

Brucitmarmore in den Bergelleralpen

Autor(en): **Trommsdorff, Volkmar / Schwander, Hans**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **49 (1969)**

Heft 2

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38594>

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.

Brucitmarmore in den Bergelleralpen

Von *Volkmar Trommsdorff* und *Hans Schwander* (Basel)*)

Mit 3 Textfiguren

Abstract

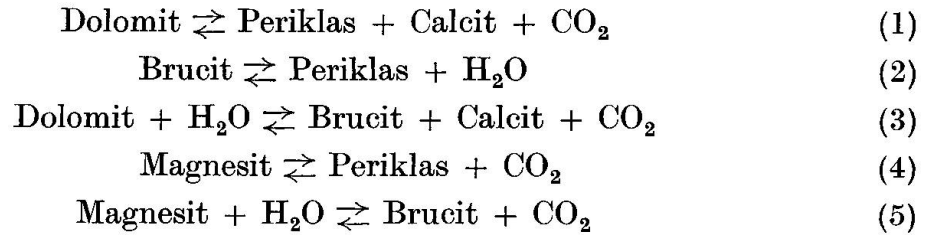
Predazzites (brucite marbles) are an important and not uncommon constituent of the metamorphosed mesozoic carbonate rocks in the Eastern Bergell Alps. The metamorphic history of these rocks was complicated and involved several progressive and retrogressive reaction steps under fluctuating partial pressures of CO_2 and H_2O . In some examples brucite shows the typical outlines of idioblastic periclase. Although periclase relics have not been found, these examples are considered to be pseudomorphs of brucite after periclase. In other cases direct formation of brucite from dolomite cannot be excluded. Late re-formation of dolomite from brucite and of hydrotalcite/manasseite from spinel is common in the Bergell predazzites. The known data on mineral equilibria involving brucite and/or periclase in the system $\text{CaO-MgO-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ were compiled in a T-X_{CO_2} -diagram shown for $P_f = 1000$ bars. This diagram permits to set rough P-T-X limits for the formation of the parageneses described.

EINLEITUNG

Die Assoziation von Brucit – und seltener von Periklas – mit Karbonaten ist eine aus Gebieten der Thermometamorphose magnesitischer oder dolomitischer Gesteine bekannte Erscheinung. Brucitmarmore – nach dem klassischen Tiroler Fundort auch als Predazzite bezeichnet – enthalten Mineralparagenesen, die sich meist auf einfache Reaktionen zurückführen lassen. Die Gleichgewichtskurven dieser Reaktionen sind aus zahlreichen Experimenten und Berechnungen relativ gut bekannt. Bezogen auf das System $\text{CaO-MgO-H}_2\text{O-CO}_2$ sind folgende Gleichgewichtsreaktionen möglich¹⁾:

*) Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Bernoullianum, 4000 Basel.

¹⁾ Unter anderen haben folgende Autoren Gleichgewichte unseres Systems experimentell untersucht oder berechnet: MACDONALD (1955), HARKER and TUTTLE (1955), KENNEDY (1956), ROY and ROY (1957), FYFE (1958), WALTER WYLLIE and TUTTLE (1962), TURNER (1965), METZ, GRAEF und JOHANNES (1968), JOHANNES und METZ (1968), METZ (1968).



Im Temperatur- X_{CO_2} -Diagramm kreuzen sich die isobar univarianten Gleichgewichtskurven dieser Reaktionen in zwei isobar invarianten Punkten und spannen somit die Stabilitätsfelder von Paragenesen der beteiligten Phasen auf. Diese Verhältnisse sind für einen Gasdruck von 1000 bar in Fig. 1 darge-

