

Steirische Gefüge (Österreich)

Von HERRMANN, A., PAULITSCH, P., ROCH., C.

In 4 verschiedenen Paragenesen wurde die Deformationsgeschichte der gesteinsbildenden Mineralien abgeleitet.

Gefragt wurde

- I. nach dem Typ der Verformung im Marmor von Sölk sowie nach den wirksamen Translationsmechanismen,
- II. nach dem Verformungs- und Bewegungsbild auf den Plattengneisen der Koralm, das zur Quarz-Lineation geführt hat,
- III. nach der Geometrie der Biegegleitung der einzelnen Omphazite im Eklogit von Glashütten sowie ihrer Orientierung,
- IV. nach der Orientierungs-Anisotropie von Hornblende und Klinozoisit im Amphibolit von Engelweingarten. Dieser Orientierung wurde die Anisotropie der Druckfestigkeit gegenübergestellt.

„Kalzit und kein Ende“, könnte man sagen. Mit den klassischen Untersuchungen von FELKEL (1928) wurden mehrere Typen von Kalzitgefügen in der Natur beobachtet:

1. Marmore mit nur einer Hauptgleitrichtung
2. 1-scharig deformierte Marmore
3. 2-scharig deformierte Marmore
4. Übereinanderprägung mehrerer Scherflächensysteme
5. rekristallisierte Marmore

Hinzu traten Kenntnisse über neue Typen von Kalzit-Orientierungen in Karbonatiten (PAULITSCH und AMBS [1964]), die auf Überlagerung von Rekristallisation und Deformation hinweisen. Die experimentelle Deformation von Kalzit-Einkristallen und -Gefügen führte zum neuen Wissen über die Abhängigkeit der Translationssysteme von Druck-, Temperatur- und Deformationsgeschwindigkeiten) TURNER und PATERSON [1970]).

Die in jüngster Zeit experimentell durchgeführte Verformung (RUTTER et al. [1978]) weist auf die Abhängigkeit der Orientierung von der Ausgangskorngröße der Kalzite hin, wobei intergranulare Gleitung vorherrschte.

Die Berechnung von LISTER (1978) nach dem veränderten Taylormodell ergab Orientierungen, bei denen überwiegend die Translation nach r ($10\bar{1}1$) und im geringeren Ausmaß eine Verzwilligung nach e ($01\bar{1}2$) bestätigt wird.

Es lag deshalb nahe, nach diesen neuen Abhängigkeiten in neuen Gefügen zu suchen und die Orientierung der Kalzite im Marmor von Sölk zu messen.

Der Marmor von Sölk ist bekannt als Baustoff und geschätzt als Rohmaterial für Steindrehelarbeiten.

Im Diagramm 1 ist die Orientierung von 102 e-Flächen ($01\bar{1}2$) wiedergegeben. Die Verteilung zeigt einen unterbrochenen Gürtel mit einer Häufung unweit c des Gefüges, dessen Gürtelpol als kinematische B-Achse abgeleitet wird.

Dieses Gefüge darf als Rotationsgefüge angesprochen werden. Während am Anfang der Beanspruchung die r-Flächen (10 $\bar{1}$ 1) betätigt wurden, tritt erst am Ende der Verformung die Verzwilligung nach e hinzu.

Auf diese Deutung der r-Flächen (10 $\bar{1}$ 1) als Translationsflächen haben besonders TURNER und PATERSON (1970) hingewiesen. Die Fälle der Regelung nach einer der zahlreich möglichen Korngestalten von Kalzit wird nach KIROV et al. (1972) wesentlich von der CO₂-Konzentration gesteuert.

II.

Lineationen können verschiedene kinematische Bedeutung besitzen. Die Lineation auf Harnischen darf zweifelsfrei als Transportrichtung a bezeichnet werden. Die Lineation als Feinrunzelung auf makroskopischen Flächen von Schiefern liegt meist quer zur Transportrichtung und wird mit B bezeichnet.

Bei Überlagerung kommt es zudem zu einer Lineation a₂ mit Teilbewegung parallel B₁.

Die Frage nach der kinematischen Bedeutung der von Quarz gebildeten Lineation auf den Plattengneisen wurde schon lange gestellt (BECK-MANNAGETTA [1945], HOMANN [1962]). Zu diesem Ziel wurden die Quarzorientierungen auf der Oberfläche von Plattengneisen bei Stainz in bezug auf die Lineation vermessen.

