

- GOLLNER, H. & ZIER, C. (1985): Zur Geologie des Hochlantschstockes (Grazer Paläozoikum, Steiermark).- *Jahrb. Geol. Bundesanst.*, **128/1**, 43-73, 9 Abb., 2 Taf., Wien.
- PENECKE, K.A. (1887): Über die Fauna und das Alter einiger paläozoischer Korallriffe der Ostalpen.- *Zeitschr. deutsch. Geol. Ges.*, **39**, 267-276, Taf. 20, Berlin.
- PENECKE, K. A. (1889): Vom Hochlantsch. Eine vorläufige Mitteilung über das Grazer Devon.- *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, **26**, 17-28, Graz.
- ZIER, C. (1982): Die Geologie des Gebietes zwischen Bärenschützklamm und Tyrnauergraben (Grazer Paläozoikum, Steiermark).- Unpubl. Diss., K.-F.-Univ. Graz, 1-364, Graz.

Hochdifferenzierte Pegmatite in den Ostalpen

Heinrich MALI

Institut für Geowissenschaften, Montanuniversität Leoben, Peter Tunnerstr. 5, A-8047 Leoben

In den Ostalpen ist das Auftreten von Pegmatiten auf das paläozoische Kristallin und auf die Umgebung variszischer Intrusiva des Tauernfensters beschränkt. Der magmatische Differenzierungsgrad von Pegmatiten kann durch geochemische Parameter wie die Gehalte von Ba, Cs, Ga, Li, Rb und Tl sowie durch die Elementverhältnisse K/Rb, Rb/Sr, Rb/Ba und Al/Ga charakterisiert werden. In den Ostalpen sind 64 spodumenführende Pegmatite bekannt. Ihr Verbreitungsgebiet ist ausschließlich auf die Bunte Serie des Altkristallins von Südtirol bis in die Oststeiermark beschränkt.

Alle hochdifferenzierten Pegmatite sind zonar gebaut. Die Ausnahme bilden ein Teil der Spodumenpegmatite der Weinebene, die im Glimmerschiefer auftreten. Sie sind intensiv tektonisiert und rekristallisiert, sodaß eine mögliche primär vorhandene Zonierung nicht mehr rekonstruierbar ist. Die Internzonen werden aufgrund von qualitativem und quantitativem Mineralbestand sowie durch die Gefüge unterschieden. Viele Spodumenpegmatite besitzen eine oder mehrere spodumenfreie Zonen. Einige haben sogar mehrere spodumenführende Zonen (z.B. Edling, St. Radegund, Pallbauernalm / Pusterwald; MALI 1993, SENZENBERGER 2001).

Die Hauptbestandteile der Pegmatite sind Spodumen, Quarz, Albit, Kalifeldspat und Muskovit. Als Akzessorien treten Beryll, Apatit, Pollucit, Turmalin, Zirkon, Granat, Biotit, Graphit, Pyrit, Magnetkies, Xenotim, Zinnstein, Rutil, Columbit, Wodginit, Fersmit, Pyrochlor, Äschynit, Uraninit, Titanit, Orthit, Epidot und Holmquistit auf. Alterationserscheinungen umfassen in Abhängigkeit vom Nebengestein Turmalinisierung, Silifizierung, Biotitisierung (Amphibolit) und Kalksilikatbildung (Marmor).

Der Grad der Differenzierung kann auch über den Chemismus von Muskovit und Kalifeldspat gut bestimmt werden, wobei sich dafür der Muskovit besser eignet, da er leichter Spurenelemente aufnehmen kann. Als hochdifferenziert können Muskovite aber auch Kalifeldspäte mit einem K/Rb-Verhältnis <150 angesprochen werden. Nahezu alle bisher untersuchten Muskovite und Kalifeldspäte aus spodumenführenden Zonen der Ostalpenpegmatite sind hier angesiedelt. Daneben wurden aber auch eine Reihe von Pegmatiten gefunden, die keine ausgeprägte Anreicherung von seltenen Elementen beinhalten, jedoch einen hohen Differenzierungsgrad zeigen. Wegen der Internzonierung wurden in ein und demselben Pegmatit je nach Zone Muskovite mit sehr unterschiedlichen K/Rb-Verhältnissen, die von sehr gering bis sehr hoch differenziert streuen, beschrieben (z.B. Trattnerhöhe, GASSNER 2001). Nicht immer sind dabei die

zentralen Zonen in der Nähe eines hydrothermalen Quarzkernes auch am höchsten differenziert (SENZENBERGER 2001).

