

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz

Die Bildungsbedingungen eines Disthen-Chloritoid-Stauroolith-Granatglimmerschiefers mit wesentlichem Paragonitgehalt von der Roßhütte, südliche Koralpe

Von Haymo HERITSCH und Josef MÖRTL

Mit 1 Tabelle und 3 Abbildungen (im Text)

Eingelangt am 28. Jänner 1977

Inhalt: Es wird gezeigt, daß sich die Bildungsbedingungen eines Disthen-Chloritoid-Stauroolith-Granatglimmerschiefers mit wesentlichem Paragonitgehalt mit Hilfe von bis jetzt bekannten Gleichgewichtsdaten relevanter Mineralreaktionen weitgehend einengen lassen und zwar auf den Bereich von etwa 5 kb und 560 ° C, 6 kb und 560 °—580 ° C, 7 kb und 570 °—590 °. Höhere Drucke sind möglich.

Der Fundpunkt des hier bearbeiteten Disthen-Chloritoid-Stauroolith-Granatglimmerschiefers mit wesentlichem Paragonitgehalt liegt knapp nordwestlich der Roßhütte in der südlichen Koralalm. Nach der Österreichischen Karte 1 : 50.000, Blatt 205, ist die Lage der Roßhütte folgendermaßen zu beschreiben. Von der Sobothor Bundesstraße zweigt ungefähr an ihrer höchsten Stelle (gegenüber der Abzweigung nach Ettendorf) ein Karrenweg nach Süden ab, der dann nach Südosten biegt und, am Jankitzkogel östlich vorbei, nach etwa 2 km zur Roßhütte führt.

Schon KIESLINGER 1926, 1927, 1928 hat in seiner grundlegenden Bearbeitung der Gesteine der südlichen Koralpe eine sich an der Grenze gegen Jugoslawien von W nach E erstreckende Zone von „Granatglimmerschiefen mit großen Granaten (Typus Jankec Kogel)“ festgestellt. Die geologische Neuaufnahme dieses Gebietes durch KLEINSCHMIDT & RITTER 1976 hat diese Tatsache bestätigt, wobei für dieselben Gesteine der Ausdruck „grobknotiger, Granat-Glimmerschiefer, Typus Jankitzkogel“, Schreibweise der Österreichischen Karte 1 : 50.000, Blatt 205, verwendet wird.

Zum mineralogischen Inhalt dieser Gesteine hat schon KIESLINGER 1926 Granat, Disthen, Stauroolith, Biotit, Muskowit, Quarz, Accessorien und fraglichen Feldspat als ursprünglichen Mineralbestand angegeben; weiterhin auftretender Chloritoid und Chlorit werden als Diaphthoreseerscheinungen gedeutet. KLEINSCHMIDT & RITTER 1976 bestätigen diesen Mineralbestand, geben noch Graphit an und versuchen bei einzelnen Mineralien eine Typentrennung durchzuführen. Bemerkenswerter Weise stellen sie auch das weitgehende Fehlen von Biotit im grobknotigen Granat-Glimmerschiefer des Jankitz-Kogel-Typs fest, KLEINSCHMIDT & RITTER 1976:66.

Gerade solche Gesteine beanspruchen aber wegen der Reaktionen, bei denen Stauroolith entstehen kann, ein besonderes Interesse. Im Zuge umfangreicher Untersuchungen an pelitischen Gesteinen der Koralpe wurde ein solcher Granatglim-

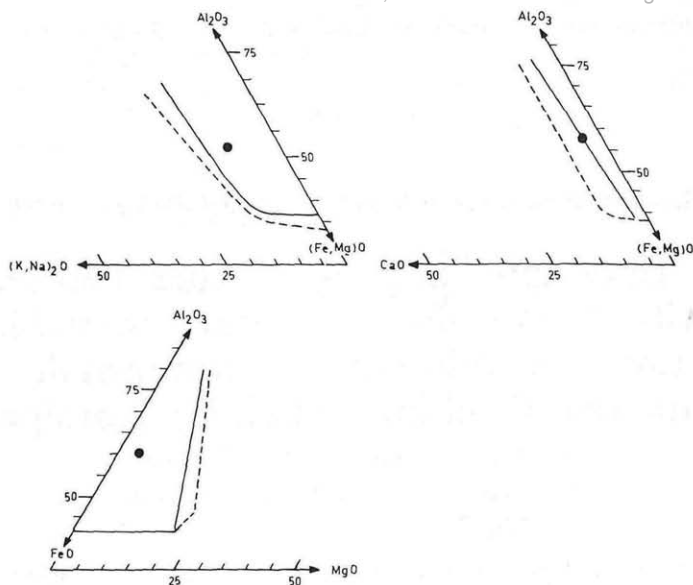


Abb. 1: Projektion der Wertgruppen

- a) $\text{Al}_2\text{O}_3 : (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) : (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO})$,
- b) $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{CaO} : (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO})$ und
- c) $\text{Al}_2\text{O}_3 : (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{MgO}$ des

