

c:\sekretar\zfm2-95.doc

ZENTRUM FÜR MARINE UMWELTWISSENSCHAFTEN (MARUM)

Einleitung

In Gesellschaft und Politik zeigt sich zunehmend die Notwendigkeit einer besseren Kenntnis der komplexen Zusammenhänge in unserer marinen Umwelt, z. B.

- über die Wechselwirkungen zwischen Meeresströmungen und Klimaveränderungen,
- über den Transport von Schadstoffen durch Flüsse in die Randmeere und ihre Ablagerung in den Sedimenten
- über die Nahrungsketten mit ihrer Anfälligkeit gegenüber Verschmutzungserscheinungen und Ausbeutung oder
- bezüglich der Auswirkungen von Klimaschwankungen und Baumaßnahmen auf den Meeresspiegel und die Küstenformationen.

Zeichen für die zunehmende Sorge um die Gefährdung unserer Umwelt sind internationale Absprachen und Abkommen zur Reduzierung von Schadstoffen (siehe Umweltkonferenz der UN in Rio de Janeiro) und nationale Umwelt-Programme sowie eine verstärkte Förderung durch die Bundesregierung und die Länder im Bereich der Umweltforschung. Der BMFT (seit 1995 BMBF) hat diesen Bereich 1992 mit 800 Mio DM gefördert, davon 300 Mio DM für Einzelprojekte. Neue Klima- und Meeresforschungsprogramme sowie eine Forschungsrahmenkonzeption Globale Umweltveränderungen 1992-1995 wurden oder werden ausgearbeitet. In der Planung ist ein Programm Klimafolgenforschung (Bund und Küstenländer). Ein wissenschaftlicher Klimabeirat der Bundesregierung und ein Global Change-Rat wurden eingerichtet.

Alle Anzeichen sprechen dafür, daß die Einwirkungen auf die regionale und globale Umwelt und daraus resultierende Probleme für die Menschheit in den nächsten Jahrzehnten eher zuzunehmen als abzunehmen werden.

- Das Meer wird in Zukunft noch stärker von der Bevölkerung genutzt werden zur Gewinnung von Nahrungsmitteln, von Energie und Rohstoffen, zum Transport von Gütern und wahrscheinlich auch zur Ablagerung von Klärschlämmen und Industrieabfällen. Die daraus resultierenden Auswirkungen, insbesondere auf die marinen Ökosysteme, sind z. Z. nicht annähernd abzuschätzen.
- Durch den erhöhten Energiebedarf, durch erhöhte Landnutzung und Produktion chemischer Stoffe durch den Menschen werden weiterhin chemisch- und strahlungsaktive Substanzen freigesetzt (CO_2 , CH_4 , N_2O , FCKW etc.). Die Austauschprozesse zwischen Atmosphäre und Ozean, z. B. bei der Aufnahme von CO_2 , sind nicht hinreichend bekannt. Wichtig sind auch Umweltverschmutzungen durch "Biomass burning" und die stetige Erhöhung des troposphärischen Ozons durch anthropogene Quellen. Zusätzlich darf angenommen werden, daß eine generelle Erwärmung Methan freisetzt, sowohl aus Böden (z. B. in Permafrostgebieten) wie auch aus dem marinen Bereich.
- Zu erwartende Klimaänderungen werden heute einen nur schwer abschätzbaren Einfluß auf die globale und regionale Zirkulation im Ozean sowie auf die Eisbedeckung des polaren Ozeans haben. Beide Effekte haben wiederum eine große Rückkoppelungswirkung auf das Klimasystem Erde.
- Durch Industrialisierung und Landwirtschaft werden weiterhin Nährsalze und Spurenmehalle über Flüsse und die Atmosphäre in die Randmeere transportiert. Die Eutrophierung, die zu Sauerstoffmangel, Nitratabbau und Phosphatüberschuß führt, verändert die Primärproduktion und Zusammensetzung des Phytoplanktons, u. a. kann sie toxische Planktonblüten verursachen. Die Mengen, Wege und die zeitliche Komponente dieser Substanzen von der Abgabe in die Flüsse und die Atmosphäre bis zu ihrer Ablagerung im Sediment sind nur annähernd bekannt. Bei der Abschätzung der Umweltgefährdung muß auch bedacht werden, daß bestimmte Sedimente hohe Metallgehalte enthalten und dadurch Schadstofflieferanten für die Wassersäule sein können.
- Durch die Nutzung der Küstenregionen als Siedlungs-, Erholungs- und Industriegebiete werden die Küsten-, Ufer- und Flachwasserbereiche nachhaltig durch Baumaßnahmen verändert. Dies wirkt sich aus auf die Strömungsverhältnisse, Meeresspiegelstände und auf Erosion und Ablagerung der Sedimente. Die bisherigen und künftigen Auswirkungen auf die Qualität von Fluß- und Meerwasser sowie auf die Nahrungsketten (Fischbrut, Muschelbestände) und Erholungsgebiete (Strände, Korallenriffe) können nur mit großen Unsicherheiten abgeschätzt werden.

