

ZUR MINERALOGIE EINES KORUND-FÜHRENDEN PEGMATITES
UND SEINER REAKTIONSZONEN ZUM SERPENTINIT
(KL.-HEINRICHSCHLAG W KREMS, NIEDERÖSTERREICH)

von

K. Fechner und M. A. Götzingler +)
(eingelangt am 9. Mai 1985)

Zusammenfassung

Pegmatite in Serpentiniten der Gföhler Einheit, Moldanubikum, enthalten Plumasit-bereiche (Korund und Andesin), Sillimanit und Andalusit sowie in Reaktionszonen Cordierit, Anthophyllit und Vermiculit. Mineralbeschreibungen werden gegeben. Aufgrund der Mineralparagenesen können Bildungsbedingungen von ca. 650 - 600° C bei 2-3 kbar abgeschätzt werden. Die Bildung einzelner Mineralparagenesen wird diskutiert. Korund bildet sich bevorzugt in taschenförmigen Ausbuchtungen des Pegmatites, wo das Verhältnis Oberfläche zu Volumen (des Pegmatites gegenüber dem Serpentin) besonders günstig ist.

Einleitung, geologischer Rahmen

In dem SW-NE streichenden Amphibolitzug (Gschwendt - Kl.-Heinrichschlag - Hartenstein - Löwein) der Gföhler Einheit des Moldanubikums treten stellenweise Serpentinite auf; einzelne sind von minder mächtigen Pegmatiten durchschlagen. Die geologische Karte dieses Gebietes (Blatt 37-Mautern, MATURA, 1983) weist in diesem Gebiet 12 Serpentinite aus; einzelne fallen im Gelände nur durch das gehäufte Auftreten von Opalen, Chalcedonen und "Gelmagnesit" auf, einige bilden morphologisch auffällige Geländekuppen. Die Abbildung 1 gibt den betreffenden Kartenausschnitt wieder.

In der unmittelbaren Umgebung des aus der Literatur mehrfach bekannten Pegmatites SE Kl.-Heinrichschlag fand einer der Autoren (K. F.) im Jahre 1968 ein korundhaltiges Gestein. Eine kurze Beschreibung eines ähnlichen Gesteins dieser Lokalität gab NIEDERMAYR (1973), wobei auch einige Unklarheiten bezüglich älterer Fundortangaben diskutiert wurden.

Im Randbereich dieses Pegmatites zum Serpentin treten interessante Mineral-Reaktionszonen auf, die hier, sowie an mehreren anderen Vorkommen der Böhmisches Masse in Niederösterreich schon Gegenstand mineralogischer Bearbeitung sind (vgl. GÜTZINGER, 1979, 1982).

Im folgenden soll eine übersichtliche Zusammenschau über die Mineralogie und mögliche Reaktionsabläufe in und um diesen Pegmatit gegeben werden.

+) Anschrift der Verfasser:

Karl Fechner, Per-Albin-Hansson-Straße 9/3, A-1100 Wien;

Dr. Michael A. Götzingler, Institut für Mineralogie und Kristallographie der Universität Wien, Dr. Karl-Lueger-Ring 1, A-1010 Wien