Disthen-Chloritoid — Staurolith-Granatglimmerschiefers mit wesentlichem Paragonitgehalt von der Roßhütte, südliche Koralm, nach HOSCHEK 1967 bzw. WINKLER 1976. Durch eine kontinuierliche Linie umrandeter Bereich: Chloritoidführung, strichliert umrandeter Bereich: Staurolithführung.

merschiefer, Typus Jankitzkogel, von etwa 300 m nördlich der Roßhütte nahe der Wegkreuzung, untersucht. Durch Diffraktometeraufnahmen konnte festgestellt werden, daß in der opaken Substanz neben Graphit auch Ilmenit vorkommt, daß Granat weitgehend einem Almandin entspricht ($a = 11,56$ (1) Å, $d = 4,18$) und daß außerdem Paragonit unter den Glimmern vertreten ist. Es liegt hier also der Fall von koexistierendem Muskowit und Paragonit vor. Einige bis jetzt ausgeführte Messungen der Basisreflexe von Muskowit mit 9,93 Å und von Paragonit mit 9,60 Å lassen sich mit den Angaben bei E-AN ZEN & ALBEE 1964 nicht vereinbaren. Daher können auch aus diesen Werten keine Schlüsse über die Temperatur gezogen werden. Es werden daher von uns noch weitere Messungen mit einer entsprechenden Statistik gemacht werden.

HOSCHEK 1967 hat gezeigt, daß Chloritoid und Staurolith führende Gesteine in ihrem Pauschalchemismus bestimmte Bedingungen erfüllen. Die Tabelle 1 enthält die chemische Analyse des vorliegenden Gesteines und die von HOSCHEK 1967 geforderten Verhältniszahlen (vgl. auch WINKLER 1976:216 ff.)

$$\begin{aligned} &\text{Al}_2\text{O}_3 : (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) : (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}), \\ &\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{CaO} : (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) \text{ und } \text{Al}_2\text{O}_3 : (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{MgO}. \end{aligned}$$

Diese Werte sind in der Abbildung 1 dargestellt. Daraus folgt, daß unter entsprechenden Bedingungen dieser Pauschalchemismus durchaus Chloritoid und Staurolith als Komponente enthalten kann.

