

## **Alter und Geochemie der Metabasite der Raabs Einheit im niederösterreichischen Moldanubikum (Böhmische Masse)**

### **Age and geochemistry of metabasites of the Raabs Unit in the Moldanubian Zone of Lower Austria (Bohemian Massif)**

Andreas Mayer\*, Biljana Starijaš Mayer\*, Axel Gerdes\*\*, Fritz Finger\*

\*Fachbereich Umwelt und Biodiversität, Universität Salzburg, Hellbrunnerstrasse 34, 5020 Salzburg, Austria. amayer@bfgg.at, [biljanastarijasmayer@gmail.com](mailto:biljanastarijasmayer@gmail.com), [Friedrich.Finger@sbg.ac.at](mailto:Friedrich.Finger@sbg.ac.at)

\*\* Institute of Geoscience, University of Frankfurt, Altenhöferalle 1, 60438 Frankfurt am Main, Germany. gerdes@em.uni-frankfurt.de

#### **Zusammenfassung**

U-Pb Zirkondatierungen (LA-ICP-MS Analysen) lassen vermuten, dass die in der Raabs Einheit im Moldanubikum der südöstlichen Böhmischen Masse weitverbreiteten Metabasite (Amphibolite, Dioritgneise) in wesentlichen Teilen ein cadomisches Bildungsalter haben. Etliche Amphibolite dürften rund 600 Ma alt sein. Etwas jünger (ca. 550 Ma) scheinen die Dioritgneiskörper zu sein. Zirkone in einer Probe aus dem Waidhofen Metabasitkomplex ergaben hingegen überraschend hohe Alter um 2 Ga. Das schon länger bekannte silurische Zirkonalter des Hartenstein Gneises im Buschhandlwand Metabasitzug konnte bestätigt werden, kann aber offenbar nicht (wie früher postuliert) für die Raabs Einheit insgesamt als repräsentativ angesehen werden.

Neue Geochemiedaten liegen für die Metabasitzüge am Ostflügel der Raabs Einheit vor (Schiltern bzw. Rehberg-Plank Metabasitzug). Diese repräsentieren mafischen bis intermediären intra-ozeanischen Magmatismus mit Mid Ocean Ridge sowie Subduktionscharakter. Aufgrund der Zirkonalter können die Gesteine der Raabs Einheit am ehesten dem Proto-Rheischen Ozean zugerechnet werden, welcher in cadomischer Zeit dem Gondwanakontinent bzw. Armorica nordwärts vorgelagert war.

#### **Abstract**

U-Pb zircon data (LA-ICP-MS analyses) suggest that the voluminous metabasic rocks of the Raabs Unit in the south-eastern Bohemian Massif (amphibolites, diorite gneisses) have mostly a Cadomian formation age. The protoliths of many amphibolites appear to be about 600 Ma old. The diorite gneisses of the Raabs Unit may be slightly younger (about 550 Ma). Zircons from a sample from the Waidhofen amphibolite complex show unexpectedly high ages around 2 Ga. The previously published Silurian zircon age of the Hartenstein gneiss in the Buschhandlwand metabasite complex could be confirmed, but obviously can no longer be considered as representative for the whole Raabs Unit.

New geochemical data are available for amphibolites of the eastern Raabs Unit (the Schiltern and Rehberg-Plank metabasite complexes). These rocks represent mafic to intermediate intra-oceanic magmatism with mid ocean ridge and subduction zone characteristics. Based on the zircon data, the Raabs Unit is interpreted as part of the proto-Rheic oceanic domain, which lay in front of the Gondwana continent (Armorica) in Cadomian time.

#### **Einleitung**

Dank der zunehmenden Verfügbarkeit von Zirkonaltersdatierungen zeichnet sich die geologische Entwicklungsgeschichte des Moldanubikums in Waldviertel in immer größeren Details ab. Wesentliche Grundlage für alle geochronologischen Studien bilden nach wie vor die geologischen Regionalkarten

im Maßstab 1:50.000, die glücklicherweise für große Teile des Gebietes zur Verfügung stehen (z.B. Groß-Siegharts: THIELE et al. 1987, Mautern: MATURA 1983, Gföhl: FUCHS et al. 1984).

Während das variszische Metamorphoseereignis in den letzten Jahrzehnten geochronologisch relativ klar umrissen werden konnte (DALLMEYER et al., 1992, FRANK et al., 1990, FRIEDL et al., 2011), stellt die Bestimmung der Gesteinsbildungsalter angesichts der großen Anzahl verschiedener Lithologien ein vergleichsweise aufwendigeres Unterfangen dar. Erste Eckpfeiler wurden mit den Arbeiten von SCHARBERT & BATIK (1980), FRANK et al. (1990), FINGER & VON QUADT (1995) sowie insbesondere FRIEDL (1997) und FRIEDL et al. (2000, 2004) eingeschlagen, wobei sich durch die systematische Datierung der Orthogneiskörper magmatische Ereignisse mit Altern von ca. 1.4 Ga (Dobra Gneis), ca. 620 Ma (Spitz Gneis), ca. 480 Ma (Gföhl Gneis), ca. 430 Ma (Hartenstein Gneis) und ca. 340 Ma (Wolfshof Gneis) festmachen ließen. Die Alter der vielen metasedimentären Gesteine, wie auch der weit verbreiteten Metabasite (Amphibolite, Dioritgneise), konnten hingegen nur in wenigen Fällen enger eingegrenzt werden. So haben FRANK et al. (1990) das Protolithalter der Marmore der Drosendorf Einheit auf Grund von Sr Isotopendaten als früh-neoproterozoisch (ca. 900 Ma) eingeschätzt, was mittlerweile auch durch detritäre Zirkonalter von benachbarten Paragneisen erhärtet werden konnte (SORGER et al., 2020; LINDNER et al., 2021). Hingegen legen erste Zirkondatierungen an einer Cordieritgneis-Probe der Monotonen Serie (Ostrong Einheit) für letztere ein altpaläozoisches Sedimentationsalter nahe (FINGER et al., 2007).

Eine der großen, noch weitgehend offenen Fragen ist das Alter der Metabasite der von THIELE (1984) erstmals definierten Raabs Einheit. Aufgrund einer Zirkondatierung des Hartenstein Gneises im Buschhandlwand Komplex (FINGER & VON QUADT, 1995; STEYRER & FINGER, 1995) spekulierten FINGER & STEYRER (1995) zunächst mit einem altpaläozoischem (silurischem?) Alter der gesamten Raabs Einheit und interpretierten letztere dementsprechend als Teil des Rheischen Ozeans. Aufgrund neuer Daten, welche in dieser Arbeit vorgestellt werden, muss diese damalige Interpretation nun vermutlich massiv modifiziert werden. Die angesprochenen neuen Daten resultieren aus einer großen Beprobungskampagne, die Andreas Mayer (Univ. Salzburg) zwischen 2003 und 2006 an basischen Gesteinen des Waldviertels durchgeführt hat. Elf der damals eingeholten Proben wurden an der Universität Frankfurt durch Biljana Starijaš Mayer und Axel Gerdes einer Zirkondatierung unterzogen. Viele weitere Proben wurden an der Universität Salzburg geochemisch mit Röntgenfluoreszenzmethodik analysiert. Ziel des vorliegenden Berichts ist es, diese bisher unpublizierten Daten einem breiteren Publikum zugänglich zu machen.

## **Methodik**

**Zirkongeochronologie:** Metabasite sind bekanntlich fast immer arm an Zirkonen. Auch haben die (wenigen) Zirkone in Metabasiten sehr oft eine xenomorphe Ausbildung, sodass sie im Binokular schwer zu erkennen sind. Ein gutes Hilfsmittel ist in diesen Fällen die mikroskopische Untersuchung des Schwermineral-Streupräparats im UV-Licht, wo sich Zirkonkörner typischerweise durch gelb-orange Fluoreszenz verraten und so mit der Präpariernadel gezielt herausgepickt werden können. Diese Präparationsmethode hat Andreas Mayer im Fall der Metabasite des Waldviertels systematisch angewandt. Die so gewonnenen Zirkone wurden anschließend in Epoxidharz eingebettet und bis etwa zur Mitte angeschliffen. Die Internstrukturen wurden mittels Kathodolumineszenzuntersuchung (CL) im Rasterelektronenmikroskop (REM) sichtbar gemacht.

Die U-Pb Isotopenanalyse der präparierten Zirkone erfolgte mittels Laser und einem Sektorfeld-ICP-Massenspektrometer an der Universität Frankfurt (Gerät Finnigan Element 2). Mit dieser Methode ließen sich ca. 30 µm große Domänen in den Zirkonen selektiv analysieren. Die Messpunktauswahl wurde aufgrund der CL-Bilder getroffen, wobei das Bestreben bestand, möglichst homogene und nicht alterierte Zirkonbereiche zu erfassen. Bezüglich Messtechnik und Analysegenauigkeit der Methode siehe GERDES & ZEH (2006) und FREI & GERDES (2009).

**Geochemie:** Die Daten beziehen sich in der Regel auf ca. 1 kg Handstücke, welche genetisch homogen erschienen. Das Material wurde in einer Achatmühle gemahlen und anschließend einer Röntgenfluoreszenzanalyse unterzogen. Zur Verwendung kam dabei ein Gerät S4 Pioneer der Firma Bruker AXS. Die erzielte Analysegenauigkeit ( $2\sigma$ ) ist besser als 1% (relativ) für  $\text{SiO}_2$  und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und besser als 5% (relativ) für Elemente im 1–10 Gew. % Konzentrationsniveau. Die Hauptelementkonzentrationen sind wasserfrei gerechnet. Die Nachweisgrenze für Spurenelemente ist zumeist ca. 2–3 ppm ( $3\sigma$ ), die Genauigkeit der Spurenelementanalyse liegt bei 1–2 ppm bei niedrigen Konzentrationen (<10 ppm), 2–5 ppm bei Konzentrationen von 10–100 ppm und bei maximal 5% (relativ) für höhere Spurenelementkonzentrationen.

### Datierungsergebnisse

Aus folgenden 11 Proben konnten Zirkone separiert und analysiert werden. In Klammer stehen die GPS-Koordinaten der Fundpunkte (Rechts-/Hochwert) im Koordinatensystem BMN 34:

Probe AM-18/03, Amphibolit, N´ Waidhofen a. d. Thaya, Bahneinschnitt WSW der Jaroldsmühle (674037.1/ 411569.8).

Probe AM-45/03a, Metaplagiogranit, N´ Waidhofen a.d. Thaya, Steinbruch Harlüssberg NW´ Niederedlitz, hellere konkordante Lage in Amphibolit (674019.1/ 416310.1).

Probe AM-8/04, Dioritgneis, Seiber Straße, NNW´ Weißenkirchen in der Wachau (684259.3/ 363204.7).

Probe AM-24/04a, Metaplagiogranit des Buschhandlwand Metabasitkomplexes (Hartenstein Gneis nach STEYRER & FINGER, 1995), Straße Maigen - Purkersdorf bei Brücke über den Lobendorfer Bach (681185.0/367244.7).

Probe AM-44/04, Amphibolit, SW´ Senftenberg, 120 m N´ Rotes Kreuz, Steinbachtal (690389.9/ 366914.3).

Probe AM-14/05, Amphibolit, SW´ Mautern bei Krems, E´Oberbergern, Halterbachtal (692573.2/ 358929.9).

Probe AM-31/06a, Gabbroamphibolit des Rehberg-Plank Metabasitkomplexes, SE´Rehberg, Kremstal, ehemaliger Steinbruch WNW Maißberg (695247.4/ 365791.9).

Probe AM-34/05, Biotit-Gneis im Schiltern Metabasitkomplex, NW´Langenlois, Kronsegg, Eingang zur Burg (696160.3/ 375073.4).

Probe AM-32/06a, gebänderter Amphibolit aus dem Bereich der St. Leonhard Granulitschüssel, E´Wegscheid am Kamp, Felswand nördlich der Straße nach St. Leonhard am Hornerwald (688457.7/ 386555.4).

Probe AM-33/06a, Metabasitscholle in Gföhl Gneis, SSE´Gföhl, Steinbruch an der Straße nach Senftenberg (689362.5/ 373599.7).

Probe Fi-11/01, Dioritgneis des Raabs Fensters, NE´ Raabs, Waldrand NE´Zemmersdorf (691035.1/ 414672.2).

Einige der hier aufgelisteten Probenlokalitäten lassen sich nicht mit Sicherheit der Raabs Einheit im Sinne von THIELE (1984) zuordnen. Für die Proben AM-14/05, AM-32/06a könnte z.B. diskutiert werden, ob sie eventuell zur Gföhl Gneis Decke gehören. Probe AM-45/03 ist nach derzeitigem Kenntnisstand wahrscheinlich der Drosendorf Einheit zuzurechnen, vielleicht auch Probe AM-18/03. Die Probe AM-33a/06 ist eine Metabasitscholle im Gföhl Gneis.