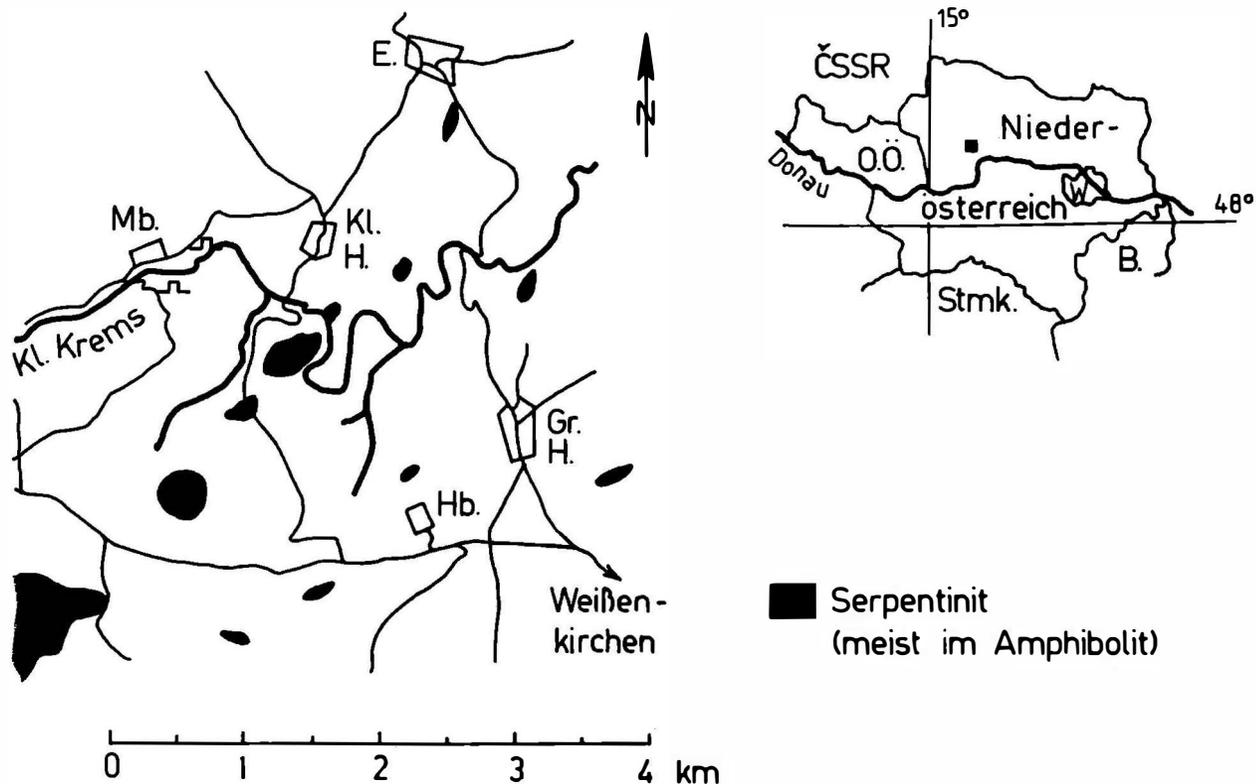


Abb. 1: Serpentinitvorkommen bei Kl.-Heinrichschlag, NÖ.,
 Ausschnitt aus der Geologischen Karte von A. MATURA (1983);
 E. = Els, Mb. = Marbach, Kl.H. = Kl.-Heinrichschlag,
 Gr.H. = Gr.-Heinrichschlag, Hb. = Himberg

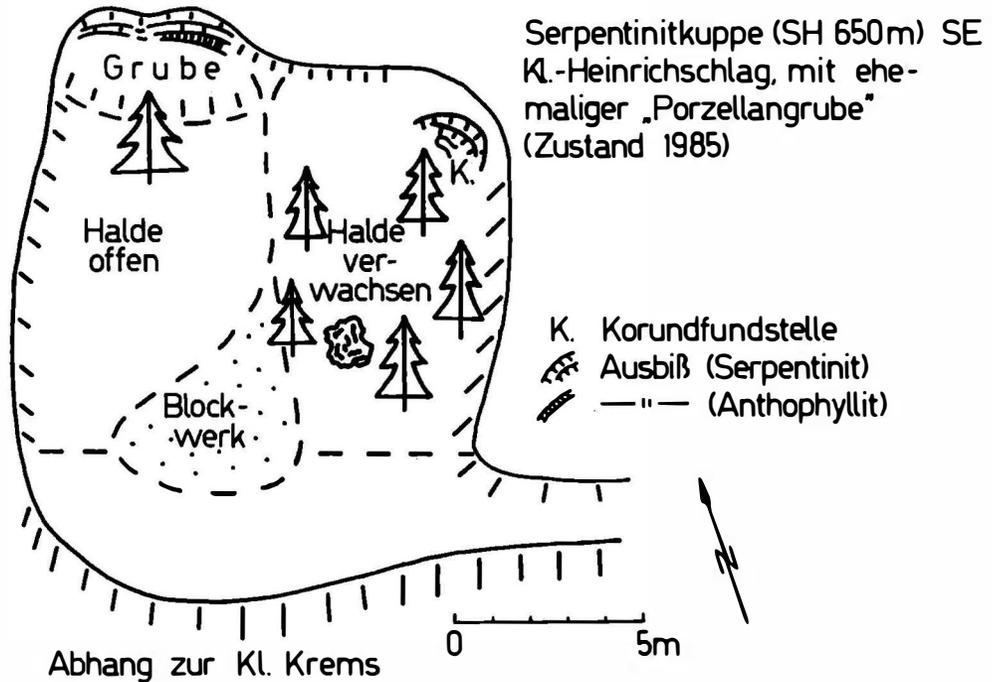


Abb. 2: Aufschlußverhältnisse im Steinbruch SE Kl.-Heinrichschlag, NÖ.
Zustand 1985; der "Hauptpegmatit" liegt unter der offenen Halde
und ist in der Grube durch Versturzmateriale bedeckt.

Zur Mineralogie des Pegmatites und seiner Reaktionszone

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Aufschluß-Situationen (1968, 1985) der ehemaligen "Porzellangrube": "der Versuch zur Feldspatgewinnung war wohl vor einigen Jahrzehnten die Ursache zur Anlage des Bruches" (MEIXNER, 1942), ein Abbau erfolgte auch nach 1945 nicht. Nach dem Geländebefund (Beobachtungen seit 1968) und den charakteristischen Mineralassoziationen sind folgende Bereiche und Zonen unterscheidbar (vgl. auch Tab. 1):

