

# Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland Oberpfalz, Isotopengeochemie / Geochronologie von Drach, Köhler, Müller-Sohnius (München)

### Stellung des Projektes im Gesamtrahmen

Mit der Tiefbohrung bei Windsch-Eschenbach in der Oberpfalz wird ein Profil der oberen Erdkruste erschlossen. Erwartet werden Gesteine verschiedener Herkunft und unterschiedlichen Alters aus einem Krustenabschnitt, der vor ca. 320 Millionen Jahren (Ma) konsolidiert wurde.

Eine der Aufgaben des Gesamtprojektes ist es, das erbohrte Krustenprofil nach lithologischen und nach tektonischen Einheiten zu gliedern. Für die Lösung dieser Aufgabe sind Isotopenuntersuchungen ein wertvolles Instrument.

Die isotopische Zusammensetzung der Elemente Strontium und Neodym dient einmal der geochemischen Beschreibung des Bohrgutes. Andererseits liegt ihre besondere Bedeutung darin, daß Unterschiede in der Isotopie verschiedener Gesteine von deren unterschiedlicher Geschichte abhängen.

Obwohl in einem polymetamorphen Gebiet wie dem NE-bayerischen Kristallin die heutigen Nd- und Sr-Isotopenverhältnisse eines Gesteins das kumulierte Ergebnis verschiedener Entwicklungsabschnitte sind, sollte es möglich sein, Gesteinskomplexe mit deutlich unterschiedlicher Geschichte klar voneinander abzugrenzen. In vielen Fällen sollten zusätzlich Aussagen über Alter und/oder Herkunft eines Gesteins zu machen sein.

### Geplante Arbeiten und Probenauswahl

Es ist geplant, die beiden Altersbestimmungsmethoden Rb-Sr und Sm-Nd am selben Probenmaterial einzusetzen. Mit einem modernen Massenspektrometer (Finnigan MAT 261) sollen routinemäßig  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - und  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ -Verhältnisse an Gesteinsproben aus der Tiefbohrung gemessen werden. Um die gemessenen Isotopenverhältnisse auf den Zeitpunkt der Konsolidierung des Gesteinskomplexes zurückrechnen zu können, müssen zusätzlich die Rb-, Sr-, Sm- und Nd-Konzentrationen bestimmt werden. Bei der Probenaufbereitung soll mit der Giessener Geochemie-Arbeitsgruppe (Tapfer/Stroh) zusammengearbeitet werden.

Wichtig bei der Probenauswahl ist, daß möglichst frisches Material analysiert wird. Diese Forderung kann in der Praxis nicht immer streng erfüllt werden.

Bei grobkörnigen und heterogenen Gesteinen können die KTB-Proben nur bedingt als repräsentativ angesehen werden. Im Falle des Rb-Sr-Systems ist das Problem nicht drastisch bei Gesteinen, die nicht wesentlich älter als variscisch sind. Ansonsten kommt dadurch eine gewisse Unsicherheit ins Spiel. Da aber die isotopischen Basisdaten sowieso nur Trends aufzeigen sollen, kann diese Unsicherheit in Kauf genommen werden.

### Aussagenmöglichkeiten der Basisdaten

Das Rb-Sr-System kann einmal zur Altersbestimmung, zum anderen als Tracermethode eingesetzt werden, wobei der Altersbestimmungsaspekt späteren Spezialarbeiten vorbehalten bleiben soll. Dafür geben die Basisdaten wichtige Orientierungshilfen.

Das  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Anfangsverhältnis gibt Hinweise auf die Herkunft des Gesteinsmaterials. Vor allem bei basischen Gesteinen (Amphibolite u.ä.) mit einer wesentlichen Beteiligung von

Erdmantelmaterial dürfte es zu einem wichtigen Merkmal der Klassifikation werden.

Außerdem ist mit den  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnissen (vor 320 Ma) eine qualitative Aussage über den Einfluß der variscischen Metamorphose und die Alterseinstufung möglich: einheitliche Werte bei gleichen Gesteinstypen bedeuten variscische Bildung oder tiefgreifende Überprägung; stark streuende Werte zeigen ältere Gesteine an.

Das Sm-Nd-System kann analog zum Rb-Sr-System als Tracermethode angewendet werden: Gesteine mit hohem  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  zeigen mehr Mantelaffinität, Gesteine mit niedrigem  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  eher Erdkrustenaffinität an.

Die wichtigere Einsatzmöglichkeit der Sm-Nd-Methode ist allerdings die routinemäßige Bestimmung der Nd-Modellalter. Ihr Zahlenwert ergibt sich aus der mathematischen Verknüpfung von gemessenem  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  und gemessenem  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ .

