

Dr. Siegfried E. Tischler
Institut für Mineralogie
Montanuniversität
8700 · Leoben

Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt Wissenschaftliches Archiv	
Inv.-Nr.	05032
Standort	R
Ordnungs-Nr.	6
A.-Z.:	
Vertraulichkeit	3

Leoben, 79 02 21

A r b e i t s b e r i c h t

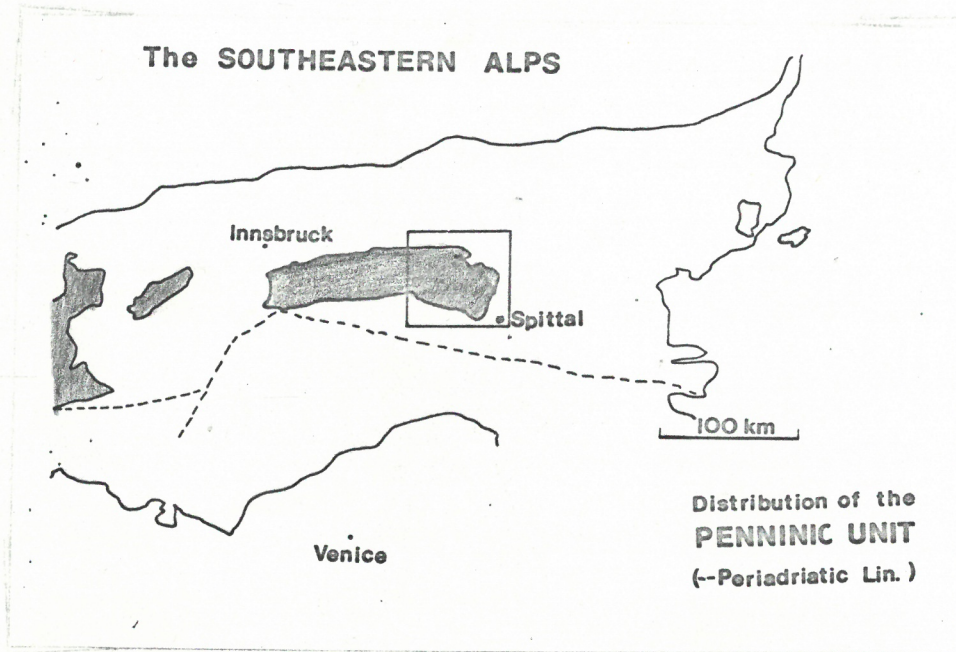
über die Teilnahme im Rahmen des Projektes Kreuzeck-Reißeck.

Ziel der Mitarbeit war es, mittels petrogenetischer Untersuchungen an Grüngesteinen in den Schieferhüllen des südlichen Tauernfensters Rückschlüsse auf die Evolution des Raumes und damit sein Lagerstättenpotential zu ziehen. Es scheint möglich, die Lagerstätten vom Typ "Schellgaden", jene von Großfragant sowie tentativ auch die Tauerngoldgänge als Produkte der mesozoischen Entwicklung des Piemontais-Troges zu betrachten.