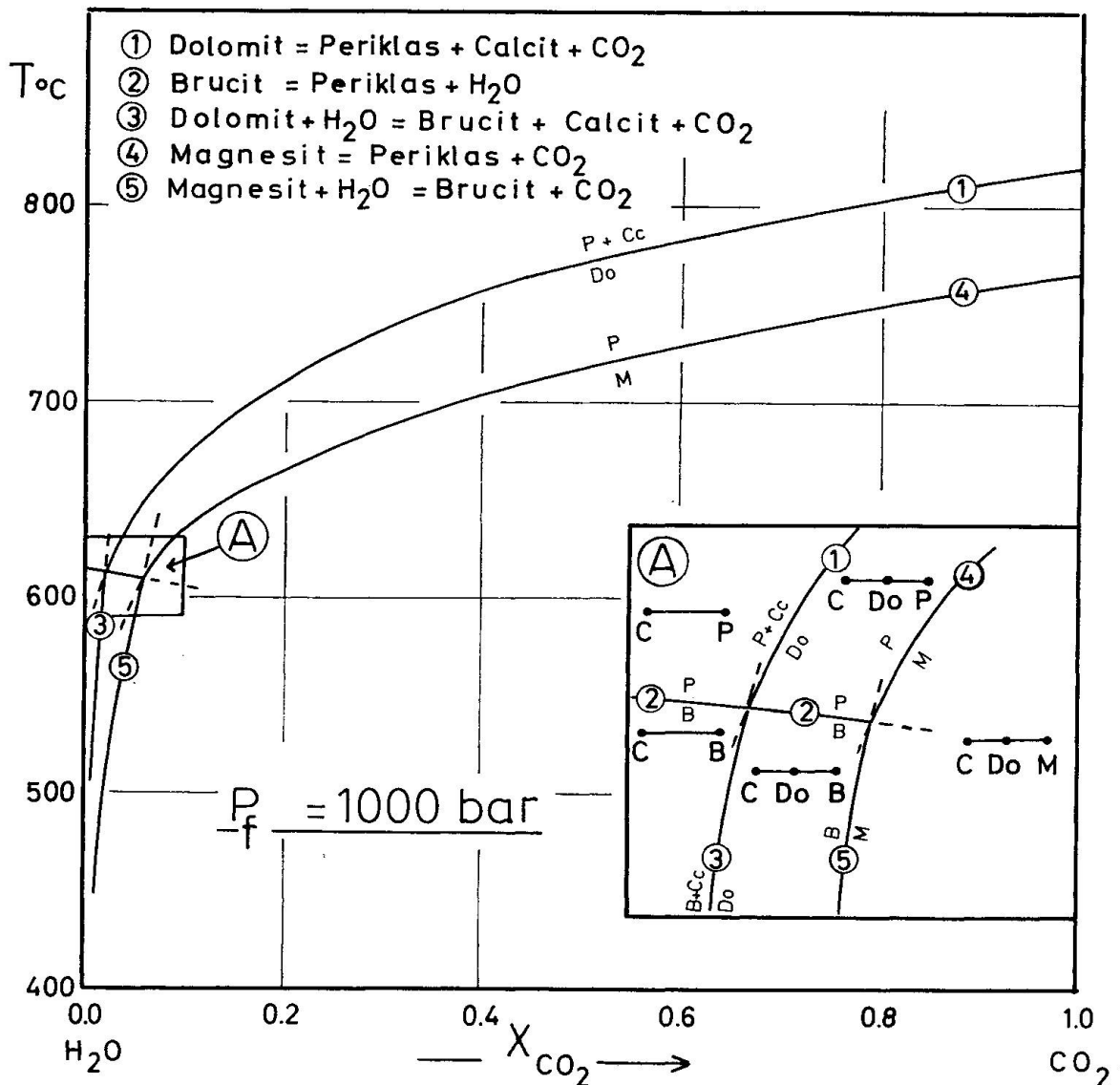


Fig. 1. Gleichgewichtsbeziehungen im System CaO-MgO-CO₂-H₂O, zusammengestellt nach experimentellen und berechneten Daten (vgl. Fussnote 1). Reaktion (1) nach METZ (1968). Fehlerbereiche der Kurven: bis $\pm 20^\circ$.

stellt. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass das Brucit/Periklas-Gleichgewicht nur innerhalb eines kleinen Mischungsbereiches $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ stabil und kaum temperaturabhängig ist. Bei einem P_f von 1 kb ist Brucit unterhalb, Periklas oberhalb etwa 610°C stabil. Aus Fig. 1 geht weiter hervor, dass Brucit nur stabil gebildet werden kann, wenn der Wassergehalt der koexistierenden Gasphase grösser als etwa 95 Mol-% ist. Brucit und Periklas können demnach wertvolle petrogenetische Indikatoren sein – schon unter diesem Aspekt lohnt sich eine Diskussion der Bergeller Pedrazzite.

