder Bassanit) läuft schon bei 70°C oder früher ab.

Teste mit der Mikrosonde haben ergeben, dass sowohl der gesteinsbildende Anhydrit als auch der aus Knauern und Drusen separierte Anhydrit und Gips chemisch sehr rein vorliegen; insbesondere sind weder Ba noch Sr nachweisbar, die in Anhydrit Ca ersetzen könnten.

Petrogenese

Wie die Verwachsungen der koexistierenden Minerale zeigen, handelt es sich beim gesteinsbildenden Anhydrit zweifellos um eine alpin metamorphe Bildung. Da im P/T-Diagramm die Reaktionskurven Gips-Bassanit einerseits und Bassanit-Anhydrit andererseits sehr steil verlaufen und der invariante Punkt im System $\text{CaSO}_4\text{--H}_2\text{O}$ nach YAMAMOTO et al. (1969) ungefähr bei $P_{\text{H}_2\text{O}} = 2\text{ kb}$ und $T = 80^\circ\text{C}$ liegt, besetzt Anhydrit ein extrem grosses Stabilitätsfeld. Dieser Tatbestand ist mit den von der alpinen Metamorphose in dieser Region geforderten P/T-Bedingungen durchaus verträglich. Wichtiger erscheint die Frage, woher die für die Bildung des Anhydrits, der üblicherweise als Evaporat abgeschieden wird, notwendigen Sulfationen bezogen werden müssen.

Wir nehmen an, dass die Sulfate der Biaschina ursprünglich als triadische Evaporate gebildet wurden. Diese brandeten entweder in einem Frühstadium der alpinen Orogenese in Abscherdecken an einen prätriadischen granitischen Sockel oder wurden direkt darauf abgelagert und bei der Abscherung der Sedimente während der alpinen Deckenbildung als Fetzen und Muldenfüllungen teilweise zurückgelassen. Diese Sedimente bestanden vorwiegend aus Tonmineralien und evaporitischem Gips, der durch Überlastung möglicherweise bereits in Anhydrit umgewandelt worden war. Durch heftige Deformation wurden die Sedimente vollständig mit dem Sockelmaterial verknetet und in zahlreiche Schmitzen und Flöze zerrissen. Schon vor der Platznahme der alpinen Decken wurden die tektonisch eingeschleppten Sulfate unter Druck oder in zirkulierenden Wässern gelöst, wegtransportiert und in Poren und Zwickeln wieder ausgefällt. Getrennt von den begleitenden Tonmineralien wurden sie

dort in situ metamorphisiert. Die Vergneissung des gesamten Körpers führte zur Bildung von idiomorphen, in s eingeregelter Anhydritkristallen. Während der abklingenden Metamorphose traten erneut Lösungsprozesse ein, die sporadisch zu Rekristallisation von Gips auf Klüften führten.

Das Vorkommen von ursprünglich allothigen abgelagertem, durch tektonische Prozesse in den Gneisskörper eingeschupptem oder eingewandertem Anhydrit, der heute in einem granoblastischen metamorphen Gefüge rekristallisiert ist, stellt einen Sonderfall dar. Üblicherweise wurden Sulfate ausser in sedimentären Depots vor allem als Kluftmineralien oder als Zwickel- und Porenfüllungen in kristallinem Gestein mit weiträumigen Stoffumlagerungen (SCHNEIDER 1965) gefunden. Im Simplontunnel (PREISWERK 1905) erscheint Anhydrit ausserdem mit Gips und Dolomit $\pm Q \pm Mu \pm Pr$ in Bündnerschiefern oder häufiger in den in die Bündnerschiefer oder Gneissserien eingeschalteten Triaslamellen. Als akzessorischer Gemengteil eingesprengt in die Gneisse tritt Anhydrit jedoch nur in unmittelbarer Umgebung von glimmerumsäumten Knauern, die neben Anhydrit Q, Fsp, Mu und Bi enthalten, im Liegenden der Ganter- und Carneramulde auf.