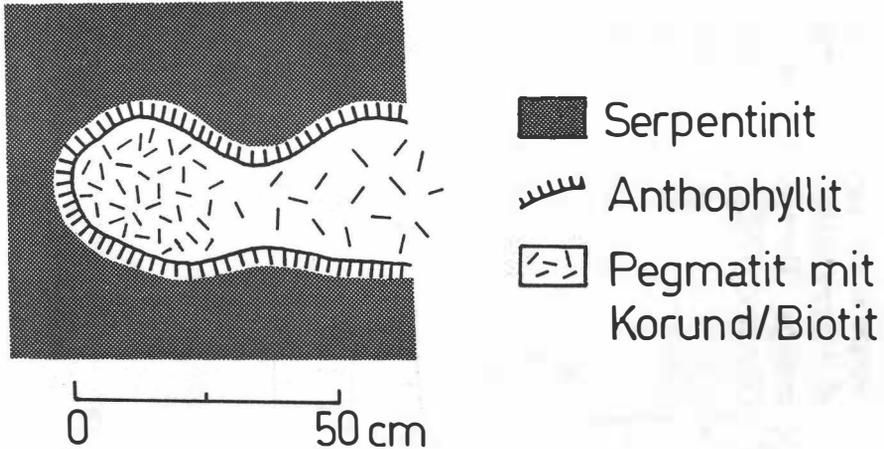


Abb. 3: Korundfundstelle (siehe in Abb. 2 unter K.). Zustand 1968; der Pegmatit (rechts) wird in Aussackungen korund- und biotitführend (links); gegen den Serpentin tritt radialständiger Anthophyllit auf.

- a: Primärer Pegmatitbereich: Kalifeldspat (meist im Schriftgranit), Oligoklas, Quarz (+ Rosenquarz, hell), Muskovit I, Turmalin I (Schörl), Apatit I (eingewachsen), Biotit I;
- b: Desilifizierungszone - Plumazitbereich: Andesin, Sillimanit, Andalusit, Korund, Biotit II (Vermiculit II);
- c: Reaktionszone zum Serpentin: Cordierit, Rutil, Biotit III (Anomit, Vermiculit II) Anthophyllit, Chlorit (grün) und Vermiculit I;
- d: Serpentin: Serpentin, Orthopyroxen, Magnetit.

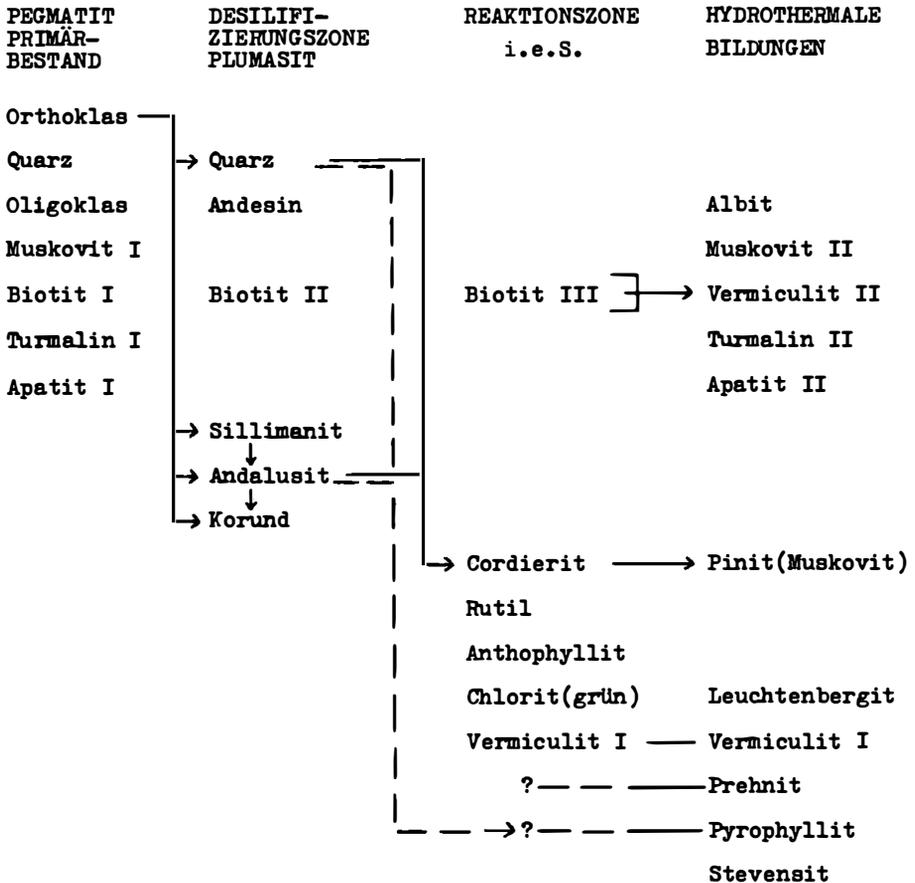
Hydrothermale Bildungen finden sich in allen 4 Bereichen:

Albit, Muskovit II, Turmalin II (braun, grün, blau), Apatit II (freie Kristalle), Leuchtenbergit-Chlorit (farblos-weiß), Pyrophyllit, Prehnit, Stevensit; Margarit auf zwei Stufen fraglicher Herkunft ("Felling"; Margarit + Korund: CHATTERJEE, 1974, STORRE und NITSCH, 1974, OLESCH und MATTHES, 1984).

Von folgenden Autoren liegen schon Einzelbeschreibungen von Mineralen aus Kl.-Heinrichschlag vor: BAADER (1840), WICHMANN (1884), MEIXNER (1942, 1963), KONTRUS und NIEDERMAYR (1969), NIEDERMAYR (1973), MEIXNER (1976), GÖTZINGER (1979), ZIRKL (1985).

