

# **Forschungsschiff METEOR**

**Reise Nr. 58 (2003)**

## **Auftrieb und Sedimentation vor NW Afrika**

Herausgeber

Institut für Meereskunde der Universität Hamburg

Leitstelle METEOR

Gefördert durch

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

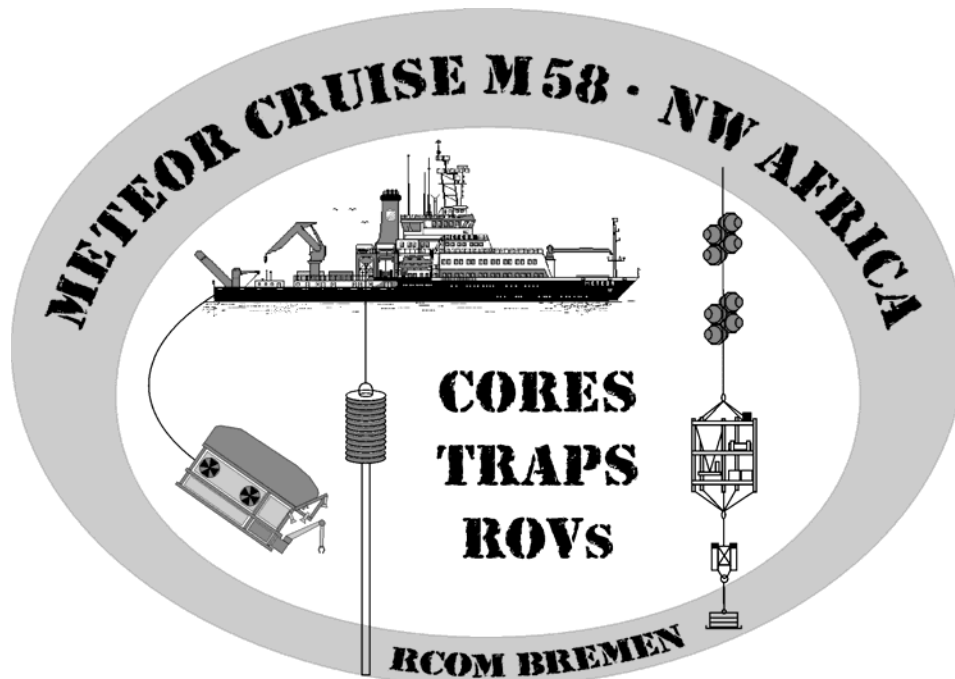
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Forschungsschiff / *Research Vessel*

# METEOR

Reise Nr. 58 / *Cruise No. 58*

16. April / *April* 2003 - 24. Juni / *June* 2003



## **Auftrieb und Sedimentation vor NW Afrika** *Upwelling and Sedimentation off NW Africa*

Herausgeber / *Editor*

Institut für Meereskunde der Universität Hamburg  
Leitstelle METEOR

Gefördert durch / *Sponsored by*

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN-0935-9974

## **Anschriften / *Addresses***

### **Prof. Dr. Horst D. Schulz**

Fachbereich Geowissenschaften  
Universität Bremen  
Postfach 330 440  
28334 Bremen / Germany

Telefon +49 421 218 3393  
Telefax +49 421 218 4321  
e-mail [hdschulz@uni-bremen.de](mailto:hdschulz@uni-bremen.de)

### **Prof. Dr. Ulrich Bleil**

Universität Bremen  
Fachbereich Geowissenschaften  
Postfach 330 440  
28334 Bremen / Germany

Telefon +49 421 218 3366  
Telefax +49 421 218 7008  
e-mail [bleil@uni-bremen.de](mailto:bleil@uni-bremen.de)

### **Dr. Gerrit Meinecke**

Universität Bremen  
Zentrum für Marine Umweltwissenschaften  
Postfach 330 440  
28334 Bremen / Germany

Telefon +49 421 218 3262  
Telefax +49 421 218 9080  
e-mail [gmei@marum.de](mailto:gmei@marum.de)

### **Leitstelle FS METEOR**

Institut für Meereskunde  
Universität Hamburg  
Tropowitzstraße 7  
22529 Hamburg / Germany

Telefon +49 40 428 38 3974  
Telefax +49 40 428 38 4644  
e-mail leitstelle@ifm.uni-hamburg.de

### **RF Reedereigemeinschaft**

Forschungsschiffahrt GmbH  
Blumenthalstraße 15  
28209 Bremen / Germany

Telefon +49 421 20766 0  
Telefax +49 421 20766 70  
e-mail info@rf-bremen.de

### **Senatskommission für Ozeanographie der Deutschen Forschungsgemeinschaft**

Vorsitz / *Chairman* Prof. Dr. Gerold Wefer  
Universität Bremen  
Fachbereich Geowissenschaften  
Postfach 330 440  
28334 Bremen / Germany

Telefon +49 421 218 3389  
Telefax +49 421 218 3116  
e-mail gwefer@uni-bremen.de

### **Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR**

Rufzeichen / *Call Sign*  
Telefon / Fax Satellitenkennung  
Telefon Nr.  
Telefax Nr.  
Daten ISDN

DBBH  
alle Satelliten 00870  
321841811  
321841813  
391004856

Telex Satellitenkennung

Atlantik Ost 0581  
Atlantik West 0584  
Pazifik 0582  
Indik 0583

Telex Nr.

