

## SO225 – Ursprung von boninitischen Basement-Laven vom Manihiki Plateau, West-Pazifik

Golowin, R.<sup>1</sup>, Hoernle, K.<sup>1</sup>, Portnyagin, M.<sup>1</sup>, Hauff, F.<sup>1</sup>, Gurenko, A.<sup>2</sup>, Garbe-Schönberg, D.<sup>3</sup>, Werner, R.<sup>1</sup> und Turner, S.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

<sup>2</sup> Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques, Nancy, France

<sup>3</sup> Institut für Geowissenschaften, Christian-Albrechts-Universität, Kiel

<sup>4</sup> Dept. of Earth and Planetary Sciences, Macquarie University, Sydney, Australia

Ein Hauptziel der Expedition SO225 MANIHIKI II war eine stratigraphisch kontrollierte ROV-Beprobung des Manihiki-Plateaubasements, um dessen zeitliche und geochemische Entwicklung rekonstruieren zu können. Aufgrund unglücklicher Umstände außerhalb unserer Kontrolle konnte dies jedoch nur teilweise durchgeführt werden. Alternativ wurde das Plateaubasement deshalb mit Dredgen beprobt, was überraschenderweise frische Vulkanite (u.a. vulkanische Gläser) erbrachte, die geochemisch Boniniten ähneln. Allgemein werden Boninite als Gesteine angesehen, die bei Subduktionsinitiation entstehen, so dass zum Beispiel das Vorkommen von Boniniten in archaischen Gesteinsabfolgen von vielen Wissenschaftlern als zentraler Beweis angesehen wird, dass moderne Plattentektonik bereits sehr früh in der Erdgeschichte operierte, zumal Boninite bisher nicht durch alternative Modelle erklärt wurden. Mit SO225 MANIHIKI II gelang nun erstmals der Nachweis von Boniniten im Zusammenhang mit Intraplattenvulkanismus. Da dies u.a. die Eignung von Boniniten als eindeutigen Anzeiger des plattentektonischen Entstehungsmilieus von Vulkaniten in Frage stellt, präsentieren wir hier unsere Untersuchungsergebnisse an den Boniniten des Manihiki Plateaus.

Das ~120 Mill. Jahre alte Basement des Manihiki Plateau besteht aus zwei geochemisch unterschiedlichen Lava-Gruppen<sup>1</sup>. Die erste Gruppe (high-Ti-Gruppe) hat höhere TiO<sub>2</sub>-Gehalte (>0,9 Gew.%), flache Spurenelementmuster, die auf einen hohen Aufschmelzgrad (~30%) der Mantelquelle hindeuten, und Sr-Nd-Pb-Isotopensignaturen vom Typ „Enriched Mantle I“

