



Forschungsschiff / *Research Vessel*

SONNE

Reisen Nr. SO267/2 – SO268/3

28. 01. 2019 – 05. 07. 2019

OceanLight

Messungen des Über- und Unterwasser Lichtfeldes im Pazifischen Ozean. Eine integrative Beurteilung vom offenen Ozean bis zum Auftriebsgebiet vor Mexiko.

MORE-1 + MORE-2

Messungen von ozeanischen Referenzdaten (von Aerosolen, Wolken und Spurengasen zur Beurteilung von Satellitenherleitungen und Modellrechnungen), Teil 1 + Teil 2.

EqPac co-limit

Klärung der Nährstofflimitierung der Phytoplanktonproduktivität im äquatorialen Pazifik mit Hilfe integrativer Lösungsansätze.

Bewertung der Umweltauswirkungen von Manganknollenabbau in der Tiefsee.

MICRO-FATE – Charakterisierung des Verbleibs und der Effekte von Mikroplastikpartikeln zwischen Hotspots und abgelegenen Regionen im Pazifischen Ozean.

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. SO267/2 – SO268/3

28. 01. 2019 – 05. 07. 2019

OceanLight

Messungen des Über- und Unterwasser Lichtfeldes im Pazifischen Ozean. Eine integrative Beurteilung vom offenen Ozean bis zum Auftriebsgebiet vor Mexiko.

Determine the above and underwater light in the Pacific Ocean. An integrative assessment from open ocean to the upwelling area close Mexico.

MORE-1 + MORE-2

Messungen von ozeanischen REferenzdaten (von Aerosolen, Wolken und Spurengasen zur Beurteilung von Satellitenherleitungen und Modellrechnungen), Teil 1 + Teil 2.

Measuring Ocean REferences (of aerosol, clouds and trace-gases for evaluations of satellite retrievals and model simulations), part 1 + part 2.

EqPac co-limit

Klärung der Nährstofflimitierung der Phytoplanktonproduktivität im äquatorialen Pazifik mit Hilfe integrativer Lösungsansätze.

Resolving nutrient co-limitation of phytoplankton productivity in the Equatorial Pacific Ocean: integrating experimental, proteomic and fluorescence approaches.

Bewertung der Umweltauswirkungen von Manganknollenabbau in der Tiefsee.

Assessing the impacts of nodule mining on the deep-sea environment (NoduleMonitoring).

MICRO-FATE – Charakterisierung des Verbleibs und der Effekte von Mikroplastikpartikeln zwischen Hotspots und abgelegenen Regionen im Pazifischen Ozean.

Characterization of the fate and effects of microplastic particles between hotspots and remote regions in the Pacific Ocean.

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*

Daniela Voss, M.Sc.
University of Oldenburg
Institute for Chemistry and Biology
of the Marine Environment (ICBM)
Ammerländer Heerstraße 114-118
26129 Oldenburg

E-mail: daniela.voss@uol.de
Telefon: +49 4421 944 185
Telefax: +49 4421 944 299
http: <http://www.icbm.de>

Dr. Matthias Haeckel
GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean
Wischhofstraße 1-3
D-24148 Kiel

E-mail: mhaeckel@geomar.de
Telefon: +49-431-600-2123
Telefax: +49-431 600-2805
http: <https://www.helmholtz.de/>
http: www.geomar.de

Dr. Peter Linke
GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean
Wischhofstraße 1-3
D-24148 Kiel

E-mail: plinke@geomar.de
Telefon: +49-431-600-2115
Telefax: +49-431 600-2805
http: <https://www.helmholtz.de/>
http: www.geomar.de

Dr. Stefan Kinne
Max-Planck-Institut für Meteorologie
Bundesstraße 53
20146 Hamburg

E-mail: stefan.kinne@mpimt.mpg.de
Telefon: +49 40 41173 383
Telefax: +49 40 41173 298
http: <http://www.mpimet.mpg.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 Schiffahrts GmbH & Co. KG
Abt. Forschungsschiffahrt
Hafenstraße 6d (Haus Singapore)
26789 Leer

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

Projekträger Jülich
System Erde - Meeresforschung
Schweriner Straße 44
18069 Rostock

E-mail: ptj-mgs@fz-juelich.de
Telefon: +49-0381-20356-291
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

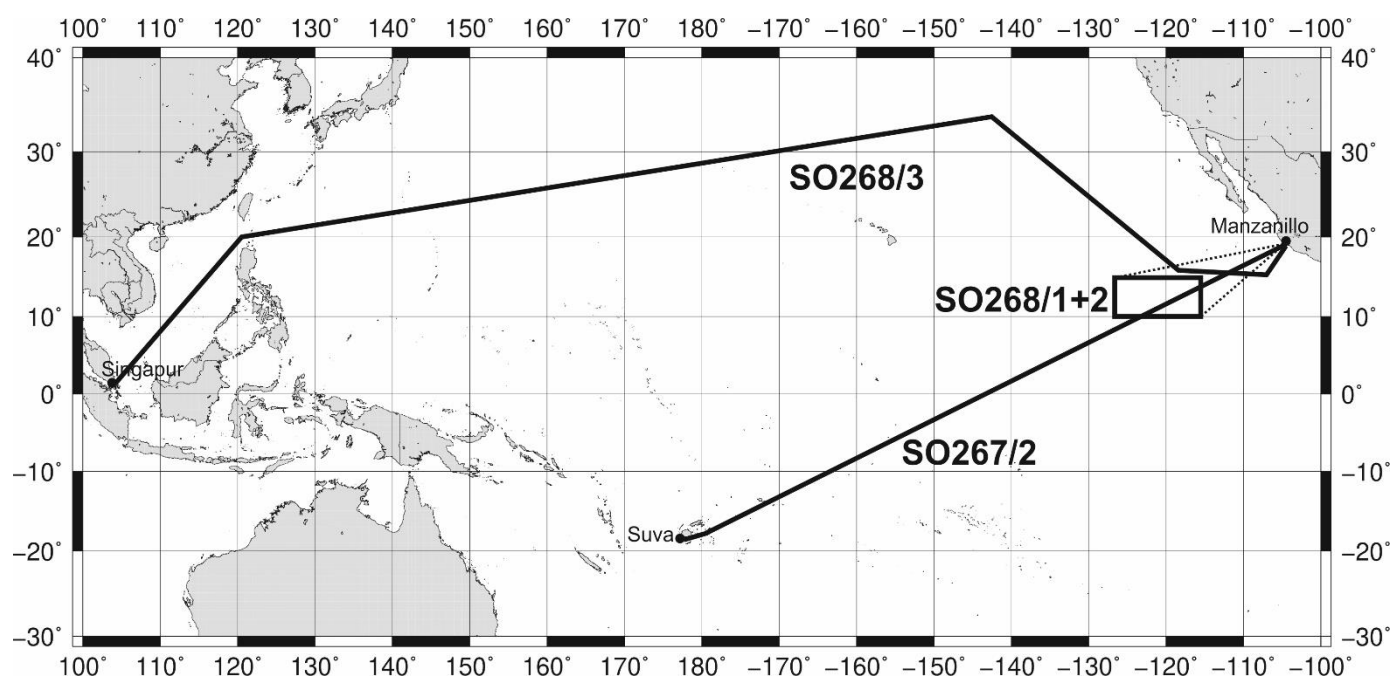


Abb. 1 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der SONNE Expeditionen
SO267/2, SO268/1+2 und SO268/3.

*Fig. 1 Planned cruise tracks and working areas of SONNE cruises
SO267/2, SO268/1+2 and SO268/3.*

SONNE Reise /SONNE Cruise SO267/2

28. 01. 2019 – 14. 02. 2019

OceanLight

Messungen des Über- und Unterwasser Lichtfeldes im Pazifischen Ozean. Eine integrative Beurteilung vom offenen Ozean bis zum Auftriebsgebiet vor Mexiko.

Determine the above and underwater light in the Pacific Ocean. An integrative assessment from open ocean to the upwelling area close Mexico.

MORE-1

Messungen von ozeanischen Referenzdaten (von Aerosolen, Wolken und Spurengasen zur Beurteilung von Satellitenherleitungen und Modellrechnungen), Teil 1.

Measuring Ocean REferences (of aerosol, clouds and trace-gases for evaluations of satellite retrievals and model simulations), part 1.

EqPac co-limit

Auflösung der Nährstofflimitierung der Phytoplanktonproduktivität im äquatorialen Pazifik mit Hilfe integrativer Lösungsansätze.

Resolving nutrient co-limitation of phytoplankton productivity in the Equatorial Pacific Ocean: integrating experimental, proteomic and fluorescence approaches.

Fahrt / Cruise SO267/2

28.01.2019 – 14.02.2019
Suva (Fidschi) - Manzanillo
(Mexiko)
Fahrtleiter / *Chief Scientist*:
Daniela Voss, M.Sc.

Koordination / Coordination

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Kapitän / Master SONNE

Lutz Mallon

SONNE Reise /*SONNE Cruise SO268/1+2*

17. 02. 2019 – 22. 05. 2019

Bewertung der Umweltauswirkungen von Manganknollenabbau in der Tiefsee.

Assessing the impacts of nodule mining on the deep-sea environment (Nodule Monitoring).

Fahrt / Cruise SO268-1

17.02.2019 – 27.03.2019

Manzanillo (Mexiko) – Manzanillo (Mexiko)

Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Dr. Peter Linke

Fahrt / Cruise SO268-2

30.03.2019 – 22.05.2019

Manzanillo (Mexiko) – Manzanillo (Mexiko)

Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Dr. Matthias Haeckel

Koordination / *Coordination*

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Kapitän / *Master* SONNE

Oliver Meyer

SONNE Reise /SONNE Cruise SO268/3

25. 05. 2019 – 05. 07. 2019

**MICRO-FATE – Charakterisierung des Verbleibs und der Effekte von
Mikroplastikpartikeln zwischen Hotspots und abgelegenen Regionen im Pazifischen
Ozean.**

MICRO-FATE - Characterization of the fate and effects of microplastic particles between hotspots
and remote regions in the Pacific Ocean.

