



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Wissenschaftsjahr 2016+17

MEERE
UND OZEANE

Den Geheimnissen der Tiefsee auf der Spur

Das Forschungsschiff SONNE im Dienst der deutschen Meeresforschung



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
<hr/>	
1. Neues Forschungsschiff	4
Arbeitsplattform für die Wissenschaft im Pazifik und Indik	4
<hr/>	
2. Fit für die Zukunft	10
Deutsche Forschungsflotte ist unverzichtbare Plattform der internationalen Wissenschaft	10
<hr/>	
3. Probelauf in der Nordsee	12
Forschungsschiff SONNE absolvierte umfangreiches Testprogramm.....	12
<hr/>	
4. Schiff mit richtig guten Seegangseigenschaften	17
<hr/>	
5. Abwechslungsreiches Programm	18
Forschungsprojekte aus allen Disziplinen führen das Forschungsschiff SONNE rund um den Pazifik und in den Indik	18
<hr/>	
6. Rundum geglückter Auftakt	20
Überraschungen bei der Fahrt über den Atlantik.....	20
<hr/>	
7. Hervorragende Forschungsplattform	23
<hr/>	
8. Forschung mit vielen Facetten	24
Schlüsselrolle der Ozeane im Erdsystem.....	24
<hr/>	
9. International wettbewerbsfähig und attraktiv als Kooperationspartner	28
<hr/>	
10. Anträge auf Fahrtzeit	30
Abgestimmtes Verfahren sorgt für optimale Schiffsnutzung.....	30
<hr/>	
11. Weitere Informationen	32
<hr/>	
Impressum	33
<hr/>	



Vorwort

Meere und Ozeane sind gigantisch, geheimnisvoll und in großen Teilen noch unerforscht. Als größte Kohlenstoff- und Wärmespeicher im Klimasystem Erde spielen sie eine herausragende Rolle für unser Leben. Doch wie stark dürfen wir sie nutzen, wie können Ressourcen erschlossen werden und wie können wir sie als Naturraum erhalten? Antworten darauf kann uns die Meeresforschung geben.

Mit dem neuen Forschungsschiff SONNE begann für die deutsche Meeresforschung im Jahr 2014 eine neue Ära. Mit einer Länge von 116 Metern und einer Breite von 21 Metern übertrifft es die Dimensionen seines Vorgängers deutlich und setzt auch in technologischer Hinsicht neue Maßstäbe. Dank innovativer Meerestechnik und verbesserter Methoden erhalten die Forscherinnen und Forscher der SONNE Einblicke in zuvor unbekannte Tiefen der Ozeane. Zur Ausrüstung zählen hochwertige Echolote und Forschungswinden mit Kabeln von bis zu zwölf Kilometern Länge, die Messungen in tiefen Gräben der Weltmeere ermöglichen. Mehrere Tauchroboter können gleichzeitig den Meeresboden etappenweise ablichten und wertvolles Probenmaterial an Deck bringen. In den 17 Laboren untersuchen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Proben direkt an Bord.

Bevor die SONNE im Dezember 2014 zu ihrer ersten Forschungsfahrt in den Atlantik aufbrach, konnten Bürgerinnen und Bürger bei einer Vorstellungsreise entlang der deutschen Küste das Schiff erkunden und dabei die Faszination Meeresforschung erleben. Jetzt sind der Pazifik und der Indische Ozean die zentralen Einsatzgebiete der SONNE, wo sie von marinen und geowissenschaftlichen Forschungsdisziplinen als Plattform genutzt wird. Die deutsche Forschungsflotte, zu der neben der SONNE die POLARSTERN, die METEOR, die MARIA S. MERIAN und weitere zwölf mittlere und kleine Schiffe zählen, liefert wichtige Erkenntnisse für internationale Klima- und Ozeanvorhersagen. Damit dient sie auch der Zukunftsvorsorge für unsere Gesellschaft und ist Teil des neu aufgelegten Programms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA)“.

Dem Forschungsschiff SONNE und seiner Mannschaft wünsche ich erfolgreiche Expeditionen und zukunftsweisende Entdeckungen.

Prof. Dr. Johanna Wanka
Bundesministerin für Bildung und Forschung





SCIENCE





1. Neues Forschungsschiff

Arbeitsplattform für die Wissenschaft im Pazifik und Indik

Für die deutsche Forschungsflotte ist die Wachablösung am anderen Ende der Welt geglückt: Ende 2014 hat die neue SONNE ihren Dienst im Indischen und Pazifischen Ozean aufgenommen. Für die nächsten Jahrzehnte wird das knapp 120 Meter lange und 21 Meter breite Tiefseeforschungsschiff des Bundes die wichtigste Plattform für die deutschen Meereswissenschaften im indo-pazifischen Raum sein. Und die Forschenden sind sehr zufrieden.

„Das Schiff ist ein Quantensprung, was die Forschungsmöglichkeiten angeht“, urteilte Gerold Wefer, Gründungsdirektor des Bremer Zentrums für Marine Umweltwissenschaften (MARUM) nach einer Probefahrt in die Deutsche Bucht. Auf die künftigen Herausforderungen an die Meeresforschung ist das Wasserfahrzeug mit Heimathafen Wilhelmshaven gut vorbereitet. Das Schiff ist umweltfreundlich und extrem vibrationsarm, damit bereits an Bord Proben analysiert und ausgewertet werden können. Der Einsatz von Großgeräten, bei Bedarf auch von mehreren gleichzeitig, ist zum Beispiel genauso

möglich wie das Ausbringen von Instrumenten selbst in den tiefsten Ozeanbereichen unterhalb von 6000 Metern. Bislang war dies mangels ausreichender Kabellänge keinem Schiff möglich. So setzt das modernste Mitglied der deutschen Forschungsflotte, das am Institut für Chemie und Biologie des Meeres der Universität Oldenburg (ICBM) beheimatet ist, weltweit Maßstäbe in Sachen Leistungsstärke und Zukunftsfähigkeit für künftige Anforderungen.

Das fängt schon beim ganz Grundsätzlichen an, dem Raum an Bord: Die neue SONNE ist beträchtlich größer als ihre Vorgängerin und bietet so genügend Arbeitsfläche für die Unterwasserfahrzeuge der verschiedensten Art, Bohrgeräte und anderes umfangreiches Instrumentarium, auf das die moderne Wissenschaft angewiesen ist. Es zeichnet sich sogar ab, dass künftig gleich mehrere der aufwendigen Maschinen gleichzeitig an Bord sein und parallel oder sogar konzertiert eingesetzt werden können, erklärt Thomas Kuhn, Fahrtleiter und Wissenschaftler der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). „Bei 40 zur Verfügung stehenden Plätzen kann man auch ausreichend technisches Personal für den Geräteeinsatz mitnehmen.“ Die Großgeräteausrüster

haben ganze Arbeit geleistet: Schon die alte SONNE war bekannt dafür, dass sie mit Kränen und anderen Hebezeugen gut ausgestattet war – das neue Schiff bietet sogar noch mehr. „Bei den Hebezeugen wurde es aufgrund der Erfahrung mit diesen Großgeräten, die ja immer schwerer und sperriger geworden sind, sogar noch besser ausgestattet“, meint Niels Jakobi, der operationelle Leiter der Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe an der Universität Hamburg.

Selbst für den Einsatz zweier Großgeräte gerüstet

So kann fast das gesamte Deck mit einem der sieben Kräne, zwei Schiebebalken oder mit dem gewaltigen A-Rahmen am Heck erreicht werden. Dieser kann Lasten von bis zu 30 Tonnen manövrieren. Wer schwere und sperrige Lasten ausschwenken muss, wird sich über dessen spezielle Konstruktion freuen: Das schwenkbare Querjoch fängt Pendelbewegungen der Last ab. „Dadurch ist für uns die Arbeit beim Ein- und Ausholen deutlich sicherer geworden“, so Fritz Abegg, der beim GEOMAR

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel unter anderem für den 3,5 Tonnen schweren Tauchroboter ROV KIEL 6000 verantwortlich ist.

Der große Schiebebalken kann auf See Lasten von bis zu 25 Tonnen zur Steuerbordseite hinausbewegen. Wenn man ihn aufstellt und als Kran einsetzt, sind es immerhin noch zehn Tonnen. „Es ist jetzt möglich, mit zwei Großgeräten parallel zu arbeiten“, meint Tim Freudenthal, der beim Bremer MARUM die Meeresboden-Bohrgeräte betreut, „davon haben wir bislang immer nur geträumt.“

Auch unter Deck hat das Schiff der Wissenschaft viel zu bieten. Rund 600 Quadratmeter Arbeitsräume für die unterschiedlichsten wissenschaftlichen Zwecke gibt es, davon acht Labore, die notfalls auf einstellige Temperaturen heruntergekühlt werden können. In den Laboratorien finden die Forschenden eine Grundausstattung mit leistungsfähiger Informations- und Kommunikationstechnologie, die kompatibel mit den mitgebrachten Endgeräten ist.



„Inzwischen bringt ja jeder seine eigenen Spezialgeräte mit“, sagt Niels Jakobi. Für die Biologen stehen Tiefgefrierschränke und ein Flüssigstickstoffgenerator für die Eigenproduktion dieses wichtigen Kältemittels bereit. Schließlich ist die SONNE ein Forschungsschiff für alle meereskundlichen Disziplinen. Außerdem gibt es einen großen Hangar mit eigenem 1,5-Tonnen-Kran. Hier können geschützt vor Wind und Wetter Geräte gewartet und umgebaut werden. Der Hangar kann aber auch als Nasslabor dienen, wenn die Wasserproben aus dem Kranwasserschöpfer oder Bohrkerne aus den Bohrgehäusen entnommen werden müssen. „Da ist es toll, dass man das Gerät in einen schattigen Bereich fahren kann oder ein Dach über dem Kopf hat, wenn es in den Tropen wie aus Eimern schüttet“, erklärt Sabine Kasten, Forscherin am Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI).

Selbst größte Tiefen lassen sich nun beproben

Als einziges deutsches Forschungsschiff besitzt die SONNE Kabel, die bis in den untersten Bereich der Tiefseegräben, in das sogenannte Hadal, hineinreichen. „Es können 12000 Meter Kabel auf der Winde genutzt werden“, betont Angelika Brandt, Meeresbiologin an der Universität Hamburg, „damit können wir im Hadal arbeiten, was vorher nicht möglich war.“ Brandt und ihre Arbeitsgruppe haben auf der ersten wissenschaftlichen Fahrt die Tiefseewinde auf Herz und Nieren überprüft und konnten ihre Geräte in 8350 Metern Tiefe im Puerto-Rico-Graben einsetzen. Besonders interessant für die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die mit ihren Instrumenten in Bodennähe arbeiten, ist die Hubkompensation der Hauptwinde. Sie gleicht automatisch das Auf und Ab des Schiffes an der Meeresoberfläche aus.





So bleibt das benutzte wissenschaftliche Gerät stets in einer bestimmten Höhe über dem Meeresgrund. Einen Quantensprung gegenüber dem bisherigen Stand versprechen auch die Echolotanlagen. „Wir können jetzt in 4200 Metern Wassertiefe Bodenstrukturen von 30 Metern Größe erkennen. Das alte System bot lediglich eine Auflösung von 120 Metern“, berichtet Thomas Kuhn von seiner Fahrt in den Manganknollengürtel des tropischen Pazifiks. Anfangs überforderte die Fülle der einlaufenden Daten die Computersysteme, doch inzwischen werden Karten des Untergrundes von bisher kaum gekannter Genauigkeit produziert und entsprechende IT-Kapazitäten bereitgestellt. Neben der hochmodernen Anlagentechnik ist dafür auch der aufwendig gestaltete Schiffsrumpf verantwortlich: Seine spezielle Geometrie verhindert, dass Luftblasen von der Wasseroberfläche unter das Schiff geraten und dort den Empfang der Sonarsignale stören.

Gut ausgestattet für wochenlange Expeditionen

Auch bei der Unterbringung unterscheidet sich die neue SONNE von ihrer Vorgängerin. „Man hat das Gefühl, dass etwas für die Menschen getan worden ist, die auf den Schiffen fahren, leben und arbeiten“, lobt Fritz Abegg, der viele Wochen im Jahr auf hoher See verbringt. Die Ausstattung hat ihre Berechtigung. Schließlich werden die Menschen auf dem neuen Schiff noch seltener Häfen sehen als mit der Vorgängerin. „Die Gesamtdauer der Expeditionen ist durchweg länger als früher“, sagt Sabine Kasten nach einem Blick auf die bereits geplanten Reisen. Mindestens fünf Wochen Aufenthalt sind auf dem neuen Schiff die Regel. Und dieser Aufenthalt ist geprägt von intensivem Schichtdienst an Deck und im Labor, Freizeit gibt es wenig. Etwas Privatsphäre soll das so gut es geht wieder ausgleichen.



