

3.3. Die Plankogelserie – ein voralpidische ophiolithische Sutur

Von W. FRISCH, R. SCHMEROLD & F. NEUBAUER

Mit 4 Abbildungen

Einleitung

Die Plankogel-Serie bildet innerhalb des ostalpinen Kristallins einen eigenständigen Körper mit einer charakteristischen lithologischen Vergesellschaftung, die auch Ophiolithmaterial enthält. Linsenförmige Körper kompetenter Gesteine schwimmen in einer Matrix aus Metapeliten und verleihen der Serie die interne Struktur einer tektonischen Mélangezone.

Die Plankogel-Serie läßt sich in zwei Teileinheiten untergliedern, wie dies an der Typlokalität des Plankogels demonstriert werden kann (Schmerold 1988; Abb. 1):

Die Serpentinit-Serie besteht aus einer Matrix aus grobknotigen Glimmerschiefern mit cm-großen Granaten, Staurolith und Disthen, Nur untergeordnet kommen feinerkörnige Biotit- und Plagioklas-reiche Glimmerschiefer vor. Die Matrix enthält als charakteristische Elemente:

Serpentinite,
Amphibolite mit tholeiitbasaltischem Chemismus,
meist reine Marmore.

Die Manganquarzit-Serie ist durch eine Matrix von Biotit- und Plagioklas-reichen Glimmerschiefern gekennzeichnet. In ihr schwimmen:

Amphibolite mit alkalibasaltischem Chemismus,
meist unreine Glimmermarmore,
Quarzite (häufig Manganquarzite).

Die Serien treten in größeren Vorkommen zusammenhängend oder ineinander intensiv verschuppt auf. Die Serpentinit-Serie ist die in der regionalen Verbreitung dominierende Einheit. Der geochemische Charakter der Amphibolite zeigt, daß die beiden Serien aus unterschiedlichen geotektonischen Milieus stammen. Die tholeiitischen Basalte der Serpentinit-Serie stellen in Verbindung mit den Ultramafititen Reste ozeanischer Kruste (Ophiolithfragmente) dar. Die alkalischen Basalte der Manganquarzit-Serie werden als Seamount innerhalb einer ozeanischen Platte interpretiert (Schmerold 1988, Neubauer et al. 1989).