Die oben aufgeführten Beispiele zeigen die Forschungs- und Lehraufgaben im Bereich der marinen Umweltwissenschaften, die an der Universität Bremen in Kooperation mit weiteren in Bremerhaven und Bremen ansässigen Forschungseinrichtungen verstärkt in Angriff genommen werden sollten. Eine deutliche Erhöhung der Effizienz der Bremer Meeresforschung und ein damit verbundener qualitativer Sprung sind möglich, wenn die in den einzelnen Disziplinen bearbeiteten Forschungsthemen in einer Struktur zusammengeführt werden.

Ein Zeichen für das Einschlagen neuer Wege in Richtung einer stärker problemorientierten und weniger an Disziplinen orientierten Umweltforschung sind die Diskussion über Forschungszentren und Verbundsysteme an vielen anderen Universitäten. Auch unsere Nachbaruniversitäten haben durch die Gründung des Zentrums für Marine und Atmosphärische Wissenschaften (Hamburg) und das Institut für Chemie und Biologie des Meeres (Oldenburg) fächerübergreifende Lehr- und Forschungseinrichtungen geschaffen, wie sie in Kiel und Warnemünde bereits seit Jahrzehnten existieren.

Voraussetzungen in Bremen

Die marine Umweltforschung bildet z. Z. den umfangreichsten Teilbereich der bremischen Naturwissenschaften. Umfang und Breite der im Lande Bremen in der Klima- und Umweltforschung tätigen Arbeitsgruppen ist in der Schrift: "Meeresforschung im Lande Bremen mit dem Schwerpunkt: Erforschung globaler und regionaler Veränderungen der Umweltbedingungen" dargestellt.

Von besonderer Bedeutung sind Untersuchungen

- zur Beobachtung physikalischer, chemischer und biologischer Prozesse im Oberflächenbereich der Meere mit Hilfe der Fernerkundung (Flugzeug, Satellit),
- zur Messung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre mit Hilfe von in situ- und Fernerkundungsmethoden,
- zu den Strömungs- und Schichtungsverhältnissen im Meer,
- zum Stofftransport im Meer, besonders der bio- und geochemischen Stoffkreisläufe,
- zur Struktur und Dynamik der marinen Lebensgemeinschaften,
- zur Erfassung der Rolle des Ozeans im globalen Klimasystem: heute und in der Vergangenheit
- zur Zusammensetzung und zu den Strukturen der Sedimente und Gesteine der Tiefsee, des Kontinentalrandes und der Randmeere.

Die an der Bremer Universität aufgebaute Meeresforschung ist sowohl in den jeweiligen Fachbereichen (Geowissenschaften, Physik, Biologie, Chemie), als auch zwischen den Fachgebieten (insbesondere in dem durch die DFG geförderten Sonderforschungsbereich 261; Federführung FB 5 - Geowissenschaften) und in ihrer internationalen Einbindung bereits gut organisiert.

Im Fachbereich 1 (Institut für Fernerkundung) findet sich eine starke Konzentration von Fernerkundungsprojekten für die Umweltforschung. Besonders wichtig sind die durch DFG, DARA und ESA unterstützten Arbeiten für laufende und zukünftige Satellitensensoren für die Erforschung des Ozeans und der Atmosphäre sowie das PI-Zentrum für den atmosphärenchemischen Sensor GOME auf ERS-2 (ab 1994).

