

Anzeiger der Österreichischen Akademie der Wissenschaften,
math.-naturwiss. Klasse 125 (1988), 65—70

Das korrespondierende Mitglied Wolfgang FRANK legt für die Aufnahme in den Anzeiger die folgende Arbeit vor:

CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN
DETRITISCHER CHROMSPINELLE AUS GESTEINSSERIEN DER OSTALPEN

Von P. FAUPL und E. POBER

(Aus dem Institut für Geologie der Universität Wien)

Detritischer Chromspinell ist seit den ersten systematischen Untersuchungen von WOLETZ (1963) aus zahlreichen Schichtgliedern der Ostalpen bekannt und tritt vor allem in bestimmten kretazischen Gesteinsserien der Nördlichen Kalkalpen (z. B. Roßfeldschichten, Losensteiner Schichten und Gosau) besonders massiv auf. Als Liefergebiete für detritäre Chromspinelle kommen praktisch nur Ophiolithzonen mit ihren mächtigen ultrabasischen Gesteinskomplexen in Frage.

Chromspinell kann aufgrund seiner hohen chemischen Variabilität und der Abhängigkeit des Chemismus von den magmatischen Bildungsbedingungen als petrogenetisches Indikatormineral dienen (IRVINE, 1967 u. a.). Zusammenhänge zwischen Bildungsbedingungen von Peridotiten und dem Chemismus der Chromspinelle wurden z. B. von DICK und BULLEN (1984) zusammenfassend dargestellt. Die Zusammensetzung der Spinelle, besonders der Chromgehalt der residualen wie der Kumulatspinelle ist abhängig vom Aufschmelzungsgrad des Mantelperidotits. Die pT -Bedingungen und der erreichte Grad der partiellen Aufschmelzungsprozesse sind wiederum die entscheidenden Charakteristika des geotektonischen Environments der Ozeankrustenbildung. DICK und BULLEN (1984) haben anhand zahlreicher Beispiele die Variabilität des Chromspinellchemismus mit Peridotittypen unterschiedlicher Genese korreliert. Peridotite, bei denen die $Cr/(Cr + Al)$ -Werte der Spinelle 0,6 nicht überschreiten, werden als Typ I klassifiziert. Aufgrund der aus mittelozeanischen Bereichen vorliegenden Daten kann aus Typ I-Spektren bestimmter Ophiolithe auf eine Entstehung dieser Gesteine am Mittelozeanischen Rücken geschlossen werden. Der Peridotitanteil derartiger Ophiolithe weist zumeist lherzolitische Zusammensetzung auf. Peridotite mit Chromspinellspektren, deren $Cr/(Cr + Al)$ im wesentlichen über 0,6 liegt, werden als Typ III klassifiziert. Die entsprechenden Peridotite sind üblicherweise Harzburgite. Der hohe Chromgehalt dieser Spinelle steht mit erhöhten Aufschmelzungsraten im Zusammenhang, die durch die Zufuhr fluider Phase etwa aus einer subduzierenden Unterplatte im Bereich initialer magmatischer Bögen erklärt werden können. Der Peridotit-Typ II umfaßt eine sehr große Variationsbreite von $Cr/(Cr + Al)$ -Verhältnissen der Chromspinelle. In den Gesteinsserien derartiger Ophiolithzonen scheinen sich unterschiedliche Stadien der Ozeanbodenbildung widerzuspiegeln.

Ziel dieser Untersuchung war es, aus der chemischen Zusammensetzung der detritären Chromspinelle einerseits Informationen über das geotektonische Environment, in dem die ophiolithischen Herkunftsgesteine gebildet wurden, zu erhalten, andererseits eine breitere Basis für die Behandlung paläogeographischer und paläogeodynamischer Probleme in den Ostalpen zu schaffen, die über das Wissen um die Verbreitung der detritischen Chromspinelle hinausgeht. Ca. 2000 Analysen von Chromspinellkörnern aus zahlreichen Serien der Ostalpen wurden mittels Mikrosonde (ARL-SEMQ) durchgeführt; gemessen wurden die Elemente Cr, Al, Fe, Ti, Mg, Mn, Ca.