Vorauszuschicken ist, dass die Bestimmung der Protolithalter von Amphiboliten durch Zirkondatierungen nicht einfach ist. Die zumeist relativ geringe magmatische Zirkonproduktion in diesen Gesteinen steigert zum Beispiel die Gefahr, dass aus den Nebengesteinen eingeschleppte Fremdzirkone mit zur Datierung gelangen. Auch sind die Zirkone von Amphiboliten nicht selten von partieller metamorpher Rekristallisation betroffen, was dann zu diskordanten und schlecht interpretierbaren U-Pb Altern führt. Die folgenden aus den U-Pb Daten abgeleiteten Protolithalter sind

also grundsätzlich mit etwas Vorsicht zu betrachten, vor allem dann, wenn sich nur wenige konkordante Datenpunkte im Bereich des (per Diskordia) errechneten Protolithalters befinden. Anzumerken ist auch, dass im Zuge der vorliegenden Arbeit bevorzugt solche Proben zur Datierung weitergeleitet wurden, in denen sich überdurchschnittlich viele Zirkone fanden. Das waren dann oft nicht die ganz normalen Amphibolite eines Aufschlusses, sondern etwas hellere (mehr fraktionierte?) Metabasitvarianten dazwischen. Nach dem Feldbefund erschienen diese Varianten kogenetisch mit den umgebenden „normalen“ Amphiboliten zu sein, nach den Geochemiedaten (Tab. 2) muss dieser Feldbefund aber fallweise kritisch hinterfragt werden. Darauf wird im Folgenden noch hingewiesen werden.

Trotz der skizzierten methodischen Problematik würden wir die Altersdaten in ihrer Gesamtheit derzeit so interpretieren, dass sie auf eine in weiten Teilen cadomische Entstehung der Metabasite der Raabs Einheit hinweisen. Der beprobte Dioritgneis aus dem Raabs Fenster (Probe Fi-11/01) ergab z.B. ein sehr gut definiertes konkordantes Zirkonalter (Bildungsalter) von  $547 \pm 4$  Ma (Abb. 1a). Ein etwas älteres Protolithalter um ca. 600 Ma scheint sich für etliche der als Amphibolit kartierten Körper der Raabs Einheit anzudeuten. So konnte für die im Schiltern Metabasitzug gelegene Datierungsprobe AM 34/05 ein Protolithalter von  $624 \pm 14/13$  Ma errechnet werden (Abb. 1b). Für die Datierungsprobe aus dem Weißenkirchen Metabasitkomplex (AM-44/04) wurde ein sehr verlässlich erscheinendes Zirkonbildungsalter von  $592 \pm 19/16$  Ma errechnet (Abb. 1c).

In der metagabbroiden Amphibolitprobe AM-31/06a aus dem Rehberger Steinbruch erwiesen sich die Zirkone variszisch stark rekristallisiert, sodass das per Diskordialinie errechnete cadomische Zirkonbildungsalter von  $596 \pm 89$  Ma (Abb. 1d) leider unpräzise definiert und nur moderat signifikant ist. Ähnliches gilt für die Amphibolitproben AM-32/06a (Wegscheid) und AM-14/05 (Mautern) mit errechneten magmatischen Zirkonbildungsaltern von  $644 \pm 95$  Ma bzw.  $589 \pm 53$  Ma (Abb. 2 c, d).

Die bearbeitete Probe aus dem Waidhofen Metabasitkomplex (AM-18/03) führt interessanterweise etliche Zirkonkerne mit einem Alter von etwas über 2 Ga, aber es sind hier auch jüngere Zirkonwachstumsphasen zu cadomischer und variszischer Zeit nachweislich (Abb. 1 e, f). Die ca. 2 Ga Alter könnten ein Hinweis darauf sein, dass im Waidhofen Metabasitkomplex eventuell auch paläoproterozoische Metabasite der Drosendorf Einheit tektonisch eingemengt sind, was die Notwendigkeit für weitere detailliertere Untersuchungen aufzeigt.

Die aus dem Buschhandlwand Metabasitkomplex stammende Probe (AM-24/04a) von Metaplagiogranit (Hartenstein Gneis – STEYRER & FINGER, 1995) ergibt, wie schon bei einer früheren Zirkondatierung (FINGER & VON QUADT, 1995), ein silurisches Protolithalter (Abb. 2a). Es bleibt aber zu diskutieren, ob dieses Alter auf den ganzen Buschhandlwand Metabasitkomplex übertragen werden kann (FINGER & STEYRER, 1995).

Der Dioritgneis von der Seiber Straße (Probe AM-8/04) zeigt interessanterweise ausschließlich Zirkone variszischen Alters, was entweder auf ein frühvariszisches magmatisches Ereignis hinweist, oder aber (wahrscheinlicher) auf eine komplette Zirkonrekristallisation bei der Metamorphose (Abb. 2b).

Die Zirkone in der Probe AM-33/06a (Metabasiteinschluss im Gföhl Gneis) ergeben ein oberes Einstichalter von  $533 \pm 25$  Ma (Abb. 2e), was bedeuten könnte, dass die untersuchte Scholle (und eventuell auch weitere Metabasitvorkommen im unmittelbaren Kontaktbereich des Gföhl Gneises) im Vergleich zur Raabs Einheit jünger sind und eine ganz andere tektonische Zuordnung haben, nämlich im Sinne einer allochthonen Gföhl Gneis Decke wie sie THIELE (1984) postuliert hat.

Abbildung 2 f zeigt das Datierungsergebnis für den Metaplagiogranit SE von Waidhofen an der Thaya, (AM-45/03) der in einem Amphibolit steckt. Bei genauer Betrachtung der Karte von WALDMANN (1950) könnte der beprobte Aufschluss als Teil der Bunten Serie bzw. der Drosendorf Einheit interpretiert werden, da er in der Nähe eines Marmorvorkommens liegt. Das Gestein hat jedenfalls ein sehr gut definiertes mesoproterozoisches Zirkonbildungsalter von  $1245 \pm 19$  Ma, das zum überwiegend vorcadomischen Alter der Drosendorf Einheit gut passen würde (GEBAUER & FRIEDL, 1994; FRANK et al., 1990; LINDNER et al., 2021; SORGER et al., 2020).

## Geochemie

In den Tabellen 3 und 4 sind zahlreiche Geochemiedaten für Metabasite vom Ostflügel der Raabs Einheit (S Horn) zusammengestellt. In den geologischen Karten sind hier zwei größere, voneinander getrennte Metabasitzüge ausgewiesen, nämlich der Rehberg-Plank Metabasitzug und der westlicher gelegene Schiltern Metabasitzug. Letzterer liegt sehr nahe am Gföhl Gneis und wurde von MATURA (1976), im Gegensatz zum Rehberg-Plank Zug, als Teil einer höheren Gföhl Decke aufgefasst.

Tabelle 3 beinhaltet Daten vom Schiltern Zug, Tabelle 4 vom Rehberg-Plank Zug. Abgesehen von den Metabasitdaten finden sich auch einige wenige Analysen anderer Gesteine, die in den Amphibolitaufschlüssen vorgefunden und als genetisch zu den Amphiboliten gehörig interpretiert wurden. Nicht erfasst sind leider die als Dioritgneise kartierten Gesteine bei Buchberg am Kamp, die wahrscheinlich eine unabhängige Metabasit-Lithologie der Raabs Einheit in diesem Raum darstellen. Sie sind mutmaßlich äquivalent zu den ca. 550 Ma alten Dioritgneisen des Raabs Fensters.

**Der Metabasitzug von Schiltern:** Die Daten in Tabelle 3 stammen aus drei Abschnitten dieses Metabasitzuges, nämlich aus den Regionen Mautern südlich der Donau (Proben AM-12/05 bis AM-17/05), Senftenberg (Proben AM-18/05 bis AM-25/05) sowie Schiltern (AM-33/05 bis AM-42/05). Nach den Hauptelementdaten in Tabelle 3 haben die Amphibolite dieses Zugs die Geochemie von Fe-reichen tholeitischen Basalten mit  $\text{SiO}_2$  Gehalten in einer Größenordnung von ca. 50 Gew. %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$  Gehalten von ca. 15-25 Gew. % (bei  $\text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{MgO}$ ), 9-18 Gew. % CaO und 13-17 Gew. %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Weiters sind in Tabelle 3 einzelne Analysen von Biotitgneisen aufgelistet, die im Gelände kogenetisch zu den Amphiboliten erschienen. Darunter ist auch die Zirkon führende Altersdatierungsprobe AM-34/05. Angesichts ihrer hohen Peraluminosität ist für diese Biotitgneise eventuell eine tuffitische Natur anzunehmen. Da auch eine reine Paragneisnatur nicht völlig ausgeschlossen werden kann, ist die geologische Bedeutung der gemessenen Zirkonalter prinzipiell diskutabel. Im Falle eines Tuffits wäre das Zirkonalter von 624 Ma vermutlich auch auf die umgebenden Metabasite übertragbar, im Fall eines Metasediments würden die Zirkone das Alter des Liefergebiets datieren und der Wert von 624 Ma wäre dann lediglich als Maximalalter für das Sediment zu verstehen. Ferner beinhaltet Tabelle 3 noch einzelne geochemische Daten für Anorthositamphibolite und für eine Leukosomeinschaltung.

Die Spurenelementmuster der Schiltern Metabasite verweisen nahezu unisono auf MORB (E-MORB) Basaltmagmen mit variablen Fraktionierungsgraden. Nur ganz vereinzelt (z.B. bei Probe AM-18/05) könnte eventuell aufgrund erhöhter Nb Gehalte eine Affinität zu Intraplattenbasalten diskutiert werden.

### Der Rehberg-Plank Metabasitzug

Die Daten in Tabelle 4 stammen aus drei Sektoren dieses Zugs, nämlich aus dem Mittelabschnitt NW Langenlois (Proben AM-27/05 bis AM-31/05), aus der Gegend von Stiefern (Proben AM-43/05 bis AM-45/05) und aus der Gegend von Rehberg (Proben AM-46/05 bis AM-51/05 und AM-7/06).

Wenn wir davon ausgehen, dass die Daten in Tabelle 4 die Variationsbreite der Metabasite des Rehberg-Plank Zuges einigermaßen abbilden, wird schnell klar, dass zumindest tendenzielle geochemische Unterschiede zum Schiltern Vorkommen bestehen. So finden sich in Tabelle 4 auffällig viele Ti-arme Basaltchemismen mit  $\text{TiO}_2 < 1$  Gew. % (z.B. AM-27/05b) mit Affinitäten zu Inselbogenbasalten. Amphibolite mit MORB (E-MORB) Spurenelementmuster sind im Rehberg-Plank Zug ebenfalls vorhanden (z.B. die Proben AM-7/06a bis d), sind aber bei weitem nicht so dominant wie im Schiltern Vorkommen. Im Vergleich zu letzterem, wo basische Chemismen klar vorherrschen, sehen wir im Rehberg-Plank Zug viel mehr intermediäre Metamagmatite mit  $\text{SiO}_2$  Gehalten von 55-65 Gew. %, welche auf Andesite, Dazite (oder deren plutonische Äquivalente) zurückgehen dürften. Auch diese eher intermediären Amphibolite bis Amphibolgneise haben i.A. tholeitischen Charakter ( $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{MgO} > 3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  0,1-0,7 Gew. %) und Spurenelementmuster, wie man sie von ozeanischen Inselbögen kennt (z.B. sehr niedriges Zr < 60 ppm). Als Beispiele können die Proben AM 44/05c, d (Region Stiefern) sowie AM-

46/05 und AM-47/05 (Region Rehberg) genannte werden. Weiters finden sich im Rehberg-Plank Zug immer wieder sehr helle, meist nur geringmächtige Orthogneislagen zwischen den Metabasiten, die z.T. leukotonalitische Geochemie haben mit  $Na \gg K$  (z.B. Probe AM-44/05e), z.T. aber auch granitische Zusammensetzung (z.B. Probe AM-50/05 b). Peralumische Biotitgneiseinschaltungen wie AM-29/05, AM-48/05 und AM-50/05a sind am ehesten als Metatuffite oder aber als Paragneise zu deuten. Es bleibt zu erwähnen, dass eine Amphibolitprobe in Tabelle 4 (AM-30/05 von E´ Langenlois) ausnahmsweise eine deutlich stärkere Anreicherung von Nb vs. Zr und Zr vs. Y zeigt und somit eine Affinität zu Intraplattenbasalt.