Das Diagramm 2 zeigt einen unterbrochenen Quarz-Gürtel mit deutlicher Ausbildung von 2 Häufungen (239 Quarzachsen) senkrecht zu B=L.

Bei dieser Beobachtung kommt für die Quarz-Rhomboederflächen (10 $\bar{1}$ 1) eine Lage parallel zur Schieferung in Betracht. Es wurde deshalb eine RTG-Messung parallel (ab) durchgeführt. Sie zeigt eine Rhomboederlage parallel der Platten-Bänderung. Eine ähnliche Orientierung der Rhomboederfläche von Quarz wurde von SUZUKI (1970) in Zentral-Shikoku, Japan, festgestellt.

Als Ursache für diese Orientierung kommt eine Orientierung nach der Korngestalt sowie nach der Gitterfläche (10 $\bar{1}$ 1) in Betracht. TULLIS et al. (1973) hat bei der experimentellen Verformung von Quarziten auf Translation nach der Basis sowie dem Prisma hingewiesen. Die Translation parallel zum Quarzprisma tritt bevorzugt bei höheren Temperaturen und geringeren Verformungsgeschwindigkeiten auf.

Auch allgemein wird der Translation parallel zum Prisma mehr Bedeutung beigemessen als einer Translation in der Basis. Auch die kristallographisch definierte Quarz-Undulation wird gut erklärt durch die Translation parallel zum Prisma (PAULITSCH [1967]), während die Translation parallel zur Basis oft mit einer nachträglichen Druckentlastung bei Hebung des gesamten Gesteinskomplexes verbunden ist.

Nach Beobachtung dieser Achsenorientierung darf das vorliegende Gefüge als Rekristallisationstextur bezeichnet werden. Die auf der Oberfläche des Gesteins beobachtete Quarz-Lineation wird als Richtung der Teilbewegung a₂ angesprochen. Diese Lineation wird einem zweiten Stadium der Beanspruchung beigeordnet und somit als B₁-senkrecht B₂-Gefüge beschreibbar. Die Quarz-Lineation ist die Richtung a₂ parallel zu dem B₁ der Teilbewegung, wobei a₂ die Richtung der Zugachse sein kann.

HOMANN (1962) fand in den hangenden Glimmerschiefern die Lineare parallel B, hingegen in den liegenden Plattengneisen eine Lineare parallel zur Teilbewegung a.

BECK (1945) plädiert für sein Arbeitsgebiet für Bewegung parallel B. Man findet Lincation parallel B, bei der bereits makroskopisch ein $+a_2$ und $-a_2$ unterschieden werden kann.

III.

Die Eklogite auf der Oberfläche der Erdkruste sind aufgrund ihrer besonderen mineralogischen und chemischen Zusammensetzung die Boten der tiefen Schichten der Erde. Auch die Eklogite der Koralm sind deshalb schon mehrfach untersucht worden. Die jüngst erzielten Ergebnisse stammen von HERITSCH (1972). Aufgrund der eingehenden mineralogischen und chemischen Erkenntnisse konnte auf die Bildungsbedingung geschlossen werden: 500—600° C und 8—10 kb.

Die folgenden Messungen befassen sich mit der Frage nach der Deformationsgeschichte des Eklogits von Glashütten. Zu diesem Ziel wurde die Lage der Biegungsachse in den einzelnen Omphazitkristallen bestimmt und die bevorzugte Orientierung der Omphazite im Gefüge gemessen. Nach Dichte, Optik und Röntgendaten liegen diese Omphazite bei 10% Jadeit (CLARK et al. [1968]).

Das Diagramm 3 zeigt die Orientierung von 52 N-gamma.

Diese bilden einen breiten und ununterbrochenen (ab-)Gürtel. In gleicher Weise sind auch die optischen Achsen im (ab-)Gürtel verteilt.

Das Diagramm 4 stellt die dazugehörigen 50 N-beta-Pole [010] dar. Sie steuern auf einer Kalotte um c des Gefüges. In dieser Kalotte kommt es zu einer Kleinkreisbesetzung. Diese Verteilung weist auf eine kegelförmige Orientierung der (010-)Flächen hin.