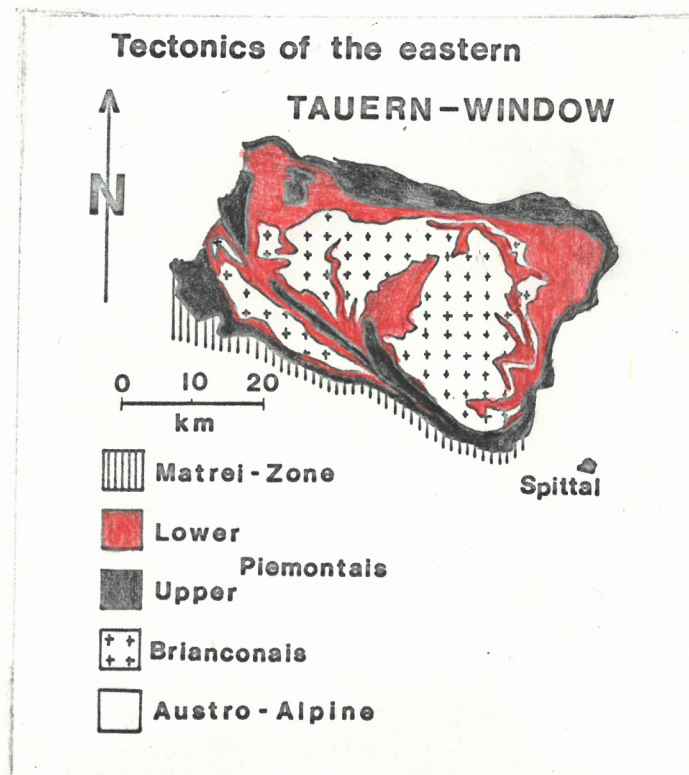
Geographisch-geologischer Überblick

Das Arbeitsgebiet liegt südlich des Tauernhauptkammes, zwischen dem Liesertal im Osten und dem Mölltal im Westen und Süden. Die Geländearbeit war darauf ausgerichtet, die auftretenden Grüngesteine (Amphibolite, Serpentinite) zu beproben und in ihrer geologisch/tektonischen Position zu untersuchen. Aufgrund bestehender Vorarbeiten (Derkmann und Klemm, 1977) wurden die Amphibolite in der kalkigen (oberen) Schieferhülle nicht aufgesucht. Die besuchten Aufschlüsse liegen zumeist in den aus dem Tauernfenster in das Lieser- und Mölltal einmündenden Seitentälern (Fig. 1). Es ergab sich, daß eine immer wieder (zumindest teilweise) auftretende Schichtfolge angetroffen werden kann. Transgressiv überlagern permomesozoische Molassesedimente den Zentralgneis (Briançonnais, Tollman, 1977). Diese werden von germanotyper Trias im Hangenden gefolgt.

Die Verbreitung penninischer Gesteine im Ostalpenraum wird in Fig. 1a dargestellt. Das Arbeitsgebiet umfasst die südlichen Teile des östlichen Tauernfensters; unrahmter Bereich in Fig. 1a.



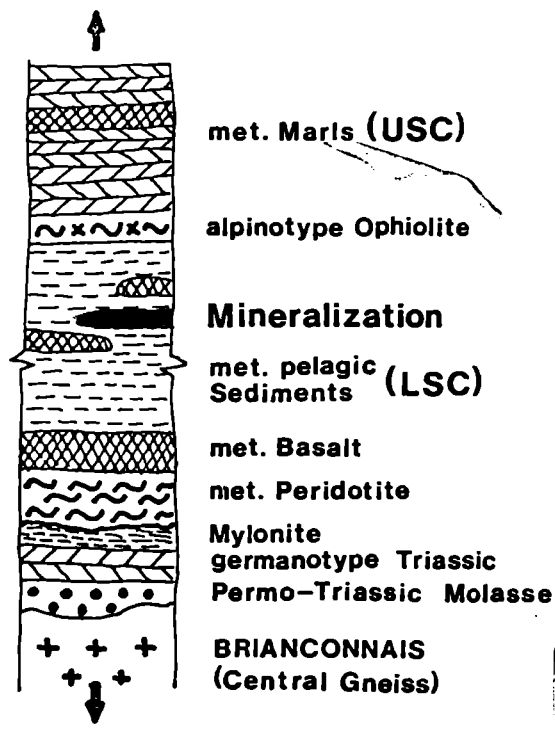
Stark vereinfacht wird in Fig. 1b die lithologisch-tektonische Situation im östlichen Tauernfenster dargestellt. Das Lower Piemontais umfasst die Schichtfolge zwischen den Myloniten und alpinotypen Ophioliten, das Upper Piemontais das Hangende.



Ein in seiner Mächtigkeit stark wechselnder Schwarzschieferhorizont (Exner, pers. Mitt.) leitet die bearbeitete Schichtfolge ein, deren liegende Partien aus Serpentiniten bestehen. Diese leiten unter schwacher Beteiligung von Grobkorn-Amphiboliten über zu feinerkörnigen Amphiboliten. Deren Hangendes wird gebildet durch die kalkfreien Sedimente der unteren Schieferhülle. Diese zeigen eine nach Süden abnehmende Mächtigkeit in der Größenordnung mehrerer hundert Meter bis zu wenigen Zehnermetern.