Der Li_2O -Gehalt der spodumenführenden Zonen liegt bei rund 1,5 Gew.%, was einem äquivalenten Spodumengehalt von rund 20 Vol.% entspricht. Spodumenfreie Pegmatite haben gewöhnlich unter 50 ppm Li (MALI 1993). Der Li_2O -Gehalt der Spodumene liegt häufig unter 7,5 Gew. % (max. 8,0 Gew.%, Hofbauer / Anger; GASSNER 2001) und ist mit der geringen Verwitterungsresistenz erklärbar. Beryll hat bis zu 0,72 Gew.% Li_2O . Der Li-Gehalt des vergesellschafteten Feldspats liegt zumeist unter 50 ppm, der des Muskovits unter 1500 ppm. Nur selten steigt der Be-Gehalt des Gesamtgesteins über 200 ppm. Feldspäte haben unter 50 ppm, Muskovite unter 30 ppm Be. Die Fe-Gehalte des Gesamtgesteins liegen generell unter 0,3, die Mn-Gehalte unter 0,1 Gew.%. Der Na/K-Quotient der Spodumenpegmatite liegt bei ~1,5 und weist auf eine Albitvormacht hin. Das K/Rb-Verhältnis liegt bei 60, Rb/Sr bei 10 und Rb/Ba bei 6. Ti, Ca, Mg, Sr, Ba, Zr sind relativ zu Graniten abgereichert. Die höheren Gehalte von Li, Rb, Cs, Sn, Nb, Ta und Be belegen den hohen Differenzierungsgrad. Die Seltenen Erden sind im Vergleich zu Graniten auf etwa ein Zehntel erniedrigt. Nb und Ta mit bis zu 400 ppm im Gesamtgestein bilden eigenständige Minerale. Es gibt kaum eine lineare Korrelation zwischen Li, Be, Rb, Cs, Nb und Sn in den Gesamtgesteinsanalysen der Spodumenpegmatite.

Die Bildungsbedingungen der spodumenführenden Zonen sind zwischen 1,5 bis 2,5 kbar und 350 bis 475°C begrenzt (LONDON & BURT 1982). Gestützt auf Sm-Nd-Isotopendaten werden die Pegmatite der Silvrettadecke, der Deferegger Alpen, der Kreuzeck- und Goldeckgruppe, der Kor-, Stub- und Gleinalpe sowie der Wölzer Tauern mit rund 260 Mio. J. angegeben. Gleichzeitig wird eine Hochtemperatur-Niedrigdruck-Metamorphose im Nebengestein dokumentiert (SCHUSTER et al. 2001a, SCHUSTER et al. 2001b, SCHUSTER & FAUPL 2001, THÖNI & MILLER 2000). Li-Cs-Ta-Pegmatite sind Restdifferentiate von S-Typ-Graniten (CERNY 1991). Die Spodumenpegmatite und deren vergesellschaftete gemeine Pegmatite der Ostalpen könnten in anatektischen Schmelzen von Metasedimenten an der Basis des Altkristallins ihren Ursprung haben.

Literatur

- CERNY, P.: Fertile granites of Precambrian rare-element pegmatite fields: is geochemistry controlled by tectonic setting or source lithologies? - *Precambrian Res.*, 51, 429-468, 1991.
- GASSNER, M.: Geochemische und petrologische Untersuchungen an ausgewählten steirischen Pegmatiten (Koralpe, Stubalpe, Kristallin von St. Radegund, Anger-Kristallin). - Unveröff. Dipl.-Arbeit, Montanuniv. Leoben, 176 S, 2001.
- LONDON, D. & BURT, D. M.: Lithium aluminosilicate occurrences in pegmatites and the lithium aluminosilicate phase diagram. - *Am. Min.*, 67, 483-493, 1982.
- MALI, H.: Die Spodumenvorkommen im Bereich Bretstein / Pusterwald (Wölzer Tauern, Steiermark). - Unveröff. Dipl.-Arbeit, Montanuniv. Leoben, 122 S, 1993.
- SENZENBERGER, D.: Zonarbau und geochemische Charakteristik von Pegmatiten aus dem Glimmerschiefer-Marmor-Komplex des Hohenwart (Wölzer Tauern, Steiermark). - Unveröff. Dipl.-Arbeit, Montanuniv. Leoben, 176 S, 2001.
- SCHUSTER, R., BERTLE, R. & FRANK, W.: Indications for a Permo-Triassic metamorphic imprint in the Austroalpine Silvretta nappe (Eastern / Alps). - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 25, 195-196, 2001a.
- SCHUSTER, R. & FAUPL, P.: Permo-triassic sedimentary record and contemporaneous thermal basement evolution in the Drauzug-Goldeck-Kreuzeck area (Eastern Alps / Austria). - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 25, 192-194, 2001.
- SCHUSTER, R., PROYER, A., HOINKES, G. & SCHULZ, B.: Indications for a Permo-Triassic metamorphic imprint in the Austroalpine crystalline rocks of the Deferegger Alps (Eastern Tyrol). - *Mitt. Österr. Min. Ges.*, 146, 275-277, 2001b.

