

Über retrograde Metamorphosen

(Lagerstättenuntersuchung der Österr.-Alpine Montangesellschaft)

Von Wolfgang FRITSCH, Knappenberg

Herrn Univ.-Prof. Dr. Franz ANGEL zum 80. Geburtstag gewidmet

Diese Studie fußt auf Arbeiten von Prof. Dr. F. ANGEL, der sich neben seinem sonstigen reichen Werk auch viel mit solchen Themen befaßt hat, und geht von den von ihm geschaffenen Begriffen aus, von denen gleich eingangs auf die wichtige Unterscheidung zwischen verbundenem und unterbrochenem Gleichgewichtswechsel hingewiesen sei (1924, 1940, 1965).

Zunächst möge in Erinnerung gerufen werden, daß es in unserer Erdkruste bestimmte Minerale und Mineralgemeinschaften (-Paragenesen) gibt, die auf die Entstehungsbedingungen der Tiefe (Druck = P), Temperatur (= T), des Wasserhaushaltes und anderes (= X) oder auf die P-T-X-Bedingungen der Bildung rückschließen lassen. Das rührt daher, daß sich jeweilige Mineralgleichgewichte einstellen, die seit ESKOLA auch Mineralfazies genannt werden. Im Falle des Ansteigens von P-T, also bei einer vorschreitenden Metamorphose, ist die chemische Reaktionsfreudigkeit viel größer, als wenn Gesteine den umgekehrten Weg gehen, also einer rückschreitenden Metamorphose unterworfen werden, und damit unter geringere P-T-Verhältnisse geraten. Im letzteren Falle herrscht große Reaktionsträgheit in allen Gesteinen. Nur aus diesem Grund ist es überhaupt erklärlich, daß Metamorphite, wie man in Kurzform die metamorphen Gesteine nennt, und auch magmatische Tiefengesteine oder Plutonite praktisch unverändert an der Erdoberfläche zu finden sind. Es gibt ganz allgemein bei bloßer Änderung von P und T zu kleineren Werten keine Umwandlungen der Mineralfazies, weil sozusagen die Mineralgemenge, = Gesteine, „eingefroren“ sind. Es muß vielmehr ein Weiteres (X) als Katalysator zur P-T-Herabsetzung hinzukommen. In der Erdkruste besorgen dies normalerweise tektonische Kräfte in Form einer Deformation zusammen mit wässrigen Lösungen, wobei eine der beiden Agenzien stark vorherrschen oder fast fehlen kann. Auf diesem Weg sind nun auch reversible oder rückschreitende metamorphe Vorgänge, kurz Retromorphosen, möglich.

Der erste Hinweis auf retrograde Umwandlungen in kristallinen Schiefen stammt, wie so vieles auf diesem Gebiet, von F. BECKE (1909). Er fand bestimmte Veränderungen an kristallinen Schiefen im sogenannten Twenger Kristallin des Lungau und in anderen Ostalpenbereichen und hat diese als *D i a p h t h o r e s e* gekennzeichnet. Es handelt sich bei den Beispielen seiner Erstbeschreibung durchwegs um ehemals mesozonalmetamorphe Kristallinvorkommen*, die ohne Zweifel erst bei den alpidischen Deckenschüben bei einer neuerlichen tektonischen Durchbewegung in ein epimetamorphes Kristallin

* Siehe auch ANGEL 1965, S. 150.

rückumgewandelt wurden. Gleichzeitig damit erfolgte die vorschreitend metamorphe Prägung zur hohen Epizone der vorher unmetamorphen mesozoischen Gesteine etwa der Radstätter Tauern oder der Matreier Schuppenzone. Insoferne letzteres noch einer Bestätigung bedarf, sei auf die reichlich vorhandenen Arbeiten über die Radstätter Tauern verwiesen, und als Beispiel seien einige Arbeiten von MEIXNER (1935, 1951) und CLAR (1937), die speziell die vorschreitende Metamorphose als Tauernkristallisation charakterisieren, erwähnt. Durch diese loci typici und auch die Beschreibungen BECKES ist die Diaphthorese auf eine Überprägung eines meso- bis katametamorphen Kristallins mit Tendenz zur Epizone oder zur Albitamphibolit- bzw. Grünschieferfazies hin bezeichnet. Damit muß auch eine Durchbewegung (also eine richtige Regionalmetamorphose) zusammenlaufen, die, wie bei den obgenannten Beispielen nicht in einem unmittelbaren Zusammenhang mit der vorschreitenden Metamorphose steht. Letzterer Punkt ist aus genetischer Sicht sehr wichtig und ist aber oft nicht für Diaphthorese bzw. Diaphthoritbezeichnungen beachtet worden. Hingegen wird die erste Forderung nach Umwandlungstendenz zur Epizone bei Diaphthoritbeschreibungen meist erfüllt. Dieser Umstand ist auch vollkommen einzusehen, weil die genetischen Beziehungen sich leider nicht schon phänomenologisch (im Erscheinungsbild) auswirken. Insoferne man aber den Geneseverhältnissen berechtigterweise große Bedeutung beimißt und namentlich den grundlegenden Unterschied zwischen verbundenem und unterbrochenem Gleichgewichtswechsel bei Metamorphosevorgängen im Auge behält, geht es nicht an, auch die verbundenen Gleichgewichtswechsel mit der von BECKE an unverbundenen Beispielen aufgestellten Diaphthoresedefinition gleichzustellen.

