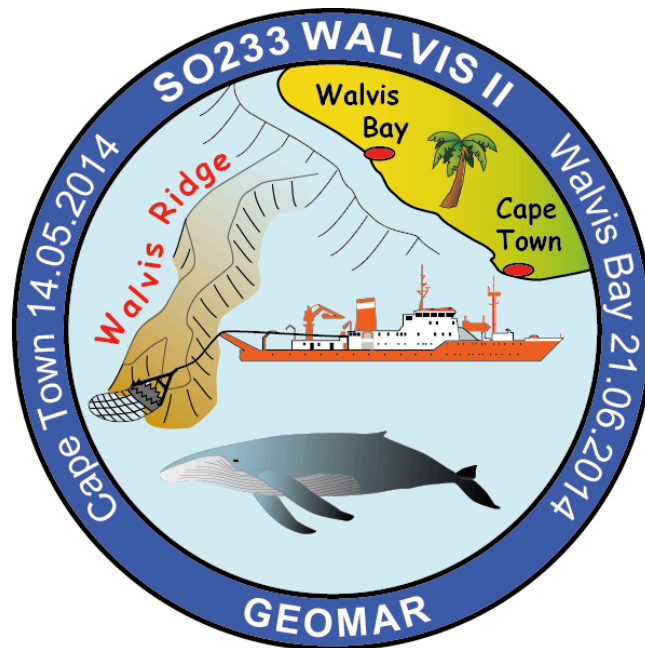


SO - 233 WALVIS II

ZEITLICHE UND GEOCHEMISCHE ENTWICKLUNG DES WALVISRÜCKENS IM SÜDATLANTIK



Abschlussbericht

- 03G0233 -

Berichtszeitraum: 01. Januar 2014 bis 30. Juni 2016

K. Hoernle, R. Werner, F. Hauff (GEOMAR)

unter Mitarbeit von

B. Neuhaus, C. Lüter (Museum für Naturkunde Berlin)

S. Homrighausen, M. Portnyagin (GEOMAR)

Gefördert von:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren

I.1. Aufgabenstellung

Mit SO-233 WALVIS II sollte der aseismische Walvisrücken im Südatlantik erstmals systematisch geologisch untersucht werden. Der Walvisrücken ist die atlantische Typlokalität des geochemisch angereicherten Mantelendgliedes EM-I und weltweit eine der wenigen Hotspotspuren, die mit kontinentalen Flutbasalten (KFB) verbunden sind. Das übergeordnete Ziel der geologischen Untersuchungen von WALVIS II war es, die Rolle von langlebigen Intraplatten-Schmelzanomalien (Plumes?) bei der Entwicklung passiver Kontinentalränder, und der Bildung aseismischer Rücken, Inseln und Seamountketten sowie die Langlebigkeit räumlicher geochemischer Zonierungen von Intraplatten-Schmelzanomalien zu untersuchen. Das Vulkansystem "Tristan/Gough - Guyot-Provinz – Walvisrücken – Etendeka/Paraná-KFBs" ist ein Lehrbuchbeispiel, um konkurrierende Modelle zur Entstehung submariner Vulkanspuren und deren Verbindung zwischen Flutbasaltprovinzen und Ozeaninselvulkanismus zu überprüfen und weiterzuentwickeln. Trotz seiner globalen Bedeutung zur Überprüfung der Hotspot-Hypothese, der Herkunft des EM-1 Mantelendgliedes und der Langlebigkeit räumlicher geochemischer Zonierungen sowie seines Eckpfeilerstatus für globale Platten- und Plumbewegungen existierte am Basement des Walvisrückens und in Teilen der Guyot-Provinz jedoch eine überraschend große Lücke an bathymetrischen, geochronologischen und geochemischen Daten. Während der F.S. SONNE-Reise SO-233 wurde daher eine detaillierte Kartierung und Beprobung des Walvisrückens vom afrikanischen Kontinentalrand (Namibia) bis in die sich südwestlich an den Rücken anschließende Guyot-Provinz durchgeführt (Hoernle et al. 2014, GEOMAR Report no. 2). Die hierbei gewonnenen magmatischen Gesteine sollten radiometrisch datiert und umfassend geochemisch analysiert werden. Damit sollten entlang und quer zum Walvisrücken dringend benötigte chronologische und geochemische Daten generiert werden. Die wichtigsten Teilziele und Arbeitsansätze waren:

- (1) Anhand von $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Datierungen sollte evaluiert werden, ob (a) es einen kontinuierlichen Übergang zwischen dem Vulkanismus der Etendeka KFB und dem Walvisrücken gibt und (b) der Magmatismus entlang des Walvisrückens eine systematische Altersprogression zeigt, d.h. von NE nach SW kontinuierlich jünger wird und, wenn ja, mit welcher Rate. Anhand dieser Basisdaten sollte überprüft werden, ob das Etendeka-Flutbasaltereignis zeitlich direkt mit einer Hotspotpur verbunden ist. Des weiteren sollten die Altersdaten dazu beitragen, Magmatismus einer stationären (oder systematisch in eine Richtung driftenden) Schmelzanomalie von vulkanischer Aktivität an Bruchzonen zu unterscheiden. Daneben sollte - in Kombination mit bathymetrisch/morphologischen und vulkanologischen Methoden - in räumlich begrenzten Gebieten exemplarisch festgestellt werden, welche Altersspannbreite einzelne Strukturen aufweisen und ob sich eine oder mehrere Spätphasen vulkanischer Aktivität am Walvisrücken ereigneten. Wenn eine langzeitige oder wiederholte vulkanische Aktivität an einzelnen Lokalitäten nachgewiesen werden kann, sollte in Kombination mit geochemischen Daten die kompositionelle Spannbreite bzw. Entwicklung dieses Vulkanismus erfasst werden.
- (2) Die zeitliche, räumliche und kompositionelle Entwicklung der geochemischen Zusammensetzung des Walvisrückens sollte mittels Haupt-, Spurenelement- und Isotopenanalytik (Sr-Nd-Pb-Hf) detailliert erfasst werden. Eine sehr wichtige Frage war, ob sich die räumliche geochemische Zonierung der Guyot-Provinz entlang des Walvisrückens verfolgen lässt. Unabhängig davon, ob der Walvisrücken geochemisch zoniert ist oder nicht, sollte die räumliche Auskartierung der aus der Guyot-Provinz bekannten Quellkomponenten Tristan und Gough (bzw. bisher nicht identifizierter Komponenten) Informationen liefern, um Rückschlüsse über Struktur, Herkunftstiefe und gegebenenfalls kompositionelle Entwicklung der Schmelzanomalie zu erzielen. Grundlegende Fragen hierzu waren beispielsweise, inwieweit es die Gough- und Tristan-Komponenten in allen Teilen des Walvisrückens gibt oder inwieweit diese in unterschiedlichen Mischungsproportionen vorliegen und/oder möglicherweise räumlich unsystematisch verteilt sind.
- (3) Mit bathymetrisch/morphologischen und vulkanologischen Methoden sollten die Eruptionsprozesse und das Paläoenvironment (Tiefwasser vs. Flachwasser vs. subaerisch) zum Zeitpunkt der vulkanischen Aktivität am Walvisrücken rekonstruiert werden. So soll z.B. festgestellt werden, ob Teile des Rückens subaerisch waren und wenn ja, ob und wie lange

eine Landbrücke zwischen Afrika und Südamerika in der Frühphase der Atlantiköffnung existierte.