Höck et al. (1997) haben die Metabasite des Rehberg-Plank Zuges als Teil eines Ophiolits interpretiert und eine Bildung oberhalb einer Subduktionszone, z.B. in einem back-arc Becken vorgeschlagen. Der hier vorgestellte neue Datensatz ist prinzipiell mit dieser Interpretation und den Geochemiedaten in Höck et al. (1997) konsistent. Sollten die Metabasite ein cadomisches Bildungsalter haben, wie die vorläufigen Zirkondatierungen vermuten lassen (Probe AM-31/06a, siehe oben), wäre eine Bildung im Bereich einer Subduktionszone keineswegs unplausibel, lagen die Gesteine doch zu dieser Zeit wahrscheinlich relativ nahe am aktiven Gondwana-Nordrand, im Vorfeld von Armorica (FRANKE et al., 2017). Der „Rehberg Ophiolit“ (Höck et al., 1997) könnte somit in einem ozeanischen Bereich vor Armorica angesiedelt gewesen sein und auch die von Höck et al. (1997) vorgenommene Parallelisierung mit dem Letovice Ophiolit in Mähren wäre in diesem Rahmen gut vorstellbar. Für letzteren wurde ja jüngst ebenfalls ein cadomisches (frühkambrisches) Alter bestimmt (SOEJONO et al., 2010).

Unsere bevorzugte Interpretation für die Raabs Einheit zwischen Horn und Krems wäre, dass wir hier eine Entwicklung von einem cadomischen ocean-floor-spreading (ev. z.T. supra-subduction) hin zu einem sich später aufbauenden ozeanischen Arc sehen, vergleichbar zu dem in PEARCE et al. (1984) abgebildeten Szenario. Die Metabasite des Schiltern Zugs und des Rehberg-Plank Zugs könnten ohne weiteres zu einem gemeinsamen Terrane gehören, für eine tektonische Separation (MATURA, 1976) ergibt sich geochemisch gesehen keine Unterstützung.

## **Diskussion**

### **Welche palaeogeographische Stellung hat die Raabs Einheit insgesamt?**

Nach THIELE (1984) umfasst die Raabs Einheit neben der gerade behandelten Region S Horn auch das sogenannte Raabs Fenster im Norden von Niederösterreich, den weiter westlich gelegenen großen Metabasitkomplex nahe Waidhofen an der Thaya, sowie südlich von diesem, hin zur Donau, die Metabasit-Paragneis Abfolge zwischen der Bunten Serie (Drosendorf Einheit) und dem ostwärts anschließenden Hauptkörper des Gföhl Gneises. Hier am Westflügel der Raabs Einheit liegt der mächtige Buschadlwand Metabasitzug (MATURA, 1983) und in etwas höherer Position und schon nahe an der Basis des Gföhl Gneises, der Weißenkirchen Metabasitkomplex.

Basierend auf einer Zirkondatierung eines Metaplagiogrinites (Hartenstein Gneis im Buschadlwand Metabasitzug) haben FINGER & STEYRER (1995) angenommen, dass die Metabasite der Raabs Einheit Großteils einen silurischen Ozeanboden (des Rheischen Ozeans?) repräsentieren. Nachdem die neuen Zirkondatierungen in der Raabs Einheit aber (mit Ausnahme des erwähnten Hartenstein Gneises) keine silurischen, sondern vorwiegend cadomische Protolithalter erbrachten (siehe oben), muss letztere Annahme prinzipiell in Frage gestellt werden. Eine Denkmöglichkeit wäre vielleicht noch, dass der Buschadlwand Metabasitkomplex (von dem derzeit leider nur das eine geochronologische Datum für den Hartenstein Gneis vorliegt) eine Sonderstellung in der Raabs Einheit hat und wirklich ein silurischer Ozeanboden ist. Dieser Frage müsste dringend nachgegangen werden. Aufgrund der neuen Daten müssen wir aber jedenfalls davon ausgehen, dass wesentliche Teile der Raabs Einheit ein cadomisches Alter haben.

Was die datierten Proben aus der Gegend um Waidhofen betrifft, so ist der Metaplagiogrinit vom Harlüssberg (AM-45/03) nach der Karte von WALDMANN (1950) mit einiger Sicherheit Teil der Drosendorf Einheit, was auch durch sein mesoproterozoisches Zirkonalter untermauert wird. Auch die zweite Datierungsprobe aus der Gegend um Waidhofen mit den 2 Ga Zirkonaltern (AM-18/03) würde im Prinzip besser zur Drosendorf Einheit passen, in der ja vorcadomische (meso- und paläoproterozoische) Gesteinsreste weite Verbreitung haben (LINDNER et al., 2021). Es ist also möglich, dass der große Waidhofen Metabasitkomplex tektonisch eingemengte Reste der Drosendorf Einheit beinhaltet.

THIELE (1984) hat, im Unterschied zu FUCHS (1976), die Raabs Einheit klar von der Gföhl Einheit abgetrennt, im Sinne einer tieferliegenden variszischen Decke. Angesichts der (heute unbestrittenen) „Top-to-the-NE bzw. NNE“ Kinematik der variszischen Tektonik im Waldviertel (FRITZ & NEUBAUER, 1993) wären die Gesteine der Gföhl Decke prävariszisch weiter nach Südwesten zurückzunehmen relativ zu den Gesteinen der Raabs Einheit.

Eine Gegentheorie, die wahrscheinlich eher den Vorstellungen von FUCHS (1976) entsprechen würde, wäre, dass das granitische Ausgangsmaterial des Gföhl Gneises in die Raabs Einheit hinein intrudiert ist. Die Kardinalfrage ist also, ob der Gföhl Gneis, der ja nach FRIEDL et al. (2004) ein intensives granitbildendes Ereignis im Ordovizium repräsentiert, irgendwo intrusiv in der Raabs Einheit vorkommt. Wie es im Kartenbild aussieht, sind weite Teile der Raabs Einheit aber völlig frei von Gföhl Gneis Einlagerungen, was impliziert, dass die Gesteine der Raabs Einheit im Ordovizium nicht in unmittelbarer Nähe dieser granitischen Intrusionen lagen, sondern bis zur variszischen Orogenese ein getrenntes Terrane gebildet haben. Es ist dabei zu beachten, dass THIELE (1984) den Kollmitz Gneis des Raabs Fensters nicht als Variante des Gföhl Gneises, sondern als eigenständigen Orthogneistyp der Raabs Einheit angesehen hat, eine Interpretation die übrigens auch unpublizierte Salzburger Geochemiedaten nahelegen. Eine Datierung dieses Gesteins ist derzeit in Arbeit.

Eine weitere wichtige Frage ist, ob die kombinierte Ozeanboden/Inselbogencharakteristik der Raabs Einheit südlich von Horn (siehe oben) so auf die gesamte Raabs Einheit (sensu THIELE, 1984) übertragen werden kann. Was das Raabs Fenster betrifft, erscheint diese Übertragung möglich. FRITZ (1995) beschreibt Ti-, Zr- und Y-arme Amphibolite aus dem Raabs Fenster, die den mutmaßlichen supra-subduction Metabasiten im Rehberg-Plank Metabasitzug weitgehend entsprechen dürften. Daneben beschreibt er auch MORB (E-MORB) Amphibolitchemismen aus dem Raabs Fenster, wie wir sie im Schiltern Vorkommen finden. Der mit 547 Ma datierte Dioritgneis aus dem Raabs Fenster (siehe oben) könnte ein späteres Inselbogenstadium repräsentieren.

Was den Westflügel der Raabs Einheit betrifft (mit den Waidhofen, Buschadlwand und Weißenkirchen Metabasitzügen), so wurde bisher meist von einem Ozeanbodenenvironment mit MORB und E-MORB Basalten ausgegangen (FINGER & STEYRER, 1995) und weniger von einer Subduktionssituation. Es könnte also sein, dass zwischen der westlichen und östlichen Raabs Einheit substanzielle lithologische Unterschiede bestehen. Detailliertere geochemische Untersuchungen dazu sind noch ausständig.

Insgesamt zeichnet sich jedenfalls ab, dass weite Teile der Raabs Einheit ozeanische Kruste des Proto-Rheischen Ozeans repräsentieren, und somit ein (vermutlich ziemlich komplexes) Terrane, das zu cadomischer Zeit im Vorfeld von Armorica lag. In paläogeographischer Hinsicht kann das „Raabs Terrane“ wahrscheinlich am ehesten mit dem Tepla-Barrandium korreliert werden. Die protolithischen Gesteine der Raabs Einheit könnten lateral (östlich) an das Tepla-Barrandium angeschlossen haben (siehe dazu die paläogeographischen Rekonstruktionen in LINDNER et al., 2021 und FINGER & RIEGLER, 2023). Die älteren Gesteinsserien des Tepla-Barrandiums umfassen nach derzeitigem Wissen eine Mischung aus cadomischen Inselbogen- und back-arc-basin Gesteinen (ZULAUF et al., 1999), eventuell auch Reste eines cadomischen kontinentalen Arcs (SANTOLÍK, 2021), sowie zusätzlich eine cadomische „Franciscan Melange“ aus akkretionierten MORB artigen Ozeanbodengesteinen, Plateaubasalten, klastischen Sedimenten und Inselbogen-Magmatiten des Proto-Rheischen Ozeans (ŽÁK et al., 2023).

Eine ähnlich komplizierte Vermischung verschiedener cadomischer Gesteine aus dem Ozean-Kontinent Übergangsbereich vor N Gondwana (Armorica) könnte durchaus auch in der Raabs Einheit vorliegen.

## Literatur

DALLMEYER, R.D., NEUBAUER, F. & HÖCK, V. (1992): Chronology of late Paleozoic tectonothermal activity in the southeastern Bohemian Massif, Austria (Moldanubian and Moravo-Silesian Zone):  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  mineral age controls. – *Tectonophysics*, **210**, 135-153, Amsterdam.

FINGER, F., GERDES, A. & KNOP, E. (2007): Constraints on the sedimentation age of the Monotonous Series in the Austrian part of the Bohemian Massif from U-Pb Laser ICP-MS zircon dating. – *Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft*, **153**, 43, Wien.

FINGER, F. & RIEGLER, G. (2023): The role of the proto-Alpine Cenerian Orogen in the Avalonian-Cadomian belt. – *Austrian Journal of Earth Science (AJES)*, **116**, 109-115, Wien.

FINGER, F. & STEYRER, H.P. (1995): A tectonic model for the eastern Variscides: indications from a chemical study of amphibolites in the south-eastern Bohemian Massif. – *Geologica Carpathica*, **46**, 137-150, Bratislava.

FINGER, F. & VON QUADT, A. (1995): U/Pb ages of zircons from a plagiogranite-gneiss in the south-eastern Bohemian Massif, Austria – further evidence for an important early Paleozoic rifting episode in the eastern Variscides. – *Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen*, **75**, 265-270, Zürich.

FRANK, W., SCHARBERT, S., THÖNI, M., POPP, F. & HAMMER, S. (1990): Isotopengeologische Neuergebnisse zur Entwicklungsgeschichte der Böhmisches Masse. – *Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik*, **3**, 185-228, Wien

FRANKE, W., COCKS, L.R.M. & TORSVIK, T.H. (2017): The Palaeozoic Variscan oceans revisited. – *Gondwana Research*, **48**, 257-284.

FREI, D. & GERDES, A. (2009): Precise and accurate in situ U–Pb dating of zircon with high sample throughput by automated LA-SF-ICP-MS. – *Chemical Geology*, **261**(3-4), 261-270.

FRIEDL, G. (1997): U/Pb Datierungen an Zirkonen und Monaziten aus Gesteinen vom österreichischen Anteil der Böhmisches Masse. – *Dissertation Univ. Salzburg*, 242 S., Salzburg.

FRIEDL, G., COOKE, R.A., FINGER, F., MCNAUGHTON, N.J. & FLETCHER, I.R. (2011): Timing of Variscan HP-HT metamorphism in the Moldanubian Zone of the Bohemian Massif: U-Pb SHRIMP dating on multiply zoned zircons from a granulite from the Dunkelsteiner Wald Massif, Lower Austria. – *Mineralogy and Petrology*, **102**, 63-75, Wien.

FRIEDL, G., FINGER, F., MCNAUGHTON, N.J. & FLETCHER, I.R. (2000): Deducing the ancestry of terranes: SHRIMP evidence for South America-derived Gondwana fragments in Central Europe. – *Geology*, **28**, 1035-1038, Boulder.

FRIEDL, G., FINGER, F., PAQUETTE, J.L., VON QUADT, A., MCNAUGHTON, N.J., FLETCHER, I.R. (2004): Pre-Variscan geological events in the Austrian part of the Bohemian Massif deduced from U-Pb zircon ages. – *International Journal of Earth Sciences*, **93**, 802-823, Berlin.

FRITZ, H. (1995): The Raabs Series: A probable Variscan suture in the SE Bohemian Massif. – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, **138**, 639-653, Wien.