Natürlich konnte BECKE selbst eine solche Unterscheidung zu seiner Zeit nicht vornehmen und daher nicht in seine Definition einbauen. Es sollte also heute, um die Genese entsprechend zu berücksichtigen, für die im verbundenen Gleichgewicht sich entwickelnden Retromorphosen, auch wenn sie in manchen Fällen ein gleiches Erscheinungsbild im Aufschluß, Handstück und Mikroskop bieten, eine sich von der Diaphthorese sensu strictu unterscheidende Bezeichnung gefunden werden. Im folgenden sei nach dem Vorschlag von Prof. H. MEIXNER in Anlehnung an F. ANGEL der Begriff Finaldiaphthorese zur Diskussion gestellt.

Weiters ist bei der Abgrenzung der Diaphthorese zu beachten, daß Umwandlungen, die nicht zur Grünschieferfazies, sondern in Bereiche mit Zeolith- und Pumpellyit-Prehnitfazies führen, selbst wenn sie mit kataklastischen bis blastomylonitischen Erscheinungen in einem Gestein konform gehen, auch nicht mehr zur Diaphthorese zählen. Praktisch können aber die erwähnten Minerale oder die mineralfaziell gleichwertigen Tonminerale im Mikroskop höchstens ausnahmsweise sicher erkannt werden. Dagegen sind die Kataklaste und Zerbrechungserscheinungen mit einer Art Schieferung gewöhnlich deutlich kenntlich. Dies führt neuerdings zu Unklarheiten bei der Diagnose und macht oftmalige Deutungen solcher Umbildungen als Diaphthoresen verständlich. Einzig darin, daß sie nie mehr wie eine Regionalmetamorphose ein ganzes Gesteinspaket erfassen, sondern auf diskrete Zonen beschränkt bleiben, besteht ein auffallender Unterschied. Dadurch und durch die Mineralfaziestendenz zur Diagenesezone (Zeolithfazies) (FRITSCH, 1966) zeigen sich diese Erscheinungen als zum Druck-Temperaturbereich der Prämetamorphose zugehörig. In dieser Erdkrustenlage sind die P-T-Bedingungen bereits derart, daß eine vollständige tektonische Durchbewegung größerer Gesteinsmassen unmöglich ist und sich die

Tektonik nur mehr in bestimmten Bahnen oder Zonen auswirkt. Die Erscheinung der Kataklyse und Kristalloblastese der kristallinen Schiefer weicht hier einer Mylonitisierung, wobei man gegebenenfalls zwischen einer Tiefen- und Oberflächenmylonitisierung näher unterscheiden kann. Bei der Tiefenmylonitisierung entsprechen Mineralneubildungen denen in diagenetisch sich verfestigenden und umbildenden Gesteinen.

Ganz weit gefaßt würde sogar die chemische Verwitterung, die ja nichts anderes als eine Umwandlung von Mineralien ist, und selbst die physikalische, die eine Art Kataklyse ist, zur Gesteinsdiaphthorese gehören. Freilich wäre einerseits definitionsgemäß eine solche Auffassung unmöglich und andererseits genetisch ganz verwirrend, doch soll mit diesem Beispiel gezeigt werden, wie ungut sich eine sinngemäße Namens-erweiterung auswirken kann und wie schlechte natürliche Begrenzungen bei Naturphänomenen oft bestehen.