Die Ergebnisse von SO-233 WALVIS II sollten somit einen wichtigen Beitrag zu laufenden Diskussionen über Intraplattenvulkanismus, das Auseinanderbrechen von Kontinenten, der tiefen oder flachen Herkunft von Vulkanketten bildenden Schmelzanomalien (insbesondere des EM-I Endglieds), die zufällige oder räumlich zonierte Verteilung angereicherter Mantelkomponenten und deren Langlebigkeit sowie zur Evolution und Struktur von Intraplattenschmelzanomalien leisten. Weiterhin sollte das Vorhaben einen geochronologischen Datensatz höchster Qualität liefern, der auch eine verbesserte Bestimmung der afrikanischen und globalen Plattenbewegungen während der Öffnung des Südatlantiks für den Zeitraum zwischen 60 - 130 Ma ermöglicht.

Ziel der *biologischen Untersuchung* der Benthosgemeinschaften auf dem Walvisrücken war es eine möglichst genaue Erfassung der Artendiversität auf verschiedenen Größenskalen (Mega-, Macro-, Meiofauna) durchzuführen, da diese untermeerische Rückenstruktur bisher unzureichend untersucht wurde, für die Tiefseefauna des südöstlichen Atlantiks aufgrund ihrer möglichen Barrierefunktion in N-S-Richtung aber von großer Bedeutung ist.

Bestimmte Schlüsselgruppen, die durch (a) gute Vergleichbarkeit mit vorherigen Ausfahrten und (b) potentiell hohe Artendiversität im Untersuchungsgebiet charakterisiert sind, standen dabei im Mittelpunkt. Diese Taxa sollten modellhaft betrachtet werden, um

- (1) die Faunenzusammensetzung nördlich und südlich sowie auf dem Rücken selbst unter Einbezug von Untersuchungsergebnissen früherer Expeditionen zu erfassen und die potentielle *Barrierefunktion des Walvisrückens* für die Ausbreitung vor allem der holobenthischen Meiofaunaorganismen entlang der vorherrschenden Meeresströmungen zu überprüfen.
- (2) potentielle *Ursachen für die gegenwärtige Verteilung* von Arten zu identifizieren. Unter Verwendung zusätzlichen Materials aus früheren Ausfahrten galt es zu überprüfen, inwieweit kalte antarktische Strömungen einen Einfluss auf die Artenzusammensetzung im Untersuchungsgebiet haben, wobei mit einem deutlichen Einfluss antarktischer Benthosgemeinschaften und dem Auftreten antarktischer Faunenelemente mindestens südlich des Walvisrückens und eventuell auf dem Rücken selbst zu rechnen war.
- (3) die Ausbreitungsfähigkeit benthischer Hartsubstratbewohner mit kurzlebigen planktischen Larven am Beispiel der cancellothyrididen Brachiopodengattung *Eucalathis* zu überprüfen. Es galt, mithilfe molekularer Marker potentiell unterschiedliche Arten der Gattung *Eucalathis* zu identifizieren und die Hypothese weltumspannender Verbreitung einzelner Arten zu überprüfen. Neben dem Material von SO 233 konnte hier auch auf umfangreiche Daten von der Agulhasbank (MSM19/3), dem SE-Pazifik (SO144-3, SO158, SO208) und dem SW-Pazifik (SO168) zurückgegriffen werden.
- (4) eine mögliche Verbindung der SW-afrikanischen und der SE-amerikanischen Tiefseefauna entlang der Rückenstruktur und darüber hinaus (Tristan, mittelatlantischer Rücken) für Makrofauna-Organismen zu verifizieren, so wie sie etwa für den Nordatlantik für bestimmte Brachiopoden beschrieben wurde.

I.2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Wichtige Voraussetzungen für die geologischen Untersuchungen von SO-233 WALVIS II bildeten (1) die nationale und internationale Einbindung des Vorhabens und (2) unsere eigenen Vorarbeiten.

International war WALVIS II eng eingebunden in mehrere Vorhaben zur Untersuchung des Tristan/Gough-(Walvis-)Hotspotspur. Insbesondere ist hier eine mit unserem Vorhaben eng abgestimmte, komplementäre R/V Melville Ausfahrt MV 1203 (*Testing mantle plume shape and fixity at the young Walvis Ridge, South Atlantic*) unserer U.S.-amerikanischen Kollegen Antony Koppers (Univ. Oregon, Corvallis), Connie Class (Lamont Earth Observatory) und Will Sager (Texas A&M University) zu nennen, mit der eine detaillierte bathymetrische Vermessung und Beprobung der Guyot-Provinz südwestlich des eigentlichen Walvisrückens durchgeführt wurde. Weiterhin wurden mehrere Treffen u.a. mit Anton le Roex (University of Cape Town, Süd Afrika) und John O'Conner (Vrije University in Amsterdam) initiiert, um vorhandenes

Probenmaterial zu sichten und Strategien für Untersuchungen und Ausfahrten zur Walvis-Hotspotspur zu diskutieren.

Unsere eigenen Vorarbeiten direkt am Walvisystem umfassen in erster Linie die Zusammenstellung aller bereits vom Walvisystem vorhandenen Proben, die Initiierung verschiedener Kooperationen (s.o.) sowie die Analyse und Auswertung der bereits vorhandenen Proben vom Walvisystem im Rahmen des DFG-geförderten Projektes WALVIS I (Ho1833/17-1 u. -2). Diese Vorarbeiten bilden die wichtigste Grundlage für SO-233 WALVIS II und sind u.a. im Projektantrag sowie in den Publikationen Rhode et al. (2013a, *Geology* 41) und Rohde et al. (2013b, *Tectonophysics* 604) umfassend dargestellt. Daher werden sie hier nicht weiter erläutert.

Die Grundlage für die erfolgreiche Durchführung der biologischen Untersuchungen bilden wie auch in vorherigen Projekten etablierte nationale und internationale Kooperationen mit Spezialisten für die zu erwartenden Tiergruppen (siehe Antrag). Zur Rolle von untermeerischen Rückenstrukturen sowohl als Ausbreitungsstraßen (Lee et al. 2008, *Zootaxa* 1866) als auch als potentielle Ausbreitungsbarrieren (Neuhaus 2013, in: Schmidt-Rhaesa A [Hrsg.] *Handbook of Zoology, Gastrotricha, Cycloneuralia and Gnathifera*, Vol. 1) wurde auf der Grundlage des Materials früherer Ausfahrten bereits publiziert, was als Vorarbeit für SO-233 gelten kann. Eine umfangreiche genetische Analyse von Individuen der Brachiopodengattungen *Eucalathis* und *Notozyga* (Material von SO-208) hat gezeigt, dass insbesondere bei *Eucalathis* die Morphologie der Schalen sehr variabel sein kann (Basis klassischer taxonomischer Einteilung in mehrere Arten), obwohl die Individuen genetisch über große geographische Distanzen einheitlich sind, was für eine hohe Ausbreitungsfähigkeit der Tiere und das Vorkommen nur einer bis weniger Arten im Untersuchungsgebiet spricht (vergl. Mau 2014, Bachelorarbeit HU-Berlin). Dies war aufgrund des Lebenszyklus' der Brachiopoden mit kurzlebigen Larven nicht erwartet worden und es galt durch Einbezug neuer Daten vom Walvisrücken diese Hypothese zu überprüfen.

Das von vorherigen Projekten vorhandene Proben- und Datenmaterial wurde soweit sinnvoll in das Vorhaben mit einbezogen. Die überaus meisten der für die Untersuchungen im Rahmen von WALVIS II notwendigen Daten und Proben wurden jedoch auf der Ausfahrt SO-233 gewonnen. Der erfolgreiche Verlauf von SO-233 bildete somit eine der wichtigsten Voraussetzungen für den erfolgreichen Abschluss des Forschungsvorhabens SO-233 WALVIS II.