Aus dieser bevorzugten Orientierung können die kinematischen Koordinaten abc abgeleitet werden. Hierbei ist zu bemerken, daß das Gestein keine ausgeprägte Schieferung zeigt, was besonders bei der N-beta-Verteilung deutlich wird und den massigen Habitus des Gesteins bedingt.

Ähnliche Orientierungen von Omphaziten sind bekannt (MONS und PAULITSCH [1970] FATTIGAU und MUCRONE [DI5, S. 104]). Auch aus dem niederösterreichischen Moldanubikum südlich der Donau wurde eine ähnliche Verteilung von KAPPEL (1967) beobachtet.

Das Diagramm 5 sammelt die optischen Koordinaten von 21 Omphazit-Einkristallen, die eine deutliche Verbiegung und ein Knickband zeigen.

Die einzelnen Ergebnisse zeigen, das N-beta als Biegungsachse auftritt. Zwei Häufungen im Gefüge sind als B_1 und B_2 zu bezeichnen. Die Kornbiegung schwankt zwischen 10 und 20°. Die einzelnen Ergebnisse zeigen weiter, daß als Translationsflächen am Omphazitkristall die Flächen (100) und (001) auftreten.

Als Mechanismus für diese Kornverbiegung kommt in Betracht:

Biegegleitung in (100) mit $t=[001]$ sowie

Biegegleitung in (001) mit $t=[100]$

Dieser Kornmechanismus wurde in Experimenten an Diopsid-Einkristallen von RALEIGH und TALBOT (1967) gefunden. Diese Achsen der Biegung der Omphazit-Einkristalle treten in 2 Richtungen des Gesteins gehäuft auf. Ein Maximum liegt bei der makroskopisch erkennbaren B-Achse, die zweite tritt unweit a auf. Danach handelt es sich bei dem Gestein um einen B_1 -normal B_2 -Tektonit.

IV.

Die Amphibolit-Steinbrüche von Engelweingarten, Stainz, sind schon lange der Gegenstand des Interesses der steirischen Mineralogen (ALKER [1972]). Sie bestehen aus gemeiner grüner Hornblende, Klinozoisit, etwas Epidot, Quarz, Feldspat und Granat.

Schon makroskopisch läßt sich eine metamorphe Feinstbänderung im Millimeter-Bereich durch die grünen Hornblende- und Feldspatlagen erkennen. Diese bereits makroskopisch erkennbare Anisotropie veranlaßt die Frage nach der Orientierung der Hornblenden und Klinozoisite. Diese Orientierung sollte mit den anisotropen Festigkeitsdaten in Zusammenhang gebracht werden.

Im folgenden werden die optischen Meßergebnisse zur Orientierung von Hornblende und Klinozoisit mitgeteilt: Das Diagramm 7 zeigt 95 kristallographische c -Achsen $[001]$ der Hornblenden. Sie bilden einen breiten (ab) -Gürtel mit 2 Häufungen unweit der makroskopischen B -Achse, die als schwache Lineation angedeutet ist.

Die optischen Koordinaten Beta zeigen einen (ac) -Gürtel. 59-N-alpha besetzen eine Kalotte um c (Diagramm 6) mit Längung in (ac) .

Die vermessenen Spaltflächen (110) zeigen einen unterbrochenen (ac) -Gürtel. Hierbei liegen die Häufungen nicht in c des Gefüges. In c des Gefüges häufen sich hingegen die kristallographischen Flächen (100) , so daß die Kristallflächen (110) die Ausbildung von makroskopischen (hol) -Flächen bewirken.

In gleicher Weise wurden die Klinozoisite vermessen. Sie liegen mit ihren optischen Eigenschaften im Übergang zu Epidot: optisch negativ, $2\sqrt{x} = 85^\circ$; c/N -alpha = $0-3^\circ$.

Im Diagramm 8 ist die Orientierung von 50 optischen Koordinaten N-beta = $[010]$ dargestellt. Sie zeigen eine deutliche Häufung um die Lineation B des Gefüges mit einer Längung in (ab) des Gefüges.

Bisher sind 5 Typen von natürlichen Hornblende-Orientierungen bekannt (MONS und PAULITSCH [1970]). Die Beobachtungen der Hornblende-Orientierungen im Amphibolit von Engelweingarten entsprechen dem Typ 1 mit Stengelachse parallel B und (100) sub-parallel (ab) des Gefüges.