Da sich in der folgenden Beschreibung oft eigene Beobachtungen mit einzelnen publizierten Angaben decken, wird nur in speziellen Fällen der Erstbeschreiber zitiert.

Tabelle 1: Mineralgesellschaften und -abfolgen in einzelnen Bereichen und Zonen: Pegmatit - Serpentinitt von Kl.-Heinrichschlag, N.Ö.



Die mineralogische Untersuchung erfolgte hauptsächlich mittels Röntgendiffraktometrie (RDA, u.a. für Gitterkonstanten- und Anorthitgehaltsbestimmungen der Plagioklase nach BAMBAUER et al., 1967) sowie an Gesteins-Dünnschliffen.

a: Minerale des pegmatitischen Primärbestandes (Reihung nach der Häufigkeit)

Kalifeldspat besitzt röntgenographisch niedrige Triklinität (nach GOLDSMITH und LAVES, 1954; SMITH, 1974), dem Orthoklas nahestehend. Er bildet mit Quarz häufig Schriftgranite. Stellenweise ist makroperthitische Albitmischung beobachtbar. Mitunter treten Kristalle bis 10 cm Größe auf, mit weißer, hellgelblicher oder grauer Farbe.

Plagioklas zeigt schwach variablen Anorthitgehalt, meist dem Oligoklas entsprechend, stellenweise in dünntafeligen Kristallen von mehreren cm Größe.

Quarz tritt einerseits derb als Milchquarz, seltener hellrosa als Rosenquarz auf, andererseits ist er mit Orthoklas verwachsen (Schriftgranit).

Muskovit und brauner Biotit sind selten erhalten, Biotit ist stellenweise in Vermiculit II umgewandelt.

Turmalin (Schörl) wurde von MEIXNER (1942) beschrieben, es liegt derzeit kein Belegmaterial vor.

Apatit fand sich, nach der Aufschlußbeschreibung MEIXNERS (1942) im primären Pegmatitgestein eingewachsen.

b: Minerale der Desilifizierungszone - Plumasitbereich (Reihung nach der Häufigkeit)

Als Plumasit wird im Sinne von LAWSON (1903) ein Plagioklas-Korundgestein verstanden, benannt nach Plumas County, California (KUNZ, 1901).

Plagioklas zeigt hier deutlich höheren Anorthitgehalt, auch variabel, Andesin bis Labradorit entsprechend. Stellenweise sind plattige Kristalle mit Sillimanit verwachsen.

Andalusit bildet charakteristische stengelige Kristalle und Kristallaggregate von bräunlichroter Farbe, randlich oft heller, bis weiß, bis 20 cm Länge. Häufig ist Muskovit auf Absonderungsflächen eingewachsen, gelegentlich tritt auch Cordierit in unmittelbarer Nähe, besonders im Randbereich des Pegmatites auf. Kristallumrisse und Kanten des Andalusites sind gelegentlich ausgebildet, besonders als Einwachsung in gelblichem Quarz. Die meisten Andalusite waren im westlichen Pegmatitteil anzutreffen. Gelegentlich tritt Pyrophyllit (nach Andalusit) mit auf.

Sillimanit ist, obwohl er bis 2 cm lange, farblose Kristalle bildet, neben Plagioklas sehr unscheinbar, makroskopisch nur in charakteristischen Kristallfaserbüscheln erkennbar. Auf einem Handstück (Naturhistorisches Museum Wien, Nr. L 2704) tritt Sillimanit neben Andalusit, Korund und Biotit im Plagioklas auf.

Korund stellt möglicherweise das erstbeschriebene Mineral dieses Vorkommens dar (BAADER, 1840). Einer der Autoren (K.F.) konnte im Jahre 1968 mehrere Stufen mit Korund bergen. Der Korund trat in einem ca. 8 m östlich des ca. 3 m mächtigen "Hauptpegmatites" in randlichen Bereichen eines Pegmatitkörpers gegen den Serpentin auf (siehe Abb. 3), vgl. auch NIEDERMAYER (1973). Die Korunde, meist undeutliche, tonnenförmige Kristalle (Durchmesser bis 1,5 cm, Länge bis 2 cm, Kristallaggregate bis 3 cm) zeigen in größeren Kristallen einen fleckig tiefblauen Kern (ca. 2/3 des Durchmessers) und einen hell blaugrauen Rand (zur Farbe von Korunden: SCHMETZER und BANK, 1981). Meist ist das umgebende Mineral Andesin, oft auch begleitet von braunem Biotit (häufig in Vermiculit II umgewandelt), gelegentlich mit weißem Chlorit (Leuchtenbergit), Pyrophyllit und Prehnit.

Sowohl aus dem Naturhistorischen Museum Wien (NHM; Nr. A.o. 783, K 1855) als auch aus der Sammlung des Institutes für Mineralogie und Kristallographie der Universität Wien (IMK; Nr. 2796, 7111) stammt altes Belegmaterial von Korund unterschiedlichen Aussehens, unterschiedlicher Begleitminerale und mit verschiedenen Fundortangaben. Die Tabelle 2 gibt einen Überblick.