Nach diesem Exkurs in diese Bereiche ü b e r der Metamorphose und damit auch ü b e r der Diaphthorese, möge auf die rückschreitenden Umwandlungen in den tieferen Metamorphosezonen eingegangen werden. BECKE beschrieb derartige Umwandlungen von etwa katamorphen Gesteinen (z. B. Eklogitfazies) zu mesometamorphen (z. B. Amphibolitfazies) nicht. Doch hat A. KIESLINGER (1928, S. 434) im Anschluß an F. E. SUESS für solche Erscheinungen den Ausdruck Tiefendiaphthorese vorgeschlagen, wenn die sonstigen bei der BECKESchen Definition der Diaphthorese angeführten Voraussetzungen bis auf die Umwandlung zur Epizone, statt der nun Mesozone zu setzen wäre, zutreffen. Damit müssen wir auch die vorhin bei der Diaphthorese gemachten Einschränkungen analogerweise für die Tiefendiaphthorite gelten lassen und es wird für den verbundenen Gleichgewichtswechsel bei gleichzeitiger Durchbewegung von der Kata- zur Mesozone der entsprechende Ausdruck Finaltiefendiaphthorese vorgeschlagen. Es zeigt sich zwar durch die neuesten Arbeiten in der Saualpe (WEISSENBACH, 1963), daß es nun für die Koralpe fraglich geworden ist, ob die dortigen Tiefendiaphthorite nach unserer Definition nicht gleichfalls synmetamorphe retromorphe Bildungen wären. Es geht nicht an, den Begriff Tiefendiaphthorese ganz unabhängig von Diaphthorese etwa entsprechend den tatsächlichen Verhältnissen in der Koralpe, von der er abgeleitet ist, zu fassen, sondern nur als Analogon zur Diaphthorese, und zwar im zuvor behandelten Sinn nach BECKE, aber in einem stärkeren P-T-Bereich der Erdkruste. KIESLINGER schloß sich bei seiner Definition an BECKE an und hatte seinem Text nach sicherlich einen unterbrochenen Gleichgewichtswechsel im Sinn, wenn er das auch nicht ausdrücklich ausgesprochen hat. Wenn nun die Tiefendiaphthorese der Koralpe in Wahrheit ein verbundener Vorgang gewesen sein sollte, so möge aber dennoch die ursprünglich gedachte Definition für die Tiefendiaphthorese analog wie für Diaphthorese erhalten bleiben.

Jetzt kommen wir zu den retrometamorphen Erscheinungen des v e r b u n d e n e n Gleichgewichtswechsels, von dem ein Teil phänomenologisch völlig den Diaphthoriten im Sinne dieser Arbeit gleicht. Diese Bezeichnung beruht auf der an sich selbstverständlichen Tatsache, daß jeder Metamorphoseablauf erst einen vorschreitenden und dann einen rückschreitenden Ast der P-T-Bedingungen besitzt und oft auch noch im absteigenden P-T-Verlauf Mineralreaktionen und Restkristallisationen möglich sind. Der verbundene Gleichgewichtswechsel kann schematisch im P-T-Feld als halbe Welle mit einer Amplitude dargestellt werden, wogegen beim unterbrochenen Gleichgewichtswechsel wenigstens zwei Wellenberge oder -Täler aufscheinen müssen. Eine Unterschei-

dung der beiden ist, wenn der verbundene Wechsel mit Durchbewegung des Gesteines verknüpft ist, im Aufschluß bzw. Dünnschliff oft nicht möglich und dann von regionalgeologischen Studien abhängig. Fehlt hingegen eine Durchbewegung, so bereitet das Erkennen keine Schwierigkeit, und da dann ein wesentliches Merkmal der Diaphthorese, die Durchbewegung, wegfällt, soll nach dem Vorschlag von F. ANGEL (1965, S. 137 ff.) die Bezeichnung *final retrograde Metamorphose* oder kurz *Finalretromorphose* Verwendung finden.

Besonders häufig tritt die Erscheinung des verbundenen Gleichgewichtswechsels naturgemäß in Gesteinen auf, die ihre metamorphe Prägung nahe einer Mineralfazies-Stabilitätsgrenze erhalten haben, da hier geringe Abnahmen von P-T schon zu einem Umschlag in die nächst schwächere metamorphe Fazies führen. Dies verleitet in manchen Gegenden zur Ausscheidung von Diaphthoresezonen (z. B. H. BECK, 1928) mit den entsprechenden Folgerungen, die dann ebenso wenig zutreffen.

