

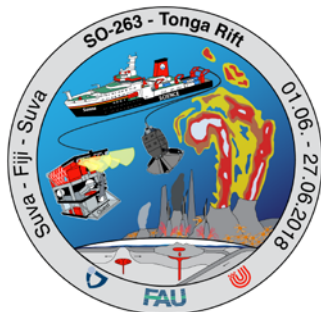


Forschungsschiff

SONNE

Reisen Nr. SO263 – SO265

01. 06. 2018 – 10. 10. 2018



**Magmatische Entwicklung der Kruste von Inselbögen und Back-arcs und
Implikationen für hydrothermale Austritte im NE Tonga Inselbogen**

SONNE-EMPEROR

**Die Plio/Pleistozäne bis Holozäne Entwicklung des pelagischen
Nordpazifiks von der Oberfläche bis zum Meeresboden –
Abschätzung seiner Rolle für die globale Kohlenstoffbilanz und das Erdklima**

SHATSKY EVOLUTION

Entwicklung des Shatsky-Rise Hotspotsystems

Herausgeber

Institut für Geologie Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 2364-3692



Forschungsschiff / Research Vessel

SONNE

Reisen / Cruises Nr. / No. SO263 – SO265

01. 06. 2018 – 10. 10. 2018



Magmatische Entwicklung der Kruste von Inselbögen und Back-arcs und Implikationen für hydrothermale Austritte im NE Tonga Inselbogen
Magmatic evolution of island arc and back-arc crust and implications for hydrothermal venting in the NE Tonga arc

SONNE-EMPEROR

Die Plio/Pleistozäne bis Holozäne Entwicklung des pelagischen Nordpazifiks von der Oberfläche bis zum Meeresboden – Abschätzung seiner Rolle für die globale Kohlenstoffbilanz und das Erdklima
The Plio/Pleistocene to Holocene development of the pelagic North Pacific from surface to depth – Assessing its role for the global carbon budget and Earth's climate

SHATSKY EVOLUTION

Entwicklung des Shatsky-Rise Hotspotsystems
Evolution of the Shatsky Rise Hotspot System

Herausgeber / Editor:

Institut für Geologie Universität Hamburg
 Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch / Sponsored by:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 2364-3692

Anschriften / *Addresses*

Prof. Dr. Karsten Haase
GeoZentrum Nordbayern
Universität Erlangen-Nürnberg
Schloßgarten 5
D-91054 Erlangen

Telefon: 09131-8522616
Telefax: 09131-8529295
e-mail: karsten.haase@fau.de

Prof. Dr. Dirk Nürnberg
GEOMAR Helmholtz-Zentrum
für Ozeanforschung Kiel
Wischhofsstr. 1-3
D-24148 Kiel

Telefon: +49-431-600-2313
Telefax: +49-431-600-2925
e-mail: dnuernberg@geomar.de

PD Dr. Jörg Geldmacher
GEOMAR Helmholtz-Zentrum
für Ozeanforschung Kiel
Wischhofsstr. 1-3
D-24148 Kiel

Telefon: +49-431-600-2260
Telefax: +49-431-600-2924
e-mail: jgeldmacher@geomar.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
Institut für Geologie
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
D-20146 Hamburg

Telefon: +49-40-428-38-3640
Telefax: +49-40-428-38-4644
e-mail: leitstelle@ifm.uni-hamburg.de
http: www.ldf.uni-hamburg.de

Reederei
Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG
Abt. Forschungsschifffahrt
Hafenstrasse 6d (Haus Singapore)
26789 Leer

Telefon: +49 491 92520 160
Telefax: +49 491 92520 169
e-mail: research@briese.de
http: www.briese.de

Projektträger Jülich
System Erde - Meeresforschung
Schweriner Straße 44
18069 Rostock

Telefon: +49-0381-20356-291
e-mail: ptj-mgs@fz-juelich.de
http: www.ptj.de/rostock

Forschungsschiff / *Research Vessel* SONNE

Vessel's general email address

sonne@sonne.briese-research.de

Crew's direct email address

n.name@sonne.briese-research.de

Scientific general email address

chiefscientist@sonne.briese-research.de

Scientific direct email address

n.name@sonne.briese-research.de

Each cruise participant will receive an e-mail address composed of the first letter of his first name and the full last name.

Günther Tietjen, for example, will receive the address:

g.tietjen@sonne.briese-research.de

Notation on VSAT service availability will be done by ship's management team / system operator.

- Data exchange ship/shore : on VSAT continuously / none VSAT every 15 minutes
- Maximum attachment size: on VSAT no limits / none VSAT 50 kB, extendable on request
- The system operator on board is responsible for the administration of all email addresses

Phone Bridge

(Iridium Open Port)

+881 623 457 308

(VSAT)

+44 203 6950710

SONNE Reisen /SONNE Cruises SO263 – SO265

01. 06. 2018 – 10. 10. 2018

**Magmatische Entwicklung der Kruste von Inselbögen und Back-arcs und
Implikationen für hydrothermale Austritte im NE Tonga Inselbogen**
Magmatic evolution of island arc and back-arc crust and implications for hydrothermal venting in the NE Tonga arc

SONNE EMPEROR

**Die Plio/Pleistozäne bis Holozäne Entwicklung des pelagischen
Nordpazifiks von der Oberfläche bis zum Meeresboden –
Abschätzung seiner Rolle für die globale Kohlenstoffbilanz und das Erdklima**
*The Plio/Pleistocene to Holocene development of the pelagic
North Pacific from surface to depth –
Assessing its role for the global carbon budget and Earth's climate*

SHATSKY EVOLUTION

Entwicklung des Shatsky-Rise Hotspotsystems
Evolution of the Shatsky Rise Hotspot System

Fahrt / Cruise SO263	01.06.2018 – 27.06.2018 Suva (Fiji) – nach Suva (Fiji) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Prof. Dr. K. Haase
Fahrt / Cruise SO264	30.06.2018 – 24.08.2018 Suva (Fiji) – Yokohama (Japan) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Dirk Nürnberg
Fahrt / Cruise SO265	27.08.2018 – 10.10.2018 Yokohama (Japan) – Kaohsiung (Taiwan) Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> : Dr. Jörg Geldmacher
Koordination / Coordination	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
Kapitän / Master SONNE	SO263 Oliver Meyer SO264 Oliver Meyer SO265 Lutz Mallon

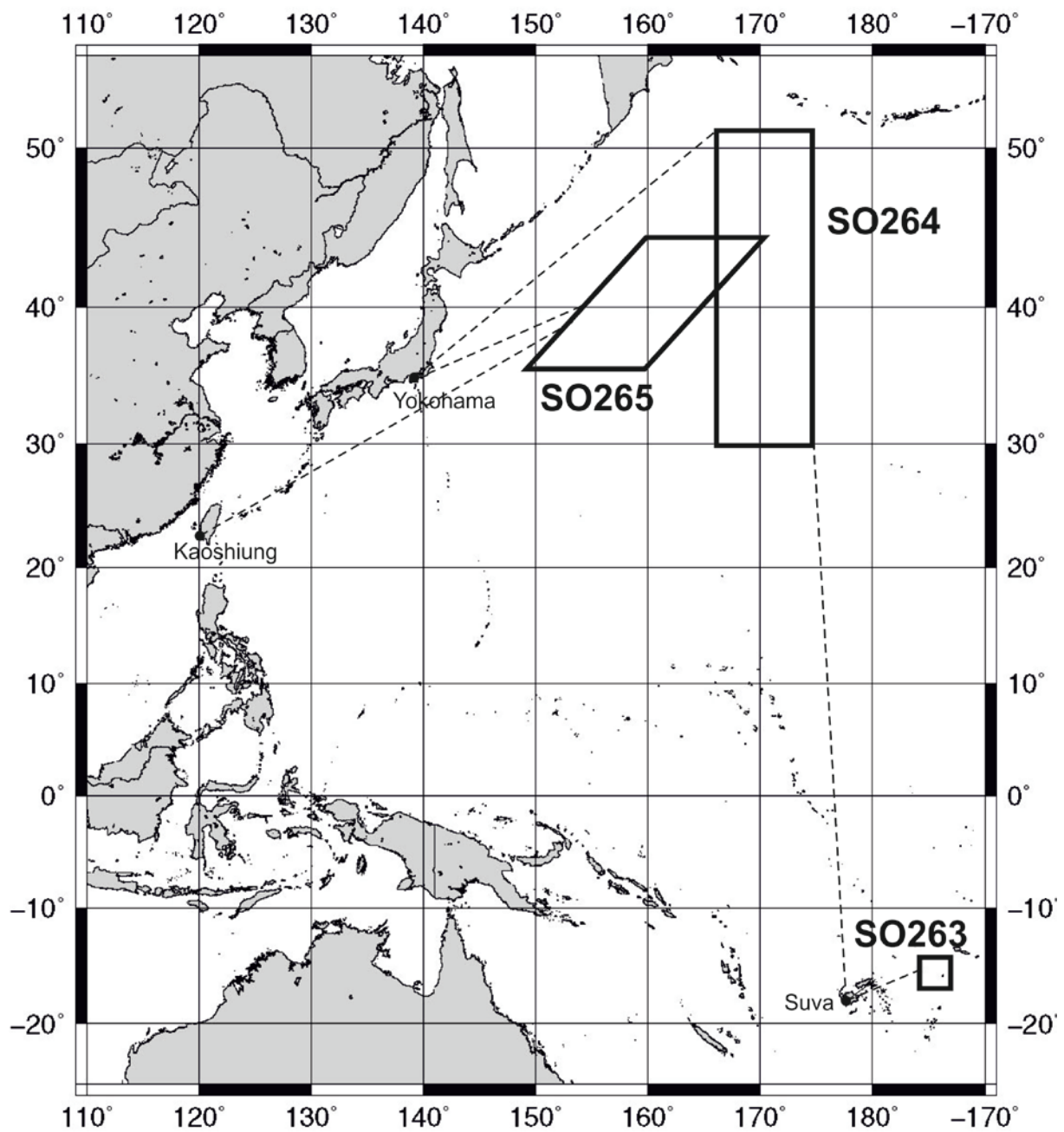


Abb. 1: Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der SONNE Expeditionen SO263 – SO265.

Fig. 1: Planned cruise tracks and working areas of SONNE cruises SO263 – SO265.

Übersicht**Cruise SO263**

Ozeanische Inselbögen zeigen eine Entwicklung mit verschiedenen tektonischen Phasen, die durch die Bildung und Eruption unterschiedlicher Magmen gekennzeichnet sind. Boninite haben eine ungewöhnliche chemische Zusammensetzung und treten offenbar typischerweise in der frühen Entwicklungsphase von Inselbögen auf, wobei sie sich bei der Aufschmelzung von sehr verarmtem Mantel bilden. Eines der Hauptziele der Ausfahrt SO263 ist die stratigraphische Beprobung von Krustenprofilen an Abschiebungen des NE Tonga Rückens und Lau Backarc Beckens, wo Boninite offenbar sehr häufig auftreten. Laven der nördlichen Tonga Inseln haben ungewöhnliche Zusammensetzungen, die eine starke Verarmung des Mantels und eine Anreicherung durch Fluide anzeigen, während Laven im Backarc teilweise einen Einfluss des Samoa Mantelplumes widerspiegeln. Der Vulkan Niutahi im Lau Backarc zeigt eine sehr ungewöhnliche Struktur und ist umgeben von jungen Lavaströmen und vulkanischen Rücken, die bis zum NE Lau Backarc Spreizungsrücken reichen, so dass hier die Magmenbildung und Mischungsprozesse vom Inselbogen bis zum Backarc untersucht werden können. Die Vulkane im Inselbogen und im Backarc in dieser Region werden beprobt, um die verschiedenen Mantelquellen zu definieren und die Dynamik und die Schmelzprozesse des Mantelkeils zu bestimmen. Die jungen Vulkane in dieser Region zeigen sehr verbreitete hydrothermale Aktivität sowie massive Entgasungsprozesse, die die genauere Untersuchung des Eintrags von magmatischen Volatilen und Metallen in die hydrothermalen Fluide und Präzipitate erlauben. Wir wollen diese verschiedenen Fluidaustritte beproben, um die Parameter des magmatischen Eintrags und der Wassertiefe auf die Fluide, die Ausfällungen und die Ventfauna zu bestimmen.