Bei all dem liegt das Schiff nach Auskunft bisheriger Mitfahrender besonders ruhig in der See. „Das ist schon ein gigantischer Fortschritt auch gegenüber den bisherigen hochseetüchtigen deutschen Forschungsschiffen“, sagt Fritz Abegg, der ROV-Chef beim Kieler GEOMAR. Das gute Fahrverhalten geht dabei nicht nur auf das Konto der schieren Schiffsgröße, sondern ist auch der sogenannten Interling-Anlage geschuldet. Das ist ein riesiger U-förmiger Tank, der quer im hinteren Bereich des Schiffes über die drei unteren Decks eingebaut und mit 250 Kubikmetern Wasser gefüllt ist. Das Wasser kann entweder aktiv von einer Schiffseite zur anderen gepumpt werden, oder es folgt aufgrund der Fliehkraft mit einer gewissen Verzögerung der Schiffsbewegung. „Das dämpft die Rollbewegung des Schiffes“, erklärt Kapitän Lutz Mallon, der über viele Jahre auch das Vorgängerschiff SONNE führte.

Die dynamische Positionierung ermöglicht nun präzise Forschungseinsätze. Die beiden feststehenden Schiffschrauben werden durch je einen ausfahrbaren Propeller an Bug und Heck sowie einen drehbaren Pumpjet unter dem Rumpf ergänzt, das sorgt für ausreichend Manövrierfähigkeit auf hoher See. „Wir manövierten im flachen Wasser, da ist eine dynamische Positionierung noch wichtiger“, berichtet MARUM-Wissenschaftler Gerold Wefer von seiner Testfahrt mit dem Forschungsschiff SONNE und dem Meeresboden-Bohrgerät MeBo200 in

ein Schlickgebiet nahe Helgoland. „Da hatten wir keine günstigen Wetterbedingungen, einen starken Tidenstrom und schnell wechselnde Winde – trotzdem hat es super funktioniert.“



Matrose Ingo Fricke in der Krankabine der SONNE.

Als bundeseigenes Forschungsschiff ist die SONNE auch ein Demonstrationsobjekt für Schiffbau und Meerestechnik made in Germany. So wurden bei ihm als erstem deutschen Forschungsschiff bereits im Bau besondere Sicherheitsvorkehrungen nach dem „Safe-Return-to-Port“-Konzept berücksichtigt. So kann das Schiff auch im Notfall eigenständig einen Hafen anlaufen. „Selbst wenn Teile des Schiffes inklusive der Brücke ausbrennen würden,

könnte man es von einer anderen Sektion des Fahrzeugs aus sicher in einen Hafen steuern“, erklärt Michael Schulz, Direktor des Bremer MARUM und derzeit Vorsitzender der Senatskommission Ozeanographie bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Bis zu 2000 Seemeilen weit kann das Schiff auf diese Weise gesteuert werden, Notunterkünfte für Besatzung und wissenschaftliches Personal sind ebenfalls vorgesehen.

Schiff fährt mit dem Blauen Engel

Selbstverständlich liegt das Schiff auch in Bezug auf den Umweltschutz vorn. „Die Abgasanlagen sind nach den Bestimmungen des Blauen Engels konzipiert worden“, erklärt Niels Jakobi. Nicht nur, dass das Schiff besonders schwefelarmen Dieseltreibstoff tankt, sein Abgas wird außerdem noch einmal von Stickoxiden gereinigt, um auch diese Emissionen so gering wie möglich zu halten. So werden schon jetzt die Abgasnormen eingehalten, die voraussichtlich in einigen Jahren in Kraft treten werden. Die optimierte Rumpfkonstruktion und das dieselektrische Antriebskonzept senken den Treibstoffverbrauch, ein hochmodernes Abwärmenutzungskonzept steigert zusätzlich die Energieeffizienz. Auch in einem für Forschungsschiffe kritischen Punkt setzt



Kaum sind die Bohrkern an Bord, werden sie im Schiffshangar untersucht.

die SONNE Maßstäbe: Lärm und Vibrationen durch die Motoren konnten auf ein Minimum reduziert werden. Alle Aggregate sind so elastisch gelagert, dass sie kaum Schwingungen an den Rumpf abgeben. So nehmen auch die Menschen an Bord akustisch kaum wahr, wenn die zusammen fast 6500 Kilowatt starken Dieselmotoren in Fahrt arbeiten. „Dies führt auch für die Meeresfauna in der Wassersäule zu erheblich weniger Geräusentwicklung“, schwärmt die Zoologin Angelika Brandt, „und es ist für die Mitreisenden wirklich ein ganz anderes Fahr- und Komfortgefühl an Bord.“



MARUM-Wissenschaftler Gerold Wefer ist mit der Testfahrt sehr zufrieden.



2. Fit für die Zukunft

Deutsche Forschungsflotte ist unverzichtbare Plattform der internationalen Wissenschaft

Die deutschen Meereswissenschaften sind international hoch angesehen und genießen weltweit einen exzellenten Ruf. Den verdanken sie nicht zuletzt der Flotte aus acht größeren und etlichen kleinen Forschungsschiffen. Mit erheblichen Investitionen wird diese in den kommenden Jahren zukunftssicher gemacht, damit die Meeresforschung auch künftig ein Aushängeschild der Bundesrepublik ist.

Die deutsche Forschungsflotte ist mitten im größten Umbau seit Jahrzehnten. Nach dem Neubau der MARIA S. MERIAN 2006 und der umgebauten ELISABETH MANN BORGESE 2010 läutete die SONNE 2014 die Wachablösung bei drei weiteren hochseetüchtigen deutschen Schiffen ein. Der Nachfolger des Forschungseisbrechers POLARSTERN ist bereits in Planung, für die METEOR und die POSEIDON, die 30 beziehungsweise 40 Jahre alt sind, soll in Kürze ebenfalls ein Neubau vorbereitet werden. Dass zwei Schiffe durch einen Neubau ersetzt und so Betriebskosten gespart werden können, zeigte eine Kapazitätsanalyse, die das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in Auftrag gegeben hatte. „Diese eingesparten Betriebskosten wollen wir der Wissenschaft zur Verfügung stellen“, betont Wilfried Kraus, Leiter der zuständigen Unterabteilung „Nachhaltigkeit, Klima, Energie“ im BMBF.

Durch den Neubau eines modernen leistungsfähigen Forschungsschiffes als Ersatz für die METEOR und die POSEIDON können auch zukünftig alle absehbaren wissenschaftlichen Herausforderungen zeitnah gemeistert werden. Auf diese Weise werden am Ende des Erneuerungsprozesses rund eine Dreiviertelmilliarde Euro in neue Schiffe investiert sein und Deutschland wird über eine der modernsten und leistungsstärksten Forschungsflotten der Welt verfügen.

Meeresforschung dient der Nachhaltigkeit

„Wir verwenden öffentliche Gelder, das muss man gegenüber den Steuerzahlerinnen und -zahlern schon rechtfertigen“, meint der Klimaforscher Michael Schulz vom MARUM. Gemeinsam mit dem BMBF und den anderen schiffsbetreibenden Einrichtungen hat die Senatskommission Vorschläge für ein einheitliches Verfahren zur Begutachtung von Forschungsanträgen auf Schiffszeit initiiert. Dadurch werden die Kapazitäten zukünftig nach einheitlichen Kriterien vergeben und die Auslastung der Schiffe weiter optimiert.

„Meeresforschung ist kein Luxus“, so Schulz, „drei Viertel der Erdoberfläche ist von Ozeanen bedeckt, daher ist ihre Erkundung elementarer Bestandteil der Nachhaltigkeitsforschung.“ So sieht es auch die Bundesregierung. „Es gibt riesige Herausforderungen, die wir nur mit moderner Infrastruktur in den Bereichen der Küsten-, Meeres-, und Polarforschung bewältigen können“,

urteilt Wilfried Kraus. Das BMBF hat dazu gemeinsam mit den Ressorts für Wirtschaft, Landwirtschaft, Verkehr und Umwelt das neue Programm für die Küsten-, Meeres- und Polarforschung MARE:N vorbereitet. In seinem Rahmen sollen Grundlagen für nachhaltige Nutzungsstrategien mariner Ressourcen entwickelt werden. Dabei müssen sowohl Klimaveränderungen als auch ein zunehmender Nutzungsdruck durch menschliche Aktivitäten berücksichtigt werden. Für diese Wissenschaftszweige stellen Forschungsschiffe nach wie vor eine unverzichtbare Arbeitsplattform dar.



MARIA S. MERIAN kann bis in das Treibeis der Polarmeere fahren.

Klimapolitik, die Sicherung der nachhaltigen Nutzung mariner Ressourcen, die Erschließung neuer Rohstoffquellen bei gleichzeitiger Bewahrung der Umwelt für spätere Generationen – das alles sind Politikfelder, in denen die Regierung zwingend auf die Ergebnisse der Meeres-, Klima- und Polarforschung angewiesen ist. „Verbesserte Klimamodelle und qualifizierte Beiträge zu den IPCC-Berichten liefern Entscheidungshilfen für die Politik“, erklärt Wilfried Kraus. Der zwischenstaatliche Rat für die Erforschung des Klimawandels IPCC ist das UN-Forum, das die Expertise der Welt auf diesem Gebiet bündelt. „Dafür brauchen wir entsprechende Erkenntnisse über die Speicherkapazität der Ozeane, welche Folgen etwa die verstärkte Anreicherung von Kohlendioxid im Meerwasser für die Lebewesen im Meer hat, und, und, und“, so Kraus. Entsprechend wichtig nimmt die Regierung die Förderung der Meeres-, Klima-, und Polarwissenschaften. Um das Meer, seine Funktion

und auch diejenigen der in ihm lebenden Organismen zu verstehen, benötigen wir eine hochqualifizierte Forschung. „Nur wenn wir das System als Ganzes verstehen, können wir die richtigen Entscheidungen zu seinem Schutz und dem Erhalt seiner Funktionsfähigkeit treffen“, betont Wilfried Kraus.

Nach dieser Maxime ist die Bundesrepublik in der Meeresforschung sehr erfolgreich. Die Ozeane erkunden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von Universitäten gemeinsam mit denen der außeruniversitären Forschung an den Helmholtz-, Leibniz-, Max-Planck- und Fraunhofer-Instituten. Hinzu kommen Organisationen aus der Ressortforschung des Bundes. Das ist mit ein Grund, warum die deutsche Meeresforschung so breit aufgestellt ist. „Es sind alle Disziplinen vertreten, von den Naturwissenschaften bis zu den Ingenieurwissenschaften, in den letzten Jahren immer stärker mit den Gesellschaftswissenschaften vernetzt“, betont MARUM-Chef Schulz.

Universalschiffe für alle Wissenschaften

Entsprechend formiert sich auch die Forschungsflotte. „Das sind Universalschiffe“, so Schulz, „die für viele wissenschaftliche Disziplinen nutzbar sind.“ Die Vielseitigkeit der deutschen Schiffe und ihre Präsenz auf allen Weltmeeren macht sie zu hervorragenden Plattformen für die internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit. „Wenn man in der ersten Liga mitspielen will, muss man auch Infrastruktur zur Verfügung stellen“, sagt BMBF-Vertreter Wilfried Kraus, „so kommt man langfristig international zu einer hervorragenden Arbeitsteilung.“ Ohne internationale Kooperation funktioniert kaum noch ein großes Forschungsvorhaben.

Die starke Vernetzung der deutschen Wissenschaft zeigt sich nicht zuletzt in der großen Zahl ausländischer Mitfahrender an Bord der deutschen Schiffe. Mit den europäischen Partnern gibt es durch das OFEG-System (Ocean Facility Exchange Group) eine sehr enge Kooperation. Dabei erhalten Interessierte Schiffszeit auf Fahrzeugen anderer Nationen, wenn ihr Vorhaben dort besser zu verwirklichen ist. Die Tauschwährung dafür sind Punkte, die die Leistungsfähigkeit und Größe eines Schiffes und die Dauer des Projektes berücksichtigen. Über mehrere Jahre hinweg müssen Guthaben und Fehlbeträge auf den Punktekonten der Partnerstaaten ausgeglichen sein.



