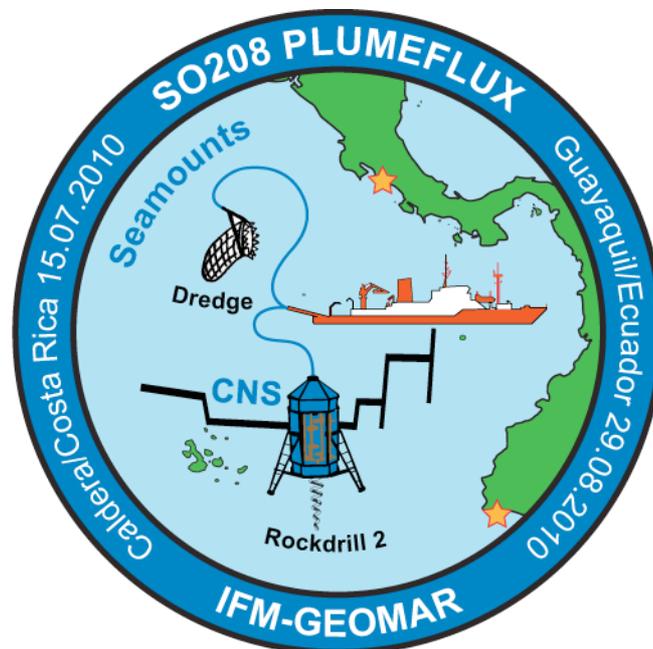


# SO-208 PLUMEFLEX

## AUSBREITUNG VON GALÁPAGOSPLUMEMATERIAL IM ÄQUATORIALEN OSTPAZIFIK



## Abschlussbericht

- 03G0208A -

Berichtszeitraum: 01. Mai 2010 bis 31. August 2012

***K. Hoernle und F. Hauff (GEOMAR)***

*unter Mitarbeit von*

***R. Werner, A. Herbrich (GEOMAR),***

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

### **I.1. Aufgabenstellung**

Im Forschungsprojekt SO-208 PLUMEFLUX wurden Seamounts auf der Cocosplatte vor Nord-Costa Rica und Nicaragua sowie das Galápagos-Spreizungszentrum (GSC) im Norden von Galápagos untersucht, um neue Informationen über die räumliche und zeitliche Ausbreitung von Galápagosplumematerial und die ostpazifische Benthosfauna zu erlangen. Die geologischen Hauptziele waren

(1) festzustellen, ob Seamounts auf dem am East Pacific Rise gebildeten Teil der Cocosplatte durch den Galápagoshotspot gebildet wurden und somit das Ausmaß des Einflusses des Galápagosplume auf die obere Asthenosphere und die Lithosphäre zu charakterisieren,

(2) anhand der Charakterisierung der Zusammensetzung dieser Seamounts den Eintrag in die zentralamerikanische Subduktionszone besser abzuschätzen und

(3) Wechselwirkungen zwischen Galápagosplume und GSC insbesondere in der Vergangenheit zu rekonstruieren, womit frühere Untersuchungen (u.a. SO-158 MEGAPRINT) fortgesetzt und erweitert wurden.

Durch biologische Untersuchungen sollten bestimmte Schlüsselgruppen der ostpazifischen Benthosfauna möglichst umfassend erhoben werden, um Hypothesen zur Evolution, Funktion/Interaktion und Ausbreitung dieser Tiere zu überprüfen.

### **I.2. Voraussetzungen**

Durch den großen Datensatz, der u.a. durch SO-158 MEGAPRINT (östl. GSC) und der U.S.-amerikanischen Ausfahrt EW0004 G-PRIME (westl. GSC) von der GSC-Rückenachse (Null-Alter) vorliegt sowie die umfangreichen Kenntnisse über den Galápagoshotspot bzw. Plume (detailliert dargelegt im Projektantrag) und insbesondere durch dessen weltweit einzigartige, langzeitige geochemische Zonierung, die eine eindeutige Identifikation von Galápagosplumematerial und die Rekonstruktion von Transportprozessen ermöglicht, war und ist das Galápagosssystem für die bei SO-208 PLUMEFLUX durchgeführten Arbeiten prädestiniert. Dementsprechend wurde das von vorherigen SONNE-Reisen vorhandene Proben- und Datenmaterial soweit sinnvoll in das Vorhaben mit einbezogen. Auch wurde uns auf U.S.-amerikanischen Ausfahrten gewonnenes Material (u.a. Bathymetrie, geochemische Daten) von unseren Kooperationspartnern zur Verfügung gestellt. Mit Ausnahme eines während SO-144 beprobten Seamounts lagen bisher allerdings keine Proben und nur wenige bathymetrische Daten von den Seamounts vor Nord-Costa Rica und Nicaragua vor. Auch aus den SO-208-Arbeitsgebieten nördlich und südlich des GSC existierten bisher so gut wie keine Proben und nur vereinzelt bathymetrische Daten. Ferner lag bisher kaum Probenmaterial vom Tiefseebenthos aus diesen Gebieten vor. Somit wurden die überaus meisten für SO-208 PLUMEFLUX notwendigen Daten und Proben auf der Ausfahrt SO-208 mit dem FS SONNE gewonnen. Der erfolgreiche Verlauf von SO-208, die Expertise und die apparative Ausstattung aller beteiligten Institutionen und Arbeitsgruppen sowie die finanzielle Unterstützung durch das BMBF bildeten die Voraussetzungen für den erfolgreichen Abschluss des Forschungsprojektes SO-208 PLUMEFLUX.

### **I.3. Planung und Ablauf des Vorhabens**

Der Ablauf des Vorhabens entsprach abgesehen von der gescheiterten Mobilisierung des Rockdrill II im wesentlichen der von uns im Antrag vorgeschlagenen Arbeits- und Zeitplanung.

Bei den Vermessungs- und Beprobungsarbeiten auf SO-208 Leg 1 (15.07. - 28.07. 2010) wurden innerhalb von nur 12 Tagen auf See neben 1.537 nm Profildfahrten (EM120/Parasound) 28 Dredgezüge, 2 TV-Greifer- und 11 TV-Multicorer-Einsätze durchgeführt, von denen 23 magmatische Gesteine, 15 Vulkaniklastika, 32 Sedimente und 28 Makrofauna erbrachten.

Die Probleme mit dem Rockdrill II des British Geological Survey (BGS) im Vorfeld der Expedition SO-208 und während der Mobilisierung des Gerätes in Caldera/Costa Rica, die letztendlich aufgrund einer Beschädigung des Gerätes durch den BGS scheiterte, wurden dem Projektträger bereits schriftlich detailliert erläutert. Anstatt der mit dem Rockdrill II geplanten Bohrungen entlang von Profilen quer zum GSC wurde ein Alternativprogramm

ausgearbeitet, bei dem fünf Profile soweit möglich mit Dredgen beprobt werden sollten. Vor allem aufgrund der "ridge and valley" Morphologie im Norden und Süden des GSC verlief die Dredgebeprobung äußerst erfolgreich. Die Beprobung von Hartgesteinen mittels Dredgen ist zwar nicht so genau wie mit einem Bohrergerät, dafür aber wesentlich weniger zeitintensiv, so dass die fehlende Genauigkeit auch durch eine deutlich höhere Anzahl an Probenahmestationen ausgeglichen werden konnte. Somit konnte das Dredgeprogramm überraschenderweise die ursprünglich geplanten Bohrungen weitestgehend ersetzen. Während SO-208 Leg 2 (29.07. - 29.08.2010) wurden neben 3.352 nm Profilmfahrten 76 Dredgezüge, 3 TV-Greifer- und 4 Multicorer-Einsätze durchgeführt, von denen 59 magmatische Gesteine, 3 Vulkaniklastika, 5 Sedimente und 65 Makrofauna erbrachten.

Insgesamt verlief SO-208 somit trotz der oben angesprochenen Probleme sehr erfolgreich und 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. vorgestellten Ergebnisse resultierten. Die Ergebnisse der Schiffsexpedition sind im Fahrtbericht (Werner et al. 2010, <http://www.geomar.de/zentrum/einrichtungen/bibliothek/publikationen-at-geomar/ifm-geomar-reports/>) detailliert dargestellt.

Um den während SO-208 gewonnenen einzigartigen Probensatz umfassend zu nutzen bzw. auszuwerten, sind statt der ursprünglich kalkulierten ca. 200 zu bearbeitenden Proben weit mehr als 300 Proben in dem Vorhaben SO-208 bearbeitet worden. Dies führte dazu, dass erheblich mehr geochemische Analysen (v.a. Haupt- und Spurenelement- sowie Sr-Nd-Pb-Isotopenanalysen) durchgeführt wurden als für SO-208 ursprünglich beantragt worden sind. Auch die Anzahl der Ar/Ar-Datierungen übersteigt die im Antrag genannten Zahlen. Diese zusätzlichen Arbeiten hatten jedoch keinen signifikanten Einfluss auf Arbeits- und Zeitplanung für das Projekt SO-208 PLUMEFLEX. Andererseits wurde auf die im Antrag vorgeschlagene U-Serien-Analytik verzichtet, da damit Altersmodelle speziell für die Bohrkerne ermittelt werden sollten. Stattdessen wurden die Alterbeziehungen der Dredgeproben anhand ihrer Entfernung von der GSC-Achse und von Spreizungsraten rekonstruiert.

Alle Organismen der Makro- und Meiofauna, die während der biologischen und geologischen Probenahmen gefunden wurden, sind entweder für genetische Untersuchungen in reinem Alkohol fixiert oder zur Daueraufbewahrung in Alkohol überführt. Kinorhyncha, Brachiopoden und Monoplacophora werden als Schlüsselgruppen weiterhin bearbeitet. Die Untersuchungen sind im Zeitplan und das, obwohl mit den Monoplacophora zusätzlich zu bearbeitendes Material angefallen ist. Die Sortierung nach Groß- bzw. Schlüsselgruppen ist abgeschlossen. Bei der Meiofauna wurden 12.128 Organismen aussortiert. Der Versand an Spezialisten, die einen Teil der Bestimmungen übernehmen, erfolgte bereits und wird weiterhin erfolgen.

#### **I.4. Wissenschaftlich-technischer Stand (an den angeknüpft wurde)**

Der wissenschaftlich-technische Stand wurde im Antrag zu dem Forschungsvorhaben SO-208 PLUMEFLEX ausführlich beschrieben.

#### **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, erbrachten zahlreiche Ergebnisse, die in Abschnitt II.1. dargestellt sind und die teilweise bereits in Manuskripte eingeflossen sind. Unsere wichtigsten Kooperationspartner waren bzw. sind (in alphabetischer Reihenfolge der Institute):

British Geological Survey, Marine Operations & Engineering  
Rockdrill Team

Christian-Albrechts-Universität (Kiel)  
Dr. Dieter Garbe-Schönberg (ICP-MS-Spurenelementanalytik)

Colgate University, U.S.A.  
Dr. Karen Harpp (Geochemie)

Columbia University, U.S.A.  
Prof. Terry Plank, Claire Bendersky (Petrologie)

Institut de Géologie et Paléontologie, Université de Lausanne, Schweiz  
Prof. Peter Baumgartner, Dr. Phillippe Weber, Erika Baldessin (Sedimente, Radiolarien)

Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR)  
Dr. Miguel Calderon Torres (Bathymetrie, Petrologie)

Hatlapa Uetersener Maschinenfabrik GmbH & Co. KG  
Klaus-Jürgen Müller (Windentechnik)

Johannes-Gutenberg-Universität Mainz  
Prof. Dr. Bernd Schöne (Sauerstoffisotopie von Brachiopodenschalen)

Museum für Naturkunde Berlin  
Dr. Birger Neuhaus, Dr. Carsten Lüter (Leitung der biologischen Untersuchungen)

University of Glasgow, UK  
Dr. Bernard L. Cohen (Brachiopod molecular systematics)

University of Hawaii, U.S.A.  
Dr. John Sinton (Geochemie)

University of Idaho, U.S.A.  
Dr. Dennis Geist (Geochemie)

University of South Carolina, U.S.A.  
Dr. Scott White (Bathymetrie)

Zoologische Staatssammlung München  
PD Dr. Michael Schrödl (Morphologische und Molekulare Analyse Monoplacophora)

## **II.1. Darstellung der erzielten Ergebnisse**

### **II.1.1. Publierte oder in Manuskripten vorliegende Ergebnisse**

*Die meisten der Ergebnisse von SO-208 PLUMEFLUX resultieren aus einer sehr aufwendigen und langwierigen Analytik (u.a. Geochemie, radiometrische Alterdatierungen). Viele dieser Analysemethoden können nicht zeitparallel durchgeführt werden, sondern müssen nacheinander vorgenommen werden. So werden zum Beispiel auf Basis der Ergebnisse der Hauptelementanalytik geeignete Proben für die Spurenelementanalytik ausgewählt, während die Spurenelementdaten wiederum die Basis für die Isotopenanalytik bilden. Aufgrund der großen Menge an zu analysierenden Proben (s. Abschnitt I.3.) und des langen analytischen „Vorlaufs“ liegen zum Zeitpunkt der Abgabe dieses Abschlussberichts noch keine Artikel vor, die bereits in Fachzeitschriften publiziert sind („Sonderdrucke“). Aus SO-208 PLUMEFLUX werden jedoch mehrere Publikationen in Fachzeitschriften resultieren, die wir dem PtJ nach ihrem Erscheinen umgehend zusenden werden.*

Ein Teil der wissenschaftlich-technischen Ergebnisse von SO-208 PLUMEFLUX ist bereits in eine Reihe von Manuskripten eingeflossen, die zur Publikation eingereicht werden sollen bzw. wurden. Diese Ergebnisse werden hier nicht detaillierter erläutert. Stattdessen sind die im folgenden aufgelisteten Manuskripte dem Schlussbericht im Anhang beigelegt:

- (a) Herbrich A, Hoernle K, Hauff F, Werner R, Garbe-Schönberg D (in Vorb.) Geochemical evolution of plume-ridge interaction of the western Galápagos Spreading Center (91°40' - 92°10'W) over the last 800 ka. *Earth Planet Sci Lett*.

In dieser Arbeit werden die Haupt- und Spurenelement- sowie Isotopenzusammensetzungen von Proben eines Profils vorgestellt, dass sich vom westlichen Galápagos Spreizungszentrum (GSC) etwa 50 km nach Norden erstreckt. Die chemische Zusammensetzung dieser Proben kann durch die Mischung einer Galápagosplume-Komponente (15 - 25%) und einer N-MORB-Komponente (75 - 85%) erklärt werden. Es wird gezeigt, dass diesem Teil des GSC seit ca. 800 ka Material der nördlichen Galápagos-Plumekomponente kontinuierlich zugeführt wird. Weiterhin wird gezeigt, dass Plumematerial unter dem GSC hindurch transportiert und nördlich davon "off-axis" eruptiert wurde. Dieses Manuskript liegt dem Schlussbericht als Anlage 1 bei.

- (b) Herbrich A, Werner R, Hoernle K, Hauff F, v.d. Boogard P, Garbe-Schönberg D, Geldmacher J (in Vorb.) Seamount formation on East Pacific Rise Cocos crust through large-scale distribution of Galápagos plume material. *Geology*

In dieser Arbeit werden die Haupt- und Spurenelement- sowie Isotopenzusammensetzungen und Ar/Ar-Alter von Proben von Seamounts auf dem am East Pacific Rise (EPR) gebildeten Teil der Cocosplatte diskutiert. Die meisten dieser Seamounts sind auf eine Mischung von Galápagos-Plumematerial mit einer verarmten N-MORB-Quelle zurückzuführen, ihre Alter sind zum Teil ähnlich wie das Alter der darunterliegenden Kruste, einige Seamounts sind aber auch deutlich jünger. Es wird gezeigt, dass Galápagos-Plumematerial im Miozän sowohl entlang des GSC und des EPR transportiert wurde als auch an der Basis der Lithosphäre mindestens 800 km nach Norden bis in die Nähe der tektonischen Grenze zwischen dem am GSC und dem am EPR gebildeten Teil der Cocosplatte migrierte und dort zu Vulkanismus führte. Dieses Manuskript liegt dem Schlussbericht als Anlage 2 bei.