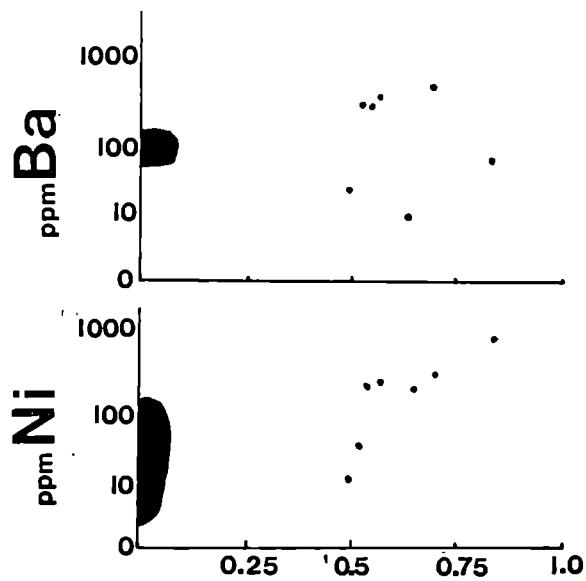
Innen sind in wechselnder stratigraphischer Position wieder Amphibolite eingeschaltet. Diese Gesteine stehen örtlich (Radlgraben) in enger Beziehung mit den stratiformen sulfidreichen Quarzhorizonten des Typs "Schellgaden". Einige Zehnermeter im Hangenden der mineralisierten Horizonte vollzieht sich der Übergang von kalkfreier zu vorwiegend kalkiger Sedimentation. Dieser Horizont wird in randlichen Bereichen des Tauernfensters begleitet von der Einlagerung "Alpinotyper Peridotite" (Thayer, 1967).

Diesen mergeligen Sedimenten sind örtlich (zumeist westlich des Arbeitsgebietes) ophiolitische Gesteine mit sulfidischer Mineralisation (Derkmann und Klemm, 1977) eingelagert. Diese Verhältnisse werden in Fig. 2 idealisiert dargestellt.



Petrologische Untersuchungen

Die im Gelände aufgesammelten Proben wurden im Labor zuerst makroskopisch untersucht. Von strategischen Proben wurden Gesamtanalysen und Spurenelementanalysen (Ba, Zr, Rb, Sr, Ni) von Herrn Dipl. Min. C. Reimann (in Hamburg) angefertigt. Die Hauptelementanalyse ergab peridotitische Zusammensetzungen der Serpentinite und basaltische Zusammensetzung der Amphibolite. Die Spurenelementanalysen letzterer bestätigen deren magmatogenen Charakter (Fig. 3).

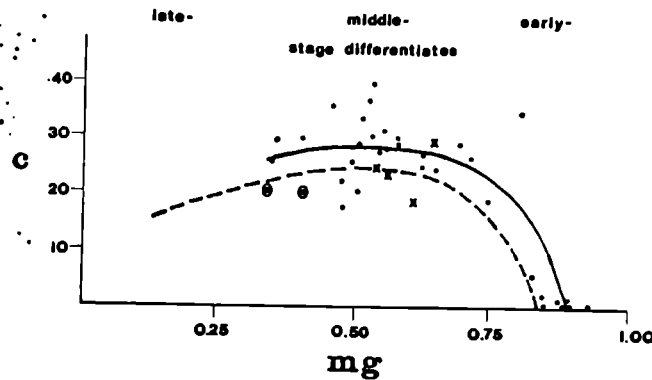


Trace element - variation
versus mg

■ Pelite data: LEAKE (1964)

Nach dieser ersten Untersuchungsphase wurden dreißig Proben ausgewählt und an ein kanadisches Labor zur chemischen Analyse gesandt. Diese Untersuchungen bestätigten die Ergebnisse der ersten Phase. Die Analysenwerte wurden nun in üblicher Weise rechnerisch verarbeitet. Die Eintragung der so gewonnenen Werte in vorgeschlagene Diagramme ermöglicht die folgenden Aussagen:

a) Niggli-Werte - mg gegen c (Fig. 4)