Im Fachbereich 2 (Biologie/Chemie) sind die Meeresbiologie (Meeresbotanik, Meereszoologie und Marine Mikrobiologie) und die Meereschemie Schwerpunkte. Die biologischen Forschungsgebiete sind ökophysiologisch ausgerichtet, wobei Projekte zum Stoffkreislauf (biogene Schwefelverbindungen) und zur Anpassung der Organismen an extreme Standorte im Vordergrund stehen.

Bremen und Bremerhaven beherbergen drei außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, die besonders wichtige Felder der Meeresforschung bearbeiten: das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, das Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie und das Zentrum für Marine Tropenökologie. Kooperationsverträge dieser Institute mit der Universität schaffen in den genannten Schwerpunktbereichen einmalige Forschungschancen für die Bremer Meereswissenschaften.

Alle Projekte in der marinen Umweltforschung werden zum großen Teil über Drittmittel gefördert. Seit 1985 wurden z. B. für marine Umweltforschungsprojekte an marine Arbeitsgruppen im Fachbereich 5 (Geowissenschaften), im SFB 261 und Graduiertenkolleg "Stoffflüsse in marinen Geosystemen" ca. 30 Millionen DM von DFG, BMFT/BMBF und anderen Förderungseinrichtungen bewilligt. Den Stand der Drittmittelförderung gilt es trotz der angespannten Finanzlage bei Bund, DFG und anderen Einrichtungen zu halten und weiter auszubauen. Nur zu einem geringen Teil lassen sich diese langfristigen und laborintensiven Projekte aus Mitteln der universitären Grundausstattung durchführen, da die etatmäßigen Gelder im wesentlichen für die Durchführung der Lehre benötigt werden.

Alle genannten Disziplinen sind auf eine intensive fachübergreifende Zusammenarbeit auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene angewiesen. Der notwendige Forschungsaufwand (Erhebung und Nutzung allgemeiner Basisdaten/Bezugsgrößen der Meereskunde, Logistik und Großgeräte, Personal) überschreitet die Kapazitäten selbst großer

Arbeitsgruppen. Daher ist die Einbettung der umweltbezogenen Forschungsrichtungen in das Zentrum eine wichtige Voraussetzung für eine Intensivierung der Forschungsarbeiten.

Auch die Impulse auf die in Bremen ansässige meerestechnische Industrie (unter Federführung der an der Universität eingerichteten "Transferstelle Meerestechnik") sind deutlich wahrnehmbar. Die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie findet auf unterschiedlichen Niveaus, mit unterschiedlichen Methoden und Instrumenten statt.

Die meeresbezogene Wissenschaft ist sehr programmorientiert, die Möglichkeiten der interdisziplinären Zusammenarbeit vor Ort sind aufgrund mangelnder Strukturen bei weitem noch nicht ausgeschöpft und die Vermittlung der Anforderungen, der Methoden, Instrumente und Kenntnisse in die Region bleibt in weiten Bereichen noch aus; somit gehen wertvolle Impulse verloren, die in anderen Wissenschaftsbereichen und durch die Industrie genutzt werden könnten. Beispiele sind Langfristentwicklungen auf dem Gebiet der Erkundung und der Beprobung des Meeresbodens, der seismischen Erkundung der Sedimentstruktur oder der Aufbau von Beobachtungssystemen (z.B. GOOS, Global Ocean Observing System).

Ziele des Zentrums

Mit der Gründung eines Zentrums für marine Umweltwissenschaften soll die Möglichkeit geschaffen werden, daß die Universität Bremen einen größeren Beitrag leisten kann in der Klima- und Umweltforschung zum übergeordneten Thema "Erforschung globaler und regionaler Veränderungen der Umweltbedingungen".

Dabei geht es um eine stärkere Konzentration der im Lande Bremen auf diesem Gebiet tätigen Naturwissenschaftler, zugleich aber auch um eine Einbeziehung von Geisteswissenschaftlern (Klimafolgenforschung), Ökonomen (Kosten und Wirtschaftlichkeit von Umweltschutzmaßnahmen) und Juristen (See- und Umweltrecht), die an umweltrelevanten Themen interessiert sind und einen wichtigen Beitrag leisten können zur Beurteilung einer möglichst umweltverträglichen und wirtschaftlichen Nutzung mariner Ressourcen.