- (c) Neuhaus B, Sørensen MV (im Druck) Populations of *Campyloderes* sp. (Kinorhyncha, Cyclorhagida): one species with significant morphological variation? *Zool Anz*.

Diese Arbeit beschreibt sämtliches derzeit weltweit verfügbares Material der Gattung *Campyloderes* (Kinorhyncha) inklusive der Tiere von SO-208. Außerdem wird erstmalig für Kinorhyncha ein präadultes Stadium im Lebenszyklus nachgewiesen, wie es in ähnlicher Form bei den nächstverwandten Priapulida und Loricifera auftritt. Möglicherweise sind Bodenströmungen für das heutige Verteilungsmuster verschiedener Populationen verantwortlich. Ein Vorabdruck dieser Arbeit liegt dem Schlussbericht als Anlage 3 bei.

- (d) Neuhaus B (in Vorb.) *Condyloderes coronatus* sp. nov. (Kinorhyncha, Cyclorhagida) from the deep sea of the Central American East Pacific including a review of the genus *Condyloderes*. *Helgoland Marine Research*.

In dieser Arbeit wird eine neue Art der Kinorhyncha beschrieben und die Gattung *Condyloderes* reviewt. Arten dieser Gattung werden in der Familie Centroderidae zusammengefasst und sind sehr wahrscheinlich nahe verwandt mit Arten von *Campyloderes* und *Centroderes*, deren taxonomischer Status kürzlich bereits reviewt wurde (Neuhaus et al. 2013, Neuhaus und Sørensen 2013). Es ist geplant, die Verwandtschaftsbeziehungen innerhalb der Centroderidae in Kürze aufzuarbeiten, um damit auch die Verbreitungsmuster der einzelnen Arten erklären zu können. Dieses Manuskript liegt dem Schlussbericht als Anlage 4 bei.

Außerdem sind Verbreitungsdaten zu den Kinorhyncha des zentralamerikanischen Ostpazifiks in das von B. Neuhaus verfasste Kapitel Kinorhyncha (= Echinodera) im Handbook of Zoology eingeflossen.

## II.1.2. Ausbildungs- und Qualifizierungsarbeiten

Im Rahmen von SO-208 PLUMEFLUX wird eine Doktorarbeit von Frau M.Sc. Antje Herbrich (Betreuer: K. Hoernle) angefertigt, die Entstehung der Seamounts vor Nord-Costa Rica und Nicaragua und geochemische Variationen entlang der Querprofile zum GSC zum Thema hat. Diese Arbeit wird zur Zeit abgeschlossen. Die aus dieser Arbeit resultierenden Ergebnisse

werden in zwei Manuskripten (Anlage 1 und 2) sowie in Abschnitt II.1.3. dargestellt.

Weiterhin wurde am Museum für Naturkunde Berlin eine Masterarbeit von Herrn Ronald Seidel zum Thema "3D reconstruction of brachiopod shells using non-destructive X-ray micro-computed tomography ( $\mu$ CT)" (Betreuer: C. Lüter) angefertigt. In der Masterarbeit war es das Ziel, (a) die nicht-invasive Röntgentechnik für die Ermittlung taxonomisch/phylogenetisch relevanter Merkmale des Brachiopodenskeletts zu testen und (b) eine präzise Darstellung der inneren Schalenanatomie der Brachiopoden ohne Verzerrungsartefakte in der Rekonstruktion zu erstellen, die unter Nutzung moderner Multimediaanwendungen zum besseren Verständnis dieser Tiergruppe beitragen und als online-Identifikationswerkzeug genutzt werden kann. Eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit findet sich in Abschnitt II.1.3. des Abschlussberichts unter (c) Biologie.

Eine weitere Masterarbeit wurde von Frau Erika Baldessin zum Thema "Le microplancton siliceux dans le pacifique oriental tropical: relation entre morphologie, écologie et système des courants océaniques" an der Universität Lausanne abgefasst (Betreuer: P. Baumgartner). Ziel dieser Arbeit war es, Radiolarien-Vergesellschaftungen in Abhängigkeit von den verschiedenen im SO-208-Arbeitsgebiet vorherrschenden Strömungssystemen (Equatorial Counter Current, South Equatorial Current etc.) und den daraus resultierenden Eigenschaften des Wassers (z.B. Temperatur, Nährstoffgehalt, Anteil organischen Materials) zu charakterisieren. Es konnte gezeigt werden, dass eine Gruppe scheibenförmiger Diatomen mit küstennahem, kaltem und nährstoffreichem Wasser assoziiert ist, während eine Gruppe konusförmiger Nassellarien am häufigsten in kühlen, nährstoffreichen Auftriebsgebieten auftritt. Eine Gruppe kugelförmiger Spumellarien ist zumeist in wärmeren, flachem Wasser vertreten und reagiert sehr empfindlich auf Schwebstoffteilchen organischen Materials. Eine Gruppe gitterförmiger Spumellarien kann schließlich als kosmopolitisch bezeichnet werden, da sie sowohl in warmen als auch in kaltem Wasser auftritt.

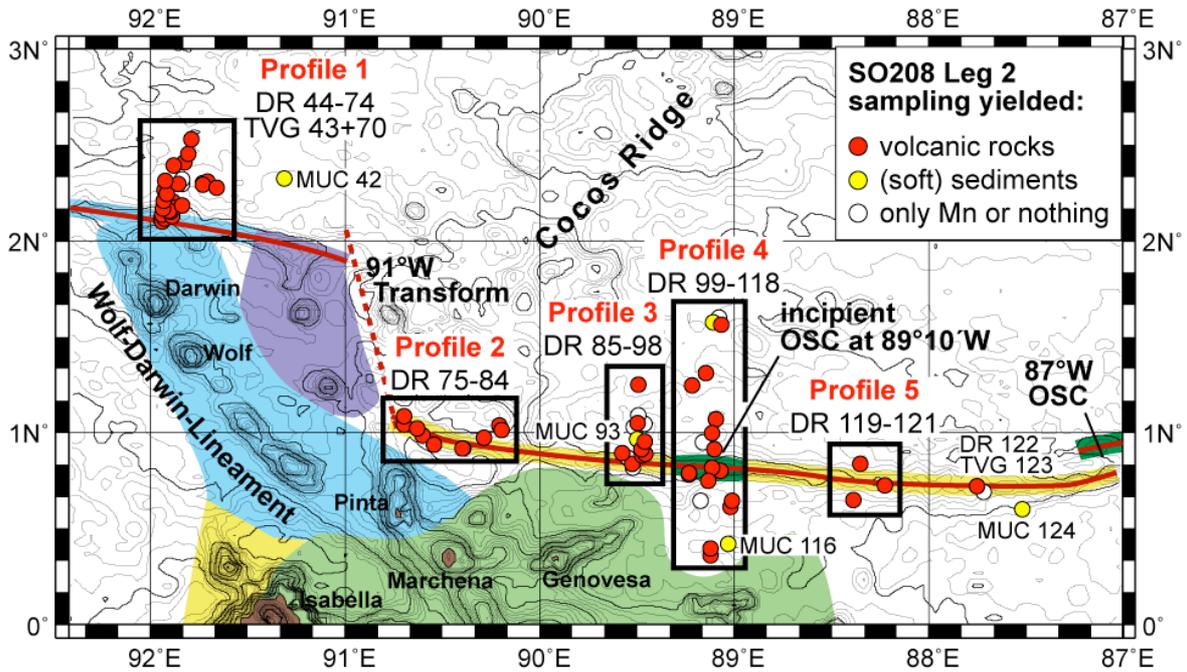
Ferner wurden im Rahmen von SO-208 PLUMEFLEX von Schülern eine "Jahresarbeit" und eine "besondere Lernleistung" angefertigt. Die Jahresarbeit "Seamounts im Ostpazifik" (Betreuer am GEOMAR: R. Werner) von Britta Jordan (Freie Waldorfschule Kiel) befasst sich Ursprung und Morphologie von Seamounts am Beispiel der während SO-208 Leg 1 untersuchten Seamounts vor Costa Rica und Nicaragua. Die besondere Lernleistung wurde von Bennet Jess (Isarnwohld-Schule Gettorf) zum Thema "Probennahme, -aufbereitung und geochemische Analyse von vulkanischem Material zur Bestimmung des Ursprungs von Seamounts vor der Küste von Nord-Costa Rica/Nicaragua" (Betreuer am GEOMAR: R. Werner und A. Herbrich) verfolgte einen eher methodischen Ansatz mit Schwerpunkt auf Probennahme, Gesteinsaufbereitung, Leachingexperimenten und geochemischer Analytik. Beide Arbeiten wurden erfolgreich abgeschlossen. Bennet Jess hat mittlerweile ein Studium der Geowissenschaften an der Christian-Albrechts-Universität Kiel begonnen.

### **II.1.3. Weitere Ergebnisse**

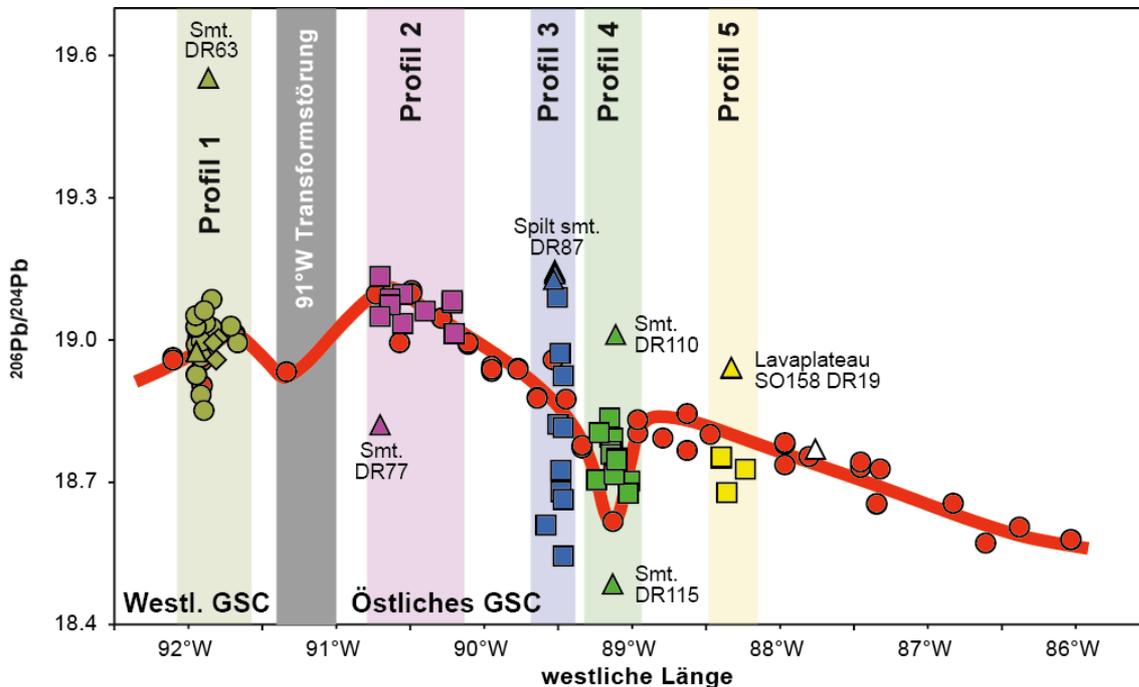
Darüber hinaus wird noch an einigen Teilaspekten der Daten gearbeitet, weitere Publikationen sind in Vorbereitung. Einige Ergebnisse von SO-208 PLUMEFLEX, die nicht in den beiliegenden Manuskripten publiziert werden, sind im Folgenden kurz zusammengefasst.

#### **A. Profile 2 - 5**

Neben dem quer zum westlichen GSC (91°30'-92°00'W) verlaufenden Profil 1, das in dem dem Schlussbericht als Anlage 1 beiliegenden Manuskript diskutiert wird, wurden während SO-208 Leg 2 noch 4 weitere Profile quer zum östlichen GCS beprobt (Profile 2-5, Abb. A1). Da die Auswertung der Proben und Daten dieser Profile noch nicht vollständig abgeschlossen ist, liegen dazu noch keine vollständigen Manuskripte vor. Stattdessen werden die wichtigsten vorläufigen Ergebnisse hier kurz vorgestellt.

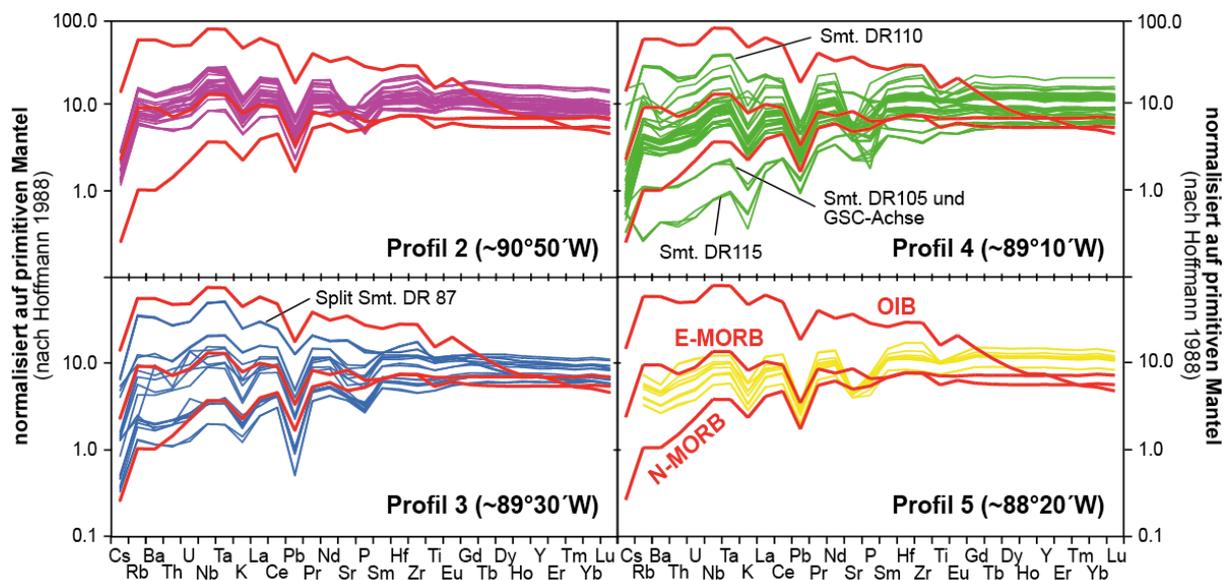


**Abb. A1:** Lage der auf SO208 Leg 2 am GSC beprobten Profile und Stationen sowie geochemische Komponenten im Galápagosplume-GSC-System (nach Hoernle et al. 2000 und SO-158-Daten). Hellblau: Nördliche Galápagos-Plumekomponente; Dunkelblau: neu identifizierte angereicherte Komponente nach Hoernle et al. (2010); Gelb: Zentrale Galápagos-Plumekomponente; Hellgrün: verarmte östliche Galápagos-Plumekomponente; Dunkelgrün: verarmte Komponente am östlichen GSC. Die rote Linie markiert die GSC-Achse (OSC = „overlapping spreading center“). Kartenbasis: The GEBCO\_08 Grid, version 20091120, <http://www.gebco.net>. Abb. aus Hoernle et al. (2011).