- FRITZ, H. & NEUBAUER, F. (1993): Kinematics of crustal stacking and dispersion in the South-Eastern Bohemian Massif. – *Geologische Rundschau*, **82**, 556-565, Stuttgart
- FUCHS, G. (1976): Zur Entwicklung der Böhmisches Masse. – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, **119**, 41-49, Wien.
- FUCHS, G., KUPKA, E.J., HÖCK, V. & STEININGER, F.F. (1984): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 20 (Gföhl). – Geologische Bundesanstalt Wien.
- GEBAUER, D. & FRIEDL, G. (1994): A 1.38 Ga protolith age for the Dobra orthogneiss (Moldanubian Zone of the southern Bohemian Massif, NE-Austria): evidence from ion-microprobe (SHRIMP) dating of zircon. – *Journal of the Czech Geological Society*, **39**, 34-35, Prague.
- GERDES, A. & ZEH, A. (2006): Combined U–Pb and Hf isotope LA-(MC-) ICP-MS analyses of detrital zircons: comparison with SHRIMP and new constraints for the provenance and age of an Armorican metasediment in Central Germany. – *Earth and Planetary Science Letters*, **249**(1-2), 47-61.
- HÖCK, V., MONTAG, O. & LEICHMANN, J. (1997): Ophiolite remnants at the eastern margin of the Bohemian Massif and their bearing on the tectonic evolution. – *Mineralogy and Petrology*, **60**, 267-287.
- LINDNER, M., DÖRR, W., REITHER, D. & FINGER, F. (2021): The Dobra Gneiss and the Drosendorf Unit in the southeastern Bohemian Massif, Austria: West Amazonian crust in the heart of Europe. – *Geological Society, London, Special Publications*, **503**/1, 185-207.
- MATURA, A. (1976): Hypothesen zum Bau und zur geologischen Geschichte des kristallinen Grundgebirges von Südwestmähren und des niederösterreichischen Waldviertels. – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, **119**, 63-74, Wien.
- MATURA, A. (1983): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 37 (Mautern). – Geologische Bundesanstalt Wien.
- SCHARBERT, S. & BATIK, P. (1980): The age of the Thaya (Dyje) pluton. – *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, **1980**/3, 325-331, Wien.
- PEARCE, J.A., LIPPARD, S.J. & ROBERTS, S. (1984): Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites. – *Geological Society of London Special Publication*, **16**, 77-94.
- SANTOLÍK, V. (2021): Petrogenesis and evolution of the Davle Volcanic Complex. – *Diploma Thesis Charles University Prague*, 70 p.
- SOEJONO, I., ŽÁČKOVÁ, E., JANOUŠEK, V., MACHEK, M. & KOŠLER, J. (2010): Vestige of an Early Cambrian incipient oceanic crust incorporated in the Variscan orogen: Letovice Complex, Bohemian Massif. – *Journal of the Geological Society*, **167**(6), 1113-1130.
- SORGER, D., HAUZENBERGER, C. A., FINGER, F. & LINNER, M. (2020): Two generations of Variscan garnet: Implications from a petrochronological study of a high-grade Avalonia-derived paragneiss from the Drosendorf unit, Bohemian Massif. – *Gondwana Research*, **85**, 124-148.
- STEYRER, H.P. & FINGER, F. (1995): Bericht 1994 über petrographische Untersuchungen am Hartenstein-Gneis auf Blatt 37 Mautern – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, **138**, 566, Wien.
- THIELE, O. (1984): Zum Deckenbau und Achsenplan des Moldanubikums der Südlichen Böhmisches Masse (Österreich). – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, **126**/4, 513-523, Wien.

THIELE, O., JENCEK, V. & MATEJOVSKA, O. (1987): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 7 (Groß-Siegharts). – Geologische Bundesanstalt Wien.

WALDMANN, L. (1950): Geologische Spezialkarte der Republik Österreich 1:75.000, Nr. 4454, Litschau und Gmünd mit den angrenzenden Teilen der Blätter Neuhaus und Budweis-Gratzen. – Geologische Bundesanstalt Wien.

ŽÁK, J., SLÁMA, J., SYAHPUTRA, R. & NANCE, R.D. (2023): Dynamics of Cambro–Ordovician rifting of the northern margin of Gondwana as revealed by the timing of subsidence and magmatism in rift-related basins. – *International Geology Reviews*, **65/19**, 3004-3027.

ZULAUF, G., SCHITTER, F., RIEGLER, G., FINGER, F., FIALA, J. & VEJNAR, Z. (1999): Age constraints on the Cadomian evolution of the Teplà Barrandian unit (Bohemian Massif) through electron microprobe dating of metamorphic monazite. – *Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft*, **150/4**, 627-640.

# Abbildungen und Tabellen

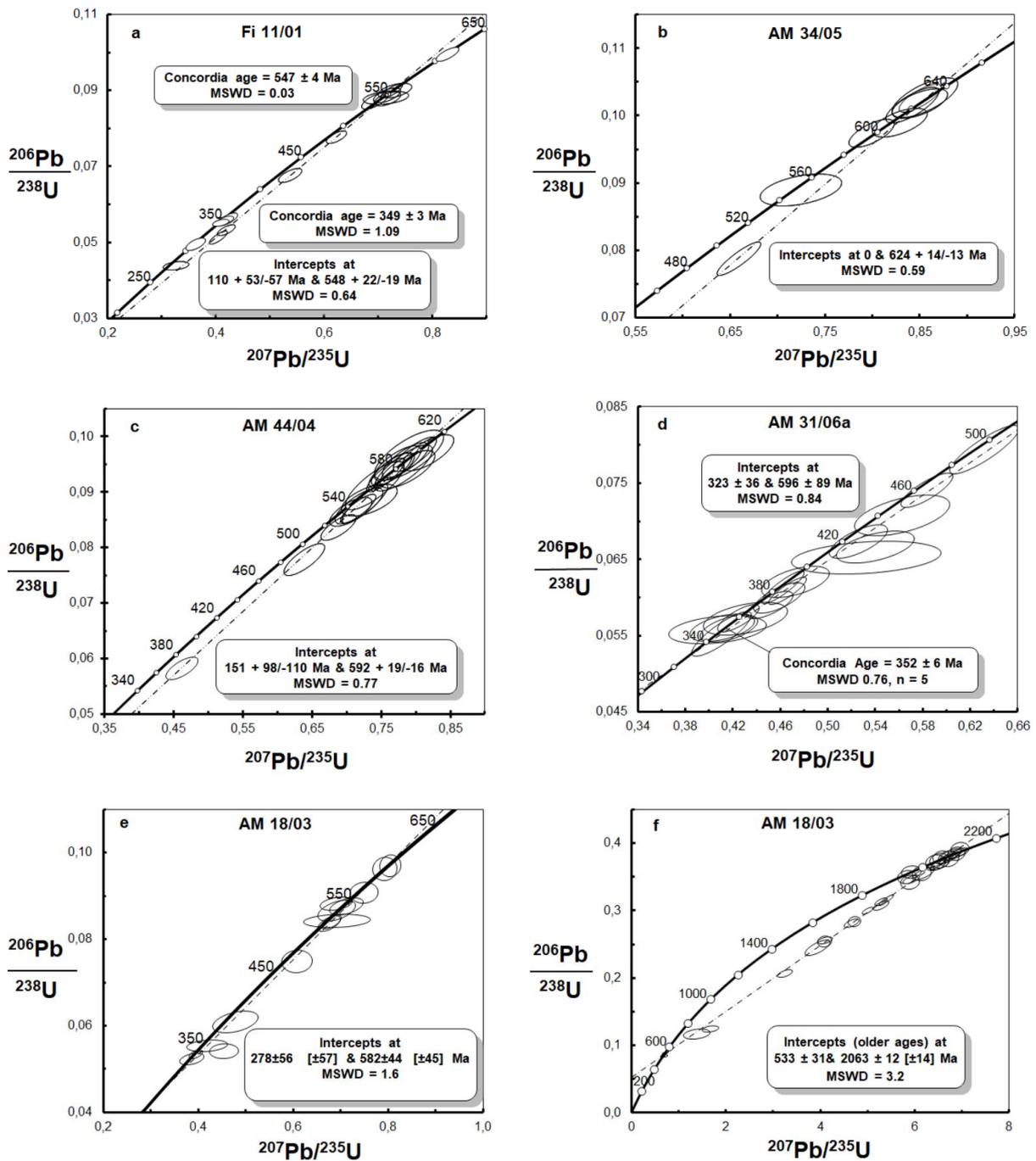


Abbildung 1: Ergebnisse der Zirkondatierungen dargestellt in Concordia-Diagrammen