Im Jura war die apulisch-adriatische Platte, in deren nördlichsten Abschnitt das Ostalpin mit den Kalkalpen lag, von zwei ozeanischen Gebieten umgeben, im Westen und Norden vom ligurisch-penninischen Ozean, dessen Öffnungsvorgang in unmittelbarem Zusammenhang mit der Entwicklung des südlichen Nordatlantiks stand, und im Osten vom sogenannten Vardarozean, der sich als westlicher Ausläufer des ehemaligen triadischen Tethysgolfs noch bis in den Bereich des Ostalpins fortgesetzt haben dürfte (vgl. DECKER et al., 1987). Diese beiden ozeanischen Bereiche haben unserer Meinung nach nicht in direkter Verbindung durch ozeanische Kruste gestanden, wie dies unter anderem von DER COURT et al. (1986) dargestellt wird. Ophiolithische Komplexe aus diesen beiden ehemaligen ozeanischen Gebieten kommen nun als Liefergebiete für die detritären Chromspinelle der Ostalpen in Frage. Nach den petrologischen Befunden aus den heute aufgeschlossenen Ophiolithkomplexen haben beide Bereiche unterschiedliche geodynamische Entwicklungen durchlaufen. Die ligurisch-penninischen Ophiolithe mit ihren relativ wenig verarmten lherzololithischen Mantelgesteinen wurden wahrscheinlich in schmalen Ozeanbecken gebildet (ABBATE et al., 1980; BECCALUVA et al., 1980). Im dinarischen Anteil der dinaro-hellenischen Ophiolithzone werden zwei Subprovinzen unterschieden. Die östliche mit ihren überwiegenden Harzburgiten und gut entwickelten Kumulatfolgen, die auf höhere Aufschmelzungsraten, „normale“ Ozeanbecken und Inselbogenbildungen hinweisen (AUBOUIN et al., 1986), wird als Harzburgit-Subprovinz bezeichnet. Von dieser wird die westliche lherzololith-Subprovinz abgetrennt (MAKSIMOVIC und MAJER, 1981; PAMIC, 1983).

Aufgrund sedimentologischer Untersuchungen kann davon ausgegangen werden, daß die Chromspinelle der unterkretazischen Roßfeldschichten (FAUPL und TOLLMANN, 1979; DECKER et al., 1987), des mittelkretazischen Lavanter Flyschs (FAUPL, 1977) und der Höheren Gosau (z. B. DIETRICH und FRANZ, 1976; SAUER, 1980; FAUPL, 1983; WAGREICH, 1983) aus Ophiolithkomplexen einer südlichen Provinz herzuleiten sind, d. h. aus Liefergebieten, die südlich der Kalkalpen gelegen waren.

Die Chromspinelle der unterkretazischen Roßfeldschichten können aufgrund ihrer chemischen Variabilität als Abkömmlinge von Gesteinen der dinarischen Harzburgit-Subprovinz interpretiert werden. Die

Ophiolithe dieser Zone sind infolge der oberjurassischen Konvergenzvorgänge, die auch im Ostalpin selbst von großer Bedeutung waren (vgl. FLÜGEL und FAUPL, 1987), obduziert worden. Die Spinellspektren tendieren zu Typ III (DICK und BULLEN, 1984) und dokumentieren damit die aus dem dinaro-hellenischen Ophiolithgürtel bekannte Inselbogenaktivität.

Ab der Mittelkreide des Lavanter Flysches und vor allem in den Spinellspektren der Höheren Gosau treten nun auch weit aluminiumreichere Varietäten auf als in der Unterkreide. Diese weisen auf die Beteiligung lherzolitischer Herkunftsgesteine hin. Es kann daher angenommen werden, daß ab der Mittelkreide auch der Ophiolithkomplex der dinarischen Lherzololith-Subprovinz zur Abtragung gelangt ist. Daß die Chromspinelle der Höheren Gosau lediglich aus Schwermineralien der Tieferen Gosau umgelagert sein könnten, wird ausgeschlossen, da das restliche Spektrum üblicherweise völlig anders zusammengesetzt ist als in der Tieferen Gosau.