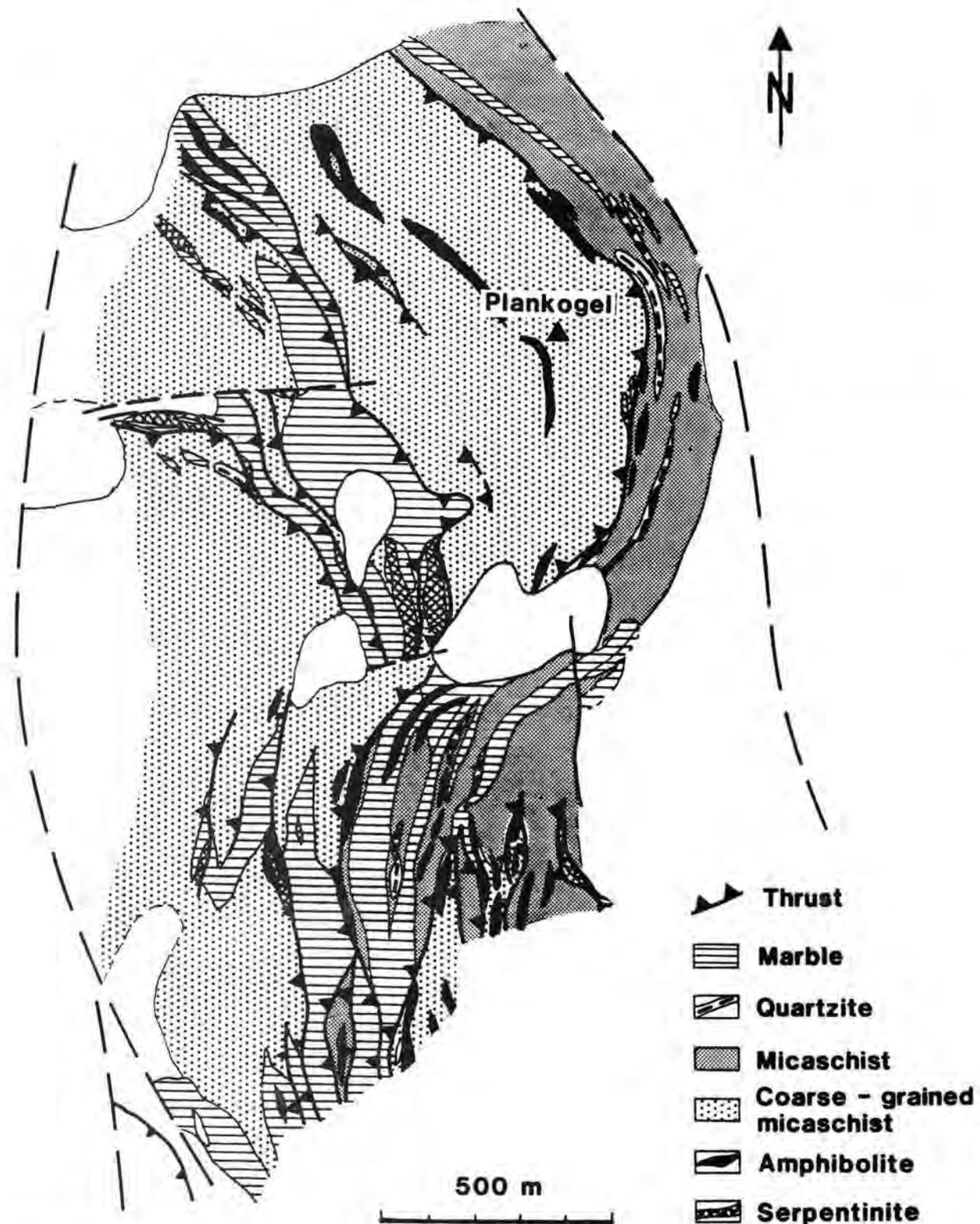


Abb. 1: Geologische Kartenskizze der Plankogel-Serie am Plankogel. Die grobkörnigen Glimmerschiefer bilden die Matrix der Serpentin-Serie, die normalen Glimmerschiefer die der Manganquarzit-Serie. Nach Schmerold (1988).

Serpentin-Serie

Die Serpentine sind entsprechend ihres normativen Mineralbestandes aus Harzburgiten, Lherzoliten, Olivin-Orthopyroxeniten und Olivin-Websteriten hervorgegangen. Obwohl zweifellos chemische Veränderungen der Gesteine durch die polymetamorphe

Beanspruchung (vor allem eine frühe Hochdruckmetamorphose) stattgefunden haben, kann der Schluß gezogen werden, daß Orthopyroxen die ursprünglich bei weitem dominierende Pyroxenphase darstellt. Das $\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{FeO}^*)$ -Verhältnis (Gewichtsprozent) der Serpentinite beträgt 0,81 bis 0,84. Die Ultramafitite zeigen eine klare sekundäre Anreicherung von SiO_2 bis zu 50 Gew.-%. SiO_2 korreliert negativ mit MgO. Es wird daraus auf eine Verarmung des Gesteins an MgO während der metamorphen Vorgänge geschlossen. Dies kann aus den steilen chemischen Gradienten der kleinen Serpentinittkörper zu den Nebengesteinen erklärt werden. Es wird daher angenommen, daß das ursprüngliche $\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{FeO}^*)$ -Verhältnis höher war als aus der chemischen Analyse hervorgeht. Damit würde es in den Bereich metamorpher Peridotite kommen, wie sie für den obersten Mantel der ozeanischen Lithosphäre charakteristisch sind (Coleman 1977). Die erhöhten SiO_2 -Gehalte bedingen eine Verschiebung zu Olivin-ärmeren und Pyroxen-reicheren normativen Zusammensetzungen. Es gibt auch Hinweise, daß CaO aus dem Nebengestein mobilisiert wurde und die normativen Gehalte an Klinopyroxen erhöhte. Die ursprünglichen Zusammensetzungen der Ultramafitite waren daher vermutlich überwiegend die von Harzburgiten. Harzburgite sind das Leitgestein für den obersten Mantel unter mittelozeanischen Rücken.