3. Probelauf in der Nordsee

Forschungsschiff SONNE absolvierte umfangreiches Testprogramm

Die neue SONNE ist ausgiebig auf ihre Tauglichkeit getestet worden: so ausgiebig, wie noch kein deutsches Forschungsschiff zuvor. Fünf wissenschaftliche Probefahrten hat sie in der Nordsee und im Nordatlantik absolviert, bevor sie ihre erste Forschungsreise über den Atlantik antrat. Diese Fahrten liefen während der Herbstmonate ab, sodass das Schiff auch noch Gelegenheit erhielt, seine Seetüchtigkeit bei schwerem Wetter zu zeigen: Von Flaute bis zu schwerem Orkan war der Neubau allen Wetterbedingungen ausgesetzt.

Die wohl besten Bedingungen für ihren Schiffstest hatten Forschende der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) aus Hannover, die Anfang September 2014 ein neues seismisches Messsystem an Bord brachten, mit

dem man den Meeresboden dreidimensional vermessen kann. Bei spiegelglatter See konnten sie die komplexe Instrumentenkonfiguration mit bis zu vier Kilometer langen seismischen Messkabeln vor der schottischen Küste ausbringen und entsprechende Profile aufnehmen. Genau das andere Ende des Wetterspektrums erwischten Testfahrende vom GEOMAR auf ihrer Reise vom schottischen Aberdeen nach Bremerhaven: Sie mussten schweren Orkanböen mit Windstärken von bis zu zwölf Beaufort trotzen. Auch die anschließende Tour mit dem Meeresboden-Bohrgerät MeBo200 des Bremer MARUM, die zudem von einem Fernseheteam begleitet wurde, verlief bewegt. „Während unserer Testfahrt zog gerade Ex-Hurrikan Gonzalo durch“, berichtet MARUM-Direktor Michael Schulz, „das war nicht so angenehm, aber ich habe noch nie ein Forschungsschiff erlebt, das bei einem solchen Seegang noch so ruhig im Wasser liegt.“ Nicht jeden Punkt ihres Arbeitsprogramms konnte die Bremer Crew auf der neuntägigen Ausfahrt im Oktober 2014 ausführen.

GOLDEN EYE durchleuchtet Meeresboden

Kreisrund, signalgelb und 3,6 Meter im Durchmesser ist der Sensor, mit dem die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in die oberen Schichten des Meeresbodens „blicken“ kann.



Die Sensoren sitzen im Inneren des gelben Instrumententrägers.

GOLDEN EYE misst die elektrischen und magnetischen Eigenschaften des Meeresuntergrunds – solche Verfahren werden an Land schon lange für die Erzexploration eingesetzt. Die BGR will das Sensorsystem bei der Erforschung von Massivsulfiden einsetzen, den metallreichen Ablagerungen der Schwarzen Raucher in der Tiefsee.

Einmal musste das Schiff sogar bei Helgoland Schutz vor Wind und Wellen suchen. Dennoch war es aus Sicht der Meeresforscherinnen und -forscher keine vergeudete Zeit. „Im Herbst in die Nordsee zu gehen, ist nicht das optimale Zeitfenster“, meint Tim Freudenthal, „aber wir waren froh, dass wir überhaupt die Möglichkeit hatten.“ Freudenthal ist für die beiden Meeresboden-Bohrgeräte MeBo70 und MeBo200 zuständig. Dem MARUM-Team bot die Probefahrt die Gelegenheit, im Seegebiet um Helgoland zu testen, wie sich das brandneue MeBo200 mit der SONNE einsetzen lässt.

Test der Hubkompensation klappte hervorragend

Ebenfalls zufrieden äußerte sich das zweite BGR-Team, das zusammen mit Ingenieuren der Universität Bremen und dem hochmodernen Elektromagnetik-Messsystem GOLDEN EYE auf Probefahrt in die Nordsee ging. „Wir konnten damit die Hubkompensation ausprobieren, das hat wunderbar geklappt“, berichtet Katrin Schwalenberg, die bei der BGR in Hannover für das Gerät zuständig ist. Dessen Name kommt vom quietschgelben und kreisrunden Geräteträger, der die verschiedenen Sensoren

beherbergt. Das Instrument mit 3,6 Metern Durchmesser muss möglichst dicht über den Boden geführt werden und wird zukünftig für die Erkundung von polymetallischen Sulfidvorkommen in den deutschen Lizenzgebieten im Indischen Ozean eingesetzt.

Das Wetter bot Schwalenberg und ihrem Team auf der Probefahrt bis zum „Devil’s Hole“ vor Schottland Gelegenheit, den automatischen Ausgleich der vertikalen Schiffsbewegung zu testen. An manchen Tagen mussten die Arbeiten wegen schlechter Bedingungen komplett abgesagt werden, an anderen gab es zwei Meter hohe Wellen, die ein dicht über den Boden zu schleppendes Instrument durchaus in Bedrängnis bringen können. GOLDEN EYEs Rahmen aus glasfaserverstärktem Kunststoff steckt zwar Rempelen bis zu einer bestimmten Stärke weg und ist obendrein auch noch mit einem Prallschutz aus Gummi versehen. Dennoch ist das Gerät nicht dafür gemacht, permanent auf dem Meeresboden aufzusetzen. Dank Hubkompensation wurden weder Rahmen noch Prallschutz auf die Probe gestellt.

Feinmotoriker in der Tiefsee

Ferngesteuerte Tiefseetauchroboter wie ROV KIEL 6000 vom GEOMAR oder QUEST vom Bremer MARUM sind die Arbeitspferde der deutschen Meeresforschung. Das Kieler Gefährt kann bis zu 6000 Meter tief tauchen und ist durch ein lediglich 19 Millimeter dickes Kabel mit dem Forschungsschiff an der Oberfläche verbunden. Der Roboter bewegt sich aus eigener Kraft durch den Ozean, hat einen sehr beweglichen und kräftigen Arm und kann damit auch unter schwierigen Bedingungen Proben aus der Tiefsee emporholen.



Ferngesteuerte Tauchroboter sind die Arbeitspferde der Forschung.

Bohrer für den Meeresgrund

Das Bohren in der Tiefsee gehört zu den aufwendigsten und teuersten Unternehmungen der Geowissenschaften. Am Bremer MARUM hat man daher Bohrgeräte entwickelt, die direkt auf dem Meeresboden aufgesetzt werden. MeBo bohrt von der Wasseroberfläche aus ferngesteuert in den Untergrund. Die erste Generation kann 70 Meter tief in den Meeresboden bohren, die zweite schafft in 2700 Metern Wassertiefe sogar bis zu 200 Meter.



Das Meeresboden-Bohrgerät ersetzt häufig teure Bohrschiffe.

Großgeräte sind für die moderne Meereswissenschaft unverzichtbare Instrumente. Auf Forschungsreisen werden sie inzwischen standardmäßig eingesetzt, zunehmend sogar mehrere auf einmal. „Die Forschenden erwarten auf den Fahrten allerdings, dass wir Kerne erbohren“, weiß Tim Freudenthal, „die wollen keine Testläufe fahren.“ Für die Fachleute, die wie er die Instrumente im Dienst der Wissenschaft betreiben, ist es daher wesentlich, vor dem ersten wirklichen Einsatz zu testen, wie die Arbeit an Bord der SONNE organisiert werden kann und in der Praxis abläuft. „Die Probefahrt war deshalb sehr lehrreich“, bilanziert MARUM-Gründungsdirektor Gerold Wefer die Tour nach Helgoland, „wir haben ein sehr gutes Gefühl dafür bekommen, wie wir die nächsten Fahrten mit dem Schiff planen und durchführen.“

Das MARUM-Bohrgerät wird in den nächsten Jahren häufiger auf der SONNE eingesetzt werden, gleiches gilt für den ferngesteuerten Unterwasserroboter ROV Kiel 6000 des GEOMAR. „Wir haben bereits fünf Fahrten auf der SONNE eingeplant“, sagt Fritz Abegg, der Teamleiter des Kieler

Tieftauchroboters, als er zwischen zwei dieser Reisen kurz in seinem Büro am Ostufer der Kieler Förde Station macht. „Die Testfahrt war wichtig, um zu sehen, wie ROV und Schiff zusammen funktionieren.“ Ihren Probelauf haben der Geowissenschaftler und sein achtköpfiges Team im Dezember 2014 durchgeführt, als die SONNE auf der Überfahrt von Deutschland nach Las Palmas auf Gran Canaria Station machte. Es war der letzte Halt im östlichen Teil des Atlantiks, danach ging das Schiff auf seine erste Forschungsfahrt in Richtung Karibik.

Stellproben verliefen überraschend glatt

Großgeräte wie MeBo oder ein ROV kommen erfahrungsgemäß mit viel „Gepäck“ an Bord, für das Platz gefunden werden muss. Bei ROV KIEL 6000 sind fünf Standard-20-Fuß-Container zu verstauen, beim Bremer Meeresboden-Bohrgerät sogar sieben. „Natürlich kann man sich das alles theoretisch in Plänen ansehen“, meint Gerold Wefer, „aber im Praxistest erkennt man dann doch, wo es an Kleinigkeiten hakt.“ Möglicherweise steht ein Container am vorgesehenen Platz doch nicht

Kabellos auf Patrouille

Autonome Unterwasserfahrzeuge (AUV) vergrößern den Arbeitsbereich der Forschungsschiffe beträchtlich. Bis zu 100 Kilometer weit können die batteriegetriebenen, torpedoförmigen Geräte die komplette Wassersäule abfahren, dabei arbeiten sie selbstständig ein vorher eingegebenes Fahrprogramm ab. So erkunden die Vehikel auch Gebiete, die bemannten Unterwasserfahrzeugen nicht zugänglich sind. Der deutschen Forschung stehen verschiedene AUV zur Verfügung, die zum Teil bis in 6000 Meter Tiefe operieren können.



Autonom navigierende Unterwasserfahrzeuge vergrößern die Reichweite von Forschungsschiffen.

so günstig, weil er vielleicht eine Tür blockiert. Auch die eine oder andere Verbesserungsmöglichkeit wurde auf den Probefahrten entdeckt und konnte umgesetzt werden, bevor das Schiff seinen Dienst für die Wissenschaft aufnahm. So mussten für die stromhungrigen Maschinen elektrische Sicherungen verstärkt werden, und für den ROV-Einsatz wurde ein Adapter benötigt, um das Tauchfahrzeug sicher über den A-Rahmen am Heck auszusetzen. Inzwischen konnte auch das zu schwach ausgelegte Kernabsatzgestell für die Schwerelote verstärkt werden. „Es war schließlich Sinn der Probefahrten“, so Gerold Wefer, „dass wir auf die Schwachstellen hinweisen, die es noch gibt.“

Die Stellproben und darauf folgenden Praxisübungen verliefen für die Bremer wie Kieler Fachleute dennoch überraschend glatt. „Was die Stabilität des Schiffes, den Platz an Deck und die Belastbarkeit des A-Rahmens am Heck angeht, ist das eine völlig neue Dimension von Forschungsschiff“, lobt Gerold Wefer, der seit Anfang der 1970er Jahre auf allen deutschen und zahlreichen ausländischen Forschungsschiffen mitgefahren ist. Auch Fritz Abegg ist zufrieden: „Das Handling an Deck ist für uns deutlich sicherer geworden.“ Der speziell konstruierte A-Rahmen am Heck, der bis zu 30 Tonnen bewegen kann, dämpft mit seinem drehbaren Querhaupt beim Aussetzen und Einholen die Schwingungen des 3,6-Tonnen-ROVs. „Außerdem ist deutlich mehr Platz auf dem Arbeitsdeck“, so Abegg, „sodass man sich nicht so sehr auf den Füßen steht.“ Wichtig ist das

natürlich vor allem für die Sicherheit bei den Arbeiten auf Deck.

Genügsamer Krabbler

Vollkommen autonom und bis zu einem Jahr soll das Kettenfahrzeug TRAMPER über den Tiefseeboden rollen. Es wird vom Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) im Rahmen der Helmholtz-Allianz ROBEX entwickelt. Das AWI will es für Langzeituntersuchungen in der Arktis einsetzen. Dort soll das an Land mehr als eine halbe Tonne schwere Fahrzeug, das im Wasser jedoch nur rund 20 Kilogramm wiegt, wöchentliche Sauerstoffmessungen im Boden vornehmen.



Der TRAMPER hatte seinen Ersteinsatz an Bord der SONNE.



