

Die Granite des Fichtelgebirges als Indikatoren der Krustenentwicklung im nördlichen Umfeld der KTB

Die beteiligten Arbeitsgruppen

Technische Universität München, TUM
(G. Morteani, L. Hecht, D. Blamart, S. Schödlbauer)
 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, BGR
(A. Höhndorf, F. Henjes-Kunst)
 Forschungszentrum für marine Geowissenschaften, GEOMAR
(N. Kukowski)
 GeoForschungsZentrum Potsdam, GFZ
(P. Möller, R. Thomas, H.-J. Förster, G. Tischendorf, W. Irber)
 Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, RWU
(H. J. Neugebauer)
 Begleitende Beratung im Projekt: G. Stettner

Aufgaben und Fragestellung

Der Granitmagmatismus war ein sehr weitverbreiteter krustenmodifizierender Prozess im Verlauf der variszischen Orogenese. Die besondere Bedeutung der Granite für das Verständnis der Krustenentwicklung ergibt sich aus der Tatsache, daß die Granite zum einen das Produkt sich ändernder Bedingungen (Temperatur, Druck, Fluidangebot etc.) in der Kruste sind und zum anderen selbst durch Wärme- und Stofftransport die beim Aufstieg durchwanderte Kruste beeinflussen.

Anhand der schon vorhandenen und z. T. noch unpublizierten Daten, sowie ergänzender geochemischer, petrologischer, geophysikalischer und isotopengeochemischer Untersuchungen sollen in diesem Projekt die Magmenentstehung und -entwicklung, der Magmenaufstieg und die Magmenkristallisation der Fichtelgebirgsgranite (Abb. 1) untersucht werden. Mit den Ergebnissen soll ein Beitrag zum Verständnis der geodynamischen Entwicklung der Kruste im südlichen Saxothuringikum an der Grenze zum Moldanubikum im nördlichen Umfeld des KTB geleistet werden.

Lösungsweg und geplante Untersuchungen

Mehrere Workshops, Exkursionen und Tagungen haben gezeigt, daß eine zufriedenstellende Lösung der zuvor geschilderten komplexen Aufgabenstellung nur dann erreicht werden kann, wenn die einzelnen Arbeitsgruppen (siehe oben) mit ihren speziellen Erfahrungen und Kenntnissen zusammenarbeiten. Diese Arbeitsgruppen haben sich zu einem gemeinsamen Vorhaben zusammengefunden und ein zweijähriges Arbeitsprogramm aufgestellt. Im folgenden werden die verschiedenen methodischen Ansätze dieses Arbeitsprogramms kurz geschildert.

Petrologische Untersuchungen, (TUM)

An speziellen Mineralvergesellschaftungen (z.B. Granat-Cordierit-Biotit) in den Graniten und Graniteinschlüssen (Abb. 2 und 3) sollen verschiedene Geothermometer und -barometer angewandt und in ihrer Aussage verglichen werden, um die P/T-Geschichte der Granite und deren Einschlüsse zu rekonstruieren.

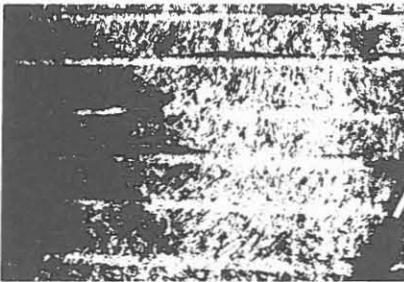


Abb. 2: Cordierit-Granat-Gneiseinschluß im Kösseingranit G3K.