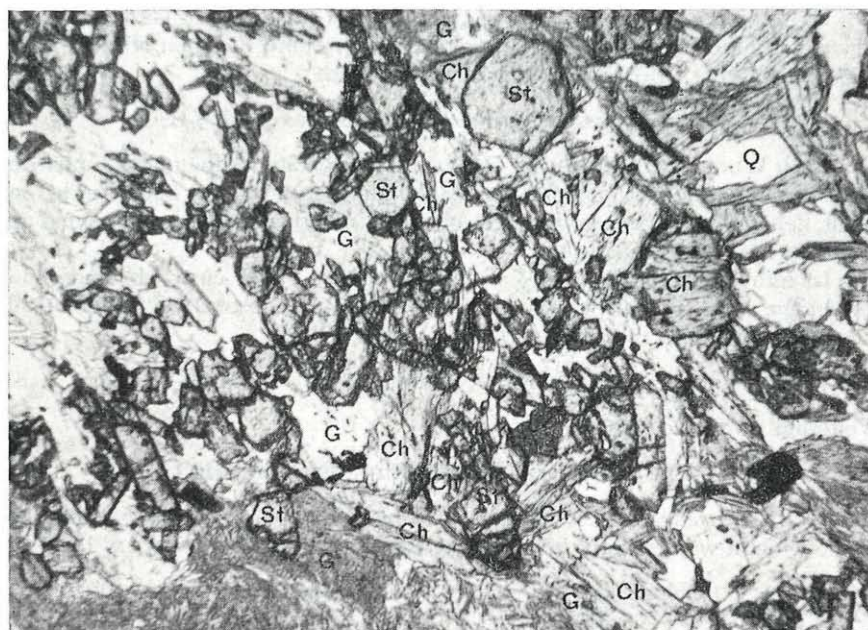


Abb. 2: Dünnschliff des Disthen-Chloritoid-Staurolith-Grantglimmerschiefers mit wesentlichem Paragonitgehalt von der Roßhütte, südliche Koralm. St = Staurolith, Ch = Chlorit, G = Muskowit und Paragonit, Q = Quarz. Staurolith zeigt durch seine scharfen Grenzen, besonders gegen Chlorit keine Diaphthoreseerscheinungen. Muskowit und Chlorit grenzen aneinander ohne eine Reaktion aufzuweisen. Vergrößerung 70 x.

Zur weiteren Interpretation sind einige detaillierte Dünnschliffbeobachtungen notwendig. Granat in der Korngröße von etwa 1 cm ϕ ist völlig frei von irgendwelchen Umwandlungserscheinungen in Chlorit. Staurolith liegt zwar sehr häufig in Chlorit, jedoch sind Umwandlungen von Staurolith in Chlorit nicht festzustellen, da der Staurolith gegenüber Chlorit scharfe Kristallflächen entwickelt, vgl. Abbildung 2. Weiterhin berühren Chlorit und Muskowit einander sehr häufig, ohne daß zwischen ihnen eine Reaktion feststellbar ist, vgl. Abbildung 2.

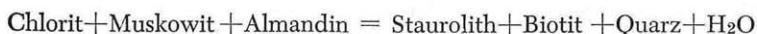
Unter Berücksichtigung dieser Beobachtungen ergibt sich für mögliche Reaktionen, die zur Bildung von Staurolith im vorliegenden Gestein geführt haben können folgendes.

Die experimentell untersuchte Reaktion (HOSCHEK 1969)

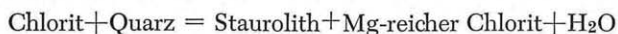


kann nicht herangezogen werden, da Biotit fehlt. In dieselbe Richtung weist, wenn auch nicht zwingend, daß in unserem Glimmerschiefer Muskowit und ein Mg-reicher Chlorit sich berührend und gemeinsam mit Staurolith vorkommen, vgl. Abbildung 2.

Das Fehlen von Biotit schließt ebenfalls eine weitere, allerdings nur aus petrographischer Beobachtung erschlossene Reaktion (CARMICHAEL 1970) aus



Weiterhin ist wegen der Beobachtung, daß im untersuchten Gestein Staurolith und Chlorit nebeneinander vorkommen eine weitere Reaktion (HOFER 1973, zitiert bei WINKLER 1976:218) von Interesse, nämlich

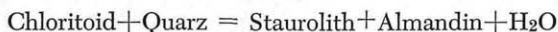


Nach WINKLER 1976:210 sind Druck und Temperaturbedingungen, unter denen sich Chloritoid bei aufsteigender Metamorphose erstmalig bildet, nicht bekannt, gehören jedoch einem niedrigen oder sehr niedrigen Metamorphosegrad an. Das zeigt die Naturbeobachtung.

Ist also Chloritoid aus einer vorhergegangenen Phase einer Metamorphose vorhanden, so ist etwa die von HOSCHEK 1967 und RICHARDSON 1968 experimentell untersuchte Reaktion möglich



Weiterhin ist die Reaktion



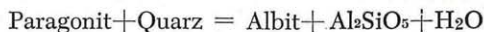
in Betracht zu ziehen, deren Gleichgewichtsbedingungen von GANGULY 1969 bekannt gemacht worden sind, während die Reaktion (GANGULY & NEWTON 1968)



wegen des Fehlens von Magnetit weniger wahrscheinlich ist.

Alle angeführten Reaktionen zur Bildung von Staurolith liegen in einem schmalen P-T-Band, vgl. WINKLER 1976:204 und die punktierte Zone in Abbildung 3. Wegen der variablen Zusammensetzung der reagierenden Phasen kann die angegebene Zone überschritten werden. Auf alle Fälle ist durch das Auftreten von Staurolith der Beginn der mittelgradigen Metamorphose (medium grade metamorphism) (WINKLER 1976) definiert.