Riesenaufwand für 3D-Bild

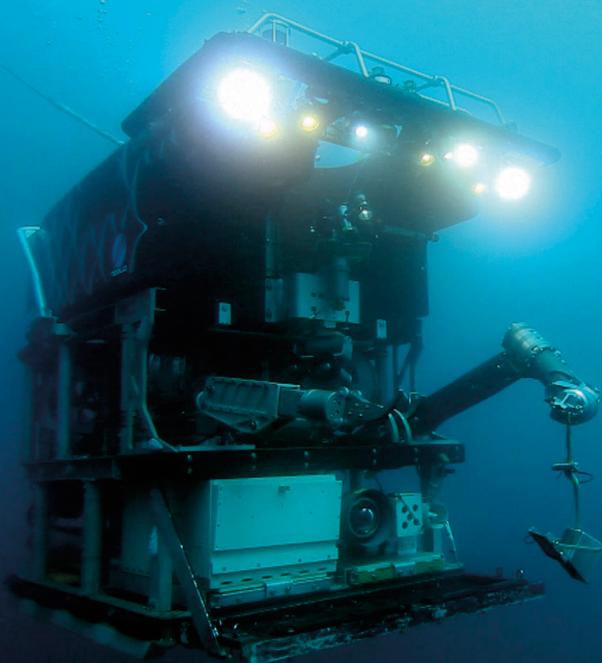
Die mobile 3D-Seismik der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) dürfte eines der ausgedehntesten Großgeräte sein, die für die Meeresforschung eingesetzt werden. Zwei Messkabel von bis zu vier Kilometern Länge schleppt das Schiff hinter sich her. Hinzu kommen noch Luftpulser, die Signale in den Meeresboden senden. Die Signale, die die Kabel aufnehmen, werden später zu einem dreidimensionalen Bild des Meeresbodens zusammengesetzt.



Scherbretter halten die 3D-Seismik in einer stabilen Konfiguration.

Ist der Kieler Tauchroboter mit an Bord, stehen allein drei seiner Container in Hecknähe: einer mit der Starkstromversorgung für das ROV auf der einen, derjenige mit der Kommandozentrale, aus dem Abeggs Team das Fahrzeug „fliegt“, auf der anderen Seite. Zwischen beiden steht der Container, der die Winde mit dem Spezialkabel für den Roboter beherbergt. Er kann auf dem neuen Schiff sogar quer gestellt werden. „Das bedeutet für die Winde erheblich weniger Belastung“, erklärt der Kieler Geowissenschaftler.

Selbst mit dieser Konstellation bleibt auf dem neuen Schiff Platz genug, um ein weiteres Großgerät mitzunehmen, ein autonom fahrendes Unterwasserfahrzeug beispielsweise. Ein solches AUV kann von der Schiffseite aus operieren, sodass beide Unterwasserfahrzeuge gleichzeitig eingesetzt werden können und sich dabei ergänzen: Das AUV etwa kann hochauflösende Karten erstellen, auf deren Grundlage dann der ferngesteuerte Tauchroboter an seinen konkreten Arbeitsort gebracht werden kann. Auf einer der ersten Forschungsfahrten mit der neuen SONNE wurde die Zusammenarbeit beider Tauchroboter bereits erprobt.





4. Schiff mit richtig guten Seegangseigenschaften

Lutz Mallon ist Kapitän des neuen Forschungsschiffes SONNE bei der Reederei Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG in Leer. Er hat den Beruf von der Pike auf gelernt, begann 1974 als Matrose bei der Deutschen Seereederei (DSR) in Rostock und ist seit 1996 auf Forschungsschiffen der Bundesrepublik tätig. Seit 2002 fährt er als Kapitän.

Wie sieht Ihre Bilanz nach einem halben Jahr Probefahrt und einem halben Jahr wissenschaftlicher Fahrt aus?

Positiv, eine durchweg positive Bilanz. Die Probefahrten sind problemlos gelaufen, die bisherigen wissenschaftlichen Fahrten haben wir ohne größere Ausfälle absolviert. Das ist, muss man sagen, auch unseren Maschinisten geschuldet, die alles in ihrer Macht stehende tun, und bisher haben sie es immer geschafft, dass es keine Ausfälle gab und die Wissenschaft nicht beeinträchtigt wurde. Wir haben echt gewonnen mit dem Schiff, und das in allen Bereichen. Es ist ein richtig schönes und modernes großes Forschungsschiff geworden, das modernste Forschungsschiff Europas. Das Fächer-Echolot zum Beispiel, was da verbaut wurde, ist zum ersten Mal in der Größe auf einem Forschungsschiff installiert worden. Wir haben 12000 Meter Koaxialkabel auf den Winden, mit dem wir in bis zu 11000 Metern Tiefe arbeiten können, deutlich tiefer als beispielsweise die Ölindustrie. Das können nur ganz wenige Forschungsschiffe. Wir sind da schon Vorreiter. Und es funktioniert! Es gibt wie immer kleine Dinge, die verbessert werden können, auch das packen wir an und optimieren, wo nötig.

Und wie fährt sich das Schiff?

Manövrieren lässt sich das Schiff hervorragend, es hat richtig gute Seegangseigenschaften. Ich bin, muss ich sagen, sehr positiv überrascht worden. Früher war ich so furchtbar begeistert von der alten SONNE, aber die

neue hat mich nicht enttäuscht. Sie liegt ruhig in der See, lässt sich richtig gut fahren und positionieren. Man kann damit ausgezeichnet arbeiten. Mit den Flossen, die wir haben, und der Interling-Anlage, die das Schaukeln dämpft, bewegt sich das Schiff kaum. Sie übertrifft die alte SONNE darin deutlich.

Mit den beiden ausfahrbaren Ruderpropellern, dem Pumpjet und den beiden Festpropellern hat man so viele Möglichkeiten für die dynamische Positionierung, damit kann man das Schiff immer richtig schön auf Station halten. Das ist für die Einsätze der ROV wichtig, oder für das neue Meeresboden-Bohrgerät, das MeBo200. Da muss man dann natürlich sicherstellen, dass sich das Schiff 48 Stunden auf einer gewählten Position hält und nicht das Meeresboden-Bohrgerät wegreißt, weil es seine Position nicht halten kann.

Wie sieht es eigentlich mit dem Zusammenleben auf dem Schiff aus, haben sich da schon Routinen gebildet?

Wenn es warm draußen ist, dann trifft man sich unten im Hangar oder auf dem Hauptdeck, oder abends eben in der Lounge. Die wird gut angenommen. Oder man macht einfach mal die Bar auf, so ein bisschen Barbetrieb mit Tanzmusik. Diese Forschungsfahrten sind in der Regel ziemlich anstrengend, da ist so etwas abends willkommen.

Auf dem alten Schiff traf man sich ja immer an dem unter SONNE-Fahrenden berühmten roten Kühlschrank unter Deck, auf dem auch viele Forschungsreisen mit ihren Aufklebern verewigt sind. Hat der es eigentlich auf das neue Schiff geschafft?

Nein, der hat keinen Nachfolger bekommen. Wir wollten ja wenigstens die schön beklebten Türen erhalten mit den Aufklebern der ganzen Fahrten, wir hätten schon irgendwo einen Platz gefunden. Das ging aber nicht.



5. Abwechslungsreiches Programm

Forschungsprojekte aus allen Disziplinen führen das Forschungsschiff SONNE rund um den Pazifik und in den Indik

Der Fahrplan der neuen SONNE ist immer lange im Voraus festgelegt. Die ersten 26 Fahrten werden sie nahezu einmal rund um den Pazifik und dann in den Indischen Ozean führen. Das sind nach traditioneller Arbeitsteilung innerhalb der deutschen Forschungsflotte die beiden Bereiche, in denen das Schiff genau wie sein gleichnamiger Vorgänger vornehmlich eingesetzt wird.

Der Rundkurs führt zunächst von Mittel- und Südamerika durch den tropischen Pazifik nach Neuseeland. Danach geht es über Alaska und Kamtschatka nach Japan und zurück in den Westpazifik nach Französisch-Neukaledonien. Neuseeländische und australische Häfen markieren dann 2017 den Weg des Schiffes in den Indischen Ozean.

Anders als bei der ersten SONNE liegt beim neuen Schiff der Arbeitsschwerpunkt allerdings nicht eindeutig in den Geowissenschaften. „Wir haben eine ganz gute Streuung zwischen den Forschungsdisziplinen Biologie, Geowissenschaften und Klimaforschung“, meint Niels Jakobi von der Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe an der Universität Hamburg. Mit der SONNE, der METEOR und der MARIA S. MERIAN betreut die Leitstelle drei der vier großen deutschen Forschungsschiffe. Dabei ist der Neuzugang um einiges größer als die beiden

anderen Schiffe und bietet daher durchaus Platz für mehrere Forscherteams, die auch voneinander unabhängige Ziele verfolgen können. Die erste Forschungsfahrt war gleich ein solcher Fall: Auf dem Transit über den Atlantik teilten sich Forscherinnen und Forscher aus Geologie und Biologie das Schiff, um entlang der Vema-Bruchzone jeweils eigenen Fragestellungen nachzugehen.

Vielseitige Forschung im Pazifik

Bei den nachfolgenden Fahrten lag der Schwerpunkt wieder sehr stark in den Geowissenschaften. Die zweite Fahrt war Teil des britischen Projekts OSCAR, das im pazifischen Panamabecken den Wärme- und Stoffaustausch zwischen junger ozeanischer Kruste und dem Meerwasser untersucht. Zusammen mit dem britischen Forschungsschiff JAMES COOK vermaß die SONNE in einer Zwei-Schiff-Kampagne den Meeresboden am Costa-Rica-Rücken mit Echolot und seismischen Methoden. Die Fahrt danach ging in die Manganknollengebiete des tropischen Pazifiks, wo die tiefseebodennahen Meeresströme sowie die Tierwelt, die in und auf den Sedimenten lebt, untersucht wurden. Mit solchen Projekten der Grundlagenforschung versuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler abzuschätzen, welche Folgen ein eventueller Abbau der metallhaltigen Knollen haben würde. Geochemische Grundlagenforschung zu den Stoffflüssen zwischen den ozeanischen Krustenplatten und dem Meer sowie deren Auswirkungen auf das Klima standen im Zentrum der beiden folgenden

Fahrten in den Pazifik vor Mexiko und in den Golf von Kalifornien. Die Langzeitfolgen eines Manganknollenabbaus untersuchten die anschließenden Fahrten in den Pazifik vor Ecuador. Dort hatten Forscherinnen und Forscher mit der alten SONNE 1989 ein Manganknollenfeld abgesammelt und waren in der Folge mehrfach zurückgekehrt, um zu sehen, wie sich die Fauna des Meeresbodens entwickelte. Der Besuch 2015 nahm diesen Faden nach langer Zeit wieder auf. Dabei wurde festgestellt, dass noch 26 Jahre, nachdem der Meeresboden gestört wurde, andere Lebewesen in den Pflugspuren am Meeresboden leben als in den unberührten Gebieten. Diese Ergebnisse brachte das Bundesministerium für Bildung und Forschung in die G7-Gespräche der Wissenschaftsminister zum Thema Tiefseeressourcen ein.

Transfer durch nährstoffärmste Meeresregion

Auf der anschließenden Fahrt den peruanisch-chilenischen Kontinentalschelf entlang bis nach Antofagasta in Chile untersuchten Fachleute aus der Chemie, Physik und Biologie die Rolle von Sauerstoffminimumzonen im Meer und bei der Entstehung von Spurengasen, die schließlich in die Atmosphäre übertreten. Die letzte Forschungsfahrt vor Südamerika kartierte die tektonischen Störungen vor dem chilenischen Iquique mit höchster Genauigkeit. Dort hat die Erde seit über 130 Jahren nicht gebebt, es ist das letzte ruhige Stück der für ihre starken Beben bekannten Störungszone. Da sich hier zwei Krustenplatten mit etwa 6,5 Zentimetern pro Jahr aneinander vorbeischieben, erwarten Experten, dass es mit der Ruhe vor Iquique bald vorbei sein wird.

Die Überfahrt nach Neuseeland führte durch das nährstoffärmste Gebiet der Weltmeere, den Südpazifischen Wirbel. Dennoch scheinen die mikrobiellen Gemeinschaften dort eine bedeutende Rolle in der globalen Stickstofffixierung zu spielen. Die SONNE erforschte die Kreisläufe von Stickstoff, Phosphor und organischem Kohlenstoff und gewann Proben aus der gesamten Wassersäule und den obersten Schichten des Meeresbodens. Tektonisch inspiriert war die Forschung auf darauffolgenden Fahrten in den Gewässern um Neuseeland. Am Chatham Rise östlich des Insel-Duos untersuchten Geoforscher den Zerfall des Superkontinents Gondwana, der vor vielen Millionen Jahren auf der Südhalbkugel existierte. Anschließend ging es am nahegelegenen Hikurangi-Kontinentalrand um die

Erforschung von unterseeischen Hangrutschungen, die durch tektonische Bewegungen ausgelöst werden.