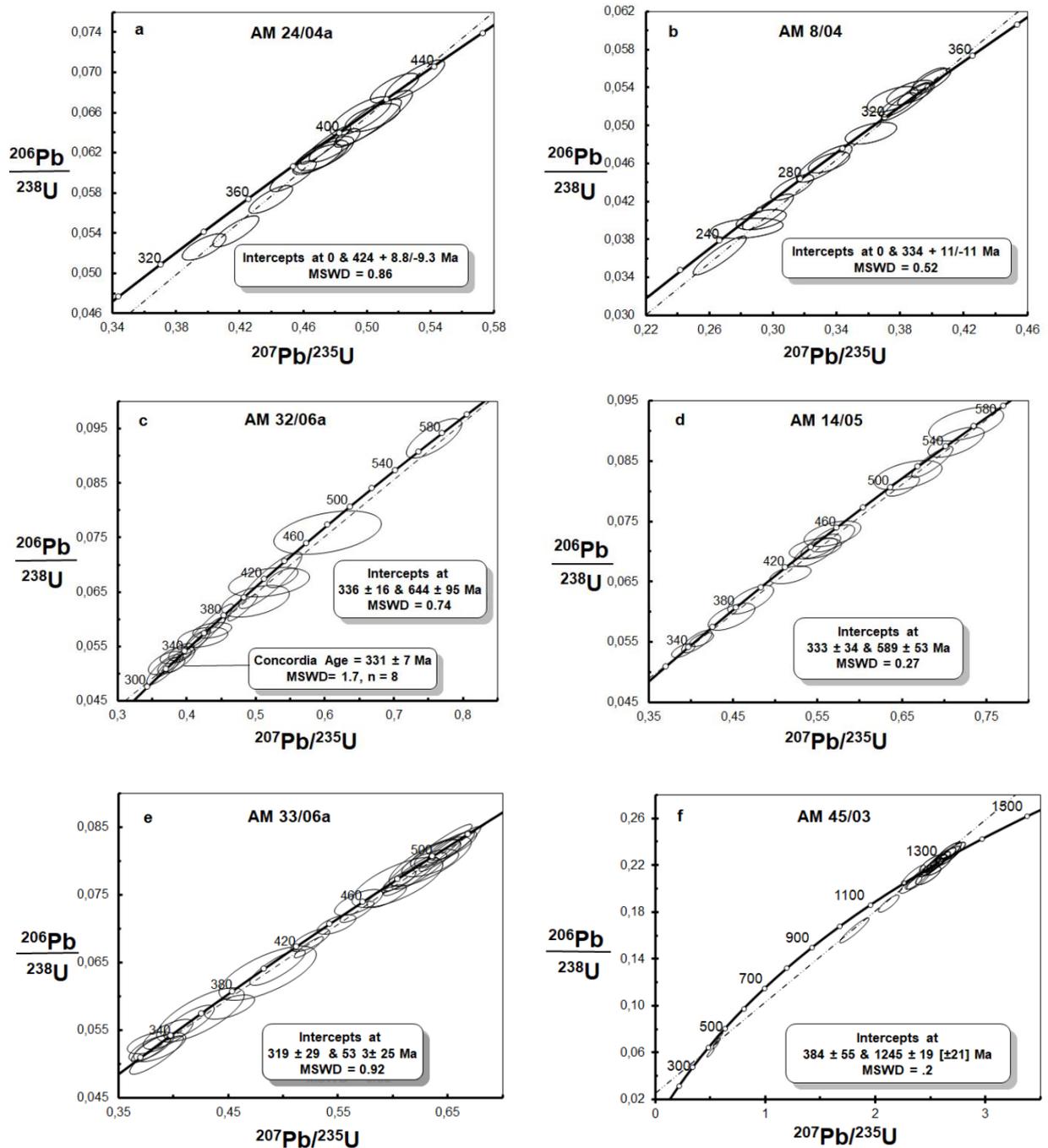


Abbildung 2: Ergebnisse der Zirkondatierungen dargestellt in Concordiadiagrammen

Tabelle 1: U-Pb Messdaten																			
	<sup>207</sup> Pb	U <sup>a</sup>	Pb <sup>a</sup>	<sup>206</sup> Pb	Th <sup>c</sup>	<sup>206</sup> Pb <sup>b</sup>	2 σ	<sup>207</sup> Pb <sup>b</sup>	2 σ	rho	<sup>207</sup> Pb <sup>b</sup>	2 σ	<sup>207</sup> Pb	2 σ	<sup>206</sup> Pb	2 σ	<sup>207</sup> Pb	2 σ	%
	(cps)	(ppm)	(ppm)	<sup>204</sup> Pb	U	<sup>238</sup> U	%	<sup>235</sup> U	%		<sup>206</sup> Pb	%	<sup>235</sup> U	(Ma)	<sup>238</sup> U	(Ma)	<sup>206</sup> Pb	(Ma)	conc
<b>AM 8/04</b>																			
A2	15535	430	20	1486	0,21	0,0462	2,0	0,3374	3,2	0,62	0,0530	2,5	295	8	291	6	329	58	88
A3	79748	1646	81	473	0,12	0,0436	2,6	0,3143	3,6	0,73	0,0523	2,4	278	9	275	7	300	56	92
A4	46087	1155	50	447	0,27	0,0401	2,2	0,2942	4,5	0,48	0,0531	3,9	262	10	254	5	335	89	76
A5	59271	1590	73	432	0,24	0,0392	2,2	0,2847	6,8	0,32	0,0526	6,4	254	15	248	5	313	146	79
A6	54721	1628	81	1891	0,16	0,0460	3,5	0,3349	4,3	0,81	0,0528	2,5	293	11	290	10	319	57	91
A7	54721	1628	73	1891	0,16	0,0410	3,8	0,2983	4,5	0,83	0,0528	2,5	265	11	259	10	319	57	81
A8	79739	2335	136	22844	0,07	0,0550	1,7	0,4026	2,3	0,76	0,0531	1,5	344	7	345	6	334	33	103
A9	65442	1913	109	112827	0,16	0,0546	2,1	0,4027	2,6	0,79	0,0535	1,6	344	8	343	7	348	36	99
A10	27669	796	38	4279	0,14	0,0493	1,9	0,3644	3,7	0,52	0,0536	3,2	315	10	310	6	356	72	87
A11	64133	2093	112	2817	0,11	0,0522	2,0	0,3820	2,6	0,79	0,0531	1,6	329	7	328	6	332	36	99
A12	47764	1447	56	647	0,15	0,0363	4,6	0,2676	5,1	0,90	0,0534	2,3	241	11	230	10	347	52	66
A13	66686	1971	114	12653	0,07	0,0534	1,8	0,3922	2,2	0,84	0,0533	1,2	336	6	335	6	340	27	99
A15	95305	1916	115	799	0,09	0,0526	3,2	0,3879	3,5	0,90	0,0535	1,5	333	10	330	10	350	34	94
A16	18196	458	24	4433	0,19	0,0528	2,1	0,3783	3,5	0,60	0,0519	2,8	326	10	332	7	282	65	118
A17	60693	1644	92	1042	0,12	0,0535	2,0	0,3900	3,2	0,62	0,0528	2,5	334	9	336	6	322	57	104
<b>AM 18/03</b>																			
A13	27071	92	33	72039	0,44	0,3427	2,5	5,9035	2,8	0,88	0,1250	1,3	1962	55	1899	47	2028	23	94
A14	113686	231	99	65455	0,66	0,3766	2,5	6,7115	2,7	0,93	0,1293	1,0	2074	55	2060	51	2088	17	99
A15	70537	160	66	18574	0,70	0,3555	2,5	6,1537	2,6	0,95	0,1255	0,8	1998	52	1961	48	2036	14	96
A16	76208	1327	129	29895	0,25	0,0969	2,1	0,8038	2,3	0,91	0,0601	0,9	599	14	597	13	608	20	98
A17	49838	94	45	6845	0,90	0,3912	2,0	6,9512	2,2	0,91	0,1289	0,9	2105	47	2128	43	2083	16	102
A18	59472	129	56	86672	0,80	0,3719	2,5	6,4377	2,6	0,95	0,1255	0,8	2037	53	2038	50	2036	14	100
A19	38321	599	52	9037	0,71	0,0748	2,9	0,6074	4,3	0,66	0,0589	3,3	482	21	465	13	562	71	83
A20	2996	43	2	3239	0,09	0,0541	2,7	0,4547	5,5	0,49	0,0609	4,8	381	21	340	9	637	102	53
A21	181052	354	165	36074	0,97	0,3846	2,1	6,8785	2,1	0,96	0,1297	0,6	2096	45	2098	43	2094	11	100
A22	113419	219	95	9710	0,68	0,3741	2,4	6,5224	2,5	0,93	0,1265	1,0	2049	52	2049	48	2049	17	100
A23	55780	109	44	16010	0,48	0,3496	2,2	5,8332	2,9	0,78	0,1210	1,8	1951	56	1933	43	1971	32	98
A24	46338	127	42	38502	0,75	0,2832	2,1	4,7137	2,3	0,92	0,1207	0,9	1770	41	1608	34	1967	16	82
A25	16164	298	27	6885	0,31	0,0908	2,3	0,7482	3,2	0,70	0,0598	2,3	567	18	560	13	596	50	94
A26	24855	447	53	5249	1,06	0,0963	2,3	0,7928	2,7	0,83	0,0597	1,5	593	16	593	13	593	32	100
A27	102556	178	75	20923	0,35	0,3789	2,2	6,5771	2,4	0,90	0,1259	1,0	2056	49	2071	45	2041	18	101
A28	79678	194	84	126733	0,94	0,3571	2,1	5,9297	2,9	0,71	0,1204	2,0	1966	57	1968	41	1963	36	100
A29	34009	109	34	2552	0,95	0,2544	2,7	4,0951	2,9	0,91	0,1168	1,2	1653	49	1461	39	1907	22	77
<b>AM 24/04a</b>																			
A2	41030	388	29	7099	0,19	0,0628	2,5	0,4740	2,7	0,94	0,0548	0,9	394	11	392	10	403	21	97
A3	89752	401	38	6881	0,28	0,0614	1,9	0,4695	2,8	0,70	0,0554	2,0	391	11	384	7	429	44	90
A4	24179	294	22	5995	0,36	0,0657	2,4	0,4964	3,2	0,75	0,0548	2,1	409	13	410	10	404	47	101
A5	35236	407	34	7146	0,35	0,0693	2,4	0,5300	2,9	0,82	0,0555	1,7	432	12	432	10	432	37	100
A6	30843	327	25	14322	0,60	0,0649	3,0	0,5006	3,4	0,88	0,0559	1,6	412	14	406	12	449	36	90
A7	5679	125	10	32575	0,40	0,0786	2,0	0,6189	2,9	0,69	0,0571	2,1	489	14	488	10	496	47	98
A8	25620	604	41	19887	0,22	0,0685	1,8	0,5174	2,4	0,72	0,0548	1,7	423	10	427	8	405	38	105
A9	8733	76	8	2122	0,54	0,0899	2,2	0,7156	3,4	0,64	0,0578	2,6	548	18	555	12	521	57	107
A10	36487	284	24	4969	0,34	0,0655	1,7	0,5037	2,8	0,61	0,0558	2,2	414	12	409	7	443	49	92
A11	17956	328	30	60672	0,56	0,0849	2,1	0,6767	3,0	0,71	0,0578	2,1	525	16	525	11	522	46	101
A12	14288	882	56	15333	0,29	0,0616	2,2	0,4712	3,0	0,72	0,0554	2,1	392	12	386	8	430	46	90
A13	15517	407	25	93256	0,25	0,0613	2,0	0,4688	2,7	0,74	0,0554	1,8	390	11	384	8	430	40	89
A14	18445	430	27	14608	0,34	0,0597	2,1	0,4536	2,7	0,81	0,0551	1,6	380	10	374	8	418	35	89
A15	25773	704	39	18565	0,20	0,0542	2,3	0,4173	2,9	0,81	0,0559	1,7	354	10	340	8	447	37	76
A16	31667	494	33	22956	0,34	0,0627	2,2	0,4797	2,7	0,80	0,0555	1,6	398	11	392	9	431	36	91
A17	17619	437	25	17674	0,19	0,0574	2,0	0,4395	2,6	0,77	0,0556	1,7	370	10	360	7	435	37	83
A18	24795	395	21	2566	0,17	0,0526	2,0	0,3977	2,9	0,71	0,0548	2,0	340	10	331	7	404	45	82
A19	17490	416	26	26335	0,22	0,0619	2,2	0,4738	3,1	0,72	0,0555	2,1	394	12	387	9	432	47	90
A20	66596	195	23	2105	0,61	0,0703	2,6	0,5641	3,1	0,82	0,0582	1,8	454	14	438	11	536	39	82
<b>AM 44/05</b>																			
A2	125061	1323	140	24991	0,11	0,1085	2,1	1,0932	2,4	0,89	0,0731	1,1	750	18	664	14	1016	22	65
A3	126077	391	82	1133	0,17	0,1798	8,8	3,0011	9,0	0,98	0,1211	1,7	1408	126	1066	94	1972	31	54
A4	84880	446	95	30995	0,44	0,2017	2,2	2,2962	2,5	0,88	0,0826	1,2	1211	30	1184	26	1259	23	94
A5	115114	1822	162	4107	0,09	0,0931	1,5	0,7746	1,9	0,82	0,0603	1,1	582	11	574	9	616	23	93
A6	143375	770	167	1337	0,12	0,2065	5,2	4,6849	5,4	0,96	0,1645	1,6	1765	95	1210	62	2503	27	48
A7	77299	727	123	6149	0,10	0,1671	10,6	2,7081	10,7	0,99	0,1176	1,2	1331	142	996	106	1920	22	52
A8	150951	435	121	31713	0,38	0,2572	3,3	4,3213	3,5	0,95	0,1219	1,0	1697	59	1475	49	1984	19	74
A9	73743	1133	97	7601	0,07	0,0916	1,4	0,7553	2,2	0,67	0,0598	1,6	571	12	565	8	596	35	95
A10	26537	865	78	5552	0,08	0,0958	1,7	0,7964	2,9	0,57	0,0603	2,4	595	17	590	10	614	51	96
A11c	28749	373	53	12857	0,18	0,1368	1,8	1,7495	2,1	0,84	0,0927	1,2	1027	22	827	15	1483	22	56
A11r	97792	969	82	204588	0,04	0,0863	3,7	0,7080	3,8	0,97	0,0595	0,9	544	21	534	20	585	19	91
A12r	156185	2382	218	318915	0,13	0,0943	1,6	0,7810	2,0	0,81	0,0600	1,2	586	12	581	9	605	25	96
A22	78579	938	91	2983	0,17	0,0987	1,3	0,8223	1,6	0,82	0,0604	1,0	609	10	607	8	618	21	98
A23r	197617	2127	197	3017	0,09	0,0936	2,5	0,7779	5,8	0,43	0,0603	5,3	584	34	577	14	614	114	94
A23c	49149	279	48	5987	0,13	0,1745	1,5	2,1538	2,7	0,57	0,0895	2,2	1166	31	1037	16	1415	42	73
A24c	77005	606	84	2878	0,20	0,1397	2,7	1,4959	3,1	0,87	0,0776	1,5	929	29	843	23	1138	30	74
A25c	43785	240	33	2257	0,35	0,1196	2,4	1											