Die Amphibolite bilden wie die Serpentinite isolierte Körper und sind nur selten mit den Serpentiniten assoziiert. Die Spurenelementchemie zeigt, daß sie von subalkalischen Basalten abstammen. Sie folgen einem tholeiitischen Trend, der durch Eisen-Anreicherung während der Differentiation gekennzeichnet ist. Im Ti-Zr-Diagramm (Abb. 2) fallen sie in das Feld der Mittelozeanischen Rücken-Basalte (MORB). Im MORB-normierten Diagramm (Abb. 3) ergeben sich deutliche Abweichungen von der Normierungslinie. Die Anreicherungen an Ba und zum Teil an K und Rb werden metamorphen Veränderungen zugeschrieben. Die kleinen Amphibolitkörper sind meist in Glimmerschiefer eingebettet, die hohe Konzentrationen dieser Elemente enthalten. Aus dem gegenläufigen Verhalten von Zr, Ti und Y einerseits und Cr andererseits im MORB-normierten Diagramm wird geschlossen, daß die Basalte mit zunehmender Differentiation einem Trend von ziemlich basischen, pikritischen zu normalen Ozeanbodenbasalten durchlaufen haben. Mantelheterogenitäten können zu den zu Beginn der Differentiation niedrigen Gehalten an inkompatiblen Elementen mit hohem Ionenpotential geführt haben und auch für einen Teil der Anreicherung an LIL-Elementen verantwortlich sein. Es wäre daher denkbar, daß in der aufgeschmolzenen Mantelregion eine alte Subduktionskomponente enthalten war. Die Cr- und Y-Gehalte stehen mit einer 15-20-prozentigen Aufschmelzungsrate der Mantelquelle (Pearce 1982) in Einklang.

Die magmatischen Gesteine der Serpentinitt-Serie werden als Teile eines Ozeanbodens gedeutet. Das Fehlen von Gabbros und anderen tiefkrustalen Gesteinen wird damit