Der bislang wohl einzige Hinweis auf Brucit in Bergeller Marmoren findet sich in einer kurzen Notiz von DEVERIN (1937). Der Autor beschreibt eine Probe vom Fornogletscher und deutet Brucit als Umwandlungsprodukt von Humitmineralien. In der Tat sind Brucitmarmore in den östlichen Bergeller Alpen nicht selten, sie haben ihre grösste Verbreitung in dem jüngst von GYR (1967) kartierten Gebiet zwischen Cima di Vazzeda und Vedretta del Disgrazia im Bereiche des hinteren Val Sissone, überall dort, wo Dolomitmarmore nahe, oder unmittelbar am Tonalitkontakt auftreten. In diesen Gesteinen ist Brucit in mm- bis m-mächtigen Lagen angereichert, die sich erst bei genauerer Betrachtung vom brucitfreien Marmor abheben: die nahezu farblosen, glasglänzenden 1 bis 2 mm grossen Brucitkörnchen sind homogen verteilt und fallen kaum auf. Die Pedrazzite sind vorwiegend weiss, bei höheren Gehalten an Forsterit, Spinell, oder Humiten können sie aber auch grüne, graue oder bräunliche Farbe haben.

PETROGRAPHISCHE BEOBACHTUNGEN

In allen von uns untersuchten Proben zeigt Brucit die für Periklaspseudomorphosen typischen, konzentrisch angeordneten Kinkbänder (Fig. 2, vgl. TURNER und WEISS 1965). Wie in anderen Beispielen (WATANABE 1935, BURNHAM 1959) ist Calcit in den brucitführenden Lagen trüb und reich an feinen Zwillingslamellen nach $\{01\bar{1}2\}$ – in brucitfreien Lagen hingegen klar und undeformiert. Konzentrische Kinkbänder in Brucit und Deformation der Calcite lassen sich, wie TURNER und WEISS zeigen, durch die Annahme erklären, dass Brucit sich auf Kosten von Periklas bildete und diesen sukzessive vom Rand gegen den Kern hin ersetzte. Diese Reaktion (2) ergibt nämlich auf der Brucitseite eine Volumenzunahme von $13,4\text{ cm}^3/\text{Mol}$. In unserem Beispiel steht allerdings der direkte Beweis für Periklaspseudomorphosen aus, da keine Periklasrelikte mehr gefunden wurden. Einen indirekten Beweis ergeben aber die Umrisse vieler Brucite, die typische Oktaeder- und Würfelquerschnitte darstellen. Klare Dolomitländer um Brucit treten verbreitet auf. Sie sind als späte retrograde Bildungen nach Reaktion (3) aufzufassen und können ebenfalls eine Deformation von Brucit und Calcit bewirkt haben:

Reaktion (3): $\text{Brucit} + \text{Calcit} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Dolomit} + \text{H}_2\text{O}$ hat ein ΔV_s von $+ 2,77 \text{ cm}^3/\text{Mol}$. In Fig. 2 sind die Kinkbänder in Brucit konzentrisch um ein Dolomitmikorn angeordnet. Die retrograde Abfolge Periklas $\xrightarrow{(2)}$ Brucit $\xrightarrow{(3)}$ Dolomit in Marmoren scheint relativ häufig zu sein und wurde verschiedentlich in der Literatur beschrieben (JOPLIN 1935, TURNER 1965, METZ 1968).

Immer vorhandener Begleiter des Brucits in den Bergeller Predazziten ist ein Mg-Al-Spinell, während der als Al-Träger ebenfalls in Frage kommende Mg-Klinochlor seltener beobachtet wurde. Der erwähnte Spinell wurde mit der Röntgen-Mikrosonde untersucht. Ausser Mg und Al konnte nur ein geringer Gehalt an Eisen²⁾ festgestellt werden – die quantitative Analyse der Hauptkomponenten ist wegen fehlender Vergleichsproben mit Schwierigkeiten verbunden. Um Spinelle im Kontakt mit Brucit oder mit Dolomit ist sehr häufig ein farbloser Saum eines Minerals mit negativem Relief zu beobachten (Fig. 3a). Infolge zu geringer Substanzmenge waren Pulveraufnahmen dieses Minerals nicht eindeutig identifizierbar, ergaben aber Verdacht auf Hydrotalkit: $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Die Untersuchung dieses mutmasslichen Hydrotalkits mit der Röntgen-Mikrosonde ergab lediglich Mg und Al als Hauptkomponenten. Der gefundene Mg- und Al-Gehalt stimmt – sofern ein Absolutfehler wegen mangelnder Eichproben ausgeschlossen werden darf – mit den aus der Literatur bekannten Daten überein (FRONDEL 1941). Die Bildung der Säume um Spinell dürfte demnach etwa nach folgenden Reaktionen erfolgt sein:

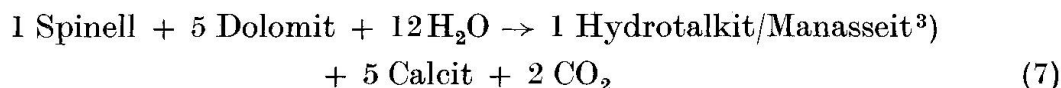
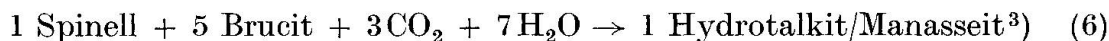


Fig. 3 zeigt Verhältnisse, die der Reaktion (7) entsprechen. Aus der Verteilung der Elemente Mg (Fig. 3c), Ca (Fig. 3d) und Al (Fig. 3e) kann die bereits im absorbed electron image (Fig. 3b) erkennbare Phasenverteilung abgelesen werden: Im Zentrum der Abbildungen befindet sich jeweils dasselbe Spinellkorn umgeben von einem Rand aus Hydrotalkit/Manasseit, der teilweise von Dolomit, zum Teil von Calcit umrahmt ist. Das Beispiel zeigt eindrucklich, wie sich bei nicht zu kompliziert gelagerten Fällen auch noch im Bereich 10μ Reaktionsbeziehungen auf Grund der Mikrosondenbefunde ableiten lassen. Die beschriebene Reaktion: Umwandlung von Spinell in Hydrotalkit/Manasseit

²⁾ 4%; ausgedrückt als Fe_2O_3 .

³⁾ Wie die Ergebnisse von FRONDEL (1941) und von STRUWE (1959) zeigen, waren die meisten bisher untersuchten Proben von Hydrotalkit nicht homogen, sondern enthielten Beimengungen einer hexagonalen Modifikation von $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, dem Manasseit.



Fig. 2. Konzentrische Deformationsbänder in Brucit. Rechts (hell) ein Dolomittkorn, oberhalb und unterhalb davon Calcit. + Nicols $28\times$.

wurde von STRUWE (1959) in hochmetamorphen Marmoren eines Granitkontaktes der Pyrenäen mehrfach nachgewiesen.

Als weitere Phasen können in den Bergeller Predazziten Forsterit sowie häufig verzwillingter Klinohumit und Chondrodit und in deren Begleitung Mg-Klinochlor auftreten. Die Paragenese Klinochlor/Forsterit/Humit wurde in Marmoren aus der Disgraziagruppe erstmals von WENK (1963) nachgewiesen. In den Bergeller Predazziten ist beginnende Serpentinisierung von Forsterit und Humiten besonders dort zu beobachten, wo auch Brucit angereichert ist. Paragenesen mit Monticellit, wie sie etwa verbreitet in Crestmore/California auftreten (BURNHAM 1959) konnten bisher im Bergell nicht gefunden werden.

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Predazzite treten in den östlichen Bergeller Alpen (Val Sissone) verbreitet, im Westen (Valle della Mera) spärlich auf. Die Assoziation Brucit/Calcit bedingt sehr kleine CO_2 -Partialdrucke bei Temperaturen, die bei einem P_f von 1 kb unterhalb etwa 610°C , bei einem P_f von 2 kb unterhalb etwa 650°C gelegen haben müssen. Umgekehrt ist eine Periklasbildung bei gleichen P_f nur oberhalb dieser Temperaturen möglich (Fig. 1). Im Bergell finden sich Predazzite mit Bruciten, deren Umrisse (Oktaeder und Würfelschnitte) denen von Periklaspseudomorphosen anderer Predazzite entsprechen. Bisher konnten aber keine Periklasrelikte nachgewiesen werden. Alternative Entstehung von Brucit aus