Tabelle 1 (Fortsetzung)																			
	<sup>207</sup> Pb	U <sup>a</sup>	Pb <sup>a</sup>	<sup>206</sup> Pb	Th <sup>c</sup>	<sup>206</sup> Pb <sup>e</sup>	2 σ	<sup>207</sup> Pb <sup>o</sup>	2 σ	rho	<sup>207</sup> Pb <sup>o</sup>	2 σ	<sup>207</sup> Pb	2 σ	<sup>206</sup> Pb	2 σ	<sup>207</sup> Pb	2 σ	%
	(cps)	(ppm)	(ppm)	<sup>204</sup> Pb	U	<sup>238</sup> U	%	<sup>235</sup> U	%		<sup>206</sup> Pb	%	<sup>235</sup> U	(Ma)	<sup>238</sup> U	(Ma)	<sup>206</sup> Pb	(Ma)	conc
<b>Fi 11/01</b>																			
A22	11336	352	18	8669	0,02	0,0553	1,4	0,4073	2,9	0,49	0,0534	2,6	347	10	347	5	348	58	100
A23	135869	362	95	359	0,32	0,2285	2,5	5,5384	2,7	0,94	0,1758	0,9	1907	51	1327	33	2614	15	51
A24	8841	242	11	6154	0,05	0,0494	2,7	0,3613	4,2	0,65	0,0530	3,2	313	13	311	8	329	72	94
A25	98165	930	52	10830	0,10	0,0438	2,0	0,3248	6,1	0,33	0,0538	5,7	286	17	276	6	363	129	76
A26	129980	1702	161	3346	0,17	0,0897	1,7	0,7236	2,2	0,80	0,0585	1,3	553	12	554	10	548	29	101
A27	20788	442	35	10414	0,30	0,0776	1,7	0,6214	2,5	0,67	0,0581	1,9	491	12	482	8	533	41	90
A28	14497	298	17	7633	0,15	0,0561	2,5	0,4202	3,5	0,69	0,0543	2,6	356	13	352	9	383	58	92
A29	16332	480	25	25183	0,02	0,0559	1,6	0,4160	2,9	0,55	0,0540	2,4	353	10	351	6	369	55	95
A30	29845	489	45	20574	0,29	0,0898	1,8	0,7289	3,5	0,52	0,0588	3,0	556	20	555	10	561	66	99
2_A1	19027	414	27	10601	0,16	0,0675	2,2	0,5359	3,3	0,67	0,0576	2,4	436	14	421	9	514	54	82
2_A3	21284	391	34	2119	0,19	0,0880	1,6	0,7129	4,8	0,35	0,0588	4,5	546	26	544	9	558	97	97
2_A4	61566	957	84	1445	0,31	0,0872	2,0	0,6927	2,9	0,70	0,0576	2,1	534	15	539	11	515	46	105
2_A5	23582	357	38	72566	0,47	0,0996	1,5	0,8272	2,0	0,75	0,0603	1,3	612	12	612	9	613	29	100
2_A6	17380	432	21	39934	0,08	0,0513	2,8	0,4036	3,5	0,81	0,0571	2,1	344	12	322	9	495	46	65
2_A7	127071	650	135	5343	0,19	0,1953	2,7	3,2807	3,0	0,90	0,1218	1,3	1476	44	1150	31	1983	23	58
2_A8	41998	572	55	5647	0,47	0,0877	1,6	0,7154	2,8	0,58	0,0592	2,3	548	15	542	9	573	49	95
2_A9	6789	121	11	5361	0,34	0,0886	1,8	0,7144	2,9	0,62	0,0585	2,3	547	16	547	10	548	49	100
2_A10	8874	258	13	7495	0,07	0,0532	2,3	0,4176	3,3	0,69	0,0570	2,4	354	12	334	8	490	53	68
<b>AM 34/05</b>																			
A18	3905	45	6	4288	0,83	0,1120	2,7	0,9586	4,3	0,62	0,0621	3,4	683	22	684	17	676	73	101
A19	34618	254	27	291	0,35	0,0890	2,2	0,7273	4,9	0,44	0,0593	4,4	555	21	549	11	578	97	95
A20	9408	141	20	2636	1,57	0,1018	1,8	0,8546	2,9	0,62	0,0609	2,3	627	14	625	11	636	49	98
A21	5105	51	7	942	0,73	0,1297	2,0	1,1700	3,3	0,60	0,0654	2,6	787	18	786	15	787	55	100
A22	17078	171	19	2858	0,62	0,1016	2,1	0,8470	2,8	0,76	0,0605	1,8	623	13	624	13	621	39	100
A23	9768	272	13	17745	0,05	0,0507	2,1	0,3732	2,7	0,79	0,0534	1,6	322	7	319	7	344	37	93
A24	9573	143	17	6791	0,73	0,1027	2,3	0,8604	3,4	0,69	0,0608	2,4	630	16	630	14	631	52	100
A26	22498	346	35	44377	1,08	0,0787	2,6	0,6604	2,9	0,89	0,0609	1,3	515	12	488	12	634	29	77
A27	21569	232	27	3101	0,84	0,0974	1,7	0,8033	2,5	0,68	0,0598	1,8	599	12	599	10	597	40	100
<b>AM 45/03</b>																			
1	4912	83	24	5932	0,67	0,2273	3,1	2,6071	3,7	0,83	0,0832	2,1	1303	48	1320	40	1274	40	104
1a	7269	118	36	10895	0,72	0,2311	3,0	2,6130	3,6	0,84	0,0820	2,0	1304	47	1340	40	1246	38	108
4	11680	214	55	4747	0,86	0,1848	3,2	2,0830	3,8	0,85	0,0818	2,0	1143	44	1093	35	1240	40	88
4a	9874	161	52	3618	1,07	0,2313	2,9	2,6516	3,5	0,84	0,0832	1,9	1315	46	1341	40	1273	37	105
5	6161	103	30	12153	0,68	0,2227	3,1	2,5208	3,5	0,86	0,0821	1,8	1278	45	1296	40	1248	35	104
5a	6517	105	30	3276	0,64	0,2264	3,0	2,5639	3,5	0,85	0,0821	1,9	1290	46	1316	40	1249	37	105
6	6749	121	33	29883	0,67	0,2126	3,2	2,3334	3,7	0,87	0,0796	1,8	1223	45	1243	40	1187	36	105
6a	3662	60	17	0	0,61	0,2188	3,0	2,5244	3,6	0,84	0,0837	1,9	1279	46	1276	39	1285	37	99
7	6353	113	30	3984	0,67	0,2064	3,1	2,3411	3,7	0,84	0,0822	2,0	1225	45	1210	37	1251	39	97
8a	7103	130	36	0	0,66	0,2195	3,4	2,4792	3,8	0,89	0,0819	1,8	1266	48	1279	43	1243	34	103
9	2731	45	12	0	0,54	0,2208	3,0	2,4751	4,1	0,75	0,0813	2,7	1265	52	1286	39	1229	53	105
10	4752	78	21	4254	0,61	0,2108	3,0	2,4291	3,9	0,77	0,0836	2,5	1251	49	1233	37	1283	48	96
12	4481	81	21	2539	0,59	0,2006	3,0	2,2670	3,6	0,83	0,0819	2,0	1202	43	1179	36	1244	39	95
13	8885	148	43	5206	0,75	0,2176	3,1	2,4569	3,6	0,87	0,0819	1,8	1259	45	1269	39	1243	35	102
14	7740	141	38	9391	0,69	0,2091	4,0	2,3456	4,5	0,89	0,0814	2,1	1226	55	1224	49	1230	41	100
17	11618	240	156	2195	0,00	0,1642	5,6	1,8076	6,0	0,94	0,0798	2,0	1048	63	980	55	1193	40	82
2	2733	218	16	4848	0,04	0,0699	3,2	0,5534	3,7	0,87	0,0574	1,8	447	16	436	14	507	41	86
3	3223	252	22	7206	0,37	0,0750	3,0	0,5702	3,8	0,79	0,0551	2,3	458	17	466	14	418	52	111
8	5692	448	37	8218	0,51	0,0671	3,8	0,5390	4,4	0,85	0,0582	2,3	438	19	419	16	538	51	78
9A	7518	563	37	12389	0,10	0,0599	4,9	0,4919	5,5	0,89	0,0595	2,5	406	22	375	18	586	54	64
<b>AM 44/04</b>																			
AM1	4466	222	21	10665	0,49	0,0875	3,0	0,7172	4,0	0,76	0,0594	2,6	549	22	541	16	583	56	93
AM2	3467	156	15	8131	0,41	0,0942	2,9	0,7888	4,2	0,71	0,0607	2,9	590	25	581	17	629	63	92
AM3	3431	163	17	46705	0,50	0,0958	2,7	0,7854	3,5	0,77	0,0595	2,2	589	21	590	16	585	49	101
AM4	3002	161	15	2619	0,27	0,0912	3,8	0,7404	4,8	0,81	0,0589	2,8	563	27	563	22	562	62	100
AM5	5982	297	29	26652	0,38	0,0940	2,7	0,7633	3,4	0,79	0,0589	2,1	576	20	579	16	563	45	103
AM6	1882	89	9	24846	0,35	0,0944	3,5	0,7822	4,5	0,79	0,0601	2,8	587	26	581	21	607	60	96
AM7	4269	213	22	16918	0,56	0,0952	2,7	0,7739	3,7	0,74	0,0589	2,5	582	21	586	16	564	53	104
AM8	2337	113	11	15191	0,43	0,0967	3,8	0,7907	5,3	0,72	0,0593	3,6	592	31	595	23	577	79	103
AM9	5192	242	23	12666	0,38	0,0942	2,6	0,7661	3,4	0,76	0,0590	2,2	578	19	580	15	567	47	102
AM11	2985	126	13	2889	0,51	0,0971	2,7	0,8179	3,8	0,71	0,0611	2,7	607	23	597	16	643	58	93
AM12	28362	835	88	8815	0,42	0,0932	2,6	0,7566	3,1	0,84	0,0589	1,7	572	18	574	15	564	36	102
AM13	4147	218	22	7494	0,40	0,0969	2,6	0,7994	3,2	0,80	0,0599	1,9	597	19	596	16	599	42	100
AM14	7969	390	36	3418	0,50	0,0887	2,6	0,7319	4,6	0,58	0,0598	3,8	558	26	548	14	598	81	92
AM15	6533	337	31	5028	0,39	0,0880	3,2	0,7260	3,8	0,86	0,0599	1,9	554	21	544	18	598	42	91
AM16	276558	287	94	4931	2,45	0,0865	2,5	0,7056	3,6	0,68	0,0591	2,6	542	20	535	13	572	57	94
AM17	4456	253	22	2669	0,59	0,0780	3,0	0,6369	3,8	0,78	0,0593	2,4	500	19	484	14	576	52	84
AM18	5135	285	25	9749	0,38	0,0837	2,3	0,6877	3,0	0,75	0,0596	2,0	531	16	518	12	588	44	88
AM19	6073	324	29	17003	0,37	0,0871	2,4	0,7161	2,9	0,83	0,0597	1,6	548	16	538	13	591	35	91
AM21	5968	327	21	1472	0,43	0,0583	2,9	0,4579	4,1	0,70	0,0570	2,9	383	16	365	10	490	64	75
<b>AM 31/06a</b>																			
F01	1091	34	2	0,30	1,32	0,0572	2,6	0,4294	6,5	0,39	0,0544	6,0	359	9	363	20	389	134	92
F02	11138	357	25	0,85	0,55	0,0561	1,9	0,4100	5,1	0,38									

Tabelle 1 (Fortsetzung)

