

SO233 – Walvis II: Hintergrund und erste Ergebnisse

Zeitliche und geochemische Entwicklung des Walvisrückens

S. Homrighausen, K. Hoernle, R. Werner, M. Portnyagin,
J. Geldmacher, F. Hauff und SO233 Fahrtteilnehmer

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel,
Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel

Auf der FS SONNE-Reise SO233 WALVIS II wurden im Mai/Juni 2014 geologische und biologische (s. Beitrag von Lüter et al.) Untersuchungen am aseismischen Walvisrücken im Südostatlantik durchgeführt. Dieser 1.900 km lange, durchschnittlich 200 km breite und bis zu ca. 4.000 m hohe Rücken ist die markanteste bathymetrische Anomalie auf der afrikanischen Platte im Südatlantik (Abb. 1). Er wird als Teil des Tristan/Gough-Hotspotsystems angesehen, das auch die Guyotprovinz, den Rio Grande Rise, die aktiven Vulkaninseln Tristan da Cunha und Gough, die kontinentale Etendeka-Flutbasaltprovinz (Large Igneous Province; LIP) in Namibia und die Paraná LIP in Brasilien umfasst (Abb. 1). Die Bedeutung des Walvisrückens liegt darin, dass er als atlantische Typlokalität des geochemisch angereicherten Mantelendgliedes EM-I gilt und aufgrund seiner direkten Verbindung mit einer kontinentalen LIP als Lehrbuchbeispiel für eine Hotspotspur angesehen wird. Hotspotspure sind dem „klassischen“ Modell (z.B. Morgan 1971) zufolge Produkt eines Mantelplumes, d.h. dem diapirartigen Aufstieg von heißem Material von einer thermischen Grenzschicht wie z.B. der Kern-Mantel-Grenze. In der initialen Phase eines Mantelplumes trifft der Plumekopf auf die Lithosphärenbasis und verursacht für wenige Millionen Jahre großräumigen Magmatismus, aus dem die Bildung einer LIP (Etendeka/Paraná) resultiert. Danach schwächt sich die Aktivität des Plumes bzw. Hotspots (Tristan/Gough) ab und es bildet sich eine in Richtung der Plattenbewegung verlaufende Hotspotspur (Walvisrücken + Guyotprovinz). Allerdings wird dieses Konzept kontrovers diskutiert und auch für den Walvisrücken werden alternative Modelle wie Vulkanismus entlang einer Bruchzone in Betracht gezogen.

Das Tristan/Gough-System bildete sich wahrscheinlich mit dem Aufbrechen des Superkontinents Gondwana, das in der Kreide zur Abtrennung Südamerikas von Afrika und damit zur Öffnung des Atlantiks und zur Bildung des mittelatlantischen Rücken (MAR) führte. Daraus resultierte die

Aufspaltung der LIP in Etendeka auf der afrikanischen und Paraná auf der südamerikanischen Platte. Da diskutiert wird, ob Mantelplumes eine Rolle beim Aufbrechen von Kontinenten spielen, ist dies von besonderem Interesse. In der Folge verursachte Plume-Rücken-Interaktion großvolumigen Vulkanismus, der den Walvisrücken zusammen mit dem Rio Grande Rise bildete. Durch eine Migration des MAR nach Westen wurde der Rio Grande Rise in der späten Kreide vom Walvisrücken abgetrennt und anschließend entstand der südlichste Teil des Walvisrücken und die Guyotprovinz durch reinen Intraplattenvulkanismus. Allerdings ist dieses Modell umstritten und war bisher nur durch wenige Daten belegt.