Aus dieser beobachteten Anisotropie der Kristallorientierung ist eine Anisotropie der Druckfestigkeitsdaten zu erwarten. Der höchste Wert wurde parallel der Gesteinsrichtung a mit 2300 kp/cm^2 gemessen, der kleinste Wert parallel b mit 1170 kp/cm^2 , der mittlere in c des Gefüges mit 1410 kp/cm^2 (MPA, Darmstadt).

Zusammenfassung

1. Der Marmor von Sölk ist ein mehrschariger B -Tektonit mit Betonung einer Scherfläche, die von den e -Flächen gebildet wird, die die jüngste Phase im Gefüge mit beschränkter Zwillingstranslation darstellen.
2. Die Quarz-Lineation auf der Oberfläche des Plattengneises wird als Richtung der Teilbewegung a_2 parallel zu B_1 angesprochen, wobei die Quarzachsen deutlich Maxima parallel zur Teilbewegung (I) und im Abstand von 51° (Maximum II) zeigen.
3. 1. Die einzelnen Kristalle der Omphazite im Eklogit von Glashütten besitzen als Biegungsachse $[010]$, wobei (100) als Ebene der Gleitung, $[001]$ als

- Gleitrichtung auftritt. Dieser Kornmechanismus wurde auch in Experimenten zur Einkristall-Deformation von RALEIGH et al. (1967) gefunden.
3. 2. Die $[001]$ der Omphazite bilden einen breiten Gürtel in (ab) des Gesteins. Die (010) liegen auf einem Kleinkreis um c des Gefüges und erklären damit den massigen Habitus des Gesteins. Die Biegungsachsen der Einkristalle im Gestein liegen überwiegend sub-parallel zur makroskopischen B_1 -Achse. Zudem findet sich auch eine Häufung der Biegungsachsen sub-parallel a des Gesteins: Somit treten 2 Richtungen von Biegungsachsen im Gestein auf, so daß das Gestein auch im Hinblick auf die Deformation der Einkristalle als B -normal B -Tektonit erscheint.
4. Die Stengelachsen der Hornblenden und Klinozoisite im Amphibolit im Engelweingarten zeigen 2 Häufungen unweit der makroskopisch erkennbaren Lination parallel B. Die weiteren optischen Koordinaten bilden einen (ac-)Gürtel. Darin wird die Anisotropie des Gesteins deutlich. Diese ist auch eine Ursache für die Stärke der Anisotropie der Druckfestigkeit 2300 kp/cm^2 parallel a und 1170 kp/cm^2 parallel B des Gefüges.

Diagrammliste:

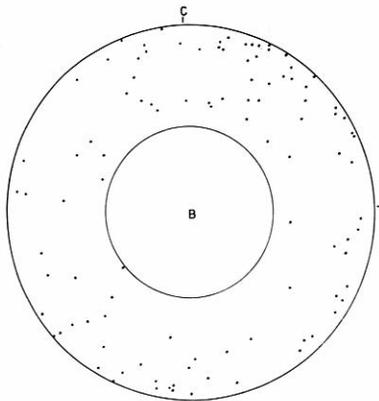


Diagramm 1:
Marmor, Sölk,
 102 Kalzit-Flächen $(01\bar{1}2)$,
normal B (Messung: PIETRZAK)

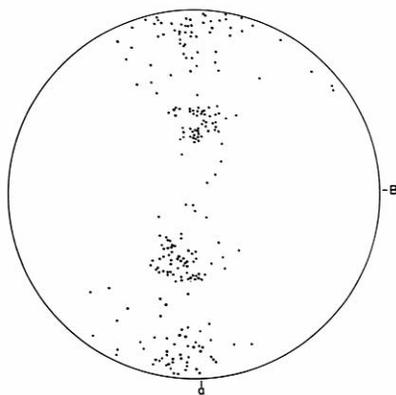


Diagramm 2:
Plattengneis,
Stainz, 239 $[0001]$ -Quarzachsen,
normal c von Ober-
und Gesteinszwischen-
schicht
(Messung: WERDECKER)