**MORE-2 – Messungen von ozeanischen Referenzdaten (von Aerosolen, Wolken und
Spurengasen zur Beurteilung von Satellitenherleitungen und Modellrechnungen), Teil
2.**

MORE-2 – Measuring Ocean REferences (of aerosol, clouds and trace-gases for evaluations of satellite
retrievals and model simulations), part 2.

Fahrt/ *Cruise* SO268/3

25.05.2019 – 05.07.2019

Manzanillo (Mexiko) – Singapur

Fahrtleiter /*Chief Scientist*: Stefan Kinne

Koordination/ *Coordination*

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Kapitän/*Master* SONNE

Oliver Meyer

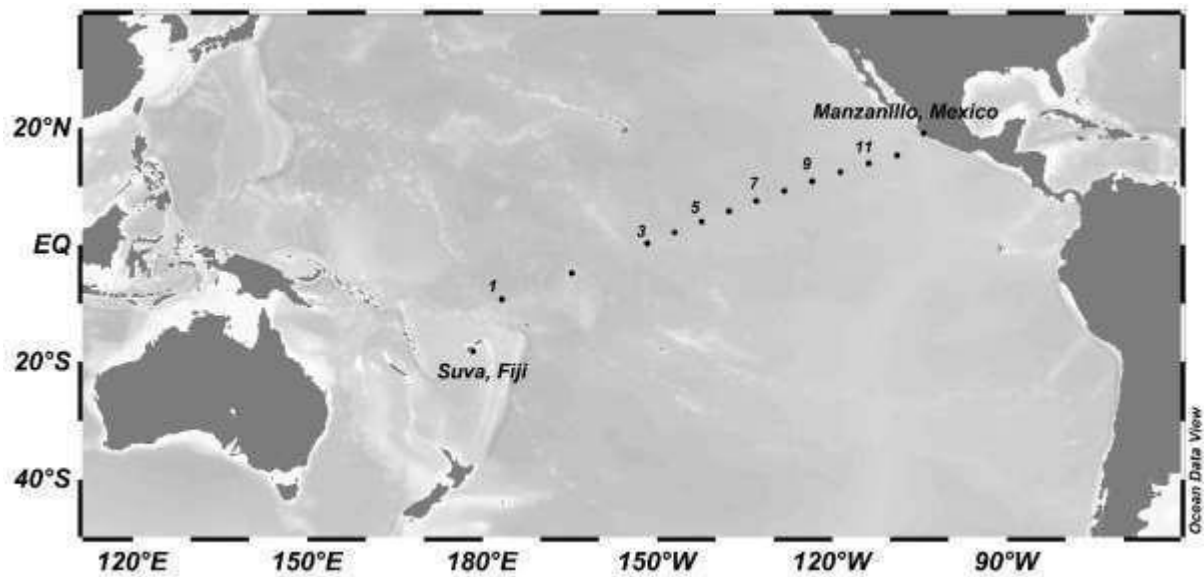


Abb. 2 Geplante Fahrtroute und Arbeitsgebiete der SONNE Expedition SO267/2.

Fig. 2 Planned cruise track and working area of SONNE cruise SO267/2.

Übersicht

Die SO267/2 Fahrt des FS SONNE führt von Suva (Fidschi) nach Manzanillo (Mexiko). Die wissenschaftlichen Ziele dieser Expedition sind in drei Teilprojekte gesplittet. Im OceanLight Projekt wird das Über- und Unterwasser Lichtfeld erfasst, da für den Pazifik nur wenige oder keine Daten verfügbar sind. Die Messungen unterstützen die satellitengestützte Fernerkundung. Außerdem konzentriert sich dieses Projekt auf die Validierung des Underway-Systems (Ferry Box) des FS SONNE. Weiterhin werden auf dem Transit der SO267/2 auch atmosphärische Referenzdaten über den Pazifik gesammelt, und gemessene bathy-metrische Daten werden katalogisiert (Projekt MORE-1). Das Projekt EqPac co-limitation befasst sich mit der Nährstoff-Co-Limitierung der Phytoplankton-Produktivität im äquatorialen Pazifik, indem experimentelle, proteomische und Fluoreszenz-Ansätze kombiniert werden.

Synopsis

The R.V. SONNE cruise SO267/2 will take place along a transect from Suva (Fiji) to Manzanillo (Mexico). The scientific goals of the cruise are separated into three projects. Within the OceanLight project the above- and underwater light field is investigated, as there are less or no data available for the Pacific. Investigations will support satellite remote sensing. Furthermore, the project focus lies on the validation of the Underway-System (Ferry Box) of R.V. SONNE. In addition, atmospheric reference data over oceans will be collected and sampled bathymetry data will be prepared for an international data-base (project MORE-1). The EqPac co-limitation project will investigate the nutrientco-limitation of phytoplankton productivity in the Equatorial Pacific Ocean by combining experimental, proteomic and fluorescence approaches.

Wissenschaftliches Programm**OceanLight**

Auf der Expeditionsfahrt mit FS Sonne soll die Transitstrecke über den Pazifik von Suva (Fidschi) nach Manzanillo (Mexiko) unter dem Schwerpunkt der schiffsgestützten Fernerkundung der Ozeanfarbe genutzt werden. Dieser Transit baut auf die Ergebnisse der vorangegangenen Forschungsfahrt SO245 (Chile nach Neuseeland) auf. Im Fahrtgebiet liegen nur sehr wenige bis gar keine Daten des Über- und Unterwasser Lichtfeldes vor. Die Untersuchungen unterstützen außerdem die satellitengestützte Fernerkundung.

Im Rahmen der Expedition sollen drei Fragestellungen beantwortet werden: (1) Wie ist das Licht im Oberflächenwasser (UV bis sichtbares Spektrum) ausgebreitet? (2) Kann die Lichtmessung des Oberflächenwassers in Relation zu Durchflussmessungen (Ferry Box) gesetzt werden und können hierfür Vorhersagealgorithmen identifiziert werden? (3) Wie genau sind Satellitenmessungen auf der Fahrtstrecke im Vergleich zu Überwasserradiometrie?

Ein zweiter Schwerpunkt der Fahrt wird auf die Validierung des Underway-Systems des FS Sonne gelegt. Das aktuell auf der Werftzeit installierte System soll durch Referenz-Sensorik und Probennahmen begleitet werden und hinsichtlich seiner Funktionalität bewertet werden.

MORE-1

Während der Fahrt werden atmosphärische Messungen von Aerosolen, Wolken und Spurengase gesammelt. Solche Referenzdaten über dem Pazifik sind selten. Diese Messungen dienen als Eichdaten (1) für Methoden der Fernerkundung mit Satelliten und (2) für die (globale) Modellierung. Atmosphärische Messungen werden mit ein-

Scientific Programme**OceanLight**

During the research cruise with RV Sonne the transit from SUVA (Fiji) to Manzanillo (Mexico) will be used under the focus of shipborne ocean color remote sensing. Data can be used for comparison with SO245 (Chile) to New Zealand). For the research area less or no data are available concerning point measurements of the above and underwater light field. Observations can help to support satellite remote sensing.

General research topics to answer will be:

- (1) How is light propagated in the UV to visible spectrum in the transect surface waters?*
- (2) How are the light measurements of the surface waters related to the flow-through measurements (FerryBox)? Can we derive useful algorithms to predict observed variables? And (3) How accurate are satellite observations of these waters when compared to the above-water radiometry?*

A second focus of the cruise is set to the validation of the recently installed underway system of RV Sonne. As home institute of the RV Sonne the intention of the ICBM is to validate the functionality of the onboard system by reference sensors and intensive sampling.

MORE-1 *During the cruise, atmospheric properties of aerosol, clouds and trace-gases will be collected, as reference data coverage over the Pacific is sparse. The data will serve as (1) calibration data for satellite remote sensing retrievals and (2) as evaluation data for (global) modelling. Atmospheric data are sampled with a NASA sun-photometer (aerosol), a camera system of the MPI-M and*

em Sonnenphotometer der NASA (für Aerosole), einem Kamera-System des MPI-M und einem Ceilometer des MPI-C (für Wolken) und MAX-DOAS Instrumenten des MPI-C und des KNMI durchgeführt.

EqPac co-limit

Phytoplankton, photosynthetische Mikroben sind die Grundlage für marine Nahrungsnetze und speichern atmosphärischen Kohlenstoff. Die Verfügbarkeit von Nährstoffen reguliert die Wachstumsraten von marinem Phytoplankton, und jüngste Arbeiten haben gezeigt, dass mehrere Nährstoffe das Phytoplankton "co-limitieren" können, aber die Verteilung, die ursächlichen Mechanismen und die biogeochemischen Auswirkungen der Co-Limitierung sind kaum erfasst.

Auf der FS Sonne SO267/2 Forschungsfahrt über den Äquatorialpazifik werden wir starke Gradienten in der Verfügbarkeit der wachstumslimitierenden Nährstoffe wie Stickstoff, Eisen und Kobalt auffinden. Wir planen, eine Reihe von Bioassay-Experimenten zur Nährstoffzugabe auf der Forschungsfahrt durchzuführen, um direkt auf Nährstoff- (Co-) Limitierung zu testen. Experimente werden mit Messungen von mikrobiellen Proteinen, biophysikalischen Fluoreszenzsignaturen, Gemeinschaftsstrukturen und genauen Nährstoffkonzentrationen auf niedrigem Niveau (Mikro) integriert.

a ceilometer of the MPI-C (clouds), and MAX-DOAS of MPI-C and KNMI.