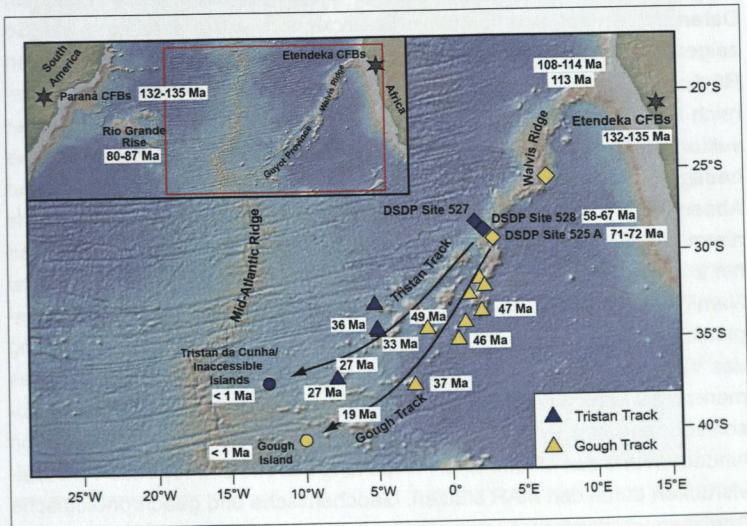


Abb. 1: Bathymetrische Karte des Tristan/Gough-Systems (nach Rohde et al. 2013a; Rauten: vorhandene Proben vom Walvisrücken, Dreiecke: Guyotprovinz, Punkte: Tristan/Gough). Die Farben der Symbole verdeutlichen die geochemische Zonierung des Systems mit einer nördlichen, relativ verarmten „Tristan-Spur“ und einer angereicherten, südlichen „Gough-Spur“. Altersangaben nach Rohde et al. (2013b) und Zitate darin. Datenbasis für die Bathymetrie ist <http://www.geomapapp.org>.

Trotz seiner Bedeutung im globalen hotspot-basierten plattentektonischen Referenzsystem und für das Verständnis geochemischer Mantelendglieder war der Walvisrücken bisher nur extrem lückenhaft kartiert und beprobt. Die FS SONNE-Reisen SO233 und SO234/1 (s.a. Beitrag Werner et al.) untersuchen daher erstmals systematisch den Walvisrückens und führen damit u.a. Untersuchungen unserer Arbeitsgruppe am Tristan/

Gough-System fort, die auf eine geochemische Zonierung der Mantelquelle und eine dem Hotspotmodell entsprechende Altersprogression des Vulkanismus von Tristan/Gough in Richtung Namibia hindeuten (Abb. 1, Rohde et al. 2013a, b). Die Hauptziele von SO233 WALVIS II sind somit (1) die Überprüfung der räumlichen Altersprogression des Vulkanismus, (2) die Unterscheidung zwischen Hotspot- oder Bruchzonen-Vulkanismus und (3) die Herkunft sowie die zeitliche und räumliche Entwicklung von Schmelzbedingungen und Mantelquellen, insbesondere des EM-I Endglied, und die Zonierung von Mantelplumes näher einzugrenzen.

Erste Analysen der während SO233 aufgezeichneten bathymetrischen Daten deuten auf eine komplexe Entwicklung des Walvisrückens hin. So zeigen die Kartierungen z.B. guyotartige Vulkane entlang des gesamten Rückens. Guyots haben steile Flanken und ein flaches Plateau im Topbereich und repräsentieren ehemalige Vulkaninseln, die nach Erlöschen der vulkanischen Aktivität durch Wellen erodiert wurden und absanken. Die heutige Tiefe der Erosionsplattformen von Guyots lässt Rückschlüsse auf Absenkungsraten und Altersbeziehungen zu. Entlang des Walvisrückens nimmt die durchschnittliche Tiefe der Erosionsplattformen nach Nordosten hin zu, was konsistent mit einer Altersprogression in Richtung Etendeka/Namibia ist. Mitunter finden sich vulkanische Strukturen auf den Erosionsplattformen der Guyots, die ein eindeutiger Beleg für eine Reaktivierung des Vulkanismus nach Erosion und Absinken der Guyots sind. Ein weiteres markantes Merkmal des Walvisrückens sind Strukturen wie Gräben, Abschiebungen und Pull-Apart-Basins, die auf eine großräumige Extension hindeuten und das Modell einer Abspaltung des Rio Grande Rise vom Walvisrücken durch den MAR stützen. Geochemische und geochronologische Analysen werden helfen, diese Erkenntnisse zu verifizieren.