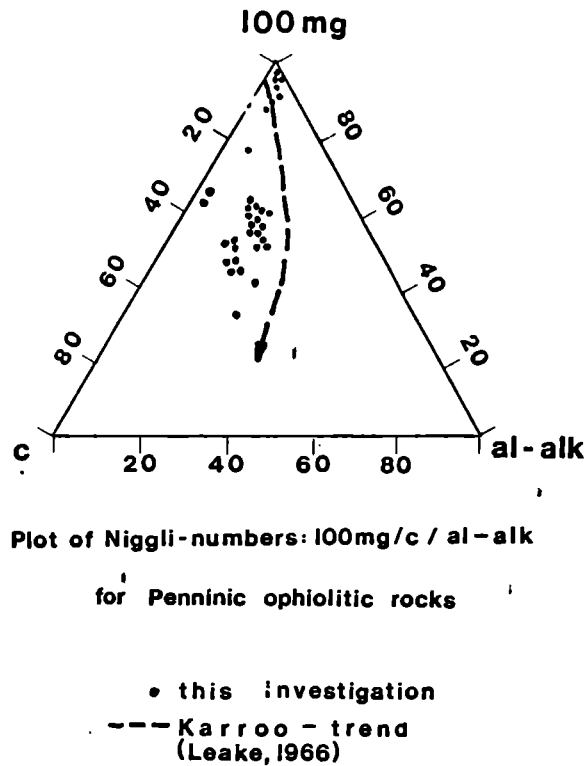
← höher Werte ...
Coleman!

Plot of Niggli-numbers: mg vers. c

- Derkmann & Klemm (1978)
- this investigation
- x Coleman (1977)
- Penninic trend
- - - Karoo dolerites (Leake, 1984)

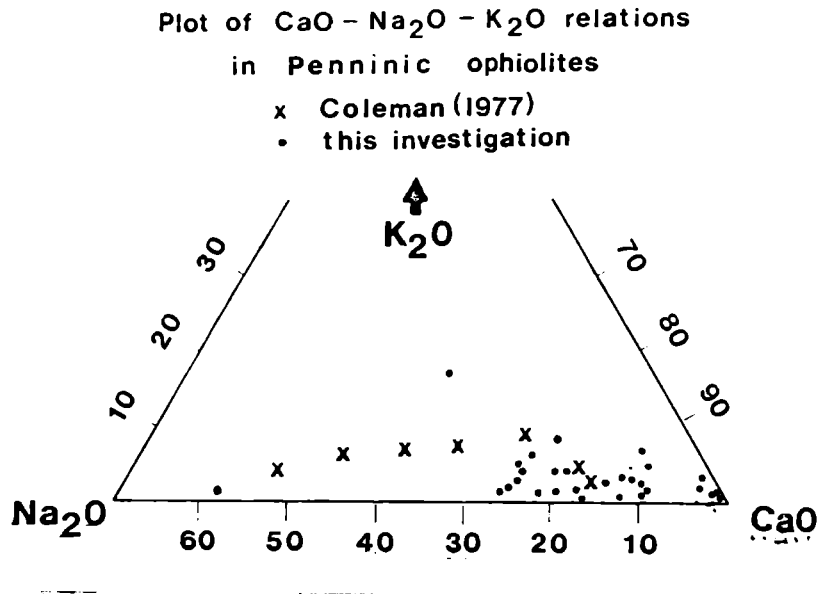
Die untersuchten Gesteine lassen sich, ungeachtet ihrer stratigraphisch/tektonischen Position (Fig. 2) in peridotitische- und basaltisch-(gabbroide-) Magmatite unterteilen. Wesentlich erscheint die Feststellung, daß ein spätes Stadium der Differentiation in keinem Fall vorliegt.

b) 100 mg - c - al - alk (Fig. 5)