EqPac co-limit

Phytoplankton, photosynthetic microbes are the base of marine food webs and sequester atmospheric carbon. Nutrient availability regulates growth rates of marine phytoplankton and recent work has shown that multiple nutrients can 'co-limit' phytoplankton, but the distribution, causative mechanisms and biogeochemical impacts of colimitation are poorly constrained.

On the FS Sonne SO267/2 cruise across the Equatorial Pacific we will cross strong gradients in availability of the growth-limiting nutrients, nitrogen, iron, and cobalt. We plan to conduct a set of nutrient addition bioassay experiments on the cruise to directly test for nutrient (co-)limitation. Experiments will be integrated with measurements of microbial proteins, biophysical fluorescence signatures, community structure and accurate low-level (micro)-nutrient concentration Work Programme.

Arbeitsprogramm

Um die wissenschaftlichen Ziele der Forschungsfahrt SO267/2 zu erreichen, sind neben den kontinuierlichen Underway Messungen 11 Stationen angesetzt. An diesen Stationen sind Unterwasser Lichtfeldmessungen und Sampling geplant. Das Arbeitsprogramm der drei Teilprojekte wird an dieser Stelle erläutert.

OceanLight

Die apparenten und inhärenten optischen Eigenschaften der Wassersäule werden an den ausgewählten Stationen mit Hilfe eines hyperspektralen freifallenden Profilers erfasst. Das Instrument wird vom Heck des Schiffes im Freifall-Modus auf 200 m herabgelassen. Erfasst werden die abwärtsgerichtete Irradianz, die aufwärtsgerichtete Radianz wie auch Fluoreszenz und Rückstreuung. Ergänzend dazu werden entlang der Schiffsroutenmessungen der Fernerkundungsreflektanz mit Hilfe eines im Bug Mast installierten, radiometrischen Messaufbaus durchgeführt und mit den in der Wassersäule erfassten Parametern verglichen. Ein FerryBox Sensorsystem liefert auf der Transitstrecke hochaufgelöste Oberflächenwasserdaten (Temperatur, Salzgehalt, Fluoreszenz) entlang der Fahrtroute. Das System wird im Bypass zum Schiffssystem betrieben. Die erfassten Daten werden mit dem schiffseigenen System abgeglichen und sollen zu dessen Validierung herangezogen werden.

MORE-1

Sonnenphotometermessungen von Aerosol und Wasserdampf werden im aufwendigen Handbetrieb bei Sonne durchgeführt und allabendlich an die Datenbank der NASA geschickt, wo sie zeitnah über ihre Webseite http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/maritime_aerosol_network.html abrufbar sind.

Die Messungen von Wolken werden automatisch und regelmäßig aufgezeichnet. Sie liefern in erster Linie Informationen über Strukturen und Untergrenzhöhen. Sie werden örtlich am MPI-M und MPI-C aufbewahrt und

Work Programme

To achieve the scientific goals of the SO267 a total of 11 stations will be conducted besides the continuous underway measurements done on board. At stations underwater light field measurements and sampling will be done. The work programme of the projects of the cruise will be explained in detail below.

OceanLight

Apparent and inherent optical properties of the water column will be sampled using a hyperspectral profiler. The system is operated from the stern of the vessel as a free falling device, down to 200 m. Parameters include downwelling irradiance and upwelling radiance together with two fluorescence and one scattering channels. Supplementary, underway measurements of remote sensing reflectance from a radiometric setup installed at the foremast of the ships bow will provide water colour information along the cruise, related with in water optical active constituents. An underway sensor system (FerryBox) will be bypassed to the ship system providing high-resolution surface water information (temperature, salinity, fluorescence) along the cruise track. Data will be used to validate the ship system. Hydrographic measurements will be supported by a continuous sampling from the ship system.

MORE-1

The aerosol and water vapor data collected by the sun-photometer during sunshine in a labor intensive handheld operation will be transmitted each evening to a data-center http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/maritime_aerosol_network.html where data can be viewed and assessed within days.

The data on clouds are automatically and frequently sampled. The collected data mainly address cloud-structures and cloud-base altitudes. These data will be stored at MPI-M and MPI-C and are available on request after the

können nach der Reise auf Anfrage abgerufen werden.

Multi-Axis-DOAS-Instrumente messen gestreutes Sonnenlicht unter verschiedenen (hauptsächlich flachen) Elevationswinkeln. Aus den gemessenen Spektren können Höhenprofile verschiedener atmosphärischer Spurengase (z.B. NO₂, HCHO, CHOCHO, O₄, SO₂, BrO, IO) und Aerosolextinktionsprofile in den unteren Schichten (bis 3 km) der Atmosphäre abgeleitet werden. MAX-DOAS-Messungen sind am empfindlichsten für die direkt über dem Boden gelegene atmosphärische Schicht. Dort können die atmosphärischen Lichtwege bis zu 20 km lang werden. Die Zeitauflösung für eine Elevationssequenz ist etwa 15 Minuten. Zwei Instrumente werden eingesetzt. Das Ziel mit dem MPI-C Instrument während dieser Expedition ist die Gewinnung und Interpretation von Aerosol-Extinktionsprofilen, die aus den Messungen des Sauerstoff-Dimers (O₄) abgeleitet werden. Die erhaltenen Aerosolprofile haben eine recht grobe Auflösung mit nur etwa 2 bis 3 unabhängigen Datenpunkten in verschiedenen Profilhöhen. Andererseits haben sie die größte Genauigkeit direkt über dem Boden/Wasser, wo LIDAR-Messungen typischerweise ‚blind‘ sind. Die aus den MAX-DOAS-Messungen erhaltenen Profile werden mit den simultanen Messungen des Sonnenphotometer verglichen und nach Möglichkeit kombiniert. Die resultierenden Aerosolprofile werden zur Validierung von Satellitenmessungen verwendet. Neben den Aerosolmessungen werden aus den MAX-DOAS-Messungen auch Spurenstoffprofile (insbesondere von BrO, IO, CHOCHO und HCHO) ausgewertet. Das zweite MAX-DOAS Instrument von KNMI soll erste Herleitungen von NO₂ Mengen in der Atmosphäre mit Daten eines kürzlich gestarteten Satelliten (TROPOMI, im Oktober 2017) bewerten.

cruise. Multi-Axis DOAS (MAX-DOAS) instruments are applied to determine trace-gas column loads and even trace-gas profiles. The instruments sample scattered sunlight at different (mainly very slant) elevation angles. From these measurements height profiles of atmospheric trace gases (e.g. NO₂, HCHO, CHOCHO, O₄, SO₂, BrO, IO) and aerosol extinction in the lowest layers of the atmosphere can be derived. MAX-DOAS measurements have the highest sensitivity close to the ground, where the atmospheric light paths reach very 20 km. The time resolution for one elevation sequence is about 15 minutes. The aim of the MAX-DOAS measurements during this expedition is the retrieval of aerosol extinction profiles, which is based on the measurement of the oxygen dimer (O₄). The derived aerosol extinction profiles have a rather coarse vertical resolution (with about 2 to 3 independent pieces of information), but are most accurate close to the surface, where LIDAR instruments are typically blind. The retrieved profiles will be compared (and possibly combined) with the simultaneous sun photometer observations. The results will be used to validate satellite observations of aerosol properties over ocean. Besides the aerosol profiles, also some trace gases (in particular BrO, IO, CHOCHO and HCHO) will be analysed from the measured MAX-DOAS spectra. A second MAX-DOAS instrument will be operated by KNMI to validate NO₂ retrievals by a new TROPOMI satellite sensor which was recently (in October 2017) launched.

Während der SO267/2 werden durchgängig Kongsberg EM122 Fächerecholotdaten zur Unterstützung der Initiative „Seabed 2030“ (zur Erstellung vollständiger Ozean-Tiefen-Karten bis zum Jahr 2030) aufgezeichnet, auf Qualität überprüft und prozessiert. Darüber hinaus werden die Rückstreudaten des EM122 auf die Ableitbarkeit geologischer Merkmale des Ozeanbodens hin analysiert. Die Wassersäulendaten des Forschungsecholots Simrad EK60 werden aufgezeichnet, um sie auf die Detektierbarkeit von Fischschwärmen und der vertikalen Wanderung von Zooplankton in der Wassersäule hin zu überprüfen.

EqPac co-limit

Der Schwerpunkt des Arbeitsprogramms wird darin bestehen, oberflächennahes Meerwasser zu sammeln, während sich das Schiff bewegt, wobei eine Wasserprobennahmeverrichtung entlang des Schiffes geschleppt wird (Towfish). Meerwasser wird in einer staubfreien Umgebung gesammelt, um eine Kontamination durch Spurenmetalle zu verhindern und mit einer bekannten Konzentration an Nährstoffen versetzt. Änderungen der Phytoplankton-Mengen und dessen Zusammensetzung nach der Inkubation werden durch Vergleich mit Kontrollen bewertet. Proben für mikrobielle Proteine werden gesammelt und anschließend im Labor analysiert, um zu beurteilen, ob sich Nährstoffstress in den Arten von Phytoplanktonproteinen widerspiegelt.

During SO267/2 cruise Kongsberg EM122 multi-beam echo sounder data will be acquired, checked for quality, and processed to support the “Seabed 2030” initiative (to completely map the ocean depths by the year 2030). Furthermore, the backscatter data of the EM122 will be analyzed regarding the derivability of geological properties of the seabed. The water column data of the scientific echo sounder Simrad EK60 will be recorded to examine the detectability of schools of fish and vertical migration of zooplankton within the water column.

EqPac co-limit

The focus of the work programme will be to collect surface seawater whilst the ship is moving by using a water sampling device towed alongside the ship (Towfish). Seawater will be collected in a dust free environment, to prevent any contamination by trace metals, and spiked with known concentrations of nutrients. Changes in phytoplankton amounts and composition following incubation will be assessed by comparison with controls with noting added to them. Samples for microbial proteins will be collected to be analysed in shore-based labs to assess whether nutrient stress is reflected in the types of proteins phytoplankton produce. Towfish operations will be focused between station.