Von 71 während SO233 durchgeführten Dredgezügen (Abb. 2) erbrachten 41 Vulkanite, 22 sedimentäre Gesteine und 11 Mn-Fe-Oxide. Die Vulkanite umfassen ein breites Spektrum an Laven sowie Brekzien, Lapillituffe und Tuffe. Unter den sedimentären Gesteinen dominieren Karbonate, die häufig Relikte fossiler Korallenriffe repräsentieren. Trotz stellenweise schwieriger Wetter- und Bodenbedingungen hat SO233 mit der Kartierung und Beprobung aller wichtigen geomorphologischen Einheiten des Walvisrückens seine Hauptziele erreicht. Dabei wurde der bisher bei weitem detaillierteste Probenatz des Rückens gewonnen. Wir erwarten, auf dem Sonne-Statusseminar erste geochemische Daten präsentieren zu können, die u.a. Informationen über die chemische Zusammensetzung der Gesteine, Schmelztiefen und Aufschmelzgrad sowie erste Anhaltspunkte über die Mantelquellen liefern werden.

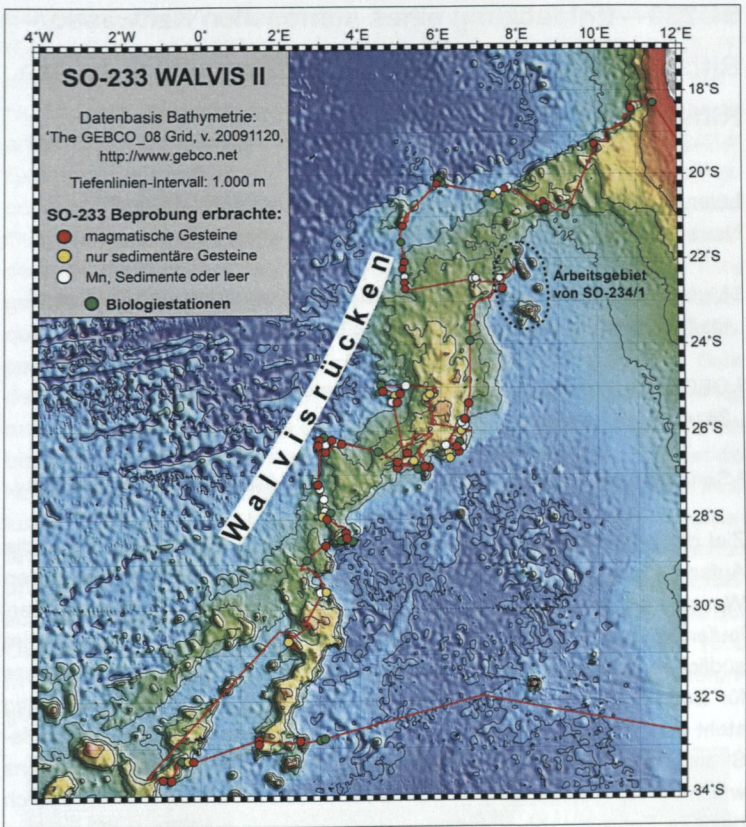


Abb. 2: Fahrtroute und Beprobungsstationen der FS SONNE-Reise SO233 WALVIS II.

Zitierte Literatur:

Morgan J (1971) Convection plumes in the lower mantle. *Nature* 230.

Rohde J et al. (2013a) 70 Ma chemical zonation of the Tristan-Gough Hotspot Track. *Geology* 41.

Rohde J et al. (2013b) Evidence for an age progression along the Tristan-Gough-Walvis volcanic track from new $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages on phenocryst phases. *Tectonophysics* 604.