	<sup>207</sup> Pb	U <sup>a</sup>	Pb <sup>a</sup>	<sup>206</sup> Pb	Th <sup>c</sup>	<sup>206</sup> Pb <sup>e</sup>	2 σ	<sup>207</sup> Pb <sup>o</sup>	2 σ	rho	<sup>207</sup> Pb <sup>o</sup>	2 σ	<sup>207</sup> Pb	2 σ	<sup>206</sup> Pb	2 σ	<sup>207</sup> Pb	2 σ	%
	(cps)	(ppm)	(ppm)	<sup>204</sup> Pb	U	<sup>238</sup> U	%	<sup>235</sup> U	%		<sup>206</sup> Pb	2 σ	<sup>235</sup> U	(Ma)	<sup>238</sup> U	(Ma)	<sup>206</sup> Pb	(Ma)	conc
<b>AM 32/06a</b>																			
F18	1136	49	2	0,14	b.d.	0,0540	2,2	0,3925	3,9	0,56	0,0528	3,2	339	7	336	11	318	73	107
F20	543	23	1	0,17	0,28	0,0589	2,0	0,4414	2,6	0,77	0,0544	1,7	369	7	371	8	386	38	95
F23	594	23	1	0,25	0,11	0,0579	1,8	0,4370	5,2	0,35	0,0547	4,8	363	6	368	16	401	109	90
F24	730	34	2	0,14	0,02	0,0534	2,2	0,3842	4,8	0,46	0,0522	4,3	335	7	330	14	295	98	113
F25	610	9	1	0,20	0,00	0,0668	3,1	0,5203	9,2	0,34	0,0565	8,6	417	13	425	32	472	191	88
F26	507	20	1	0,13	b.d.	0,0512	2,8	0,3723	3,2	0,86	0,0527	1,7	322	9	321	9	318	38	101
F27	128	5	0	0,10	b.d.	0,0526	3,4	0,3904	4,6	0,75	0,0539	3,0	330	11	335	13	365	68	90
F29	375	13	1	0,27	0,48	0,0567	2,5	0,4243	6,9	0,36	0,0542	6,4	356	9	359	21	381	144	93
F30	304	5	0	0,22	2,12	0,0932	3,1	0,7590	4,3	0,72	0,0591	3,0	574	17	573	19	570	64	101
F31	2025	46	3	0,26	0,10	0,0563	2,0	0,4151	2,8	0,74	0,0535	1,9	353	7	353	8	348	42	102
F32	268	11	1	0,48	b.d.	0,0552	4,5	0,4101	4,9	0,90	0,0539	2,1	347	15	349	15	365	48	95
F33	612	25	1	0,12	0,22	0,0516	2,3	0,3781	4,2	0,55	0,0531	3,5	324	7	326	12	335	80	97
G02	99	3	0	0,17	0,25	0,0672	6,2	0,5220	7,1	0,88	0,0564	3,4	419	25	427	25	467	76	90
G03	133	3	0	0,37	0,09	0,0759	4,2	0,6048	10,5	0,40	0,0578	9,7	472	19	480	41	522	212	90
G05	621	10	1	0,09	5,68	0,0633	3,7	0,5005	8,0	0,46	0,0574	7,1	395	14	412	28	506	157	78
G07	348	14	1	0,28	0,00	0,0520	3,3	0,3705	5,6	0,60	0,0517	4,5	327	11	320	15	272	102	120
G08	176	6	0	0,31	b.d.	0,0582	6,4	0,4309	6,9	0,93	0,0537	2,5	364	23	364	21	360	58	101
G09	360	14	1	0,03	0,25	0,0508	4,4	0,3665	5,4	0,81	0,0523	3,1	320	14	317	15	299	72	107
<b>AM 14/05</b>																			
G10	2598	97	7	0,81	0,06	0,0662	1,8	0,5181	3,9	0,47	0,0568	3,4	413	7	424	13	483	75	85
G11	681	23	2	0,56	0,75	0,0621	3,1	0,4708	4,7	0,67	0,0550	3,5	388	12	392	15	413	77	94
G12	7900	236	21	0,74	0,00	0,0809	1,7	0,6508	2,5	0,66	0,0584	1,9	501	8	509	10	543	41	92
G13	6775	195	19	0,87	0,00	0,0848	2,5	0,6862	2,9	0,86	0,0587	1,5	525	13	531	12	556	32	94
G14	4025	93	9	1,26	0,25	0,0722	2,5	0,5678	3,8	0,66	0,0570	2,9	450	11	457	14	492	63	91
G15	803	24	2	0,64	0,00	0,0705	2,0	0,5475	4,7	0,42	0,0563	4,2	439	8	443	17	465	94	94
G16	1386	43	3	0,62	0,63	0,0592	3,1	0,4481	5,1	0,61	0,0549	4,0	371	11	376	16	408	90	91
G17	2799	64	6	1,01	1,32	0,0730	2,4	0,5677	4,8	0,49	0,0564	4,2	454	10	457	18	469	93	97
G18	2259	69	5	0,89	0,13	0,0551	2,7	0,4071	3,7	0,74	0,0536	2,5	346	9	347	11	355	56	97
G19	8172	286	26	0,93	0,12	0,0709	2,3	0,5539	3,4	0,68	0,0567	2,5	441	10	448	13	479	56	92
G20	1799	37	3	0,80	1,88	0,0698	2,8	0,5478	3,9	0,70	0,0569	2,8	435	12	444	14	488	62	89
G21	2099	64	6	0,51	1,05	0,0911	2,5	0,7260	5,0	0,51	0,0578	4,3	562	14	554	22	522	94	108
G22	5385	224	12	0,25	0,58	0,0536	1,7	0,3909	2,8	0,61	0,0529	2,2	337	6	335	8	323	51	104
G23	2579	66	6	0,51	0,40	0,0882	2,3	0,7140	3,8	0,62	0,0588	3,0	545	12	547	16	558	65	98
G24	7664	164	16	0,80	1,79	0,0827	2,4	0,6576	5,0	0,48	0,0577	4,4	512	12	513	20	519	96	99
G25	4035	154	11	1,31	0,08	0,0554	1,8	0,4124	2,9	0,60	0,0540	2,3	348	6	351	9	371	52	94
<b>AM 33/06a</b>																			
G26	12807	518	25	0,08	0,22	0,0523	3,2	0,3799	3,9	0,83	0,0527	2,1	328	10	327	11	317	49	104
G27	11137	285	22	0,08	0,05	0,0818	3,3	0,6520	3,5	0,94	0,0578	1,2	507	16	510	14	522	27	97
G28	5277	161	10	0,16	0,04	0,0643	3,4	0,4949	4,1	0,83	0,0558	2,3	402	13	408	14	445	51	90
G29	3353	94	6	0,47	0,33	0,0584	2,5	0,4516	4,1	0,61	0,0561	3,2	366	9	378	13	456	72	80
G30	20076	624	39	0,08	0,00	0,0672	1,9	0,5234	2,1	0,90	0,0565	0,9	419	8	427	7	471	21	89
G31	9487	198	19	0,29	0,12	0,0929	1,7	0,7638	2,1	0,78	0,0596	1,3	573	9	576	9	590	29	97
G32	3686	102	7	0,15	0,11	0,0706	1,6	0,5489	2,6	0,63	0,0564	2,0	440	7	444	9	467	45	94
G33	5627	127	9	0,12	0,05	0,0749	1,8	0,5943	2,5	0,73	0,0576	1,7	465	8	474	10	514	38	91
H01	4235	130	9	0,16	0,01	0,0725	1,8	0,5672	2,2	0,81	0,0568	1,3	451	8	456	8	482	28	93
H02	11430	376	28	0,15	0,23	0,0771	1,6	0,6057	2,0	0,78	0,0570	1,3	479	7	481	8	490	28	98
H03	4860	165	12	0,11	0,13	0,0739	2,1	0,5688	3,2	0,67	0,0559	2,4	459	9	457	12	447	53	103
H04	79935	1006	76	0,16	3,76	0,0634	5,2	0,4862	7,5	0,69	0,0556	5,4	396	20	402	25	436	119	91
H05	3357	132	7	0,10	0,71	0,0523	2,9	0,3787	4,1	0,71	0,0525	2,9	329	9	326	12	309	66	106
H06	8914	282	22	0,08	0,45	0,0810	2,1	0,6390	2,9	0,72	0,0572	2,0	502	10	502	12	499	45	101
H07	13072	395	21	0,08	2,90	0,0524	3,3	0,3874	5,0	0,67	0,0536	3,7	329	11	332	14	353	84	93
H08	15445	496	40	0,21	0,30	0,0823	2,1	0,6544	2,7	0,79	0,0577	1,7	510	11	511	11	517	37	99
H09	4369	186	10	0,11	0,09	0,0544	3,4	0,3950	4,7	0,72	0,0527	3,2	341	11	338	14	315	73	108
H10	7227	257	20	0,25	0,27	0,0786	2,8	0,6238	3,3	0,85	0,0576	1,7	488	13	492	13	514	38	95
H11	12862	417	27	0,10	0,43	0,0683	2,0	0,5250	2,7	0,73	0,0557	1,9	426	8	428	10	442	42	96
H12	14372	604	31	0,09	1,72	0,0531	2,5	0,3792	4,5	0,56	0,0518	3,8	333	8	326	13	277	86	120
H13	13497	366	29	0,24	1,23	0,0797	2,1	0,6340	3,3	0,63	0,0577	2,6	495	10	499	13	517	57	96
H14	3371	122	7	0,09	0,45	0,0573	5,7	0,4245	7,7	0,74	0,0538	5,2	359	20	359	24	361	117	100
H15	5976	159	12	0,11	0,07	0,0768	4,0	0,6039	5,6	0,71	0,0570	4,0	477	18	480	22	492	88	97
H16	4744	139	10	0,09	0,01	0,0804	5,1	0,6311	5,4	0,96	0,0569	1,6	499	25	497	21	487	35	102
H17	9921	391	21	0,10	0,09	0,0562	3,6	0,4143	4,6	0,79	0,0535	2,8	352	12	352	14	349	63	101
H18	6599	225	11	0,20	0,11	0,0513	4,5	0,3846	5,2	0,87	0,0544	2,6	323	14	330	15	387	58	83
H19	6534	172	13	0,12	0,28	0,0799	3,7	0,6340	4,8	0,78	0,0576	3,0	496	18	499	19	513	66	97
H20	9057	265	21	0,13	0,00	0,0821	2,3	0,6528	2,7	0,87	0,0577	1,3	508	11	510	11	518	29	98
H21	3448	95	7	0,28	b.d.	0,0778	3,0	0,6163	3,3	0,91	0,0575	1,3	483	14	488	13	510	29	95
H22	5308	140	11	0,09	0,05	0,0812	2,1	0,6403	2,7	0,78	0,0572	1,7	503	10	503	11	498	37	101

**Tab. 2: Geochemie der Altersdatierungsproben**

Probe	AM-14/05	AM-8/04	AM-24/04a	AM-34/05	AM-18/03	AM-45/03a	AM-33/06a	AM-44/04
Gestein	Amphibolit	Dioritgneis	Pl Gneis	Bt Gneis	Amphibolit	Pl Gneis	Metabasit	Amphibolit
R	692573.2	684259.3	681185.0	696160.3	674037.1	674019.1	689362.5	690389.9
H	358929.9	363204.7	367244.7	375073.4	411569.8	416310.1	373599.7	366914.3
SiO <sub>2</sub>	50,66	52,68	69,18	57,63	51,59	80,33	60,89	55,58
TiO <sub>2</sub>	1,53	0,89	0,44	1,18	1,18	0,18	2,35	1,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,82	13,71	13,51	19,27	14,34	11,24	15,45	19,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,62	9,46	6,40	8,62	10,60	1,08	7,98	11,48
MnO	0,17	0,18	0,09	0,10	0,15	0,01	0,13	0,31
MgO	6,40	9,06	0,58	4,88	5,85	0,21	3,72	1,03
CaO	11,83	9,73	2,73	2,03	9,73	0,66	3,78	4,92
Na <sub>2</sub> O	3,06	1,58	6,52	2,53	3,31	6,02	2,50	3,98
K <sub>2</sub> O	0,59	2,02	0,52	3,53	1,73	0,23	2,72	1,86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,32	0,70	0,03	0,22	1,51	0,02	0,49	0,36
Ba	202	1180	93	591	964	194	279	562
Ce	17	43	117	69	308	75	98	17
Cl	45	151	43	54	n.a.	n.a.	144	108
Co	33	38	3	22	32	5	26	8
Cr	453	453	4	292	214	8	40	26
Ga	17	13	32	25	20	17	22	19
La	2	24	77	40	127	40	30	37
Nb	9	11	56	13	17	36	38	34
Nd	20	35	58	34	122	26	49	4
Ni	40	116	3	38	132	9	59	9
Pb	u.d.N.	9	10	13	13	7	8	9
Rb	4	68	u.d.N.	98	39	u.d.N.	182	61
Sc	44	43	6	22	24	5	12	22
Sr	311	485	165	181	726	96	104	442
Th	u.d.N.	4	5	9	30	12	5	5
V	262	234	u.d.N.	200	174	2	145	42
Y	31	31	169	34	46	65	50	122
Zn	77	77	23	90	134	23	105	59
Zr	140	163	1079	186	396	343	173	1096

Probe	AM-12/05a	AM-12/05c	AM-12/05d	AM-16/0a	AM-16/05b	AM-17/05	AM-18/05	AM-20/05	AM-21/05	AM-22/05	AM-23/05a1	AM-23/05a2	AM-23/05b
Gestein	Bt Gneis	Amphibolit	Amphibolit	Amphibolit	Amphibolit	Bt Gneis	Amphibolit	Amphibolit	Amphibolit	Anorthosit	Amphibolit	Anorthosit	Amphibolit
R	692784,9	692784,9	692784,9	693150,3	693150,3	693064,8	692989,8	693254,4	693217,4	693270,3	693275,6	693275,6	693275,6
H	360652,4	360652,4	360652,4	362633,7	362633,7	362714,6	368409,0	368467,2	368345,5	368276,7	368065,0	368065,0	368065,0
SiO <sub>2</sub>	65,17	47,45	48,02	46,34	50,49	59,44	46,56	45,63	48,47	46,11	39,91	43,96	52,55
TiO <sub>2</sub>	1,01	2,10	1,66	1,14	1,14	1,45	2,03	1,57	2,91	0,10	2,73	1,48	1,63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,61	16,30	16,16	15,54	16,93	18,44	12,64	14,71	13,50	29,16	16,63	21,29	13,41
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,16	13,42	12,70	10,80	11,01	9,05	16,39	12,94	15,40	2,88	18,54	11,82	13,85
MnO	0,11	0,29	0,32	0,20	0,21	0,16	0,27	0,21	0,24	0,04	0,31	0,19	0,21
MgO	3,03	6,77	7,46	5,67	4,64	3,94	8,18	7,82	5,70	2,64	7,55	5,13	5,13
CaO	2,21	9,42	9,41	17,72	11,11	1,92	10,76	12,85	10,24	17,26	11,78	13,45	9,75
Na <sub>2</sub> O	3,44	2,92	2,75	2,15	3,73	2,13	2,09	3,58	2,67	1,69	1,90	2,21	2,76
K <sub>2</sub> O	1,97	1,04	1,05	0,34	0,61	3,33	0,91	0,58	0,34	0,12	0,36	0,30	0,51
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,30	0,30	0,48	0,09	0,12	0,14	0,17	0,11	0,52	u.d.N.	0,31	0,16	0,21
Ba	639	274	369	25	100	587	63	129	96	6	36	28	147
Ce	83	33	50	u.d.N.	5	62	25	19	38	4	24	-5	32
Cl	126	28	27	46	36	81	568	351	17	27	112	102	428
Co	15	48	41	40	37	24	45	53	34	16	54	30	42
Cr	105	211	250	250	282	157	186	369	180	213	201	334	101
Ga	21	25	22	16	18	21	24	18	22	16	17	19	19
La	43	5	13	2	7	28	17	u.d.N.	6	2	4	3	6
Nb	14	9	10	3	2	16	15	5	9	2	18	10	10
Nd	46	36	36	11	10	24	16	10	24	6	14	10	17
Ni	37	76	121	84	78	53	92	116	30	76	83	74	64
Pb	11	4	u.d.N.	9	28	14	5	7	1	3	4	u.d.N.	u.d.N.
Rb	54	11	12	4	3	109	25	8	u.d.N.	u.d.N.	2	4	4
Sc	18	45	35	40	43	25	56	51	52	15	51	35	41
Sr	479	858	849	212	183	143	119	169	175	171	80	167	256
Th	10	u.d.N.	u.d.N.	u.d.N.	u.d.N.	9	5	2	u.d.N.	u.d.N.	u.d.N.	2	u.d.N.
V	144	377	332	295	278	201	528	354	379	36	500	295	380
Y	43	40	38	20	24	38	55	29	56	2	41	22	30
Zn	89	125	127	81	134	125	140	89	120	19	105	69	117
Zr	350	134	157	68	71	229	61	71	190	26	80	55	85