**Abb. A2:** Geochemische Variationen am Beispiel von  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -Isotopenverhältnissen entlang des GSC und der auf SO-208 beprobten Profile 1-5. Die rote Punkte markieren die Zusammensetzung der GSC-Rückenachse basierend auf den bei SO-158 MEGAPRINT gewonnenen Daten, die rote Linie die durchschnittliche Zusammensetzung. Die farbigen Felder zeigen die bei SO-208 beprobten Profile, die Rechtecke (Rücken- und Ozeanbodenproben) und Dreiecke (Seamounts) die  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -Isotopenverhältnisse der bei SO-158 und SO-208 auf diesen Profilen gewonnenen Proben. Auffallend ist, dass die extremsten Isotopenzusammensetzungen häufig an Seamounts auftreten. Die Querprofile wurden schwerpunktmäßig dorthin gelegt, wo an der GSC-Achse geochemische Anomalien auftreten.

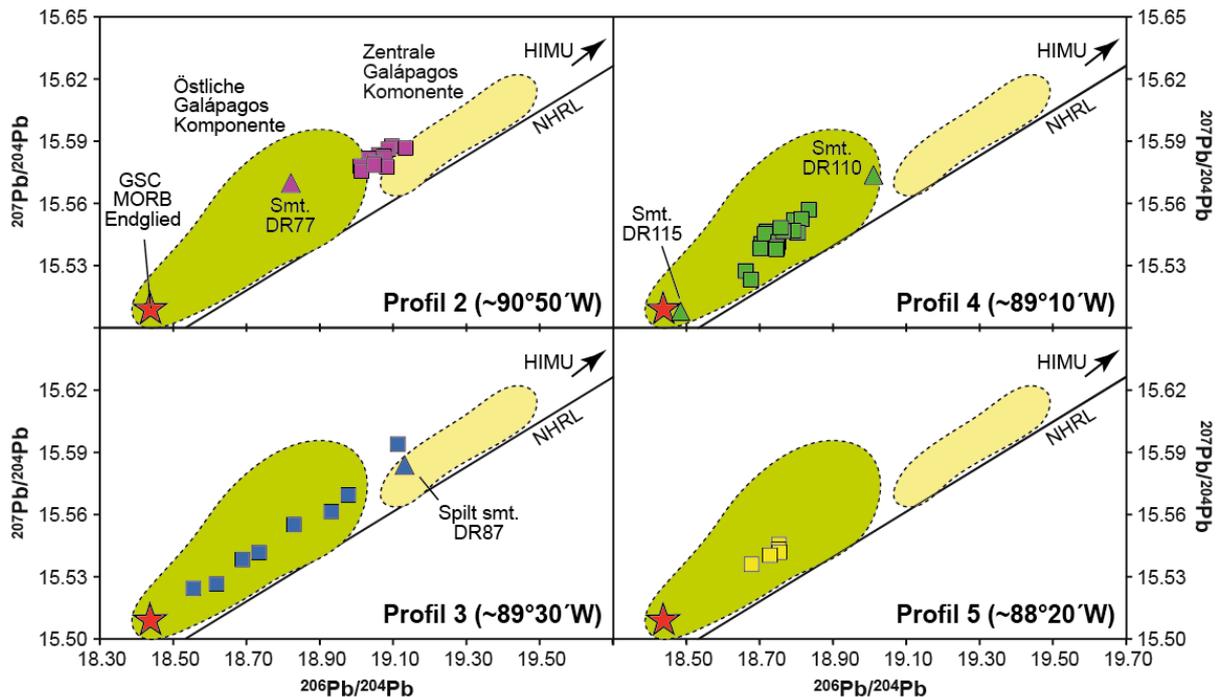
Die Profile 2-5 befinden sich alle östlich der 91°Transformstörung. Ihre jeweilige Lage wurde auf Basis von bei SO158-MEGAPRINT identifizierten morphologischen und/oder geochemischen Anomalien der GSC-Achse festgelegt (Abb. A2). Profil 2 befindet sich direkt im Übergangsbereich zur 91°Transformstörung, dem Galápagos-Hotspot nächstgelegenen Teil der GSC-Rückenachse bei ca. 90°50'W. Morphologisch ist dieser Bereich durch zwei Calderen oder „pull-apart“ Basins gekennzeichnet und der flachste Bereich des gesamten GSC. Weiterhin zeigt die Rückenachse hier die geochemisch am stärksten angereicherten Signaturen entlang des gesamten GSC. Dieses Profil erstreckt sich nur knapp 20 km von der Rückenachse nach Norden, da der weiter nördlich gelegene Meeresboden von einer Galápagoshotspotspur (Cocosrücken) überprägt ist. Profil 3 befindet sich bei etwa 89°30'W, wo ein ehemaliger on-axis Seamount ("split seamount" DR87) durch die Ozeanbodenspreizung in zwei Hälften geteilt wurde. Seine Südhälfte wurde auf SO-158 bei Station DR28 beprobt und eine einzigartige angereicherte geochemische Anomalie identifiziert. Eine wichtige Frage war deshalb, wie lange diese Anomalie bereits existiert? Deswegen erstreckt sich Profil 3 ausgehend von der Nordhälfte des geteilten Seamounts (DR87) über etwa 50 km nach Norden in bis zu ca. 800.000 Jahre alten Ozeanboden. Profil 4, das längste bei SO-208 beprobte Profil, liegt bei ca. 89°10'W, wo bei SO-158 eine ausgeprägte verarmte geochemische Anomalie am GSC nachgewiesen wurde und sich an der GSC-Achse derzeit ein überlappendes Spreizungszentrum ausbildet. Das Profil erstreckt sich vom GSC jeweils ca. 50 km nach Norden und Süden in bis zu etwa 900.000 Jahre alte Ozeankruste (Abb. A1). Das letzte, kurze Profil 5 wurde bei ca. 88°20'W im Bereich eines Lavaplateaus auf der Rückenachse bearbeitet, dass eine angereicherte Anomalie auf der Rückenachse repräsentiert. Hier wurden nur drei Lokationen beprobt, die direkt auf, nördlich und südlich der Rückenachse liegen.



**Abb. A3:** Im Multielementdiagramm dargestellte Spurenelementmuster der SO-208-Proben von den Profilen 2-5. OIB, E-MORB und N-MORB nach Sun und McDonough (1989).

Nahezu alle Proben der Profile 2-5 sind tholeiitische Basalte mit  $\text{SiO}_2$ -Gehalten zwischen 48,5 und 52 Gew.% und MgO-Gehalten zwischen 5,7 und 16,5 Gew.%. Die MgO vs. CaO-Verhältnisse zeigen, dass ausnahmslos alle Proben von diesen Profilen aus einer peridotitischen Quelle stammen. Die Spurenelementsignaturen der Proben variieren grundsätzlich zwischen Ozeaninselbasalt- (OIB) und verarmten mittelozeanischen Rückenbasalt- (N-MORB) (Abb. A3), sind aber gegenüber diesen generell etwas an schweren Seltenen Erden angereichert. Profil 2 zeigt erwartungsgemäß angereicherte Spurenelementsignaturen, die relativ einheitlich im Bereich zwischen OIB und angereicherten mittelozeanischen Rückenbasalt (E-MORB) liegen. Dagegen variieren die Spurenelementsignaturen von Profil 3 stark zwischen OIB und N-MORB, wobei allerdings der

geteilte Seamount (DR87) auf der Rückenachse die bei weitem angereicherte Lokalität ist. Ebenfalls große Variationen existieren scheinbar entlang von Profil 4. Allerdings treten die am extremsten angereicherten und verarmten Spurenelementsignaturen hier nur an Seamounts und an der Rückenachse auf (Abb. A3, vgl. auch Abb. A2 und A4), während der Großteil aller weiteren Proben von Profil 4 relativ einheitliche Muster aufweist, die zumeist zwischen E- und N-MORB liegen. Die Proben des kurzen Profils 5 zeigen schließlich einheitliche Muster ebenfalls im Bereich zwischen E- und N-MORB. Insgesamt weisen mit Ausnahme von Profil 3 alle Profile nur relativ geringe Variationen in ihren Spurenelementsignaturen auf (abgesehen von einigen Seamounts) und es existiert eine von der 91° Transformstörung bzw. Profil 2 nach Osten hin zunehmende Verarmung in der Spurenelementzusammensetzung.



**Abb. A4:**  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  vs.  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -Isotopenkorrelationsdiagramme für die Profile 2 bis 5 (Datenbasis SO-208). Am Beispiel dieser Pb-Isotopenverhältnisse wird deutlich, dass nahezu alle Proben dieser Profile auf einer Mischungslinie zwischen einem verarmten GSC-MORB-Endglied (nach Ingle et al. 2010) und einem angereicherten Endglied der zentralen Galápagos-Plumekomponente liegen und somit höchstwahrscheinlich aus einer Mischung dieser beiden Endglieder resultieren. Galápagos-Plumekomponenten nach Hoernle et al. (2000).

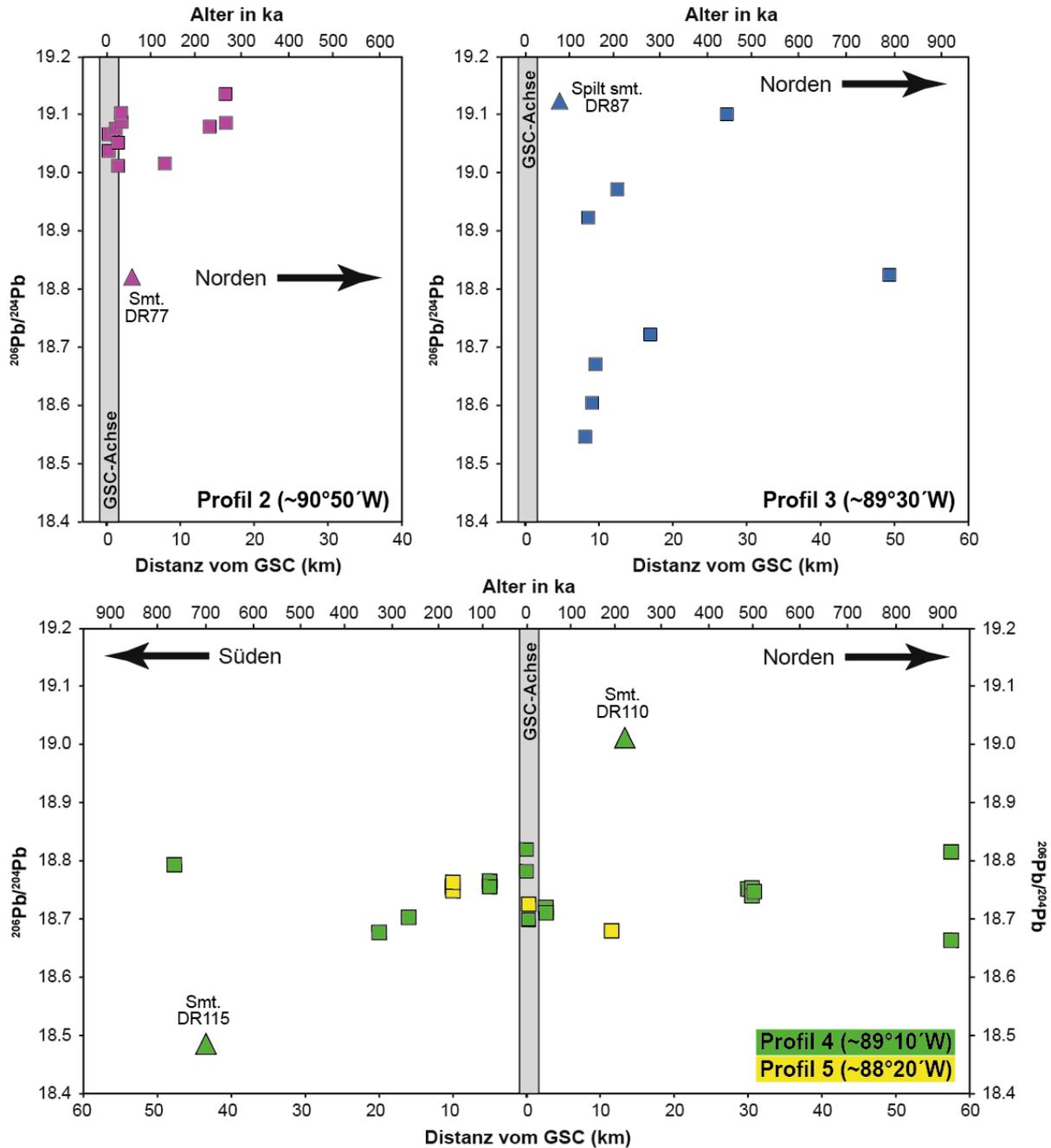
Sr-Nd-Pb Isotope der auf den einzelnen Profilen genommenen Proben zeigen jeweils ausgeprägte Trends auf Isotopenkorrelationsdiagrammen (Abb. A4). Nahezu alle Proben liegen auf einer Mischungslinie zwischen einem verarmten GSC-MORB-Endglied (nach Ingle et al. 2010) und einem angereicherten Endglied im Bereich der zentralen Galápagos-Plumekomponente (Hoernle et al. 2000). Dies zeigt, dass die angereicherten Signaturen der Proben von den Profilen offenbar nahezu ausschließlich durch den Eintrag dieser Komponente in das GSC verursacht werden. Im Falle des auf Profils 4 gut 10 km nördlich des GSC gelegenen Seamounts DR110 wäre es auch denkbar, dass hier wie von Herbrich et al. (Manuskript zu Leg 2, Anlage 2) für einen Seamount auf Profil 1 postuliert Plumematerial unter dem GSC in fester Form hindurch transportiert wurde und nördlich des GSC aufgeschmolzen und eruptiert wurde. In jedem Fall muss das Material der zentralen Komponente in einem tieferen Mantelstockwerk unter dem Gebiet des Galápagos-Archipels durchtransportiert worden sein, da die Inseln und Seamounts in diesem Bereich aus der nördlichen Galápagos-Plumekomponente bzw. der geochemisch verarmten östlichen Komponente entstanden sind. Letztere repräsentiert nach Hoernle et al. (2000, 2010) eine verarmte Plumekomponente (vgl. Abb. A1). Wahrscheinlich spielt diese östliche, verarmte

Galápagos-Plumekomponente bei der Bildung der Laven von den Profilen jedoch keine Rolle, da sie Spurenelementmuster und Isotopensignaturen aufweist, die sich von der an der GSC-Achse gefundenen verarmten MORB-Komponente teilweise deutlich unterscheidet (Hoernle et al. 2010, 2011). Offen bleibt dann jedoch die Frage, wie das angereicherte Plumematerial der zentralen Galápagos-Plumekomponente an der östlichen (oder nördlichen) Komponente vorbei zum GSC gelangt. Da es keinerlei Hinweise auf eine flache Verbindung gibt, muss das Material der zentralen Galápagos-Plumekomponente in größerer Tiefe unter der östlichen Komponente hindurch, möglicherweise in einem (oder mehreren) nach Nordosten verlaufenden Plumekanal (Villagomez et al. 2007), in das GSC fließen.

Weiterhin zeigen die Isotopenzusammensetzungen der Proben der einzelnen Profile in Übereinstimmung mit ihren Spurenelementmustern, dass der Anteil der angereicherten Plumekomponente nach Osten hin tendenziell abnimmt. Dies wäre konsistent mit der Hypothese, dass die zentrale Galápagos-Plumekomponente dem GSC direkt östlich der 91° Transformstörung zugeführt wird und dann weiter entlang der GSC nach Osten fließt, wobei sie zunehmend ausdünt. Die ausgeprägte geochemische Verarmung an der GSC-Achse auf Höhe von Profil 4 würde dann aber darauf hin deuten, dass dieser Transport entlang der Rückenachse entweder nicht kontinuierlich erfolgt oder dass dem GSC hier eine verarmte Mantelkomponente zugeführt wird, die die Plumekomponente überprägt (s.a. unten).