Synopsis**Cruise SO263**

Oceanic island arcs probably evolve through different tectonic stages that are marked by the formation and eruption of different magmatic rocks. Boninites have a peculiar geochemical composition reflecting partial melting of highly depleted mantle and are believed to be typical for the early stages of island arc evolution. One main objective of the cruise SO263 is sampling of shallow crustal profiles at the NE Tonga Ridge and Lau backarc basin where boninitic lavas appear to be very abundant in order to establish the stratigraphic situation of these boninites. Lavas from the N Tonga volcanic islands have unique compositions reflecting very strong depletion of the mantle wedge and re-enrichment by fluids from subducted seamount lavas, whereas some backarc lavas indicate influence of mantle plume material, possibly from Samoa. The Niutahi volcano is surrounded by young lava flows and volcanic ridges that reach to the NE Lau spreading centre and the abundant on- and off-axis lavas allow studying the magma generation and mixing processes from the arc front to the backarc. We will study the composition of the NE Tonga volcanoes to better define the different sources and the implications for mantle and melting dynamics in a subduction zone. The recently active volcanoes in the NE Lau backarc and NE Tonga arc show highly variable hydrothermal venting and thus offer a natural laboratory for the study of the effects of magma degassing on hydrothermal fluid and precipitate composition. We will sample different vents related to different magmatic structures in order to test models of the effects of varying magmatic volatile input and water depth on the fluids.

Fahrt SO264

Aufgrund seiner wesentlichen Bedeutung für das globale Klima erfordert der Nord (N) Pazifik eine verstärkte Beachtung. Unser FS SONNE-EMPEROR Fahrtvorschlag SO264 zielt auf die Emperor Seamount Kette im N Pazifik und wird paläozeanographische, paläoklimatische, chemisch-ozeanographische und marin-biologische Arbeiten integrativ zusammenführen, um zu einem prozessorientierten Verständnis der komplexen Rolle des N Pazifiks in Bezug auf die Steuerung des ozeanisch-atmosphärischen Gasaustausches auf erdgeschichtlichen Zeitskalen zu gelangen. In einem bislang einzigartigen Forschungsansatz sollen hochqualitative Sedimentkerne sowohl aus flachen als auch sehr großen Wassertiefen entlang der Emperor Seamount Kette über einen Bereich, der die subtropischen und subarktischen Klimazonen von $\sim 30^{\circ}\text{N}$ bis $\sim 50^{\circ}\text{N}$ umfasst, gewonnen werden. Unser vielfältiger methodischer Ansatz wird es erlauben, sowohl die langzeitliche plio/pleistozäne, als auch die kurzfristige holozäne ozeanographische und klimatische Entwicklung des landfernen N Pazifiks zu rekonstruieren, um insbesondere Aussagen zu den Wechselwirkungen zwischen den Oberflächen-, Zwischen- und Tiefenwassermassen, zu den Fernwirkungen zwischen Ozeanen und Hemisphären, zur Kryosphäre und zu den Austauschprozessen zwischen Ozean und Atmosphäre treffen zu können.

Fahrt SO265

Die Entstehung der großen, submarinen vulkanischen Plateaus in den Ozeanbecken ist immer noch weitgehend umstritten. Expedition SO265 hat zum Ziel, die Entwicklung des Shatsky-Rise im Nordwest Pazifik zu untersuchen. Es soll herausgefunden werden, ob dieses gewaltige Vulkanplateau allein durch außergewöhnliche Aktivität an einem Mittelozeanischen Rücken entstanden ist oder ob auch ein sogenannter Mantelplume (aus der Tiefe der Erde aufsteigendes, heißes Material) beteiligt war. Dies könnte

Cruise SO264

The North (N) Pacific increasingly attracts attention due to its prime role in shaping the Earth's climate. The RV SONNE-EMPEROR cruise proposal SO264 aiming at the Emperor Seamount Chain in the N Pacific will focus on scientific questions closely linking paleoceanographic, paleoclimatic, chemical-oceanographic, and marine biological studies in an integrated approach to advance the process-oriented understanding of the complex N Pacific's role for regulating ocean-atmosphere greenhouse gas exchanges prior to anthropogenic timescales. In a so far unique approach, we intend to recover high-quality sediment records from a broad meridional transect along the Emperor Seamount Chain in the N Pacific, spanning subtropical to subarctic ocean climate regimes from $\sim 30^{\circ}\text{N}$ to $\sim 50^{\circ}\text{N}$. Based on sediment cores retrieved from upper bathyal to mid-abyssal depths, our predominantly (isotope) geochemical proxy approach will shed light on the long-term Plio/Pleistocene to short-term Holocene oceanographic and climatic development of the pelagic N Pacific. The large suite of proxy data will allow us to yield a comprehensive understanding of the interdynamic development of surface, subsurface, and deep water masses, and will provide clues on atmosphere-ocean exchange processes, the evolution of the cryosphere, interhemispheric coupling, and inter-ocean exchange.

Cruise SO265

The origin of large igneous plateaus in the world's ocean basins is a subject of ongoing debate. Exp. SO265 focuses on the evolution of Shatsky Rise (Northwest Pacific) to investigate if this plateau was formed by unusually strong activity of a mid ocean ridge or with additional aid of a so-called mantle plume (upwelling hot material from the Earth's interior). Ultimately, the question shall be addressed if all large marine igneous plateaus were formed by interaction of mid ocean ridges with mantle

Aufschluss darüber geben, ob die Entstehung aller großen marinen Vulkanplateaus auf die Interaktion von Mittelozeanischen Rücken und Mantelplumes zurückgeführt werden kann. *plumes.*

Wissenschaftliches Programm

Projekt SO263 wird Modelle der magmatischen Entwicklung intraozeanischer Subduktionszonen überprüfen und dabei speziell die Rolle von Boniniten in diesen Milieus untersuchen. Außerdem werden in dem Projekt die Manteldynamik und Aufschmelzprozesse während des Übergangs vom Inselbogen zum Backarc Rifting untersucht. Die häufige hydrothermale Aktivität an unterschiedlichen Vulkansystemen erlaubt die Untersuchung der Variation der Fluide und der Ausfällungen in Abhängigkeit von magmatischen Prozessen und der Entwicklung des Ventings. Spezifische Hypothesen, die getestet werden sollen:

- Boninite sind Schmelzen eines Mantels, der extrem verarmt durch vorige Aufschmelzprozesse ist, die Basalte unterhalb der Boninite erzeugt haben. Diese älteren Laven sind an einer Spreizungsachse entstanden und treten oft als Gänge auf.
- Der Tongarücken wird vom NE Lau Spreizungszentrum (NELSC) geriftet, das offenbar Laven mit wenig Einfluss durch Subduktion eruptiert. Allerdings treten östlich der Spreizungsachse boninitische sowie dazitische und rhyolitische Laven auf, die z.T. nur 20 bis 25 km entfernt sind. Wir werden testen inwieweit sich Magmen zwischen den einzelnen Systemen mischen und wo ein Einfluss der Subduktion geochemisch zu bestimmen ist.
- Die nördlichsten bekannten Vulkane des Tonga Inselbogens Tafahi und Niuatoputapu bildeten sich aus sehr verarmtem Mantel und zeigen den Einfluss der Subduktion der Louisville Smt. Kette. Wir wollen testen, ob diese Komponente der subduzierten Platte auch die Vulkane weiter nördlich beeinflusst.
- Mehrere hydrothermale Plumes traten über dem flachen NELSC Segment bei 15°25'S auf und einer über dem Puipui

Scientific Programme

Project SO263 will help to test the current models of the evolution of intra oceanic subduction zones and specifically the role of boninites in such settings. Additionally, we will be able to study the mantle dynamics and melting processes during the transition from island arc to backarc rifting. The abundant hydrothermal activity will allow us to study the variations of fluid and precipitate compositions at different stages of venting. Specifically, we want to test the following hypotheses:

- Boninites represent melts of mantle that has been highly depleted by previous melting forming the basalts underlying the boninites. These older basalts were generated by adiabatic melting at a spreading axis and thus should also occur as dikes.
- The Tonga Ridge is rifted by the NE Lau Spreading Centre (NELSC) that apparently erupts lavas with a slight subduction input. However, east of the NELSC the lavas are boninitic at W Mata and dacitic to rhyolitic at Niuatahi volcano. These different magmas occur only 20 to 25 km apart but whether there is a transition between the different volcanic systems is unknown.
- The northernmost known arc volcanoes of Tafahi and Niuatoputapu formed from extremely depleted mantle and contain a distinct slab component from the subduction of the Louisville Seamount Chain. This slab component probably also affected other young arc volcanoes but nothing is known about the northernmost arc volcanoes.
- Several hydrothermal plumes existed above the shallow NELSC segment at 15°25'S and one of above the Puipui la-

Lavafeld reflektiert die vulkanische Eruption in 2008. Untersuchungen an diesem Segment sollen die Dynamik der magmatischen und hydrothermalen Prozesse an der Backarc Spreizungsachse zeigen und das Verhältnis der verschiedenen Prozesse beleuchten.

- Der Einfluss von Mantel aus dem Samoa Plume wurde für ältere Gesteine des nördlichen Tonga Rückens postuliert, aber die aktiven Vulkane zeigen solch einen Einfluss offenbar nicht. Wir wollen untersuchen, ob dieser Einfluss mit der Zeit abgenommen hat und ob die deutlichen isotopischen Signaturen des Samoa Plumes in den jungen Laven beobachtet werden können.
- Die südlichste Spitze des NELSC propagiert offenbar in die alte Kruste des Tonga Rückens und dabei entstehen offenbar Vulkane. Diese Strukturen werden wir untersuchen und klären, welche Magmen bei diesen frühesten Riftingprozessen entstehen und ob diese sich von den Backarc-Laven unterscheiden, z.B. durch niedrigere Aufschmelzgrade.
- Der Niuatahi Kegel und der Niua S Vulkan zeigen extreme Entgasung von Magmen und wir wollen den Einfluss der magmatischen Volatile in die Fluide untersuchen. Dagegen bilden die Niuatahi Caldera und die Niua N Vents Schwarze Raucher, die möglicherweise ein tieferes Magmareservoir anzeigen. Wir wollen die verschiedenen Laven, Fluide und Ausfällungen untersuchen, um die Variation der Stagnationstiefen der Magmen und ihren Einfluss auf die Hydrothermalsysteme zu testen.
- Die hydrothermalen Austritte im NE Lau Becken und Tonga Rücken zeigen eine große Variation in der Art der Aktivität und der Zusammensetzung vermutlich in Abhängigkeit vom geologischen Setting, von Nebengestein, von der Wassertiefe, vom Einfluss der subduzierten Platte auf den Gasgehalt der Magmen. Durch die Beprobung der verschiedenen Fluide wollen wir klären: (1) welchen Einfluss

va field reflects a volcanic eruption in 2008. Sampling and diving on this segment will yield insights into the dynamics of backarc spreading centres and the relation of hydrothermal activity to volcanic processes.

- *The influence of the Samoa mantle plume was suggested for older rocks dredged at the northern Tonga Ridge but the active volcanoes apparently do not show this component. We suggest that the influence of the Samoa plume mantle decreased with time and expect that the distinct radiogenic isotope and isotope compositions are not found in young lavas.*
- *The southernmost rift tip of the NELSC shows some apparently volcanic structures and we will sample these volcanoes in order to determine whether they show typical backarc signatures of whether they are more typical of early rift magmas, i.e. indicate lower degrees of partial melting.*
- *The Niuatahi cone and the Niua S volcanoes both show extreme degassing and thus a very high magmatic input into their hydrothermal systems. In contrast, the Niuatahi caldera and the Niua N vents form sulfide chimneys indicating a deeper magma reservoir. We suggest to study the lavas from the different volcanoes, the fluids, and the precipitates from the vents in order to determine the variations of magma stagnation depths and its relationship to the input of volatile elements.*
- *The known vent sites in the Northeast Lau Basin show a large variation with respect to the type of hydrothermal activity and composition due to geological settings, types of host rocks, range of water depth, and influence of subducting plate on gas content of magma. With sampling the suite of hydrothermal fluids from the different systems we would like to address the following points: (1) The*

die Umgebungsgesteine bei sonst gleichen Voraussetzungen (z.B. Tiefe) haben, (2) wie die zeitliche Entwicklung verläuft, (3) welchen Ursprung die chalcophilen Elemente in den Backarc Settings haben und (4) welchen Einfluss die Wassertiefe auf den volatilen Metallfluss hat.

- Die chemische Speziation der gelösten Metalle kontrolliert wesentlich die Löslichkeit und den Transport in der Lösung und bestimmt damit sowohl die biologische Nutzbarkeit und Toxizität als auch die Reaktionen der Mineralausfällungen. Daher wollen wir die Speziation in den verschiedenen Fluiden aus dem Arbeitsgebiet untersuchen, um die Prozesse des Metalltransports in solchen Systemen genauer zu erfassen.

influence of host rocks in otherwise similar settings (i.e., similar water depth, type of venting), (2) the temporal evolution, (3) the source of chalcophile elements in these different backarc settings, and (4) the impact of water depth on volatile metal fluxes.