Biotit tritt in bis 3 cm großen, dünnplattigen Kristallen bevorzugt neben derben Korundaggregaten auf. Er ist braun bis hellbraun und meist in Vermiculit II umgewandelt.

Tabelle 2 : Belegmaterial für Korunde aus dem n.ö. Waldviertel;

Naturhistor. Museum Wien (NHM), Institut für Mineralogie und Kristallographie der
 Universität Wien (IMK) und eigene Aufsammlung.

Nr.	Korundbeschreibung	Begleitminerale	Fundortangabe
A.o. 783 (NHM)	massig, dunkel-blaugrau Kristallaggregate - 3 cm	Margarit, Muskovit Chlorit (weiß)	Felling
K 1855 (NHM)	grau, eingewachsen Einzelkristalle - 0,5 cm	Plagioklas (Labradorit), wenig Muskovit; → Plumasit	Els
2796 (IMK)	blau, violblau, dunkler Rand; Kristalle und Aggregate - 2 cm	Margarit körnig dicht, Vermiculit, ± Chlorit (weiß)	Felling bei Krems
7111 (IMK)	dunkel graublau, Einzelkristalle - 1 cm	Muskovit, Pyrophyllit, Prehinit	Gföll
Funde Fechner, Nieder- mayr	Kern blau, Rand hell- grau, Einzelkristalle und Aggregate 1 - 3 cm	Andesin, Biotit - Vermiculit, (± Quarz)	Kl.-Heinrich- schlag

c: Minerale der Reaktionszonen zum Serpentin

Die Reaktionszonen zwischen Pegmatit und Serpentin können aufgrund unterschiedlicher Mineralassoziationen in eine (innere) Cordieritzone und eine (äußere) Anthophyllit-Vermiculitzone unterteilt werden; erstere hat naturgemäß einen schleifenden Übergang zum Plumazitbereich, die zweite geht mehr minder kontinuierlich in teilweise verwitterten Serpentin über. Das Kriterium für die Zusammenfassung dieser Reaktionszonen ist das massive Auftreten Mg-reicher Minerale; eine Folge der chemischen Wechselwirkungen zwischen dem SiO₂-Angebot des Pegmatites und dem Mg-Angebot des Serpentinites. (Reihung der Minerale in Richtung des Auftretens zum Serpentin hin).

Cordierit bildet bis 2 cm große, tonnenförmige Kristalle von graugrüner Farbe, in dünnen Splintern ist auch der charakteristische Pleochroismus (hell blauviolett - hell bräunlich) erkennbar. Die meisten Kristalle sind pinitisiert (Muskovit) und zeigen die daraus folgende typische plattige Absonderung. Cordierit tritt bevorzugt im östlichen Randbereich des "Hauptpegmatites" auf, gelegentlich auch zusammen mit Andalusit.

Rutil kommt lokal zusammen mit Cordierit und Andalusit vor, er bildet dunkle metallisch glänzende Körner (offenbar hoher Fe-Gehalt) bis 3 mm Größe, eingewachsen im Plagioklas oder Quarz.

Biotitkristalle von braun-olivgrüner Farbe, Plattendurchmesser bis 2 cm, oft parallelständig zur Pegmatitoberfläche, bilden stellenweise eine markante Grenze zwischen den (hellen) Pegmatitmineralen und den dunklen Bestandteilen der Serpentin-Einflußzone (Anthophyllit u.s.w.). Dieser Biotit ist bevorzugt in Vermiculit II umgewandelt. Hierher zu stellen ist wohl auch der von MEIXNER (1942) beschriebene Anomit.

Anthophyllit tritt wiederholt in 2-3 cm mächtigen, auffällig parallelstrahligen Mineralaggregatsämen auf. Die nadeligen Kristalle stehen senkrecht zur Pegmatitoberfläche, bzw. senkrecht zu Kluftflächen, die vom Pegmatit ausgehen. Die Farbe variiert von hell ockergrau bis hell olivgrün, oft ist grüner Chlorit oder brauner Vermiculit eingelagert; stellenweise kommt es zur Ausbildung von Anthophyllit-Asbest.

Chlorit und Vermiculit I bilden den Übergang zum Serpentin. Beide Minerale, Korngrößen um 1 mm, treten in wechselnden Mengenverhältnissen zueinander auf. Stellenweise greifen sie in Klüften auch weit in den Serpentin hinein. Der Chlorit fällt durch seine "giftgrüne" Farbe auf, Vermiculit ist hell- bis dunkelbraun (zur RDA-Unterscheidung: WEISS und ROWLAND, 1956). Seine Entstehung ist wohl als hydrothermales, primäres Reaktionsprodukt anzusehen; hingegen ist Vermiculit II immer ein Folgeprodukt aus und nach anderen Mineralen. Chlorit und Vermiculit I sind einerseits Reaktionsprodukte, leiten andererseits jedoch zu den Mineralen hydrothermalen Bildungen über.

d: Minerale des Serpentin

Röntgenographisch sind Antigorit und Lizardit sowie Chlorit feststellbar, visuell Orthopyroxen und Magnetit (magnetisch). Der Erhaltungszustand des Serpentin ist durch Verwitterungseinflüsse sehr unterschiedlich; Opal- und Chalcedonschnüre durchziehen zusammen mit Calcit große Teile des Serpentin-körpers, "Gelmagnetit" ist selten.