Es bedeutet theoretisch den mittleren Zeitpunkt der Abspaltung des Gesteins-Ausgangsmaterials vom Erdmantel, unter der Voraussetzung, daß dieses Material sein Sm/Nd-Verhältnis bis heute nicht verändert hat. Für den Erdmantel wird dabei eine bestimmte Modell-Zusammensetzung (oft chondritisch) angenommen. Im allgemeinen haben solche chondritischen Nd-Modellalter als Minimal-Alterswerte eine reale geologische Bedeutung. Sie geben z.B. eine untere Grenze für das mittlere Alter des Liefergebietes von Metasedimenten. Darüber hinaus deuten einheitliche Nd-Modellalter von Gesteinsserien auf im Mittel altersgleiches Ausgangsmaterial, stark variierende Modellalter dagegen auf Mischungen Materials verschiedener Herkunft.

Zur Verdeutlichung ist in Abb. 1 ein Beispiel aus dem KTB-Umfeld (NE - Bayerisches Kristallin) gegeben. Dabei sind das  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Anfangsverhältnis und das chondritische Nd-Modellalter zueinander in Beziehung gesetzt.

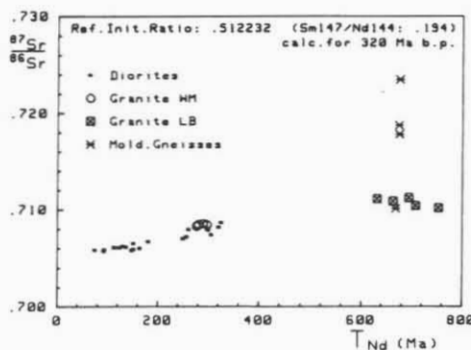


Figure 1: Modell ages and Sr isotope initial ratios of typical NE Bavarian rock suites (data from Holl et al., 1988). Model ages and isotope ratios are calculated for 320 Ma before present (320 has to be added to the x-axis numbers). Present day values for the mantle which is taken to be chondritic are  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512638$  and  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0.1936$ . Decay constants are  $1.42 \times 10^{-11}$  for  $^{87}\text{Rb}$  and  $0.654 \times 10^{-11}$  for  $^{147}\text{Sm}$ .

Der allgemeine Trend in einem solchen Diagramm ist positiv: niedrige  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Werte und Nd-Modellalter stehen für einen kurzen Aufenthalt, hohe  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Werte und Nd-Modellalter für einen vergleichsweise langen Aufenthalt des Ausgangsmaterials in der Erdkruste.

Es sind 3 Gruppen von Gesteinen dargestellt: Dioritische Gesteine aus dem Grenzgebiet Saxothuringikum/Moldanubikum, Granite aus dem Fichtelgebirge (WM) bzw. der Oberpfalz (LB) und Cordierit-Sillimanit-Gneise aus dem Hinteren Bayerischen Wald.

Das Feld der Diorite zeigt einen deutlichen Mischungstrend zwischen relativ jungen Gesteinen mit Mantelaffinität und älteren Gesteinen mit stärkerer Krustenbeteiligung an.

Die beiden Granite zeigen jeweils einheitliche Sr-Isotopenanfangsverhältnisse, ein Spiegel der Sr-Isotopenhomogenisierung bei ihrer variscischen Entstehung. Die Nd-Modellalter sind für einen gegebenen Granit ebenfalls relativ einheitlich, aber bezogen auf den jeweils anderen deutlich unterschiedlich. Während WM wenig und/oder jüngeres Krustenmaterial enthält, zeigt LB eine wesentlich stärkere Beteiligung von älterem, im Mittel präkambrischen Krustenmaterial an.

Die Gneise haben einheitliche Nd-Modellalter um 1000 Ma und zeigen ein Liefergebiet an, das altersmäßig dem LB zu entsprechen scheint. Die höheren Isotopenanfangsverhältnisse deuten allerdings eine im Mittel andere Herkunft an. Außerdem kam es in variscischer Zeit nicht zu einer Sr-Isotopen-Homogenisierung in den Gneisen.

Vergleichbare Aussagen sollten sich aus den isotopischen Basisdaten von der Tiefbohrung ableiten lassen.

### Bearbeitete KTB-Proben

Bisher sind 18 Gesteinsproben aus dem 1. Bohrschnitt (bis 478 m Tiefe) in Bearbeitung, darunter 9 Gneise, 6 Amphibolite, 2 Kalksilikatgesteine und ein Marmor. Daten lagen zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Posters noch nicht vor.

Da ein Großteil der untersuchten Gesteine starke sekundäre Karbonatanteile enthält, wurden alle Gesteine mit verdünnter HCl geätzt und jeweils sowohl Rückstand als auch Lösung als getrennte Proben weiterbearbeitet.

### Conclusion and Consequences

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  and  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  ratios measured on rocks from the KTB should give a valuable insight into the isotopic structure of a typical segment of the upper continental crust. It is expected, that especially Sr-isotope initial ratios and Nd model ages will give rough information on ages and origin of the drilled rock suites.

On this basis it should be possible to subdivide the upper crust into tectonic units of different individual history. Moreover, these basic informations are expected to be a useful foundation for geochronologists and geochemists to pick interesting rock series from the KTB for special isotopic investigations.