Zeitplan / Schedule	Fahrt / Cruise SO267/2
	Tage/days
Auslaufen von Suva (Fidschi) am 28.01.2019 <i>Departure from Suva (Fiji) on 28.01.2019</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0
Stationszeit / <i>Station time</i>	1
Transit zum Hafen Manzanillo <i>Transit to port Manzanillo</i>	16
Einlaufen in Manzanillo (Mexiko) am 14.02.2019 <i>Arrival in Manzanillo (Mexico) on 14.02.2019</i>	
	Total 17

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

GEOMAR

Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel,
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel, Germany
www.geomar.de

Hamburg City University (HCU)

Geodäsie und Geoinformatik | Hydrographie
Überseeallee 16,
20457 Hamburg, Germany
www.hcu-hamburg.de

Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM)

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Marine Sensorsysteme/Prof. Dr. Oliver Zielinski
Schleusenstraße 1
26382 Wilhelmshaven, Germany
www.icbm.de

Max-Planck Institut für Chemie (MPI-C)

Satelliten-Gruppe
Hahn-Meitner-Weg 1
55128 Mainz, Germany
www.mpic.de

Max-Planck Institut für Meteorologie (MPI-M)

Atmosphären-Abteilung
Bundesstraße 53
20146 Hamburg, Germany
www.mpimet.mpg.de

Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI)

R&D Satellite Observations
P.O. Box 201,
3730 AE de Bilt, The Netherlands
www.knmi.nl

SONNE Reise /*SONNE Cruise SO268/1+2*

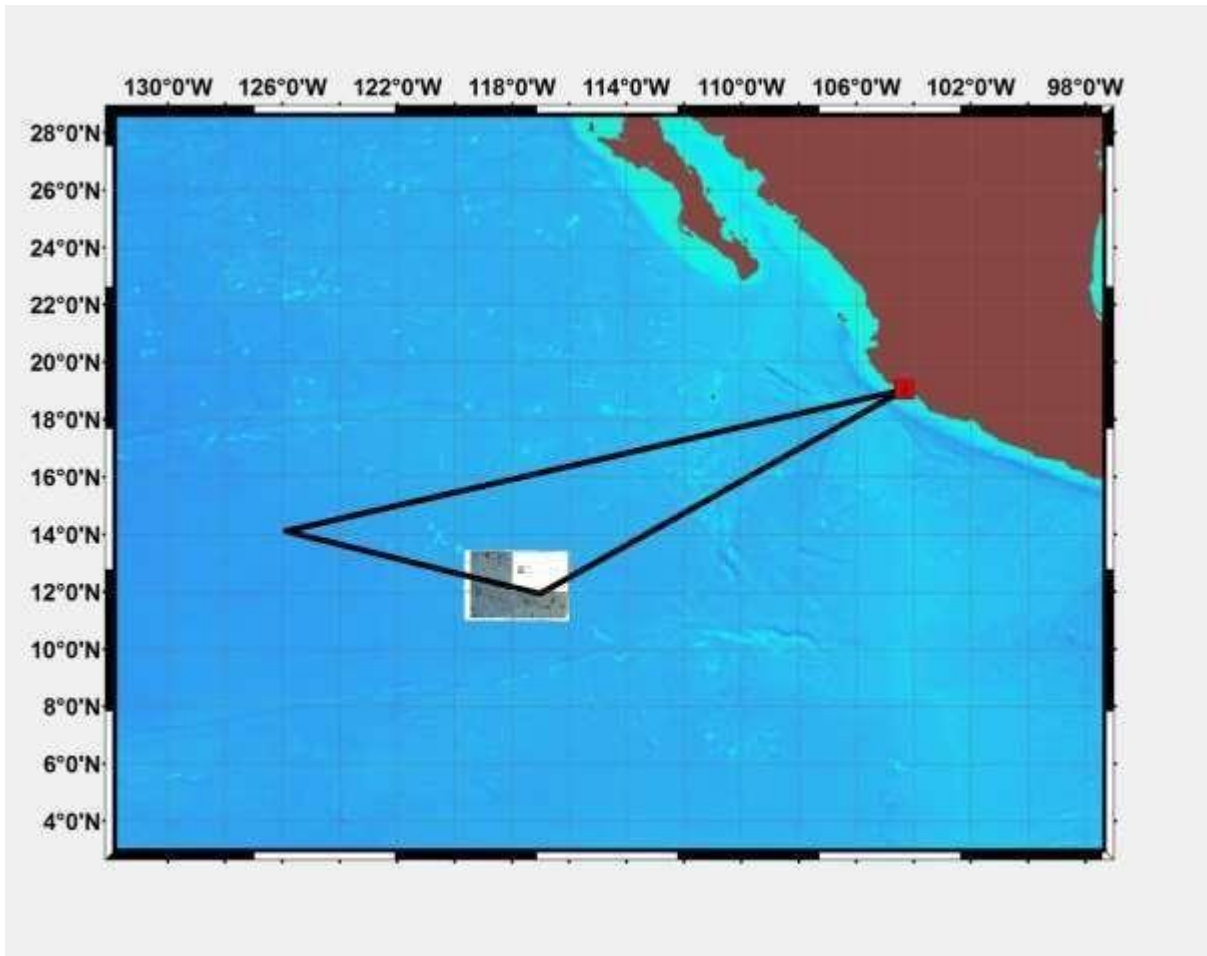


Abb. 3 Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der SONNE Expedition SO268.

Fig. 3 Planned cruise tracks and working areas of SONNE cruise SO268.

Übersicht

Die Fahrt ist in die zweite Phase des Europäischen JPI-Oceans-Verbundprojektes MiningImpact integriert. Die Expedition soll die parallel stattfindenden Feldtests des Manganknollen-Kollektors der Firma DEME- GSR in den belgischen und deutschen Lizenzgebieten der Clarion-Clipperton Bruchzone (CCZ) überwachen und die erzeugten Umweltauswirkungen feststellen. Auf dem 1. Abschnitt wird der ursprüngliche Umweltzustand in den Kollektor-Testgebieten und Referenzgebieten erhoben. Der 2. Abschnitt soll die Kollektortests überwachen, insbesondere die räumliche und zeitliche Ausbreitung der aufgewirbelten Sedimentwolke. Anschließend wird die erzeugte Umweltstörung im Abbauggebiet sowie der im benachbarten durch die abgesetzte Sedimentwolke beeinträchtigte Meeresboden erfasst. Schließlich wird im deutschen Gebiet ein Experiment zum Testen von Methoden zur Wiederbesiedelung gestartet. Eine Vielzahl moderner Tiefseetechnologien zur geochemischen, biologischen, ozeanographischen Beprobung sowie Kartierungsverfahren wird eingesetzt.

Synopsis

The cruise is fully integrated into the second phase of the European collaborative JPI-Oceans project MiningImpact. The cruise is designed to monitor the field trials of the polymetallic nodule collector of DEME-GSR in the Belgian and the German contract areas of the Clarion-Clipperton Fracture Zone (CCZ) and assess its environmental impacts. Leg 1 will acquire baseline data in the trial areas before the collector deployment and the reference areas. During Leg 2 the collector trials will be monitored, particularly to determine the spatial and temporal evolution of the suspended sediment plume. Subsequently, the environmental impacts in the mined area and its vicinity blanketed by the resettling sediment plume will be assessed. In the German contract area a restoration experiment will be set up for future evaluation of its usefulness in recolonization of seafloor disturbances. A large range of state-of-the-art deep-sea technologies for geochemical, biological, oceanographic sampling and seafloor mapping are applied.

Wissenschaftliches Programm

Der Feldtest des Manganknollenkollektors der belgischen Firma DEME-GSR bietet die Gelegenheit, unser Wissen über die Umweltauswirkungen vom Tiefseebergbau, insbesondere bei Störungen größerer zusammenhängender Flächen des Meeresbodens und der räumlichen und zeitlichen Ausbreitung und Ablagerung der aufgewirbelten Sedimentwolke, besser zu verstehen. Während SO268 wird das JPIO-Projekt Mining Impact wissenschaftlich unabhängig die Auswirkungen des ersten Einsatzes eines industriellen Knollenkollektors untersuchen.

Die Ausfahrt adressiert folgende wissenschaftliche Themen:

- Räumliche und zeitliche Ausbreitung der Sedimentwolke in der Wassersäule und dadurch induzierte Umweltauswirkungen;
- Räumliche Ausdehnung des abgelagerten Sediments innerhalb und außerhalb des abgeernteten Gebiets und hierdurch verursachte Umweltauswirkungen;
- Direkte Umweltauswirkungen im Kollektorgebiet;
- Installation eines Wiederbesiedelungsexperiments für das Knollenhabitat;
- Umweltrisikobewertung von Manganknollenabbau;
- Entwicklung von Umweltstandards und Protokollen zur Bewertung der Umweltauswirkungen sowie Handlungsvorschläge für Politik und internationale Gesetzgebung.

Ein technisches Ziel der Ausfahrt ist es, Geräte, Technologien und Konzepte für das Umweltmonitoring eines zukünftigen Tiefseebergbaus zu testen.

Scientific Programme

The nodule collector test of the Belgian contractor DEME-GSR offers the unique opportunity to advance our knowledge on the environmental impacts arising from deep-sea mining operations, particularly the consequences from disturbing a larger continuous area of the seafloor and to understand the spatial and temporal dispersion and resettlement of the suspended sediment plume. On SO268 the JPIO project Mining Impact will conduct an independent scientific assessment of the impacts of this first deployment of an industrial nodule collector.