Entlang der Profile 2, 4 und 5 zeigen die Isotopenzusammensetzungen der Proben wie auch die Spurenelementsignaturen mit Ausnahme der Seamounts nur relativ geringe Variationen entlang der einzelnen Profile (Abb. A5), was auf eine eher kontinuierliche Zufuhr der zentralen Galápagos-Plumekomponente zum GSC hindeutet. Im Falle von Profil 4 deutet sich ferner an, dass der bei SO-158 identifizierte Eintrag von verarmtem Material in die Rückenachse im Bereich von ca. 89°10'W ein längerfristiges Phänomen zu sein scheint, das offenbar über die letzten ca. 900.000 Jahre anhielt. Durch die Plattenbewegung verursachte Kräfte könnten hier die GSC-Achse (= Plattengrenze) deformieren, was wiederum dazu führen könnte, dass Material aus dem oberen Mantel dort in das GSC gelangt und so den Zufluss von Plumematerial unterbricht (Hoernle et al. 2011) oder überprägt. Profil 3 zeigt dagegen in den letzten ca. 800.000 Jahren erhebliche Variationen in der Isotopenzusammensetzung ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  0,70268 - 0,70310;  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  0,51298 - 0,51309;  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  18,545 - 19,127;  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  15,524 - 15,583;  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  38,164 - 38,799), wobei offenbar die Zufuhr der angereicherten Plumematerials vor 100.000 bis 200.000 Jahren zunächst stark abnahm und anschließend wieder zunahm. Vor 300.000 Jahren ist wiederum ein Minimum und vor 400.000 Jahren eine verstärkte Zufuhr des angereicherten Materials zu beobachten, vor ca. 750.000 Jahren wieder ein Minimum. Allerdings ist die Probenichte im Bereich >300.000 Jahre gering. Die dagegen vergleichsweise große Anzahl ca. 100.000 bis 300.000 Jahre alter Proben weist jedoch eine große Spannweite in der Isotopenzusammensetzung auf (Abb. A5). Dies deutet darauf hin, dass die Variationen in der Zufuhr von Plumematerial zum GSC auf Höhe von Profil 3 relativ kurzfristig erfolgten und das Material möglicherweise pulsartig (in Form von "blobs"?) transportiert wurde. Interessant ist auch, dass diese Variationen nur an Profil 3 auftreten, an den anderen Profilen aber offenbar nicht. Das bedeutet, dass der Transport der angereicherten Komponente nicht (nur) entlang des GSC erfolgte, sondern dass diese dem GSC auch östlich von Profil 2 lateral zugeführt wird. Würde die Zufuhr von Plumematerial nur entlang der GSC-Achse erfolgen, müssten alle Profile ähnliche Variationen in den Isotopensignaturen aufweisen. Ferner erfolgte diese Zufuhr nicht gleichmäßig entlang des gesamten untersuchten östlichen GSC (90°50' bis 88°20'W), sondern offenbar eher punktuell an bestimmten Stellen. Weiterhin liefern unsere bisherigen Daten Hinweise dafür, dass die bei SO-158 und SO-208 identifizierten ausgeprägten angereicherten geochemischen Anomalien an Seamounts und ähnlichen Strukturen wie Lavaplateaus nur kurzlebige Phänomene sind (z.B. Spilt Seamount DR87 bei 89°32'W und Lavaplateau bei 88°20'W auf der GSC-Achse sowie Seamount DR110 im Norden des GSC bei 89°06'W). Es wäre denkbar, dass an diesen Lokalitäten kurzzeitig Galápagos-Plumematerial möglicherweise in Form von "blobs" zugeführt wurde, was auch zu vorübergehend höheren Eruptionsraten und somit zur Bildung kleiner Seamounts geführt haben könnte. Die geochemisch deutlich verarmten Seamounts DR77 an der

91°Transformstörung und DR 115 im Süden von Profil 5 könnten auf eine kurzfristige Zufuhr verarmten Mantelmaterials zurückzuführen sein.



**Abb. A5:**  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -Isotopenverhältnisse vs. der Entfernung von GSC bzw. zunehmenden Alter der Proben (Datenbasis SO-208). Auffallend ist, dass einzig Profil 3 signifikante Variationen in den Isotopensignaturen mit zunehmenden Alter der Proben zeigt. Alle anderen Profile zeigen zumindest bei den Rücken- und Ozeanbodenproben (übereinstimmend mit den Spurenelementmustern) eher einheitliche Signaturen, nur Seamounts weisen oft deutlich abweichende Isotopenzusammensetzung auf.

Zusammenfassend lässt sich bisher sagen, dass westlich der 91°Transformstörung offenbar zumindest seit 800 ka die nördliche Galápagos-Plumekomponente dominiert (s. Manuskript Herbrich et al. in Anlage 1), während im Osten der Transformstörung die zentrale Galápagos-Plumekomponente in das GSC eingespeist wird. Die Zufuhr von Plumematerial zum GSC erfolgt wahrscheinlich sowohl entlang der Rückenachse von der 91°Transformstörung nach Osten als auch an bestimmten Stellen lateral, wobei die laterale Zufuhr zumindest bei 89°30'W variiert und dort möglicherweise pulsartig erfolgt. Unsere

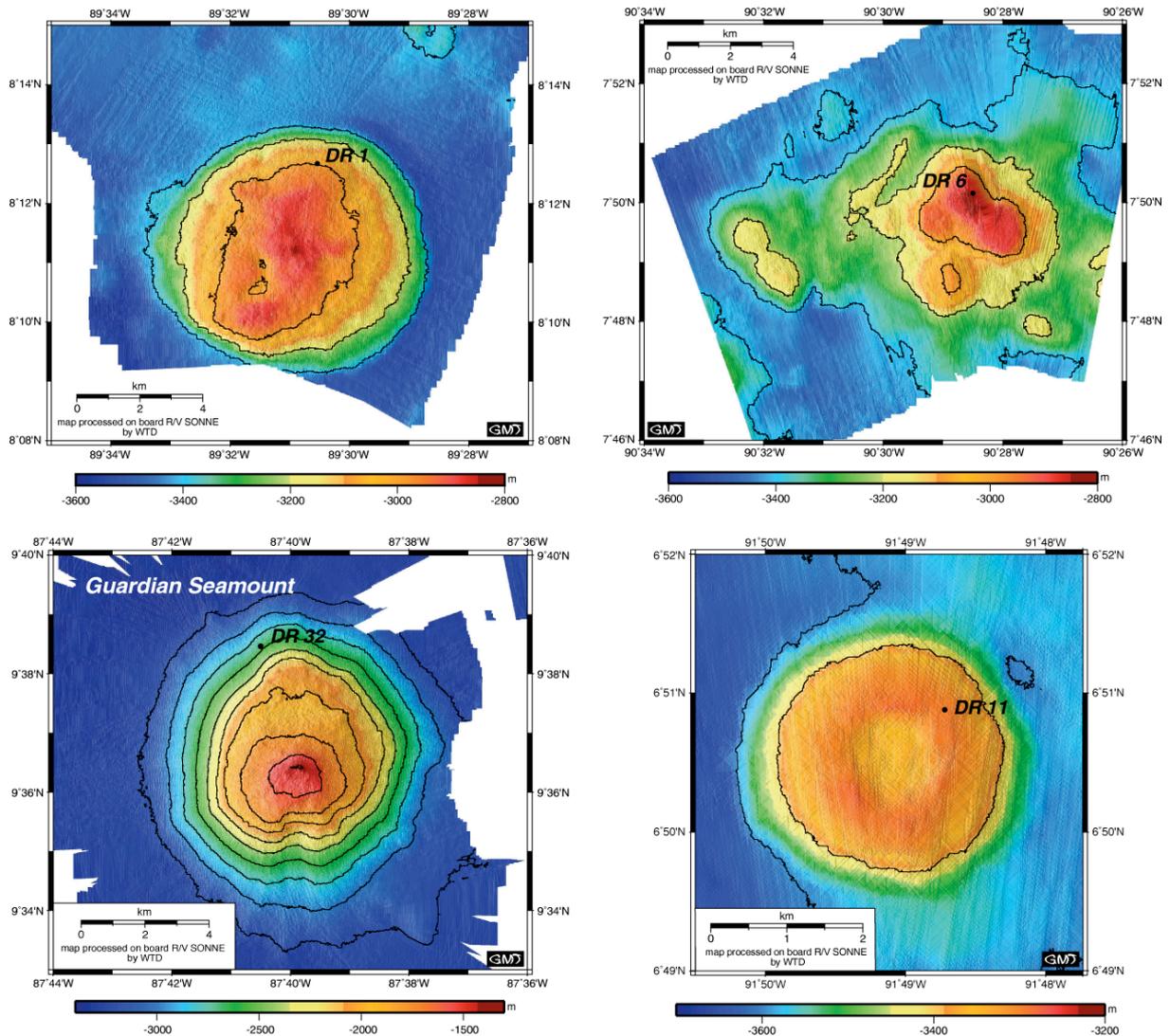
Daten zeigen weiterhin, dass die ausgeprägten geochemischen Anomalien an Seamounts eher kurzlebige Phänomene sind. Der laterale Transport von Galápagos-Plumematerial an der östlichen Galápagos-Plumekomponente vorbei bzw. darunter durch könnte möglicherweise durch Plumekanäle (vgl. Villagómez et al. 2007) und/oder in Form von "blobs" erfolgen.

#### Zitierte Literatur

- Hoernle K, Werner R, Morgan JP, Garbe-Schönberg D, Bryce J, Mrazek J (2000) Existence of complex zonation in the Galápagos plume for at least 14.5 Ma. *Geology* 28: 435 - 438
- Hoernle K, Hauff F, Werner R, Hanan B, Christie D, Herbrich A, Maicher D, Garbe-Schönberg D (2011) SO208 Leg 2 (PLUMEFLUX) und SO158 (MEGAPRINT): Neue Erkenntnisse über Plume-Rücken-Wechselwirkungen zwischen dem Galápagosplume und dem Cocos- Nazca-Spreizungszentrum Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE, 09-10 Februar, Hannover, p80-84
- Hoernle K, Hauff F, Hanan B, Werner R, Christie D, Garbe-Schoenberg C-D (2010) Seamounts South of the Galapagos Spreading Center Provide New Constraints on Plume-Ridge Interaction and Evidence for a Depleted Plume Component; In: AGU Fall Meeting, San Fransisco, USA, December 13-17, *Eos Trans AGU* 91 (53), Fall Meet. Suppl., Abstract V52A-08
- Hofmann AW (1988) Chemical differentiation of the Earth: the relationship between mantle, continental and oceanic crust. *Earth Planet Sci Lett* 90: 297-314
- Ingle S, Ito G, Mahoney JJ, Chazey W, III, Sinton J, Rotella M, Christie DM (2010) Mechanisms of geochemical and geophysical variations along the western Galápagos Spreading Center. *Geochem Geophys Geosyst* 11(4):Q04003
- Sun SS, McDonough WF (1989) Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders AD, Norry MJ (eds) *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society Special Publications 42: 313-345
- Villagómez DR, Toomey DR, Hooft EEE, Solomon SC (2007) Upper mantle structure beneath the Galápagos Archipelago from surface wave tomography. *J Geophys Res* 112: doi:10.1029/2006JB004672

#### **B. Vulkanologie (unter Mitarbeit von D. Maicher)**

Die auf SO-208 Leg 1 untersuchten Seamounts zeigen eine auffallend vielfältige Morphologie, die von flachen, scheibenförmigen Strukturen über unregelmäßig geformte bis hin zu kegelförmigen Vulkanen reicht (Abb. B1). Diese Vulkane erheben sich aus durchschnittlich 3.100 m Wassertiefe bis zu maximal 1.500 m unter die Wasseroberfläche. Da sie auch keinerlei Anzeichen für eine ehemalige Erosion am Meeresspiegel zeigen und aufgrund der regionalen plattentektonischen Situation ist davon auszugehen, dass sie alle durch Eruptionen im Tiefwasser (>> 1.000m) entstanden. Bemerkenswert sind mehrere kreisrunde, wenige 100 m hohe Strukturen mit bis zu 4 km Basisdurchmesser und einem großen zentralen Krater, die sich in 3.500 bis 3.800 m Wassertiefe befinden. Morphologisch ähneln sie damit den an Land häufig vorkommenden Tuffringen, die durch explosive Vulkanausbrüche entstehen. Nach Devey et al. (2011) handelt es sich dabei jedoch um Relikte ausgelaufener Lavaseen. Das bei SO-208 an diesen Strukturen gewonnene Material umfasst überwiegend Schicht- und Pillowlavafragmente und durch nicht-explosive Prozesse entstandene hyaloklastische Breccien, was die Hypothese von Devey et al. (2011) stützt. Generell erbrachten aber Dredgezüge an vielen der während SO-208 beprobten Seamounts auch hochblasige Klasten, die auf eine starke Entgasung der Magmen und damit möglicherweise doch auf explosive Prozesse hindeuten. Auch das häufige Vorkommen von Vulkaniklastika bzw. die starke Fragmentierung vieler Proben ist mit explosiver Fragmentierung konsistent. Nach der Lehrbuchmeinung sollten explosive Ausbrüche jedoch durch den hohen hydrostatischen Druck in den großen Wassertiefen (>>1.000m), in denen die Seamounts gebildet wurde, ausgeschlossen sein. Diese These wird in den letzten Jahren unter Vulkanologen jedoch zunehmend in Frage gestellt bzw. kontrovers diskutiert (z.B. White et al. 2003, Sohn et al. 2008 u.v.m.).



**Abb. B1:** Morphologie verschiedener Seamounts auf der Cocosplatte vor Nord-Costa Rica und Nicaragua.

Interessanterweise fand sich mit dem Vorkommen eines speziellen Typs pyroklastischer Partikel, so genannter *limu o' Pele*, ein weiteres Anzeichen für explosive vulkanische Aktivität an mehreren der untersuchten Seamounts. Morphologisch ähneln diese Partikel Scherben eines Tischtennisballes (Abb. B2). Es sind leicht gewölbte oder auch gewellte, hauchzarte Plättchen von sub-mm Dicke und bis zu einigen cm Größe. Sie bestehen aus vulkanischem Glas und repräsentieren die Außenhaut hohler magmatischer Blasen. Zu der Entstehung dieser Blasen in der Tiefsee gibt es zwei Modellvorstellungen, entweder durch (a) in Lavaströmen eingeschlossenes Wasser, dass sich durch die magmatische Hitze ausdehnt (z.B. Maicher und White 2001), oder durch (b) entgaste Volatile, die sich unter der Oberfläche des Magmenkörpers akkumulieren und ähnlich einer Strombolianischen Eruption domartige Blasen aufwerfen (z.B. Clague et al. 2000). Beide Mechanismen deuten auf eine explosive vulkanische Tätigkeit hin, wobei die Explosivität durch den hohen Druck der auflastenden Wassersäule allerdings stark unterdrückt ist. An den auf SO-208 beprobten Seamounts treten *limu o' Pele* Scherben u.a. innerhalb von Blöcken in sich verwundener Lava auf (Abb. B2). Diese Beobachtung stützt die Hypothese vom Maicher und White (2001), dass die Partikel durch in Lavaströmen eingeschlossenes Wasser gebildet werden.



**Abb. B2:** Links: *Limu o' Pele* Scherben aus einem Block verfalteter, in sich verwundener Lava von einem während SO-208 Leg 1 beprobtem Seamount (Maßstab: 10cm, 1cm-Teilung im oberen Abschnitt). Rechts: Vergrößerung der ca. 10 mm großen *limu o' Pele* Scherben aus dem links gezeigten Lavablock.