- *As the chemical speciation of dissolved metals has a first order control on their solubility and transport in solution and, consequently, their bioavailability and toxicity as well as reactions leading to mineral precipitation the exact knowledge of metal speciation in the special fluids from that region is a prerequisite for understanding metal transport processes in such systems.*

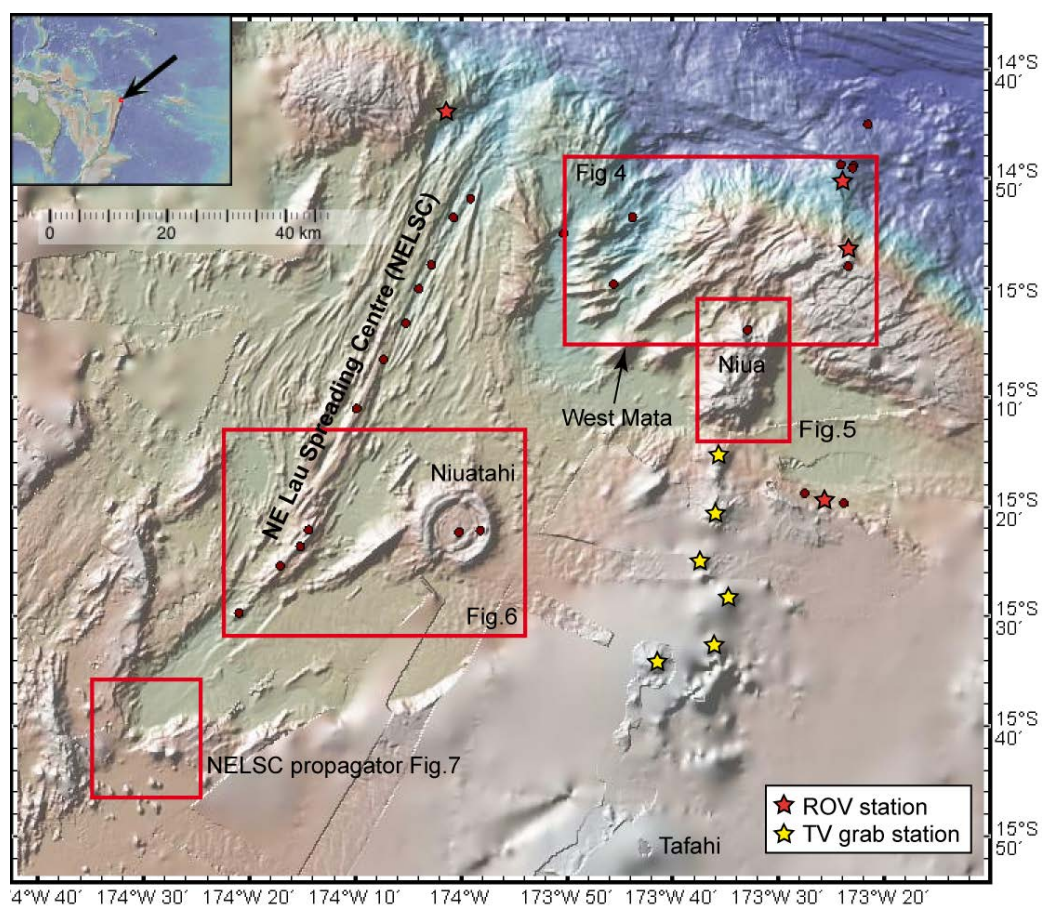


Abb. 2: Das Arbeitsgebiet der Ausfahrt SO263 im nördlichen Tonga Inselbogen und NE Lau Becken. Die roten Kästen zeigen die Hauptarbeitsgebiete.

Fig. 2: The working area of cruise SO263 in the northern Tonga arc and the NE Lau Basin. The red boxes show the main working areas.

Arbeitsprogramm

Mit dem ROV werden die hydrothermalen Austritte und vulkanischen Strukturen im Detail untersucht und Gesteine, Fluide und Präzipitate beprobt. Außerdem wird der TV Greifer zur Beprobung von Gesteinen und hydrothermalen Präzipitaten benutzt und das Stoßrohr für die Beprobung von frischen Laven am NELSC und anderen jungen Vulkangebieten. Die verschiedenen Untersuchungsgebiete sind in Fig. 1 gezeigt und umfassen die folgenden:

- Fünf ROV Profile sollen entlang von Störungszonen am Tonga Rücken durchgeführt werden, um die Stratigraphie der Laven in der oberen Kruste zu bestimmen, in der offenbar verbreitet Boninite auftreten. Wir planen, die relativen und absoluten Alter der verschiedenen Gesteinseinheiten zu bestimmen, um das Entstehungsmodell von ozeanischen Inselbögen des IBM zu testen. Die steilen Abschie-

Work Programme

The ROV will be used to study the hydrothermal vents and volcanic structures in detail and to take fluid and precipitate samples from selected vents and rock samples from lava units. Additionally we plan to use the TV grab to take samples of volcanic rocks and hydrothermal precipitates as well as the rock corer to sample the NELSC and other areas covered by fresh lava at high density. The different study areas of the suggested project are shown in Figure 1 and comprise the following:

- Five ROV profiles across fault scarps of the Tonga Ridge: An important aim of the project is the study of the composition and stratigraphy of the upper crust of the Tonga Ridge that apparently consists to a large extent of boninites. We intend to define the relative and absolute age of the different rock units in order to test the model of subduction zone evolution suggested from the IBM. The steep extension-

bungen im Tonga Rücken bieten bis zu 3 km hohe Aufschlüsse, die bisher nur gedredgt wurden und an denen die Lavastratigraphie bestimmt werden kann. Ein ähnlicher Ansatz funktionierte sehr gut während der SO229 in den Coriolis Troughs.

- Vier ROV Tauchgänge, CTD Stationen und TV Greifer-Einsätze sind an den jungen Vulkanen Niua N und S geplant, die offenbar die nördlichsten aktiven Vulkane des Tonga Inselbogens darstellen. An Niua N wurden bislang nur rhyolitische Laven beprobt und dort gibt es Hoch-T-Vents, während Niua S ebenfalls rhyolitische Proben lieferte und einen sehr aktiven S-reichen Fluidaustritt aufweist. Wir planen detaillierte Beprobung von vulkanischen Gesteinen sowie hydrothermalen Fluiden und Präzipitaten von diesen Strukturen, die neue Einblicke in die Unterschiede zwischen verschiedenen hydrothermalen und vulkanischen Prozessen an Inselbögen geben werden. Speziell werden wir die Verbindungen zwischen der Magmenentgasung und den hydrothermalen Fluiden untersuchen, um das Metallbudget der Fluide und der Präzipitate zu bestimmen.
 - Die Beprobung von verschiedenen submarinen Vulkanen südlich von Niua mit TV Greifer soll Aufschluss über die Zusammensetzung der Laven dort geben. Diese Vulkane sollten nach existierenden Modellen den Einfluss der subduzierten Louisville Seamountkette anzeigen.
 - Der Niuatahi Vulkan im Back-arc mit einer ungewöhnlich großen Caldera mit ca. 8 km Durchmesser sowie die damit verbundenen vulkanischen Rücken im Bereich des NELSC sollen untersucht werden. Ein junger Vulkan in der Caldera (Motutahi) zeigte einen aktiven S Austritt in 2008 und 2012 und wir planen mehrere ROV Tauchgänge, CTDs und TV Greifer-Einsätze, um diese Struktur detailliert zu beproben und die rezente Aktivität zu untersuchen. Die Schwefelaustritte an diesem Vulkan sind angereichert an volatilen
- al faults provide up to 3 km high outcrops where crustal rocks are exposed and the lava stratigraphy can be studied. A similar approach worked well, for example, during SO229 in the Coriolis Troughs.*
- *Four ROV dives, CTD stations and TV grab sampling at the Niua N and S volcanoes that are supposed to be the northernmost active volcanoes of the Tofua arc: Niua N consists of rhyolitic lavas and hosts high temperature sulfide chimneys whereas Niua S apparently consists of rhyolite and shows a very active sulfur pit. Detailed sampling of volcanic rocks, hydrothermal fluids and precipitates from these structures will yield new insights into the differences of hydrothermal and volcanic processes in island arcs. This will allow studying the link between magmas and hydrothermal fluids and the influence of the magmatic volatiles on the metal budget of the hydrothermal fluids and precipitates.*
 - *Sampling of volcanic structures of the northern Tonga arc south of Niua with several TV grab stations. Little is known about the composition of lavas from the northern Tonga arc north of Tafahi and thus we suggest mapping and sampling this region in order to better understand the distribution of the Louisville slab component.*
 - *Sampling of the Niuatahi volcano and the volcanic ridge connecting this volcano to the NELSC. Niuatahi cone (Motutahi) showed an actively degassing sulfur pit in 2008 and 2012 indicating it is active and we plan several ROV dives, CTDs and several TV grabs on this cone in order to sample it in more detail and study any recent activity. The sulfur flows observed at this volcano are enriched in volatile elements suggesting significant input of magmatic volatiles. Sampling of this structure will allow determining the tem-*

Elementen und zeigen den Austritt von magmatischen Volatilen. Die Beprobung dieser Struktur erlaubt Einblicke in die Entgasungsprozesse und den Fluss von Elementen vom Mantel in die Kruste und den Ozean. Außerdem planen wir Untersuchungen der Calderaränder, an der ältere Vulkanite aufgeschlossen sind, die Hinweise auf die frühe Entwicklung des Vulkans vor dem Einbruch der Caldera geben. Weitere Beprobung der Caldera und der jungen Lavaströme in der Umgebung ist mit dem TV Greifer und Stoßrohr vorgesehen. Mehrere junge vulkanische Rücken liegen zwischen der Back-arc-Spreizungsachse des NELSC und dem Niutahi Vulkan und auch diese Strukturen sollen beprobt werden, um den Magmentransport zwischen Back-arc Achse und Off-Axis Vulkan zu bestimmen.

- Am NELSC sind zwei hydrothermale Vent Sites bekannt, die 2008 aktiv waren und wir planen, eine dieser Gebiete mit dem ROV zu untersuchen, um die Entwicklung der Aktivität zu bestimmen. Wir erwarten, dass die Aktivität nachgelassen hat, nachdem das Venting in 2008 durch einen kurz vorher erfolgten Vulkanausbruch ausgelöst wurde.
- Der NELSC propagiert im Süden in die alte Kruste des Tonga Rückens und bathymetrische Karten zeigen hier verschiedene vulkanische Strukturen, die mit dem ROV und TV- Greifer untersucht und beprobt werden sollen. Damit sollen die Prozesse beim frühen Rifting eines Back-arcs bestimmt werden.

poral variations in degassing processes and flux of elements from the mantle to the crust and the ocean. Additionally, we plan one dive on one of the steep caldera walls in order to sample the volcano stratigraphically and determine its magmatic evolution. Additional sampling of the caldera and the young lava flows surrounding the volcano will be done by TV grabs. The about 20 km long NE-SW striking ridge between Niutahi and NELSC will be sampled by TV grab and rock corer in order to determine the compositional variation of the lavas.

- *Detailed sampling of the southern NELSC by rock corer and study of the two sites with hot hydrothermal venting in 2008 on the NELSC using the ROV with two dives. We expect to find diminished hydrothermal activity unless new volcanic activity occurred on this segment.*
- *We plan one ROV dive at the volcanic structure in the southernmost rift tip of the NELSC (Fig. 7) and several TV grabs on the small seamounts in that area. Apparently, the NELSC is propagating into the older crust of the Tonga Ridge and thus we expect the magmas in this region to be different from those of the NELSC further north. The small volcanic seamounts further south probably represent a transition between the NELSC and the Fonualei Ridge.*

Auslaufen von Suva (Fidschi) am 01.06.2018
Departure from Suva (Fiji) 01.06.2018

Tage/days

Transit zum Arbeitsgebiet / *Transit to working area*

2 Tage

Volcanic and hydrothermal structures at Niua N	15°04.9'S, 173°33.3'W, 770 m	3 ROV dives 5 TV grabs 3 CTD stations Transit in area	36 h 15 h 12 h 1 h
Niua volcano	15°08.5'S, 173°33.5'W ca. 1000 m	4 TV grabs Mapping	48 h 2 h
Volcanic and hydrothermal structures at Niua S	15°10.0'S, 173°34.5'W, 1150 m	3 ROV dives 4 TV grabs 2 CTD station Transit in area	36 h 12 h 8 h 6 h
Fault scarp in Tonga Ridge, site of dredges Mel96 115 and Nat84 D5 with boninite	15°20'S, 173°24'W, 2400 to 1600 m	Mapping 1 ROV dive	3 h 12 h
Fault scarp in Tonga Ridge, site of dredges Mel96 119 with boninite	14°54'S, 173°50'W 3000 to 1500 m	Mapping 1 ROV dive Transit in area	3 h 12 h 2 h
Fault scarp in Tonga Ridge at northern tip of NELSC	14°46'S 174°03'W 3500 m to 1500 m	Mapping 1 ROV dive Transit in area	3 h 12 h 2 h
Fault scarp in Tonga Ridge at northern Tonga Trench wall,	14°49'S 173°23'W 4000 m to 2000 m	Mapping 1 ROV dive Transit in area	3 h 12 h 3 h
sites of dredges Nat84 D4 with adakites and gabbros			
Volcanic structures of Tonga arc between Niua and Tafahi		8 TV grabs Mapping	24 h 6 h
Niutahi volcano (Volcano O),	15°23'S 174°00'W	Mapping 4 ROV dives	2 h 48 h
sampling of the caldera walls and of the young cone	1600 1500 m	5 TV grabs 3 CTD stations	15 h 12 h
Motutahi		Transit in area	4 h