In particular, the cruise will target the following scientific topics:

- *Spatial and temporal dispersion and environmental impact of the sediment plume in the water column;*
- *Spatial footprint and environmental impact of the deposited sediment plume inside and outside of the mined area;*
- *Direct environmental impacts in the mined area;*
- *Setup of restoration measures for recolonization of the impacted nodule habitat;*
- *Environmental Risk Assessment (ERA) of polymetallic nodule exploitation;*
- *Development of standards and protocols for impact assessment and recommendations for policy and international legislation.*

A more technical aim of the cruise is to test tools, technologies, and a concept for the environmental monitoring of future deep-sea mining operations.

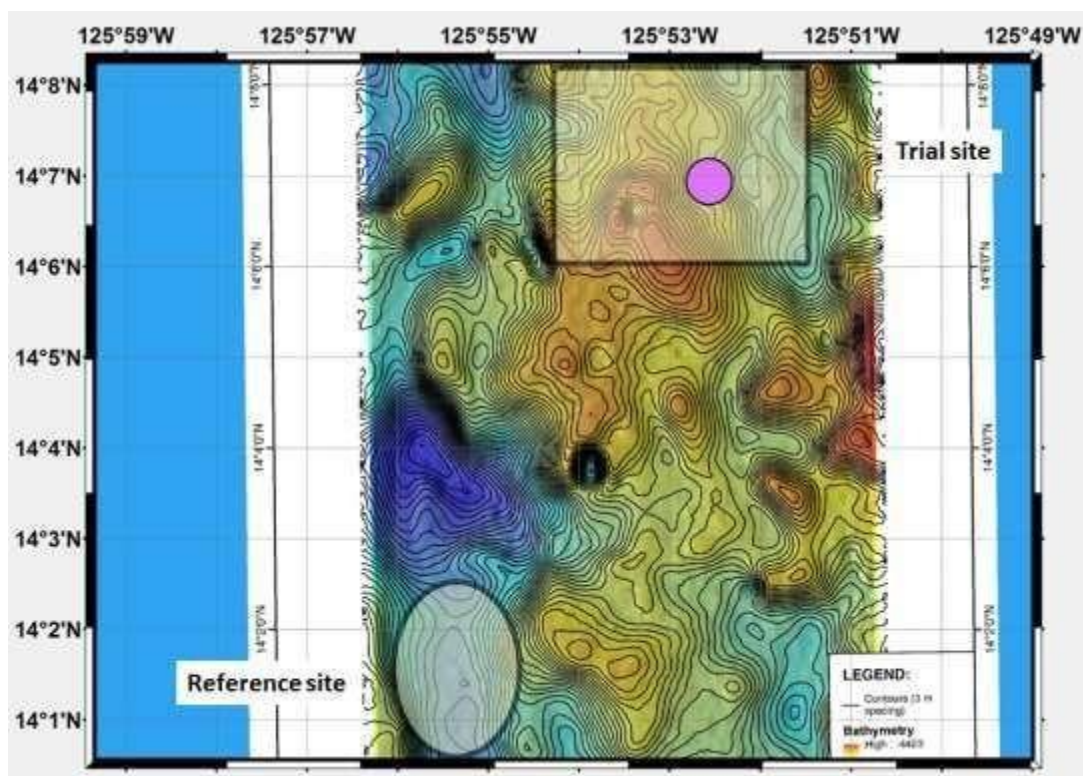
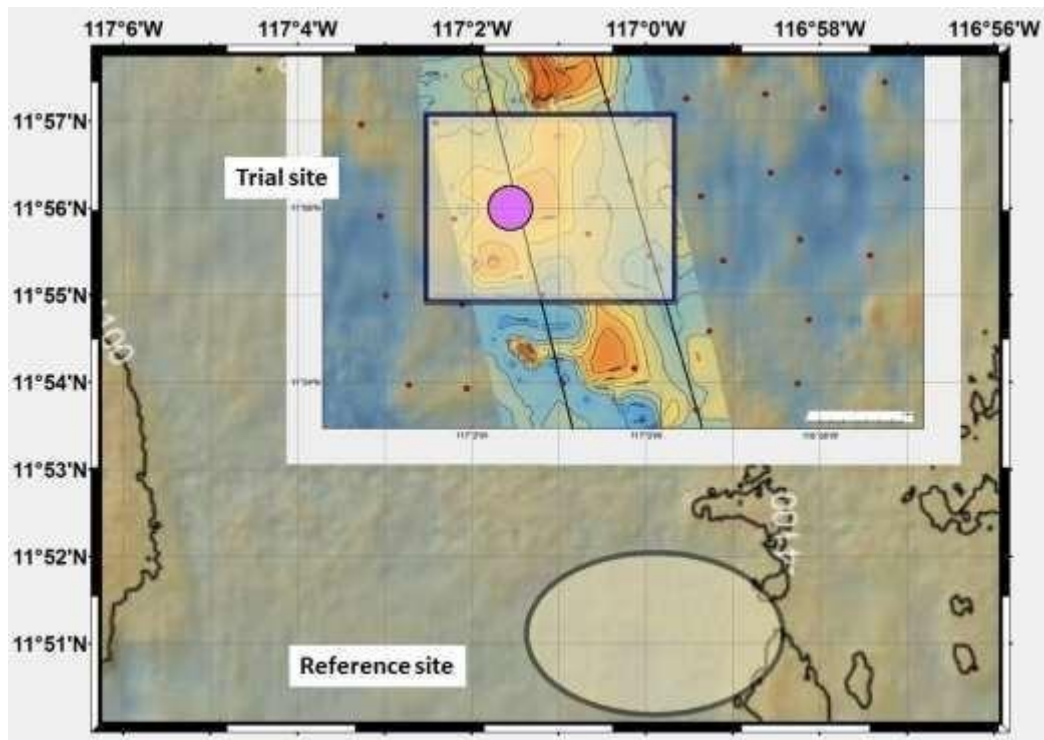


Abb. 4 Die Arbeitsgebiete im deutschen (Abb. oben) und belgischen (Abb. unten) Lizenzgebiet der CCZ.

Fig. 4 The working areas in the German (figure above) and Belgian (figure below) contract area of the CCZ.

Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm verteilt sich auf zwei Fahrabschnitte. Auf dem ersten Abschnitt wird der Ausgangszustand der vier Arbeitsgebiete, d.h. das Areal des Feldtests und des korrespondierenden Referenzgebiets sowohl im deutschen als auch im belgischen Lizenzgebiet erhoben. Dies umfasst ozeanographische, biologische, mikrobiologische, bio-geochemische und geologische Informationen, die anschließend eine Bewertung der Umweltauswirkungen durch den Manganknollenabbau und die aufgewirbelte Sedimentwolke erlauben. Auf dem zweiten Abschnitt erfolgt das Monitoring des Kollektortests der Firma DEME-GSR, um insbesondere die räumliche und zeitliche Dynamik und Ausbreitung der generierten Sedimentwolke zu erfassen. Anschließend werden die unmittelbaren Umweltauswirkungen innerhalb des Testgebiets und in der Umgebung festgestellt. Im deutschen Gebiet wird zudem ein Wiederbesiedlungsexperiment gestartet.

Die geplanten wissenschaftlichen Arbeiten erfordern den Einsatz einer Vielzahl mariner Geräte wie den Tauchroboter Kiel6000, um Sedimente, Manganknollen und benthische Fauna zu beproben sowie in situ Messungen und Experimente durchzuführen, das AUV Abyss zur hochauflösenden, akustischen und optischen Kartierung des Meeresbodens, den OFOS-Schlitten für Photoaufnahmen des Meeresbodens, benthische Lander (MoLab, BoBo) und Verankerungen bestückt mit akustischen und optischen Sensoren zum Monitoring der Sedimentwolke, diverse Kerngeräte (Kastengreifer, Schwerelot, TV-MUC) zur Sedimentbeprobung, CTD-Kranz- wasserschöpfer und in situ Pumpen zur Beprobung von Wassersäule und Sedimentwolke.

Work Programme

The work programme is divided into two cruise legs. During the first leg baseline data from four sites, the trial site and the reference site from both, the German and Belgian contract area, will be acquired. This baseline data comprises of oceanographic, biological, microbiological, biogeochemical, and geological information, against which the impact introduced by the mining operation, i.e. removal of the sediment surface and nodules as well as the dispersal and resettlement of the suspended sediment plume, will be assessed. During the second leg the field test of the nodule collector, conducted by DEME-GSR, will be monitored, particularly the spatial and temporal dynamics and the spread of the suspended sediment plume. A first assessment of the impacts inside the trial area and its outside vicinity will complement the monitoring programme. In the German area a restoration experiment for the recolonization of the nodule habitat will be started.

The intended scientific work requires the deployment of a multitude of seagoing equipment, such as ROV Kiel6000 for sampling of sediments, nodules, and benthic fauna as well as carrying out in situ measurements and experiments, AUV Abyss for high-resolution acoustic and optical mapping of the seafloor, OFOS sled for photo surveys of the seafloor, benthic landers (MoLab, BoBo), tripods, and moorings carrying acoustic and optical sensors for monitoring of the sediment plume dispersal, coring devices (box, gravity, TV-guided multiple corers) for collecting sediment samples, and CTD and in situ pumps for sampling of water and suspended sediment in the water column.