Ähnliche vulkanische Partikel und Gesteine, wie sie während SO-208 gefunden wurden, wurden auch auf anderen Ausfahrten gewonnen. Eine detailliertere vulkanologische Analyse dieses Materials kann dazu beitragen, ein besseres Verständnis von vulkanischen Prozessen in der Tiefsee zu erreichen. Diese Kenntnisse sind u.a. von großer Bedeutung für die Rekonstruktion des Paläoenvironments, in dem vulkanische Strukturen einst gebildet wurden, oder auch für die Abschätzung des Eintrags magmatischer Volatile in die Hydrosphäre durch submarine Vulkanausbrüche.

#### Zitierte Literatur

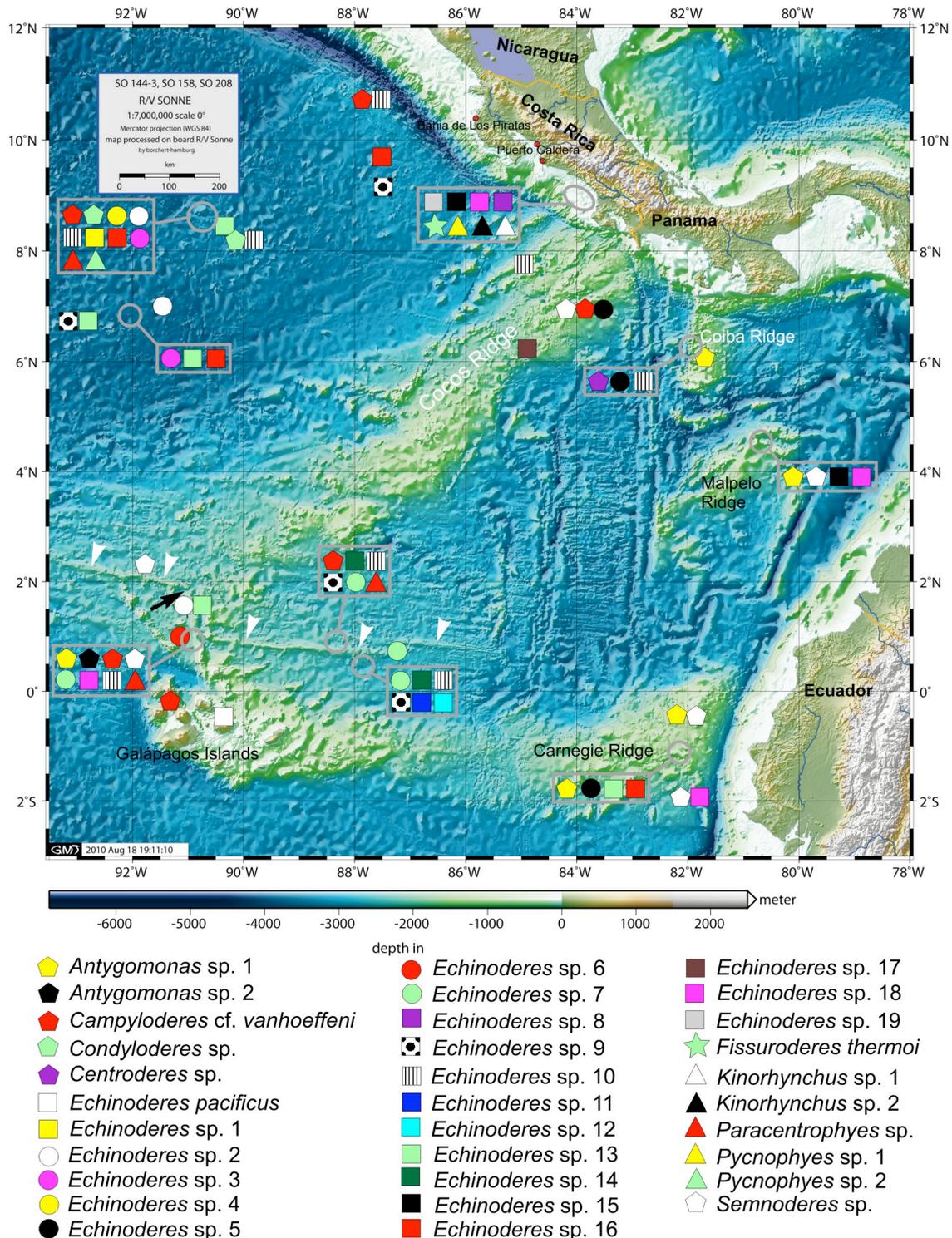
- Clague DA, Davis AS, Bischoff JL, Dixon JE, Geyer R (2000) Lava bubble-wall fragments formed by submarine hydrovolcanic explosions on Lo'ihi Seamount and Kilauea Volcano. *Bull Volcanol* 61: 437-449
- Devey C, Behrmann J, Brandl P, et al. (2011) Vulkanische Bauten entlang der Woodlark-Spreizungsachse, Papua Neuguinea. Tagungsband Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE Statusseminar, 09-10 Februar, Hannover: 122- 123
- Maicher D, White JDL (2001) The formation of deep-sea Limu o Pele. *Bull Volcanol* 63: 482-496
- Sohn RA, Willis C, Humphris S, et al. (2008) Explosive volcanism on the ultraslow-spreading Gakkel ridge, Arctic Ocean. *Nature* 543: 1236-1238
- White JDL, Smellie JL, Clague D (2003) AGU Special Publication "Explosive Subaqueous Volcanism", Geophysical Monograph 140, 379 pp

### **C. Biologie (B. Neuhaus, C. Lüter et al.)**

#### Meiofauna

**Biodiversität:** Die Ausfahrt SO-208 erbrachte 12 Arten der Kinorhyncha, so dass nun insgesamt 32 Arten dieser Tiergruppe aus dem Ostpazifik bekannt sind (Abb. C1; Schmidt 1974, Neuhaus 2004, 2011, 2012, Neuhaus und Blasche 2006; Neuhaus und Sørensen 2013). Die Verteilung der Kinorhyncha im Ostpazifik (Abb. C1) spiegelt die Auswahl der Probenstellen vorwiegend an Seamounts und Rücken sowie in den angrenzenden Tiefsee-Ebenen während der Ausfahrten SO-144-3, SO-158 und SO-208 wieder. Die Arten sind bis auf drei neu für die Wissenschaft und lassen sich 10 von 21 bekannten Gattungen zuordnen, und zwar *Antygomonas*, *Campyloderes*, *Centroderes*, *Condyloderes*, *Echinoderes*, *Fissuroderes*, *Kinorhynchus*, *Pycnophyes*, *Paracentrophyes*, und *Semnoderes*. Alle Gattungen sind mit ein bis zwei Arten vertreten außer *Echinoderes*, die mit 20 Arten eine sehr hohe Diversität aufweist. Innerhalb dieser Gattung gibt es zwei Gruppen mit je 6 (*Echinoderes* ssp. 2-7) und 12 Arten (*Echinoderes* ssp. 9-19, *E. pacificus*), die möglicherweise eine Aufspaltung in neue Arten erst innerhalb des Ostpazifiks erfahren haben. Die meisten Arten werden 2-5 mal wiedergefunden, immerhin 12 Arten sind nur von einem Fundort bekannt. Vier Fundorte weisen jedoch 6-8 Arten auf. Wenn wenige Arten der Kinorhyncha gefunden wurden, ist dies auf ein geringes Probenvolumen (Sedimentfallen in

geologischen Dredgen) oder auf ungeeignete Habitate (zwei Multicorerproben) zurückzuführen.



**Abb. C1:** Verbreitung der Kinorhyncha im zentralamerikanischen Ostpazifik. Weiße Pfeilköpfe zeigen auf das Galápagos-Spreizungszentrum, der Pfeil auf eine Transformationsstörung im Spreizungszentrum. Karte erstellt durch Systemoperator an Bord von FS SONNE, 2010.

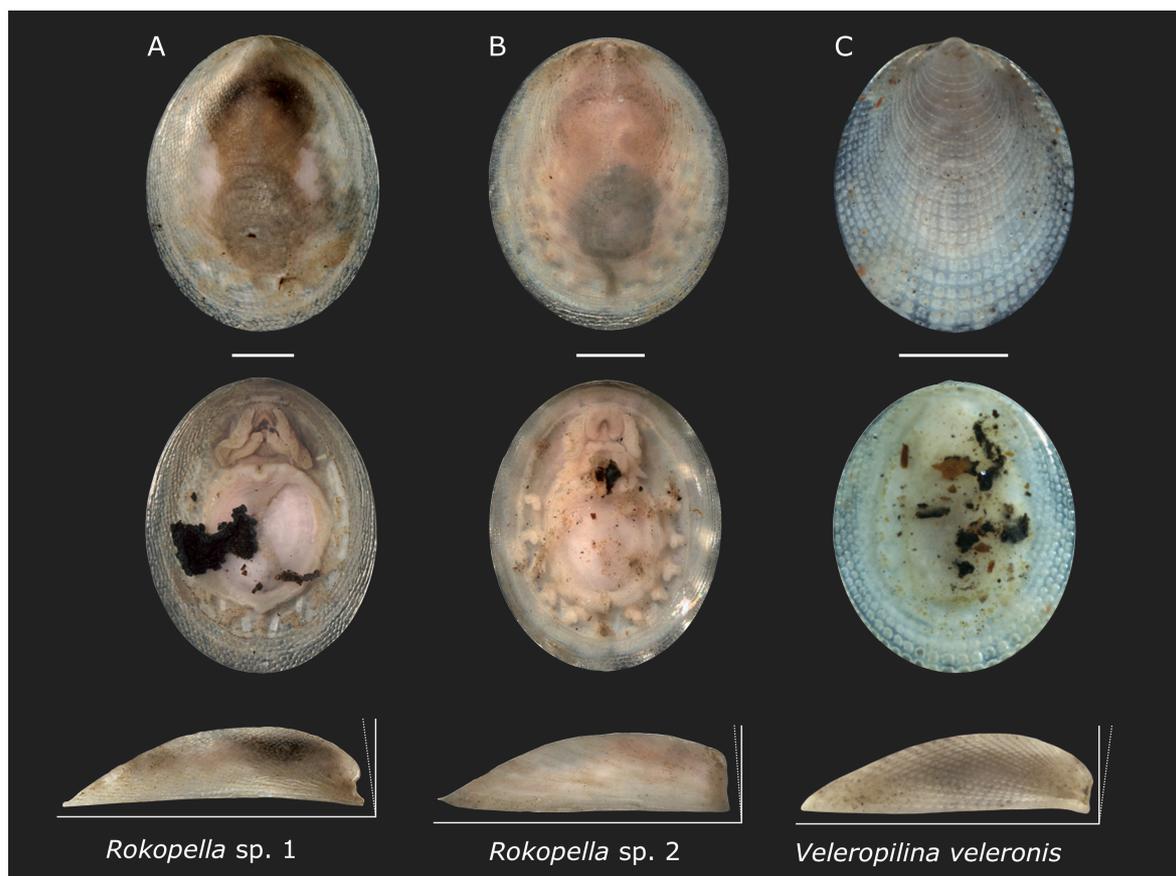
*Faunenvergleich Kontinentalschelf – Tiefsee-Ebenen – Seamounts:* Von den 32 im Ostpazifik bekannten Arten treten 6 ausschließlich auf dem Schelf auf, 24 allein in der Tiefsee, nur die beiden Arten *Echinoderes* sp. 15 und *E.* sp. 18 sind sowohl für den Kontinentalschelf als auch für die Tiefsee nachgewiesen (Abb. C1). Probenahmen auf dem Top von drei Seamounts und in der jeweils benachbarten Tiefseeebene zeigen eine

vergleichbare Diversität bei fast identischen Sauerstoffgehalt des Sedimentes auf und nahe der Seamounts. Jeweils die Hälfte der gefundenen Arten treten sowohl auf einem Seamount als auch in der benachbarten Ebene auf. Bezieht man Proben aus dem weiteren Ostpazifik in den Vergleich mit ein, bleiben zwei von 9 Arten übrig, die potentiell endemische Arten auf Seamounts darstellen. Vorläufig muss offen bleiben, ob Kinorhyncha über Seamounts als Trittsteine die Tiefsee besiedeln können, weil nur wenige Seamounts überhaupt beprobt sind und die Biodiversität des ostpazifischen Kontinentalschelfs kaum bekannt ist. Für Faunenvergleiche sind ergänzenden Ausfahrten in benachbarte Probengebiete unabdingbar, wie sich hier anhand der Expeditionen SO-144-3, SO-158 und SO-208 deutlich zeigt.

*Geologische Strukturen als Barriere:* Die Hypothese, dass untermeerische Rücken eventuell als Ausbreitungsbarriere für holobenthische Meiofauna fungieren, kann für den Ostpazifik nicht bestätigt werden. Zahlreiche Arten der Kinorhyncha treten beiderseits des Galápagos-Spreizungszentrums und des Cocosrückens auf, einige Arten wie *Campyloderes* cf. *vanhoeffeni*, *Echinoderes* sp. 5 und sp. 7 sowie *Semnoderes* sp. finden sich sogar auf diesen Rückenstrukturen. Vermutlich bieten unter anderem Transformstörungen Durchtrittskorridore für die benthische Meiofauna.

### Makrofauna

Wie bereits während vorheriger Expeditionen dokumentiert (s. SO-144-3, SO-158), erwies sich auch während SO-208 das Probengebiet als äußerst ergiebig, insbesondere in Bezug auf die gesammelten Vertreter der Brachiopoda, Bryozoa, Mollusca, Annelida und Porifera.