Das Zentrum soll nicht ein zentralistisch verwaltetes Großinstitut sein, sondern ein Wissenschaftsverbund, der durch ein die Forschung koordinierendes Kollegium verklammert ist und die zentralen Einrichtungen gemeinsam nutzt. Die individuelle Identität mit der bewährten Anbindung an die Fachbereiche soll dabei erhalten bleiben. Es soll ferner als Bindeglied zu außeruniversitären Einrichtungen wie AWI, MPI und ZMT, zur Industrie sowie als Ansprechpartner in marinen Umweltfragen für Behörden, Geldgeber und Bürger dienen. Es fehlt bisher ein Ansprechpartner (eine Institution) für nationale und EU-Fördereinrichtungen im Bereich der marinen Umweltwissenschaften.

Der Forschungs- und Ausbildungsbedarf der marinen Umweltforschung in Bremen umfaßt:

- a) Forschung zur umweltverträglichen Nutzung des Meeres: Ausarbeitung von umweltverträglichen Konzepten zur Nutzung der Meeresressourcen (Nahrungsmittel, Energie und mineralische Rohstoffe) unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit sowie der Kurz- und Langzeitauswirkungen auf die marine Umwelt, sowohl in unseren Breiten als auch in den Tropen.
- b) Forschung zur Belastung des Meeres: Ermittlung der menschlichen Auswirkungen auf die Qualität des Meerwassers und den Meeresboden, auf die Nahrungsketten und Erholungsgebiete durch Nährsalz-, Sediment- und Spurenmetall-Eintrag über Flüsse und die Atmosphäre sowie durch die Gewinnung von Nahrungsmitteln, Energie und Rohstoffen.
- c) Forschung zur Rolle der Atmosphäre und des Meeres im Klima- und Ökosystem Erde (Global Change-Forschung): Ziel ist ein besseres Verstehen der globalen Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Biosphäre und Ozean zur Schaffung von Grundlagenwissen für politische Entscheidungen auf nationaler und internationaler Ebene.
- d) Forschung zur Wechselwirkung zwischen Land und Meer in den Küstenregionen Europas und der Tropen, da in diesem Bereich die Auswirkungen menschlichen Handelns besonders gravierend sind.
- e) Graduierten- und Aufbaustudien, Weiterbildungsprogramme: Diese Kurse sollen der Ausbildung und dem Training von Fachleuten aus dem In- und Ausland dienen.

In dem Zentrum sollen Voraussetzungen geschaffen werden für die Planung, Beantragung und Durchführung größerer, umfassender interdisziplinärer Forschungsprojekte in den marinen Umweltwissenschaften. Die Forschungsaufgaben in den Marinen Umweltwissenschaften werden zunehmend umfangreicher und komplexer und können nur mit fächerübergreifenden Arbeitsgruppen bewältigt werden. Die Komplexität der physikalischen, chemischen und biologischen Zusammenhänge im Ozean stellt sich immer mehr heraus, z.B. bezüglich des Gasaustausches, des Wärmetransportes zwischen den Hemisphären, des Kohlenstoffkreislaufs oder der Klimaentwicklung. Erkenntnisfortschritte lassen sich nur durch eine abgestimmte Zusammenarbeit zwischen Datenproduzenten und Modellierern unter Nutzung modernster Technologien erreichen. Aus diesem Grunde ist eine zentrale Koordinierungsstelle für die Beteiligung an der Planung nationaler und internationaler Programme sowie Beantragung von nationalen und EU-finanzierten Vorhaben notwendig.