Weitere wesentliche Voraussetzungen für die Durchführung von WALVIS II umfassen:

- Finanzierung der Schiffs- und Transportkosten der Expedition SO-233 mit FS SONNE durch das BMBF.
- Die Gestellung des Technikers Florian Evers für die Schiffsexpedition SO-233 durch GEOMAR.
- Finanzierung von wissenschaftlichem Personal durch das BMBF (Dr. Maxim Portnyagin, Stephan Homrighausen, Franziska Matz, studentische Hilfskräfte).
- Bereitstellung von Probennahmegeräten (u.a. Dredgen und Multicorer) durch GEOMAR für den Zeitraum der Expedition SO-233.
- Nutzung des EM120 Fächerecholots und des ATLAS PARASOUND-Sedimentecholots sowie des TV-Greifens und der CTD an Bord des FS. SONNE.
- Umfangreiche Bereitstellung der Laborinfrastruktur und Messzeiten des GEOMAR zur Durchführung der petrologischen, geochemischen und geochronologischen Analytik.
- Etablierung und Weiterentwicklung der analytischen Methoden.
- Anfertigung von Gesteinsdünnschliffen und Durchführung von Teilen der Haupt- und Spurenelementanalytik in externen Laboren als Auftrag (BMBF-finanziert).
- Bereitstellung des Gesteinsprobenlager für SO-233 Probenmaterial durch GEOMAR.
- Datenhaltung und Datenverwaltung am GEOMAR und in der PANGAEA-Datenbank (www.pangaea.de).
- Bereitstellung von Laborinfrastruktur (Morphologie, DNA-Labore) am Museum für Naturkunde, Berlin.
- Durchführung von Sequenzierungsreaktionen durch kommerzielle Anbieter (BMBF-finanziert).
- Serielle Fotografie von Probenmaterial, Isotopenanalyse und Identifizierung von Arten (v.a. Korallen) in externen Laboren und durch Kooperationspartner.

- Bereitstellung der Sammlungen des Museums für Naturkunde für Registratur, Datenbankeintrag und dauerhafte Konservierung der Expeditionsfunde.

I.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Der Ablauf des Vorhabens SO-233 WALVIS II entsprach abgesehen von einigen kleineren Verzögerungen bzw. Umstellungen bei den Laborarbeiten der von uns im Antrag vorgeschlagenen Arbeits- und Zeitplanung. Die zugehörige FS. SONNE-Reise SO-233 verlief erfolgreich. Die Reise begann am 14.05.2014 in Kapstadt / Südafrika und endete am 21.06.2014 in Walvis Bay / Namibia. Insgesamt wurden während SO-233 neben umfangreichen Fächerecholot- und Sedimentecholotvermessungen (PARASOUND) 71 Dredgezüge, 13 TV-Multicorereinsätze und 6 TV-Greifereinsätze durchgeführt. Von den Dredgezügen erbrachten 28 massive Laven, 24 vulkaniklastische Gesteine (darunter Brekzien die Lavaklasten enthalten), 22 sedimentäre Gesteine, und 11 Mangankrusten und/oder -knollen. Bemerkenswerterweise fand sich in einigen Dredgen frisches vulkanisches Glas, das detaillierte petrologische und geochemische Untersuchungen der plateaubildenden Schmelzen erlaubt. Bei 10 von 13 TV-Multicorereinsätzen wurden Sedimente gewonnen und bei 5 von 6 TV-Greifereinsätzen Sediment und / oder Makrofauna. Der Verlauf der Schiffsexpedition und eine ausgiebige Dokumentation der Ergebnisse sind im Fahrtbericht detailliert dargestellt (Hoernle et al. 2014, GEOMAR Report no. 2).

Das auf der Expedition gewonnene Daten- und Probenmaterial bildete eine hervorragende Grundlage für die verschiedenen weiterführenden, im Projektantrag umfassend dargestellten Laborarbeiten und Analysemethoden, aus denen die in Abschnitt II.1. und im Erfolgskontrollbericht vorgestellten Ergebnisse resultierten.

Bei den sich an die FS. SONNE-Reise anschließenden Laborarbeiten waren kleinere Abweichungen bei der petrologisch-geochemischen Analytik in erster Linie dadurch bedingt, dass sich die Aufbereitung einiger Proben aufgrund ihrer zum Teil starken Alteration als sehr zeitaufwendig erwies. Daher musste ein Teil der ursprünglich für Ende 2014 geplanten Analytik auf Anfang 2015 verschoben werden. Diese geringfügige zeitliche Verschiebung war kostenneutral und hatte keinen Einfluss auf die Erreichbarkeit der Projektziele.

Zur Evaluierung der Gesteinsproben, für petrographische Untersuchungen und für ortsauflösende Analytik wurden etwa 200 abgedeckte Dünnschliffe sowie diverse Anschliffe von Gläsern und Mineralen angefertigt. Insgesamt wurden neben Mikrosonden- und LA-ICP-MS-Analysen (Haupt- und Spurenelement- sowie Volatilzusammensetzung von Gläsern, Mineralen und Glaseinschlüssen) 75 Röntgenfluoreszenzanalysen (Hauptelementzusammensetzung von Gesamtgesteinen), 75 ICP-MS-Analysen (Spurenelementzusammensetzung von Gesamtgesteinen), 55 Sr-Nd-Pb-Isotopenanalysen und 33 Hf-Isotopenanalysen an Gläsern und Gesamtgesteinen durchgeführt. Weiterhin wurden 28 Gesteinsproben für Ar/Ar-Datierungen vorbereitet. Davon konnten bisher 19 erfolgreich datiert werden, vier Datierungen schlugen fehl und fünf Datensätze stehen noch aus.

Wichtige Meilensteine während der Datenauswertung und -Interpretation waren verschiedene Tagungen und Arbeitstreffen, auf denen Zwischenergebnisse vorgestellt und diskutiert wurden. Bereits Anfang 2015 wurden auf dem Sonne-Statusseminar erste Ergebnisse aus SO-233 WALVIS II mit Vorträgen vorgestellt. Auf der AGU Herbsttagung 2015 wurden von dem im Projekt angestellten Doktoranden, Herrn Stephan Homrighausen, Ergebnisse aus dem Projekt auf einem Poster einem internationalem Publikum vorgestellt. Auch diese Tagung wie auch das Sonne-Statusseminar 2015 wurde auch für umfassende Diskussionen mit anderen Wissenschaftlern genutzt. Weitere wichtige Meilensteine waren der Abschluss der präparativen und analytischen Arbeiten sowie die Abfassung der Publikationen bzw. Manuskripte, die diesem Bericht bzw. dem Erfolgsprotokollbericht als Anlagen beiliegen.

Aus dem institutionellen Bereich wurden dem Vorhaben vom GEOMAR neben der arbeitstechnischen Grundausstattung der Projektmitarbeiter Mittel für Verbrauchsmaterial für die Isotopenanalytik, die Mikrosondenanalytik und die Ar/Ar-Altersdatierungen sowie für den Betrieb der entsprechenden Labore beigestellt. Des weiteren waren vom GEOMAR finanzierte Wissenschaftler, Techniker/innen und studentische Hilfskräfte in das Vorhaben involviert. Für die Expedition SO-233 stellte GEOMAR neben Personal (Wissenschaftler, Techniker, studentische Hilfskräfte) verschiedene Geräte wie Dredgen und Multicorer inkl. Ersatzteilen

sowie umfangreiches Labor- und Verbrauchsmaterial zur Verfügung.

Die wissenschaftliche Aufarbeitung der biologischen Proben erfolgte über die beiden fest am Museum für Naturkunde angestellten Wissenschaftler Dr. Carsten Lüter und Dr. Birger Neuhaus. Darüber hinaus konnte eine wissenschaftliche Hilfskraft für die Probennachsorge, Datenbankeinträge und teilweise für die molekulare Bearbeitung ausgewählter Proben beschäftigt werden (z.T. BMBF-finanziert). Auch die Arbeitskraft einer technischen Mitarbeiterin ging zu 10% in die technische Bearbeitung der Proben ein. Die krankheitsbedingte Absage der Expeditionsteilnahme von Dr. Birger Neuhaus führte gegenüber der ursprünglichen Planung im Antrag zu einer Verzögerung der Probenvorbereitung der Meiofauna. Diese wird normalerweise bereits an Bord aussortiert, was diesmal erst nach Eintreffen der Proben im Museum für Naturkunde gestartet werden konnte.

