

REE-Y-Th-U-bearing accessory minerals and their contribution to the lanthanide and actinide trace-element budget in an anorogenic granite from the Erongo Complex, NW Namibia

SEE-Y-Th-U-führende akzessorische Minerale und ihr Beitrag zum Spurenelementhaushalt der Lanthaniden und Aktiniden in einem anorogenen Granit des Erongo-Komplex, NW Namibia

ROBERT B. TRUMBULL (Potsdam), HANS-JÜRGEN FÖRSTER (Potsdam), DIETER RHEDE (Potsdam)

Key words: Xenotime, monazite, zircon, microanalysis, U-Th-total Pb monazite age, trace elements

Abstract

Relatively high concentrations of the lanthanide and actinide trace elements are a characteristic feature of many anorogenic granites and it is important to understand the mineral hosts for these elements. This study presents quantitative mineral analyses of monazite-(Ce), xenotime-(Y) and zircon from the anorogenic Erongo granite in Namibia, and assesses the relative contribution of these minerals to the total REE, Y, Th and U budgets in the granite. The results demonstrate that over 90 % of the REE-Y and Th in whole-rock samples are hosted by monazite-(Ce) and xenotime-(Y). The role of zircon is negligible for Th and the LREE, whereas it contributes from 5 to 10 % of the whole-rock budget for the HREE and Y. Whole-rock REE, Y and Th contents in the Erongo granite are well accounted for by these three magmatic accessory minerals in all samples studied. However, the U budget balances in only one of three samples, where the contributions of monazite-(Ce), xenotime-(Y) and zircon are 25 %, 60 % and 10 %, respectively. In the other two samples, these minerals account for only 25 % of the U budget. Very small, secondary grains of thorite-coffinite solid solution in these samples contribute up to 10 % of the Th and U budgets each, but the strong U deficit remains. The anomalous samples have distinctly higher whole-rock U concentrations (28–33 ppm vs. 9 ppm) and non-chondritic U/Th ratios between 0.7 and 1. We conclude that the excess whole-rock uranium in these samples is dominantly secondary, related to unusually small U-bearing species deposited in the interstitial network, in microcracks, or on mineral surfaces. This example shows that mineral mass balance can be useful in assessing the resource potential of uraniumiferous granites.

The Th and U contents of monazite-(Ce) are sufficiently high in some samples to calculate radiometric ages from microprobe data. The weighted mean Th–U–total Pb age from 12 point-analyses on two samples of Erongo granite is 139 ± 12 Ma (2σ), which complements previous results of 130–136 Ma from conventional geochronology and confirms an Early Cretaceous age of emplacement.

Zusammenfassung

Charakteristisch für viele anorogene Granite sind erhöhte Gehalte an Spurenelementen der Lanthanid- und Aktinidgruppen. In dieser Arbeit werden quantitative Mineralanalysen von Monazit-(Ce), Xenotim-(Y) sowie Zirkon aus dem anorogenen Erongo Granit von Namibia vorgestellt und deren Beitrag zum Gesamthaushalt der Seltenen Erden Elemente (SEE), Y, Th und U im Granit ermittelt. Das Ergebnis der Massenbilanzierung zeigt, dass über 90 % der SEE, des Y sowie des Th allein in Monazit-(Ce) und Xenotim-(Y) enthalten sind. Der Zirkon spielt nur im Bezug auf die schweren SEE und Y eine grössere Rolle, indem er beispielsweise zwischen 5 und 10 % der Gesamtgehalte an Y, Er und Yb führt.

Die Gehalte der SEE, Y und Th im Gesamtgestein sind durch die drei Akzessorien in allen Granitproben vollständig bilanziert. Im Gegensatz dazu gelingt die Bilanzierung des U-Gehaltes nur in einer von drei untersuchten Proben. In dieser tragen Monazit-

(Ce), Xenotim-(Y) und Zirkon zu 25 %, 60 % bzw. 10 % zum Urangehalt des Gesamtgesteins bei. In den anderen zwei Proben erreicht der U-Gesamtbeitrag aller drei Minerale nur etwa 25 %. Hier treten zusätzlich überwiegend sekundäre Thorit-Coffinit-Mischkristalle auf, die jeweils etwa 10 % der Th- und U-gehalte kontrollieren. Diese Proben zeigen zudem deutlich höhere U-Gehalte (28–30 ppm vs. 9 ppm) und erhöhte, nicht-chondritische U/Th-Verhältnisse (0.7–1). Diese Charakteristika lassen sich am besten durch eine sekundäre Anreicherung des Urans in den betroffenen Proben interpretieren, wobei die Hauptmenge des zugeführten Urans in U-haltigen Mineralphasen von geringer Grösse gebunden sein dürfte, die im Intergranularraum, auf Mikrorissen oder auf Korngrenzen kristallisierten. Dieses Beispiel zeigt, dass eine mineralogische Massenbilanzierung für die Evaluierung des Ressourcenpotentials U-reicher Granite von Nutzen sein kann.

Die gewichtete mittlere Th-U-Gesamtblei-Alter des Erongo Granits von 139 ± 12 Ma (2σ), berechnet aus 12 Einzelpunktanalysen der Th-reichsten Monazitkörner, stimmt gut mit bisher bestimmten Isotopenaltern (130–136 Ma) überein. Es ist ein weiteres Indiz für die Platznahme dieses Granits in der oberen Kreide.