Leg 1

Tage/days

Auslaufen von Manzanillo (Mexiko) am 17.02.2019

*Departure from Manzanillo (Mexico) 17.02.2019*Transit zum deutschen Arbeitsgebiet / *Transit to German working area*

3.0

Baseline-Untersuchung der Referenz

5.0

Baseline investigation of reference site

Baseline-Untersuchung des Testgebiets

5.0

Baseline investigation of trial site

Nahrungsnetz- und Ökotoxikologie-Studien

4.0

*Foodweb and ecotoxicology studies*Transit zum belgischen Arbeitsgebiet / *Transit to Belgian working area*

2.0

Baseline-Untersuchung der Referenz

5.0

Baseline investigation of reference site

Baseline-Untersuchung des Testgebiets

5.0

Baseline investigation of trial site

Nahrungsnetz- und Ökotoxikologie-Studien

4.0

Foodweb and ecotoxicology studies

Ausbringen des Monitoring Sensoren-Netzes

1.0

Deployment of the monitoring sensors

Transit zum Hafen Manzanillo

5.0

Transit to port Manzanillo

Total 39.0

Einlaufen in Manzanillo (Mexiko) am 27.03.2019

Arrival in Manzanillo (Mexico) 27.03.2019

Leg 2

Tage/days

Auslaufen von Manzanillo (Mexiko) am 30.03.2019
Departure from Manzanillo (Mexico) 30.03.2019

Transit zum belgischen Arbeitsgebiet / *Transit to Belgian working area* 5.0

Ausbringen des Monitoring Sensoren-Netzes
Deployment of the monitoring sensors 2.0

Monitoring des Knollenkollektor-Tests
Monitoring of the nodule collector trials 6.0

Untersuchung der Umweltauswirkungen durch den Kollektortest
Impact assessment of the collector trial 5.0

Transit zum deutschen Arbeitsgebiet / *Transit to German working area* 2.0

Ausbringen des Monitoring Sensoren-Netzes
Deployment of the monitoring sensors 3.0

Monitoring des Knollenkollektor-Tests
Monitoring of the nodule collector trials 6.0

Untersuchung der Umweltauswirkungen durch den Kollektortest
Impact assessment of the collector trial 11.0

Ausbringen des Wiederbesiedlungsexperiments
Installation of the restoration experiment 3.0

Transit zum belgischen Arbeitsgebiet / *Transit to Belgian working area* 2.0

Untersuchung der Umweltauswirkungen durch den Kollektortest
Impact assessment of the collector trial 4.0

Transit zum Hafen Manzanillo
Transit to port Manzanillo 5.0

Total 54.0

Einlaufen in Manzanillo (Mexiko) am 22.05.2019
Arrival in Manzanillo (Mexico) 22.05.2019

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

AWI

Alfred Wegener Institute Helmholtz Centre for Polar & Marine Research
Am Handelshafen 12
27570 Bremerhaven / Germany
www.awi.de

BGR

Federal Institute for Geosciences and Natural Resources
Stilleweg 2
30655 Hannover / Germany
www.bgr.bund.de

CIMA

Universidade do Algarve
Campus de Gambelas
8005-139 Faro / Portugal
www.cima.ualg.pt

CIIMAR

Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research
Edifício do Terminal do Porto de Leixões, Avenida General Norton de Matos
4450-208 Matosinhos / Portugal
www.ciimar.up.pt

GEOMAR

GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel / Germany
www.geomar.de

IFREMER

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
155 rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux / France
www.ifremer.fr

IMAR

Institute of Marine Research
Rua Professor Frederico Machado
9901-862 Horta, Azores / Portugal
www.horta.uac.pt

JUB

Jacobs University Bremen gGmbH
Campus Ring 1
28759 Bremen / Germany
www.jacobs-university.de

MPI

Max Planck Institute for Marine Microbiology
Celsiusstraße 1
29359 Bremen / Germany
www.mpi-bremen.de

NIOZ

Royal Netherlands Institute for Sea Research
Landsdiep 4
1797 SZ 't Horntje – Texel / The Netherlands
www.nioz.nl

NIVA

Norwegian Institute for Water Research
Gaustadalleen 21
0349 Oslo / Norway
www.niva.no

RBINS

Royal Belgian Institute of Natural Sciences
Vautierstraat 29
1000 Brussels / Belgium
www.naturalsciences.be

SGN

Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung
Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung
Südstrand 44
26382 Wilhelmshaven / Germany
www.senckenberg.de

UA

Universidade de Aveiro
Campus Universitário de
Santiago, 3810-193 Aveiro /
Portugal

www.cesam.ua.pt

UGent

Gent University
St Pietersnieuwstraat 25 9000
Gent / Belgium

www.marinebiology.ugent.be

UNIVPM

Polytechnic University of Marche
Piazza Roma 22
60121 Ancona/Italy

www.univpm.it

URes

Uni Research
Nygårdsgaten 112
5008 Bergen / Norway

www.uni.no

UU

Utrecht University Princetonplein 9
3584 CC Utrecht / The Netherlands

www.uu.nl

Übersicht

Die SO268/3-Fahrt der SONNE führt von Manzanillo (Mexiko) nach Singapur (Republik Singapur). Das wissenschaftliche Ziel dieser Reise ist es, die Verteilung von Plastikmaterial und Mikroplastik im Nordpazifischen Strudel (North Pacific Garbage Patch) und in abgelegenen Gebieten zu untersuchen (Projekt MICRO-FATE) sowie atmosphärische Referenzdaten über dem Pazifik zu sammeln, ARGO floats auszulegen und bathymetrische Daten zu katalogisieren (Projekt MORE-2).

MICRO-FATE

Die Thematik des allgegenwärtigen Plastiks in der Umwelt ist ins Zentrum des Interesses von Wissenschaft, Gesetzgebern, Behörden und der Öffentlichkeit gerückt. Dem gegenüber steht ein großes Defizit an Daten zum Vorkommen, zum langfristigen Verbleib und zu Effekten in der Umwelt. Unser internationales, interdisziplinär besetztes Forschungsprojekt basiert auf dieser Forschungsausfahrt mit Überquerung des Nordpazifischen Strudel dem sog. ‚North Pacific Garbage Patches‘ zur Untersuchung des Verbleibs und der Effekte von im Feld verwitterten Mikroplastikpartikeln und weiterem Plastikmaterial zwischen Gebieten mit erwarteten hohen Konzentrationen und abgelegenen Regionen im Pazifik.

Spezifische Aspekte, die das SO268/3 Forschungsprogramm abdeckt, sind: die Identifizierung und Charakterisierung der Plastikpartikel, ihre Alterung und Fragmentierung, die Sorption und Auslaugung von Chemikalien sowie die Einbindung von Plastikpartikeln in Aggregate und den Bewuchs ihrer Oberfläche mit sogenanntem Biofilm. Diese Aspekte sind vermutlich entscheidend für den Transport und den Verbleib von Mikroplas-

Synopsis

The R.V. SONNE cruise SO268/-3 goes from Manzanillo (Mexico) to Singapore (Republic of Singapore). The scientific goal of the cruise is the characterization of the occurrence and fate of plastic material incl. micro-plastic pollution in the North Pacific Gyre (“Garbage Patch”) and remote regions (project MICRO-FATE) as well as collection of atmospheric reference data over oceans, the deployment of ARGO floats and the database preperation of collected bathymetric data (project MORE-2).

MICRO-FATE

The topic of the ubiquitous presence of plastic in the environment has moved to the center of the interest of scientists, regulators, authorities and the general public. Opposed to this interest is the huge lack of data regarding the occurrence, long-term fate and effects of plastic litter in the environment. Our international, inter-disciplinary research project is based on this scientific cruise of the RV SONNE in the Pacific Ocean, including crossing the North Pacific Garbage Patch, to allow for the investigation of the fate and effects of field-aged microplastic particles and other plastic material between areas with expected high concentrations and remote regions in the Pacific Ocean.

Specific aspects that are covered by our research programme are the following: the identification and characterization of the plastic particles, their weathering and fragmentation, the sorption and leaching of chemicals as well as the integration of plastic particles into aggregates and the colonization of their surface with so-called biofilm. These aspects are expected to be decisive for the transport and the fate of microplastic particles in the marine environment, and based on the data obtained during cruise SO268.

tikpartikeln in der marinen Umwelt, und basierend auf den SO268/3-Daten erhoffen wir uns, einzigartige Informationen zur immensen Diskrepanz der Menge an emittiertem Plastik und dem in oberflächennahen Wasserproben gefundenen Plastik zu erhalten.

Die Arbeiten sind sehr breit aufgestellt und die Anzahl und Diversität der Proben werden maximiert. Anhand von Plastikproben von der Meeresoberfläche, aus der Wassersäule und aus dem Sediment sowie Referenzproben (großvolumige Festphasenanreicherung von Umweltschadstoffen aus dem Oberflächenwasser und aus Sedimentproben) in Kombination mit diversen Untersuchungsmethoden werden neue Erkenntnisse zur Polymerbeschaffenheit und Oberflächencharakterisierung, Verwitterung und Fragmentierung, Sorption und Abgabe von Additiven und Umweltschadstoffen, Bildung von Heteroaggregaten („Marine Snow“) und Biofilmbesiedlung erlangt. Dank der Einbindung eines interdisziplinären Künstlers und eines Filmteams wird eine Verbreitung der Erkenntnisse auch in die breite Öffentlichkeit sichergestellt. Wissenschaftliche Erkenntnisse werden an Behörden und Industrie kommuniziert.

Auf der Expedition SO268/3 wird während der Fahrt Seewasser auf Plastikpartikel hin untersucht, und bei reduzierter Geschwindigkeit werden Katamaran-Neustonnetze geschleppt, die das Plastik aus einem definierten Volumen an der Oberfläche sammeln. An ausgewählten Stationen führen wir die Beprobung von Plastik in der Wassersäule und im Sediment durch und machen mit dem aktuell an Bord befindlichen OFOS (Ocean Floor Observation System) Foto- und Filmaufnahmen vom Meeresboden. Da Schätzungen zufolge 99 % des emittierten Plastiks nicht an der Meeresoberfläche gefunden wurden, liegt die Vermutung nahe, dass sich diese großen „fehlenden“ Mengen in der Wassersäule und im Sediment wiederfinden. Unsere Forschung an Bord der SONNE dient der Untersuchung dieser Hypothese.

We hope to gain unique information about the immense difference in the mass balance of the emitted plastic material and the amount that is found in water samples collected at the surface of water bodies.