Die Makrofaunaprobe der Station TVG 57, die u.a. zahlreiche Tiefwasserkorallenarten, Mollusken (darunter die großen Feilenmuschel *Acesta angolensis*) und Brachiopoden zu Tage förderte, wurden fast vollständig an Spezialisten für die Bearbeitung aufgeteilt. Brachiopoden aus dieser Station sind auch die Grundlage für die dem Erfolgskontrollbericht beigefügte Publikation (Ullmann et al. eingereicht). Auch das Material vieler anderer Stationen wurde an Spezialisten zur Bestimmung verschickt. Die Ergebnisse stehen für viele Gruppen noch aus.

I.4. Wissenschaftlich-technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Der wissenschaftlich-technische Stand, an den mit diesem Projekt angeknüpft wurde, wurde im Antrag zu dem Forschungsvorhaben SO-233 WALVIS II ausführlich beschrieben. Die aktuellen wissenschaftlichen Hypothesen und Fragestellungen werden im Zusammenhang mit unseren vorliegenden Ergebnissen im Erfolgskontrollbericht diskutiert.

I.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Während der Laufzeit des Vorhabens wurde mit verschiedenen Stellen im In- und Ausland intensiv und erfolgreich zusammengearbeitet. Diese Kooperationen, die zukünftig im Rahmen anderer Projekte fortgeführt werden sollen, trugen maßgeblich zu den Ergebnissen bei, die in Abschnitt II.1. und im Erfolgskontrollbericht dargestellt sind und die teilweise bereits in Manuskripte eingeflossen sind. Unsere wichtigsten Kooperationspartner waren bzw. sind (in alphabetischer Reihenfolge der Institute):

Christian-Albrechts-Universität (Kiel)

ICP-MS-Spurenelementanalytik: Dieter Garbe-Schönberg

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung (Kiel)

Ar/Ar-Datierungen: Jo-Anne Wartho, Paul van den Bogaard

Datierungen von Brachiopoden- und Molluskenschalen, Kooperation mit ITN BaseLineEarth: Anton Eisenhauer

Kopenhagen Universität (DK)

Isotopenanalyse von Brachiopodenschalen: Christoph Korte

Lamont Earth Observatory (U.S.A.)

Komplementäre R/V Melville MV1203 Expedition: Cornelia Class

Ministry of Mines and Energy of Namibia

Inge Mbidi

NAMDEB Diamond Cooperation, Mineral Resources (Namibia)

Josephine Itengula

Oregon State University (U.S.A.)

Komplementäre R/V Melville MV1203 Expedition: Antony Koppers

Senckenberg am Meer (Wilhelmshaven)

Bestimmung der Tiefseekorallen, ggf. Datierungen: André Freiwald

Texas A&M University (U.S.A.)

Komplementäre R/V Melville MV1203 Expedition sowie IODP-Bohrvorschlag SEP 1601
Walvis Ridge: Will Sager

University of Cape Town (Südafrika)

Austausch von Proben und Daten: Anton Le Roex

University of Exeter (U.K.)

Isotopenanalyse von Brachiopodenschalen: Clemens Ullmann

Vrije University Amsterdam (Niederlande)

Austausch von Proben und Daten: John O'Connor

Zoologische Staatssammlung München

Bestimmung von Mollusken: Michael Schrödl, Enrico Schwabe

II.1. Darstellung der erzielten Ergebnisse**II.1.1. Publierte oder in Manuskripten vorliegende Ergebnisse**

Trotz der großen Menge an zu analysierenden Proben (s. Abschnitt I.3.) und des langen präparativen und analytischen „Vorlaufs“ liegen zum Zeitpunkt der Abgabe dieses Abschlussberichts bereits eine Publikation in der Fachzeitschrift "Nature Communications" sowie einige Manuskripte vor, die für die Publikation in internationalen Fachzeitschriften konzipiert sind bzw. bereits im Begutachtungsverfahren sind. Die wichtigsten Ergebnisse aus SO-233 WALVIS II, die in dieser Publikation und den Manuskripten vorgestellt werden, sind im Folgenden in knapper Form zusammengefasst. Die Publikation liegt diesem Bericht im Anhang bei. Da die Manuskripte noch nicht publiziert und daher noch vertraulich sind, sind sie dem Erfolgskontrollbericht, der nicht publiziert wird, als Anlage beigefügt. Auch weitere, noch nicht in Manuskriptform vorliegende Daten und Interpretationen finden sich im Erfolgskontrollbericht.

- (a) Hoernle K, Rohde J, Hauff F, Garbe-Schönberg D, Homrighausen S, Werner R, Morgan JP (2015) How and when plume zonation appeared during the 132 Ma evolution of the Tristan Hotspot. Nature Communications 6: 7799, doi:10.1038/ncomms8799

In dieser Arbeit werden neue Sr-Nd-Pb-Hf-Isotopendaten von Proben aus dem älteren Teil der Walvis-Hotspotspur (Walvisrücken und Rio Grande Rise) vorgestellt und bereits publizierte Daten von den Paraná- und Etendeka-Flutbasaltprovinzen neu interpretiert. Es wird gezeigt, dass nur die angereicherte Gough-Komponente in der früheren Geschichte des Walvisrückens (70 - 132 Ma) auftritt, nicht aber die weniger angereicherte Tristan-Komponente. Es wird ein Modell präsentiert, dass die zeitliche Entwicklung und den Ursprung der Plumezonierung sowohl für den Tristan-Gough- als auch für den Hawaii-Hotspot, also für zwei Endglied-Typen zonierter Plumes, mit Prozessen erklären kann, die sich in der Plumequelle an der Basis des unteren Mantels ereignen. Diese Publikation liegt dem Bericht als Anlage 2 bei.

- (b) Homrighausen S, Hoernle K, Hauff F, Geldmacher J, Portnyagin M, Werner R, Bogaard Pvd, Garbe-Schönberg D (in Vorbereitung) Production of Classic HIMU and FOZO: A change in Plate Tectonic Regime

In dieser Arbeit werden neue Spurelement- und Sr-Nd-Pb-Hf-Isotopendaten sowie Ar/Ar-Altersdaten vom Walvisssystem mit bereits publizierten Daten kombiniert. Damit wird gezeigt, dass das klassische HIMU-Mantelendglied ("high time-integrated" μ [$^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$]) weiter verbreitet ist als bisher angenommen und dass HIMU generell mit gering-volumigen alkalinen, karbonatitischen und / oder kimberlitischen Intraplattenvulkanismus assoziiert ist. Dies ist konsistent mit einer Bildung durch geringe Aufschmelzgrade. Die begrenzte geochemische Variabilität und die nahezu globale Verbreitung von HIMU deuten stark darauf hin, dass sich die klassische HIMU-Komponente durch ein ausgedehntes Ereignis im Archaikum bildete, was möglicherweise mit dem Peak bei der Krustenbildung vor 2,7 Milliarden Jahren im Zusammenhang stand. Es wird vorgeschlagen, dass die HIMU-Komponente und das ähnliche, in letzter Zeit häufig postulierte Mantelendglied FOZO aus verschiedenen Recycling-Mechanismen resultierten, die mit dem Übergang von einem stagnierenden System ("stagnant

lid") zur modernen Plattentektonik vor 3,2 bis 2,5 Milliarden Jahren verbunden waren. Dieses Manuskript liegt dem Erfolgskontrollbericht als Anlage 1 bei.

(c) Homrighausen S, Hoernle K, Hauff F, Geldmacher J, Portnyagin M, Werner R, Bogaard Pvd, Garbe-Schönberg D (in Vorbereitung) The Walvis Ridge – Volcanic Reawakening of Oceanic Plateaus and a connection of HIMU and EM I end member in the South Atlantic.