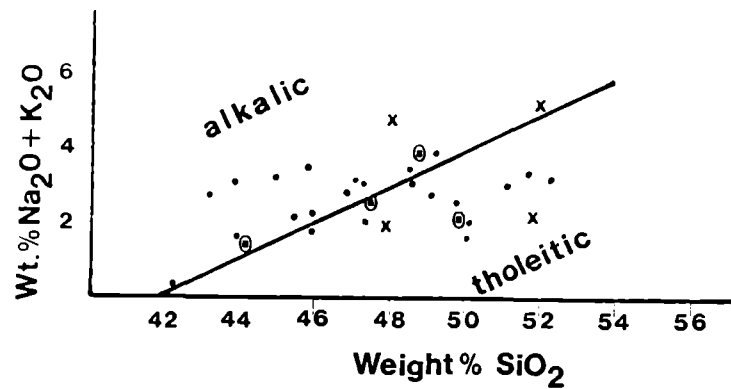
Dieser Darstellung und den folgenden kann entnommen werden, daß der Trend aus Fig. 4 wieder gegeben ist. Die Gesteine können einem frühen und mittleren Differentiationsstadium zugewiesen werden. Drei der Analysen weisen darauf hin, daß es sich bei diesen Gesteinen um Paraamphibolite handelt. Dies erscheint für die Bestimmung des Metamorphosegrades wichtig.

c) Oxidproportionen - CaO - Na₂O - K₂O (Fig. 6)



In dieses Diagramm wurden auch Werte (Coleman, 1977) übernommen, welche von extrusiven Gesteinen anderer Ophiolitkomplexe stammen. Die von Coleman (1977) beschriebenen Gesteine stammen aus Bereichen "normalen" sea-floor spreadings. Klar ersichtlich ist ein gut ausgeprägter Differentiations-trend, wogegen die Analysen dieser Untersuchung auf das Feld der frühen und mittleren Differentiate beschränkt sind. Dies erscheint für die Charakterisierung des Bildungsmilieus (s. d.) wichtig.

d) Na₂O + K₂O gegen SiO₂ (Fig. 7)



Na₂O+K₂O versus SiO₂ diagram of
BASALTS

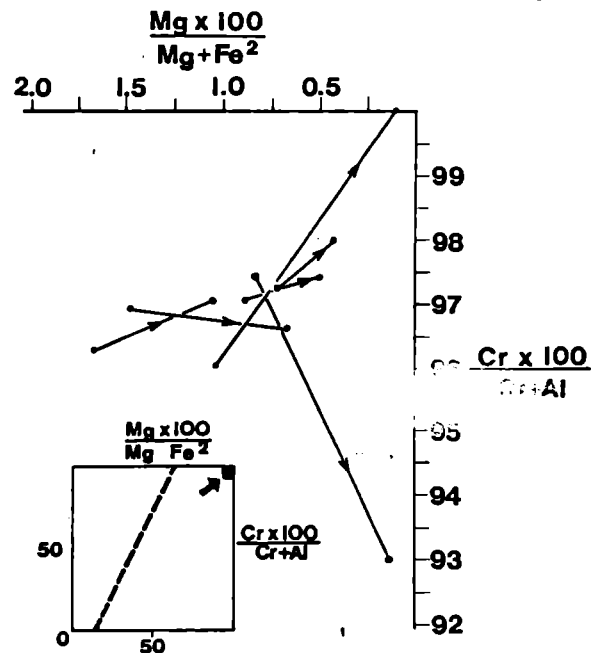
⊙ Derkmann & Klemm (1978), x Coleman (1977)

• this investigation

Dieses Diagramm ermöglicht nach McDonald und Katsura (1964) die Unterscheidung tholeitischer und alkalischer Basalte. In diese Darstellung wurden auch Daten von Coleman (1977) sowie Derkmann und Klemm (1978) übernommen, welche Amphibolite aus der oberen Schieferhülle beschreiben. Die untersuchten basaltischen Gesteine erweisen sich alle als Übergangstypen, da weder klare tholeitische noch alkalische Eigenheiten vorherrschen. Damit sind diese Gesteine vermutlich auch einem spreading Vorgang zuzuordnen.

Mikrosondenuntersuchungen

Untersuchungen mittels der Mikrosonde am Institut für Mineralogie und Gesteinskunde der Montanuniversität Leoben wurden an strategischen Mineralen durchgeführt. Analysen von Spinellen erlauben Aussagen hinsichtlich der metamorphen Geschichte der Peridotite. In Fig. 8 werden die aus den Analysen gewonnenen Verhältnisse $Mg \times 100 : Mg + Fe$ und $Cr \times 100 : Cr + Al$ gegeneinander aufgetragen.