Probe	AM-23/05c	AM-24/05	AM-25/05	AM-33/05	AM-34/05	AM-35/05	AM-36/05b	AM-37/05	AM-38/05a	AM-38/05b	AM-39/05	AM-40/05	AM-41/05	AM-42/05
Gestein	Amphibolit	Amphibolit	Amphibolit	Amphibolit	Bt Gneis	Amphibolit	Leukosom	Amphibolit						
R	693275,6	694251,2	694462,9	696485,7	696160,3	696108,7	696207,9	695965,8	695933,2	695933,2	696226,9	696961,1	696060,2	696207,0
H	368065,0	370724,6	370613,5	374938,5	375073,4	375013,9	375021,8	375291,7	375360,8	375360,8	375698,1	376061,3	376946,3	377672,6
SiO <sub>2</sub>	51,23	52,84	51,51	50,29	57,63	50,28	65,55	49,53	50,43	45,28	54,27	54,58	49,32	46,23
TiO <sub>2</sub>	1,50	1,29	1,89	1,00	1,18	0,88	0,47	1,36	1,79	2,44	0,83	2,12	1,96	0,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,35	15,96	13,77	15,02	19,27	16,21	16,71	14,67	15,27	14,79	15,83	14,38	12,93	24,52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,04	9,55	12,25	11,58	8,62	11,29	4,65	12,11	11,77	15,32	9,16	10,91	14,57	7,13
MnO	0,21	0,16	0,18	0,19	0,10	0,22	0,12	0,23	0,25	0,30	0,12	0,20	0,23	0,12
MgO	5,34	6,03	7,42	6,21	4,88	7,80	0,85	7,93	7,12	8,58	6,02	4,10	7,57	5,92
CaO	9,98	9,68	8,51	11,31	2,03	9,10	2,85	10,81	9,95	9,72	10,14	9,10	10,61	13,30
Na <sub>2</sub> O	2,99	3,44	3,62	3,82	2,53	3,27	5,92	2,86	2,90	2,92	3,07	3,30	2,39	2,15
K <sub>2</sub> O	1,13	1,02	0,45	0,52	3,53	0,90	2,74	0,38	0,29	0,38	0,50	0,67	0,25	0,44
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,22	0,02	0,39	0,07	0,22	0,05	0,15	0,12	0,23	0,29	0,06	0,65	0,18	u.d.N.
Ba	255	220	35	50	591	132	309	88	55	72	103	176	48	71
Ce	47	27	16	6	69	7	37	3	2	21	21	31	19	8
Cl	632	312	95	28	54	52	36	76	63	105	159	129	23	334
Co	47	40	39	49	22	39	6	47	36	39	31	25	42	32
Cr	65	302	141	158	292	66	32	357	226	195	342	138	250	216
Ga	17	16	21	16	25	14	15	19	20	20	21	21	18	14
La	11	11	6	u.d.N.	40	u.d.N.	19	u.d.N.	2	3	5	8	u.d.N.	4
Nb	10	4	8	2	13	2	11	3	5	7	6	13	6	2
Nd	10	20	19	13	34	3	27	8	14	20	3	27	13	3
Ni	51	58	61	61	38	45	9	85	58	39	81	33	39	143
Pb	5	8	u.d.N.	u.d.N.	13	7	10	6	6	7	u.d.N.	u.d.N.	u.d.N.	3
Rb	6	8	6	9	98	29	57	4	u.d.N.	u.d.N.	2	2	u.d.N.	15
Sc	38	35	42	44	22	46	15	45	48	50	33	32	43	35
Sr	254	378	141	235	181	256	186	164	159	144	157	195	106	185
Th	u.d.N.	1	u.d.N.	u.d.N.	9	u.d.N.	11	u.d.N.	5	u.d.N.	3	2	2	3
V	334	238	354	304	200	322	57	295	312	413	182	218	371	104
Y	24	19	67	19	34	15	83	26	40	50	28	54	39	9
Zn	109	78	59	78	90	109	32	100	88	121	81	76	116	48
Zr	112	58	268	63	186	45	341	78	131	172	187	257	116	21

Tabelle 4: Geochemiedaten Rehberg-Plank Zug														
Probe	AM-27/05b	AM-28/05	AM-29/05	AM-30/05	AM-31/05a	AM-31/05b	AM-31/05c	AM-31/05d	AM-43/05	AM-44/05a	AM-44/05c	AM-44/05d	AM-44/05e	AM-45/05b
Gestein	Amphibolit	Amphibolit	Bt Gneis	Amphibolit	Amph. Gneis	Amph. Gneis	Pl Gneis	Amphibolit						
R	696909,8	696856,8	699505,3	699251,3	698140,1	698140,1	698140,1	698140,1	702248,9	701177,4	701177,4	701177,4	701177,4	701173,4
H	371780,8	371780,8	371574,4	372119,4	373355,0	373355,0	373355,0	373355,0	377567,0	378344,9	378344,9	378344,9	378344,9	378170,3
SiO <sub>2</sub>	50,96	52,76	63,08	50,11	49,42	50,34	52,75	49,83	52,49	52,27	58,58	57,67	76,46	52,86
TiO <sub>2</sub>	0,65	0,93	0,91	4,22	2,33	0,70	2,78	0,72	1,27	1,20	0,80	0,81	0,20	1,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,91	16,25	17,26	13,06	13,08	15,49	12,64	15,01	14,09	15,42	15,38	16,09	12,63	16,16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,31	8,34	6,84	15,35	14,20	9,37	15,24	9,68	10,38	12,07	11,17	11,36	2,53	13,17
MnO	0,16	0,17	0,10	0,24	0,26	0,17	0,28	0,17	0,17	0,24	0,20	0,18	0,05	0,19
MgO	7,80	5,76	2,90	3,76	6,18	8,76	4,34	9,15	8,62	6,10	2,91	2,83	0,45	4,73
CaO	12,47	12,32	2,29	8,69	8,63	12,30	6,67	12,76	9,37	7,76	4,54	4,23	1,29	6,49
Na <sub>2</sub> O	2,62	3,34	3,54	2,87	4,17	2,62	4,62	2,42	2,99	4,69	6,18	6,65	6,24	5,07
K <sub>2</sub> O	0,11	0,12	2,93	0,58	0,17	0,25	0,22	0,25	0,56	0,16	0,12	0,11	0,09	0,17
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	u.d.N.	u.d.N.	0,15	1,14	1,55	u.d.N.	0,47	0,01	0,05	0,08	0,12	0,08	0,06	0,10
Ba	20	26	668	228	14	u.d.N.	24	18	131	77	71	74	53	21
Ce	5	u.d.N.	61	106	39	u.d.N.	50	u.d.N.	u.d.N.	8	17	9	13	2
Cl	10	18	78	49	118	33	110	37	81	24	63	30	18	44
Co	47	27	18	34	39	41	40	45	40	29	25	27	2	32
Cr	140	100	81	26	199	396	32	394	438	170	11	11	12	26
Ga	14	18	21	25	20	15	19	17	19	17	17	20	13	16
La	u.d.N.	u.d.N.	26	38	u.d.N.	6	7	u.d.N.	u.d.N.	u.d.N.	4	u.d.N.	2	5
Nb	u.d.N.	3	13	47	7	u.d.N.	9	u.d.N.	4	2	u.d.N.	2	4	u.d.N.
Nd	4	9	31	54	39	u.d.N.	27	8	u.d.N.	10	9	10	4	u.d.N.
Ni	72	36	38	11	71	115	26	110	226	66	10	10	3	12
Pb	u.d.N.	u.d.N.	9	5	u.d.N.	3	u.d.N.	u.d.N.	8	3	3	u.d.N.	2	8
Rb	u.d.N.	u.d.N.	102	6	u.d.N.	u.d.N.	u.d.N.	2	12	u.d.N.	u.d.N.	u.d.N.	u.d.N.	u.d.N.
Sc	49	45	15	32	37	45	39	47	40	37	36	40	15	43
Sr	121	238	213	373	88	175	76	163	230	138	95	76	106	82
Th	u.d.N.	u.d.N.	6	5	u.d.N.	u.d.N.	2	5	u.d.N.	u.d.N.	4	u.d.N.	u.d.N.	u.d.N.
V	255	312	116	263	217	225	475	242	272	321	349	383	11	323
Y	13	20	37	51	83	15	77	18	29	18	16	16	27	17
Zn	58	67	88	156	134	55	121	53	91	111	89	96	93	96
Zr	30	49	202	362	168	47	250	48	102	58	43	43	81	51

Tabelle 4 (Fortsetzung)										
Probe	AM-46/05	AM-47/05	AM-48/05	AM-50/05a	AM-50/05b	AM-51/05a	AM-51/05b	AM-7/06a	AM-7/06c	AM-7/06d
Gestein	Amph. Gneis	Amph. Gneis	Bt Gneis	Bt Gneis	Orthogneis	Amphibolit	Amphibolit	Amphibolit	Amphibolit	Amphibolit
R	695105,3	695020,6	695063,0	695317,0	695317,0	695241,3	695241,3	695237,9	695237,9	695237,9
H	365168,8	365285,2	365211,1	366809,2	366809,2	366761,7	366761,7	365783,1	365783,1	365783,1
SiO <sub>2</sub>	62,04	62,18	63,03	70,02	73,78	55,40	56,12	47,39	49,83	51,28
TiO <sub>2</sub>	0,43	0,44	0,95	0,68	0,07	0,71	0,88	3,16	1,40	1,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,01	15,36	16,83	13,58	14,46	14,77	15,04	12,12	16,40	16,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,23	8,38	6,14	4,21	0,94	7,16	7,51	17,96	9,19	8,76
MnO	0,12	0,15	0,10	0,08	0,04	0,13	0,13	0,27	0,16	0,15
MgO	1,68	3,06	3,05	3,35	0,25	7,02	6,84	5,68	7,07	7,29
CaO	11,31	5,63	3,27	2,18	1,28	11,91	9,58	9,85	12,56	11,05
Na <sub>2</sub> O	0,50	4,14	3,14	3,09	3,31	2,47	3,57	2,93	3,15	3,72
K <sub>2</sub> O	0,66	0,58	2,92	2,62	5,76	0,38	0,19	0,19	0,12	0,09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	0,07	0,57	0,21	0,10	0,05	0,14	0,45	0,13	0,10
Ba	159	188	459	499	443	122	63	47	14	6
Ce	6	5	51	17	22	13	31	17	u.d.N.	u.d.N.
Cl	64	21	62	55	62	24	34	42	119	47
Co	25	22	13	10	2	26	32	43	32	29
Cr	118	59	168	162	7	453	579	55	184	321
Ga	15	15	23	15	14	15	18	21	18	16
La	5	7	25	21	15	2	11	8	u.d.N.	2
Nb	u.d.N.	2	13	9	10	3	3	7	5	4
Nd	10	13	19	17	9	9	15	18	17	7
Ni	22	14	46	73	5	155	176	28	69	67
Pb	9	2	31	22	63	2	8	u.d.N.	2	3
Rb	5	7	100	98	186	5	u.d.N.	2	u.d.N.	u.d.N.
Sc	40	30	20	11	7	34	33	45	38	42
Sr	69	117	199	298	224	189	182	136	207	229
Th	u.d.N.	2	8	9	18	u.d.N.	5	u.d.N.	u.d.N.	u.d.N.
V	183	158	137	79	5	155	186	545	298	242
Y	12	14	38	22	14	18	21	53	30	28
Zn	96	87	89	57	24	50	52	116	48	52
Zr	45	58	206	160	75	76	86	139	96	145