THÖNI, M. & MILLER, C.: Permo-Triassic pegmatites in the eo-Alpine eclogite-facies Koralpe complex, Austria: age and magma source constraints from mineral chemical, Rb-Sr and Sm-Nd isotope data.– Schweiz. Mineral. Petrograph. Mitt., 80, 169-186, 2000.

Korrelation der Schichtenfolgen des Devons der Karnischen Alpen – Implikationen für Steuerungsfaktoren der Karbonatsedimentation am Nordrand von Gondwana

Susanne M.L. POHLER & Hans-Peter SCHÖNLAUB

Geologische Bundesanstalt Wien, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien

In den Karnischen Alpen sind Karbonate in verschiedenen tektonischen Einheiten erhalten, die aus unterschiedlichen Ablagerungsräumen stammen und einen Zeitraum von Ashgillium bis Karbon umfassen. Profile durch Schelf- und Schelfabhäng-Karbonate wurden vermessen und untersucht um die Entwicklung des Ablagerungsraumes im Devon zu rekonstruieren.

Die Entwicklung einer ausgedehnten Karbonatplattform begann im Lochkovium mit dem Drifting der Karnischen Platte in niedrige Breiten. Ein Profil durch die südliche Flachwasser Fazies (**Kellerwand Decke**) ist zugänglich an der Seewarte. Lochkovkalke der Rauchkofel-Formation sind hier etwa 152 m mächtig und können in zwei unterschiedliche Einheiten gegliedert werden. Die unteren 92 m bestehen aus dünnbankigen dunklen Kalken und Schiefen mit drei dolomitisierten Konglomerat- und Megakonglomerat-Horizonten. Die Megakonglomerate enthalten über 10 m grosse Blöcke von rekristallisierten hellen Kalken. Die oberen 56 m des Lochkovium bestehen aus Crinoidenschuttkalken mit dolomitisierter Grundmasse. Gradierte Bänke mit eingeregelteten Crinoidenbruchstücken wechsellagern mit massigen unsortierten Crinoidenschuttkalken.

Das Pragium ist überliefert in der Hohe Warte-Formation, eine etwa 350 m mächtige Abfolge von grobkörnigen Crinoidenschuttkalken, die vermutlich bis ins untere Emsium reicht. Im oberen Abschnitt werden kleine Bioherme häufig. Der überlagernde dunkle Seewarte-Kalk mit *Hercynella* ist nur lokal entwickelt und wird an der Seewarte etwa 40 m mächtig. Die darüberfolgende Lambertenghi-Fm. besteht aus einer etwa 130 m mächtigen Abfolge von zyklischen Onkoidkalken und Algenlaminiten, die von flach subtidal über intertidal bis supratidal reichen. Vermutlich hat der Lambertenghi-Kalk noch Ems-Alter. Etwa 220 m Spinotti-Kalk vertreten das Mitteldevon mit Crinoidenschutt- und Stromatoporenschuttkalken, die im oberen Abschnitt in Birdseye- und Amphiporenkalke übergehen. Letztere erreichen am Südabfall der Seewarte grosse Mächtigkeit (über 300 m), während an der Hohen Warte oberes Givetium und Frasnium durch Riffkalke vertreten sind. Die lagunären Abfolgen an der Seewarte stellen somit vermutlich eine Übergangsfazies zum Gamskofel-Kalk dar. Am Südabfall der Seewarte endet die Flachwasserabfolge mit einer Erosionsdiskordanz zur Hochwipfel-Formation, während am Kollinkofel über Riffkalken des Frasnium mindestens 40m Lithoklastenkalke und Brachiopodenkalke des Famennium erhalten sind (Kollinkofel-Kalk).

Verschiedene Einheiten der **Cellon Decke** sind am Cellon, Pal Piccolo, Freikofel, Pal Grande, Gamskofel und Creta di Timau aufgeschlossen. Sie werden als Ablagerungen eines pelagischen Aussenschelfes oder einer Karbonatrampe interpretiert. Die abnehmende Mächtigkeit der Abfolgen von Südwest nach Nordost deutet auf zunehmende Entfernung von der „Karbonatfabrik“ auf der Schelfplattform. Die basalen Rauchkofel-Kalke des Lochkovium