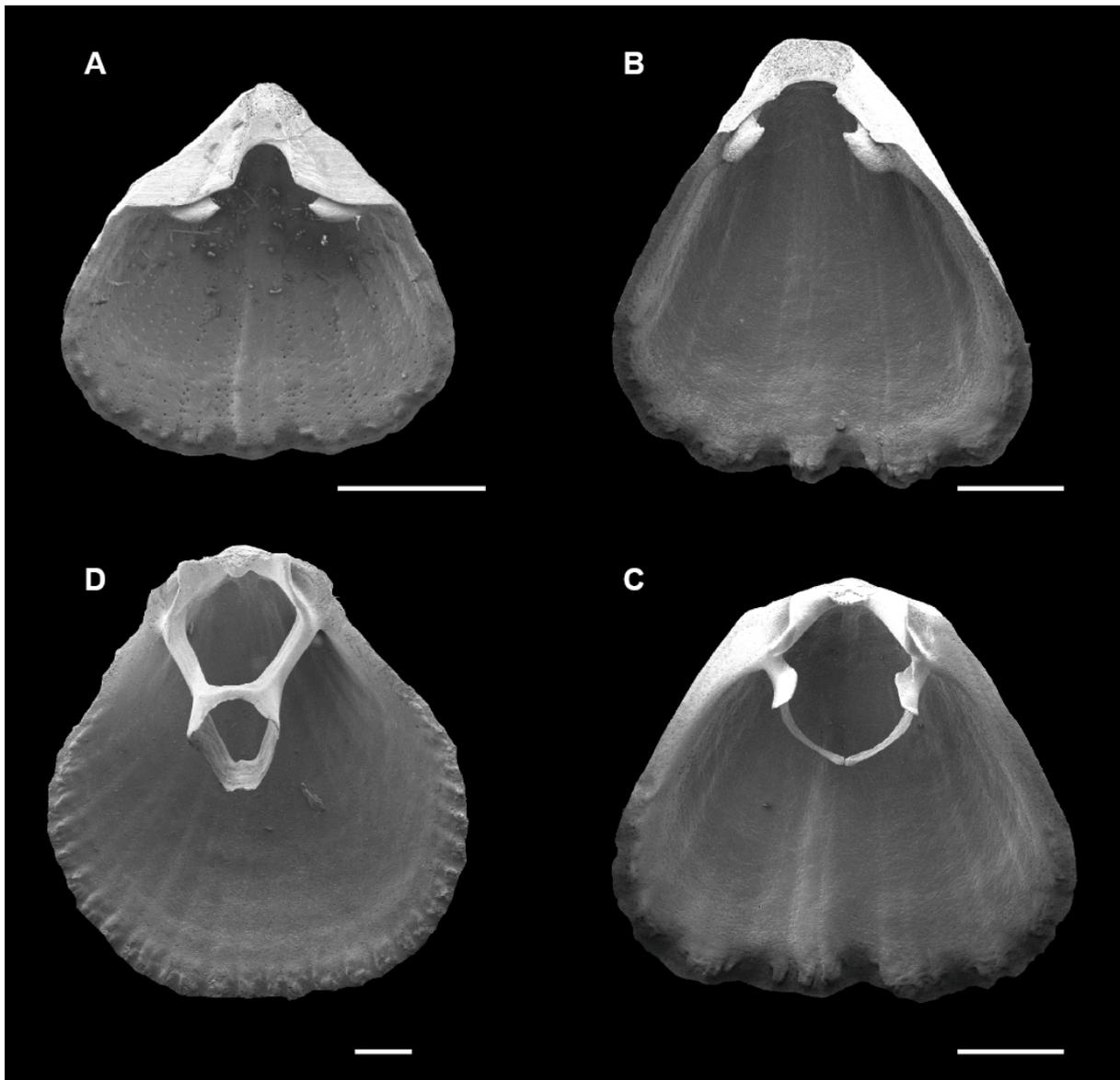
**Abb. C2:** Drei während SO-208 gefundene Arten der Tryblidia (Monoplacophora), der sogenannten "Urmützenschnecken" jeweils von dorsal, ventral und lateral. Bei den Seitenansichten sind die Winkel zwischen Schalenspitze und ventralem Vorderrand der Schale durch eine gepunktete Linie verdeutlicht. Nach Kano et al. (2010) sind *Rokopella* und *Veleropilina* möglicherweise Synonyme. **A.** *Rokopella* sp. 1, eine bisher unbeschriebene Art, gefunden an den Stationen 23 und 36. **B.** *Rokopella* sp. 2, eine weitere neue Art, gefunden an Station 25. **C.** *Veleropilina veleronis*, die beim nachträglichen Sortieren des Materials von Station 84 gefunden wurde. Beachte die stark ausgeprägte Schalenskulptur. Maßstäbe: 500 µm.

Als besonders hervorzuhebende Funde sind 4 Exemplare der äußerst selten gefundenen und evolutionsbiologisch sehr interessanten Monoplacophora ("Urmützenschnecken") zu nennen (Lüter et al. 2011). Diese wurden zunächst fotografisch dokumentiert (Abb. C2), anschließend präpariert und zum größten Teil auch genetisch hinsichtlich der Sequenzen von 5 verschiedenen kern-codierten und mitochondrialen Markern untersucht. Die Datenaufnahme ist weitgehend abgeschlossen, aber die "chaotische" Taxonomie der gesamten Gruppe bedeutet einen erhöhten Schwierigkeitsgrad für die in Vorbereitung befindliche Publikation. Wir haben sehr wahrscheinlich zwei neue, der Gattung *Rokopella* zuzurechnende Arten in den Proben entdeckt. Diese formal richtig zu beschreiben bedeutet, eine Abgrenzung gegenüber den bereits beschriebenen Arten vorzunehmen, was aufgrund der unzureichenden taxonomischen Datenlage sehr kompliziert ist. Auch eine genetische Abgrenzung ist m.E. schwierig, da bisher erst von einer einzigen Art, *Laevipilina hyalina*, ein verlässlicher molekularer Datensatz publiziert ist (Wilson et al. 2010). Nach bisheriger Erkenntnis gehören die von uns gefundenen Arten nicht in diese Gattung. Eine weiterer molekularer Datensatz einer nicht näher beschriebenen Art, *Veleropilina* n. sp., ist ebenfalls erstellt worden (Kano et al. 2010), wurde aber bisher außer in dem zitierten Poster-Abstract nicht publiziert und gilt damit als (noch nicht) verfügbar. Insgesamt scheint der zentrale Ostpazifik für Monoplacophora ein Bereich der Radiation zu sein. Von hier stammen die meisten Beschreibungen rezenter Arten (inklusive des Erstfundes von *Neopilina galathea*) dieser ungewöhnlichen und bereits im Silur vor ca. 430 Mill. Jahren lebenden Weichtiergruppe. Sie spielen für die Evolutionsgeschichte der Weichtiere insgesamt eine entscheidende Rolle, da sie möglicherweise als Schwestergruppe der Käferschnecken (Polyplacophora) gelten können und damit eine einheitlichen Schale innerhalb der Mollusken mehrfach unabhängig evolviert wurde.

Ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt ist die Ermittlung der Artendiversität innerhalb der Brachiopoda und deren Ausbreitungsgeschichte in der Tiefsee des östlichen Pazifiks. Hier konnten bereits durch vorhergehende Ausfahrten umfangreiche Materialsammlungen getätigt werden (Neuhaus und Lüter 2003, Lüter 2003, Lee et al. 2008), die durch das Material von SO-208 ideal ergänzt werden, so dass wir ein umfassendes Bild der Artenvielfalt der Brachiopoda in dieser Meeresregion zeichnen können. Die am häufigsten dabei aufgefundene Gattung ist *Eucalathis* (Abb. C3 B-C), ein artikulativer Brachiopode aus der Familie der Cancellothyrididae, deren Vertreter ausschließlich Hartsubstrat bewohnen. Wir haben es hier vermutlich mit einem Artenschwarm zu tun, denn morphologische Unterschiede sowohl der inneren als auch der äußeren Schalenarchitektur der Tiere lassen auf unterschiedliche Arten innerhalb der Gattung schließen. Dies wurde von einer Praktikantin, F. de Arnal BSc, im Sommer 2012 bereits umfänglich mit Hilfe rasterelektronenmikroskopischer Analysen bestätigt. Allerdings gab es häufig Schwierigkeiten genauer Abgrenzung zwischen diesen Morphotypen, weshalb eine genetische Nachuntersuchung der Tiere vorgenommen werden muss. Im Rahmen des vom DAAD geförderten Austauschprogramms RISE wird im Sommer 2013 eine BSc-Studentin aus Kanada sämtliche während SO-208 gesammelten *Eucalathis*-Individuen genetisch analysieren. Die bereits morphologisch ausgewerteten Funde der früheren Ausfahrten SO-144-3 und SO-158 ließen diesen methodischen Ansatz leider nicht zu, da die Organismen standardmäßig in Formalin fixiert wurden, das die DNA der Tiere stark fragmentiert und eine Analyse weitgehend unmöglich macht. Mithilfe der Funde von SO-208, die sämtlich in 100% Ethanol konserviert wurden, ist dagegen dieser Ansatz jetzt durchführbar. Er wird das Bild der Artendiversität und -ausbreitung von *Eucalathis* im Probengebiet vervollständigen. Erst nach dieser molekularen Analyse ist eine Publikation der Ergebnisse sinnvoll.

Biogeographisch interessant waren die Funde zweier Arten, *Notozyga lowenstami* (Abb. C3 A) und *Terebratulina cailleti* (Abb. C3 D) (beide ebenfalls cancellothyridide Brachiopoda) auf der pazifischen Seite Mittelamerikas. Die Originalbeschreibungen der beiden Arten wurden mit Material vorgenommen, das in der Karibik gesammelt wurde (Cooper 1977). Hier zeigt sich, dass die Arten offenbar bereits vor dem endgültigen Zusammenschluss von Nord- und Südamerika durch den Isthmus von Panamá im Miozän in der Region verbreitet waren und möglicherweise sogar Tethys-Relikte darstellen. Spannend wäre hier ebenfalls ein

molekularer Vergleich, um zu testen, ob die morphologisch nicht zu unterscheidenden Paare östlich und westlich der mittelamerikanischen Landbrücke auch genetisch noch gleich sind oder sich möglicherweise in einigen Markern bereits deutlich unterscheiden, so dass bereits von zwei Arten aufgrund klassischer allopatrischer Speziation (Artbildung durch geographische Isolation) auszugehen ist. Leider sind auch die karibischen Tiere der Originalaufsammlungen keiner molekularen Analyse mehr zugänglich, eine Nachsammlung der Arten von den entsprechenden Standorten wäre hier notwendig.



**Abb. C3:** Drei während SO-208 und SO-144-3 (D) gesammelte Arten cancellothyridider Brachiopoden. **A.** Ventralschale (Innenansicht) von *Notozyga lowenstami*, bisher nur aus der Karibik bekannt (SO-208, St. 84) **B.-C.** Ventral- (B) und Dorsalschale (C) von *Eucalathis* sp. (SO-208, St. 98). Beachte die (noch) nicht vollständig verbundenen Spangen des Armskeletts. **D.** Dorsalschale (Innenansicht) von *Terebratulina cailleti* (SO-144-3). Beachte den ringförmigen Vorderteil des Armskeletts. Auch diese Art ist bisher nur aus der Karibik beschrieben. Maßstäbe: 1mm.

Eine bereits seit langem für molekulare Verwandtschaftsforschung innerhalb der Brachiopoden benötigte Art ist *Pelagodiscus atlanticus*, ein sogenannter inarticulater, organophosphatschaliger Brachiopode, der ausschließlich ab 2.000 m Wassertiefe zu finden ist. Alle anderen direkt verwandten Arten von *Pelagodiscus* bewohnen das Flachwasser zumeist im unmittelbaren Gezeitenbereich. *Pelagodiscus* kommt weltweit vor, freischwimmende Entwicklungsstadien dieser Art sind häufig aus dem Oberflächenwasser

beschrieben worden. Allerdings wurden Sie nur deshalb *Pelagodiscus* zugeordnet, weil diese Stadien weitab von Küsten angetroffen wurden. Ob es sich dabei tatsächlich um juvenile *Pelagodiscus* oder um verdriftete Stadien anderer Vertreter der discinoider Brachiopoden handelt und ob die Tiere während ihres Lebenszyklus tatsächlich eine vertikale Wanderung durchlaufen (vergleichbar etwa bestimmten planktischen Krebsarten) ist bisher nicht geklärt. Zahlreiche Funde von *Pelagodiscus* während SO-208 haben uns nun erstmals erlaubt, genetische Merkmale der Tiere zu bestimmen und für entsprechende Analysen zu nutzen. Hier konnte eine große Lücke in der molekularen Systematik der Brachiopoda geschlossen werden. Die genetischen Daten lassen auf eine sehr einheitliche molekulare Signatur der Art schließen (Cohen 2012). Damit wäre auch eine Identifizierung von im Plankton gefundenen Entwicklungsstadien, die bei allen disciniden Brachiopoden gleich aussehen, über die analysierten genetischen Marker möglich und es könnte mit zukünftigen Planktonfunden tatsächlich geklärt werden, ob *Pelagodiscus* während seines Lebenszyklus zunächst einen mehrere Kilometer langen Aufstieg an die Oberfläche vollführt, um anschließend zur Metamorphose dieselbe Strecke wieder zurück in die Tiefe abzusinken. Da die pelagischen Entwicklungsstadien bereits planktotroph sind, wäre eine Oberflächenphase zu Beginn des Lebenszyklus sicher vorteilhaft.

Eine erst kürzliche begonnene Kooperation mit dem Institut für Paläontologie der Universität Mainz (Prof. Dr. Bernd Schöne) nutzt ebenfalls Brachiopodenmaterial der Ausfahrt SO-208 (und zusätzlich von SO-168). Der Plan ist, in Analogie zu bereits erfolgreich durchgeführten Datierungen der Schalen der Muschel *Arctica islandica* mithilfe genauester Sauerstoffisotopenverhältnisse ( $\delta O^{18}$ ) im Labor von Prof. Schöne Brachiopodenschalen in gleicher Weise zu analysieren. Der Hintergrund ist, dass niemand ein Vorstellung davon hat, wie alt Brachiopoden eigentlich werden und ob das, was sich als konzentrische Wachstumslinien auf der Außenseite der Brachiopodenschalen abzeichnet, als saisonale (Jahres-) Ringe deuten lässt oder nicht. Übertragen auf die etwa 4-6 mm kleinen Tiefseeformen der Gattung *Eucalathis*, die bisweilen über 100 solcher Zuwachsringe aufweisen, würde dies ein dreistelliges Alter der Tiere nahelegen, was sehr unwahrscheinlich ist. Andere Formen, die sehr groß werden, wie etwa *Neothyris lenticularis* aus Neuseeland (gesammelt während SO-168) haben dagegen nur wenige (3-6) solcher Wachstumstreifen, dabei aber eine Schalengröße von bis zu 6 cm Länge. Zwar erwarten wir ein in der Tiefsee durch die physikalischen Bedingungen verursachtes, langsames Wachstum, aber der enorme Unterschied zwischen den Arten bedarf hier einer eingehenden Untersuchung. Mit Ergebnissen ist erst im Laufe des Jahres 2013 zu rechnen, daher kann hier noch keine Publikation in Vorbereitung mit kurzer Inhaltsangabe vorgestellt werden.

Die Ergebnisse obiger Untersuchungen sollen in folgenden Manuskripten publiziert werden:

- (a) Lüter C, Furchheim N, Kufner P, de Arnal F (in Vorb.) The brachiopod fauna of Central East Pacific deep waters with special emphasis on Cancellothyrididae (Brachiopoda, Terebratulida).

In dieser Arbeit sollen zusammenfassend die Brachiopodenfunde der Expeditionen SO-144-3, SO-158 und SO-208 charakterisiert werden. Die Arten werden nach heutigen Gepflogenheiten soweit nötig nach- oder ggf. als für die Wissenschaft neu beschrieben. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf den zahlenmäßig dominierenden Arten der Cancellothyrididae, insbesondere der Gattung *Eucalathis*. Hier werden auch erste Ergebnisse molekularer Analysen einfließen, die eine Übersicht über Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der gefundenen *Eucalathis*-Vertreter zulassen und Aussagen zur Biogeographie der Gattung ermöglichen.

- (b) Seidel R, Furchheim N, Lüter C (in Vorb.) Discovery of two new species of Tryblidia (Monoplacophora) in the East Pacific deep sea.

In dieser Arbeit sollen die beiden neuen Arten der Monoplacophora, die während SO-208 gefunden wurden, beschrieben werden. Zudem wird eine Analyse der 5 bereits von Wilson et al (2010) für *Laevipilina hyalina* charakterisierten molekularen Marker erfolgen, um eine Einordnung der Arten vornehmen zu können. Als Vergleich werden zwei bereits erstellte molekulare Datensätze (Wilson et al. 2010, Kano et al. 2010) herangezogen.

(c) Seidel R, Lüter C (in Vorb.) Tissue-bound internal skeletons of articulate brachiopods - 3D reconstruction using non-destructive micro-computed tomography ( $\mu$ CT).

Die soeben abgegebene und verteidigte Masterarbeit von Ronald Seidel ist eine morphologische Studie der Anatomie von Brachiopodenschalen und den im Bindegewebe enthaltenen Kalk"spiculae" des Brachiopodeninnenskeletts mithilfe der  $\mu$ CT-Technik. Diese nicht-invasive Technik erlaubt eine vollständige 3D-Rekonstruktion der Tiere ohne äußeren Eingriff, so dass anschließend noch alle Untersuchungsmöglichkeiten einschließlich molekularer Analyse bestehen. Herr Seidel hat über alle Brachiopoden-Großgruppen hinweg repräsentative Vertreter gescannt und dabei auch Material der Ausfahrt SO-208 verwendet. Dabei wurden bisher unbekannte systematisch relevante Merkmale entdeckt, die helfen, Verwandtschaftshypothesen innerhalb der Brachiopoden zu stützen. Die Ergebnisse sollen in einem geeigneten Journal, das auch die Einbindung interaktiver 3D-PDF-Formate erlaubt, publiziert werden. Es ist die erste Studie dieser Art anhand von rezenten und auch fossilen Brachiopoden.