Erst in jüngster Zeit wurde von Anhydritvorkommen, die mit der Leventina verglichen werden können, berichtet. Bekannt wurde metamorpher Anhydrit in Ky-führenden Schiefern aus Labrador (BUTCHINS et al. 1973) und primärer Anhydrit aus präkambrischen Gneissen des Swakopmund-Distrikts, SW-Afrika (NASH 1972). Leider gehen diese Autoren nicht sehr eingehend auf die geologische und tektonische Situation ihrer Anhydrit-führenden Gesteine ein. Allerdings scheinen die präkambrischen Gneisse des Swakopmund-Distrikts eine bewegte polymetamorphe Geschichte erlebt zu haben, die eine ähnliche tektonische Einschleppung der Ca-Sulfate, wie wir sie für die Leventina postulieren, nicht unbedingt ausschliesst. BUTCHINS et al. hingegen betrachten das Anhydritvorkommen in Labrador als Gleichgewichtsparagenese eines regional-metamorph umgewandelten sulfidreichen Peliten. Sie halten allerdings für möglich, dass der Anhydrit auch durch metasomatische Alteration in Nachbarschaft mit Anhydrit-tragenden Klüften vor oder während der Bildung der metamorphen Textur in die Schiefer dislozierte.

Ob der metamorphe Anhydrit der Leventina einen Einzelfall in den Alpen darstellt, oder ob das Phänomen bis jetzt einfach übersehen wurde, oder ob Anhydrit in Oberflächennähe im Gneiss stets ausgelaugt ist, könnten kommende Untersuchungen abklären. Das Mineral eignet sich wegen seines erwähnten grossen Stabilitätsbereiches nicht als Druck-/Temperatur-Anzeiger für die Metamorphose. Hingegen könnten aus seinem Auftreten Hinweise auf tektonische Prozesse und Indizien für die paläogeographische Situation vor der Orogenese abgeleitet werden. Aus Analogieschluss kann angenommen werden, dass der Leventina-Anhydrit zusammen mit den angrenzenden Bi-Schiefern und Amphiboliten gleich wie die Sulfate des Simplontunnels triadischen Ursprungs

ist. Mit der Mikrosonde wurden übrigens zwischen den Proben der beiden Provenienzen keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen.

Auch wenn der hier beschriebene gesteinsbildende Anhydrit in metamorphen granoblastischen Gefügen gleichsam nur einen Splitter zum komplizierten Mosaik der Entstehungsgeschichte des Leventina-Gneisses liefert und keineswegs ein abgerundetes Bild der komplexen Petrogenese abzuzeichnen vermag, so handelt es sich doch um einen überraschenden Fund. Er weist nicht zuletzt auch auf Stoffwanderungen hin, die sich vor oder während der alpinen Metamorphose über den Nahbereich hinaus abspielten.

Ich danke Herrn Prof. E. Wenk für seine bereitwilligen Diskussionen und nützlichen Hinweise, die diese Arbeit unterstützten, sowie für die Durchsicht des Manuskripts. Mein Dank richtet sich auch an Herrn Prof. H. Schwander für Mikrosondenanalysen.

Die Verdienste, welche die Instanzen der SBB und der Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Zusammenhang mit der Bohrung Biaschina erworben haben, sind bereits in der vorhergehenden Arbeit (S. 214) gewürdigt worden.

Literatur

- BUTCHINS, C. S. and MASON, R. (1973): Metamorphic anhydrite in a kyanite-bearing schist from Churchill Falls, Labrador. *Min. Mag.* Vol. 39.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. and ZUSSMAN, J. (1967): *Rock forming minerals*. Longmans, London.
- HISS, B. M. (1975): Petrographische Untersuchung der SBB-Sondierbohrung Biaschina (TI). *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 55, 201–215.
- NASH, C. R. (1972): Primary anhydrite in precambrian gneisses from the Swakopmund District, South West Africa. *Contr. Min. and Petr.* 36 (I).
- NIGGLI, E. (1960): Mineral-Zonen der alpinen Metamorphose in den Schweizer Alpen. *Rep. XXI. internat. geol. Congr., part XIII*, Copenhagen.
- PREISWERK, H. (1905): Anhydritkristalle aus dem Simplontunnel. *Neues Jahrbuch f. Min., Geol. und Paläont., Jg. 1905* (I).
- (1913): Die metamorphen Triasgesteine im Simplontunnel. *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*, Bd. XXIV.
- SCHNEIDER, T. R. (1965): Zwei eigenartige Sulfatvorkommen. *SMPM* 45.
- STRUNZ, H. (1970): *Mineralogische Tabellen*. 5. Aufl. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig.
- TRÖGER, W. E. (1969): Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teile I und II. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- WENK, E. (1953): Prinzipielles zur geologisch-tektonischen Gliederung des Penninikums im zentralen Tessin. *Ecl. geol. Helv.* 46, I.
- YAMAMOTO, H. and KENNEDY, G. C. (1969): Stability relations in the system $\text{CaSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ at high temperatures and pressures. *Amer. J. Sc.* 267-A.

Manuskript eingegangen am 16. Januar 1975.