Das Zentrum soll auch die räumlichen und personellen Voraussetzungen zur Durchführung anspruchsvoller Lehr- und Fortbildungsprogramme für ansässige und auswärtige Studenten/innen und Kollegen/innen - vor allem aus Dritte-Welt-Ländern - schaffen. Gedacht ist vor allem an Graduiertenkollegs und EG-, IOC-, UNEP- oder UNESCO-unterstützte Fortbildungskurse. Beispiele sind der EU-finanzierte "Advanced Course on Paleoceanography" (18.9. - 1.10.1994 in Bremen) oder das Kursangebot der Sommeruniversität. In Betracht gezogen werden sollte zu einem späteren Zeitpunkt die Einrichtung von Aufbaustudiengängen, z.B. mit Themen zum Nord-Süd-Gefälle und zur Gefährdung der Ökologie europäischer und tropischer Küstengebiete. Die räumlichen Voraussetzungen sind Hörsaal und Tagungsräume sowie Gästezimmer. Neben der personellen Betreuung sind Mittel für Gastdozenten und Gastforscher erforderlich.

Das Zentrum sollte sich ferner zu einem attraktiven Ort für nationale und internationale Kontakte und Zusammenarbeit entwickeln. Durch die Breite des Lehr- und Forschungsangebotes in Natur- und Ingenieur- sowie Sozial- und Geisteswissenschaften an der Universität Bremen, durch anerkannte Lehr- und Forschungsleistungen in SFB's, Graduiertenkollegs und Forschergruppen sowie Beteiligungen an internationalen Projekten wie WOCE, GEWEX, JGOFS, ODP, WCRP, GPCP, IGBP und IGAC bestehen langjährige Kontakte zu Kollegen/innen im In- und Ausland. Die bisherigen Leistungen beim Aufbau der marinen Geowissenschaften, der physikalischen Ozeanographie und Erdfernerkundung hat auch der Wissenschaftsrat in seiner Stellungnahme im Jahre 1989 besonders gewürdigt. Die bestehenden Kontakte in der Umweltforschung sind vor allem zu den neuen Bundesländern und zum Ostblock, aber auch zu den westlichen Staaten auszubauen. Ein erster Schritt dazu ist die Beteiligung des Instituts für Ostseeforschung in Warnemünde am SFB 261, TP A6: "Stabile Isotope des Stickstoffs im Marinen Ökosystem". Das Zentrum sollte auch attraktiver Standort für auswärtige hochangesehene Forscher/innen für Forschungs- und Studienaufenthalte sein. Schon jetzt halten sich häufig auswärtige Wissenschaftler in der Universität auf. Die Aufenthalte werden über Gastforscherstellen des SFB 261, des Graduiertenkollegs "Stoffflüsse in marinen Geosystemen", DAAD- oder Alexander von Humboldt-Stipendien finanziert. Einen besonderen Stellenwert hat in Bremen die Partnerschaft mit Forschungseinrichtungen der Dritten Welt und der damit verbundene Personalaustausch.

Struktur des Zentrums

Das Zentrum setzt sich zusammen aus einer zentralen Einrichtung (Leitung, Planung, Koordination, Verwaltung, Logistik) und den universitären Instituten/Fachgebieten. Die universitären Institutionen sollen ihren bisherigen Status, z. B. Anbindung an die Fachbereiche behalten. Im Zentrum sollen die verschiedenen Zweige der marinen Umweltforschung im Sinne eines Zweckverbandes zusammengeschlossen werden. Es soll ferner auch als

Bindeglied zu außeruniversitären Institutionen wie AWI, MPI und ZMT sowie zur regionalen Industrie dienen und gemeinsame Projekte mit diesen Einrichtungen initiieren und vorantreiben.

Für den Aufbau des zentralen Stabes des Zentrums wird ein entsprechendes Verhältnis von grundfinanziertem zu Drittmittel-finanziertem Personal angestrebt, mit dem Vorteil, daß die dem Zentrum zur Verfügung stehenden Mittel und Stellen flexibler und nach jeweiligem Bedarf eingesetzt werden können, um einerseits kontinuierlich langfristig angelegte Forschungsprogramme durchführen, andererseits aber auf aktuelle Probleme rasch reagieren zu können.