Volcanic rige between Niuatahi and NELSC	15°24'S 174°10'W 1700 m	4 TV grabs 6 rock corer	12 h 18 h
Southern segment of NELSC near Maka	19°50'S 170°16.5'W 3300 m to 1000 m	Mapping 4 TV grabs 2 ROV dives 10 Rock corer stations 3 CTD stations Transit in area	4 h 12 h 24 h 30 h 12 h 6 h
Southern rift tip of NELSC propagating into Tonga Ridge	15°41'S 174°31'W 2600 - 1800 m	Mapping 6 TV grabs 2 ROV dives 4 Rock corer stations 1 CTD station Transit in area	6 h 18 h 24 h 8 h 4 h 2 h
Transit zum Hafen Suva (Fidschi) <i>Transit to port Suva (Fiji)</i>			2 Tage
		Total	27
Einlaufen in Suva (Fidschi) am 27.06.2018 <i>Arrival in Suva (Fiji) 27.06.2018</i>			

Wissenschaftliches Programm

SONNE-EMPEROR wird sich auf die Erstellung eines neuen paläozeanographischen Nord-Süd-gerichteten Referenz-Transektes entlang der **Emperor Seamount Chain** im N-Pazifik konzentrieren. Unser Ansatz geht erstmalig über frühere Studien hinaus, die nur auf isolierte Standorte in dieser Region fokussierten. Wir werden Proxy-Zeitserien systematisch kompilieren, um die physikalische und chemische Paläozeanographie des N Pazifiks zwischen $\sim 30^\circ\text{N}$ und $\sim 50^\circ\text{N}$ zu rekonstruieren. Dieser Transekt quert wichtige ozeanographische und klimatische Besonderheiten, darunter die Kuroshio Extension, die Kuroshio Bifurkation, die Subarktische Grenzlinie und die Subarktische Front (Abb. 03-1). Unser Ansatz wird es uns ermöglichen, sowohl zeitliche als auch räumliche Veränderungen in den pelagischen subtropischen und subarktischen N-pazifischen Wirbeln im Bereich der ozeanischen Deckschicht und in größeren Wassertiefen auf Zeitskalen von Jahrmillionen bis zu Jahrtausenden zu bestimmen. SONNE-EMPEROR wird damit ein dynamisches und dreidimensionales Verständnis der langfristigen Entwicklung von Klimazuständen und ihrer Kopplung sowohl zum regionalen Pazifik als auch zum Südpazifik und zum atlantischen Großklima und Ozeanzirkulationsmuster ermöglichen.

Ein wesentlicher Bestandteil wird die Entwicklung von Klimaproxy-Zeitreihen aus den weitgehend unerforschten küstenfernen Regionen des N Pazifiks sein - mit neuen, quantitativen paläozeanographischen und -klimatologischen Ansätzen. Da derartige Zeitreihen von landnahen Prozessen weitgehend unbeeinflusst sind, werden sie für die Beurteilung von Ozean-Klima-Modellen zuverlässiger sein - obwohl von nur geringerer zeitlicher Auflösung. Damit werden wir zu einem besseren Verständnis der langfristigen Entwicklung von Klimazuständen im N Pazifik und ihren Kopplungen zu regionalen und überregionalen Klimaveränderungen beitragen.

Scientific Programme

SONNE-EMPEROR will focus on establishing a new paleoceanographic north - south reference transect along the **Emperor Seamount Chain** in the N Pacific. Our approach for the first time progresses beyond previous studies of single isolated sites in this region, as we will systematically compile and study proxydata timeseries to reconstruct the physical and chemical paleoceanography of the N Pacific between $\sim 30^\circ\text{N}$ and $\sim 50^\circ\text{N}$. This transect will cross major oceanographic and climatic features, comprising the Kuroshio Extension, the Kuroshio Bifurcation Front, the Subarctic Boundary, and the Subarctic Front (Fig. 03-1). Our approach will allow us to decipher both temporal and spatial variations in the pelagic N Pacific Subtropical and Subarctic Gyres at surface, subsurface, and deep level on millennial to orbital timescales. Hence, SONNE-EMPEROR will enable a dynamic and three-dimensional understanding of the long-term evolution of climate modes and their linkages not only to regional N Pacific, but also to S Pacific and Atlantic large-scale climate and ocean circulation patterns.

An integral part of SONNE-EMPEROR will be the development of climate proxy timeseries from the so far largely unexplored offshore, pelagic N Pacific ocean areas with new, quantitative paleoceanographic and paleoclimatological methods. As such records will be rather unaffected by land-near processes – although being of lesser temporal resolution - they will be more reliable for ocean climate model assessment. Thus, we will contribute to a much improved understanding of the long-term evolution of climate modes and their linkage to regional N Pacific and large-scale variability.

Wir werden spannende und vieldiskutierte Hypothesen zur Rolle des N Pazifiks im Hinblick auf folgende Themen ansprechen:

Entwicklung der subarktischen N-pazifischen Oberflächenschichtung: Auswirkungen auf das CO₂-Gleichgewicht zwischen Ozean und Atmosphäre auf orbitalen-tausendjährigen Zeitskalen

Breiten- und Zeitveränderungen in der biogenen Exportproduktion sowie die Grenzen und Effizienz der Nährstoffnutzung sollen abgeschätzt werden, die in hohen Breiten die Stärke der "biologischen Kohlenstoffpumpe" maßgeblich bestimmen. Um die Mechanismen zu identifizieren, die Veränderungen der Wassermassenstruktur und der biologischen Produktivität sowie deren „Timing“ steuern, werden wir eine Multi-Proxy-Studie der deglazialen Umweltveränderungen bei höchstmöglicher zeitlicher Auflösung durchführen. Insbesondere auf orbitalen Zeitskalen werden wir die Wechselwirkung zwischen dem N Pazifik, dem äquatorialen Pazifik und dem S Pazifik sowie die interhemisphärischen Beziehungen untersuchen. Wir werden unser Untersuchungsgebiet lateral erweitern, indem wir die Sedimentkerne der SO202 INOPEX Reise hinzuziehen (Gersonde et al., 2012, Rep. Polar Mar. Res. 643), aber auch die der SO225 MANIHIKI (tropischer W Pazifik) und SO213 SOPATRA-Projekte (S Pazifik) der Antragsteller. Wir werden dabei auf die vertikale Variabilität der Nährstoffverteilung und des Nährstoffverbrauchs und seine Beziehung zur Wassermassenstruktur der oberen Deckschicht eingehen. Die Rolle der Beringstraßen-Öffnung vor ~11 ka BP soll hier betrachtet werden.

Entwicklung der N pazifischen Subtropischen und Subarktischen Gyren

Wir beabsichtigen, die subtropische bis subarktische N-pazifische Thermokline und Pycnocline auf plio/pleistozänen bis holozänen Zeitskalen und deren Reaktion auf globale und regionale Veränderungen in Klima und Ozeanographie zu rekonstruieren. Die Wechselwirkungen zwischen dem subarkti-

We will address exciting and highly debated hypotheses on the role of the N Pacific concerning the following themes:

Development of Subarctic N Pacific Surface Stratification: Effects on Ocean - Atmosphere CO₂ Balance over Orbital to Millennial Timescales

We intend to assess latitudinal and temporal changes in biogenic export production, and the limits and efficiency of nutrient utilization, which determine to a large extent the strength of the “biological carbon pump” at high latitudes. To resolve the mechanisms driving changes in water mass structure and biological productivity and their timing, we will carry out a detailed multi-proxy study of deglacial environmental change at highest possible temporal resolution, but will also expand our studies to orbital timescales. In particular on orbital timescales, we will study the interaction between N Pacific, the equatorial Pacific, and S Pacific oceans, as well as the interhemispheric relationships. We will expand our study area laterally by considering the INOPEX SO202 sediment records (Gersonde et al., 2012, Rep. Polar Mar. Res. 643), but also the proxy records produced within the framework of the applicant’s BMBF-funded MANIHIKI (tropical W Pacific, SO225) and SOPATRA projects (S Pacific, SO213). We will further address the vertical variability in nutrient distribution and consumption and its relation to the upper ocean water mass structure. We intend to assess whether the opening of the Bering Strait at ~11 ka BP affected N Pacific ocean stratification.

Development of the N Pacific Subtropical and Subarctic Gyres

We intend to reconstruct the subtropical to subarctic N Pacific upper ocean thermocline and pycnocline on Plio/Pleistocene to Holocene timescales, and the response to global and regional changes in climate and oceanography. We will decipher the interaction between the subarctic and subtropical gyres,

schen und dem subtropischen Wirbel sowie die Veränderlichkeit und Funktionsweise des gegenwärtigen Kuroshio/Alaska Stromsystems und dessen Auswirkungen auf Meereis und Eisbergdynamik sollen betrachtet werden. Da Ursachen und Konsequenzen vergangener wärmerer interglazialer Phasen in der N-pazifischen Meerestemperatur-Variabilität noch weitgehend ungeklärt sind (Max et al., 2012, *Paleoceanogr.* 27, doi:10.1029/2012PA002292; Max et al., 2014, *Geology* 41(10), doi:10.1130/G35879.1), werden wir die räumliche Abdeckung der Emperor Seamount Chain mit hochqualitativen Sedimentarchiven verbessern und uns auf Phasen der Erdgeschichte konzentrieren, die wärmer waren als heute (frühes Holozän, MIS 5.5, MIS 11).

Die Rolle der pazifischen meridionalen Umwälzzirkulation im globalen Klimasystem

Es ist nicht bekannt, ob die dichten Oberflächenwassermassen im N-Pazifik bis in die Zwischen- oder Tiefenwasserstocke vordringen und wie regional variabel solche Prozesse in der Vergangenheit waren. Eine Informationslücke besteht insbesondere bei 1000-3200 m Wassertiefe. Die Wassermassen unterhalb von 3000 m wurden zumindest nie belüftet (Keigwin, 1998, *Paleoceanogr.* 13). Diesem Problem soll mit neuen Sedimentarchiven aus Tiefen von <2000 bis ~5000 m und einem kombinierten Ansatz von benthischen $\delta^{13}\text{C}$ - und Nd-Isotopen (ϵNd)-Rekonstruktionen begegnet werden, um die regionale/vertikale zeitliche Variabilität der tiefen und intermediären Ventilation auf geologischen Zeitskalen und die Beziehung zu entsprechenden Prozessen im Ochotskischen Meer und in der Beringsee (vgl. Bubenshchikova et al., 2015, *Mar. Micropal.* 121, doi:10.1016/j.marmicro.2015.09.004.; Max et al., 2016, *Paleoceanogr.* 32, doi: 10.1002/2016PA002994) zu entschlüsseln. Wir werden uns weiterhin mit den Ozean-Atmosphäre-Fernwirkungen zwischen N-Pazifik und Atlantik befassen.