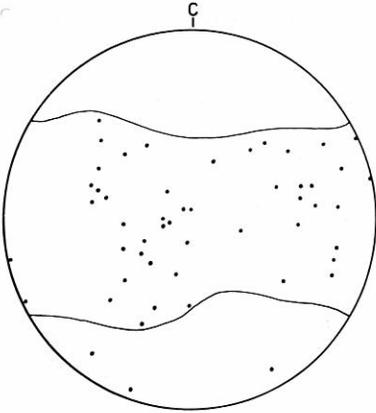


Diagramm 3:
Eklogit, Glashütten,
52 N-gamma Omphazite, normal a

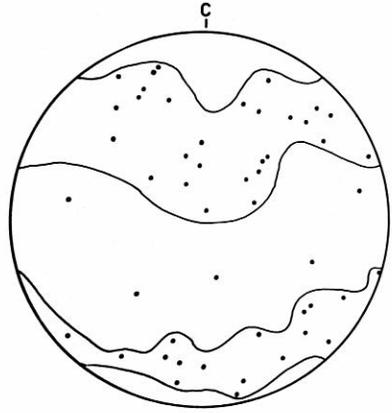


Diagramm 4:
Eklogit, Glashütten,
50 N-beta Omphazite, normal a

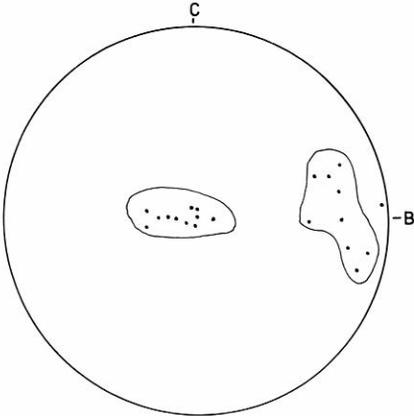


Diagramm 5:
Eklogit, Glashütten, 21 N-beta
als Biegungsachsen von Omphazit

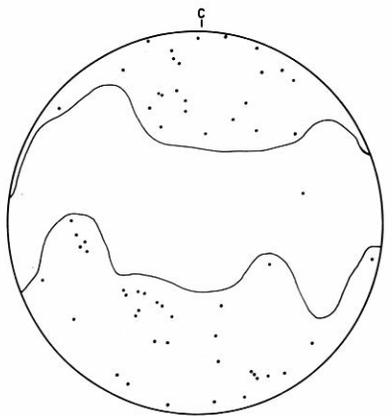


Diagramm 6:
59 N-alpha Hornblende normal a,
Amphibolit, Engelweingarten

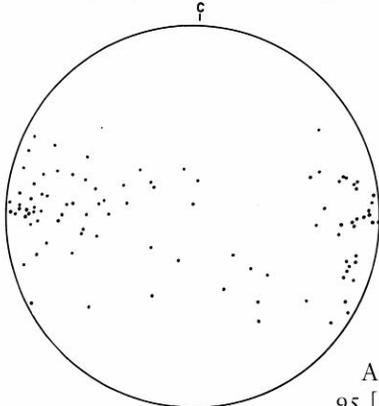


Diagramm 7:
Amphibolit, Engelweingarten,
95 [001] Hornblende normal a

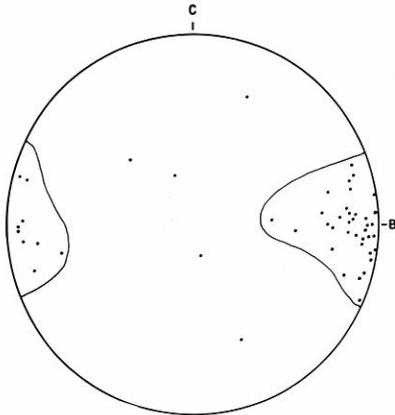


Diagramm 8:
Amphibolit, Engelweingarten, a
50 N-beta [010] Klinozoisit normal

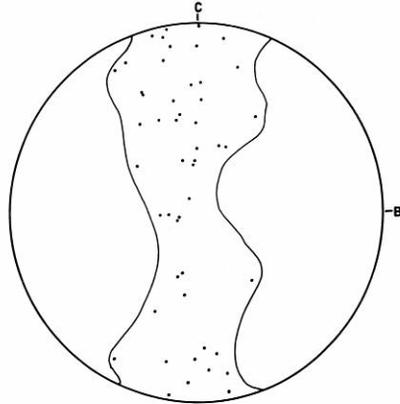


Diagramm 9:
Amphibolit, Engelweingarten,
50 N-alpha, Klinozoisit normal a

Dem Vorstand der mineralogischen Abteilung, Herrn Dr. A. ALKER, danke ich für die Einladung, die Ergebnisse dieser Studie anlässlich der Fachtagung vorzutragen.