Core - rim relation in **Spinel**

Insert: Compositional trend of accessory Cr-spinels in metam. peridotites (Coleman, 1977)

In Fig. 8 wird zum Vergleich der Zusammensetzungstrend von Spinellen aus metamorphen Peridotiten in einem Insert dargestellt (nach Coleman, 1977). Es ist klar ersichtlich, daß es zu einer Wegfuhr von Cr und Mg in großem Ausmaß gekommen ist. Es werden die Beziehungen zwischen Kernen und Rändern der Spinelle dargestellt. Fig. 8 kann entnommen werden, daß diese Spinelle in zwei Phasen umgewandelt wurden. Die Kerne (die Pfeile deuten die Richtung der Ränder an!) zeigen einen für peridotitische Gesteine zu niederen Gehalt an Cr und Mg an.

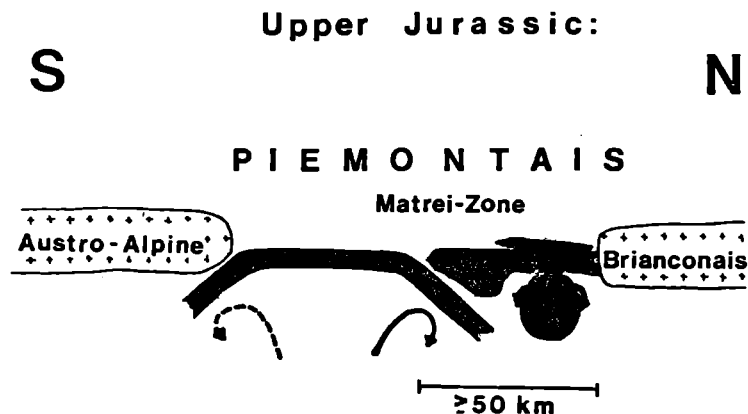
Dieser Umstand wird einer Metamorphose zugeschrieben, welche sich vor der Serpentinisierung ereignete.

(Die Ergebnisse weiterer Mikrosondenuntersuchungen werden im folgenden erwähnt.)

Rekonstruktion der Evolution des südöstlichen Tauernfensters

Die Entwicklung dieses Teiles der Ostalpen setzte im Unterjura ein. Durch ein spreading wurde das bis zu diesem Zeitpunkt noch zusammenhängende hercynische Relief in einen austro-alpinen Bereich und das Brianconais (Tollmann, 1977) oder Mittelpenninikum (Frisch, 1976) zerlegt. Der dadurch entstehende Bereich des Piemontais (Tollmann, 1977) wurde in oberjurassischer Zeit konsumiert (Frisch, 1976).

Dieses Stadium scheint eine Schlüsselstellung im Verlauf der Evolution des Raumes einzunehmen. Die Lagerstätten von Großfragant (Prey, 1963), welche dem Zypern-Typ (Mitchell und Garçon, 1976) zugeordnet werden können, deuten auf die beginnende Entwicklung eines Inselbogens. Damit ist die Annahme einer kontinentfernen Subduktionszone verbunden. Bei einer hypothetischen Rückverlegung der Schieferhüllen (des oben beschriebenen Schichtpaketes) ergibt sich eine Entfernung dieser Subduktionszone von circa 40 km vom nördlich gelegenen Brianconais (Fig. 9), (bei Einbeziehung des nördlichen Tauernfensters erweiterte sich dieser Betrag auf das Doppelte.)



Die Annahme eines back-arc basins (Mitchell und Garson, 1976) liefert die lagerstättengenetische Erklärung des Vorhandenseins der Mineralisation vom Typ Schellgaden in der unteren Schieferhülle. Die in dieser Lithologie eingelagerten basaltischen Ergüsse könnten ebenfalls mit dieser Entwicklung in Einklang gebracht werden. Die Wärmeproduktion in der Benioffzone der nordwärts absteigenden Piemontais-Platte könnte als Motor für ein back-arc spreading angesehen werden (Fig. 9). Infolge dieser Vorgänge könnten sowohl die Zufuhrspalten der Erzlösungen als auch der Basaltergüsse entstanden sein. Gelände- und Laborbefunde weisen auf eine rhythmische, mehrmals unterbrochene Lavaförderung hin. Im Verlaufe eines normalen spreadings wäre ein reiferer Differentiationsgrad der basischen Magmatite zu erwarten.