Durch den Nachweis von Paragonit ist aber auch eine bessere Begrenzung gegen höhere Temperaturen gegeben. Wiederum sind nach WINKLER 1976:205 die Druck- und Temperaturbedingungen, unter denen sich Paragonit bei steigender Metamorphose erstmals bildet, nicht bekannt, jedoch geschieht das schon bei sehr niedrigen Temperaturen (very-low-grade metamorphism). Die obere Stabilitätsgrenze von Paragonit ist jedoch durch die Reaktion (CHATTERJEE 1972)



gegeben. In dem hier untersuchten Granatglimmerschiefer kommen Paragonit und Quarz nebeneinander vor, die genannte Reaktion ist also nicht abgelaufen und die Bildungsbedingungen müssen links von der entsprechenden Kurve in Abbildung 3 liegen. Dies gibt, neben dem Erhaltenbleiben von Chloritoid, eine merkliche Beschränkung der Temperaturgrenzen, die etwa durch Staurolith „out“ oder durch die Anatexiskurve gegeben wären.

Bezüglich des Druckes stehen nur die Verhältnisse bei den Al_2SiO_5 -Modifikationen zur Verfügung, da die berücksichtigten Reaktionen, besonders in den hier relevanten Bereichen höherer Drucke, nur wenig vom Druck abhängig sind. Eine ausführliche Diskussion über die schwierig zu erfassenden Gleichgewichtsverhält-

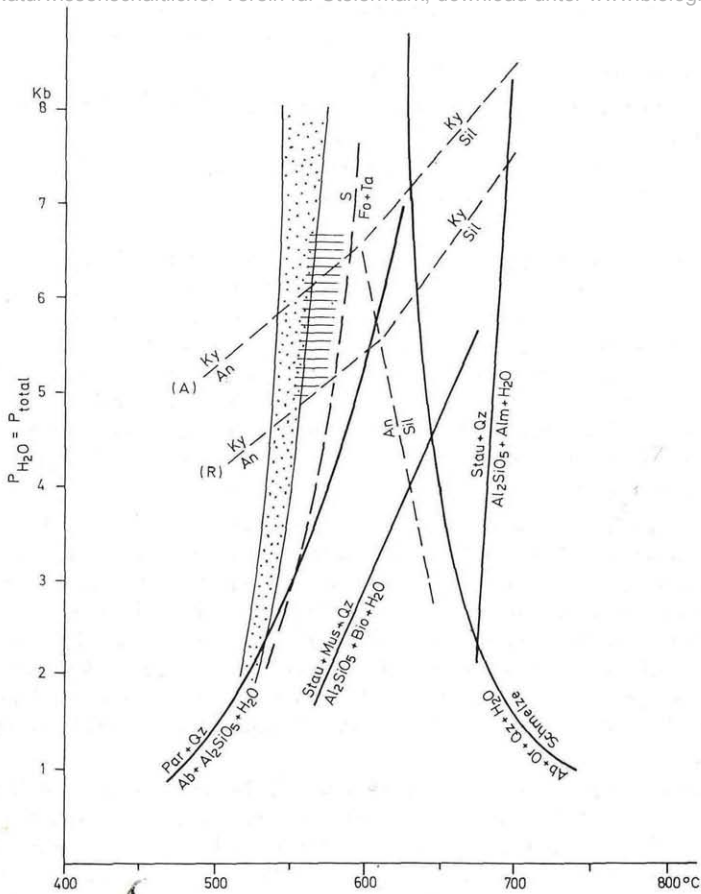


Abb. 3: Druck- und Temperaturbedingung von Reaktionen, die zur Erklärung der Bildungsbedingung des Disthen-Chloritoid-Staurolith-Granatglimmerschiefers mit wesentlichem Paragonitgehalt herangezogen werden können. Die einzelnen Reaktionen sind im Text erläutert. Das punktierte Band ist eine Sammeldarstellung jener Reaktionen, die zur Staurolithbildung führen. Der horizontal schraffierte Bereich umfaßt das wahrscheinliche Druck-Temperaturfeld des untersuchten Granatglimmerschiefers. (A) Phasengrenzen nach ALTHAUS 1967, 1969 a, b; (R) Phasengrenzen nach RICHARDSON et al. 1968, 1969.