(EM-I). Diese Gruppe ist außerdem den Basement-Laven der Singallo-Gruppe des Ontong Java Plateau (OJP)<sup>2</sup> geochemisch ähnlich. Die zweite Gruppe (low-Ti-Gruppe) hat für Intraplattenbasalte anomal niedrige TiO<sub>2</sub>-Gehalte (<0,5 Gew.%) und ungewöhnliche Spurenelement-gehalte mit einer Anreicherung inkompatibler Spurenelemente (Rb, Sr, Ba, U,...) und einer Verarmung kompatibler Spurenelemente (Ti, Zr, Sm,...). Der Ursprung der low-Ti Laven wurde in der Vergangenheit durch Mischung von verarmtem Mantelmaterial mit einer angereicherten Komponente vom Typ HIMU1 (high  $\mu$ : hohes 238U/204Pb-Verhältnis) oder recycelten vulkaniklastischen Sedimenten an einer Subduktionszone erklärt<sup>3</sup>. Die low-Ti Laven haben sehr niedrige Ti/V-Verhältnisse (9-12) was eine starke Verarmung von Ti in der Quelle reflektiert. Die Ontong Java- (Kroenke, Kwaimbaita, Singallo) und high-Ti Manihiki-Laven hingegen haben deutlich höhere Ti/V (18-31 bzw. 21-28). Außerdem haben low-Ti Laven U-förmige Spurenelementmuster (Abb. 1), welche auf die Präsenz zweier unterschiedlicher Komponenten in der Mantelquelle hindeuten. Eine Komponente ist hierbei stark verarmt an inkompatiblen Spurenelementen (verarmter als der normale, obere Mantel) und die zweite Komponente zeigt eine starke Anreicherung von inkompatiblen Spurenelementen. Niedrige Ti/V-Verhältnisse und U-förmige Spurenelementmuster sind typisch für boninitische Subduktionszonengesteine von z.B. Tonga oder Troodos, Zypern (Abb. 1). Boninite entstehen an Subduktionszonen durch das sekundäre Schmelzen einer bereits verarmten Mantelquelle durch Zufuhr einer wasserreichen, mit fluid-mobilen Elementen (Rb, Ba, U,...) angereicherten Komponente<sup>4</sup>. Höhere H<sub>2</sub>O-Gehalte (1-2 Gew.%) als in Ozeaninselbasalten (OIB) oder Basalten vom mittelozeanischen Rücken (<0,5 Gew.%) sind typisch für Boninite<sup>5</sup>. Analysen von H<sub>2</sub>O-Gehalten in low-Ti Manihiki-Laven belegen jedoch, dass diese Laven nicht an einer Subduktionszone entstanden sein können, da die H<sub>2</sub>O-Gehalte in diesen Laven sehr niedrig sind (0,13-0,25 Gew.%). Dies ist konsistent mit Paläo-Rekonstruktionen, welche zeigen, dass das Manihiki Plateau in einem Intraplattenmilieu oder in der Nähe eines mittelozeanischen Rückens entstanden ist. Radiogene Isotopenverhältnisse zeigen einen linearen Trend von den Laven mit den höchsten Konzentrationen an inkompatiblen Elementen (Rb, Sr, Ba, U,...) und einer Bleiisotopensignatur vom Typ HIMU zu den Proben mit den niedrigsten Konzentrationen der inkompatiblen Elemente und einer Isotopensignatur, welche den Kroenke/Kwaimbaita-OJP-Laven (Kr/Kw)<sup>2</sup> vom Typ FOZO (focal-zone) ähnelt (Abb. 2a, b). Diese Spurenelement/Isotopen-Korrelationen zeigen somit, dass die low-Ti-Laven Hybridmagmen zwischen einer an Spurenelementen verarmten FOZO- und einer angereicherten HIMU-Komponente sind. Obwohl die verarmte Kom-

ponente isotopisch den Kr/Kw-Laven sehr ähnlich ist, zeigen Haupt- und Spurenelement-Daten von low-Ti-Laven mit den niedrigsten Konzentrationen an inkompatiblen Elementen, dass diese Laven nicht durch den gleichen Prozess wie die OJP-Laven entstanden sein können, weil OJP-Laven z.B. deutlich höhere Gehalte an inkompatiblen Elementen aufweisen. Auch ein direktes Mischen von Kr/Kw-Laven mit HIMU-Laven kann ausgeschlossen werden, weil dieser Prozess Magmen mit deutlich höheren Gehalten an kompatiblen Elementen (Ti, Zr, Nd) erzeugen würde. Die Ähnlichkeit der radiogenen Isotopenverhältnisse impliziert somit, dass die an Spurenelementen verarmte Komponente in den low-Ti Manihiki-Laven durch das sekundäre (erneute) Aufschmelzen der Mantelquelle der Kr/Kw-Laven vom Typ FOZO entstanden sein könnte und mit kleineren Mengen von angereicherten HIMU-Schmelzen gemischt worden ist. Die niedrigen Ti/V-Verhältnisse sind konsistent mit dem sekundären Aufschmelzen einer verarmten Quelle, was ein wichtiges Merkmal von Boniniten ist. Da die low-Ti-Laven relativ wenig Wasser enthalten, nehmen wir an, dass diese Laven, anders als boninitische Subduktionszonen-Gesteine, nicht durch Zugabe von Wasser und somit durch Erniedrigung der Mantelschmelztemperatur, sondern durch heißes Aufschmelzen der Mantelquelle (~1500°C) entstanden sind. Dies ist konsistent mit Spurenelementanalysen von Olivinen und Spinellen, die zeigen, dass diese Minerale in den low-Ti Laven bei hohen Temperaturen von 1200-1300°C auskristallisiert sind, was ebenfalls auf erhöhte Temperaturen im Mantel hindeutet. Unsere Ergebnisse liefern nicht nur den ersten Nachweis für die Bildung von Boniniten im Intraplattenbereich, sondern auch einen direkten geochemischen Beweis für die Präsenz eines heißen Mantelplumes während der Entstehung des Manihiki Plateaus.