Als Hinweis auf die Zugehörigkeit der Erzlösungen zu einem basischen Magmatismus werden die Mn-Gehalte von Ilmeniten aus den mineralisierten Quarzhorizonten angesehen. Die Mn-Gehalte von Ilmeniten aus der Mineralisation und den Basalten sind praktisch ident.

Ein weiterer Indikator für eine submarin-exhalative Tätigkeit in diesem Milieu sind die Mn-Gehalte von Granaten aus dem direkten Nebengestein stratiformer Sulfidmineralisation beim Aufschluß "Oberer Zwenberger Graben" (Fig. 1).

Die im Hangenden der Mineralisation vorhandenen "alpinotypen Peridotite" (Thayer, 1967) sprechen für Krustenbewegungen im Piemontais zur Zeit des Sedimentationsumschlages von kalkfreier zu vorwiegend kalkiger Lithologie.

Die in Fig. 2 dargestellte Schichtfolge wird als rudimentär erhaltene ozeanische Kruste angesehen. Eine Erhaltung derartiger Gesteine ist aber dem plattentektonischen Modell zufolge unüblich. Lediglich aus Bereichen mit back-arc basins wird von Dewey (1974) die Möglichkeit einer Obduktion (Coleman, 1971) beschrieben. Dieser Vorgang wird eingeleitet durch die Ausbildung eines Ablösungshorizontes im obersten Mantel zwischen den kalten, spröden oberen sowie warmen und plastischen unteren Partien des oberen Mantels (Armstrong und Dick, 1974). Ein solcher Vorgang erklärt die Tatsache, daß nur einige km der ca. 100 km mächtigen ozeanischen Platte vorhanden sind.

Die generell akzeptierte Nordvergenz der Bewegungen im Verlauf der alpinen Orogenese kann die Aufschiebung einer in sich stark inhomogenen und nur wenige km dicken ozeanischen Platte auf ein Relief kontinentaler Kruste nur schwer erklären.

Genese der Lagerstätten vom Typ Schellgaden

Dieser Lagerstättentyp ist charakterisiert durch sein stratiformes Erscheinungsbild sowie die Horizontbeständigkeit.

Der Lagerstättentyp Schellgaden (Friedrich, 1935) - stratiforme, sulfidreiche Quarzhorizonte - ist an die oberen Partien der kalkfreien Schieferhülle des südöstlichen Tauernfensters gebunden. An primären Erzmineralen treten auf: Pyrit, Kupferkies, Bornit, Bleiglanz, Zinkblende, (untergeordnet) Arsenkies, Molybdänglanz, Scheelit, Telluride und Gold.

Eine Raumrhythmik der Erzanlagerung ist in allen Fällen gegeben. Es treten Wechsellagerungen von erzfreien Quarzlagen und mm- bis dm-mächtigen Sulfidlagen auf. Auffällig ist die Beobachtung, daß Scheelit auch in wolkiger Dispersion in diskordanten Quarzaggregaten auftreten kann.

Die oben erwähnte räumliche Beziehung der Mineralisation zu den Basalthorizonten sowie die Mn-Gehalte von Ilmeniten in beiden Milieus wird als Argument für deren genetische Beziehung aufgefaßt.

Von Finlow-Bates und Large (1978) wird die Wassertiefe im marinen Bildungsmilieu submarin-exhalativer Lagerstätten als wesentlicher Kontrollfaktor für die entstehenden Erzgefüge beschrieben. In der gegenständlichen Mineralisation sind (mit Ausnahme der diskordanten Quarzaggregate mit Scheelit) lediglich stratiforme Gefüge vorhanden. Dies wird auf den großen Wasserdruck bei der Bildung zurückgeführt, welcher ein Absieden der Erzlösungen beim Austritt auf den Meeresboden verhinderte. Da breccierte Erzkörper und laterale Metallzonierungen, wie sie aus vergleichbaren Lagerstätten seichter Bildungstiefen bekannt sind, fehlen, wird auf eine Wassertiefe um 1000 m geschlossen. Damit stimmt auch die Petrologie der sedimentären Nebengesteine überein, welche pelagischer Natur sind.

Eine quantitative Bestimmung der Bildungstiefe wäre durch Untersuchungen an Flüssigkeitseinschlüssen möglich, welche Aufschluß über die Zusammensetzung der Erzlösungen geben könnten.