Die detritären Chromspinelle der kalkalpinen Mittelkreide (Losensteiner Schichten, Branderfleckschichten) sowie der Tieferen Gosau werden aufgrund sedimentologischer Befunde aus Ophiolithkomplexen im Norden der Kalkalpen hergeleitet. Dieses Liefergebiet läßt sich als Produkt der unter- bis mittelkretazischen Subduktions- und Obduktionstätigkeit im südpenninischen Ozean, am Nordrand des Ostalpins, erklären (= „Rumunischer Rücken“, FAUPL, 1978; GAUPP, 1983). Das ophiolithische Liefergebiet dürfte aufgrund des breiten Spektrums an Chromspinellzusammensetzungen einen komplexen Aufbau gehabt haben. In dem Klassifikationsschema von DICK und BULLEN (1984) wären die Spinellspektren dem Typ II (transitional) zuzuordnen. Innerhalb dieser Gruppe bestehen keine sehr deutlichen Unterschiede; auch nicht zwischen den Spektren der Losensteiner Schichten und jenen der Tieferen Gosau. Das bedeutet aber auch, daß keine wesentlichen Differenzen zwischen jenen Ultrabasiten, die vor der Kontinent/Kontinent-Kollision obduziert wurden und jenen die nach der früh-oberkretazischen Kollision (zwischen Ostalpin und Briançonnais) erodiert und in den Sedimenten der Tieferen Gosau abgelagert wurden, bestehen. Auch die Spinelle der südpenninischen Arosazone, die einem mittelkretazischen „solpe and trench“-Bereich im Norden dieses „Rückens“ entspricht (WINKLER, 1987), sind chemisch gut mit dieser Gruppe zu vergleichen.

Innerhalb der Tieferen Gosau fallen die Chromspinellspektren der Lokalitäten Wörschach (POBER, 1984) und Gosau (WAGREICH, 1986) insofern auf, als sie sich besser mit den Verteilungen der Höheren Gosau („Südprovinz“) vergleichen lassen. In beiden Fällen ist eine südliche Herkunft paläogeographisch durchaus vorstellbar.

Ebenfalls bestehen auffällige Differenzen zwischen den Chromspinellen der Losensteiner Schichten und jenen der mittel- bis oberkretazischen Branderfleckschichten (GAUPP, 1980; WEIDICH, 1984). Letztere haben deutliche Ähnlichkeiten mit Spektren der „Südprovinz“, was allerdings derzeit schwer interpretierbar ist, da die Annahme grund-

sätzlich verschiedener Liefergebiete durch Paläoströmungshinweise (MÜLLER, 1973; GAUPP, 1980) nicht gestützt wird.

Aus den heute im Bereich der penninischen Fenster anstehenden Ophiolithkörpern sind bisher keine annähernd so chromreichen Spinelle nachgewiesen worden, wie sie in den detritischen Spektren der „Nordprovinz“ (als umfassender Begriff südpenninische Ophiolithe) überwiegen. In diesem Zusammenhang ist auf besonders chromreiche Spinelle der mittelkretazischen unterostalpinen Sandsteine (Err-Berninadecke) hinzuweisen. Das bedeutet, daß innerhalb dieser „Nordprovinz“ verschiedene Ophiolithfolgen vereinigt sind: Zunächst gelangten Peridotite, die auf starke Aufschmelzungsraten hinweisen, zur Erosion (Mittelkreide der Err-Berninadecke, Losensteiner Schichten, aber auch Tiefere Gosau). Die Ophiolithkörper, die heute im Bereich des Penninikums anstehen, dürften eine relativ späte Obduktion erfahren haben. Sie stellen wahrscheinlich relative unbeeinflusste Bildungen mittelozeanischer Rücken (HÖCK, 1983; KOLLER, 1985) mit vergleichsweise geringen Aufschmelzungsraten dar. Der Einfluß solcher Gesteinstypen dürfte in der Tieferen Gosau noch gering gewesen sein.

Die Chromspinelle aus mittelkretazischen Sandsteinen der Ybbsitzer Klippenzone (SCHNABEL, 1979), deren paläogeographische Position gegenwärtig noch diskutiert wird, zeigen eine gute Übereinstimmung mit jenen aus den Sandsteinen der Arosazone.

Spinelle aus dem Unterinntaltertiär (Oberaudorfer Schichten, WOLETZ, 1956; SCHNABEL und DRAXLER, 1976) sind mit jenen der Tieferen Gosau vergleichbar. Sie können durch reliktsche, innerhalb der Kalkalpen mitgeschürfte Späne des kretazischen Akkretionskeils erklärt werden.