Der Walvisrücken gilt als die Referenzlokation für das angereicherte Mantelglied EM 1 ("enriched mantle 1") im Atlantik und bildet den nördlichen Teil der Alters-progressiven Tristan-Gough-Hotspotspur. Während der südliche Teil der Hotspotspur ("Guyot-Provinz") eine ausgeprägte subparallele geochemische Zonierung aufweist, ist der Walvisrücken von einer zweiten vulkanischen Phase mit klassischer HIMU-Zusammensetzung überprägt. In dieser Arbeit werden inkompatible Spurenelement- und Sr-Nd-Pb-Hf-Isotopendaten in Kombination mit Ar/Ar-Alterdaten von Laven dieser zweiten Phase vorgestellt. Interessanterweise ist diese vulkanische Spätphase ebenfalls Alters-progressiv und etwa 30 Mill. Jahre jünger als das entsprechende Walvis-Basement. Jüngerer Seamountvulkanismus ist auch von vielen anderen großen ozeanischen magmatischen Provinzen dokumentiert, zumeist nach einem vulkanischen Hiatus von 20 - 40 Mill. Jahren nach Ausbildung des Basements. Er ist meistens mit einer signifikanten Änderung der isotopischen Zusammensetzung der Laven verbunden. Grundsätzlich kann die geochemische Variabilität der jüngeren Laven des Walvisrücken durch einfaches Mischen zweier Komponenten erklärt werden: eine DUPAL-artige ("low μ ") und eine klassische St. Helena HIMU-Komponente ("high μ "). Die geochemischen Signaturen der jungen Walvis-Laven und auch die der bei einer Reaktivierung des Rio Grande Rise produzierten Laven zeigen, dass die "low μ " Komponente höchstwahrscheinlich aus verarmten oberen Mantel stammt, der durch den Tristan-Gough Plumekopf kontaminiert wurde. Basierend auf der geochemischen Systematik und Entwicklung des Walvis-Basements sowie von Laven an der Küste Namibias, die mit dem Plumekopf im Zusammenhang stehen, wird postuliert, dass das klassische HIMU-Mantelglied höchstwahrscheinlich mit EM1-artigem Plumematerial aufsteigt und dann an der Basis der Lithosphäre verbleibt, bis es aufgrund von Relaxation und Rissbildung in der Lithosphäre mit geringen Aufschmelzgraden aufgeschmolzen und dann eruptiert wird. Aufgrund der engen geographischen und zeitlichen Verknüpfung von klassischem HIMU und EM 1 in Hotspot-Settings erscheint eine genetische Verbindung der beiden Komponenten naheliegend. Dieses Manuskript liegt dem Erfolgskontrollbericht als Anlage 2 bei.

(d) Ullmann CV, Frei R, Korte C, Lüter C (eingereicht) Element/Ca, C and O isotope ratios in modern brachiopods: species specific signals of biomineralization. Chemical Geology.

In dieser Arbeit werden Kohlenstoff- und Sauerstoffisotopendaten in Verbindung mit quantitativen Daten zu Element/Ca-Verhältnissen in der Sekundärschale von neun rezenten Brachiopodenarten über longitudinale (gemäßigt bis tropisch) und vertikale Gradienten (Flachwasser bis Tiefsee) untersucht. Die Kohlenstoff- und Sauerstoffisotopendaten legen die Bildung der Sekundärschale der meisten Brachiopoden im Isotopie-Gleichgewicht mit dem umgebenden Meerwasser nahe, allerdings gibt es bei Vertretern der Terebratulidina teilweise erhebliche Abweichungen. Auch ist das Verhältnis von Strontium zu Kalzium in dieser Brachiopodengruppe negativ mit den $\delta^{13}\text{C}$ -Werten korreliert. Diese Kovariation von Sr/Ca mit $\delta^{13}\text{C}$ könnte ein zukünftiges Instrument sein, um $\delta^{13}\text{C}$ -Ungleichgewichte zu detektieren und $\delta^{13}\text{C}$ -Werte des gelösten anorganischen Kohlenstoffs im Paläo-Ozean ('deep time') verlässlich zu schätzen. Dieses Manuskript liegt dem Erfolgskontrollbericht als Anlage 3 bei.

II.1.2. Ausbildungs- und Qualifizierungsarbeiten

Im Rahmen von SO-233 WALVIS II wird eine Doktorarbeit angefertigt. Die Arbeit von M.Sc. Stephan Homrighausen (Betreuer: K. Hoernle, GEOMAR) befasst sich schwerpunktmäßig mit dem Ursprung und der Entwicklung der Magmen, die das Basement des Walvisrückens bildeten, untersucht aber auch tektonische Aspekte der Entwicklung des Walvis-Systems. Diese Arbeit wird zeitnah abgeschlossen. Die aus dieser Arbeit resultierenden Ergebnisse werden u.a. in zwei Manuskripten (im Anhang als Teil des Erfolgskontrollberichtes) dargestellt. Des Weiteren wurden mehrere Studenten/innen aus Deutschland und Namibia auf der Ausfahrt SO-233 in den Bereichen Bathymetrie, Sedimentecholotprofilierung sowie Gesteins- und Sedimentbeprobung ausgebildet.

Sechs während der Ausfahrt aufgesammelte Vertreter der Echinodermata (im wesentlichen Schlangensterne und Haarsterne) bildeten eine wichtige Ergänzung zum Untersuchungsmaterial der Master-Arbeit von Stefanie Blaue. Die Arbeit wurde von Dr. Carsten Lüter betreut und im Juni 2016 zum Thema: "Photorezeptoren in Echinodermata: Immunhistologische Untersuchungen von ciliären und rhabdomerischen Opsin-Proteinen in Echinoidea und anderen Vertretern" erfolgreich abgeschlossen. Eine Publikation der Ergebnisse ist derzeit in Vorbereitung.

II.1.3. Weitere Ergebnisse

An einigen Teilaspekten der Daten wird noch gearbeitet, weitere Publikationen sind in Vorbereitung. Einige Ergebnisse von SO-233 WALVIS II, die nicht in den beiliegenden Manuskripten publiziert werden, sind in Abschnitt 2 des Erfolgskontrollberichts zusammengefasst.

II.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die wichtigsten Positionen waren (A) die TvöD-Stellen für Dr. Maxim Portnyagin (E14, 50%, AG Hoernle/GEOMAR,) und M.Sc. Stephan Homrighausen (E13, 66%, AG Hoernle/GEOMAR), (B) studentische Hilfskräfte, (C) Reisekosten sowie sonstige unmittelbare Vorhabenskosten wie (D) die Vergabe von Aufträgen und (E) Transportkosten.

(A) Position 0831 Gehälter: Die bewilligten Mittel für Wissenschaftler wurden entsprechend dem Antrag verwendet. Ohne die Mitarbeit der wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen wäre das Vorhaben nicht durchführbar gewesen. Alle im Projekt am GEOMAR angestellten Mitarbeiter haben an der Ausfahrt SO-233 teilgenommen sowie an deren Vor- und Nachbereitung mitgewirkt. Herr Dr. Portnyagin hat darüber hinaus die Schichtleitung bei der Gesteinsbeprobung übernommen. Im weiteren Projektverlauf haben Herr Dr. Portnyagin und Herr Homrighausen bei der Aufbereitung der Gesteinsproben für die verschiedenen Analysemethoden, bei der Analytik und bei der Auswertung, Interpretation, Modellierung und Synthese der Daten sowie bei der Abfassung von Berichten und Publikationen intensiv mitgewirkt. Herr Dr. Portnyagin hat sich weiterhin mit der Weiterentwicklung analytischer Methoden befasst und die Projektleitung bei der Koordination des Vorhabens unterstützt.