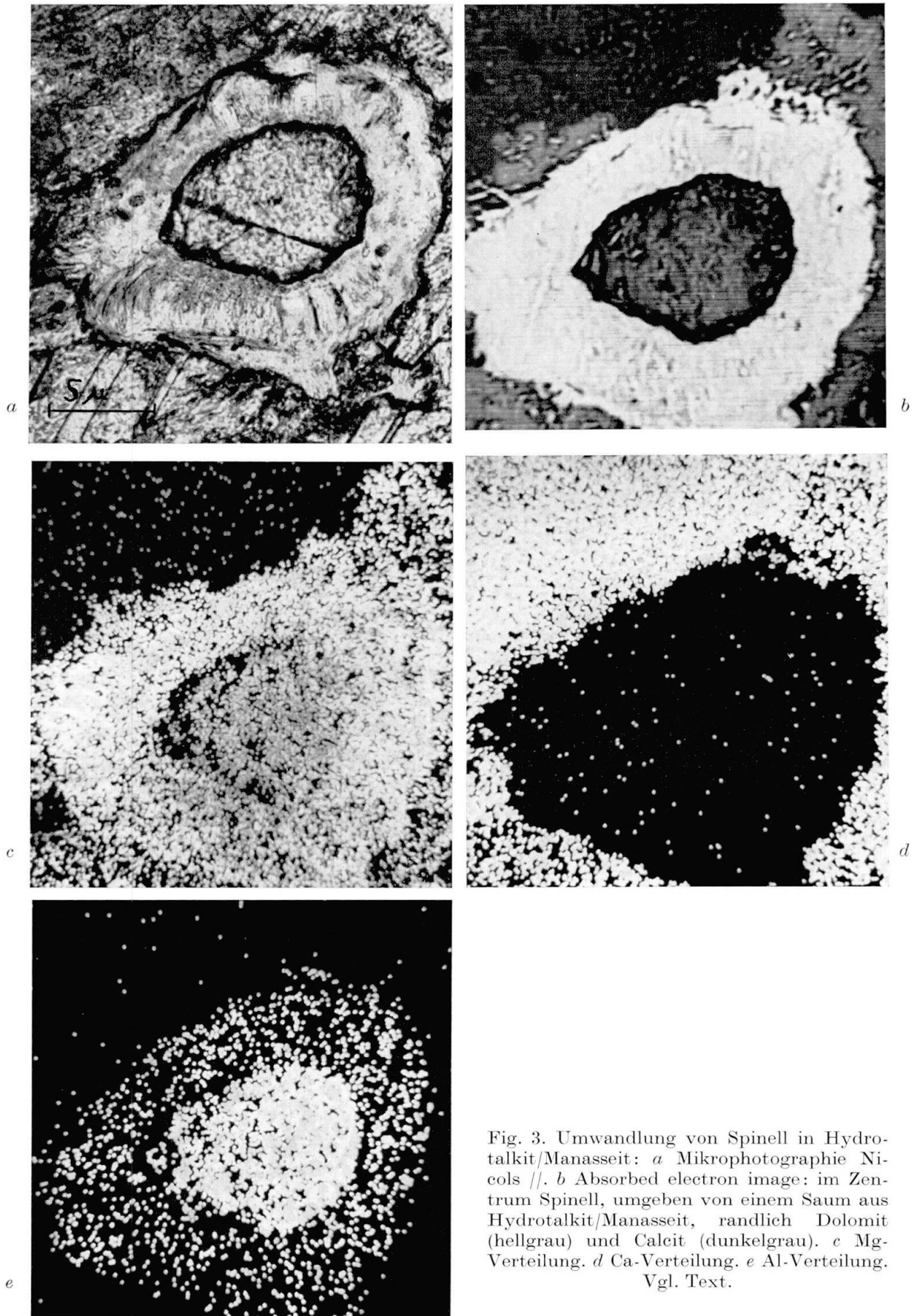


Fig. 3. Umwandlung von Spinell in Hydrotalkit/Manasseit: *a* Mikrophotographie Nicols //; *b* Absorbed electron image: im Zentrum Spinell, umgeben von einem Saum aus Hydrotalkit/Manasseit, randlich Dolomit (hellgrau) und Calcit (dunkelgrau). *c* Mg-Verteilung. *d* Ca-Verteilung. *e* Al-Verteilung. Vgl. Text.