Alleinige Änderungen von nur einer Variablen bei einer Metamorphose, etwa allein von P oder T oder des Wassergehaltes, bewirken Veränderungen in den Gesteinen, die keinesfalls unter den Begriff Diaphthorese, sehr wohl aber unter „verbundener Gleichgewichtswechsel“ fallen können.

Damit gelangen wir in das Gebiet der *Polymetamorphose*, die aber sinngemäß nur für den unterbrochenen Gleichgewichtswechsel Geltung haben sollte, wiewohl auch diesbezüglich andere Ansichten in der Literatur aufgetaucht sind (ZWART, 1962). Bei der konsequenten Anwendung des Begriffes Polymetamorphose im ZWARTSchen Sinn würden aber praktisch alle kristallinen Schiefer zu Polymetamorphiten werden, denn fast alle durchlaufen bei der vorschreitenden Metamorphose mehrere aufeinanderfolgende Kristallisationsstadien (Mineralfazies). Es kann aber nie der Sinn eines neuen Namens sein, schon als Synonym eines bestehenden geprägt zu werden. Gesteine sollten also nie polymetamorph genannt werden, insofern sie nur einen Metamorphosezyklus mit seinem Auf und Ab mitgemacht haben. Diese Bezeichnung würde erst für einen echt diaphthoritischen bzw. in einem neuen Zyklus überprägten Metamorphit zutreffen. Allerdings kann in der Praxis eine genetische Aussage auch hiebei selten eindeutig erfolgen, und es ist dann oft nicht vermeidbar, Gesteine mit unklarer Geschichte als polymetamorph anzusprechen, obwohl sie es im strengen Sinne nicht wären. Wenn aber Metamorphite neuerlich in einen metamorphen Zyklus gelangen und dieses Zweitmal verläuft der Vorgang z. B. bei ganz anderen Drucken, aber etwa gleichen Temperaturen wie das erstmal, so kann man die sich daraus ergebenden Produkte nicht Diaphthorite, wohl aber Polymetamorphite oder polymetamorphe kristalline Schiefer nennen. In diesem Fall gehört die Umwandlung nämlich nicht zum Begriff des verbundenen, sondern zum unterbrochenen Gleichgewichtswechsel.

Es gibt aber noch weitere retrograde Metamorphosemöglichkeiten, und zwar die durch pneumatolytische und hydrothermale *Lösungen*, die an Fugen und sonstigen Hohlräumen auch in metamorphen Gesteinen zirkulieren können. Solche Lösungen sind je nach Temperatur und Chemismus in der Lage, vorhandene kristalline Schiefer und natürlich auch andere Gesteine metamorph-metasomatisch bis unter mesozonale (tiefendiaphthoritische) Bedingungen zu verändern. Es gibt dabei wie gewohnt alle Übergangsstufen zu gleichzeitiger kataklastischer bis blastomylonitischer Deformation. Wenn sich nun beide

Effekte überlagern, führt das zu recht diphthoresähnlichen Bildungen, denen aber teilweise die Merkmale einer richtigen epizonalen Metamorphose fehlen, wenn geringer temperierte Tonmineralien beteiligt sind oder die sich durch das lokale bloß an eine Störungszone gebundene Auftreten als nicht echt diaphthoritisch zu erkennen geben. Der Genese nach gehören solche Bildungen, die sogar bis zu mesozonalen metamorphen P-T-Bedingungen lokal um Klüfte entstehen können, zu den Kluft- und kluftmetasomatischen Paragenesen von Hydrothermen. Solches entsteht nur mit entscheidender Beteiligung von pneumatolytischen oder hydrothermalen Lösungen und diese Vorgänge schließen eng an die in der Lagerstättenkunde lang bekannten und untersuchten Gesteinsveränderungen um Erzgänge und metasomatischen Körper an. Sinngemäß wären also derartige retrograde Bildungen mit den entsprechenden für Hydrothermen eingeführten Bezeichnungen (z. B. HÜTTENHAIN, 1948; BORCHERT, 1951), die gleichfalls auf P-T-X-Bedingungen basieren, zu benennen. Der Wassergehalt ist bei Gangbildungen und den anderen Metamorphosen dieser Art im Überschuß vorhanden, doch sind die Drucke gewöhnlich geringer und die Temperaturen etwa gleich wie bei den unten angeführten entsprechenden Regional- oder Prämetamorphosen.