Von besonderem Interesse sind die Chromspinelle, die bereits in jurassischen Ablagerungen auftreten, wie im Idalpsandstein des Unterengadiner Fensters (Dogger, OBERHAUSER, 1976) und im Grauwackenschiefer der Hippolddecke in den Tarntaler Bergen (HÄUSLER, 1988), in letzterem mit besonders chromreichen Spinellen. Es wäre vorstellbar, daß diese Spinelle von Produkten früher Riftstadien im Zusammenhang mit der Bildung des penninischen Ozeans abzuleiten sind. Allerdings sind in solchen Frühstadien aber noch geringe Aufschmelzungsraten und infolge dessen Aluminium-betonte Chromspinelle zu erwarten, was eine Deutung der vorhandenen Spektren erschwert.

Schließlich sollen noch die Chromspinelle der Kaumberger Schichten aus dem Ostabschnitt der Rhenodanubischen Flyschzone (FAUPL, 1975) erwähnt werden, die sich durch starke Schwankungen im Mg/Fe-Verhältnis und weniger auffällige Streuung im Cr/Al-Verhältnis von den meisten anderen Datengruppen abheben. Dadurch scheint sich die Existenz einer paläogeographisch eigenständigen Liefergebietsprovinz zu bestätigen.

Dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich wird für die finanziellen Mittel zur Durchführung der Studie (Projekt Nr. P 5826) gedankt.

Literatur

- Abbate, E., V. Bertolotti and G. Principi, 1980: Apennine ophiolites: A peculiar oceanic crust. — *Ofioliti*, spec. issue 1980 (1), 59—96.
- Aubouin, J., X. Le Pichon and A.S. Monin. (eds.) 1986: Evolution of the Tethys (Part I: Text). — *Tectonophysics*, 123, 1—4.
- Beccaluva, L., G. B. Piccardo and G. Serri, 1980: Petrology of northern Apennine ophiolites and comparison with other Tethyan ophiolites. — *Proceedings Internat. Ophiolite Symposium, Cyprus 1979* (ed. A. Panayiotou), 314—331.
- Decker, K., P. Faupl and A. Müller, 1987: Synorogenic Sedimentation on the Northern Calcareous Alps During the Early Cretaceous. in: Flügel, H., and P. Faupl. (eds.): *Geodynamics of the Eastern Alps*, 126—141.
- Dercourt, J., L. P. Zonenshain, L.-E. Ricou, V. G. Kazmin, X. Le Pichon, A. L. Knipper, C. Grand-Jaquet, I. M. Sborshikov, J. Geysant, C. Lepvrier, D. H. Pechersky, J. Boulin, J.-C. Sibouet, L.-A. Savostin, O. Sorokhtin, M. Westphal, M. L. Bahzenov, J. P. Lauer and B. Biju-Duval, 1986: Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamir since the Lias. In: Aubouin, J., X. Le Pichon and A.S. Monin (eds.): *Evolution of the Tethys, Tectonophysics*, 123, 241—315.
- Dick, H. J. B. and T. Bullen, 1984: Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas. *Contr. Miner. Petr.*, 86, 54—76.
- Dietrich, V. J. und U. Franz, 1976: Ophiolith-Detritus in den santonen Gosauschichten (Nördliche Kalkalpen). *Geotekt. Forsch.*, 50, 85—109.
- Faupl, P., 1975: Schwermineralien und Strömungsrichtungen in den Kaumberger Schichten (Oberkreide) des Wienerwald-Flysches, Niederösterreich. — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 1975, 528—540.
- Faupl, P., 1977: Sedimentologische Studien im Kreideflysch der Lienzer Dolomiten. *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl.*, 1976, 131—134.
- Faupl, P., 1978: Zur räumlichen und zeitlichen Gliederung von Breccien- und Turbiditserien in den Ostalpen. *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, 25, 81—110.
- Faupl, P., 1983: Die Flyschfazies in der Gosau der Weyerer Bögen (Oberkreide Nördliche Kalkalpen, Österreich). *Jb. Geol. B.-A.*, 126, 219—244.
- Faupl, P. und A. Tollmann, 1979: Die Roßfeldschichten: Ein Beispiel für Sedimentation im Bereich einer tektonisch aktiven Tiefseerinne aus der kalkalpinen Unterkreide. *Geol. Rdschau*, 68, 93—120.
- Flügel, H. W. and Faupl, P. (eds.) 1987: *Geodynamics of the Eastern Alps*. — 418p., Deuticke, Wien.
- Gaupp, R., 1980: Sedimentpetrographische und stratigraphische Untersuchungen in den oberostalpinen Mittelkreideserien des Westteils der Nördlichen Kalkalpen. *Diss. TU München*, 282 S.
- Gaupp, R., 1983: Die paläogeographische Bedeutung der Konglomerate in den Losensteiner Schichten (Alb, Nördliche Kalkalpen). — *Zitteliana*, 10, 155—171.
- Häusler, H., 1988: Unterostalpine Jurabreccien in Österreich. *Jb. Geol. B.-A.*, 131, 21—125.
- Höck, V., 1983: Mesozoic ophiolites and non-ophiolitic metabasites in the central part of the Tauern Window (Eastern Alps, Austria). *Ofioliti*, 8 (1), 103—126.
- Irvine, T. N., 1967: Chromian spinel as a petrogenetic indicator. Part 2, Petrologic applications. *Canad. Jour. Earth Sci.*, 4, 71—103.
- Koller, F. (1985): Petrology and Geochemie der Ophiolite des Penninikums am Alpenostrand. — *Jb. Geol. B.-A.*, 128/1, 82—150.
- Maksimovic, Z., und V. Majer (1981): Accessory spinels of two main zones of alpine ultramafic rocks in Yugoslavia. — *Bull. T. LXXV de l'Académie Serbe des Sciences et des Arts. Classes des Sciences Naturelles et Mathématiques, Sciences Naturelles* no. 21-1981, 48—58.
- Müller, K. (1973): Das „Rand-Canoman“ der Nördlichen Kalkalpen und seine Bedeutung für den Ablauf der ostalpinen Deckenüberschiebungen und ihrer Schubweiten. *Geol. Rdschau*, 62, 54—96.
- Oberhauser, R. (1976): Bericht 1975 über paläologisch-sedimentologische Aufnahmen im Engadiner Fenster (Fimbertal) auf Blatt 170, Galtür. — *Verh. Geol. B.-A.*, 1976, A158—159.