Interozeanische Tele-Verbindungen im Pazifik - der Ozeantunnel

*and the changeability and mode of functioning of the Kuroshio and Alaska current system and its effect on sea ice and iceberg dynamics. As the causes and consequences of past warmer-than-present interglacial phases in N Pacific SST variability remained largely unexplained (Max et al., 2012; *Paleoceanogr.* 27, doi:10.1029/2012PA002292; Max et al., 2014, *Geology* 41(10), doi:10.1130/G35879.1), we will enhance the still limited spatial coverage of high-quality sediment archives from the Emperor Seamount Chain and focus on intervals in Earth's history that were warmer than today (early Holocene, MIS 5.5, MIS 11).*

The Role of the Pacific Meridional Overturning Circulation in the Global Climate System

*It is still unknown whether the dense surface water masses in the N Pacific penetrated to the intermediate or the deep-water level during the past and how regionally variable such processes were. So far, there is a gap in information between 1000 m and 3200 m water depth. The water masses below 3000 m experienced no ventilation (Keigwin, 1998, *Paleoceanogr.* 13). We plan to solve this problem with new sediment records from great depths (from <2000 to ~5000 m water depth) and by using a combined approach of benthic $\delta^{13}\text{C}$ and Nd isotope (ϵNd) reconstructions in order to decipher the regional/vertical temporal variability of deep and intermediate water ventilation on millennial to orbital timescales, and the relation to according processes in the Okhotsk and Bering seas (cf. Bubenshchikova et al., 2015, *Mar. Micropal.* 121, doi:10.1016/j.marmicro.2015.09.004.; Max et al., 2016, *Paleoceanogr.* 32, doi: 10.1002/2016PA002994). We will further address questions regarding the ocean-atmosphere teleconnections between the N Pacific and the Atlantic oceans.*

Subsurface Inter-Oceanic Teleconnections in the Pacific – the Ocean Tunnel

Die Art und Weise, wie und ob der „subsurface“ Wassermassenaustausch zwischen subtropischen und tropischen Ozeanregionen stattfindet, ist weiterhin umstritten. Die ozeanographischen Details eines solchen Wassermassenaustausches und deren Wege, als "Ozeantunnel" beschrieben, erfordern weitere Belege. Paläozeanographische Studien konnten zeigen, dass Proxy-Parameter (z.B. ϵNd , Foraminiferen-Spurenelemente) empfindlich genug zu sein scheinen, um einen derartigen Wassermassenaustausch über geologische Zeiträume nachzuweisen. Weitere Modell- und Proxy-Studien sind jedoch erforderlich, um beurteilen zu können, ob die kleinskaligen Anomalien innerhalb der Thermokline (z.B. Temperatur, Salzgehalt, Nährstoffkonzentration, Belüftung, Isotopensignatur) über lange Distanzen aufrechterhalten bleiben und ob die Ausmaße solcher Anomalien signifikant genug sind, um das gekoppelte Ozean-Atmosphären-System nachhaltig zu beeinflussen. Wir sind zuversichtlich, dass wir die ausgeprägten langfristigen plio/pleistozänen Veränderungen der Temperatur und des Salzgehaltes im „subsurface“-Bereich des äquatorialen W Pazifiks (vgl. Raddatz et al., 2016, *Paleo3* 471, [dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.01.024](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.01.024); basierend auf Proxy-Ergebnissen aus dem SO225 MANIHIKI Projekt der Antragsteller) entweder im S- oder im N-Pazifik wiedererkennen können.

Düngung des pelagischen N-Pazifiks - atmosphärische vs. ozeanische Mikronährstoffquellen über die Zeit

Der Transport von für die Bioproduktivität des pelagischen N Pazifiks benötigtem Eisen durch atmosphärischen Staub wird als wichtigster Prozess angesehen, um der Mikronährstofflimitierung während der Eiszeiten entgegenzuwirken. Die Simulation von eiszeitlicher Staubablagerung und deren Quellregionen für die N-Pazifik-Region (Mahowald et al., 1999, *J. Geophys. Res.* 104) änderte die Ansichten über die Rolle des äolisch herangeführten Staubs für die Ozeandüngung in hohen Breiten. Eine systematische Proxy-Studie über die zeitliche und räumliche Variabilität des äolischen Staub-

*The manner in which the subsurface water mass exchange between subtropical and tropical ocean areas takes place is still a matter of debate. In particular, the oceanographic details of such flow and the pathways of flow, likewise termed as „ocean tunnel“, need to be determined. Paleoceanographic studies so far showed that the proxy parameters at hand (e.g., ϵNd , foraminiferal trace elements) appear to be sensitive enough to trace such flow through geologic time. In this respect, further modeling and proxy studies are needed to assess whether the small-scale anomalies in thermocline water mass properties (e.g., temperature, salinity, nutrient concentration, ventilation, isotopic signature) can be maintained over long distances, and whether the magnitudes of such anomalies are significant enough to affect the coupled ocean-atmosphere system. We are positive that we may relate the pronounced long-term Plio-/Pleistocene changes in subsurface temperature, salinity, and thermocline depth in the equatorial W Pacific (cf. Raddatz et al., 2016, *Paleo3* 471, [dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.01.024](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.01.024) – based on proxy results from the applicant's BMBF-funded project SO225 MANIHIKI) – to either the S or the N Pacific area.*

Fertilising the Pelagic N Pacific – Atmospheric vs. Oceanic Micronutrient Sources through Time

*Conventionally, transport of critically needed iron to the pelagic N Pacific by atmospheric dust is regarded as principal mechanism to relieve the upper ocean of micronutrient limitation during glacial times. The simulation of Last Glacial Maximum dust deposition and dust sources for the N Pacific region (Mahowald et al., 1999, *J. Geophys. Res.* 104) changed the views on the role of eolian dust for ocean fertilization during cool climates. A systematic proxy study on the temporal and spatial variability of eolian dust contribution to the N Pacific comprising areas within the Subtropical and*

eintrages in den N-Pazifik, inklusive der subtropischen und subarktischen Wirbel, fehlt bislang. Unser N-S-orientiertes Kerntransekt wird es erlauben, Fragen bezüglich der äolischen Staubablagerung, seiner zeitlichen und räumlichen Variabilität als Reaktion auf Änderungen der atmosphärischen Zirkulation (Westwind Drift, siehe Abb. 03-1) und der Ausbreitung des Meereises und dessen Auswirkung auf die marine Produktivität anzugehen. Insbesondere scheint der Eintrag äolischen Staubes aus NE-Asien, die Verschiebung der Haupttransportbahnen auf glazialen/interglazialen Zeitskalen und die Bedeutung der äolischen Fe-Düngung für die Primärproduktivität und die Kohlenstoffexporteffizienz wichtig. Unsere Arbeiten werden zudem die zeitliche Veränderlichkeit und Stärke des aleutischen Tiefdrucksystems in Bezug auf die sibirische Hochdruckzelle und globale Zirkulationsmuster beleuchten.

Subarctic gyres, however, is still missing. Our planned N-S-oriented core transect will allow to address issues concerning eolian dust deposition, its temporal and spatial variability in response to changes in atmospheric circulation (Westwind Drift, see Fig. 03-1) and sea ice distribution, and its effect on marine productivity. In particular, we will focus on eolian dust contribution from NE Asia, the shift of the main dust trajectory on glacial/interglacial timescales, and the importance of eolian Fe-fertilization for primary productivity and carbon export efficiency. These studies will also shed light on the temporal change and strength of the Aleutian Low Pressure System in relation to the Siberian High Pressure Cell and global circulation patterns.

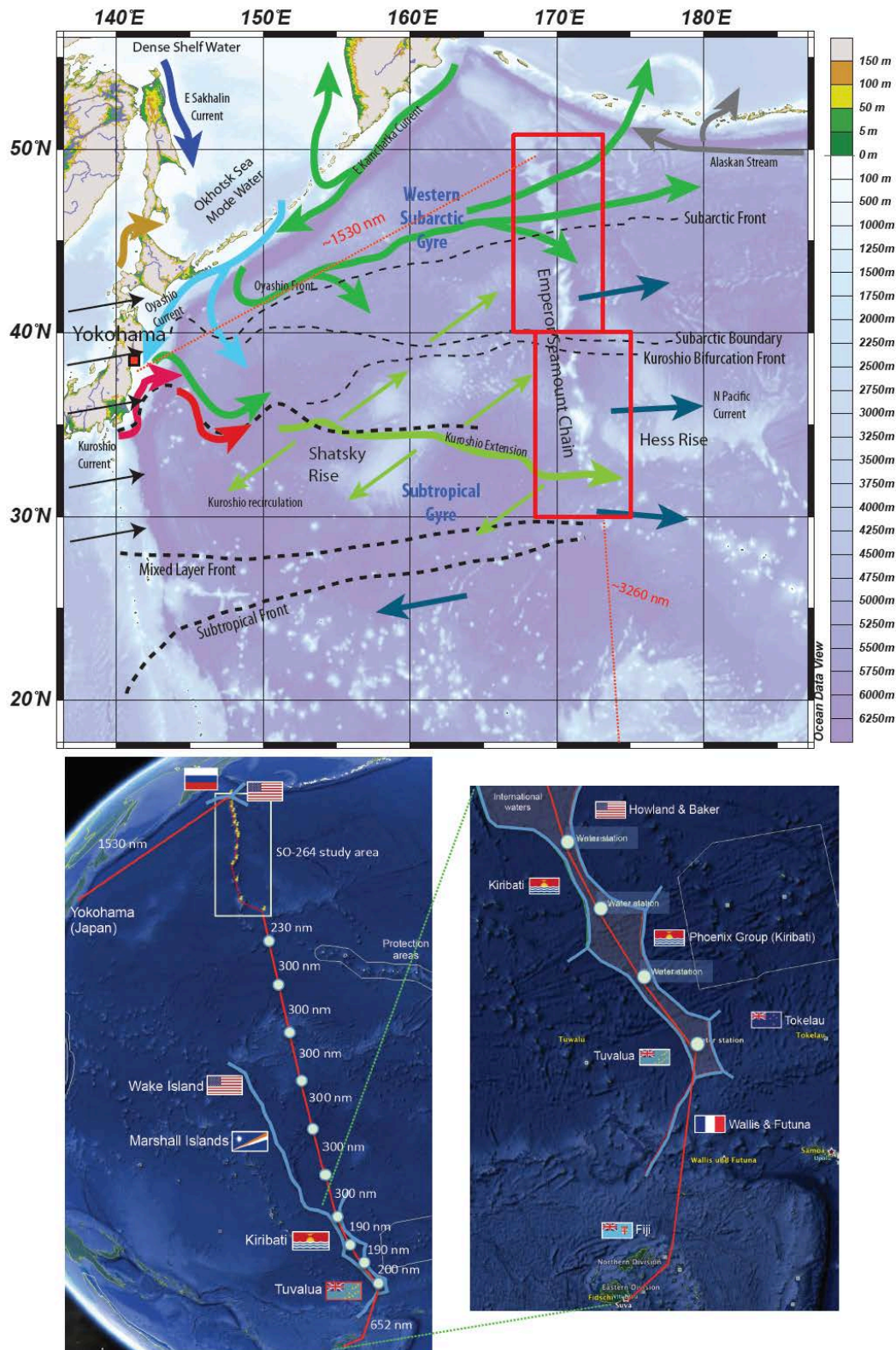


Abb. 03: Bathymetrische Karte des N Pazifiks mit dem geplanten SO264-Arbeitsgebiet und den wichtigsten ozeanographischen und atmosphärischen Merkmalen: Der N-Pazifik wird durch große, jahreszeitlich variierende Zirkulationsmuster, den subpolaren und subtropischen Wirbeln charakterisiert. Der subtropische Wirbel besteht aus dem westlichen Randstrom des Kuroshio-Stromsystems (hellgrün), dem nach Osten gerichteten N-Pazifik-Strom im nördlichen Teil des subtropischen Wirbels (blau), dem südwärts gerichteten Kalifornienstrom und dem Nordäquatorialstrom, der auf der Südseite des Wirbels nach Westen fließt. Nördlich davon bei ~40°N im SO264-Arbeitsgebiet und durch die subarktische Front abgegrenzt schließt sich der subpolare Wirbel an, der den nach Osten gerichteten N-

Pazifik-Strom gemeinsam mit dem subtropischen Wirbel hat. An der östlichen Grenze fließen Kalifornien- und Alaskastromsysteme (dunkelgrau) nach Norden und Westen und wechseln in die südwärts gerichteten Oyashio (hellblau) und Ostkamtschatka (grün) Stromsysteme. Die subarktische (oder subpolare) Front bildet eine scharfe Demarkation zwischen den Gyren, die auftreibende nährstoffreiche und produktive Oberflächenwassermassen im Norden von hauptsächlich nach unten gerichteten, nährstoffarmen Oberflächenwassermassen im Süden (schattierte Gebiete) trennt. Schwarze Pfeile markieren Westwinde im N-Pazifik. Unten links: Bathymetrische Karte (Google Earth), die die gesamte SO264-Fahrtroute zeigt, beginnend in Suva (Fidschi) und endend in Yokohama (Japan). Hellblaue Punkte stellen Wasserprobenstationen dar, die für den Transit von Suva zum ersten Arbeitsgebiet (mit Angaben zu den Abständen) vorgesehen sind. Die hellblaue Linie markiert die EEZ-Grenzen. Der weiße Rahmen markiert das SO264-Arbeitsgebiet. Unten rechts: Ausschnitt der unteren linken Grafik, die einen schmalen Streifen internationaler Gewässer zeigt, wo Wassersäulenbeprobungen (hellblaue Punkte) durchgeführt werden.