Gleiche Bildungstemperaturen haben also: Pegmatitische und kata- bis tief-mesozonale, pneumatolytische und mesozonale, katathermale und epizonale, mesothermale und anchizonale, epithermale und diagenetische sowie telethermale und erdoberflächennahe Paragenesen. Dazu einige Beispiele zur Erläuterung des obigen Textes:

Bei pegmatitischen Gängen gibt es Hornblendisierung, Biotitisierung und Skapolithisierung. Zu den pneumatolytischen Umsetzungen gehören die Greisenbildungen, etwa im Sächsischen Erzgebirge; zu der katathermalen Turmalinisierung, Mg-Chloritisierung und Serizitisierung, wofür die Goldgänge von Schellgaden (FRIEDRICH, 1935) ein Beispiel geben; zu der mesothermalen Fe-Chloritisierung und der Hydromuskowitisierung, welche Erscheinungen im Hof aller metasomatischen Magnesit- und Sideritlagerstätten des Alpidikum mit breiteren Beschreibungen aus Radenthein (ANGEL, 1953), Hüttenberg (CLARMEIXNER, 1953), Mitterberg (HELFRICH, 1960), der Antimonlagerstätte Rabant (H. MEIXNER) und Waldenstein (FRIEDRICH, 1929) eingehend belegt werden; zu den epithermalen und zu den telethermalen Tonmineralbildungen, die Kaolinisierung und Montmorillonitisierung in entsprechenden Lagerstätten.

Einzig im Falle einer Rückumwandlung zur Epizone mit gleichzeitiger Bewegung und damit Bildung einer Schieferung, was an Störungen vorkommen kann (z. B. Radenthein, Hüttenberg), soll von einer Störungsdiaphthorese gesprochen werden, insofern die Diaphthoresedefinition wenigstens im Handstückbereich zutrifft. Analog dazu müßte es auch eine Störungstiefendiaphthorese geben, wofür dem Verfasser aber keine eindeutigen Fälle bekannt sind.

Auch die Propylitisierung, Alunitisierung und vielleicht Spilitisierung der autometamorphen Vulkanite mögen zu den meso- bzw. katathermalen rückläufigen Umwandlungen zugeählt werden. Soweit also solche Umwandlungen durch wässrige Lösungen stärker metamorphe Gesteine beeinflussen, wendet der Verfasser nach dem Rat von H. MEIXNER den Überbegriff *Lysimorphose* (= Lösungsumwandlung) an.

Übersichtstabelle über retrometamorphe Bildungen (Retromorphosen)

		A) im verbundenen		B) im unterbrochenen Gleichgewichtswechsel	
		Bewegung unwesentlich		Bewegung (Tektonik) wesentlich zur Prägung	
		Bereich: lokal und regional		regional	lokal
Metamorphismus	Finaltiefen-retromorphose	Finaltiefen-diaphthorese	Tiefendiaphthorese		pegmatitische pneumatolytische
	Finalretromorphose	Finaldiaphthorese	Diaphthorese	Störungs-diaphthorese	katathermale
Prämetamorphismus				Störungs-diaphthorese	mesothermale
				Tiefen- Oberflächen- Mylonitisation	epithermale telethermale
				physikalische Verwitterung	chemische Verwitterung

Lysimorphose (alteration)

Zusammenfassend wäre also festzuhalten:

Es gibt nahezu ebensoviel retrometamorphe Erscheinungen als metamorphe Bildungsmöglichkeiten und die Retrometamorphose zeigt genau so die Einstellung auf eine bestimmte Mineralfazies wie die vorschreitende Metamorphose. Es entstehen danach bei gleichzeitiger Rückumwandlung und Durchbewegung (dem Pendant zur Regionalmetamorphose) Tiefendiaphthorite bzw. Diaphthorite. Prinzipiell ist dann zwischen Finaldiaphthoriten im verbundenen, Diaphthoriten im unterbrochenen Mineralfazieswechsel und zwischen lokalen Störungsdiaphthoriten, bei denen praktisch nur der unterbrochene Wechsel möglich ist, zu unterscheiden. Retromorphosen ohne Durchbewegung mit alleiniger Mineralumbildung oder Zersetzung fallen, insofern der Gleichgewichtswechsel unterbrochen ist, unter den Sammelbegriff der Lysimorphose und sind mit den aus der Lagerstättenkunde übernommenen Bezeichnungen für Gangmineralisation zu parallelisieren und zu benennen (siehe die Übersichtstabelle). Kommt es beim verbundenen Gleichgewichtswechsel zu retrograden Bildungen, so spricht man von Finaltiefen- bzw. Finaldiaphthorese. Herrscht bei einer Umwandlung oder Umsetzung Durchbewegung entschieden vor, was aber nur für den prämetamorphen Bereich charakteristisch ist, so bilden sich Mylonite und auch Pseudotachylite, die dann als Tiefenmylonite diagenetisch verfestigt sind oder ganz erdoberflächennah als weiche Kluffletten (Oberflächenmylonite) auftreten. In den Tiefenmyloniten auftretende Mineralneubildungen lassen auf Entstehungstiefe und -temperatur schließen.