Minerale hydrothermale Bildung

Hierher sind einerseits Mineralbildungen in randnahen Hohlräumen des Pegmatites und andererseits Mineralumsetzungen zuzuordnen.

Im Pegmatitbereich treten Albitisierungen und farblose Albitkristalle in Hohlräumen auf. Diese enthalten auch den Turmalin II, meist braunen Dravit (Gitterkonstanten: $a_0 = 15,91 \pm 0,01 \text{ \AA}$, $c_0 = 7,18 \pm 0,02 \text{ \AA}$; Einstufung nach EPPRECHT, 1953; vgl. MEIXNER, 1969). Selten wurden auch grüne und blaue Turmalinkristalle gefunden. Muskovit und klare Apatitkristalle kommen ebenfalls in diesen Hohlräumen vor; Erzminerale wurden bisher nicht beobachtet.

Minerale typisch hydrothermalen Bildungen (vgl. dazu KOLLER et al., 197B; KOLLER und NIEDERMAYR, 1979) oder Umsetzungen sind Prehnit, Pyrophyllit und Leuchtenbergit, sie bilden stellenweise feinkörnige Mineralgemenge, die nur im Dünnschliff oder mittels RDA auflösbar sind. Nur Prehnit ist selten in freien Kriställchen sichtbar. In Umsetzungs-zonen von Andalusit treten Verwachsungen von Muskovit, Pyrophyllit und Leuchtenbergit auf, nach Cordierit sind Muskovit und Pyrophyllit beobachtbar.

Stellenweise finden sich im Andesin stengelige Kristallformen, die feinkörnigen Chlorit nach einem nicht mehr feststellbaren Mineral enthalten; aus einem vergleichbaren Vorkommen (Pingendorf b. Geras, N.Ö.) ist Chlorit nach Amphibol nachweisbar.

Plumasite - Vorkommen und Entstehungsbedingungen

Vorkommen von Plumasiten sind weltweit und schon aus dem vorigen Jahrhundert bekannt (z.B.: MOROZEWICZ, 1899; KUNZ, 1901; LAWSON, 1903; LARSEN, 1928; SOKOLOV, 1931; ROSE, 1957; ALTHERR et al., 1982; OLESCH und MATTHES, 1984).

Aufgrund der verschiedenen Fundortangaben alter Belegstücke aus dem Waldviertel (siehe Tab. 2) erschien eine Überprüfung im Gelände angebracht: Eine Nachsuche in den Pegmatiten bei Rastbach W Gföhl verlief negativ (mächtige Reaktionszonen mit Anthophyllit und Vermiculit). Etwa 1 km W Felling steht unmittelbar S der Straße Serpentin mit einem Pegmatit an. Letzterer führt Schörl, Cordierit und große Kristalle dunkelgrünen Biotites. Korund wurde nicht gefunden, sein Auftreten ist jedoch prinzipiell möglich; WICHMANN (1884) erwähnt ebenfalls: "Der Glimmer des Gesteins ist grüner Biotit". Mit dem Fundort "Felling" liegen 2 Stufen vor (NHM A.o. 783, IMK 2796), die ähnliche Begleitminerale aufweisen. Besonders auffällig in beiden ist das Fehlen von Plagioklas und der Nachweis von Margarit, ein Mineral, das in Kl.-Heinrichschlag bisher nicht gefunden wurde. Nach all diesen Befunden erscheint Felling als Korundfundpunkt (alte Angabe in BAADER, 1840) durchaus möglich. Ein Belegstück (NHM K 1855) aus Els (vgl. dazu WICHMANN, 1884/151) ist ein typischer Plumasit (Korund in Labradorit); SE Els steht S der Straße ebenfalls Serpentin an, ein durchschlagender Pegmatit wurde nicht gefunden (ca. 100 m nördlich ist jedoch ein aplitisches Gestein in unmittelbarer Umgebung eines Granatpyroxenites aufgeschlossen; eine Reaktionszone wurde nicht beobachtet). Es liegt daher momentan kein Anhaltspunkt für die Richtigkeit dieser Fundortangabe vor.

Im Rahmen der Arbeiten über Vermiculitvorkommen in der Böhmisches Masse in Niederösterreich (GÜTZINGER, 1982) wurden viele Pegmatitaufschlüsse in Serpentin untersucht; mächtige Reaktionszonen hydroxylhaltiger Minerale (Amphibole, Glimmer u. dgl.) sind für eine Korundbildung möglicherweise aufgrund zu niedriger Reaktionstemperaturen und erhöhtem Anteil an fluider Phase nicht geeignet.

Entstehungsbedingungen der Plumasite

Die Entstehung von Plumasitkörpern und -gängen wurde und wird von den meisten (oben genannten) Autoren mit der Entkieselung (Desilifizierung) von Pegmatitgängen erklärt, LARSEN (1928) postuliert für Albitite und Plumasite echte magmatische Differentiate, gibt jedoch auch eine Theorie an, daß diese Gesteine aus den pneumatolytisch-hydrothermalen wäßrigen Restlösungen des ultrabasischen Magmas entstanden seien.