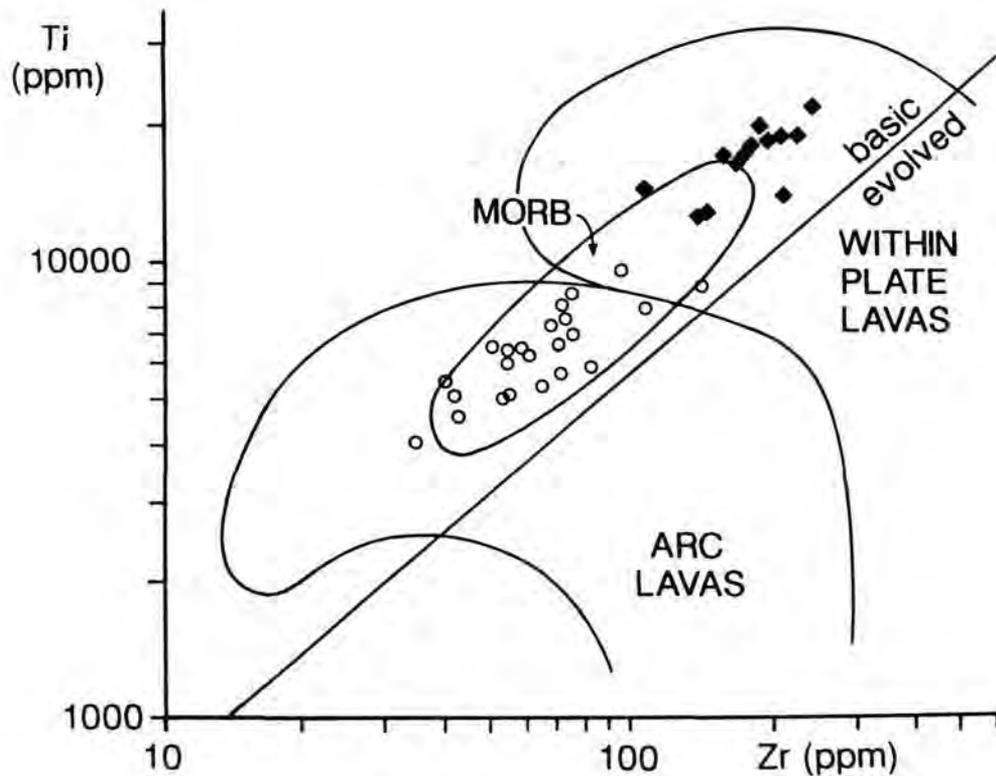


Abb. 2.: Ti-Zr-Diagramm nach Pearce et al. (1981). Eingetragen sind die Metabasalte der Serpentinit-Serie (Kreise) und der Manganquarzit-Serie (volle Rauten). Nach Schmerold (1988) und Neubauer et al. (1989).

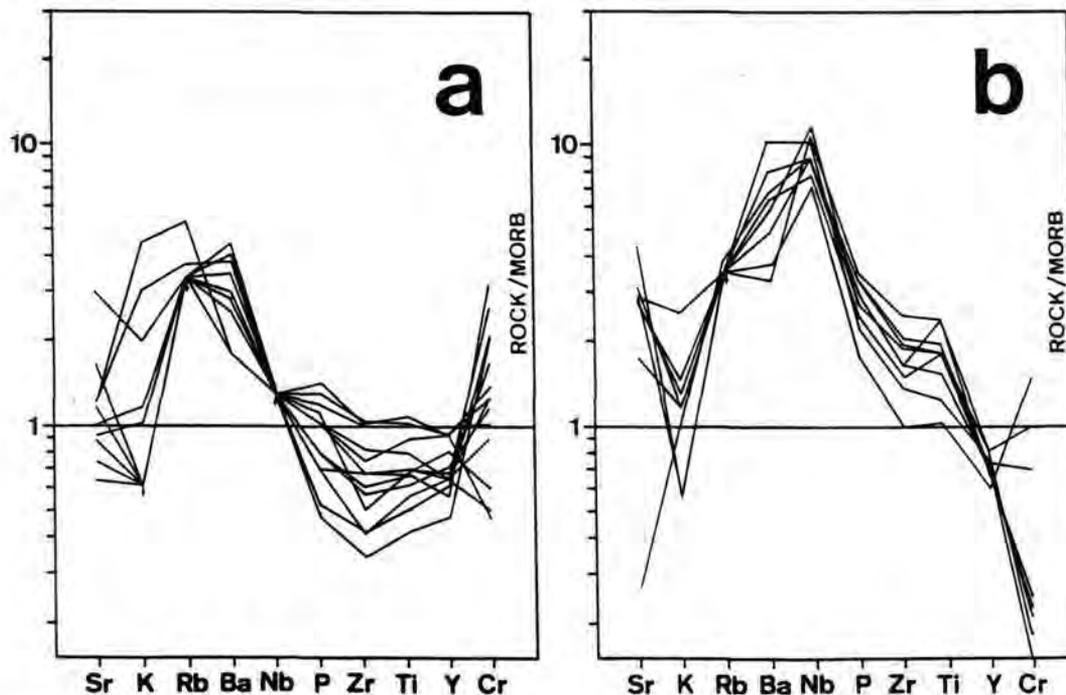


Abb. 3: MORB-normierte Elementverteilungen nach Pearce et al. (1981) für die Metabasalte (a) der Serpentinit-Serie und (b) der Manganquarzit-Serie. Nach Schmerold (1988) und Neubauer et al. (1989).

erklärt, daß die Harzburgite in unmittelbarer Nähe zum mittelozeanischen Rücken durch tief konvektierendes Meerwasser weitgehend serpentiniert wurden und entlang von Bruchzonen als Diapire bis an die Oberfläche aufdrangen.