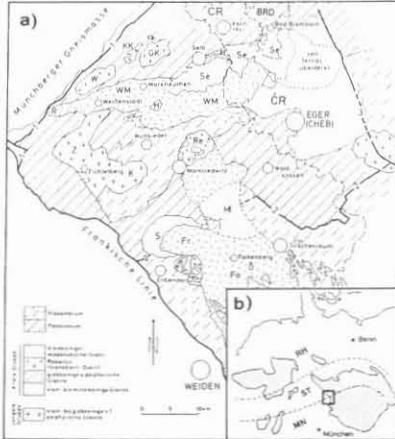


Abb. 1: (a) Die Granite im Fichtelgebirge und nördlichen Oberpfälzer Wald nach STETTNER (in RICHTER & STETTNER, 1979). (b) Zonengliederung der mitteleuropäischen Varisziden (RH = Rhenohertzynische Zone, ST = Saxothuringische Zone, MN = Moldanubische Zone)

Stabile Isotope, O/H (TUM)

Die Untersuchung der stabilen Isotope an den Graniten des Fichtelgebirges kann 1) wichtige Informationen über die Magmenherkunft und -entwicklung bringen und 2) mögliche Reaktionen mit internen (magmatischen) Fluiden bzw. mit externen Lösungen (meteorischen oder Formationswässern) im Laufe der magmatischen Entwicklung anzeigen.

Untersuchung leicht laugbarer Elementanteile (GFZ)

(P. Möller, W. Irber)
 In Graniten liegt der Gesamtelementbestand in Abhängigkeit von der Differenzierungs- und Alterationsgeschichte als leicht, mittel und schwer löslicher Anteil vor. Mit der hier verwendeten Laugungsmethode läßt sich vor allem der leichtlösliche Anteil abgrenzen und genauer untersuchen. Die Ergebnisse erlauben Rückschlüsse auf Element-Umverteilungsprozesse während der Endphase der Kristallisation wie auch bei nachfolgenden Alterationen.

Durch Vergleiche des Laugungsverhaltens ergeben sich Beurteilungskriterien, die eine Aussage über die Verwendbarkeit petrogenetischer Indikatoren erlauben.

Ein Anwendungsbeispiel ist das unterschiedliche Verhalten der Elemente Rb und Sr im Hinblick auf die Verwendung für Altersdatierungen. Im Fichtelgebirge soll die bisher gebräuchliche petrographische Gliederung G1 bis G4 näher untersucht werden. Gerade unter geochemischen Gesichtspunkten ergeben sich hier Widersprüche, die die vorliegende Gliederung überdenkenswert erscheinen lassen.

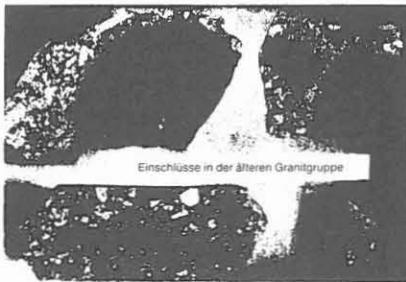


Abb. 3: Magmatische (a) und metasedimentäre (b) Einschlüsse im Reutgranit G1R.

Untersuchung der akzessorischen Mineralphasen (GFZ, TUM)

(H.-J. Förster, G. Morteani, L. Hecht, D. Blamart, S. Schödlbauer)
 An ausgewählten Proben (Granite und Einschlüsse) sollen der Bestand und die chemische Zusammensetzung der akzessorischen Mineralphasen analysiert werden. Zunächst werden die Akzessionen mit Hilfe der Mikrosonde untersucht. Außerdem ist geplant, bei einigen Proben zusätzlich Mineralseparate (z.B. Granat) zu untersuchen.

Ein großer Vorteil bei der Untersuchung chemisch relativ stabiler Akzessionen besteht darin, daß sie vergleichsweise unempfindlich gegenüber sekundären Störfaktoren sind (Alteration, Verwitterung etc.). Es soll geklärt werden, welche Anteile der Akzessionen als Reste, magmatische Bildung oder assimiliertes Krustenmaterial gedeutet werden können. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können große Bedeutung für das Verständnis der Herkunft und Differenzierung der Granitmagmen haben.

Radiogene Isotope, Sm/Nd und Rb/Sr (BGR)

Die Ergebnisse der Untersuchung der Sm/Nd- und Rb/Sr-Isotope sollen zur Klärung der Frage beitragen, in welchem Maße mafische Magmen (Mantel-Teilschmelzen) und Krustengesteine (Metapelite etc.) an der Bildung der Granite durch Differenzierungsprozesse bzw. Magmenmischung stofflich beteiligt waren.