(d) Lüter C, Furchheim N, Kufner P (in Vorb.) Molecular systematics of the deep-sea brachiopod genus *Eucalathis* (Terebratulida, Cancellothyrididae).

Ausgehend von den Funden während SO-144-3, SO-158 und SO-208 soll eine weltweite Analyse der Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Gattung *Eucalathis* vorgenommen werden. Dazu steht zusätzliches Material aus dem SW-Pazifik (SO-168) und dem SE-Atlantik (MSM-19/3) zur Verfügung. Daneben gibt es zusätzliche molekulare Datensätze, die von unserem Kooperationspartner B. L. Cohen, University of Glasgow, erhoben wurden und Eingang in die Analyse finden werden. Die phylogenetische Analyse wird auch andere Gattungen der Cancellothyrididae einschließen und damit ermöglichen, die aufgrund morphologischer Daten aufgestellte Hypothese der untermeerischen Rückenstrukturen als "deep-sea superhighways" für die Ausbreitung der Arten (Lee et al. 2008) mithilfe molekularer Daten zu testen.

#### Zitierte Literatur:

- Cohen BL (2012) Rerooting the rDNA gene tree reveals phoronids to be 'brachiopods without shells'; dangers of wide taxon samples in metazoan phylogenetics (Phoronida; Brachiopoda). *Zool J Linn Soc* 167: 82-92.
- Cooper GA (1977) Brachiopods from the Caribbean Sea and adjacent waters. *Stud trop Oceanogr* 14: 1-212.
- Kano Y, Kimura S, Kimura T, Warén A (2010) Living monoplacophorans: morphological conservativeness or recent diversifications. *Trop Nat Hist, Supp* 3: 342.
- Lee DE, Gregory MR, Lüter C, Zezina ON, Robinson JH, Christie DM (2008) *Melvicalthis*, a new brachiopod genus (Terebratulida: Chlidonophoridae) from deep sea volcanic substrates, and the biogeographic significance of the mid-ocean ridge system. *Zootaxa* 1866: 136-150.
- Lüter C (2003) *Eucalathis macroctena* (Brachiopoda) – worldwide dispersal along midocean ridges? *ODE 3 (Electr Suppl 17)*: 37.
- Lüter C, Furchheim N, Seidel R (2011) Urmützenschnecken (Monoplacophora) - "lebende Fossilien" der ostpazifischen Tiefsee. In: Meeresforschung mit FS Sonne, Statusseminar 2011, 09.-10. February 2011, Hannover, pp. 85-87.
- Neuhaus B, Lüter C (2003) Ausfahrten SO 144-3 und SO 158: Zoobenthische Untersuchungen im zentralamerikanischen Ostpazifik. In: Meeresforschung mit FS Sonne, Statusseminar 2003, 12.-14. March 2003 in Hamburg, 123-126.
- Neuhaus B (2004) Description of *Campyloderes* cf. *vanhoeffeni* (Kinorhyncha, Cyclorhagida) from the central American East Pacific deep sea with a review of the genus. *Meiofauna Marina* 13: 3-20.
- Neuhaus B (2011) Erste Ergebnisse der Ausfahrt SO 208: Populationen von *Campyloderes* sp. (Kinorhyncha) – eine Art mit signifikanter morphologischer Variation? - Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE, 9.-10.2.2011, Hannover, pp. 234-237.
- Neuhaus B (2012) Kinorhyncha (= Echinodera). In: Schmidt-Rhaesa, A. (Hrsg), *Handbook of Zoology, Gastrotricha, Cycloneuralia and Gnathifera*, Vol. 1: Nematomorpha, Priapulida, Kinorhyncha, Loricifera. Walter de Gruyter, Berlin, 177-343.
- Neuhaus B, Blasche T (2006) *Fissuroderes*, a new genus of Kinorhyncha (Cyclorhagida) from the deep sea and continental shelf of New Zealand and from the continental shelf of Costa Rica. *Zool Anz* 245: 19-52.

- Neuhaus B, Pardos F, Sørensen MV, Higgins RP (2013) Redescription, morphology, and biogeography of *Centroderes spinosus* (Reinhard, 1881) (Kinorhyncha, Cyclorhagida) from Europe. *Cah Biol Mar* 54: 109-131.
- Neuhaus B, Sørensen MV (2013) Populations of *Campyloderes* sp. (Kinorhyncha, Cyclorhagida): one species with significant morphological variation? *Zool Anz*.
- Schmidt P (1974) Interstitielle Fauna von Galápagos, X. Kinorhyncha. *Mikrofauna Meeresbodens* 43: 1-15.
- Wilson NG, Rouse GW, Giribet G (2010) Assessing the molluscan hypothesis Serialia (Monoplacophora + Polyplacophora) using novel molecular data. *Mol Phyl Evol* 54: 187-193.

## II.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die wichtigsten Positionen waren neben fahrtbezogenen Kosten wie Reisen und Transporte (A) die Charter des britischen Bohrsystems Rockdrill II (und damit verbundene Aufwendungen wie z.B. Beauftragung eines Windenteknikers der Firma Hatlapa), (B) die TV-L Stellen für Frau Antje Herbrich (E13, 50%) und Herrn Reinhard Werner (E14, 50%) und (C) die Vergabe der biologischen Arbeiten als Unterauftrag an das Museum für Naturkunde Berlin.

(A) Aufgrund technischer Probleme bei der Mobilisierung, die dem Geldgeber bereits detailliert schriftlich erläutert worden sind, konnte das Rockdrill II nicht wie ursprünglich geplant für SO-208 PLUMEFLUX eingesetzt werden. Dementsprechend wurde nur ein Teil der ursprünglich für den Einsatz des Rockdrill II beantragten und bewilligten Mittel in Anspruch genommen. Stattdessen wurde erfolgreich versucht, ein Alternativprogramm mit einer Dredgebeprobung durchzuführen, mit der die wichtigsten Zielsetzungen des Vorhabens dennoch erreicht werden konnten (s. Abschnitt I.3).

(B) Ohne die Mitarbeit von den wissenschaftlichen Mitarbeitern/innen wäre das Vorhaben nicht durchführbar gewesen. Herr Werner hat u.a. die Vorbereitung der FS SONNE-Reise SO-208 übernommen (einschließlich der gesamten Koordination zwischen BGS, RF, Laeisz, Leitstelle, Hatlapa und GEOMAR), war Fahrtleiter auf SO-208 Leg 1 und stellvertretender Fahrtleiter auf Leg 2, hat bei der Koordinierung der Aufbereitung der Proben für die verschiedenen Analysemethoden und bei der Auswertung, Interpretation und Synthese der Daten sowie bei der Abfassung von Berichten und Publikationen mitgewirkt. Frau Herbrich hat u.a. an SO-208 teilgenommen und bei der Probennahme und -Aufbereitung mitgewirkt, sehr umfangreiche analytische Arbeiten durchgeführt und bei der Auswertung, Interpretation, Synthese und Modellierung der Daten sowie bei der Abfassung von Berichten und Publikationen intensiv mitgearbeitet. Beide Mitarbeiter haben somit wesentlich zum erfolgreichen Abschluss von SO-208 PLUMEFLUX beigetragen.

(C) Die biologischen Untersuchungen im Rahmen von SO-208 PLUMEFLUX können von den Antragstellern und ihren Mitarbeitern nicht durchgeführt werden. Sie basieren auf Arbeiten, die von Wissenschaftlern des Museums für Naturkunde Berlin, mit denen wir schon lange zusammenarbeiten, auf früheren Ausfahrten (z.B. SO-144, SO-158) durchgeführt wurden. Ohne die Auftragsvergabe an das Museum für Naturkunde Berlin wären die biologischen Untersuchungen nicht wie im Projektantrag vorgeschlagen durchführbar gewesen.

## 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 wie z.B. SO-158 und (6) die Präsentation der Ergebnisse auf Tagungen, in Berichten und wissenschaftlichen Publikationen. Diese Arbeiten wurden von den Antragstellern und ihrer Arbeitsgruppe, den im Projekt angestellten Mitarbeitern (Herbrich, Werner, Mahlke, Jacques, Portnyagin) und Studenten in Zusammenarbeit mit unseren Kooperationspartnern und Auftragnehmern geleistet und waren absolut notwendig, um SO-208 PLUMEFLUX erfolgreich abzuschließen. Alle diese Arbeiten führten zu Ergebnissen, die wiederum zum erfolgreichen Abschluss von SO-208 PLUMEFLUX beitrugen, und waren somit angemessen.

## **II.4. Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit**

Durch den erfolgreichen Verlauf des Forschungsvorhabens SO-208 PLUMEFLUX haben wir neue Erkenntnisse über die Ausbreitung von Plumematerial im oberen Mantel (unter Lithosphärenplatten und entlang von Spreizungszentren) und Aufschmelzprozesse im oberen Erdmantel gewonnen, die in der geowissenschaftlichen Grundlagenforschung eine hohe Priorität besitzen (u.a. InterRidge, Integrated Ocean Drilling Programm IODP). Die Ergebnisse aus SO-208 PLUMEFLUX werden zur Zeit in der internationalen Fachliteratur publiziert und damit allgemein zugänglich gemacht. Weiterhin wurden Daten und Ergebnisse, soweit sinnvoll (z.B. Bathymetrie, Biologie [s.u.]), an internationale Datenbanken transferiert. Zusätzlich wurden Probensätze und Kartenmaterial den Anrainerstaaten (hier v.a. Ecuador) zur Verfügung gestellt werden, um dazu beizutragen, 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 ostpazifischen Benthosfauna durchgeführt. Damit können Hypothesen zur Evolution, Funktion/Interaktion und Ausbreitung dieser Tiere zu 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 zoologische Material der Expedition wird bzw. wurde bereits in die Sammlungen des Museums für Naturkunde integriert. Die Ergebnisse zu den Kinorhyncha finden in die Weltartenliste der Kinorhyncha im Unesco-IOC *World Registry of Marine Organisms (WoRMS)* Eingang. Über die vom BMBF geförderte Sammlungsdatenerfassung im Museum für Naturkunde im Rahmen der "Global Biodiversity Information Facility" (GBIF) werden langfristig alle Biodiversitätsdaten aus dem Projekt über Datenbanken international verfügbar sein.

Insgesamt sind somit aus diesem Forschungsvorhaben 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. Alle Daten und Ergebnisse können z.B. zu den aktuellen Fragen der Seerechtskonvention, für die zukünftige Abschätzung mineralischer Rohstoffe und biologischer Ressourcen, für Fragen des Umweltschutzes und der nachhaltigen Entwicklung beim marinen Management sowie für Risikoanalysen (Vulkanismus, Erdbeben, Klimaänderung) 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 lateinamerikanischen Staaten sowie US-amerikanischen Wissenschaftlern. Auch können aus dem Vorhaben Kooperationen mit der Wirtschaft (Exploration auf Rohstoffe, Risikoabschätzungen durch Versicherungsgesellschaften, biologische Wirkstoffe) hervorgehen. Die Veröffentlichung der Ergebnisse in der Fachliteratur hat zudem auch einen Werbeeffect für die deutsche Meeresforschung, aus dem Nachfrage nach Expertise, Verfahren und Instrumenten erwachsen mag.

## **II.5. Fortschritt bei anderen Stellen**

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

## **II.6. Erfolgte und geplante Publikationen der Ergebnisse**

### **Artikel (peer-reviewed)**

Herbrich A, Hoernle K, Hauff F, Werner R, Garbe-Schönberg D (in Vorb.) Geochemical evolution of plume-ridge interaction of the western Galápagos Spreading Center (91°40' – 92°10' W) over the last 800 ka. *Earth Planet Sci Lett*.

Herbrich A, Werner R, Hoernle K, Hauff F, v.d. Boogard P, Garbe-Schönberg D, Geldmacher J (in Vorb.) Seamount formation on East Pacific Rise Cocos crust through large-scale distribution of Galápagos plume material. *Geology*

- Neuhaus B, Sørensen MV (im Druck) Populations of *Campyloderes* sp. (Kinorhyncha, Cyclorhagida): one species with significant morphological variation? Zool Anz.
- Neuhaus B (in Vorb.) *Condyloderes coronatus* sp. nov. (Kinorhyncha, Cyclorhagida) from the deep sea of the Central American East Pacific including a review of the genus *Condyloderes*. Helgoland Marine Research.
- Lüter C, Furchheim N, Kufner P, de Arnal F (in Vorb.) The brachiopod fauna of Central East Pacific deep waters with special emphasis on Cancellothyrididae (Brachiopoda, Terebratulida).
- Seidel R, Furchheim N, Lüter C (in Vorb.) Discovery of two new species of Tryblidia (Monoplacophora) in the East Pacific deep sea.
- Seidel R, Lüter C (in Vorb.) Tissue-bound internal skeletons of articulate brachiopods - 3D reconstruction using non-destructive micro-computed tomography ( $\mu$ CT).
- Lüter C, Furchheim N, Kufner P (in Vorb.) Molecular systematics of the deep-sea brachiopod genus *Eucalathis* (Terebratulida, Cancellothyrididae).

*Es sind weitere Publikationen über die in Abschnitt II.1.3. kurz zusammengefassten Ergebnisse (z.B. zu Profil 2-5) in Vorbereitung.*

### **Vorträge und Poster auf Tagungen**

- Hoernle K, Hauff F, Hanan B, Werner R, Christie D, Garbe-Schoenberg C-D (2010) Seamounts South of the Galapagos Spreading Center Provide New Constraints on Plume-Ridge Interaction and Evidence for a Depleted Plume Component; In: AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, December 13-17, Eos Trans AGU 91 (53), Fall Meet. Suppl., Abstract V52A-08, Talk.
- Werner R, Hoernle K, Herbrich A, Maicher D, Hauff F, White S, Borchert W (2010) R/V SONNE 208 PLUMEFLUX Cruise: Extent of the influence of the Galapagos Plume on the surrounding upper mantle and variations in plume-ridge interaction through time; In: AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, December 13-17, Eos Trans AGU 91 (53), Fall Meet. Suppl., Abstract V41A-2257, Poster.
- Herbrich A, Hoernle K, Hauff F, Werner R, Garbe-Schönberg D (2011) SO208 PLUMEFLUX: Erste Ergebnisse der Haupt- und Spurenelementanalytik an vulkanischen Gläsern von Seamounts und dem Cocos-Nazca-Spreizungszentrum im zentralen Ostpazifik. Tagungsband Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE, 09-10 Februar, Hannover, p230-233, Poster
- Herbrich A, Hoernle K, Hauff F, Werner R, Garbe-Schönberg D (2011) Temporal variations in Galapagos plume-ridge interaction at the Cocos-Nazca spreading center. Goldschmidt Conference, Prag, Czech Republic 14-19 August. In: Mineralogical Magazine 75 (3): 1012, Poster
- Hoernle K, Hauff F, Werner R, Hanan B, Christie D, Herbrich A, Maicher D, Garbe-Schönberg D (2011) SO208 Leg 2 (PLUMEFLUX) und SO158 (MEGAPRINT): Neue Erkenntnisse über Plume-Rücken-Wechselwirkungen zwischen dem Galapagosplume und dem Cocos-Nazca-Spreizungszentrum. Tagungsband Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE, 09-10 Februar, Hannover, p80-84, Vortrag
- Hoernle K, Herbrich A, Hauff F, Werner R, Garbe-Schönberg D (2011) Temporal and Spatial Variations in Galapagos Plume-Ridge Interaction. American Geophysical Union Chapman Conference, Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador, 25.-30. Juli, Poster
- Werner R, Maicher D, Hauff F, Hoernle K, Herbrich A, SO208 Leg 1 Fahrtteilnehmer (2011) Hintergrund und erste (unerwartete) Ergebnisse von SO208 Leg 1 (PLUMEFLUX): Ausbreitung von Galapagosplumematerial im äquatorialen Ostpazifik. Tagungsband Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE Statusseminar, 09-10 Februar, Hannover, p76-79, Vortrag.
- Lüter C, Furchheim N, Seidel R (2011) Urmützenschnecken (Monoplacophora) - "lebende Fossilien" der ostpazifischen Tiefsee. Tagungsband Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE Statusseminar, 09-10 Februar, Hannover, p85-87, Vortrag.
- Neuhaus B (2011) Erste Ergebnisse der Ausfahrt SO 208: Populationen von *Campyloderes* sp. (Kinorhyncha) – eine Art mit signifikanter morphologischer Variation? Tagungsband Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE, 09-10 Februar, Hannover, p234-237, Poster.
- Seidel R, Lüter C (2012): 3D reconstruction of brachiopod shells using non-invasive x-ray computed tomography ( $\mu$ CT). 105. Jahrestagung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, 21.-24. September, Universität Konstanz, Vortrag.
- Baldessin E, Baumgartner PO, Weber P, Picheral M (2012) Recent Radiolarian distribution in the Equatorial Eastern Pacific. 13<sup>th</sup> InterRad, 25-29 März, Cadiz, Radiolaria Newsletter 28: P119-120, Vortrag.