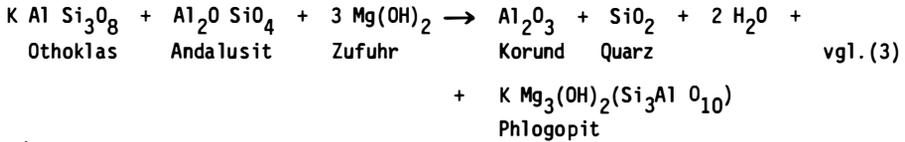
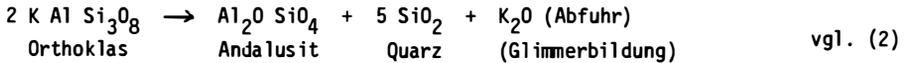
Bei den Vorkommen im niederösterreichischen Anteil des Moldanubikums handelt es sich aufgrund der Mineralgesellschaft im Primärbereich sicherlich um "echte" Pegmatite, die, den tektonischen Schwäche-zonen um Serpentinite folgend, in diese eingedrungen sind. Aus Aufschlußbildern ist zu schließen, daß einige Pegmatite reaktionsfreudiger und offenbar heißer, andere reaktionsträger und schon mehr abgekühlt waren, und sich somit unterschiedliche Reaktionszonen im Kontakt mit den Serpentiniten (Peridotiten) ergeben. Ebenso spielt der jeweilige Anteil der fluiden Phase eine entscheidende Rolle für den Mineralinhalt der Reaktionszonen.

An Proben von Kl.-Heinrichschlag können folgende Mineralteilparagenesen beobachtet werden:

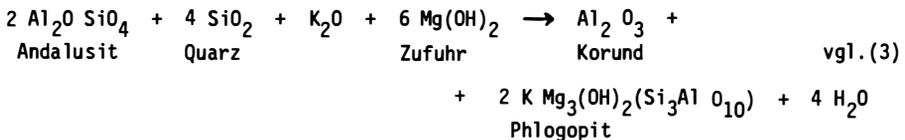
- (1) Oligoklas + Sillimanit + Andalusit (+ Biotit)
- (2) Andalusit + Quarz (+ Muskovit, sekundär)
- (3) Andesin + Korund + Biotit (+ Quarz)
- (4) Andesin + Cordierit + Andalusit + Quarz (+ Muskovit, sekundär)
- (5) → Albitisierungs-, Verglimmerungs- und Verquarzungszonen

Aus (1) sind die Bildungsbedingungen (nach ALTHAUS, 1967, HOLDAWAY, 1971) abschätzbar: ca. 650 - 600° C bei 2-3 kbar.

Da Orthoklas nur im Primärbestand vorkommt und sowohl in der Desilifizierungszone als auch in der Reaktionszone fehlt, wird angenommen, daß vor allem Kalifeldspat für folgende mögliche Mineralreaktionen aufgebraucht wurde:



oder:



(siehe auch SEIFERT und SCHREYER, 1970)

Die angeführten Mineralreaktionen verlaufen generell unter der Anwesenheit von Wasser. Plagioklas wird im Reaktionsablauf An-reicher, dies erklärt die Albitisierungen. Das freigesetzte Kalium (2) führt zur Verglimmerung. Die Mg-Zufuhr vom Serpentin wird formal als Mg(OH)₂ angegeben.

Die Korundbildung erfolgt offenbar bevorzugt in taschenförmigen Ausbuchtungen und ("trockeneren") Seitenästen des Pegmatites (vgl. Abb. 3), wo das Verhältnis Oberfläche zu Volumen des Pegmatites gegenüber dem Serpentin besonders günstig ist, d.h. der Desilifizierungsvorgang von vielen Seiten eingreifen kann.

Die Bildungs- und Reaktionszeit des Pegmatites kann wahrscheinlich in die ausklingende kaledonische Gebirgsbildung gestellt werden.

Obereinstimmend zu KOLLER und NIEDERMAYR (1979) sei vermerkt, daß Prehnitkristalle in Hohlräumen von Pegmatiten den niedrigthermalen Bildungen entsprechen. Der oft unscheinbare Prehnit als Zwickelfüllung in der Desilifizierungszone kann aber schon bei höheren Temperaturen (etwa 400° C) gebildet werden (LIU, 1971).

Dank

Herrn Dr. G. NIEDERMAYR (Naturhistorisches Museum Wien) danken wir für interessante Hinweise und für die Oberlassung von Probenmaterial.