Geochemische Modellierung (TUM, BGR, GFZ)

Auf der Basis der vervollständigten Gesamtgesteins-, Mineral- und Isotopenchemie der Granite und deren Einschlüsse soll mit Rechenmodellen die Entstehung und Differenzierung der Granitmagmen rekonstruiert werden (Rayleigh-Fraktionierung, Teilschmelzenbildung, Magmenmischung, Restit-Entmischung sowie Wechselwirkungen mit fluiden Phasen). Zur Zeit stehen zwei Modelle zur Diskussion: (1) die Differenzierung aus einem zusammenhängenden Stammagma und (2) eine mehrphasige Teilschmelzenbildung mit anschließender Magmenfraktionierung.

Geophysikalische Modellierung (RWU, GEOMAR)

Die Mobilisierung, der Aufstieg und die Platznahme der Granitmagmen soll mit numerischen Rechenmodellen nachvollzogen werden (Abb. 4). Eine realistische, und gegenüber älteren Modellen verfeinerte Modellierung kann nur erfolgen, wenn die physikalischen Rahmenbedingungen (Druck, Temperatur, Viskosität) der Magmen und des Nebengesteins besser bekannt sind. Die Ermittlung dieser physikalischen Parameter ist ein Hauptziel des Projektes.

Bei der Modellierung werden zwei Schwerpunkte gesetzt. Der erste Schwerpunkt liegt auf der rechnerischen Modellierung komplex zusammengesetzter Granitkörper durch aufeinanderfolgende Intrusionsschübe. Dieser dynamische Ansatz enthält auch eine Abschätzung der an der Quelle der Granitmagmen bereitgestellten kritischen Schmelzvolamina als Funktion der in der Quellregion verfügbaren Wärme. Eine solche rechnerische Inversion der Fichtelgebirgsgranite mit Hinblick auf ihre Quelle gibt somit Hinweise auf die Art der Zufuhr von primärem Material aus der subkrustalen Lithosphäre an den Ort der Granitentstehung.

Ein zweiter Schritt der Untersuchung soll sich auf die räumliche und thermische Differenzierung von Granitmagmen beziehen. Die Modellierung der thermischen Differenzierung soll durch spezielle Behandlung der Beiträge zur Wärmebilanz von Wärmeleitung, Konvektion, adiabatischer Wärmeänderung, Scherenwärmung und Schmelz- und Kristallisationswärme genauer durchgeführt werden.

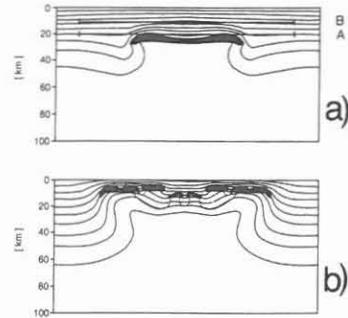


Abb. 4.1: Das Temperaturfeld in Isolinienabständen von 100°C und die Struktur der sich entwickelnden Plutone sind für den Zeitpunkt während des Aufstiegs (a) und bei der Platznahme (b) dargestellt. Aufgrund der günstigeren mechanischen Bedingungen erreicht diese Modellintrusion ein hohes Einlagerungsniveau.

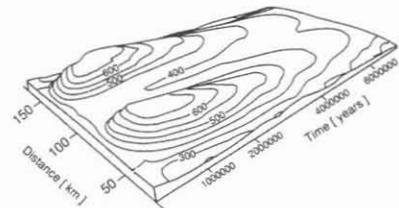


Abb. 4.2: Temperaturverlauf mit der Zeit in 10 km Tiefe (Profil B in Abb. 4.1a) für ein Modellereignis mit $\eta_{abs} = 10^{20}$ Pas, $\Delta\eta = 10^3$ Pas, $\Delta\rho = 100$ kgm⁻³

Literatur

RICHTER, P. & STETTNER, G. (1979): Geochemische und petrographische Untersuchungen der Fichtelgebirgsgranite. - Geologica Bavarica, 78, 144 S.