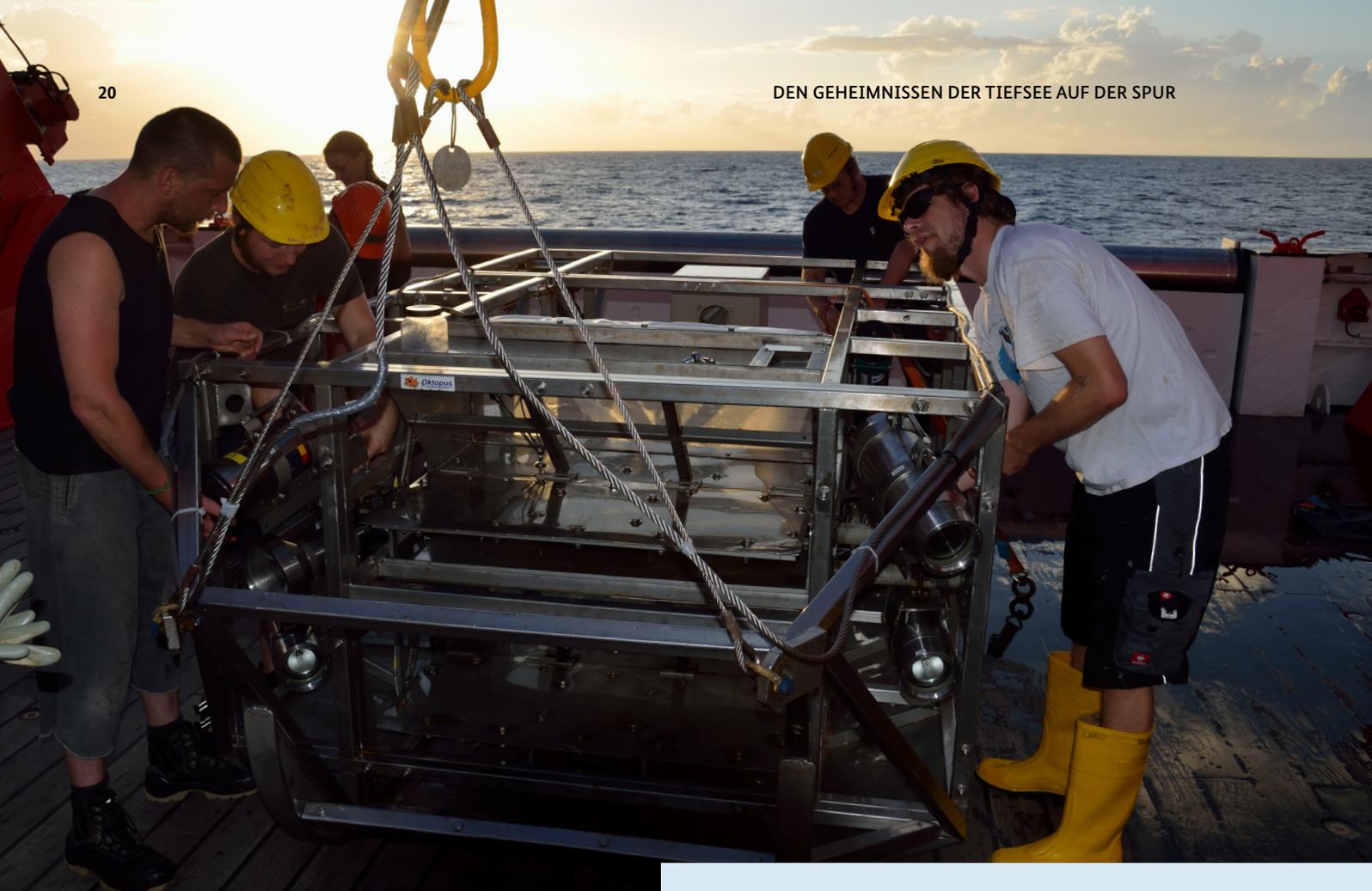
Biologie und Geologie prägten abwechselnd die darauffolgenden Fahrten. Auf dem Transit nach Alaska standen die Bakteriengemeinschaften in der Wassersäule im Mittelpunkt, in der Beringsee dann die Entstehungsgeschichte dieses Grenzmeeres zwischen Pazifischem und Arktischem Ozean. Danach sind die Lebensgemeinschaften im Tiefseeegraben vor Kamtschatka Gegenstand des Interesses. Der Tektonik der erdbebenträchtigen Gräben vor der japanischen Hauptinsel Honshu gilt die nächste Reise, bevor es zu einer Fallstudie des größten historisch belegten Flankenkollapses zur Ritter-Insel vor Papua Neuguinea geht.



Tim Freudenthal, MARUM, in der Steuerzentrale von MeBo200.

Die Lebensgemeinschaften an Hydrothermalquellen der Kermadec-Inseln nördlich von Neuseeland und in der Wassersäule der Region stehen von Dezember 2016 bis Februar 2017 im Fokus der Forschungsreisen. Danach sind wieder die Geowissenschaften am Zug: Die SONNE erkundet die Entwicklung des pazifischen Ozeanbeckens am Beispiel des Vitiaz-Kermadec-Arc-Systems zwischen Neuseeland und Tonga. Das System bildete sich erst vor rund 50 Millionen Jahren. Diese Expedition ist gleichzeitig die vorläufig letzte Fahrt der SONNE im Pazifik.

Der Transit durch die Torres-Straße zwischen Australien und Neuguinea wird für paläoklimatische Untersuchungen des ostaustralischen Stroms anhand von Sediment- und Korallenproben genutzt. Schlusspunkt der Reise wird die Hauptstadt von Sri Lanka, Colombo, sein. Von da aus geht es zum ersten Werftaufenthalt. Die weiteren Fahrtziele werden entsprechend festgelegt und sind danach auf dem Portal deutsche Forschungsschiffe nachzulesen (www.portal-forschungsschiffe.de).



6. Rundum geglückter Auftakt

Überraschungen bei der Fahrt über den Atlantik

Die Überfahrt von den Kanarischen Inseln über den Atlantik bis in die Karibik war die erste wissenschaftliche Fahrt der neuen SONNE. Das Schiff absolvierte sie vollbesetzt und mit einem geologisch-biologischen Programm. Für die Forschenden gab es viel Neues zu entdecken.

„Auf See ist für mich die spannendste Zeit als Forscher, ich genieße jede Sekunde“, schwärmt Colin Devey vom GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, „da bekomme ich meine Daten, wird mir die Welt, die mich fasziniert, tatsächlich vor Augen geführt.“ Der Geologe kann die Zahl seiner Forschungsfahrten kaum noch überblicken, doch die erste mit der neuen SONNE war etwas Besonderes. „Sie hatte sehr viel von einer Entdeckungsreise. Wir waren ein bisschen wie die Pioniere, die vor 200 Jahren mit der Machete durch den Dschungel Afrikas marschierten“, erzählt er Wochen später in seinem Kieler Büro.

Die Entdeckungsreise mit dem Namen Vema-TRANSIT begann südwestlich der Kapverdischen Inseln und führte quer über den Atlantischen Ozean bis zum mittelatlantischen Rücken, über ihn hinweg und auf seiner Westseite weiter zum Puerto-Rico-Graben und zum Zielhafen Santo Domingo in der Dominikanischen Republik. Die Fahrt orientierte sich an der Vema-Bruchzone, einem Riss durch die ozeanische Krustenplatte, der vom mittelatlantischen Rücken bis ins Seegebiet der Kapverden vor der afrikanischen Küste reicht.

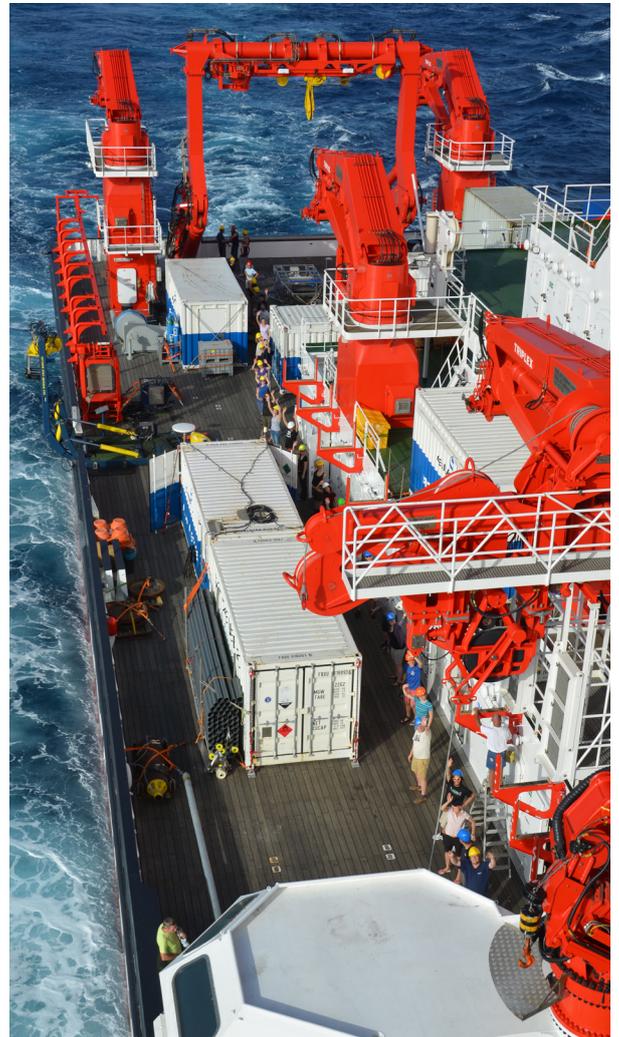
Für Deutschlands modernstes Forschungsschiff war es die erste wissenschaftliche Fahrt. Und sie stellte allen noch so ausführlichen Testfahrten zum Trotz die eigentliche Bewährungsprobe für Schiff und Besatzung dar. Die 40 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Fahrtleiter Colin Devey waren offenbar tief beeindruckt. Es sei ein tolles Schiff, urteilten er und seine Co-Chefwissenschaftlerin Angelika Brandt von der Universität Hamburg übereinstimmend – und meinen damit Fahrzeug und Mannschaft gleichermaßen. „Es hätte so viel schief gehen können, aber das ist es nicht“, bilanziert Devey die gut sechswöchige Fahrt.

Die Mannschaft habe den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern den Rücken vorbildlich freigehalten, obwohl auch die Seeleute sich mit dem neuen Schiff erst hätten vertraut machen müssen. „Die sind ins kalte Wasser geworfen worden und haben alle Probleme im laufenden Betrieb gelöst“, meint der britische Geologe voller Anerkennung.

Bei der Fahrt ging es ebenso um geowissenschaftliche wie biologische Fragestellungen. Devey und seinem Team bot sich auf der Transatlantikfahrt die Sicht auf buchstäblich unentdecktes Land. Die Tiefseebecken, die sich westlich und östlich des mittelozeanischen Rückens bis zu den Schelfen der Kontinente erstrecken, sind noch nicht einmal vollständig kartiert. Bislang konzentrierte sich die wissenschaftliche Aufmerksamkeit auf den mittelatlantischen Rücken, der den Ozean von Nord nach Süd durchzieht. Dabei ist im Meeresboden die Geschichte des zweitgrößten Ozeans der Erde gespeichert. „Der Meeresboden südlich der Kapverden ist 120 Millionen Jahre alt und stammt aus der Geburtszeit des Ozeans, als sich Afrika gerade von Südamerika getrennt hatte“, so Colin Devey, „meine Fragestellung war, ob ich am Meeresboden die Spur dieser Ozeanentstehung verfolgen kann.“

Bruchzone hilft Tieren über mittelozeanischen Rücken

Während sich die Geoforschenden auf die Evolution eines Ozeans am Meeresgrund konzentrierten, beschäftigte sich das Team der Meeresbiologin Angelika Brandt damit, wie das sich öffnende Meer die Evolution seiner Bewohner beeinflusst hat. „Wir haben uns gefragt, ob der mittelatlantische Rücken die Tiere im westlichen und östlichen Becken voneinander isoliert hat“, so Brandt, „oder ob Erscheinungen wie die Vema-Bruchzone eine Verbindungspassage für die Organismen darstellen.“ Bisher wurde vermutet, dass der Rücken zumindest für die weniger beweglichen Tiere als Barriere wirkt, sodass sich über die Jahrtausende hinweg zu beiden Seiten des untermeerischen Gebirges unterschiedliche Arten entwickelt haben. Um das zu prüfen, untersuchten die Forschenden kleine Krebse, die im Meeresboden hausen – und erlebten eine veritable Überraschung: „Unsere Vermutung war zumindest für einige Arten falsch“, erzählt Angelika Brandt. Tatsächlich gab es zwischen den im Boden eingegrabenen Krebsen einer Art diesseits wie jenseits des mittelatlantischen Rückens so gut wie keinen Unterschied.