nisse der Al_2SiO_5 -Modifikationen in Abhängigkeit von Druck und Temperatur findet sich in WINKLER 1976 : 91 ff. In der Abbildung 3 sind im Anschluß an diese Diskussion die Phasengrenze Disthen/Andalusit und Disthen/Sillimanit nach RICHARDSON et al. 1968, 1969 bzw. ALTHAUS 1967, 1969 a, b eingetragen. Aus allen angeführten Daten gilt für die Bildungsbedingungen des hier untersuchten Disthen-Chloritoid-Staurolith-Granatglimmerschiefers mit wesentlichem Paragonitgehalt unter Berücksichtigung der Al_2SiO_5 -Phasengrenzen nach RICHARDSON et al. 1968, 1969 ein folgendermaßen umschriebenes Druck-Temperaturfeld:

bei 6 kb mit etwa 560 ° C — 610 ° C und

bei 7 kb mit etwa 570 ° C — 630 ° C.

Nimmt man jedoch die Phasengrenzen nach ALTHAUS 1967, 1969 a, b, dann gilt folgendes:

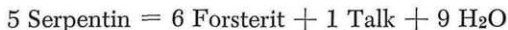
unterster möglicher Beginn bei 6 kb mit etwa 560 ° C und weiterhin

bei 7 kb mit etwa 570 ° C — 630 ° C.

Eine weitere Möglichkeit der Abschätzung der Bildungsbedingungen ist durch die in unmittelbarer Nähe auftretenden Serpentinegesteine gegeben. Dabei muß angenommen werden, daß diese Serpentinegesteine, wenige Meter neben der Entnahmestelle des Granatglimmerschiefers nördlich der Roßhütte, tatsächlich im Verband mit den Glimmerschiefen stehen, was sowohl in der Kartendarstellung von KIESLINGER 1929 wie auch in der von KLEINSCHMIDT & RITTER 1976 zum Ausdruck kommt. Für das folgende ist also die äußerst wahrscheinliche Voraussetzung zu machen, daß Granatglimmerschiefer und Serpentinegesteine durch dieselbe Metamorphose geprägt worden sind.

Die mineralische Zusammensetzung der Ultrabasite nahe der Roßhütte ist schon von KIESLINGER 1929 und von KLEINSCHMIDT & RITTER 1976 angegeben worden. In Serpentiniten, die noch Reste von Olivin, KLEINSCHMIDT & RITTER 1976, enthalten, konnte neben Antigorit, als Hauptmineral, auch Lizardit nachgewiesen werden. Daneben erscheinen noch in geringer Menge ein 14 Å - Chlorit und Talk. In „Schnüren“ angeordnetes „Erz“ (KIESLINGER 1929) ist Magnetit. Auf andere Typen, die reichlich Talk, 14 Å - Chlorit und ein Mineral der Tremolit-Aktinolith-Reihe enthalten, ist es in diesem Zusammenhang nicht notwendig einzugehen.

Die Umwandlung von ultrabasischen Gesteinen in Serpentin bzw. in Serpentin + Talk erfolgt bei niedrigen Temperaturen und Drucken unter Zutritt von Wasser (und CO₂), d. h. am Beginn der niedrigen Metamorphose, low grade metamorphism, greenschist facies, vgl. DIETRICH & PETERS 1971, WINKLER 1976:151 f. Wenn man als Ausgangsgestein ein Gestein mit Olivin und Orthopyroxen (Fo + En) annimmt, so entsteht ein Serpentinegestein, ohne daß an eine Zu- oder Abfuhr, außer H₂O, gedacht werden muß. Die Olivinreste im vorliegenden Gestein zeigen an, daß die Serpentinisierung nicht zu Ende gelaufen ist. Wenn nun ein solcher Serpentin einer höheren Metamorphose unterworfen wird, so muß die Reaktion



eintreten, deren Gleichgewichtsbedingungen von JOHANNES 1975 bekannt gegeben worden sind; die entsprechende Kurve ist auch in der Abbildung 3 eingetragen. Im vorliegenden Fall jedoch ist diese Reaktion nicht abgelaufen, so daß — unter Berücksichtigung der oben angeführten Bedingungen — Druck und Temperatur für die Metamorphose des hier bearbeiteten Granatglimmerschiefers links von der Gleichgewichtskurve, also auf der Seite Serpentin liegen müssen. Das ergibt eine weitere Einschränkung gegen höhere Temperaturen.