Die zentrale Einrichtung dient der:

1. Beteiligung an der Planung, Akquisition, Koordination und Durchführung großer, interdisziplinärer nationaler und internationaler Forschungsprojekte,
 - *ODP, JGOFS, WOCE*
 - *IMAGES*
 - *Europ. Bohrschiff-Aktivität*
 - *Bilaterales ESTOC Projekt mit Spanien*

2. Bereitstellung einer anspruchsvollen zentral organisierten Logistik (Schiffe, Großgeräte, Satellitendatenauswertung),
 - *Drucktank*
 - *Auswertezentrum für seismische Daten*
 - *Verankerungstechnik, Lander-Systeme*

3. Bereitstellung einer zentralen Lagerhaltung (z. B. Kern- und Gerätelager),
 - *ODP und andere Institute*

4. Übernahme von Servicefunktionen,
 - *Archivierung von seismischen Daten (Parasound)*
 - *Angebote an kleinere Gruppen:*
 - Daten-Archivierung Parasound*
 - Unterstützung bei Modellierung*
 - Analytik (Isotope, etc.)*

5. Durchführung von interdisziplinär angelegten Lehr- und Forschungsprojekten sowie Vortragsveranstaltungen für Graduierte (z. B. Kollegs, Sommeruniversitäten),
 - *EU-Kurse*

- *Sommer-Universität*
 - *Graduiertenkolleg*
 - *Aufbaustudium*
6. Schaffung optimaler Voraussetzungen für die Zusammenarbeit auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene,
- *Bereitstellung von Personal für Projektvorbereitung:*
 - *Verbundprojekte BMBF*
 - *MAST*
 - *EU-Umwelt-Programme*
7. Weit gefächerten Umsetzung der wissenschaftlichen Ergebnisse in praktisch anwendbare Verfahren (Wissenstransfer).
- *Gemeinsame Projekte mit Firmen:*
 - *Drucktank*
 - *DOMSA-Boje*
 - *Tiefseeforschung im Rahmen des BMBF*

Für die zukünftigen Forschungs- und Lehraufgaben im Bereich marine Umweltwissenschaften sind auch Verfügungsräume zur Unterbringung von Drittmittelprojekten sowie zentrale Kern- und Gerätelager notwendig. Mit dem Aufbau dieser zentralen Einrichtungen wäre die Universität Bremen auch in der Lage, verstärkt nationale und internationale Koordinierungen sowie Servicefunktionen zu übernehmen. Die zeitaufwendigen Antrags- und Publikationsarbeiten sollen durch eine Übersetzungs- und Publikationsstelle unterstützt werden. Ein Ausbau der Forschungskapazität ist notwendig im Bereich Datierung von Sedimenten (AMS, U/Th, Pb²¹⁰) und Modellierung (Rechner) und Erweiterung der digitalen Bildverarbeitungsanlage.

Die Weiterentwicklung des Bereiches marine Umweltforschung an der Universität Bremen ist eine langfristige Aufgabe. Um jedoch möglichst schnell auf die neuen Entwicklungen reagieren zu können (z. B. aufgrund von Empfehlungen der Arbeitsgruppe Umweltforschung des Wissenschaftsrates, des Grauen Planes der DFG, neuer Forschungsprogramme und Rahmenkonzeptionen des BMBF), wird eine Arbeitsgruppe eingesetzt.

Abkürzungen

AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
DARA	Deutsche Agentur für Raumfahrtangelegenheiten
DOMSA	Datenübertragung Ozeanischer Messungen mit dem Kleinsatelliten SAFIR
ESA	European Space Agency
ESTOC	European Station for Time Series in the Ocean, Canary Islands
GEWEX	Global Energy and Water Cycle Experiment
GOOS	Global Ocean Observing System
GPCP	Global Precipitation Climatology Programme
IGAC	International Global Atmospheric Chemistry Programme
IGBP	International Geosphere Biosphere Programme
IMAGES	International Global Change Study
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission (der UNESCO)
JGOFS	Joint Global Ocean Flux Study
MAST	Marine Science and Technology Programme of the European Union)
MPI	Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie, Bremen
ODP	Ocean Drilling Program
UNEP	United Nations Environmental Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WCRP	World Climate Research Programme
WOCE	World Ocean Circulation Experiment
ZMT	Zentrum für Marine Tropenökologie an der Universität Bremen

Prof. Dr. Gerold Wefer
Geowissenschaften
Universität Bremen
Postfach 33 04 40
2800 Bremen 33

Tel.: 0421 - 218 3389
Fax: 0421 - 218 3116

(für die Arbeitsgruppe "MARUM - Zentrum für Marine Umweltwissenschaften")