(B) Position 0832 Löhne: Die bewilligten Mittel für studentische Hilfskräfte wurden entsprechend dem Antrag verwendet. Als studentische Hilfskräfte waren Frau Mirja Heinrich und Herr Steffen Koch im Projekt angestellt. Die studentischen Hilfskräfte haben in erster Linie bei der Aufbereitung der Proben mitgewirkt. Sie haben somit die wissenschaftlichen Mitarbeiter wesentlich unterstützt und damit zum Erfolg des Vorhabens beigetragen.

(C) Position 0838 Reisekosten: Die bewilligten Mittel wurden wie beantragt für Dienstreisen der Projektmitarbeiter im In- und Ausland verwendet. Dazu zählen die An- und Abreise zur Expedition SO-233 sowie die Teilnahme an Tagungen im Inland (Sonne-Statusseminar) und Ausland (AGU Herbsttagung).

(D) Position 0855 sonstige unmittelbare Vorhabenskosten/Aufträge an Dritte: Es wurden neben der Anfertigung von Gesteinsdünnschliffen vor allem analytische Arbeiten und die biologischen Untersuchungen im Rahmen von SO-233 WALVIS II als Auftrag an Dritte vergeben. Zu den analytischen Arbeiten zählen vor allem Haupt- und Spurenelementanalytik an Gesamtgesteinen (Röntgenfluoreszenzanalytik, ICP-MS). Die Anfertigung von Dünnschliffen und die Auftragsanalytik war, wie im Projektantrag und in den Abschnitten I.3 und II.1 dieses Berichts dargestellt, grundlegend für den erfolgreichen Abschluss des Vorhabens. Gleiches gilt für die biologischen Untersuchungen, deren Verlauf und Ergebnisse in diesem Bericht dargestellt sind.

(F) Position 0855 sonstige unmittelbare Vorhabenskosten/Transporte: Transportkosten wurden wie beantragt und bewilligt für den Hin- und Rücktransport von Containern für die SO-233 Expedition verwendet.

II.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die wichtigsten Arbeitsschritte (neben Nachwuchsförderung etc.) waren die (1) Literaturarbeiten; (2) Probennahme; (3) Evaluierung, Auswahl und Aufbereitung der Proben; (4) umfangreiche analytische Arbeiten; (5) Evaluierung, Auswertung und Synthese der dabei anfallenden Daten sowie Synthese dieser Daten mit denen früherer Ausfahrten und (6) die Präsentation der Ergebnisse auf Tagungen, in Berichten und in wissenschaftlichen Publikationen. Diese Arbeiten wurden von den Antragstellern und ihren Arbeitsgruppen, den im Projekt angestellten Mitarbeitern (Dr. Portnyagin, Homrighausen, Matz) und Studenten/innen in Zusammenarbeit mit unseren Kooperationspartnern und Auftragnehmern geleistet und waren notwendig, um SO-233 WALVIS II erfolgreich abzuschließen. Alle diese Arbeiten führten zu Ergebnissen, die wiederum zum erfolgreichen Abschluss von SO-233 WALVIS II beitrugen, und waren somit angemessen. Einige Arbeitsschritte von besonderer Notwendigkeit sind im Folgenden kurz dargestellt:

Im Rahmen der geologischen Untersuchungen wurden in der Auswertephase zunächst Dünnschliffe von nahezu allen während SO-233 gewonnenen Proben angefertigt und mikroskopiert. Die Anfertigung der Dünnschliffe und die Mikroskopie waren unbedingt notwendig, da sie nicht nur zur Bestimmung von Mineralbestand und der petrographischen Charakteristika der Proben diente, sondern auch um zu evaluieren, welche Proben für die verschiedenen Analysemethoden geeignet sind. Ferner waren sie für die Elektronenmikrosondeanalytik erforderlich.

Haupt- und Spurenelementdaten (RFA, ICP-MS) in Kombination mit mineralogischen Daten (Mikroskopie, EMS) dienten der Charakterisierung von Schmelz- und Fraktionierungsprozessen und -tiefen sowie des Aufschmelzungsgrades. Quellen, die bei der Bildung des Walvisrückens eine Rolle gespielt haben und Mischungen zwischen diesen Quellen wurden mittels der Analytik inkompatibler Spurenelemente und von Sr-Nd-Pb-Isotopenverhältnissen (TIMS bzw. Multikollektor-ICPMS) rekonstruiert. Immobile inkompatible Spurenelemente wie Nd oder Hf und deren Isotope lieferten uns hierzu auch dann Informationen, wenn von einigen Lokalitäten nur stark alterierte Gesteine gewonnen wurden. Die Mikrosondenanalytik an frischen Gläsern und Glaseinschlüssen erlaubte u.a. die Bestimmung der Volatilgehalte der Magmen. Durch $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Laserdatierungen an Kristallen, Gläsern und Matrixseparaten wurden die Alter der verschiedenen beprobten Einheiten des Plateaubasements bestimmt, um z.B. den zeitlichen Ablauf der Bildung des Plateaubasements zu rekonstruieren. Insgesamt lieferte die geochemische und geochronologische Analytik der Hartgesteinsproben (neben der Probennahme) den Großteil der für den erfolgreichen Abschluss der vulkanologisch-geochemischen Untersuchungen erforderlichen Daten bzw. Informationen und war somit sowohl angemessen als auch zwingend notwendig.

Im Rahmen der biologischen Untersuchungen wurden die teilweise an Bord und teilweise erst in Berlin auszentrifugierten Sedimentproben auf Meiofauna-Organismen hin nach Taxa sortiert. Diese langwierige Tätigkeit im Museum für Naturkunde zunächst durchzuführen war angemessen und für die Auswertung zwingend notwendig.

II.4. Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit

Durch den erfolgreichen Verlauf des Forschungsvorhabens SO-233 WALVIS II haben wir neue Erkenntnisse über den Ursprung und die Entwicklung von Hotspotsystemen und Mantelplumes gewonnen. Diese Themen besitzen in der geowissenschaftlichen Grundlagenforschung eine hohe Priorität (Integrated Ocean Drilling Programm IODP, Great Plume Debate, BMBF-Rahmenprogramm FONA / Fachprogramm GEO:N etc.), haben aber auch umwelt- und gesellschaftspolitische sowie wirtschaftliche Relevanz. Die hier zu untersuchten Prozesse haben z.B. einen erheblichen Einfluss auf chemische und physikalische Eigenschaften des Meerwassers oder das Klima. Um diese Zusammenhänge und deren Bedeutung und Folgen für die Umwelt besser zu erfassen, ist die Kenntnis der zugrundeliegenden geologischen Prozesse essentiell. Insgesamt sind somit aus diesem Arbeiten mittel- und langfristig verschiedene potentielle Nutzungen zu erwarten. Es kann z.B. eine wichtige Grundlage für weiterführende wissenschaftliche, aber auch umweltpolitische oder wirtschaftliche Programme sein. Die Daten und Ergebnisse können z.B. zu den aktuellen Fragen der Seerechtskonvention, für die zukünftige Abschätzung mineralischer Rohstoffe, der nachhaltigen Entwicklung beim marinen Management sowie für Risikoanalysen (Vulkanismus, Erdbeben) von den dafür zuständigen

nationalen und internationalen Stellen genutzt werden. Wissenschaftlich haben sich intensivere Kooperationen mit nationalen und internationalen Institutionen ergeben, die im Rahmen zukünftiger Projekte fortgesetzt und weiter ausgebaut werden sollen. Dies betrifft u.a. unsere langjährige Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern aus den U.S.A., Namibia und Südafrika. Auch könnten aus dem Vorhaben Kooperationen mit der Wirtschaft (Exploration auf Rohstoffe, Risikoabschätzungen durch Versicherungsgesellschaften) hervorgehen. Die Veröffentlichung der Ergebnisse in der Fachliteratur hat zudem auch einen Werbeeffekt für die deutsche Meeresforschung, aus dem Nachfrage nach Expertise, Verfahren und Instrumenten erwachsen mag. Dementsprechend wurden bzw. werden die Ergebnisse aus SO-233 WALVIS II in der internationalen Fachliteratur publiziert und damit allgemein zugänglich gemacht. Weiterhin wurden Daten und Ergebnisse, soweit sinnvoll (Bathymetrie, PARASOUND, DSHIP, Stationsdaten etc.), an internationale Datenbanken transferiert (z.B. BSH, PANGAEA, OSIS Kiel). Gesteinsproben, Separate, Gesteinspulver etc. werden im Zentralen Probenlager des GEOMAR archiviert und können zukünftig über OSIS recherchiert werden. Zusätzlich wurden Datensätze den Anrainerstaaten (Namibia) zur Verfügung gestellt werden. Dort können die Daten dazu beitragen, die Voraussetzungen für die Nutzung der Meeresressourcen und die Bekämpfung der marinen Umweltprobleme in diesem Bereich zu verbessern.