Knappenberg, 18. November 1966.

Literaturverzeichnis

- ANGEL F.: 1924, Gesteine der Steiermark; Mitt. Natwiss. V. Stmk. 60, B, 1—302.
— 1940, Mineralfazien und Mineralzonen in den Ostalpen; Wiss. Jb. Univ. Graz, 1, 251—304.
— 1953, Petrographisch-lagerstättenkundlicher Führer durch die Magnesitlagerstätte der Millstätter Alpe (Radenthein) Kärnten; Der Karinthin, 25, 315—320.
— 1965, Retrograde Metamorphose und Diaphthorese; N. Jb. Miner. Abh., 102/2, 123—176.
- BECK H.: 1928, Aufnahmebericht über Blatt Hüttenberg-Eberstein; Verh. Geol. B. A. Wien.
- BECKE F.: 1909, Über Diaphthorite; Mitt. Wiener Miner. Ges., 45, 17—23; und Tscherm. Miner. Petr. Mitt., 28, 364—375.
- BORCHERT H.: 1951, Die Zonengliederung der Mineralparagenesen in der Erdkruste; Geol. Rdsch., 39/1, 81—94.
- CLAR E.: 1937, Über Schichtfolge und Bau der südlichen Radstätter Tauern (Hochfeindgebiet); Sitz. Ber. Akad. Wiss. Wien, M. N. Kl., I, 146/7, 8, 249—316.
- CLAR E. & H. MEIXNER: 1953, Die Eisenspatlagerstätte von Hüttenberg und ihre Umgebung; Carinthia II, Klagenfurt, 143, 67—92.
- FRIEDRICH O.: 1929, Die Siderit-Eisenglimmerlagerstätte von Waldenstein in Ostkärnten; Berg- u. Hüttenm. Jb., 77/4, 131—145.
— 1935, Zur Geologie der Goldlagerstättengruppe Schellgaden; Berg- u. Hüttenm. Jb., 83, 1—19.
- FRI TSCH W.: 1966, Zum Einteilungsprinzip der Gesteine nach dem Umwandlungsgrad mit besonderer Berücksichtigung der Anchimetamorphose; N. Jb. Miner. Abh., 105/2, 111—132.

- HELFRICH H.: 1960, Die Ergebnisse der praktisch geologischen Untersuchungen im alten Bergbau Röhrerbichel (Tirol) anlässlich der Schurfarbeiten in den Jahren 1952—1955; Jb. Geol. B. A. Wien, **103**, 205—234.
- HÜTTENHAIN H.: 1948, Die wichtigsten Mineral- und Gesteinsmetamorphosen; Zs. Achat, **1/10**, Hamburg, 145—151.
- KIESLINGER A.: 1928, Geologie und Petrographie der Koralpe, VII; Sitz. Ber. Akad. Wiss. Wien, M. N. Kl., I, **137/7**, 401—454.
— 1928, Über Diaphthorese; Mitt. Wiener Miner. Ges., **90**, 12—15.
- MEIXNER H.: 1935, Eine neue Manganparagenese vom Schwarzsee bei Tweng in den Radstätter Tauern; N. Jb. Miner. Abt. A, Beil. Bd. **69**, 500—511.
— 1951, Piemontit aus Osttirol und Romeit aus den Radstätter Tauern; N. Jb. Miner., Mh. **8**, 174—178.
- WEISSENBACH N.: 1963, Die geologische Neuaufnahme des Saualpenkristallins (Kärnten), V; Carinthia II, Klagenfurt, **153**, 5—23.
- ZWART H. J.: 1962, On the determination of polymetamorphic mineral associations, and its application to the Bosost Area (Central Pyrenees); Geol. Rdsch., **52/1**, 38—65.

Anschrift des Verfassers: Dr. W. FRITSCH, A 9376 Knappenberg, Kärnten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum](#)

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: [1-2 1967](#)

Autor(en)/Author(s): Fritsch Wolfgang

Artikel/Article: [Über retrograde Metamorphosen \(Lagerstättenuntersuchung der Österr.-Alpine Montangesellschaft\) 23-30](#)