Fig. 03: *Bathymetric chart of the N Pacific showing the envisaged SO264 study area. Major features of N Pacific oceanographic and atmospheric patterns are outlined: The N Pacific is characterized by large, seasonally varying circulation patterns, the N Pacific subpolar and the subtropical gyres. The N Pacific subtropical gyre consists of the western boundary current system of the Kuroshio Current (light green), the eastward directed N Pacific Current at the northern part of the Subtropical Gyre (blue), the California Current heading southward (not shown), and the North Equatorial Current, which flows westward on the south side of the gyre (not shown). North of it at ~40°N in our study area and separated by the Subarctic Front, the N Pacific Subpolar Gyre is adjoined, having the eastward directed N Pacific Current in common with the Subtropical Gyre. At the eastern boundary, the California and Alaska currents (dark gray) flow north and westward, changing over into the southward-bound Oyashio (light blue) and E Kamtschatka currents (green). The Subarctic (or Subpolar) Front is a sharp demarcation between gyres, being present all across the N Pacific and separating upwelled nutrient-rich and productive surface waters to the north from mainly downwelled nutrient-poor surface waters to the south (shaded areas). Black arrows at left margin mark Westerly Wind storm tracks in the N Pacific. Lower left: Bathymetric chart (GoogleEarth) showing entire cruise track of SO264, starting at Suva (Fiji) and ending at Yokohama (Japan). Light blue dots represent water sampling stations planned for the transit from Suva to the first working area with approximate distances in between. Light blue line mark EEZ boundaries. White frame marks SO264 study area. Lower right: Exaggeration from lower left chart, showing a narrow stripe of international waters where water column studies (light blue dots) will be accomplished.*

Arbeitsprogramm

Das SO264-Arbeitsgebiet im N-Pazifik befindet sich bei ~33°N bis ~51°N und ~167°E bis ~174°W in internationalen Gewässern. Insgesamt sind ca. 38 Arbeitstage für die wissenschaftlichen Arbeiten vorgesehen (einschließlich zeitaufwendiger bathymetrischer Kartierungen und Sedimentecholot-Profilierungen, Sedimentgewinnung und Probenahme der Wassersäule). Für die Transitzeit zum und vom Arbeitsgebiet werden ~16 Tage benötigt (inklusive eines kleinen Wasserprobenprogramms von ~2 Tagen während der Transitstrecke Suva - 1. Arbeitsgebiet). Sowohl das marin-geologische als auch das Wassersäulenbeprobungsprogramm wird sich auf die nachstehend aufgeführten Schlüsselregionen konzentrieren (Tab. 1):

Tab. 1: Geplante SO264-Arbeitsgebiete (Lat./Long., vgl. Abb. A02-1, Anzahl der geplanten Stationen pro Arbeitsbereich). Rote Linien markieren nur Stationen mit Transit. Graue Schattierung bezeichnet Ein- und Ausschiffungshäfen.

Station Name	Coring Stations	Latitude (-S/N) Deg. Min.		Longitude (-W/E) Deg. Min.	
Suva / Fiji	Port embark.	-18	8.00	178	26.00
East of Kimmie	4	33	48.00	174	39.00
Koko Seamount	4	35	20.00	171	34.00
Ojin Seamounts	4	37	48.00	170	49.00
Nintoku-Jingu Seamounts	-	40	0.00	170	0.00
Nintoku Seamounts	4	40	44.00	170	31.00
Yomei Seamounts	4	42	11.00	170	22.00
Suiko-Yomei Seamounts	4	43	5.00	170	26.00
Suiko Seamounts	4	44	8.00	170	23.00
Suiko Seamounts	-	44	40.00	170	2.00
Jimmu-Suiko Seamounts	4	45	36.00	169	59.00
Jimmu Seamounts	4	46	2.00	169	28.00
Minnetonka-Jimmu Seamounts	4	47	4.00	169	15.00
Minnetonka Seamounts	-	48	1.00	168	47.00
Tenji Seamounts	4	48	51.00	168	19.00
Detroit-Tenji Seamounts	-	49	40.00	168	9.00
Detroit Seamount	4	51	0.00	167	40.00
Yokohama / Japan	Port disembark.	35	27.00	139	38.00

In Anbetracht der Tatsache, dass die Anwendbarkeit (isotopen)geochemischer Proxies, die an Foraminiferenschalen gemessen werden, aufgrund von Calcitlösung im tiefen Pazifik begrenzt ist, werden wir uns vornehmlich auf topographische Erhebungen konzentrieren, die flacher als ~3000 m sind. In Ergänzung werden Sedimentkerne bis zu einer Tiefe von ~5000 m entlang der Emperor Seamount Chain gewonnen, um vertikale Veränderungen in intermediären bis tiefen Wassermassensstockwerken und Veränderungen im tiefen Kohlenstoffreservoir auf orbitalen Zeitska-

Work Programme

The SO264 working area in the N Pacific is bound to ~33°N to ~51°N and ~167°E to ~174°W, and is located in international waters only. In total, ~38 working days are envisaged for the scientific work (including intense bathymetric survey and sediment echosound profiling, sediment recovery, and sampling of the water column). Approximately 16 days will be needed for transit time from and to the working area (including a small water sampling program of ~2 days during the transit Suva - 1st working area). The marine geological and water column sampling program will focus on the following key areas (Tab. 1):

Tab. 1: Planned SO264 working areas (lat./long., c.f. Fig. A02-1, number of planned stations per working area). Red lines mark stations with transit only. Gray shading denotes ports of embarkment and disembarkment.

Station Name	Coring Stations	Latitude (-S/N) Deg. Min.		Longitude (-W/E) Deg. Min.	
Suva / Fiji	Port embark.	-18	8.00	178	26.00
East of Kimmie	4	33	48.00	174	39.00
Koko Seamount	4	35	20.00	171	34.00
Ojin Seamounts	4	37	48.00	170	49.00
Nintoku-Jingu Seamounts	-	40	0.00	170	0.00
Nintoku Seamounts	4	40	44.00	170	31.00
Yomei Seamounts	4	42	11.00	170	22.00
Suiko-Yomei Seamounts	4	43	5.00	170	26.00
Suiko Seamounts	4	44	8.00	170	23.00
Suiko Seamounts	-	44	40.00	170	2.00
Jimmu-Suiko Seamounts	4	45	36.00	169	59.00
Jimmu Seamounts	4	46	2.00	169	28.00
Minnetonka-Jimmu Seamounts	4	47	4.00	169	15.00
Minnetonka Seamounts	-	48	1.00	168	47.00
Tenji Seamounts	4	48	51.00	168	19.00
Detroit-Tenji Seamounts	-	49	40.00	168	9.00
Detroit Seamount	4	51	0.00	167	40.00
Yokohama / Japan	Port disembark.	35	27.00	139	38.00

Being aware that the applicability of (isotope)geochemical proxies based on foraminiferal tests is limited due to calcite dissolution in the deep N Pacific, we will preferentially focus on bathymetric highs being shallower than ~3000 m. Nonetheless, we will head for short depth transects down to even abyssal depths of ~5000 m perpendicular to our main N-S-oriented core transect along the Emperor Seamount Chain in order to address topics like vertical changes in intermediate to deep water masses, and changes in the deep carbon reservoir on orbital time-scales. Therefore, we established new strati-

len zu rekonstruieren. Dazu werden neue stratigraphische und paläozeanographische Werkzeuge angewandt, um Calcit-freie Sedimente in unsere Untersuchungen einzubeziehen.

Vorhergehende Arbeiten haben gezeigt, dass Sedimentkerne von der Emperor Seamount Chain in Bezug auf paläozeanographische Untersuchungen eine z.T. hohe Qualität aufweisen. Während Sedimentationsraten oft niedrig sind, existieren dennoch ausreichend hohe Akkumulationsbereiche, um eine tausendjährige Auflösung zu erreichen (z. B. Gebhardt et al., 2008, *Paleoceanogr.* 23, doi:10.1029/2007PA001513; Jaccard und Galbraith, 2013, *Geophys. Res. Lett.* 40). Mit dem Einsatz modernster hydroakustischer Methoden und einer detaillierten Kartierung (KONGSBERG EM122, ATLAS-Parasound) werden wir in der Lage sein, Sedimentbecken und -taschen mit relativ hohen Sedimentationsraten und ungestörten, calcit-reichen Sedimenten zu finden. In größeren Tiefen werden die Sedimentationsraten niedriger sein, was uns aber erlauben wird, weiter zurück in die Vergangenheit zu gehen, mit besonderem Fokus auf die letzten Millionen Jahre (wie sie in paläoklimatischen Referenzdatensätzen sowohl aus antarktischen Eisbohrkernen als auch aus N-pazifischen Randbecken aufgezeichnet sind). Seismische Informationen aus früheren Aktivitäten (DSDP, ODP, WEPAMA, INOPEX) liefern wertvolle Informationen für das geplante hydroakustische Surveying und die Auswahl von Kernstandorten.

Die oben genannten Forschungsziele werden durch die Anwendung konventioneller und innovativer, hauptsächlich (isotopen) geochemischer Proxies verfolgt, die die physikalischen Eigenschaften der Wassermassen (Temperatur und Salzgehalt, Thermoklinenänderung, Ozeanschichtung), die chemische Zusammensetzung des Meerwassers, Terrigeneintrag und äolische Staubzufuhr, marine Produktivität und damit verbundene Nährstoffnutzung, Mode-, und Tiefenwasserventilation, -formation und -zirkulationsänderungen. Diese Proxys wurden teilweise von den Antragstellern in anderen Forschungsprojekten erfolgreich angewen-

graphical and paleoceanographical tools to include calcite-free sediments into our studies.

*Previous studies have shown that sediment cores from the Emperor Seamount Chain have high quality with respect to paleoceanographic studies. While sedimentation rates are often low, sufficient higher-accumulation areas exist to even resolve millennial-scale patterns (e.g., Gebhardt et al., 2008, *Paleoceanogr.* 23, doi:10.1029/2007PA001513; Jaccard und Galbraith, 2013, *Geophys. Res. Lett.* 40). By using state-of-the-art hydroacoustic techniques and carrying out detailed mapping (KONGSBERG EM122, ATLAS-Parasound), we are positive to find sediment basins (pockets) at bathymetric highs showing relatively high sedimentation rates of calcite-bearing, undisturbed sediments. At greater depths, sedimentation rates will be lower, allowing us to go further back in time, with a particular focus on the last million years (well recorded in paleoclimatic reference records from Antarctic ice cores and N Pacific marginal basins). Seismic information from previous activities (DSDP, ODP, WEPAMA, INOPEX) will provide valuable information for planned hydroacoustic surveying and selection of core locations.*

The abovementioned research objectives will be pursued by merging conventional and innovative, mainly (isotope)geochemical proxies reflecting physical properties of water masses, (sea surface, subsurface, and intermediate water temperature and salinity, thermocline change, ocean stratification), chemical composition of seawater, terrigenous flux and eolian dust supply, marine productivity, and related nutrient utilization, mode, intermediate, and deep water ventilation, formation, and circulation changes. These proxies have been partly established and widely used by the applicants within other research projects. Our experience with

det. Unsere Erfahrung mit einem derartigen Multi-Proxy-Ansatz wird es uns ermöglichen, die geplanten Studien erfolgreich durchzuführen. Proxies werden sowohl im Gesamtsediment als auch in biogenen Signalträgern (z.B. Foraminiferen, Diatomeen, organischem Gewebe) gemessen.

such a multi-proxy approach will allow us to successfully carry out the envisioned studies. Proxies will be measured in both bulk sediments from cores retrieved, and in biogenic signal carriers (e.g. foraminifers, diatoms, organic tissue).

Zeitplan / Schedule**Fahrt / Cruise SO264**

Tage/days

Auslaufen von Suva (Fidschi) am 30. Juni 2018

Departure from Suva (Fiji) June 30, 2018

Transit von Suva zum 1. Arbeitsgebiet (östlich Kimmey Seamount) <i>transit from Suva to 1st working area (east of Kimmey Seamount)</i>	11,0
--	------

Wasserprogramm während Transit / <i>Water program during transit</i>	2,0
--	-----

Transit innerhalb Arbeitsgebiet / <i>transit within working area</i>	6,0
--	-----

Hydroakustische Vermessungen / <i>Echosounding surveys</i>	8,0
--	-----

Geologisches Programm (Sedimentkernungen) / <i>Geological program (coring)</i>	16,5
--	------

Wassersäulenbeprobung / <i>Water sampling program</i>	5,5
---	-----

Transit vom letzten Arbeitsgebiet (Detroit Seamount) nach Yokohama <i>transit from last working area (Detroit Seamount) to Yokohama</i>	5,0
--	-----

Total	54,0
--------------	-------------

Einlaufen in Yokohama (Japan) am 24. August 2018

Arrival in Yokohama (Japan) August 24, 2018

Wissenschaftliches Programm

Die Entstehung der großen submarinen vulkanischen Plateaus in den Ozeanbecken ist immer noch weitgehend umstritten. Die FS SONNE-Reise SO265 hat zum Ziel, die vulkanische Entwicklung von Shatsky Rise zu untersuchen und zu erkunden, ob dieses Plateau in ein (oder zwei) altersprogressive Hotspotspuren übergeht (Papanin Ridge und/oder Ojin Seamount Provinz), die sich scheinbar bis zum benachbarten Hess Rise verfolgen lassen (Abb. 4). Die Erkenntnisse der kürzlich durchgeführten IODP (Integrated Ocean Drilling Program) Expedition 324 sind vereinbar mit der Hypothese, dass Shatsky Rise durch Interaktion eines Mantelplumes mit einer Spreizungszone (triple junction) entstanden ist. Allerdings konnte die Beteiligung eines (tiefen) Mantelplumes nicht zwingend nachgewiesen werden. Eindeutige Erkenntnisse darüber können nur vom jungen Ende des Shatsky Rise kommen, wo das Plateau in eine schmale, mögliche Hotspotspur übergeht. Das stärkste Argument für eine Hotspotspur, und für die Beteiligung eines Mantelplumes, wäre der Nachweis einer Altersprogression des Vulkanismus entlang des 500 km langen Papanin Ridge und/oder der Ojin Seamount Provinz.