Die grobknotigen Glimmerschiefer mit den auffallenden Granatporphyroblasten sind chemisch durch hohe Gehalte an Al, Fe, Nb und Ti gekennzeichnet. Als Herkunftsort der Pelite wird ein alkalibasaltisches Gebiet wie zum Beispiel ozeanische Inseln unter tropischer, lateritischer Verwitterung angenommen. Reste dieser Basalte sind wahrscheinlich in der Manganquarzit-Serie erhalten. Die Alkalibasalte lieferten die hohen Ti- und Nb-Gehalte, Al und Fe wurden während der lateritischen Verwitterung angereichert. Auch Nb wird bei Lateritverwitterung bevorzugt angereichert. Für das auffallende Granatwachstum und das Auftreten von Staurolith und Disthen sind die hohen Al- und Fe-Gehalte verantwortlich.

Die Marmore der Serpentin-Serie sind meist reine Kalkmarmore. Zum Teil zeigt feinkörnige opake Substanz eine feine Bänderung an. Eine sulfidische Erzphase ist ständiger Begleiter dieser Marmore. Die Marmore können als pelagische Kalke gedeutet werden, die nahe des mittelozeanischen Rückens eine leichte Verunreinigung durch hydrothermal gelöste und im Meerwasser ausgefällte Sulfide erfahren haben.

Manganquarzit-Serie

Die Amphibolite der Manganquarzit-Serie sind makro- und mikroskopisch von den Amphiboliten der Serpentin-Serie nicht zu unterscheiden. Sie besitzen aber einen von diesen deutlich abgegrenzten Chemismus mit alkalischem Intraplattencharakter. Im Ti-Zr-Diagramm (Abb. 2) kommt dies durch die höheren Gehalte an diesen Elementen zum Ausdruck, im MORB-normierten Diagramm durch die starke Anreicherung an inkompatiblen Elementen. Die niedrigen Gehalte an K bestätigen den ozeanischen Charakter der Basalte. Das hohe Nb/Y-Verhältnis spricht gegen eine Interpretation als MORB des E-Typs (an inkompatiblen Elementen angereicherter MORB) (Meschede 1986).

Die Anreicherung an Mn in den Manganquarziten ist als exhalativ-sedimentäre Bildung zu verstehen (Kleinschmidt 1975). Der Mangan Gehalt ist in kleinen, Spessartin-reichen Granaten, die in Lagen bis zu 40 Vol.-% konzentriert sind, enthalten. Es treten auch Mangangranat-reiche Lagen innerhalb der umhüllenden Glimmerschiefer auf. Diese Lagen können auf die gleiche Weise entstanden sein wie in den Quarziten. Es ist aber auch denkbar, daß Porenwässer Mangan innerhalb des Sediments unter reduzierenden Bedingungen gelöst und am Kontakt zu oxidierenden Bedingungen nahe oder an der Sedimentoberfläche abgeschieden haben. Entgegen bisheriger Deutung sind die Manganquarzite nicht an die ophiolithische Serie, sondern an die Seamount-Vergesellschaftung gebunden.

Die Manganquarzite sind meist mit unreinen Kalkmarmoren verbunden, die durch Übergänge mit Kalkglimmerschiefern verbunden sind. Die Marmore zeigen mit ihren Gehalten an Quarz, Glimmer und Plagioklas eine detritische Komponente an.

Metamorphe Entwicklung der Plankogel-Serie

Die Amphibolite der Plankogel-Serie zeigen reliktsche Anzeichen eines frühen Eklogitstadiums (Abb. 4), das vermutlich mit der Eklogitbildung in der darunterliegenden Koriden-Einheit übereinstimmt. Es wurden Drucke von 9-12 Kb oder darüber erreicht. Das Eklogitstadium wird bei leicht steigender Temperatur und fallendem Druck von einer ersten amphibolitfaziellen Metamorphose überprägt, bei der Tempe-