Our research programme is very broad and the number and diversity of the samples will be maximized. Using samples of plastic collected at the surface of the ocean, in the water column and in the sediment as well as reference samples (large-volume solid-phase extraction of environmental pollutants from the surface water and the sediment) in combination with diverse methods and protocols, we will establish new knowledge regarding the polymer composition, surface characteristics, environmental weathering and fragmentation, sorption and release of additives and environmental pollutants, formation of heteroaggregates (“Marine Snow”) and biofilm colonization. Thanks to the integration of an interdisciplinary artist and a camera team, we hope to reach a broad audience in the general public with our major research outcomes. The scientific outcomes will also be communicated to authorities and the plastic-producing industry.

During the Pacific cruise SO268/-3 of the RV SONNE, we will investigate the content of plastic particles in the seawater, and at reduced cruising speed, we will tow catamaran neuston nets, collecting the plastic material from a defined volume of water at the ocean surface. At selected stations, we carry out sampling of plastic in the water column and in the sediment, and we will record picture and film material from the seabed using the OFOS (Ocean Floor Observation System) that is currently on board. Since according to mass balance estimations, 99% of the emitted plastic could not be found at the sea surface, an alternative assumption is that these big “missing” amounts are present in the water column and in the sediment. Our research on board is dedicated to investigating this hypothesis. We carry out a variety of analyses with the material collected on board. We will determine the polymer constituents and different

Wir führen verschiedene Untersuchungen mit dem gewonnenen Material durch: Die Polymerzusammensetzung wird bestimmt und verschiedene Parameter zur Bestimmung des Alterungsgrades (Charakterisierung der Oberflächen etc.) werden erhoben. Zusätzlich führen wir Alterungsexperimente an Bord durch, die durch die starke Bestrahlung mit UV-Licht in Äquatornähe begünstigt werden. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Untersuchung der Aggregatbildung von kleinsten Mikroplastikpartikeln, bspw. mit Biofilm, die zur Bildung von Marine Snow wesentlich beitragen. Die Besiedelung des Plastikmaterials ist ein zusätzlicher Fokus unserer Forschungsarbeiten.

MORE-2

Während der Fahrt werden atmosphärische Messungen von Aerosolen, Wolken und Spurengasen gesammelt. Solche Referenzdaten über dem Pazifik sind selten. Diese Messungen dienen als Eichdaten (1) für Methoden der Fernerkundung mit Satelliten und (2) für die (globale) Modellierung. Atmosphärische Messungen werden mit einem Sonnenphotometer der NASA (für Aerosole), einem Kamera-System des MPI-M und einem Ceilometer des MPI-C (für Wolken) und MAX-DOAS Instrumenten des MPI-C und des KNMI und einem Fourier Transform Spektrometer der U.Hei (für Spurengase) durchgeführt.

Sonnenphotometermessungen von Aerosol und Wasserdampf werden im aufwendigen Handbetrieb bei Sonne durchgeführt und allabendlich an die Datenbank der NASA geschickt, wo sie zeitnah über ihre Webseite http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/maritime_aerosol_network.html abrufbar sind.

Die Messungen von Wolken werden automatisch und regelmäßig aufgezeichnet. Sie liefern in erster Linie Informationen über Strukturen und Untergrenzhöhen. Sie werden örtlich am MPI-M und MPI-C aufbewahrt und können nach der Reise auf Anfrage heruntergeladen werden.

parameters to determine the age of the field-weathered plastic material (characterization of the surface areas etc.). In addition, we will carry out weathering experiments on board of the R.V. SONNE, facilitated by the strong UV light radiation in proximity of the equator. Another important issue lies in the determination of the smallest plastic material forming aggregates, e.g., together with bio-film, which facilitate the formation of Marine Snow. The colonization of the plastic material with bio-film is an additional focus of our research efforts.

MORE-2

During the cruise, atmospheric properties of aerosol, clouds and trace-gases will be collected, as reference data coverage over the Pacific is sparse. The data will serve as (1) calibration data for satellite remote sensing retrievals and (2) as evaluation data for (global) modelling. Atmospheric data are sampled with a NASA sun-photometer (aerosol), a camera system of the MPI-M and a ceilometer of the MPI-C (clouds), and MAX-DOAS of MPI-C and KNMI and a Fourier transform spectrometer of the U.Hei (trace-gases).

The aerosol and water vapor data collected by the sun-photometer during sunshine in a labor intensive handheld operation will be transmitted each evening to a data-center http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/maritime_aerosol_network.html where data can be viewed and assessed within days.

The data on clouds are automatically and frequently sampled. The collected data mainly address cloud-structures and cloud-base altitudes. These data will be stored at MPI-M and MPI-C and are available on request after the cruise. The trace-gas sampling instruments are more complex and therefore now introduced in more detail: The Bruker EM27/SUN instrument is a Fourier Transform Spectrometer equipped with a sun-tracker. It

Die Instrumente zur Messung atmosphärischer Spurengase sind komplexer und werden daher genauer beschrieben:

Bei dem Bruker EM27/SUN handelt es sich um einen Fourier Transform Spektrometer mit einem zusätzlichen Sonnenfolger. Aus dem nah-infraroten Spektralbereich (von ca. 1100 bis 2400 nm) können Gesamtsäulenkonzentrationen der Treibhausgase CO₂ und CH₄ sowie Schadstoffe wie CO und zusätzliche Stoffe (z.B. O₂ für Lichtwegkalibration) gewonnen werden. Ein robuster Einsatz des Sonnenfolgers auf mobilen Plattformen wie Schiffen (auf Polarstern und Lastkraftwagen) konnte gezeigt werden. Unter typischen Schiffsbedingungen ist es der aktiv kamera-basierten Folgersteuerung möglich, eine Genauigkeit von kleiner einem Zehntel der Sonnenscheibe einzuhalten. Der Sonnenfolger ist direkt am Spektrometer angebracht. Der ganze Aufbau hat das grobe Abmaß von 50x50x50 cm und ein Gewicht von ungefähr 25 kg. Ein Laptop und ein kleiner Embedded Computer steuern den Aufbau. Der Stromverbrauch ist geringer als 100 W über Standard 230 V Lichtstrom.

Das Ziel bei der Pazifiküberfahrt ist es, die Gesamtsäulenkonzentration von CO₂, CH₄ sowie CO der darüber liegenden Atmosphäre zu sammeln. Diese dienen als Validierung für vorbeifliegende Satelliten wie OCO-2/3, GOSAT(-2) und TROPOMI, welche die entsprechenden Konzentrationen aus Ozeanglanzmessungen ermitteln. Die Datenbank zur Validierung dieser Satellitenmessungen ist offenkundig klein, da Validierungsnetzwerke wie das Total Carbon Column Observing Network (TCCON) auf Landmassen beschränkt sind und nur wenige Inseln erlauben die Validierung der Satellitenmessungen von Ozeanglanz. Klappenbach et al., 2015 berichten von einem Einsatz eines EM27/SUN auf dem Forschungsschiff Polarstern während der Überfahrt von Kapstadt, Süd Afrika nach Bremerhaven, Deutschland, der den Nutzen von schiffsgebundenen Validationskampagnen gezeigt hat. Das technische Ziel wird der

measures direct solar absorption spectra in the shortwave infrared spectral range (ca. 1100 – 2400 nm) from which the overhead column abundances of the greenhouse gases CO₂ and CH₄, air pollutants such as CO and auxiliary substances (e.g. O₂ for light-path calibration) can be retrieved. The sun-tracker has been shown to be sufficiently fast and robust to operate on mobile platforms such as ships (e.g. Polarstern and trucks). Its active camera-based tracking system achieves a precision of better than one tenth of the apparent solar disk diameter under typical ship conditions. The sun-tracker is directly attached to the spectrometer, in total consuming a volume of roughly 50x50x50 cm³ and a mass of roughly 25 kg. Instrument control works via a laptop and a small embedded control unit. Power consumption including laptop and control unit is less than 100 W via a regular 230V line.

During the Pacific transect, we will aim at collecting total column CO₂, CH₄, CO concentrations in the overhead atmosphere. These will serve as validation datasets for overpassing satellites such as OCO-2/3, GO-SAT(-2) and TROPOMI which infer the respective concentrations from ocean-glint soundings above the ocean. The database for validating these soundings is notoriously thin, since the validation networks such as the Total Carbon Column Observing Network (TCCON) are restricted to land and only a few island sites allow for validating nearby ocean-glint observations by the satellites. Klappenbach et al., 2015, report on an EM27/SUN deployment on research vessel Polarstern during its cruise from Cape Town, South Africa, to Bremerhaven, Germany, demonstrating the usefulness of such ship-based validation campaigns. A technical goal of the deployment will be the testing and further in the future, will allow for standalone the need for on-site personnel. Multi-Axis-DOAS instruments observe scattered sunlight at different (mainly very slant) elevation angles. From these measurements height profiles of atmospheric trace gases (e.g. NO₂, HCHO, CHOCHO, O₄, SO₂, BrO, IO) and aerosol extinction in the lowest layers of the at-

Test und die weitere Entwicklung von ergänzender Ausrüstung, die in der Zukunft einen autarken Betrieb des Instruments auf einem Schiff gewährleistet.