Zusammenfassend kann daher gesagt werden, daß die wahrscheinlichen Bildungsbedingungen für den Disthen-Chloritoid-Stauroolith-Almandin-Glimmerschiefer mit wesentlichem Paragonitgehalt durch folgendes Druck- und Temperaturfeld (mit Phasengrenzen der Al₂SiO₅-Modifikationen nach RICHARDSON et al. 1968, 1969) gegeben sind:

Tab. 1: Chemische Analyse eines Disthen-Chloritoid-Staurolith-Granatglimmerschiefers mit wesentlichem Anteil an Paragonit von der Roßhütte, südliche Koralm, Analytiker Dr. Th. Teich. Ferner sind angegeben die Projektionswerte nach HOSCHEK 1967, sowie ein aus der chemischen Analyse berechneter, ungefährender (wechselnde chemische Zusammensetzung einzelner Komponenten) Mineralbestand.

SiO ₂	54,74	Muskowit	18
TiO ₂	1,05	Paragonit	24
Al ₂ O ₃	22,71	Quarz	29
Fe ₂ O ₃	2,26	Granat, vorw. Alm.	16
FeO	8,80	Staurolith	5
MnO	0,15	Chloritoid	2
MgO	0,53	Disthen	1
CaO	1,17	Erz (Ilm. etc.)	5
Na ₂ O	1,90		
K ₂ O	2,06		
P ₂ O ₅	0,14		
Glv.	4,55		
	<u>100,06</u>		
			100 Gew.-%

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) : (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) = 52:12:36$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{CaO} : (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) = 57: 5:38$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{MgO} = 60:37: 3$$

unterster möglicher Beginn bei 5 kb mit etwa 560 ° C, weiterhin

bei 6 kb mit etwa 560 ° C — 580 ° C und

bei 7 kb mit etwa 570 ° C — 590 ° C.

Mit den Phasengrenzen für die Al₂SiO₅-Modifikationen nach ALTHAUS 1967, 1969 a, b gilt jedoch:

unterster möglicher Beginn bei 6 kb mit etwa 560 ° C und weiterhin

bei 7 kb mit etwa 570 ° C — 590 ° C.

Höhere Drucke sind möglich; sie würden aber die genannten Temperaturen innerhalb wahrscheinlicher Druckbereiche nicht wesentlich ändern. Eine obere Grenze für die Drucke anzugeben, ist nach den zur Zeit bekannten Reaktionen nicht möglich.

Möglicherweise ist im größeren Volumen chemisches Gleichgewicht nicht erreicht. Macht man jedoch diese Annahme, so folgt durch eine einfache Überlegung nach der Phasenregel aus der großen Zahl der Phasen für die Bildungsbedingungen eine wesentliche Einschränkung der Freiheiten. In der AFM-Projektion ist unter Berücksichtigung von Paragonit der Projektionspunkt des Granatglimmerschiefers der Roßhütte etwas über Almandin. Die beobachtete Paragenese liegt zwischen Fig. 14 — 6 (Almandine-low grade) und Fig. 14 — 9* bzw. Fig. 14 — 9 (Almandine-medium grade) nach WINNKLER 1976:222.

Der schraffierte Bereich in Abbildung 3 gibt den wahrscheinlichsten Bereich für die Bildungsbedingungen des vorliegenden Disthen-Chloritoid-Stauroolith-Granatglimmerschiefers mit wesentlichem Anteil an Paragonit wieder. Dieser Bereich von Druck und Temperatur liegt durchaus innerhalb der Bereiche, die für Eklogite der Koralpe von HERITSCH 1973 und RICHTER 1973 und für die Platten-gneise der Koralpe von PLATEN & HÖLLER 1966 angegeben worden sind. Gegenüber den Angaben von KLEINSCHMIDT & RITTER 1976 ist eine präzise Fassung der Daten erreicht.

Für diese Arbeit standen uns die Mittel des Institutes für Mineralogie und Petrographie zur Verfügung. Herrn Dr. Th. TEICH danken wir für die Ausführung der chemischen Analyse ebenso, wie Herrn Dr. H. J. HÜLLER, der einige Kontrollbestimmungen zur chemischen Analyse durchführte.