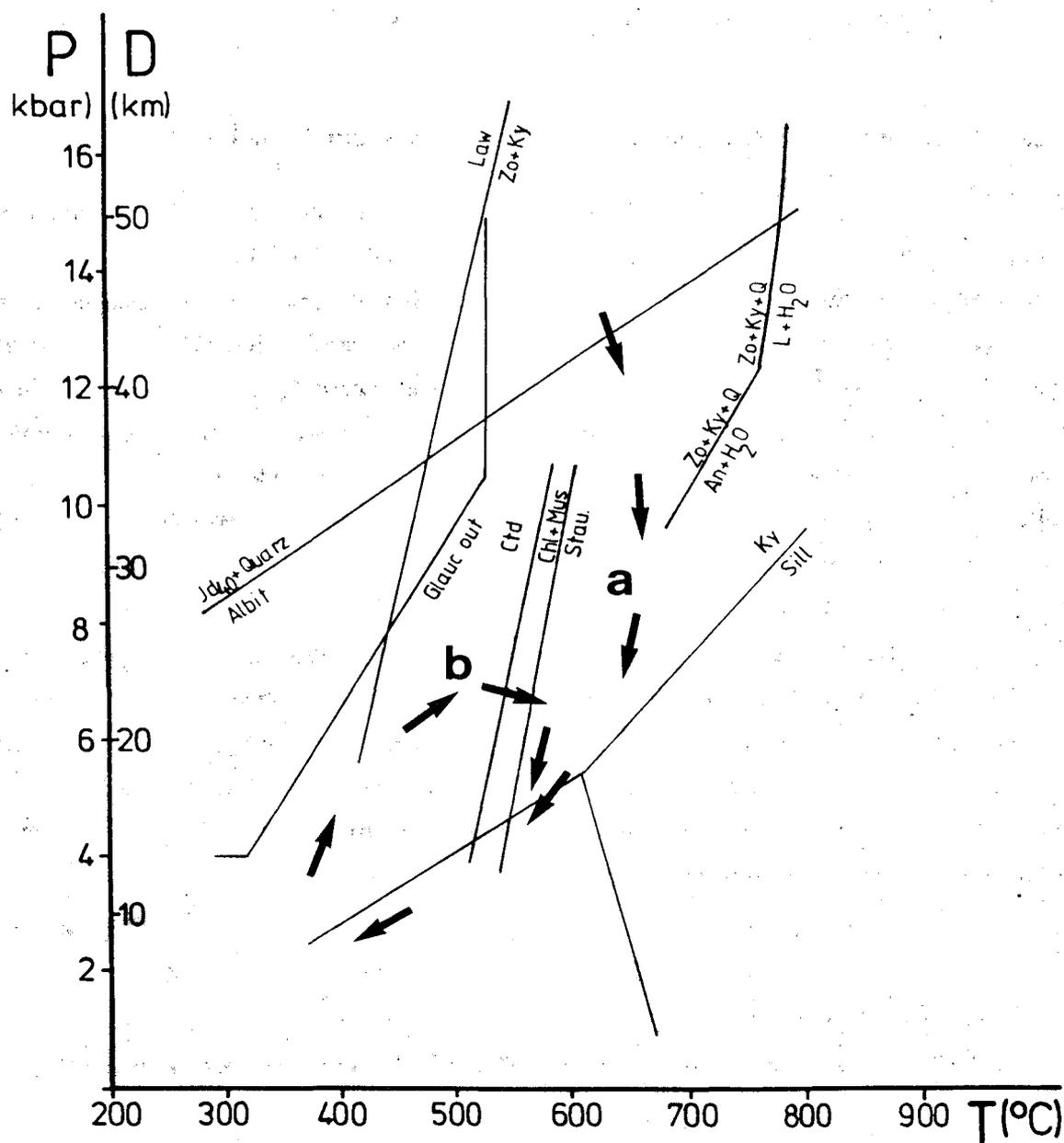


Abb. 4: Metamorphose-Entwicklungspfad der Gesteine der Plankogel-Serie. a: voralpischer Pfad; b: alpidischer Pfad. Nach Scherold (1988).

raturen von deutlich über 600°C erreicht wurden. Reliktische Granat-Plagioklas-Gleichgewichte ergeben Drucke von 7-9 Kb. In einer späten Phase dieser Metamorphose wurde in Analogie zur Koriden-Einheit das Andalusitfeld erreicht. Hochdruck- und erste amphibolitfazielle Metamorphose sind voralpidisch und werden als ein kontinuierlicher Versenkungs- und Hebungsakt angesehen.