Durch die biologischen Untersuchungen im Rahmen dieses Vorhabens wurde eine umfassende Erhebung bestimmter Schlüsselgruppen der ostatlantischen Benthosfauna durchgeführt. Damit können Hypothesen zur Evolution, Funktion/Interaktion und vor allem zur Ausbreitung dieser Tiere überprüft werden. Die Erfassung und das Monitoring insbesondere von mariner Biodiversität erfüllt eine der Hauptaufgaben im Sinne der "Convention on Biological Diversity" (CBD), die durch die Bundesregierung 1993 ratifiziert wurde. Das während SO-233 gewonnene zoologische Material einschließlich des Typenmaterials wird nach der wissenschaftlichen Auswertung in die Sammlungen des Museums für Naturkunde (Berlin) integriert und dadurch auch für zukünftige wissenschaftliche Studien als Materialgrundlage zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse zu den Kinorhyncha werden in die Weltartenliste der Kinorhyncha im Unesco-IOC Register of Marine Organisms Eingang finden. Über die vom BMBF geförderte Sammlungsdatenerfassung im Museum für Naturkunde im Rahmen der "Global Biodiversity Information Facility" (GBIF) werden alle Biodiversitätsdaten aus dem Projekt über Datenbanken international verfügbar sein.

II.5. Fortschritt bei anderen Stellen

Die Fortschritte bei anderen Stellen sind unter Abschnitt II.1. "Darstellung der Ergebnisse" bzw. im Erfolgskontrollbericht zusammengefasst.

II.6. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

Artikel (peer-reviewed)

Hoernle K, Rohde J, Hauff F, Garbe-Schönberg D, Homrighausen S, Werner R, Morgan JP (2015) How and when plume zonation appeared during the 132 Ma evolution of the Tristan Hotspot. *Nature Communications* 6: 7799, doi:10.1038/ncomms8799

Homrighausen S, Hoernle K, Hauff F, Geldmacher J, Portnyagin M, Werner R, Bogaard Pvd, Garbe-Schönberg D (in Vorbereitung a) Production of Classic HIMU and FOZO: A change in Plate Tectonic Regime

Homrighausen S, Hoernle K, Hauff F, Geldmacher J, Portnyagin M, Werner R, Bogaard Pvd, Garbe-Schönberg D (in Vorbereitung b) The Walvis Ridge – Volcanic Reawakening of Oceanic Plateaus and a connection of HIMU and EM I end member in the South Atlantic

Ullmann CV, Frei R, Korte C, Lüter C (in Begutachtung) Element/Ca, C and O isotope ratios in modern brachiopods: species specific signals of biomineralization. *Chemical Geology*

Es sind weitere Publikationen über die im Erfolgskontrollbericht kurz zusammengefassten Ergebnisse in Vorbereitung. Dazu zählen u.a.:

Homrighausen et al. (in Vorbereitung c) Evolution of the Walvis Ridge basement in comparison with other hotspot systems: Origin, variability and distribution of the EM 1 mantle endmember

Neuhaus B (in Vorbereitung a) A new species of *Semnoderes* (Kinorhyncha, Cyclorhagida) from the Southeast Atlantic deep sea.

Neuhaus B (in Vorbereitung b) Five new species of *Echinoderes* (Kinorhyncha, Cyclorhagida) from the deep sea of the Southeast Atlantic Ocean.

Vorträge und Poster auf Tagungen

Homrighausen S, Hoernle K, Werner R, Portnyagin M, Geldmacher J, Hauff F, SO-233 Fahrtteilnehmer (2015) Hintergrund und erste Ergebnisse von SO-233 (Walvis II): Zeitliche und geochemische Entwicklung des Walvisrückens. Tagungsband Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE, 12-13 Februar, 162-165, Vortrag

Lüter C, Neuhaus B, de Arnal FK, Furchheim N, Matz, F, Nauendorf A, Freiwald A (2015) Entdeckung eines subfossilen Kaltwasser-Riffs auf dem Walvis Ridge – ein Gegenstück zu den Riffen des Nordatlantiks. Tagungsband Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE, 12-13 Februar, 166-168, Vortrag

Homrighausen S, Hoernle K, Hauff F, Portnyagin M, Werner R, Geldmacher J, Garbe-Schoenberg C-D (2015) Late-Stage HIMU-Type Volcanism on the Walvis Ridge: Not just Part of an Age-Progressive Tristan-Gough Hotspot Track, AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, December 14-18, Abstract T33F-2990, Poster, Wednesday, 16 December 2015 13:40 - 18:00, Moscone South - Poster Hall

Weitere Publikationen

Berichte

Hoernle K, Werner R, Lüter C (eds) (2014) RV Sonne Fahrtbericht / Cruise Report SO-233 WALVIS II, Cape Town/South Africa - Walvis Bay/Namibia 14.05. - 21.06.2014. GEOMAR Report no. 23 (N. Ser.): 53 pp + App.

Dissertationen

Homrighausen (in Vorbereitung) Insights into the temporal and geochemical evolution of the Walvis Ridge - A connection between HIMU and EM I end members in the South Atlantic. Dissertation, CAU Kiel.

Masterarbeiten

Blaue S (2016) "Photorezeptoren in Echinodermata: Immunhistologische Untersuchungen von ciliären und rhabdomerischen Opsin-Proteinen in Echinoidea und anderen Vertretern". MSc-Arbeit, Museum für Naturkunde, Berlin und Humboldt-Universität zu Berlin

Öffentlichkeitsarbeit/Presse

Es wurden vom GEOMAR mehrere Pressemitteilungen zum Hintergrund, Zielen und Verlauf von SO-233 WALVIS II herausgegeben. Ferner wurde während der Expedition ein Blog eingerichtet, in dem die Fahrtteilnehmer kontinuierlich über Hintergrund und Verlauf der Expedition berichteten.

Danksagung

Wir danken dem BMBF für die gewährte Unterstützung und dem Projektträger PtJ-Warnemünde für die unbürokratische administrative Abwicklung. Weitere Mittel wurden durch GEOMAR und das Museum für Naturkunde Berlin für SO-233 WALVIS II zur Verfügung gestellt.

Unser besonderer Dank gilt Kapitän Meyer sowie der Besatzung des FS. SONNE für ihre harte Arbeit, Professionalität, große Erfahrung, stete Hilfsbereitschaft und die sehr angenehme Arbeitsatmosphäre an Bord. Dies alles hat wesentlich dazu beigetragen, dass die Reise SO-233 erfolgreich verlief.

Wir danken weiterhin Helmut Kawohl (Kawohl Marinetechnik) für seine Unterstützung bei der Mobilisierung des Multicorers während des Hafenaufenthaltes in Kapstadt und Asmus Petersen (GEOMAR) für seine Hilfe bei der Vorbereitung des Multicorers am GEOMAR. Dirk Nürnberg (GEOMAR, FB1) trug zum Erfolg von SO-233 bei, indem er den Multicorer für SO-233 zur Verfügung stellte und der Teilnahme des Technikers Florian Evers ermöglichte.