Literatur

- ALTHAUS E. 1967. The Triple Point Andalusite-Sillimanite-Kyanite. — *Contr. Mineral. Petrol.*, 16:29-44.
- 1969 a. Experimental evidence that the reaction of Kyanite to form Sillimanite is at least bivariant. — *Amer. J. Sci.*, 267:273-277.
- 1969 b. Das System Al_2O_3 — SiO_2 — H_2O . Experimentelle Untersuchungen und Folgerungen für die Petrogenese der metamorphen Gesteine. — *N. Jb. Miner. Abh.*, 111:74-161.
- CARMICHAEL D. M. 1970. Intersecting Isograds in the Whetstone Lake Area, Ontario. — *J. Petrol.*, 11:147-181.
- CHATTERJEE N. D. 1972. The Upper Stability Limit of the Assemblage Paragonite + Quartz and Its Natural Occurrences. — *Contr. Mineral. Petrol.*, 34: 288—303.
- DIETRICH V. & PETERS T. 1971. Regionale Verteilung der Mg-Phyllosilikate in den Serpentiniten des Oberhalbsteins. — *Schweiz. Miner. Petrogr. Mitt.*, 51:329-348.
- E-AN ZEN & ALBEE A. L. 1964. Coexistent Muscovite and Paragonite in Pelitic Schists. — *Amer. Mineral.*, 49:904-925.
- GANGULY J. & NEWTON R. C. 1968. Thermal Stability of Chloritoid at High Pressure and relatively High Oxygen Fugacity. — *J. Petrol.*, 9:444-466.
- GANGULY J. 1969. Chloritoid Stability and related Parageneses: Theory, Experiments, and Applications. — *Amer. J. Sci.*, 267:910-944.
- HERITSCH H. 1973. Die Bildungsbedingungen von alpinotypem Eklogitamphibolit und Metagabbro, erläutert an Gesteinen der Koralpe, Steiermark. — *Tschermaks Miner. Petr. Mitt.*, 19:213-271.
- HOSCHEK G. 1967. Untersuchungen zum Stabilitätsbereich von Chloritoid und Stauroolith. — *Contr. Mineral. Petrol.*, 14:123-162.
- 1969. The Stability of Stauroilite and Chloritoid and their Significance in Metamorphism of Pelitic Rocks. — *Contr. Mineral. Petrol.*, 22:208-232.
- JOHANNES W. 1975. Zur Synthese und thermischen Stabilität von Antigorit. — *Forschr. Miner.*, 53, Beih. 1:36.
- KIESLINGER A. 1926, 1927, 1928. Geologie und Petrographie der Koralpe. — I—IX Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. I, 135: 1-42, 479-497; 136:79-94, 95-104; 137:101-111, 123-142, 401-454, 455-480, 491-532.

- 1929. Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Unterdrauburg. — Geol. Bundes-Anst., Wien.
- KLEINSCHMIDT G. & RITTER U. 1976. Geologisch-petrographischer Aufbau des Korallenkristallins südlich von Soboth/Steiermark-Kärnten (Raum Hühnerkogel—Laaken). — Carinthia II, 166/86:57-91.
- PLATEN H. v. & HÖLLER H. 1966. Experimentelle Anatexis des Stainzer Plattendneises von der Koralle, Steiermark, bei 2, 4, 7 und 10 kb H₂O-Druck. — N. Jb. Miner. Abh., 106:106-130.
- RICHARDSON S. W. 1968. Staurolite Stability in a Part of the System Fe-Al-Si-O-H. — J. Petrol., 9:467-488.
- RICHARDSON S. W., BELL M. P. & GILBERT M. C. 1968. Kyanite-Sillimanite Equilibrium between 700 ° and 1500 ° C. — Amer. J. Sci., 266:513-541.
- RICHARDSON S. W., GILBERT M. C. & BELL P. M. 1969. Experimental Determination of Kyanite, Andalusite and Andalusite-Sillimanite Equilibria; The Aluminium Silicate Triple Point. — Amer. J. Sci., 267:259-272.
- RICHTER W. 1973. Vergleichende Untersuchungen an ostalpinen Eklogiten. — Tscherma's Miner. Petr. Mitt., 19:1-50.
- WINKLER H. G. F. 1976. Petrogenesis of Metamorphic Rocks. — Fourth Edition, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Anschrift der Verfasser: Univ.-Prof. Dr. Haymo HERITSCH und Josef MÖRTL,
Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz, Universitätsplatz 2, A-8010 Graz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [107](#)

Autor(en)/Author(s): Heritsch Haymo, Mörtl Josef

Artikel/Article: [Die Bildungsbedingungen eines Disthen-Chloritoid-Stauroolith-Granatglimmerschiefers mit wesentlichem Paragonitgehalt von der Roßhütte, südlich Koralpe. 15-23](#)