Dolomit darf für viele der Bergeller Brucite nicht ausgeschlossen werden. Konzentrische Kinkstrukturen in Brucit sind bei fehlendem Periklas und vorhandenem retrograd gebildetem Dolomit *nicht* beweisend für Periklas pseudomorphosen.

Die heute vorliegenden Brucitparagenesen der Bergeller Predazzite belegen ein komplexes Geschehen und dürfen im wesentlichen als Produkte retrograder Metamorphose bei sehr hoher, während der Metamorphose fluktuierender H_2O -Aktivität angesehen werden. Zu diesen retrograden Vorgängen zählt auch die beginnende Umwandlung von Spinell in Hydrotalkit/Manasseit.

LITERATUR

SMPM = Schweiz. Mineralogische und Petrogr. Mitteilungen

- BURNHAM, C. W. (1959): Contact metamorphism of magnesium limestones at Crestmore, California. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 70, 879–920.
- DEVERIN, L. (1937): Composition mineralogique d'un calcaire à silicates dans la bordure du massif du Bergell; gisements des humites sur territoire Suisse. *Verh. Schw. Natf. Ges.* 118, 136–137. SMPM 17, 531.
- FRONDEL, C. (1941): Constitution and polymorphism of the Pyroaurite and Sjögrenite groups. *Amer. Mineral.* 26, 295–315.
- FYFE, W. S. (1958): A further attempt to determine the vapor pressure of brucite. *Amer. J. Sci.* 256, 729–732.
- GYR, T. (1967): Geologische und petrographische Untersuchungen am Ostrand des Bergeller Massivs. *Diss. Univ. Zürich.*
- HARKER, R. I. and O. F. TUTTLE (1955): Studies in the system $CaO-MgO-CO_2$, Part I. *Amer. J. Sci.* 253, 209–224.
- JOHANNES, W. und METZ, P. (1968): Experimentelle Bestimmungen von Gleichgewichtsbeziehungen im System $MgO-CO_2-H_2O$. *N. Jb. Mineral. Mh.* 1968, 15–26.
- JOPLIN, G. A. (1935): The exogenous contact zone at Ben Bullen, New South Wales. *Geol. Mag.* 72, 385–400.
- KENNEDY, G. C. (1956): The brucite-periclase equilibrium. *Amer. J. Sci.* 254, 567–573.
- MACDONALD, G. I. F. (1955): Gibbs free energy of water at elevated temperatures and pressures with application to the brucite-periclase equilibrium. *J. Geol.* 63, 244–252.
- METZ, P. (1968): Bildungsbedingungen von Periklas, Calcit und Brucit bei der Zersetzung von Dolomit. *Der Aufschluss. Sonderheft* 17.
- METZ, P., M. GRAEF und W. JOHANNES (1968): Thermodynamische Berechnung von Gleichgewichtsbeziehungen im System $MgO-CO_2-H_2O$. *Mh. Min.* 1968, 1–15.
- ROY, D. M. and R. ROY (1957): A redetermination of equilibria in the system $MgO-H_2O$ and comments on earlier work. *Amer. J. Sci.* 255, 573–582.
- STRUWE, H. (1959): Data on the mineralogy and petrology of the dolomite bearing northern contact zone of the Quérigut granite French Pyrenees. *Leidse geol. Med.* 22, 235–349.
- TURNER, F. J. (1965): Note on the genesis of brucite in contact metamorphism of dolomite. *Beitr. Mineral. Petrogr.* 11, 393–397.
- TURNER, F. J. and WEISS, L. E. (1965): Deformational Kinks in Brucite and Gypsum. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 54, 359–364.

- WALTER, L. S., WYLLIE, P. J., and O. F. TUTTLE (1962): The system MgO-CO₂-H₂O at high pressures and temperatures. *J. Petrol.* 3, 49-64.
- WATANABE, T. (1935): On the Brucite marble (Predazzite) from the Nantei mine Suian Tyôsen, Korea. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. IV*, vol. III 49-59.
- WENK, E. (1963): Klinohumit und Chondrodit in Marmoren der Tessiner Alpen und der Disgraziagruppe. *SMPM* 43, 287-293.

Manuskript eingegangen am 30. April 1969.