Insbesondere sollen die folgenden wissenschaftlichen Fragen und Hypothesen untersucht werden:

Arbeitsgebiet I: Nördlicher Teil des Shatsky Rise

- Was ist die zeitliche und geochemische Spannbreite des Vulkanismus am nördlichen (jungen) Ende des Shatsky Rise? Kann dort ein geringerer Aufschmelzgrad und eine stärkere geochemische Heterogenität (im Vergleich zum Hauptplateau) nachgewiesen werden, wie es basierend auf den Ergebnissen von IODP Exp. 324 vermutet wird?
- Wenn ja, ist dies ein Zeichen für den

Scientific Programme

The origin of large igneous provinces is a subject of an ongoing debate. R/V SONNE cruise SO265 focuses on the post-plateau volcanic evolution of Shatsky Rise to test if the plateau transitions into one (or two) age-progressive hotspot tracks (Papanin Ridge and/or Ojin Seamount Province) possibly continuing to Hess Rise (Fig. 4). Shatsky Rise was recently drilled during IODP (Integrated Ocean Drilling Program) expedition 324. The drilling results are consistent with the hypothesis that Shatsky Rise formed by a mantle plume interacting with a triple junction, although the evidence for the involvement of a (deep) mantle plume is not unequivocal. Linking Shatsky Rise to an age-progressive hotspot track would provide the most-convincing evidence thus far that Shatsky Rise was formed by a mantle plume. SO265 shall sample the northern edge of Shatsky Rise, the more than 500 km long Papanin Ridge and the Ojin Seamount province, which both could represent the beginning of a Shatsky hotspot track.

In particular the following scientific questions and hypotheses shall be addressed:

Working area I: Northern part of Shatsky Rise

- *What is the range of age and geochemical composition across the northern edge of the Shatsky Rise? Can increased geochemical heterogeneity and a decreased degree of melting (in comparison to the main plateau) be detected as suggested by the expedition 324 drilling results?*
- *If so, does this point towards the transi-*

Übergang von geochemisch homogenen Plateau-Vulkanismus zu einem geochemisch angereicherten und mehr heterogenen Hotspotpur-Vulkanismus?

Arbeitsgebiet II: Papanin Rücken

- Was ist das Alter und die geochemische Zusammensetzung von Papanin Ridge? Repräsentiert er den Anfang einer altersprogressiven Shatsky-Hotspot-Spur? Wenn ja, erwarten wir, 1) dass der Rücken jünger als die Hauptphase des Shirshov Massiv-Vulkanismus ist und 2) dass die Altersprogression entlang des Rückens von NO (jünger) nach SW verläuft. Es soll auch überprüft werden ob der Papanin Ridge im Vergleich zum Shatsky Plateau eine größere geochemische Heterogenität aufweist, da Quellenheterogenitäten bei niedrigeren Aufschmelzgraden im Plume-Stiel besser erhalten bleiben als beim exzessiven Aufschmelzen während Plume-Kopf-Rücken Interaktion.
- Lassen sich Hinweise auf eine räumliche geochemische Zonierung entlang des Papanin Ridge finden? Da die geographische Lage des Shatsky Rise am Beginn der Kreidezeit auf den Rand der Pazifischen LLSVP (Large Low Shear Velocity Province) rekonstruiert wurde (scheinbar eine Voraussetzung für die Entstehung von zonierten Hotspots), ist es gut möglich, dass auch Papanin Ridge eine solche Zonierung zeigt. Daher muss überprüft werden, ob Proben von der Westseite des Rückens eine andere geochemische Zusammensetzung aufweisen als Proben von der Ostflanke.

Arbeitsgebiet III: Ojin Seamount Provinz

- Was ist das Alter und geochemische Zusammensetzung der Ojin Seamount Provinz und in welcher Beziehung steht diese Provinz zum Shatsky Rise? Gibt es eine Altersprogression, die sich vom Westen gen Osten hin verjüngt und die kurz nach der Bildung des Shirshov-Massivs einsetzt? Dies könnte den Beweis dafür liefern, dass die Seamount Provinz eine vom Shatsky Rise ausgehende Hotspot-

tion from a more geochemically homogeneous plateau volcanism to a generally more geochemically enriched and heterogeneous hotspot track volcanism?

Working area II: Papanin Ridge

- *What is the age and geochemical composition of Papanin Ridge? Does this ridge represent the beginning of a Shatsky hotspot track? If so, we would 1) expect ages younger than the main phase of volcanism on the Shirshov Massif and 2) an age progression along the ridge with lavas in the NE being younger than in the SW. Also, we want to test if greater geochemical heterogeneity is present in the Papanin Ridge compared with the Shatsky Rise, because source heterogeneity is better preserved at lower-degrees of melting in the plume conduit compared to plume head - ridge interaction.*
- *Is there evidence for a spatial geochemical zonation across Papanin Ridge? Since Shatsky was located at the edge of the lower mantle Pacific superswell (LLSVP) in the Early Cretaceous (apparently a precondition for generating zoned hotspots), it is possible that Papanin Ridge is geochemically zoned as well. Therefore, it shall be tested if samples from the western flank of the ridge have different isotope signatures than samples from the eastern flank.*

Working area III: Ojin Seamount Province

- *What is the age and geochemical composition of the Ojin Seamount Province and what is their relation to Shatsky Rise? Do they show a west to east younging age progression beginning shortly after formation of the Shirshov Massif, which would provide evidence that they could represent a hotspot track associated with the Shatsky Rise. If both Papanin Rise and Ojin Seamounts prove*

Spur darstellt. Wenn sich sowohl der Papanin Rücken als auch die Ojin Seamounts als vom Shatsky Rise ausgehende Hotspot-Spuren erweisen, stellt sich die Frage, ob jede Spur eine eigene Zusammensetzung hat, die eine räumliche Zonierung reflektiert wie sie kürzlich für das Tristan-Gough-Hotspotspur-System im Südatlantik nachgewiesen wurde.

- Falls sich keine Altersprogression gemäß einer Hotspot-Spur nachweisen lässt, stellt sich die Frage nach einem alternativen Modell für die Entstehung dieser weiträumigen Seamount-Provinz. Repräsentieren die Seamounts reaktivierten Vulkanismus, der irgendwie im Bezug zum Shatsky-Plateau-Vulkanismus steht (wie auch für andere pazifische Plateaus diskutiert wird: z. B. Ontong Java, Hikurangi, Manihiki)? Wenn ja, was hat diese Reaktivierung verursacht? Letztlich soll geklärt werden ob die Ojin Seamount Provinz zeitgleich mit den ozeanischen anoxischen Ereignis (OAE) 1 oder 2 entstanden ist, was auf einen kausalen Zusammenhang hindeuten könnte.

Wir erwarten, dass SO265 einen wesentlichen Beitrag zur Beantwortung der noch offenen Fragen hinsichtlich der Entstehung von ozeanischen Plateaus (Shatsky), Unterwasserrücken (Papanin) und Seamountprovinzen (Ojin) leisten wird (Bezug zum FONA-Unterprogramm GEO:N). Weiterhin können die gewonnen bathymetrischen Daten und petrologischen Erkenntnisse auch für zukünftige umweltschutzrechtliche (z.B. Ausweisung von zukünftigen Fischereischutzgebieten) und wirtschaftliche (Rohstoffpotenzial von vulkanischen Plateaus) Fragestellungen relevant sein.

to be hotspot tracks related to Shatsky, then an important question is if each track shows a distinct composition, reflecting a spatially zoned plume, similar to what has been observed for the Tristan-Gough hotspot track system in the South Atlantic.

- *Alternatively, if the Ojin seamounts do not show the proper age-progression to be a hotspot track, what is the origin of this vast seamount province? Do they represent reactivated volcanism associated somehow with the plateau (also discussed for other plateaus in the Pacific, e.g. Ontong Java, Hikurangi, Manihiki) and if so, what are the mechanisms for causing such reactivation? Finally, is the age of the Ojin seamount formation contemporaneous to the oceanic anoxic event (OAE) 1 or 2 implying a causal connection?*

In conclusion, we believe that SO265 will make significant contributions to solving outstanding questions concerning the origin of oceanic plateaus (Shatsky), submarine ridges (Papanin) and seamount provinces (Ojin) (reference to FONA-subprogram GEO:N). Furthermore, the obtained bathymetric and petrological data could become relevant for future ecological (e.g. establishment of marine protected areas) or economic (resource potential of volcanic plateaus) questions.

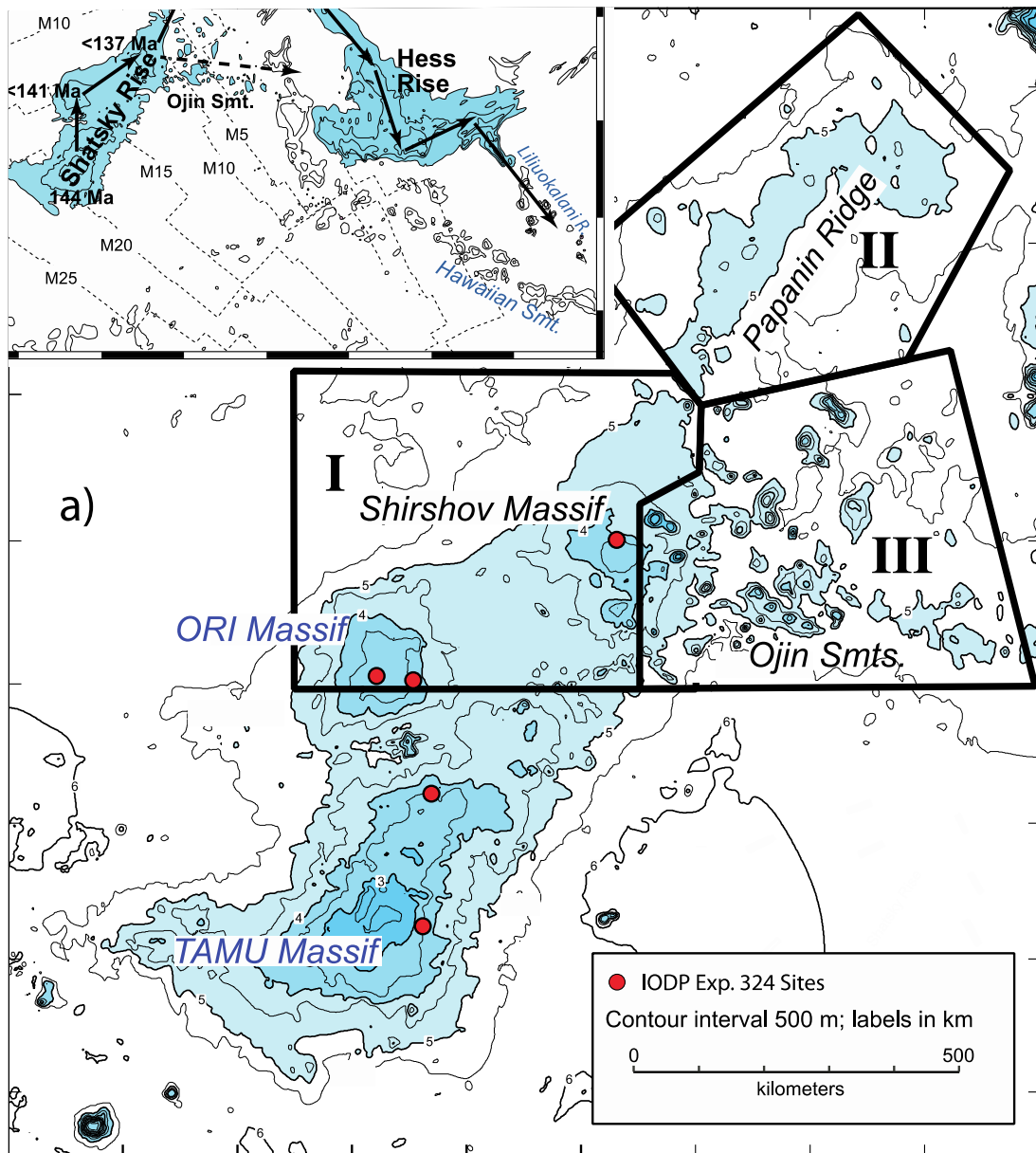


Abb. 4: a) Bathymetrische Karte des Shatsky Rise mit den drei geplanten Arbeitsgebieten und Lage der Bohrungen der IODP Exp. 324. Abbildung modifiziert von Sager, Sano, Geldmacher, et al. (2010, Proceedings IODP, 324).

b) Regionale Übersichtskarte des NW Pazifiks mit Shatsky und Hess Rise, der Lage der magnetischen Lineationen sowie Rekonstruktion einer möglichen altersprogressiven Hotspotspur (nach Sager et al., 1999, J. Geophys. Res. 104).