#### **Literatur:**

- 1 Timm, C. et al. Age and geochemistry of the oceanic Manihiki Plateau, SW Pacific: New evidence for a plume origin. *Earth and Planetary Science Letters* 304, 135-146 (2011).
- 2 Tejada, M. L. G. et al. Pin-pricking the elephant: evidence on the origin of the Ontong Java Plateau from Pb-Sr-Hf-Nd isotopic characteristics of ODP Leg 192 basalts. Fitton J. G. et al. (eds), *Origin and Evolution of the Ontong Java Plateau*: Geol. Soc. London, Spec. Publ. 229, 133-150 (2004).
- 3 Ingle, S. et al. Depleted mantle wedge and sediment fingerprint in unusual basalts from the Manihiki Plateau, central Pacific Ocean. *Geology* 35, 595-598 (2007).

- 4 Sobolev, A. V. & Danyushevsky, L. V. Petrology and Geochemistry of Boninites from the North Termination of the Tonga Trench - Constraints on the Generation Conditions of Primary High-Ca Boninite Magmas. *Journal of Petrology* 35, 1183-1211 (1994).
- 5 Sobolev, A. V. & Chaussidon, M. H<sub>2</sub>O concentrations in primary melts from supra-subduction zones and mid-ocean ridges: Implications for H<sub>2</sub>O storage and recycling in the mantle. *Earth and Planetary Science Letters* 137, 45-55, (1996).
- 6 Cameron, W. E. Petrology and Origin of Primitive Lavas from the Troodos Ophiolite, Cyprus. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 89, 239-255 (1985).
- 7 Falloon, T. J. et al. Boninites and Adakites from the Northern Termination of the Tonga Trench: Implications for Adakite Petrogenesis. *Journal of Petrology* 49, 697-715, (2007).
- 8 Hoernle, K. et al. Age and geochemistry of volcanic rocks from the Hikurangi and Manihiki oceanic Plateaus. *Geochimica Et Cosmochimica Acta* 74, 7196-7219 (2010).

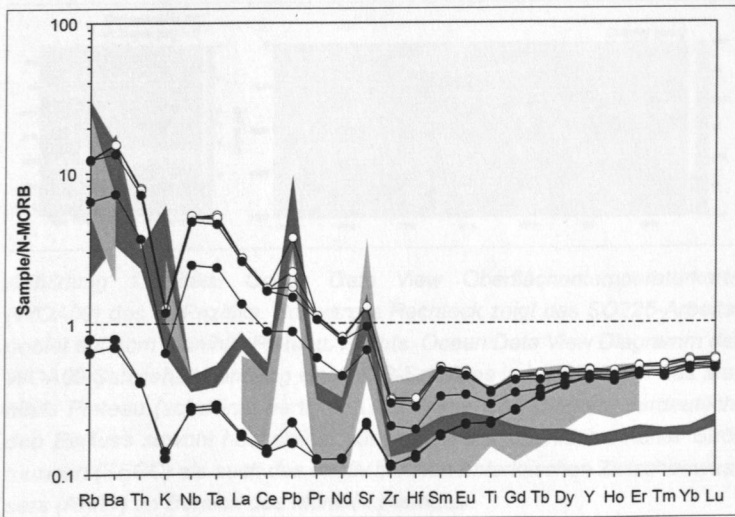


Abb. 1: Multielementdiagramm frischer Gläser von low-Ti Manihiki-Laven (schw. Kreise: diese Studie, weiße Kreise1). Graue Felder = Boninite von Tonga (dunkel-grau) und Troodos, Zypern (hell-grau)6,7.

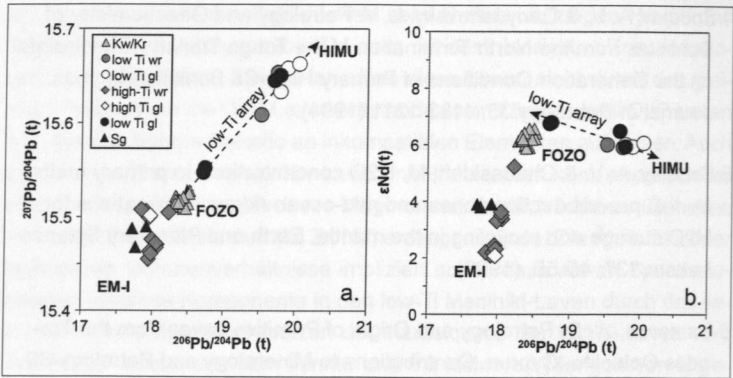


Abb. 2: Initiale  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  vs.  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (a) und  $\epsilon\text{Nd}$  vs.  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (b) für low-Ti und High-Ti Manihiki, Kroenke/Kwaimbaita (Kw/Kr) und Singallo (Sg) Laven dieser Studie und Literaturdaten<sup>1,2,8</sup>. wr=whole rock; gl=glass.