Blick über das Arbeitsdeck der SONNE auf ihrer Fahrt über den Atlantik.

„Unsere Ergebnisse über deren Genetik und Morphologie zeigen: Es war ein und dieselbe Art“, sagt die Biologin. Einen großen Teil der Arbeit haben die Biologinnen und Biologen in Tag- und Nachtschichten bereits an Bord erledigt. „Rund um die Uhr waren die Labore besetzt, es hat immer jemand fotografiert“, erzählt Angelika Brandt, „andere haben sortiert, und wenn zum Beispiel dann gleich aussehende Arten gefunden wurden, wurde das Material für genetische Untersuchungen fixiert.“ Brandt und ihr Team haben die modernen Labore der SONNE bis hin zu den Flüssigstickstoff-Tiefkühltruhen ausgiebig genutzt, in denen die Proben für die späteren Genuntersuchungen zu Hause auf minus 80 Grad Celsius eingefroren wurden. Mehr als 10000 wirbellose Tiere wurden noch während der Forschungsfahrt bearbeitet. Die Geologinnen und Geologen um Colin Devey können von so schnellen Ergebnissen nur träumen.

„Wir sammeln an Bord vor allem Daten und passen auf, dass das richtig geschieht, aber die Auswertung erfolgt viel später“, meint der Geowissenschaftler, „das Einzige, was wir schnell zeigen können, sind bathymetrische Karten vom Meeresboden.“ Die allerdings sind so detailliert wie selten, denn das Echolot der neuen SONNE hat eine wesentlich bessere Auflösung als herkömmliche Anlagen. Auf den Karten sieht man den Meeresboden in mehrere Segmente unterteilt, die ausgesprochen verschieden aussehen. In der Regel hat er regelmäßige Rillen in Nord-Süd-Richtung und gleicht einem Wellblech. Doch immer mal wieder wird dieses Wellblech unterbrochen durch ein Streifenmuster in Ost-West-Richtung. „Wir werten das gerade statistisch aus“, sagt Devey, „wir sehen, was keiner erwartet hat, und haben noch keine Erklärung dafür.“ Soviel ist schon klar: Es gibt offenbar verschiedene Mechanismen, mit denen am mittelatlantischen Rücken Meereskruste produziert wird.



Colin Devey begutachtet, was eine Dredge vom Meeresboden empor geholt hat.

Ein Zufall wollte es allerdings, dass auch das Geologen-Team schon von Bord ein handfestes Ergebnis berichten konnte: Rund 400 Kilometer westlich der mittelatlantischen Spreizungsachse gingen ihnen unverhofft zahlreiche Manganknollen ins Netz. Beim Proben-sammeln für die biologische Forschung hatte sich der Epibenthoschlitten am Meeresgrund verhakt. Dieses Gerät besteht aus einem robusten Stahlrahmen, der mit Kufen versehen ist und so über den Boden gezogen werden kann. Darin aufgehängt sind verschiedene Netze und Sammelbehälter, in denen sich die Bewohner der

oberen Bodenhorizonte verfangen, sodass sie zur Oberfläche gebracht werden können. Statt auf weiches Sediment traf der Schlitten urplötzlich auf harten Untergrund und konnte nur mit Mühe geborgen werden. Auf dem Arbeitsdeck der SONNE zeigte sich dann die Ladung aus überraschend großen Manganknollen. „Das hatten wir an der Stelle so nicht erwartet“, meint Colin Devey.

Gute Zusammenarbeit zwischen den Arbeitsgruppen

Die erste wissenschaftliche Fahrt der SONNE war gleichzeitig auch ein Test, wie gut sich verschiedene Arbeitsgruppen mit ganz unterschiedlichen Vorhaben an Bord eines Forschungsschiffes arrangieren. „Ich bin immer mal wieder mit unterschiedlichen Arbeitsgruppen unterwegs gewesen, aber so eine gute Zusammenarbeit gab es selten“, resümiert Angelika Brandt. Und auch Colin Devey kann der Kooperation über die Disziplinen hinweg viel abgewinnen: „Ich habe viel darüber gelernt, wie Biologen arbeiten, und ich glaube, die wissen nun auch viel mehr über unser Fach.“

Da das neue Schiff sehr viel mehr Expeditionsmitglieder beherbergen kann als ihre Vorgängerin oder die METEOR, sollen Fahrten mit mehreren Arbeitsgruppen an Bord künftig häufiger stattfinden. Diese können ein aufeinander abgestimmtes Programm verfolgen, die SONNE bietet aber auch genug Platz, dass völlig unterschiedliche Ziele verfolgt werden können. Sogar ihre jeweils eigenen Geräte können die Teilnehmer einer solchen Fahrtgemeinschaft mit an Bord bringen und verstauen.

Für Fahrtleiterinnen und Fahrtleiter sei eine solche Tour allerdings sehr viel Arbeit, meint Devey. Denn es wird weiterhin nur einen Chef-Wissenschaftler geben, der die Verantwortung für die Wissenschafts-Crew trägt und Ansprechpartner für den Kapitän ist. „Mit zwei völlig verschiedenen Teams und insgesamt 40 Personen wissenschaftlicher Besatzung auf einem so großen Schiff hat man alle Hände voll zu tun.“ Seine nächste Fahrt will der Geologe daher wieder als einfacher Wissenschaftler machen. „Da kann ich mich dann auf mein kleines Bisschen Forschung konzentrieren.“ Am Ende der sechswöchigen Vema-TRANSIT-Fahrt sei er auf die Nachbarinsel Puerto Rico gefahren und habe erst einmal drei Tage lang ausgeschlafen. „Und dann habe ich das gemacht, was ich eigentlich hasse: am Strand unter einer Palme sitzen und nur die Wellen anschauen.“



7. Hervorragende Forschungsplattform

Angelika Brandt ist Professorin für Zoologie und stellvertretende Direktorin des Centrums für Naturkunde an der Universität Hamburg. Sie war stellvertretende Fahrleiterin auf der ersten wissenschaftlichen Reise des neuen Forschungsschiffs SONNE und hat auch schon auf dessen Vorgänger geforscht.

Frau Brandt, Sie haben die erste Forschungsfahrt der neuen SONNE mitgemacht. Wie fährt es sich auf dem neuen Schiff?

Einfach wunderbar. Das neue Schiff ist hervorragend ausgestattet für tiefseebiologische und geologische Probenahmen. Hinzu kommt, dass es sehr, sehr geräuscharm ist. Man hört die Klimaanlage fast stärker als den Motor. Es ist wirklich ein ganz anderes Fahrgefühl und auch ein ganz anderes Komfortgefühl an Bord.

Was kann denn die neue SONNE, was andere Schiffe nicht können?

Es hat als einziges deutsches Forschungsschiff die Kapazität, auch bis in Tiefen von mehr als 6000 Metern, bis in die Tiefseegräben hinein, Proben zu nehmen. Das war sonst nicht möglich, jedenfalls nicht für die Biologie mit geschleppten Geräten. Greifersysteme oder Schwerelote für die Geologie konnten natürlich in 7500 Metern eingesetzt werden, weil die gerade runtergehen. Aber in der Biologie sammeln wir den größten Teil der Organismen mit geschleppten Geräten, und für die brauchen Sie viel mehr Kabellänge. Man sagt immer, man braucht die anderthalbfache Kabellänge der Wassertiefe. Und da sind die 11000 Meter Tiefseedraht der SONNE von anderen Schiffen unerreichbar.

Was war Ihr Ziel auf dieser Forschungsfahrt?

Wir wollten testen, wie weit man den Tiefseedraht ausreizen kann, denn wir werden im Spätsommer 2016 mit der Expedition Kurambio II im tiefen Kurilen-Kamtschatka-

Graben bis in eine Wassertiefe von 9500 Metern operieren. Auf der Überfahrt haben wir im Puerto-Rico-Graben elf Kilometer Kabel ausgesteckt, die maximale Arbeitslänge. Gleichzeitig konnten wir überprüfen, ob der mittelatlantische Rücken möglicherweise Organismen im westlichen und dem östlichen Becken voneinander isoliert. Das ist ja einerseits ein untermeerischer Gebirgszug, der sich der Länge nach durch den Ozean zieht. Andererseits durchbrechen ihn Bruchzonen wie die Vema-Bruchzone, die Colin Devey vom GEOMAR in Kiel auf dem SONNE-Transit untersuchen wollte. Da haben wir uns gesagt: Dann fahren wir doch gemeinsam. Ihr macht eure Vermessungen und wir überprüfen, ob diese Tiefseegrabensysteme eine mögliche Verbindungsstraße für Organismen darstellen. Ich bin auf vielen Expeditionen mit unterschiedlichen Arbeitsgruppen unterwegs gewesen, aber so eine gute Zusammenarbeit gab es selten.

Klingt, als hätten Sie es genossen!

An Bord arbeitet man rund um die Uhr, ohne Wochenende. Insofern war es keine Kreuzfahrt. Aber es hat für jemanden wie mich, der an der Universität arbeitet und neben Administration und Lehre in der Arbeitszeit wenig Zeit fürs Forschen hat, doch ein bisschen Abenteuercharakter, schon dadurch, dass man sich in diesen sechs Wochen einmal auf die Forschung konzentrieren kann. Das ist wie Weihnachten und Ostern gleichzeitig.

Was zeichnet die Arbeit auf der SONNE für Sie als Biologin aus?

Man hat ganz viel Platz, hervorragende Labore und eine sehr hilfsbereite und kooperative Mannschaft. Wir versuchen immer, so viel Information wie möglich zu gewinnen, bevor die Organismen in Alkohol konserviert werden, weil der zum Beispiel die Farben zerstört. Rund um die Uhr waren deshalb die Labore besetzt, es hat immer jemand fotografiert, sortiert oder Proben genommen.



8. Forschung mit vielen Facetten

Schlüsselrolle der Ozeane im Erdsystem

Die Ozeane spielen eine Schlüsselrolle im Erdsystem. Entsprechend breit aufgestellt ist die deutsche Meeresforschung. Von den Klimawissenschaften bis zur Rohstoffkunde reicht das Spektrum, das Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Bord der Forschungsschiffe betreiben. Nicht zuletzt aufgrund dieser Bandbreite genießt die hiesige Wissenschaft hohes internationales Ansehen.

Objektiv betrachtet dominieren die Weltmeere unseren Planeten. Knapp drei Viertel seiner Oberfläche sind wasserbedeckt. Die mehr als 1,3 Milliarden Kubikkilometer fassenden Ozeanbecken sind der größte Lebensraum der Erde, ein wesentlicher Faktor im globalen Klimageschehen, und speichern so ganz nebenbei auch noch rund ein Viertel des menschlichen Kohlendioxidausstoßes. „Die Ozeane sind elementarer Bestandteil des Erdsystems“, resümiert der Paläoklimatologe Michael Schulz, „ihre Erkundung ist kein Luxus, sondern wesentlich für die Erdsystem- und die Nachhaltigkeitsforschung.“

Entsprechend sind die deutschen Meeresforscher nicht nur auf allen Ozeanen der Erde präsent, sie betrachten die Weltmeere auch unter einer denkbar großen Zahl von Blickwinkeln. „Die Meeresforschung ist hierzulande sehr breit aufgestellt, es sind im Grunde alle Disziplinen vertreten“, sagt Schulz. Der MARUM-Direktor ist als Vorsitzender der DFG-Senatskommission für Ozeanographie so etwas wie ein Sprecher der hiesigen Meeresforschung.

Deutschland spielt unter den Meeresforschung betreibenden Nationen in der obersten Liga, was nicht ganz selbstverständlich ist. Eine klassische Seefahrernation wie Großbritannien, Spanien oder Portugal ist das Land schließlich nicht. Dass die Bundesrepublik trotzdem erheblich in diesen Forschungsbereich investiert, zeugt von einer ganzheitlichen Herangehensweise: Die Weltmeere sind kein in sich geschlossenes System, das vom Rest der Welt abgekapselt ist. Wer den Ozean als den einflussreichsten Spieler im Erdsystem besser versteht, kann leichter nachvollziehen, wie unser Planet funktioniert.