- Herbrich A, Werner R, Hoernle K, Hauff F, Bogaard Pvd, Garbe-Schönberg D, Geldmacher J (2013) SO-208 Leg 1 (PLUMEFLUX): Ursprung und Alter von Seamounts vor der Küste Nord-Costa Rica / Nicaragua. Tagungsband Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE Statusseminar, 14-15 Februar, Kiel, p67-70, Vortrag.
- Herbrich A, Hoernle K, Hauff F, Werner R, Garbe-Schönberg D (2013) SO-208 Leg 2 (PLUMEFLUX): Geochemische Entwicklung der Plume-Rücken-Wechselwirkung zwischen dem Galápagosplume und dem Galápagosspiezungszenrum während der letzten 900ka. Tagungsband Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE Statusseminar, 14-15 Februar, Kiel, p70-74, Vortrag.
- Neuhaus, N (2013) SO208 - Biodiversität und Verbreitung der Kinorhyncha des zentral-amerikanischen Ostpazifiks (Ausfahrten SO144-3, SO158, SO208). Tagungsband Statusseminar Meeresforschung mit FS SONNE Statusseminar, 14-15 Februar, Kiel, p161-164, Poster.

### **Berichte, Buchkapitel, Qualifizierungsarbeiten, Öffentlichkeitsarbeit**

- Werner R, Hauff F, Hoernle K (eds) (2010) RV Sonne Fahrtbericht / Cruise Report SO208 Leg 1 & 2 Propagation of Galápagos Plume Material in the Equatorial East Pacific (PLUMEFLUX), Caldera/Costa Rica – Guayaquil/Ecuador 15.07. - 29.08.2010. IFM-GEOMAR Report 39: 230 pp <http://www.ifm-geomar.de/index.php?id=publikationen>
- Neuhaus B (2012) Kinorhyncha (= Echinodera). In: Schmidt-Rhaesa A (ed), Handbook of Zoology, Gastrotricha, Cycloneuralia and Gnathifera, Volume 1: Nematomorpha, Priapulida, Kinorhyncha, Loricifera. Walter de Gruyter, Berlin, pp 177-348.
- Seidel R (2013) 3D reconstruction of brachiopod shells using non-destructive X-ray micro-computed tomography ( $\mu$ CT). Masterarbeit, Museum für Naturkunde Berlin/HU-Berlin.
- Baldessin E (2012) Le microplancton siliceux dans le pacifique oriental tropical: relation entre morphologie, écologie et système des courants océaniques. Masterarbeit, Universität Lausanne: 164 pp
- Jess, B. (2011) Probennahme, -aufbereitung und geochemische Analyse von vulkanischem Material zur Bestimmung des Ursprungs von Seamounts vor der Küste von Nord-Costa Rica/Nicaragua. Besondere Lernleistung, Isarnwohld-Schule Gettorf, 23 pp
- Jordan, B. (2012) Seamounts im Ostpazifik. Jahresarbeit, Freie Waldorfschule Kiel, 46 pp

*Öffentlichkeitsarbeit/Presse:* Während SO-208 Leg 1 wurde ein täglicher Internet-Blog eingerichtet, der auf den Internetseiten der Kieler Nachrichten und der Nordsee-Zeitung aus Bremerhaven veröffentlicht war. Weiterhin wurden vor und während SO-208 mehrere Pressemitteilungen zum Hintergrund, Zielen und Verlauf von SO-208 PLUMEFUX sowie zu den Schülerprojekten von Leg 1 herausgegeben, die von den Kieler Nachrichten und anderen Printmedien gedruckt wurden. Ferner wurde vom Radiosender NDR 1 ein längerer Beitrag zu SO-208 und den Schülerprojekten einschließlich eines Interviews mit den beiden Schülern gesendet.

### **Danksagung**

Wir danken dem BMBF für die gewährte Unterstützung und dem Projektträger PtJ-Warnemünde für die unbürokratische administrative Abwicklung. Unser besonderer Dank gilt Kapitän Meyer sowie der Besatzung des FS SONNE für ihre hervorragende Kooperation während der Ausfahrt. Ihre harte Arbeit, große Erfahrung, stete Hilfsbereitschaft und die sehr angenehme Arbeitsatmosphäre an Bord haben wesentlich zum Erfolg von SO-208 PLUMEFLUX beigetragen. Vor allem aber sind wir dankbar für den großartigen Einsatz bei der Lösung der unzähligen Probleme, die mit der Mobilisierung des Rockdrill II verbunden waren. Ihre Professionalität und stete Hilfsbereitschaft bei dem auf Leg 2 durchgeführten Alternativprogramm mit Dredgen, TV-Greifer und Multicorer hat sichergestellt, dass dieses Leg trotz des Scheitern des Rockdrilleinsatzes doch noch erfolgreich abgeschlossen werden konnte.

Asmus Petersen (GEOMAR) und Klaus Müller (Hatlapa) danken wir für ihr großes Engagement bei den Versuchen, das Rockdrill II zu mobilisieren. Ebenfalls sehr dankbar sind wir der Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe und der Reederei Laeisz für die Bereitstellung der mobilen Meteor-Frictionswinde und für gewährte Unterstützung bei der Vorbereitung der Winde auf SO-208. Das Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung stellte uns dankenswerterweise Schiffzeit von FS POLARSTERN für einen Test der Meteor-Frictionswinde zur Verfügung. Wir danken Kapitän

Pahl, Fahrleiter Saad el Naggat und der Besatzung der POLARSTERN für die Unterstützung bei diesem Testprogramm.

Den zuständigen Stellen in Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, und San Salvador danken wir für die Erteilung der Forschungsgenehmigungen in ihren Hoheitsgewässern und dem Auswärtigen Amt und den deutschen Botschaften für ihre Unterstützung in dieser Sache.

Scott White, Heinrich Villinger und Wilhelm Weinrebe haben uns bathymetrische Daten und Karten für SO-208 PLUMEFLUX zur Verfügung gestellt, die eine wichtige Grundlage für die Probenahme bildeten. Silke Hauff, Jan Sticklus und Mario Thöner danken wir für die Hilfe bei den analytischen Arbeiten.

Die Reederei "RF Forschungsschiffahrt GmbH" hat die Reisekosten für 2 Schüler übernommen, die an SO-208 Leg 1 im Rahmen eines Schülerprojektes teilgenommen haben. Den "Freunden und Förderer 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 Präparationsmikroskops Zeiss Stemi 2000.

### **Verzeichnis der Anlagen**

- Anlage 1: Vorabdruck der Arbeit Herbrich et al. (GSC, Leg 2)
- Anlage 2: Vorabdruck der Arbeit Herbrich et al. (Seamounts, Leg 1)
- Anlage 3: Vorabdruck der Arbeit Neuhaus und Sørensen
- Anlage 4: Vorabdruck der Arbeit Neuhaus
- Anlage 5: Bescheinigungen BSH und Pangaea

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart Abschlussbericht
3a. Titel des Berichts: SO-208 PLUMEFLUX: Ausbreitung von Galápagosplumematerial im äquatorialen Ostpazifik	
3b. Titel der Publikation	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) Hoernle, Kaj; Hauff, Folkmar; Werner, Reinhard; Herbrich, Antje; Neuhaus, Birger; Lüter, Carsten;	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31. August 2012
	6. Veröffentlichungsdatum
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n))	7. Form der Publikation Bericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)  GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel Gebäude Ostufer Wischhofstr. 1-3 24148 Kiel	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution -
	10. Förderkennzeichen *) 03G0208A
	11a. Seitenzahl Bericht 24 + Anlagen
	11b. Seitenzahl Publikation --
13. Fördernde Institution (Name, Adresse)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  53170 Bonn	12. Literaturangaben 53 (ohne Anlagen)
	14. Tabellen 0 (ohne Anlagen)
	15. Abbildungen 10 (ohne Anlagen)
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung SO-208 PLUMEFLUX umfasste vulkanologische, geochemische, geochronologische, und biologische Untersuchungen an Seamounts auf der Cocosplatte vor Nord-Costa Rica und Nicaragua sowie am Galápagos-Spreizungszentrum (GSC). Mit SO-208 PLUMEFLUX wurden frühere Untersuchungen (u.a. SO158) fortgesetzt und erweitert, um neue Informationen über die räumliche und zeitliche Ausbreitung von Galápagosplumematerial und die ostpazifische Benthosfauna zu erlangen. Einige der wichtigsten Ergebnisse sind: (1) Galápagos-Plumematerial wird nicht nur entlang des GSC und des East Pacific Rise transportiert, sondern migrierte auch an der Basis der Lithosphäre mindestens 800 km nach Norden. (2) In das westliche GSC wird seit 800 ka die nördliche Galápagos-Plumekomponente kontinuierlich eingespeist. (3) Galápagos-Plumematerial wird in großer Tiefe unter dem GSC hindurch transportiert. (4) Im Osten der 91° Transformstörung wird die zentrale Galápagos-Plumekomponente in das GSC eingespeist. (5) Die Transport der zentralen Galápagos-Plumekomponente erfolgt wahrscheinlich sowohl entlang der Rückenachse als auch an mehreren Lokalitäten lateral zum GSC. (6) Die geochemischen Anomalien an Seamounts auf und an dem GSC sind eher kurzlebige Phänomene. (7) SO-208 erbrachte weitere Hinweise auf explosive vulkanische Prozesse in der Tiefsee (>> 1.000 m Wassertiefe). (8) Der zentralamerikanische Ostpazifik weist eine Diversität von mindestens 32 Arten der meiobenthischen Kinorhyncha auf. (9) Seamounts scheinen nach den bisherigen Beobachtungen nicht als „Trittsteine“ für die Ausbreitung strikt bodenlebender Meiofauna zu dienen und untermeerische Rückenstrukturen scheinen keine Ausbreitungsbarriere für rein benthische Meiofauna darzustellen. (10) Im Untersuchungsgebiet lebende "karibische Arten" sind ein Hinweis auf das biogeographische Alter der pazifischen Populationen (Miozän und älter). (11) Der zentrale Ostpazifik ist ein "diversity hot spot" für die seltene Molluskengruppe der Tryblidia (Monoplacophora). (12) Die Tiefsee-Brachiopodenart <i>Pelagodiscus atlanticus</i> (Brachiopoda, Discinoidea) wurde zum ersten Mal für molekulare Untersuchungen gesammelt. (13) <i>Eucalathis</i> ist mit Abstand die häufigste Brachiopodengattung auf den untermeerischen Rücken und Seamounts der Tiefsee des Untersuchungsgebietes.	
19. Schlagwörter Pazifischer Ozean, Galápagos, Galápagos-Spreizungszentrum, Hotspot, Mantelplume, mittelozeanischer Rücken, Plume-Rücken-Wechselwirkungen, Seamounts, Vulkanismus, Biodiversität, Biogeographie	
20. Verlag	21. Preis --

\*) Auf das Förderkennzeichen des BMBF soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.

## Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. Type of Report Final Report
3a. Report Title SO-208 PLUMEFLUX: Propagation of Galápagos Plume Material in the Equatorial East Pacific	
3b. Title of Publication	
4a. Author(s) of the Report (Family Name, First Name(s)) Hoernle, Kaj; Hauff, Folkmar; Werner, Reinhard; Herbrich, Antje; Neuhaus, Birger; Lüter, Carsten;	5. End of Project August 31, 2012
4b. Author(s) of the Publication (Family Name, First Name(s))	6. Publication Date
8. Performing Organization(s) (Name, Address)  GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel Wischofstr. 1-3 24148 Kiel Germany	7. Form of Publication Report
13. Sponsoring Agency (Name, Address)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  53170 Bonn	9. Originator's Report No.
	10. Reference No. 03G0208A
	11a. No. of Pages Report 24 + Appendices
	11b. No. of Pages Publication --
	12. No. of References 53 (without appendices)
	14. No. of Tables 0 (without appendices)
	15. No. of Figures 10 (without appendices)
16. Supplementary Notes	
17. Presented at (Title, Place, Date)	
18. Abstract SO208 PLUMEFLUX comprised volcanological, geochemical, geochronological, and biological studies at seamounts on the Cocos Plate, formed at the East Pacific Rise but presently located off the coast of NW Costa Rica and Nicaragua, and at the Galápagos Spreading Center (GSC). SO-208 complemented and broadened previous studies (e.g., SO-158) to gain new information on the temporal and spatial propagation of Galápagos plume material and the diversity and the distributional patterns of the invertebrate communities in the East Pacific. Some of the most important results are: (1) Galápagos plume material flowed not only along the GSC and the East Pacific Rise by ridge suction, but also migrated at the base of the lithosphere at least 800 km to the north. (2) Material of the "Northern Galápagos Domain" has continuously been fed into the western GSC since 800 ka. (3) Pristine Galápagos plume material found at seamounts north of the GSC-axis requires an ultra deep, northward transport of plume mantle to bypass the GSC melt zone. (4) To the east of the 91° transform fault, material of the "Central Galápagos Domain" is fed in the GSC. (5) Transport of "Central Galápagos Domain" material takes place both along the GSC and at specific locations laterally towards the GSC. (6) Geochemical anomalies at seamounts on and adjacent to the GSC are rather short-lived phenomena. (7) SO-208 yielded further evidence for explosive volcanic processes in deep water conditions (>> 1,000 m water depth). (8) The Central American Pacific exhibits a diversity of at least 32 species of meiobenthic Kinorhyncha. (9) Current observations do not suggest that seamounts act as „stepping stones“ for the dispersal of strictly bottom-bound meiofauna, and submarine ridges do not seem to act as barriers for holobenthic meiofauna. (10) „Caribbean species“ living in the study area indicate the biogeographical age of the Pacific populations (Miozäne and older). (11) The central East Pacific represents a "diversity hot spot" for the rare mollusk taxon Tryblidia (Monoplacophora). (12) For the first time, the deep-sea brachiopod species <i>Pelagodiscus atlanticus</i> (Brachiopoda, Discinoidea) was collected for molecular investigation. (13) <i>Eucalathis</i> represents the most abundant genus of Brachiopoda on the submarine ridges and seamounts of the deep sea in the study area.	
19. Keywords Pacific Ocean, Galápagos, Galápagos or Cocos-Nazca spreading center, Hotspot, Mantle Plume, Mid-Ocean-Ridge, Plume-Ridge Interaction, Seamounts, Volcanism, Biodiversity, Biogeography	
20. Publisher	21. Price --