Sr. DL. ALFRED, Prinz von Liechtenstein, danke ich für das großzügige Entgegenkommen bei den Geländebegehungen in seinen Revieren.

Literatur

I.

- FELKEL, E., 1928: Kalktektonite. Abh. Geol. B., Wien.
 KIROV, G. K., VESSELINOV, I., CHERNEVA, Z., 1972: Conditions of formation of Calcite Crystals of tabular and acute rhombohedral habits. Krist. und Technik 7, pp. 497—509.
 LISTER, G. S., 1978: Texture transitions in plastically deformed Calcite Rocks. Textures of Materials, Vol. II, Springer-Verlag, pp. 199—210.
 PAULITSCH, P., AMBS, H., 1966: Carbonatites, their fabric, chemistry and their genesis. Min. Soc. of India, IMA Vol., pp. 140—147.
 RUTTER, E. H., CASEY, M., SCHMID, S. M., SIDDANS, A. W. B., WHALLEY, J. S., 1978: Texture development in experimentally deformed Calcite Rocks. Textures of Materials, Vol. II, Springer-Verlag, pp. 231—240.
 TURNER, F. J., PATERSON, M. S., 1970: Experimental deformation of constrained Crystals of Calcite in extension. Proc. of the Int. Sympos., Springer-Verlag, pp. 109—140.

II.

- BECK-MANNAGETTA, P., 1945: Zur Tektonik des Stainzer und Gamser Plattengneises in der Koralpe (Stmk.). Jb. G. B. A., pp. 151—180.
 HOMANN, O., 1962: Das kristalline Gebirge im Raume Pack-Ligist. Joanneum, Mineralog. Mitteilungsbl. 2, Graz, pp. 21—67.
 PAULITSCH, P., 1967: Die optische Quarzundulation aus verschiedenen Paragenesen am Röntgen-Universaldrehtisch kristallographisch definiert. Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 8, pp. 7—11.
 SUZUKI, T., 1970: Röntgenographische Gefügeanalyse von Quarzschiefern aus Zentral-Shikoku, Japan. Proc. of the Int. Sympos., Springer-Verlag, pp. 1—18.

TULLIS, J. A., 1971: Preferred orientations in experimentally deformed Quartzites. Diss. Abst. Internation., 3, No. 8.

III.

CLARK, J. R., PAPIKE, J. J., 1968: Crystal-chemical characterization of Omphacites. Amer. Min. 53, pp. 840—868.

HERITSCH, H., 1973: Die Bildungsbedingungen von alpinotypem Eklogitamphibolit und Metagabbro, erläutert an Gesteinen der Koralpe, Steiermark. Tschermarks Min. Petr. Mitt. 19, Springer-Verlag, pp. 213—271.

MONS, W., PAULISCH, P., 1970: Garnet orientation in different metamorphic facies. Proc. of the Int. Sympos., Springer-Verlag, pp. 100—108.

KAPPEL, F., 1967: Die Eklogite Meidling im Tal und Mitterbachgraben im niederösterreichischen Moldanubikum südlich der Donau. N. Jb. Min., Abh. 107, pp. 266—298.

RALEIGH, C. B., TALBOT, J. L., 1967: Mechanical twinning in naturally and experimentally deformed Diopside. Am. Jour. Sci. 265, pp. 151—165.

IV.

ALKER, A., 1972: Mineralvorkommen in der südlichen Koralpe. 22. Sonderh. der Aufschluß. (VFMG), pp. 43—47.

MONS, W., PAULISCH, P., 1970: Natürliche Hornblende-Deformation. Die Naturwissenschaften, Heft 5, Jg. 57, Springer-Verlag, p. 243.

Anschrift der Verfasser:

HERRMANN A., ROCH C., Prof. Dr. PETER PAULISCH, Institut für Mineralogie der Technischen Hochschule, D-6100 Darmstadt, Schnittspahnstraße 9.

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: 1979

Band/Volume: [47](#)

Autor(en)/Author(s): Hermann Albert, Paulitsch Peter, Roch C.

Artikel/Article: [Steirische Gefüge \(Österreich\) 19-26](#)