Die alpidische Metamorphose verursachte deutliche retrograde Überprägungen und erreichte zum zweiten Mal amphibolitfazielle Bedingungen bei Temperaturen um ca. 570°C und Drucken von ca. 6-7 Kb (Abb. 4). Die alpidische Metamorphose ist mit der Ausbildung eines markanten NW-SE-gerichteten Streckungslinears verbunden. Mikrogefüge und Quarz- c -Achsen-Regelungen zeigen nicht-koaxiale Verformung mit SE-gerichteter Scherbewegung an. Dieser Verformungsakt wird mit kretazischer Krustenausdünnung und ostgerichteter Abschiebung korreliert.

Entwicklung der Plankogel-Serie als voralpidische ophiolithische Sutur

In voralpidischer Zeit bildete sich die Plankogel-Serie aus einem ozeanischen Bereich. Sie enthält Fragmente des Ozeanbodens sowie alkalischer Seamounts und assoziierte Sedimentgesteine. Die Gesteine der Plankogel-Serie wurden zusammen mit einer klastischen Serie (Tiefseerinnenfüllung mit Flyschen?), die Schürflinge ozeanischer Kruste enthielt und heute als Koriden-Einheit vorliegt, in eine Subduktionszone verbracht und hochdruckmetamorph. Die Plankogel-Serie, die somit eine ophiolithische Sutur markiert, wurde dabei zu einer tektonischen Mélange umgeformt. Sie stellt ein "disrupted tectonostratigraphic terrane" im Sinne von Howell et al. (1985) dar (Frisch & Neubauer 1989).

Die die Plankogel-Serie überlagernden Biotit-Plagioklas-Glimmerschiefer zeigen keine Anzeichen früher Hochdruckmetamorphose und wurden demnach erst später in die Nachbarschaft der Plankogel-Serie verbracht. Sie leiten sich aufgrund ihrer Mineralzusammensetzung und ihres Spurenelementmusters von magmatischen Gesteinen ab, möglicherweise von Vulkaniten eines aktiven Kontinentrandes. Eingeschaltete Amphibolite sind aus alkalischen Intraplattenbasalten hervorgegangen.

Literatur

Coleman, R.G. (1977): *Ophiolites: Ancient Oceanic Lithosphere?* Springer, Berlin, 229 pp.

Frisch, W. & Neubauer, F. (1989): Pre-Alpine terranes and tectonic zoning in the Eastern Alps. In: R.D. Dallmeyer (Ed.), *Terranes in the Circum-Atlantic Paleozoic Orogens*. Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 230, 91-100.

Howell, D.G., Jones, D.L. & Schermer, E.R. (1985): Tectonostratigraphic Terranes of the Circum-Pacific Region. In Howell, D.G. (Ed.), Tectonostratigraphic Terranes of the Circum-Pacific Region. Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Sciences Series Number 1, 3-30, Houston.

Kleinschmidt, G. (1975): Die "Plankogelserie" in der südlichen Koralpe unter Berücksichtigung von Mangan-Quarziten. Verh. Geol. Bundesanst. 1974, 351-362.

Meschede, M. (1986): A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. Chem. Geol. 56, 207-218.

Neubauer, F., Frisch, W., Scherold, R. & Schlöser, H. (1989): Metamorphosed and dismembered ophiolite suites in the basement units of the Eastern Alps. Tectonophysics 165.

Pearce, J.A. (1982): Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: Thorpe, R.S. (Ed.), Andesites. J. Wiley & Sons, Chichester, p. 525-548.

Pearce, J.A., Alabaster, T., Shelton, A.W. & Searle, M.P. (1981): The Oman ophiolite as a Cretaceous arc-basin complex. Evidence and implications. Phil. Trans. R. Soc. London A300, 299-317.

Scherold, R. (1988): Die Plankogel-Serie im ostalpinen Kristallin von Kor- und Saualpe (Kärnten, Steiermark) als ophiolithische Suture. Diss. Univ. Tübingen, 161 pp.

Raum für Notizen