„Meeresforschung ist kein preiswertes Unterfangen“, sagt Schulz, „aber wir können die Investitionen guten Gewissens rechtfertigen, weil das Geschehen in den Ozeanen vielfältige Prozesse beeinflusst, die eben auch das Binnenland betreffen.“

Meeresedimente als Klimaarchive

Ein gutes Beispiel ist Schulz' eigenes Metier: die Klimaforschung. „Schiffsexpeditionen sind die einzige Möglichkeit, Proben vom Meeresboden zu erhalten, die für die Paläoklimaforschung relevant sind“, betont er. In den Sedimenten der Weltmeere liegen mit die besten Archive für das Klima vergangener Zeiten. Die Aufzeichnungen der Menschheit selbst sind begrenzt, wissenschaftliche Datensammlungen reichen vielleicht 140 Jahre zurück. Für eine Beurteilung des Klimasystems ist das unzureichend, und so nutzt die Community andere Informationsquellen. Im Meeresboden werden klima-relevante Informationen in schöner Regelmäßigkeit

Schicht für Schicht abgelegt und können Jahrtausende überdauern. Bohrkern mit diesen Sedimenten liefern zusammen mit vergleichbaren Proben aus den Eisschilden der Pole und manchen Seen, aus Tropfsteinhöhlen und sogar aus Korallenstöcken und Baumstämmen die Einzelteile, aus denen die Paläoklimaforscher ein Mosaik vergangener Klimazustände zusammensetzen.

Deren Relevanz geht dabei über die rein akademische Neugier an der Rekonstruktion der Vergangenheit hinaus. Paläoklimatische Datenreihen liefern das Eichmaß, mit dem Modelle kalibriert werden, die die Zukunft des Erdklimas prognostizieren sollen. Erst wenn die komplexen Rechnerprogramme das Klimageschehen der Vergangenheit so simulieren können, wie es die Wissenschaft aus den überlieferten Informationen rekonstruiert, kann man relativ sicher sein, dass die Prognosen verlässlich sind. „Da gibt es sicherlich Prozesse“, so Schulz, „die in den Modellen noch verbessert werden können.“



Von immenser praktischer Bedeutung ist die Forschung an den Störungzonen in der Erdkruste, in denen tektonische Platten aneinandergrenzen. Ein großer Teil der zehntausende Kilometer langen Störungzonen liegt in den Weltmeeren, etwa entlang des pazifischen Feuerrings, der den Stillen Ozean von drei Seiten umgibt, vor Java und Sumatra oder im östlichen Mittelmeer. An diesen Kontaktzonen können sich gewaltige Energien aufstauen, sich in Erdbeben entladen und Tsunamis erzeugen. Für die Menschheit gibt es kaum größere Naturgefahren. Allein in den pazifischen Küstenregionen leben mehr als zwei Milliarden Menschen, die Sachwerte in dieser Zone betragen mehrere Billionen Euro. Ein besseres Verständnis der Vorgänge gehört also zur Vorsorge für zukünftige Katastrophen und ist nicht zuletzt für die großen Rückversicherungsgesellschaften relevant.



Sabine Kasten (AWI) und Gareth Crutchley (GNS) beproben Bohrkerne.

Viel hängt davon ab, dass die Forschenden die Risiken richtig verstehen, denn aufgrund ihrer Erkenntnisse werden Schutzkonzepte erstellt. Mit modernen Instrumenten wie Tauchrobotern oder Bohrgeräten können sie von Bord der Forschungsschiffe aus ganz nah an die Zonen herankommen, in denen die Erdplatten sich verhaken und die zerstörerische Energie aufbauen, und so die Konstellationen vor Ort genau untersuchen. Bohrkerne zeigen sogar, wie sich der Meeresboden dort unten zusammensetzt. Bereits geplant ist der Einsatz eines Bohrschiffes, um direkt in die Kernzone zu bohren, in der Erdplatten aneinander vorbeiruckeln und sich verhaken.

In den Tiefen der Ozeane liegen jedoch nicht nur große Risiken, sondern auch große Chancen. Schätze von metallischen und energetischen Rohstoffen werden in den Meeresböden vermutet, erste Pläne zur Hebung gibt es bereits. Die deutsche Meeresforschung engagiert sich in der Grundlagenforschung, um die Potenziale und die Folgen eines solchen Meeresbergbaus besser abzuschätzen.

Daneben betreibt die Bundesrepublik aber auch ganz konkret Erkundung, um die Grundlagen für eine spätere, möglichst umweltschonende Erschließung der Bodenschätze zu legen. Im Indischen Ozean und im Pazifik hat die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) für die Regierung Erkundungslizenzen für verschiedene metallische Bodenschätze erworben. Diese Gebiete werden in den kommenden Jahren häufig Ziel von Forschungsfahrten werden. Wann die dort vermuteten Bodenschätze ökonomisch sinnvoll und ökologisch verträglich abgebaut werden können, ist allerdings nicht absehbar.

Meerwasser bringt Sauerstoff in tiefe Sedimente

Selbst die scheinbar eintönigen und öden ausgedehnten Ebenen in der Tiefsee spielen im Erdsystem offenbar eine größere Rolle als gedacht. Die Anzeichen verdichten sich jedenfalls, dass es sich bei ihnen keineswegs nur um schlammbedeckte Wüsten handelt. Die Beteiligten einer der ersten Forschungsfahrten der neuen SONNE in den Zentralpazifik haben einen Prozess näher untersucht, der in den Berechnungen zum Erdsystem bislang noch gar keine Rolle spielte.

„Vor gar nicht allzu langer Zeit hat man festgestellt, dass in Klüften der ozeanischen Kruste Meerwasser zirkuliert“, erklärt Sabine Kasten, Sektionsleiterin Marine Geochemie beim Bremerhavener Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung. Man nimmt an, dass jeweils zwei Krustenbuckel, die in der Tiefsee aus den Sedimentschichten hervorragen und in der Fachsprache Seamounts genannt werden, als Ein- und Ausgang fungieren. Zwischen diesen Seamounts zirkuliert Meerwasser durch die basaltische Kruste der Ozeanplatte, dringt sehr tief ein und bringt dabei Sauerstoff in den felsigen Untergrund und die darüberliegenden Sedimente. Für die eigentlich sauerstoffarmen tieferen Schichten des Untergrundes bedeutet das eine dramatische Veränderung.



„Es führt zum Beispiel dazu, dass organische Komponenten, die zum Meeresboden herabsinken, besser abgebaut werden“, so Kasten. Das könnte die CO₂-Bilanz verändern, weil der in organischem Material gebundene Kohlenstoff als CO₂ freigesetzt wird und zur Wasseroberfläche aufsteigt. Der Sauerstoff in der basaltischen Kruste und im darüberliegenden Sediment verwandelt aber auch die Bodenchemie für alle anderen Elemente, zum Beispiel für die Metalle, die man in Form von Manganknollen auf den endlosen Tiefseeebenen des Zentralpazifiks findet. „Wir haben berechnet, wie viel Mangan in die Knollen geht, wenn es aus den Tiefseesedimenten mobilisiert wird“, erklärt der Geologe Thomas Kuhn von der BGR in Hannover, der die SONNE-Fahrt leitete, „rund ein Drittel des Manganbudgets kann man nicht aus den normalen Sedimenten erklären.“ Da käme dann die Fluidzirkulation zwischen den Seamounts ins Spiel.

Es ist nur ein schwaches Strömen, das durch Druck- und Temperaturunterschiede im Meeresboden angetrieben wird, aber die Tiefseeebenen sind zusammengenommen eine gigantische Fläche. „Im Zentralpazifik kommen diese Seamounts sehr häufig vor“, sagt Sabine Kasten, „daher gehen wir davon aus, dass es ein weitreichendes Phänomen ist und ein bedeutender Stofftransport, der große Auswirkungen auf geochemische Reaktionen im Meeresboden und Elementflüsse zwischen basaltischer Kruste, Sedimenten und Meerwasser hat.“ Das gilt umso mehr, als dass diese Kreisläufe vermutlich über

Jahrtausenden aktiv sind. Thomas Kuhn: „Wenn sie erst einmal eingesetzt haben, bleiben sie solange bestehen, wie die hydraulische Verbindung zwischen Ein- und Ausgangsgebiet besteht.“

Größter Lebensraum bislang zu wenig erforscht

Nicht zuletzt sind die Weltmeere der ausgedehnteste Raum, der sich dem Leben auf der Erde bietet. Gerade die Meeresböden stellen einen bisher ungenügend erforschten Bereich dar, dessen untere Grenze viele Hundert Meter tief im Planeteninneren liegen dürfte. Unser Wissen konzentriert sich bisher auf einen sehr kleinen Teil: auf die Kontinentalschelfe und die mittelozeanischen Rücken. „Viele Menschen denken, der tiefe Meeresboden sei tot, jenseits der aktiven Plattengrenzen, der Spreizungsachsen und mittelozeanischen Rücken sei nur Wüste“, sagt Colin Devey „aber es gibt mehr und mehr Hinweise, dass das nicht so ist.“

Stattdessen kann es gut sein, dass der Boden der unendlichen Tiefseeebenen die größte Kontaktfläche zwischen dem Planeteninneren und den an seiner Oberfläche lebenden Lebewesen ist. „Im Prinzip müssen die Platten voll von Leben sein, das gerade dabei ist, diese ganze Platte umzusetzen“, so Devey. Tatsächlich hat man in Bohrkernen des Internationalen Meerestiefbohrprogramms IODP Bakterien gefunden, die noch mehr als 1500 Meter tief unter dem Meeresboden lebten.



9. International wettbewerbsfähig und attraktiv als Kooperationspartner

Wilfried Kraus ist seit September 2009 Leiter der Unterabteilung 72 „Nachhaltigkeit, Klima, Energie“ im Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Der Volljurist begann seine Karriere 1988 im damaligen Bundesministerium für Forschung und Technologie und leitete von November 2006 bis August 2009 das Referat „Bildung und Forschung“ in der Ständigen Vertretung der Bundesrepublik Deutschland bei der EU in Brüssel.

Die Bundesregierung stellt in den kommenden Jahren viel Geld für neue Schiffe zur Verfügung. Was wird dafür angeschafft?

Das BMBF wird zwischen einer Dreiviertel und einer Milliarde Euro ausgeben. Dafür werden neben der neuen SONNE ein Nachfolger für die POLARSTERN und ein Schiff angeschafft, das sowohl die METEOR als auch die POSEIDON ersetzen wird, also ein großes und ein mittelgroßes Forschungsschiff. Beim POLARSTERN-Nachfolgebau läuft das Ausschreibungsverfahren, beim Ersatz für METEOR und POSEIDON wollen wir es im kommenden Jahr starten.

Warum gibt es für METEOR und POSEIDON ein gemeinsames Ersatzschiff?

Auf den neuen Schiffen werden wir mehr Plätze für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bereitstellen. Auf der SONNE sind es ja 40 statt vorher 25. Auch der Nachfolgebau für METEOR und POSEIDON wird so groß werden wie die SONNE heute. Da haben wir uns gesagt: Vielleicht können wir die Zahl der Schiffe reduzieren und dafür das neue Schiff besser ausstatten. Außerdem geben wir für den Betrieb jedes dieser Schiffe innerhalb von zehn Jahren mindestens noch einmal genau so viel aus wie für den Bau. Diese eingesparten Betriebskosten wollen wir der Wissenschaft zur Verfügung stellen. Paradoxerweise fehlt ja bei mancher teuren Forschungsfahrt hinterher das Geld für die wissenschaftliche Auswertung. Da wollen wir lieber ein bisschen weniger Schiff, aber dafür dann etwas mehr Forschung.



Warum engagiert sich Deutschland so stark in der Meeresforschung?

Als Industrienation leistet Deutschland sich bewusst diese relativ teure Infrastruktur, weil es riesige Herausforderungen gibt, die man nur mittels Meeres-, Ozean- und Polarforschung bewältigen kann. Die Wissenschaft klärt in der Grundlagenforschung, wie die Welt um uns herum funktioniert. Sie liefert aber auch Entscheidungshilfen für die Politik. Das gilt sowohl für die Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels als auch für die nachhaltige Ressourcennutzung oder den Schutz der Artenvielfalt. Überall spielen die Weltmeere und Polargebiete eine entscheidende Rolle. Wir müssen vor Ort agieren können, um auf internationaler Ebene wissenschaftlich wie politisch sprechfähig zu sein.

Wir sind heute in der glücklichen Situation, dass wir eine sehr leistungsfähige Forschungsflotte haben, die wir auch konsequent erneuern. Das macht uns international wettbewerbsfähiger und attraktiver als Kooperationspartner. Wissenschaft lebt ja von Zusammenarbeit, vor allem von internationaler. Wenn man in dieser Liga mitspielen will, muss man letztendlich auch Infrastruktur zur Verfügung stellen.