Multi-Axis-DOAS-Instrumente messen gestreutes Sonnenlicht unter verschiedenen (hauptsächlich flachen) Elevationswinkeln. Aus den gemessenen Spektren können Höhenprofile verschiedener atmosphärischer Spurengase (z.B. NO₂, HCHO, CHOCHO, O₄, SO₂, BrO, IO) und Aerosolextinktionsprofile in den unteren Schichten (bis 3 km) der Atmosphäre abgeleitet werden. MAX-DOAS-Messungen sind am empfindlichsten für die direkt über dem Boden gelegene atmosphärische Schicht. Dort können die atmosphärischen Lichtwege bis zu 20 km lang werden. Die Zeitauflösung für eine Elevationssequenz ist etwa 15 Minuten. Zwei Instrumente werden eingesetzt. Das Ziel mit dem MPI-C Instrument während dieser Expedition ist die Gewinnung und Interpretation von Aerosolextinktionsprofilen, die aus den Messungen des Sauerstoff-Dimers (O₄) abgeleitet werden. Die erhaltenen Aerosolprofile haben eine recht grobe Auflösung mit nur etwa 2-3 unabhängigen Datenpunkten in verschiedenen Profilhöhen. Andererseits haben sie die größte Genauigkeit direkt über dem Boden/Wasser, wo LIDAR-Messungen typischerweise 'blind' sind. Die aus den MAX-DOAS-Messungen erhaltenen Profile werden mit den simultanen Messungen mit dem Sonnenphotometer verglichen und nach Möglichkeit kombiniert. Die resultierenden Aerosolprofile werden zur Validierung von Satellitenmessungen verwendet. Neben den Aerosolmessungen werden aus den MAX-DOAS-Messungen auch Spurenstoffprofile (insbesondere von BrO, IO, CHOCHO und HCHO) ausgewertet. Das zweite MAX-DOAS Instrument von KNMI soll erste Herleitungen von NO₂ Mengen in der Atmosphäre mit Daten eines kürzlich gestarteten Satelliten (TROPOMI, im Oktober 2017) bewerten.

Das internationale Argo Programm ist ein flächendeckendes Array aus mehr als 3.700 profilierenden Floats zur Messung von Druck, Temperatur und Salinität in den oberen 2.000 m des Ozeans. Das Ziel des Argo Programms ist

mosphere can be derived. MAX-DOAS measurements have the highest sensitivity close to the ground, where the atmospheric light paths reach very 20 km. The time resolution for one elevation sequence is about 15 minutes. The aim of the MAX-DOAS measurements during this expedition is the retrieval of aerosol extinction profiles, which is based on the measurement of the oxygen dimer (O₄). The derived aerosol extinction profiles have a rather coarse vertical resolution (with about 2 to 3 independent pieces of information), but are most accurate close to the surface, where LIDAR instruments are typically blind. The retrieved profiles will be compared (and possibly combined) with the simultaneous sun photometer observations. The results will be used to validate satellite observations of aerosol properties over ocean. Besides the aerosol profiles, also some trace gases (in particular BrO, IO, CHOCHO and HCHO) will be analysed from the measured MAX-DOAS spectra. A second MAX-DOAS instrument will be operated by KNMI to validate NO₂ retrievals by a new TROPOMI satellite sensor which was recently (in October 2017) launched.

Argo is a global array of more than 3.700 profiling floats that measure temperature and salinity in the upper 2.000 m of the ocean.

The target of the international Argo programme is operation of the instrument on ships without a continuous monitoring of the ocean and data coverage of one float per 3x3° grid cell every 10-15 days over the global ocean is pursued. At the moment 155 German floats contribute to the international programme. All floats are equipped with pressure, temperature, and conductivity sensors manufactured by Seabird Electronics and are scheduled to drift for 10 days at a fixed pressure of 1000 dbar. From this parking depth they are supposed to descend down to a profiling pressure of 2000 dbar before rising and collecting vertical profiles of pressure, temperature, and conductivity with varying vertical resolution on their way to the surface. At the surface the floats transmit

ein kontinuierliches Monitoring des Ozeans und eine Datenabdeckung von $3 \times 3^\circ$ pro Float alle 10-15 Tage. Momentan steuert Deutschland zu diesem Programm 155 Floats bei.

Alle Floats sind mit Drucksensor, Temperatur- und Leitfähigkeitssensor vom Hersteller Seabird Electronics ausgestattet und sind auf einen zehntägigen Zyklus programmiert. In dieser Zeit driften die Floats konstant auf einer Tiefe von 1000 dbar. Aus der sogenannten Parktiefe steigen die Floats hinab auf die Profiltiefe bei 2000 dbar. Danach steigen sie zur Oberfläche und erfassen Vertikalprofile des Drucks, der Temperatur und der Leitfähigkeit. An der Oberfläche werden die aufgezeichneten Daten via Satellit an eine Landstation übermittelt. Nach Übertragung dieser Daten sinkt das Float zurück auf die Parktiefe ab und der Zyklus wiederholt sich. Die Floats haben eine typische Lebenserwartung von bis zu fünf Jahren oder 200 Zyklen. Alle Daten sind für gewöhnlich innerhalb weniger Stunden beim Argo Datenzentrum frei verfügbar.

Das Hauptziel der Auslegungen ist der Erhalt der vollständigen Flächenabdeckung des Argo Arrays. Da es zur Zeit größere Lücken in den nördlichen Subtropen des Pazifiks gibt, werden bei dieser Forschungsfahrt 24 ARGO Floats der USA (über das SCRIPPS Institut) in regelmäßigen Abständen im Pazifik eingebracht.

Während der SO268/3 werden durchgängig Kongsberg EM122 Fächerecholotdaten zur Unterstützung der Initiative „Seabed 2030“ (zur Erstellung vollständiger Ozean-Tiefenkarten bis zum Jahr 2030) aufgezeichnet, auf Qualität überprüft und prozessiert. Darüber hinaus werden die Rückstreudaten des EM122 auf die Ableitbarkeit geologischer Merkmale des Ozeanbodens hin analysiert. Die Wassersäulendaten des Forschungsecholots Simrad EK60 werden aufgezeichnet, um sie auf die Detektierbarkeit von Fischschwärmen und die vertikale Wanderung von Zooplankton in der Wassersäule hin zu überprüfen.

the collected data via satellite towards the land station. Having finished their transmission the floats sink again, and the profile cycle starts all over again. The floats have a typical life time of up to five years or 200 cycles. All data is usually freely available within hours after collection from the international Argo data centers.

The main purpose of the float deployments is to maintain the completeness of Argo array. With larger coverage gaps in the northern sub-tropics of the Pacific, it is planned to deploy 24 US ARGO floats (provided by the SCRIPPS institute) in regular distances along the way.

During SO268/3 cruise Kongsberg EM122 multi-beam echo sounder data will be acquired, checked for quality, and processed to support the “Seabed 2030” initiative (to completely map the ocean depths by the year 2030). Furthermore, the backscatter data of the EM122 will be analyzed regarding the derivability of geological properties of the seabed. The water column data of the scientific echo sounder Simrad EK60 will be recorded to examine the detectability of schools of fish and vertical migration of zooplankton within the water column.

Zeitplan / Schedule	Fahrt / Cruise SO268/3
	Tage/days
Auslaufen von Manzanillo (Mexiko) am 25.05.2019 <i>Departure from Manzanillo (Mexico) 25.05.2019</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	8
Stationszeit / <i>Station time</i>	12
Transit zum Hafen Singapur <i>Transit to port Singapore</i>	20
Einlaufen in Singapur (Republik Singapur) am 05.07.2019 <i>Arrival in Singapore (Republic of Singapore) 05.07.2019</i>	Total 40

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

Alfred Wegener-Institute (AWI)

Helmholtz Centre for Polar and Marine Research
Am Handelshafen 12
27570 Bremerhaven, Germany

www.awi.de

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)

Operationelle Ozeanographie
Bernhard-Nocht-Str. 78
20359 Hamburg, Germany

www.bsh.de

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems (IKTS)

Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Germany

www.ikts.fraunhofer.de

Hamburg City University (HCU)

Geodäsie und Geoinformatik | Hydrographie
Überseeallee 16,
20457 Hamburg, Germany

www.hcu-hamburg.de

Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ

Permoserstr. 15
04318 Leipzig, Germany

www.ufz.de

Leibniz-Institute for Baltic Sea Research (IOW)

Seestr. 15
18119 Rostock, Germany

www.io-warnemuende.de

Max-Planck Institut für Chemie (MPI-C)

Satelliten-Gruppe
Hahn-Meitner-Weg 1
55128 Mainz, Germany

www.mpic.de

Max-Planck Institut für Meteorologie (MPI-M)

Atmosphären-Abteilung
Bundesstraße 53
20146 Hamburg, Germany
www.mpimet.mpg.de

Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI)

R&D Satellite Observations
P.O. Box 201,
3730 AE de Bilt, The Netherlands
www.knmi.nl

Scripps Institution of Oceanography (CASPO)

UC San Diego
9500 Gilman Drive #0230
La Jolla CA, 92093-0230, USA
www.scripps.edu

Stockholm University (SU)

Svante Arrhenius väg 8
114 18 Stockholm, Sweden
www.aces.su.se

Universität Heidelberg

Institut für Umweltphysik
Im Neuenheimer Feld 229
69120 Heidelberg, Germany
www.uni-heidelberg.de

Das Forschungsschiff / *Research Vessel SONNE*

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

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.

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

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 Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG.

Die an der Organisation beteiligten Gruppen und Institutionen sind einem Beirat rechnungspflichtig.

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

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

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

The German Research Fleet Coordination Centre 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 Briese Schifffahrts GmbH & Co KG.

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



Research Vessel

SONNE

Cruises No. SO267/2 - SO268/3

28. 01. 2019 – 05. 07. 2019

OceanLight

Determine the above and underwater light in the Pacific Ocean. An integrative assessment from open ocean to the upwelling area close Mexico.

MORE-1 + MORE 2

Measuring Ocean REferences (of aerosol, clouds and trace-gases for evaluations of satellite retrievals and model simulations), part 1 + part 2.

EqPac co-limitation

Resolving nutrient co-limitation of phytoplankton productivity in the Equatorial Pacific Ocean: integrating experimental, proteomic and fluorescence approaches.

Assessing the impacts of nodule mining on the deep-sea environment (NoduleMonitoring).

MICRO-FATE - Characterization of the fate and effects of microplastic particles between hotspots and remote regions in the Pacific Ocean.

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