Den "Freunden und Förderern des Museums für Naturkunde e.V." und der "Johanna und Fritz Buch Gedächtnis-Stiftung" sind wir dankbar für die finanzielle Unterstützung bei der Beschaffung eines an Bord benötigten Präparationsmikroskops Zeiss Stemi 2000.

Den zuständigen Stellen von Namibia danken wir für die Erteilung der Forschungsgenehmigung in ihren Hoheitsgewässern und dem Auswärtigen Amt und der deutschen Botschaft in Windhoek für ihre Unterstützung in dieser Sache.

Verzeichnis der Anlagen

- Anlage 1: Bescheinigungen BSH und Pangaea
- Anlage 2: Publikation von Hoernle et al.
- Anlage 3: Erfolgskontrollbericht (vertraulich)

Anlage 1

Nachweis, dass Daten dem BSH und Pangaea zur Verfügung gestellt wurden



Metainformation

Suche

Wenn Sie Informationen zu bestimmten Begriffen suchen, können Sie sich hier alle Seiten anzeigen lassen, die diese Begriffe enthalten.

Bitte geben Sie Ihre Suchbegriffe ein

Verknüpfung der Begriffe mit

und oder

[Suche starten](#)

Druckversion

[Seite drucken](#)

Kontakt

Wenn Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte an [Dr. Volkmar Leimer](#), Telefon 0381 4563 - 604

Links

Mehr dazu unter www.bsh.de:
[DOD](#)

[Bathymetrie-Startseite](#)
[Datenanfrage](#)
[Metadaten-Formblatt](#)

English Version

[go...](#)

Bathymetrisches Datenzentrum: Bathymetrie der SONNE-Reise SO 233

Bathymetric Data Centre: Bathymetry of SONNE cruise SO 233

| | | |
|---|---|---|
| Fahrtleiter Chief Scientist | Prof. Dr. Kaj Hoernle | |
| Vermessungszeitraum Survey Period | 2014/05/14 - 2014/06/21 | |
| Auslaufhafen Port of Departure | Cape Town / South Africa | |
| Einlaufhafen Port of Arrival | Walvis Bay / Namibia | |
| Institution Institution | GEOMAR | |
| Positionierungssystem Positioning System | Primäre Navigation Prime Navaid | Glonass/GPS |
| | Sekundäre Navigation Secondary Navaid | GLONASS/GPS; GPS |
| | Fehlerabschätzung Accuracy Assessment | <50m - Permanent checks by nautical officers and computer staff. No corrections. |
| Horizontales Datum Horizontal Datum | WGS-84 | |
| Tiefenbestimmungssystem Bathymetric System | SIMRAD EM120 | |
| Vertikales Datum Vertical Datum | Sea Level. | |
| Datendistribution Dataset Distribution | Verteiler Distributor | Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie Neptunallee 5, 18057 Rostock |
| | Datenmedium Data Medium | Compact Disc - CD Digital Versatile Disc - DVD File Transfer Protocol - FTP |
| Zitat Citation | Bathymetriedaten der Reise SO233 des Forschungsschiffes Sonne. Herausgeber: GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Kiel 2014 | |
| DOD-Referenz DOD-Reference | 20140026 | |

Datensatz SO233.201405.A

Dataset SO233.201405.A

Eingangsdatum: 2014/09/22

Date of Receipt

| Datenart Data Type | Datenmenge Data Amount | Lotungskilometer Surveyed Kilometres | Seegebiet Sea Area |
|----------------------------|---|---|---|
| Multibeam Data, Binary | 3276 MByte | 7250 | |
| Datenformat Data Format | Datenprozessierung Data Processing | | Schallgeschwindigkeitskorrektur Sound Velocity Correction |
| SIMRAD EM120 (RAW) | Postprocessing software NEPTUNE, position- and depth processing | | A function sound velocity profile is used during the survey. Check is used permanently during the survey. |

Datensatz SO233.201405.B

Dataset SO233.201405.B

Eingangsdatum: 2014/09/22

Date of Receipt

| Datenart Data Type | Datenmenge Data Amount | Lotungskilometer Surveyed Kilometres | Seegebiet Sea Area |
|----------------------------|---|---|---|
| Multibeam Data, ASCII | 445 MByte | - | |
| Datenformat Data Format | Datenprozessierung Data Processing | | Schallgeschwindigkeitskorrektur Sound Velocity Correction |
| SIMRAD EM120 (XYZ) | Postprocessing software NEPTUNE, position- and depth processing | | A function sound velocity profile is used during the survey. Check is used permanently during the survey. |



Cruise reports - Sonne (1969)

Information about RV Sonne (1969)

Please note: the links to 'station list', 'data' and 'map' are always shown, even if there is no list or data to be shown. This is a technical constraint of this page (exception: Alkor).

| Cruise label | Additional name/label | Area | Start | End | Chief scientist(s) | Cruise reports | Cruise summary reports | Weekly reports | Station list | Multibeam data | Data | Map |
|--|-----------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|----------------------|---------------------|
| Campaign SO236 was the last cruise of RV SONNE (1969), after that she was retired from scientific use. In December 2014, the new research vessel SONNE (2014) took over. | | | | | | | | | | | | |
| SO236 | MALSTROM | Indian Ocean | 2014-08-09 Port Louis | 2014-08-30 Male | Betzler, CG | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | | Data | Map |
| SO235 | OASIS | Tropical West Indian Ocean | 2014-07-23 Male | 2014-08-07 Colombo | Krüger, K | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | | Data | Map |
| SO234/2 | SPACES II | Southwest Indian Ocean | 2014-07-08 Durban | 2014-07-20 Port Louis | Krüger, K | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | | Data | Map |
| SO234/1 | SPACES I | Southeast Atlantic | 2014-06-23 Walvis Bay | 2014-07-05 Durban | Werner, K | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | | Data | Map |
| SO233 | WALVIS II | Walvis Ridge | 2014-05-14 Cape Town | 2014-06-21 Walvis Bay | Hoernle, K | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | | Data | Map |
| SO232 | SLIP | Mozambique Ridge | 2014-03-31 Durban | 2014-05-12 Cape Town | Uenzelmann-Neben, G | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | Multibeam data | Data | Map |
| SO231 | PAGE FOUR | Mozambique | 2014-02-22 Durban | 2014-03-28 Durban | Franke, D | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | Multibeam data | Data | Map |
| SO230 | MOCOM | Mozambique Basin | 2013-12-29 Durban | 2014-02-18 Durban | Jokat, W | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | Multibeam data | Data | Map |
| SOIndex2013 | INDEX2013 | Indian Ocean | 2013-10-28 Port Hedland | 2013-12-28 Port Louis | Schwarz-Schampera, U | | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | | Data | Map |
| SO229 | VANUATU | Vanuatu | 2013-06-26 Townsville | 2013-07-26 Noumea | Haase, H | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | | Data | Map |
| SO228 | EISPAC/WESTWIND | West Pacific | 2013-05-04 Kaohsiung Kang | 2013-06-23 Townsville | Mohtadi, M | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | | Data | Map |
| SO227 | Taiflux | North Pacific | 2013-03-30 Kaohsiung Kang | 2013-05-03 Kaohsiung Kang | Berndt, C | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | | Data | Map |
| SO226/3 | DipFIP | West Pacific | 2013-03-04 Wellington | 2013-03-28 Kaohsiung Kang | Kucera, C | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | | Data | Map |
| SO226/2 | SO226-CHRIMP | Chatham Rise | 2013-02-07 Lyttelton | 2013-03-01 Wellington | Bialas, J; Klaucke, I | Cruise report | Cruise summary report | Weekly reports | View Download | | Data | Map |