Fig. 4: a) Bathymetric chart of Shatsky Rise with the three planned working areas and IODP Exp. 324 drill sites (modified after Sager, Sano, Geldmacher et al., 2010, Proceedings IODP, 324).

b) Regional overview map of the NW Pacific with magnetic lineations (dashed lines) and reconstructed possible path of hotspot track with assumed ages (after Sager et al., 1999, J. Geophys. Res. 104).

Arbeitsprogramm

Um die wissenschaftlichen Ziele des Forschungsprojektes SHATSKY EVOLUTION zu erreichen, werden während SO265 systematische Fächer- und Sedimentecholotkartierungen, magnetische Vermessungen und umfangreiche Gesteinsbeprobungen mit Kettensackdredgen in allen drei Arbeitsgebieten durchgeführt werden.

Die nördliche Flanke des Shatsky Rise, der gesamte Papanin Rücken und auch die allermeisten Ojin-Seamounts wurden bisher noch nie beprobt. Daher ist ein umfassendes Dredgeprogramm mit maximaler räumlicher Erfassung geplant, um Alter und geochemische Zusammensetzung dieser Strukturen zu bestimmen. Am Papanin Rücken soll sich die Probenahme über die Gesamtlänge des Kamms erstrecken, um eine eventuelle Altersprogression zu erkennen. Zudem sollen Proben von beiden Flanken des Rückens genommen werden, um eine mögliche achsenparallele geochemische Zonierung zu überprüfen. Im Arbeitsgebiet der Ojin-Seamounts sollen diejenigen Strukturen Priorität haben, die bisher noch nicht während früherer Expedition beprobt wurden. Die tatsächliche Auswahl/Anzahl hängt jedoch hauptsächlich von detaillierten, erst während der Expedition SO265 durchgeführten Kartierungen und den lokalen Meeres- und Wetterbedingungen ab.

Die Gesteinsbeprobung erfolgt mit schweren Kettensackdredgen. Erste petrologische Beschreibungen/ Interpretationen der Proben und bathymetrischen Daten werden noch an Bord durchgeführt. Während der Fahrten zwischen den einzelnen Stationen sollen Profilmessungen mit einem geschleppten Magnetometer durchgeführt werden. Das von J. Zhang (South China Sea Institute of Oceanology) zur Verfügung gestellte Gerät ermöglicht die Messung von Magnetfelddaten, die für plattentektonische Rekonstruktionen genutzt werden.

Work Programme

To achieve our scientific goals, it is essential to conduct systematic multi-beam mapping, sediment echo-sounding, magnetic profiling and hardrock sampling by dredging in all three key areas discussed above.

The northern flank of Shatsky Rise and Papanin Ridge and most Ojin Seamounts were never sampled. Therefore, a comprehensive dredging program with maximum spatial coverage is important to constrain the age and geochemical composition of these structures. At Papanin Ridge, sampling shall cover the whole crest (from ~40° to ~44°N) to detect a possible age progression, as well as both flanks of the ridge to test a possible axis-parallel spatial geochemical zonation. When sampling the Ojin Seamount Province, priority shall be given to structures that were not previously dredged by previous US (R/V Thompson) and Japanese (R/V KAIREI) expeditions. The actual selection of individual dredge tracks, however, crucially depends on detailed multi-beam surveys to be conducted during the SO265 expedition and the local sea and weather conditions.

Rock sampling will be carried out using heavy chain bag dredges. First petrological descriptions of the recovered samples and morphological and volcanological interpretations of the newly obtained bathymetric data will be already conducted on board. In between distant dredge station, and particular on transits between the three working areas, a towed magnetometer will be deployed and operated by J. Zhang (South China Sea Institute of Oceanology at the Chinese Academy of Sciences) to obtain magnetic field data (contributing to a denser and more improved map of magnetic lineations in this poorly surveyed area which is then used for plate tectonic reconstructions).

Zeitplan / Schedule**Fahrt / Cruise SO265**

	Tage/days
Auslaufen von Yokohama (Japan) am 27.08.2018 <i>Departure from Yokohama (Japan) on 27.08.2018</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	5.0
Durchführung der geplanten Arbeiten in den drei Arbeitsgebieten (einschließlich kurze Transits zwischen den einzelnen Gebieten)/ <i>Conducting the planned work in the three working areas (including short transits between the areas).</i>	32.2
Transit zum Hafen Kaohsiung <i>Transit to port Kaohsiung</i>	7.8
	Total 45.0
Einlaufen in Kaohsiung (Taiwan) am 10.10.2018 <i>Arrival in Kaohsiung (Taiwan) on 10.10.2018</i>	

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

AWI

Alfred-Wegener-Institut
Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung
Am Alten Hafen 26
D-27570 Bremerhaven / Germany
www.awi.de

CADIC-CONICET

Laboratorio de Oceanografía
Bernardo Houssay 200
9410 Ushuaia, Tierra del Fuego / Argentina
www.cadic-conicet.gob.ar/

CHIBA UNIVERSITY

Department of Earth Sciences
1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi 263-8522, Japan
www.chiba-u.ac.jp/e/index.html

DWD

Deutscher Wetterdienst
Seeschiffahrtsberatung
Bernhard-Nocht-Straße 76
20359 Hamburg / Germany
www.dwd.de

FIO

The First Institute of Oceanography
State Oceanic Administration
No. 6 Xianxialing Road, Qingdao, China
www.fio.org.cn

GEOMAR

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
Wischhofstraße 1-3
D-24148 Kiel / Germany
www.geomar.de/

GEOTOP &

Département des Sciences de la Terre et de l'Atmosphère
Université du Québec à Montréal
CP 8888, Succ. Centre-Ville
Montréal, Québec, H3C 3P8, Canada
www.geotop.ca/

GZN

GeoZentrum Nordbayern
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg,
Schlossgarten 5
91054 Erlangen
Germany
www.gzn.nat.fau.de

IFG/UNIV. KIEL

Institut für Geowissenschaften
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Ludewig-Meyn-Straße 10
D-24118 Kiel / Germany
www.ifg.uni-kiel.de

JAMSTEC

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
2-15, Natsushima-cho, Yokosuka-city, Kanagawa, 237-0061, Japan
www.jamstec.go.jp/e/

JUB

Physics & Earth Sciences
Jacobs University Bremen
Campus Ring 1
28759 Bremen
Germany
www.jacobs-university.de/

LDEO

Lamont-Doherty Earth Observatory
Columbia University
61 Route 9W
Palisades, NY 10964, USA
www.ldeo.columbia.edu/

MARUM

Universität Bremen
Fachbereich Geowissenschaften
Postfach 33 04 40
28334 Bremen / Germany
www.marum.de

MARUM

Zentrum für Marine Umweltwissenschaften der
Universität Bremen
Leobener Str. 8
D-28359 Bremen
Germany
www.marum.de

MFN

Museum für Naturkunde Berlin
Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung
Invalidenstr. 43
10115 Berlin / Deutschland
www.museumfuernaturkunde.berlin/

MPI

Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie,
Celsiusstrasse 1
28359 Bremen
Germany
www.mpi-bremen.de

MPI

Max Planck Institute for Chemistry
Climate Geochemistry
Hahn-Meitner-Weg 1
D-55128 Mainz / Germany
www.mpic.de

MUSEUM TOKYO

National Museum of Nature and Science
Department of Geology and Paleontology
4-1-1 Amakubo, Tsukuba 305-0005, Japan
www.kahaku.go.jp/english/

OSU

Oregon State University
College of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences
104 CEOAS Admin. Bldg.
Corvallis, OR 97331-5503 / U.S.A.
www.oregonstate.edu/

SCSIO

South China Sea Institute of Oceanology,
164 West Xingang Road,
Guangzhou, China
english.scsio.cas.cn/

SERV. EXPED

Servicio de Apoyo a Expediciones Científicas y Exploración
Club Hípico 1205
621-2531 Punta Arenas, Chile

SHIRSHOW INST.

P.P. Shirshov Institute of Oceanology
Nakhimovski pr. 36
Moscow 117997 / Russia
www.ocean.ru/

UB

Fachgebiet Petrologie der Ozeankruste
Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen
GEO Gebäude
Klagenfurter Str.
28359 Bremen
Germany
www.geo.uni-bremen.de

UBAY

Umweltgeochemie
Universität Bayreuth
Universitätsstrasse 30
95440 Bayreuth
Germany
www.umweltgeochemie.uni-bayreuth.de

UH

School of Ocean and Earth Science and Technology
University of Hawaii at Manoa
POST Building, Suite 701
1680 East-West Road,
Honolulu, HI 96822
USA.
www.soest.hawaii.edu

UM

Institut für Geologie und Paläontologie –
Historische und Regionale Geologie
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Corrensstr. 24
D-48149 Münster
Germany
www.uni-muenster.de/GeoPalaeontologie/historischegeologie

UNIV. DALHOUSIE

Dept. Oceanography, Dalhousie University
1355 Oxford Street, PO Box 15000
Halifax, NS, B3H 4R2, Canada
www.dal.ca/faculty/science/oceanography.html

UNI HANNOVER

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
Institut für Mineralogie
Callinstr. 3
30167 Hannover
Germany
www.mineralogie.uni-hannover.de/mineralogie.html

UNIVERSIDAD MAYOR

Campus Manuel Montt; Escuela Geología
Av. Manuel Montt 367, Santiago,
Región Metropolitana / Chile
www.umayor.cl

UV

Department of Biology
Cunningham 202
University of Victoria
Canada
www.uvic.ca/science/biology

Das Forschungsschiff / *Research Vessel SONNE*

Das Forschungsschiff SONNE dient der weltweiten grundlagenbezogenen deutschen Hochsee-Forschung und der Zusammenarbeit mit anderen Staaten auf diesem Gebiet.

The research vessel SONNE is used for German world-wide basic ocean research and for cooperation with other nations in this field.

FS SONNE ist Eigentum der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den Bundesminister für Bildung und Forschung (BMBF), der 90% des Baus und die Betriebskosten finanziert. Die norddeutschen Küstenländer trugen zu 10% zu den Kosten des Baus bei.

The vessel is owned by the Federal Republic of Germany represented by the Ministry of Education and Research (BMBF), which financed 90 % of the construction of the vessel and its running costs. The North German coastal states contributed 10 % to the building costs.

Dem Projektträger Jülich obliegt die Prüfung der wissenschaftlichen Fahrtanträge. Nach positiver Begutachtung werden diese in die Fahrtplanung aufgenommen.

The Project Management Jülich reviews the scientific proposals for the vessel's use. Projects granted enter the cruise schedule.

Die Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische und logistische Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes verantwortlich. Sie arbeitet einerseits mit den Fahrtleitern partnerschaftlich zusammen, andererseits ist sie Partner der Briesse Schifffahrts GmbH & Co. KG.

The Operations Control Office for German Research Vessels at the University of Hamburg is responsible for the scientific, technical and logistical preparation and administration of expeditions as well as for supervising the operation of the vessel. It cooperates with the chief scientists on a partner-like basis and is the direct partner of the managing owners Briesse Schifffahrts GmbH & Co KG.

Die an der Organisation beteiligten Gruppen und Institutionen sind einem Beirat rechen-schaftspflichtig.

The working groups and institutions involved in the vessel's operation are monitored by a supervisory board.

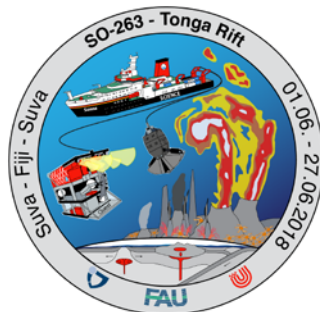


Research Vessel

SONNE

Cruises No. SO263 –SO265

01. 06. 2018 – 10. 10. 2018



Magmatic evolution of island arc and back-arc crust and implications for hydrothermal venting in the NE Tonga arc

The Plio/Pleistocene to Holocene development of the pelagic North Pacific from surface to depth – assessing its role for the global carbon budget and Earth's climate

***SHATSKY EVOLUTION
Evolution of the Shatsky Rise Hotspot System***

Editor:

Institut für Geologie Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Sponsored by:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 2364-3692