Die SONNE ist mit 40 Wissenschaftlerplätzen ziemlich groß. Der kommende Nachfolgebau für METEOR und POSEIDON offenbar auch. Haben da auch kleinere Forschergruppen noch eine Chance?

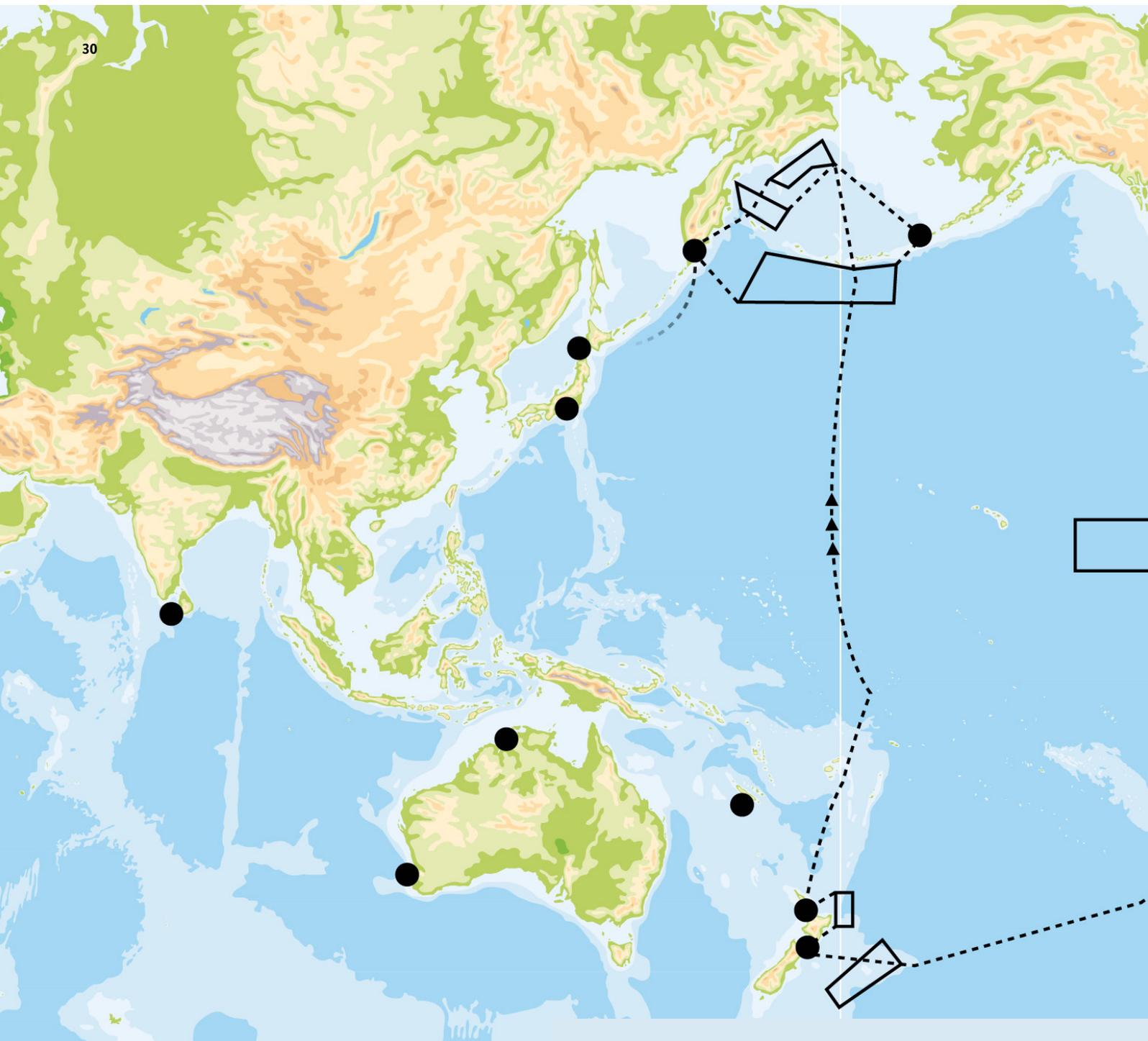
Das denke ich schon. Wir haben ja für die Nutzung der Schiffe ein Auswahlverfahren etabliert, das jeder

Forschungseinrichtung offen steht und mit dem wir die beantragten Projekte den Kapazitäten zuordnen. Die Schiffe haben ja nicht nur viele Wissenschaftlerplätze, sie sind auch mit wissenschaftlichem Gerät hervorragend ausgestattet, sodass mehrere Forschergruppen parallel an unterschiedlichen Themen arbeiten können. Wir haben die SONNE so dimensioniert, um die Einsatzmöglichkeiten deutlich zu erhöhen. Das Entscheidende ist da nicht, dass alle Plätze belegt sind, sondern dass möglichst viel Forschung stattfindet.

Falls Plätze frei sind, können wir diese zum Beispiel Studenten anbieten, die dann Forschungspraxis erwerben können. Das ist übrigens eine gängige Übung auf unseren Forschungsschiffen. Wenn man Kapazitäten frei hat, jungen Wissenschaftlern auch mal Gelegenheit zu geben, in so einem Umfeld Forschungsarbeiten durchzuführen.

Gibt es seitens des BMBF Unterstützung für die kleineren Gruppen, auf die großen Forschungsschiffe zu gelangen?

Das regeln wir mit diesem Auswahlverfahren, das übrigens künftig einheitlich für alle in unserer Zuständigkeit befindlichen Forschungsschiffe angewendet wird. In der Zukunft werden wir uns auch überlegen müssen, ob man nicht die ganze Infrastruktur an Unterwasserfahrzeugen, Mess- und Bohrgeräten in einem Pool zusammenbringt, aus dem sich die Wissenschaftler dann bedienen können. Das machen zum Beispiel die Briten. Das klingt theoretisch klasse, kann dann aber im Einzelfall richtig schwierig werden. Diese Dinge sind spezifische Entwicklungen, haben Wartungsaufwand und brauchen Bedienungspersonal. Aber es ist zumindest mal der Mühe wert, sich das anzugucken.



10. Anträge auf Fahrtzeit

Abgestimmtes Verfahren sorgt für optimale Schiffsnutzung

Schiffszeit ist ein teures und knappes Gut. Obwohl die deutsche Forschungsflotte zu den größten der Welt gehört, übersteigt die Zahl der beantragten Projekte die Kapazität der Schiffe bei Weitem. Ein einheitliches Antragsverfahren soll daher die Schiffsplätze so verteilen, dass der größtmögliche wissenschaftliche Ertrag herauspringt.

Einheitliche Anlaufstelle, um die Mitfahrt auf einem der Forschungsschiffe zu beantragen, ist das Portal [deutsche Forschungsschiffe \(www.portal-forschungsschiffe.de\)](http://www.portal-forschungsschiffe.de).

Bis zum 30. September jeden Jahres können hier Fahrtvorschläge eingereicht werden. Sie werden anschließend auf die Stellen verteilt, die die Belegung der Schiffe betreuen. Für Antragstellerinnen und Antragsteller hat das ebenso große Vorteile wie für die Institutionen, die die Fahrtpläne koordinieren.



Fahrtroute des Forschungsschiffs SONNE von seiner Indienststellung im Dezember 2014 bis August 2017. Häfen sind mit Punkten (•) gekennzeichnet, Arbeitsgebiete mit Kästen (□) umrissen. Kombinierte Transit-Messfahrten sind als gestrichelte Linien (- - -) dargestellt.

Verschiedene Gutachtergremien treffen nach wissenschaftlichen Qualitätsmaßstäben die Auswahl unter den zahlreichen Anträgen. Auf diese Weise werden Bedarf und Schiffskapazitäten optimal aufeinander abgestimmt.

Normalerweise dauert es bei erfolgreichen Projekten rund zwei Jahre, bis sie einen Platz im Fahrplan der Schiffe erhalten. In Einzelfällen warten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch länger, weil die Schiffe erst in anderen Weltgegenden zu tun haben. Der derzeitige Fahrplan der SONNE endet im August 2017. Über die Belegung in der Zeit danach muss noch entschieden werden, weil das Schiff dann zunächst einmal seinen ersten Werftaufenthalt antreten wird.



11. Weitere Informationen

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Mit dem Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA)“ des Bundesforschungsministeriums werden die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie und die neue Hightech-Strategie der Bundesregierung umgesetzt. FONA erarbeitet Entscheidungsgrundlagen für zukunftsorientiertes Handeln und liefert innovative Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen.

www.fona.de

Unter dem Dach von FONA hat die Bundesregierung das Forschungsprogramm „MARE:N – Küsten-, Meeres- und Polarforschung für Nachhaltigkeit“ veröffentlicht, das die Ziele der zukünftigen Forschungsförderung an der Küste, im Meer und in den Polargebieten formuliert.

www.bmbf.de/de/kuesten-meeres-und-polarforschung-339.html

Jedes Jahr richtet das Bundesforschungsministerium das Wissenschaftsjahr aus. Das Wissenschaftsjahr 2016*2017 ist den Meeren und Ozeanen gewidmet und steht unter dem Motto „Entdecken. Nutzen. Schützen.“

www.wissenschaftsjahr.de

Portal deutsche Forschungsschiffe

Über dieses Portal können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die an öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen beschäftigt sind, Fahrtvorschläge für die Forschungsschiffe POLARSTERN, METEOR, SONNE, MARIA S. MERIAN, POSEIDON, ALKOR, HEINCKE und ELISABETH MANN BORGESE einreichen. Außerdem sind hier aktuelle Fahrtberichte hinterlegt.

www.portal-forschungsschiffe.de

Projektträger Jülich (PtJ)

Der Projektträger Jülich ist für die Begutachtung der SONNE-Fahrtanträge zuständig und empfiehlt die positiv begutachteten Anträge dem BMBF zur Förderung.

www.ptj.de/forschungsschiffe

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe der Universität Hamburg

Die Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe betreut die Forschungsschiffe SONNE sowie METEOR und MARIA S. MERIAN. Sie ist im Auftrag des BMBF beziehungsweise der DFG für die Einsatzplanung der Fahrten auf diesen Schiffen verantwortlich.

www.ldf.uni-hamburg.de

Planet Erde

Im BMBF-Portal Planet Erde finden Interessierte aktuelle Forschungsergebnisse, Hintergrundinformationen und Expeditionsberichte rund um die Geowissenschaften sowie die Meeres- und Polarforschung.

www.planeterde.de

Danksagung

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung bedankt sich bei den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Alfred-Wegener-Instituts Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, des GEOMAR Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung Kiel, der Universität Hamburg und des Zentrums für Marine Umweltwissenschaften (MARUM) an der Universität Bremen sowie bei der Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe für ihre Mitwirkung an der Broschüre. Sie standen für ausführliche Gespräche zur Verfügung, haben Informations- und Bildmaterial beigesteuert und die wissenschaftlichen Texte fachlich redigiert. Ein besonderer Dank gilt der Besatzung der SONNE und der Reederei Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG, Leer, die die erfolgreiche Forschung auf dem Schiff überhaupt erst ermöglichen.

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium
für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat System Erde
53175 Bonn

Bestellungen

schriftlich an
Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09
18132 Rostock
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: www.bmbf.de
oder per
Tel.: 030 18 272 272 1
Fax: 030 18 10 272 272 1

Stand

Juli 2016

Druck

Schloemer & Partner GmbH, Düren

Gestaltung

Projekträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH

Text

Holger Kroker, PtJ, BMBF (Referat System Erde)

Bildnachweis

Titel, S. 2/3, S. 5, S. 8 unten, S. 9 oben, S. 14 unten, S. 20, S. 21, S. 22, S. 23: Thomas Walter | S. 2 Vorwort: Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Steffen Kugler | S. 4, S. 13 oben, S. 15 unten, S. 16 oben, S. 18, S. 27: Nils Wölki, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe | S. 6/7, S. 12, S. 14 oben: Thorsten Klein, MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen | S. 8 oben, S. 9 unten, S. 19: Volker Diekamp, MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen | S. 10: Holger von Neuhoff, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel | S. 11, oben: Briese Schifffahrts GmbH & Co.KG | S. 13 unten: Peter Linke, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel | S. 15 oben: ROV-Team, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel | S. 16 unten: Christian Lott, HYDRA | S. 17: Thomas Liebe, RF Forschungsschifffahrt GmbH | S. 24: Sabine Kasten, Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) | S. 25: Sven Sindt | S. 26: Anne Reusch | S. 28: Hans-Christian Plambeck, Bundesministerium für Bildung und Forschung | S. 29: Meyer Werft | S. 30/31: PtJ | S. 32: Ralf Schwarz, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich sind insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