Literatur

- ALTHAUS, E. (1967): The triple point andalusite-sillimanite-kyanite. - Contr. Min. Petr. 16, 29-44.
- ALTHERR, R., OKRUSCH, M., BANK, H. (1982): Corundum- and kyanitebearing anatectites from the Precambrian of Tanzania. - Lithos 15, 191-197.
- BAADER, J.A. (1840): Ueber den Korund aus dem K.O.M.B. in Oesterreich. Zschr. f. Physik u. verwandte Wissensch. (Ph. v. Holger) 6, 104 ff.
- BAMBAUER, H.U., CORLETT, M., EBERHARD, E., VISWANATHAN, K. (1967): Diagramms for the determination of Plagioclases using X-Ray powder methods. - Schw. Min. Petr. Mitt. 47, 333-349.
- CHATTERJEE, N.D. (1974): Synthesis and upper thermal stability limit of 2M-margarite, $\text{Ca Al}_2(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2)$: - Schw.Min.Petr.Mitt. 54, 753-767.
- EPPRECHT, W. (1953): Die Gitterkonstanten der Turmaline. - Schw. Min. Petr. Mitt. 33, 481-505.
- GOLDSMITH, J.R., LAVES, F. (1954): The microcline-sanidine stability relations. - Geochim. Cosmochim. Acta 5, 1-19.
- GÜTZINGER, M.A. (1979): Vermiculitvorkommen unterschiedlicher Entstehung im niederösterreichischen Anteil der Böhmisches Masse. - Anz. math.-naturw. Kl. Österr. Akad. Wiss. 1979, 107-110.
- GÜTZINGER, M.A. (1982): Typengliederung und Mineralogie der Vermiculitvorkommen in Österreich (Böhmisches Masse und Mittelostalpin). - Fortschr. Miner. 60, Bh. 1, 85-87.
- HOLDAWAY, M.J. (1971): Stability of Andalusite and the aluminum silicate phase diagram. - Amer. Journ. Sci. 271, 97-131.
- KOLLER, F., NEUMAYER, R., NIEDERMAYR, G. (197B): "Alpine Klüfte" im Kristallin der Böhmisches Masse. - Aufschluß 29, 373-378.
- KOLLER, F., NIEDERMAYR, G. (1979): Die Mineralvorkommen der Diorite des nördlichen Waldviertels. - Ann. Naturhistor. Mus. Wien 82, 193-208.
- KONTRUS, K., NIEDERMAYR, G. (1969): Neue Mineralfunde aus Österreich, 1962-1968. - Mitt. Österr. Min. Ges. 121, in: Tschemm. Min. Petr. Mitt. 13, 355-359.
- KUNZ, G.F. (1901): Precious stones (Mineral resources of the United States) - 21. Ann. rep. U.S. Geol. Surv. 1899-1900, VI, 419-462.
- LARSEN, E.S. (1928): A hydrothermal origin of corundum and albitite bodies. - Econ. Geol. 23, 398-433.
- LAWSON, A.C. (1903): Plumasite an oligoclase-corundum rock. - Univ. Cal. Publ. Bull. Dep. Geol. 3, 219-229.
- LIU, J.G. (1971): Synthesis and stability of prehnite, $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$. - Amer. Min. 56, 507-531.
- MATURA, A. (1983): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 37 Mautern, Geol. B.-A. Wien 1983.
- MEIXNER, H. (1942): Mineralogische Notizen aus Niederdonau I. - Zentralbl. Min. Geol. Pal. 1942, Abt. A, 177-182.
- MEIXNER, H. (1963): Die Vorkommen von Korund in Österreich. - Der Karinthin 49, 39-44.

- MEIXNER, H. (1976): Brauner Turmalin (nahe Dravit) aus dem Pegmatit von Klein-Heinrichschlag. - Carinthia II 166./86, 35-36.
- MOROZEWICZ, J. (1899): Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma. - Tscherm. Min. Petr. Mitt. 18, 1-90, 105-238.
- NIEDERMAYR, G. (1973): Einige neue Mineralfunde aus dem niederösterreichischen Anteil der Böhmisches Masse. - Mitt. Österr. Min. Ges. 123, 37-40.
- OLESCH, M., MATTHES, S. (1984): Korund und Margarit führende Blackwall-Gesteine in Serpentin-Hornfels. - Fortschr. Min. 62, Bh. 1, 179-181.
- ROSE, R.L. (1957): Andalusite- and Corundum-bearing pegmatites in Yosemite National Park, California. - Amer. Min. 42, 635-647.
- SCHMETZER, K., BANK, H. (1981): The colour of natural corundum. - N. Jb. Min. Mh. 1981, 59-68.
- SEIFERT, F., SCHREYER, W. (1970): Lower temperature stability limit of Mg cordierite in the range 1-7 Kb water pressure: A redetermination. - Contr. Min. Petr. 27, 225-238.
- SMITH, J.V. (1974): Feldspat Minerals, vol. 1 (p 280 ff), Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 627 S.
- SOKOLOV, G.A. (1931): The corundum plagioclases of Kaslinskaia Dacha in the Urals (russ., engl. summ.). - Trans. Geol. Prosp. Serv. USSR, 56, 3-46 (Min. Abstr. 6-436).
- STORRE, B., NITSCH, K.H. (1974): Zur Stabilität von Margarit im System CaO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O. - Contr. Min. Petr. 43, 1-24.
- WEISS, E.J., ROWLAND, R.A. (1956): Effect on heat on Vermiculite and mixedlayered Vermiculite-Chlorite. - Amer. Min. 41, 899-914.
- WICHMANN, H. (1884): Korund in Graphit, Korund von Felling. - Verh. k.k. geol. Reichsanst. 1884, 150-152.
- ZIRKL, E.J. (1985): Stevensit, ein für Österreich neues Mineral von Klein-Heinrichschlag, Niederösterreich. - Die Eisenblüte 6, 21-23.