Pamic, J. (1983): Considerations on the boundary between Lherzolite and harzburgite subprovinces in the Dinarides and Northern Hellenides. *Ophioliti*, 8 (1), 153–164.

Pober, E. (1984): Stratigraphische und sedimentologische Untersuchungen in der Gosau von Wörschach (Steiermark). Unpubl. Diss. Formel- u. naturwiss. Fak. Univ. Wien, 149p.

Sauer, R. (1980): Zur Stratigraphie und Sedimentologie der Gießhübler Schichten (Nördliche Kalkalpen). Univeröffent. Diss. Formel- u. naturwiss. Fak. Univ. Wien., 181 S.

Schnabel, W. (1979): Geologie der Flyschzone einschließlich der Klippenzonen.

In: Arbeitstagung der geologischen Bundesanstalt 1979 (Blatt 71, Ybbsitz), 17–42.

Schnabel, W., und I. Draxler (1976): Sedimentologische, palynologische und Nannofossil-Untersuchungen in der Inneralpinen Molasse des Unterinntales unter besonderer Berücksichtigung von Umlagerungsfaktoren. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 151 (3), 325–357.

Wagreich, M. (1983): Lithofazielle und stratigraphische Gliederung der Gosau bei Lilienfeld (Niederösterreich). — Unveröff. Vorarbeit Geol. Inst. Univ. Wien, 84 S.

Wagreich, M. (1986): Sedimentologische und stratigraphische Untersuchungen des tieferen Abschnittes der Gosauschichten von Gosau und Rußbach (Oberösterreich, Salzburg). — Unpubl. Diss. Formel- u. naturwiss. Fak. Univ. Wien, 253p.

Weidich, K. F. (1984): Über die Beziehungen des „Cenomans“ zur Gosau in den Nördlichen Kalkalpen und ihre Auswirkungen auf die paläogeographischen und tektonischen Vorstellungen. *Geol. Rdschau*, 73 (2), 517–566.

Winkler, W. (1987): Mid-early Cretaceous flysch and melange formations in the Western East Alps. Paleotectonic implications. *Habilitationsschr. Geol. Paläont. Inst. Univ. Basel*, 91p.

Woletz, G. (1956): in: Heissel, W.: Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes. Mit einem Abschnitt über Schwermineruntersuchungen an Gesteinen aus dem Unterinntaler Tertiär“ von G. Woletz. *Mitt. geol. Ges. Wien*, 48, 49–70.

Woletz, G. (1963): Charakteristische Abfolge der Schwermineralegehalte in Kreide- und Alttertiärschichten der nördlichen Ostalpen. *Jb. Geol. B.-A.*, 106, 89–119.