Schlußergebnis

Aufgrund der vorliegenden petrogenetischen Indikatoren konnte ein vorläufiges Modell der plattentektonischen Evolution des Tauernfensters erstellt werden:

- unterjurassisches spreading trennt Austro-Alpin und Briançonnais
- im Verlauf der oberjurassischen Konsumation des entstandenen Piemontais Bildung eines inselbogenähnlichen Regimes (Matreier Zone - Großfraganter Lagerstätten.)
- im dadurch entstandenen back-arc basin kommt es zu einem intermittierenden Aufreißen der Kruste und dem Austreten basischer Laven sowie metallhaltiger Lösungen (Schellgaden Lagerstätten)
- der hohe Wärmefluß im back-arc basin ermöglichte die Obduktion dieses Bereiches auf das Briançonnais
- in diesem Vorgang ereignete sich die Platznahme der "alpinotypen" Peridotite; in kausalem Zusammenhang damit dürfte auch der Sedimentationsumschlag stehen
- die Lagerstätten in der oberen Schieferhülle (Derkmann und Klemm, 1978), welche wiederum in Verbindung mit basischen Vulkaniten auftreten, zeugen von fortwährender magmatischer Aktivität auch in späteren Phasen der Evolution des Raumes.

Die angenommene Genese der Lagerstätten des Typs "Schellgaden" spricht für eine weitere Verbreitung desselben als bisher bekannt. Es wird daher angeregt, mittels geophysikalischer und anderer Prospektionsmethoden im oberen Niveau der kalkfreien Schieferhülle nach weiteren Vorkommen dieser Art zu suchen.

Literaturverzeichnis

- Armstrong, R. L., Dick, H. J. B.: A model for the Development of thin overthrust sheets of crystalline rocks. *Geology*, 2, 35 - 40, (1974)
- Coleman, R. G.: Plate tectonic emplacement of upper mantle peridotites along continental edges. *J. Geophys. Res.* 76, 1212 - 1222, (1971)
- Coleman, R. G.: *Ophiolites, Minerals and rocks*. Springer, Berlin, (1977)
- Derkmann, K., Klemm, D. D.: Strata-Bound Kies-Ore Deposits in Ophiolitic rocks of the "Tauernfenster" (Eastern Alps, Austria/Italy). In: *Time and Strata Bound Ore Deposits*, Elsevier, 1977
- Finlow-Bates, T., Large, D. E.: Water Depth as Major Control on the Formation of Submarine Exhalative Ore Deposits. *Geol. Jb.*, D 30, 27 - 39, 1978
- Friedrich, o. M.: Zur Geologie der Goldlagerstättengruppe Schellgaden, B. H. M., 83, 1, 46 - 60,
- Frisch, W.: Ein Modell zur alpidischen Evolution und Orogenese des Tauernfensters. *Geol. Rundschau*, 65, 375 - 393, 1976
- Leake, B. e.: Ortho- and Para-Amphibolites. *Journal of Petrology*, 5, 2, 238 254, 1964
- Mitchell, A. H. G., Garson, M. S.: Mineralization at plate boundaries. *Mins. Sci. and Engng.*, 8, 129 - 169, 1976
- Prey, S.: Der ehemalige Großfraganter Kupfer- und Schwefelkiesbergbau. *Mitt. Geol. Ges.*, 54, 163 - 200, 1963
- Thayer, T. P.: Chemical and structural relations of ultramafic and feldspathic rocks in alpine intrusive complexes. In: *Ultramafic and related rocks*. Wyllie, P. J. (ed.) New York, Wiley 1967, pp. 228 - 238.

Es sind folgende Publikationen geplant:

- a) Ophiolite Related Mineralization in the Tauern Window, Eastern Alps, Austria. Proceedings of the Intern. Ophiolite Symposium, Nicosia, Cyprus. 1979
- b) The Tauern Window (Eastern Alps, Austria) - an Obducted Back - Arc Basin? Tectonophysics (?1979?)
- c) Stratiforme Mineralisation in der Schieferhülle des östlichen Tauernfensters. (Coautor: F.H. Ucik, Kärntner Landesregierung) Carinthia II, 1979