321841815

e-mail Schiffsleitung  
Wissenschaft  
Privat

schiff@meteor.rf-gmbh.de  
wiss@meteor.rf-gmbh.de  
priv@meteor.rf-gmbh.de

Jeder Fahrtteilnehmer erhält eine e-mail Adresse, die sich aus dem ersten Bustaben der Vornamens und dem Familiennamen zusammensetzt. So ist Hein Mück unter hmueck@meteor.rf-gmbh.de zu erreichen.

*Each cruise participant will receive an e-mail address composed of the first letter of his first name and his last name. Hein Mück can thus be reached under hmueck@meteor.rf-gmbh.de.*

**Fahrtabschnitte der METEOR Reise Nr. 58 / *Legs of METEOR Cruise No. 58***

**16. April / *April* 2003 - 24. Juni / *June* 2003**

**Auftrieb und Sedimentation vor NW Afrika  
*Upwelling and Sedimentation off NW Africa***

**Fahrtabschnitt / *Leg M 58/1***

16.04.2003 - 12.05.2003

Dakar, Senegal - Las Palmas, Kanarische Inseln, Spanien

*Dakar, Senegal - Las Palmas, Canary Islands, Spain*

Fahrtleiter / *Chief Scientist* Prof. Dr. Horst D. Schulz

**Fahrtabschnitt / *Leg M 58/2A + 2B***

15.05.2003 - 08.06.2003

Las Palmas - Las Palmas, Kanarische Inseln, Spanien

*Las Palmas - Las Palmas, Canary Islands, Spain*

Fahrtleiter / *Chief Scientist* Prof. Dr. Ulrich Bleil

**Fahrtabschnitt / *Leg M 58/3***

11.06.2003 - 24.06.2003

Las Palmas, Kanarische Inseln, Spanien – Ponta Delgada, Azoren, Portugal

*Las Palmas, Canary Islands, Spain – Ponta Delgada, Azores, Portugal*

Fahrtleiter / *Chief Scientist* Dr. Gerrit Meinecke

**Koordination / *Coordination***

Prof. Dr. Ulrich Bleil

**Kapitän / *Master (FS METEOR)***

Kapitän Henning Papenhagen

## Wissenschaftliches Programm der METEOR Reise Nr. 58

### *Scientific Program of METEOR Cruise No. 58*

#### Übersicht

Mit den drei Fahrtabschnitten der METEOR Reise M 58 (Abb. 1) setzt das 'Forschungszentrum Ozeanränder' (RCOM) eine im Januar 2003 vor Südwest Afrika begonnene Expeditionskampagne fort. An RCOM, das seit 2001 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird, sind die Universität Bremen, das Alfred-Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, das Max-Planck Institut für Marine Mikrobiologie, Bremen, sowie das Institut Senckenberg am Meer, Wilhelmshaven, beteiligt. Sein langfristiges Forschungsfeld ist die Übergangszone von den Ozeanen zu den Kontinenten. Ziel der ersten beiden M 58 Fahrtabschnitte sind Untersuchungen von Sedimentationsprozessen und Stoffhaushalt im Auftriebssystem entlang des NW afrikanischen Kontinentalrandes. Auf dem dritten Fahrtabschnitt sollen hauptsächlich einige moderne technologische Entwicklungen der Meeresforschung weiter erprobt werden, unter anderem kommt erstmals ein neues Tiefwasser ROV (Remotely Operated Vehicle) zum Einsatz.

Schwerpunkt der Arbeiten auf dem **ersten Fahrtabschnitt** sind hydroakustische Vermessungen (hochauflösende Seismik, Parasound und Hydrosweep) sowie Beprobungen der sedimentären Ablagerungen am NW afrikanischen Kontinentalrand mit Schwerelot und Multicorer. Die Sedimentverteilung ist hier durch komplexe Systeme von küstenparallel und hangabwärts gerichteten Transporten geprägt. Insbesondere südlich von 26°N resultieren aus intensivem Auftrieb eine sehr stark erhöhte Akkumulation von Sedimenten und ausgedehnte Massenumlagerungen. In einem ausgewählten Areal vor Cap Blanc werden diese Prozesse flächenhaft kartiert und exemplarisch untersucht, um die Material- und

#### Synopsis

*With the three legs of METEOR Cruise M 58 (Fig. 1) the 'Research Center Ocean Margins' (RCOM) continues an expedition campaign which started in January 2003 off Southwest Africa. RCOM, sponsored by the Deutsche Forschungsgemeinschaft since 2001, is a joint venture of the University of Bremen, the Alfred-Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, the Max-Planck Institute for Marine Microbiology, Bremen, and the Senckenberg Institute, Wilhelmshaven. Long-term scientific objectives are basic and application oriented investigations of the transition zone between the oceans and continents. Main aim of the first two legs of METEOR Cruise M 58 is the study of sedimentation processes and material budgets in the upwelling system along the northwestern African continental margin. Additional tests of various modern technological developments in marine science are the primary goal of the third leg. Among others, a new deep water ROV (Remotely Operated Vehicle) will be deployed for the first time.*

*The **first leg** will focus on hydroacoustic surveys (high-resolution seismic, Parasound and Hydrosweep profiling) on the Northwest African continental margin supplemented by sampling of the sedimentary deposits with a gravity corer and multicorer. There, the sediment distribution is controlled by the complex interaction of transport systems carrying material downslope and parallel to the coast. Namely south of 26°N, intense upwelling and primary productivity results in an enhanced accumulation of sediments accompanied by extensive mass wasting. Exemplary investigations are planned in a selected area off Cape Blanc, where these processes will be studied in detail to establish quantitative budgets of the*

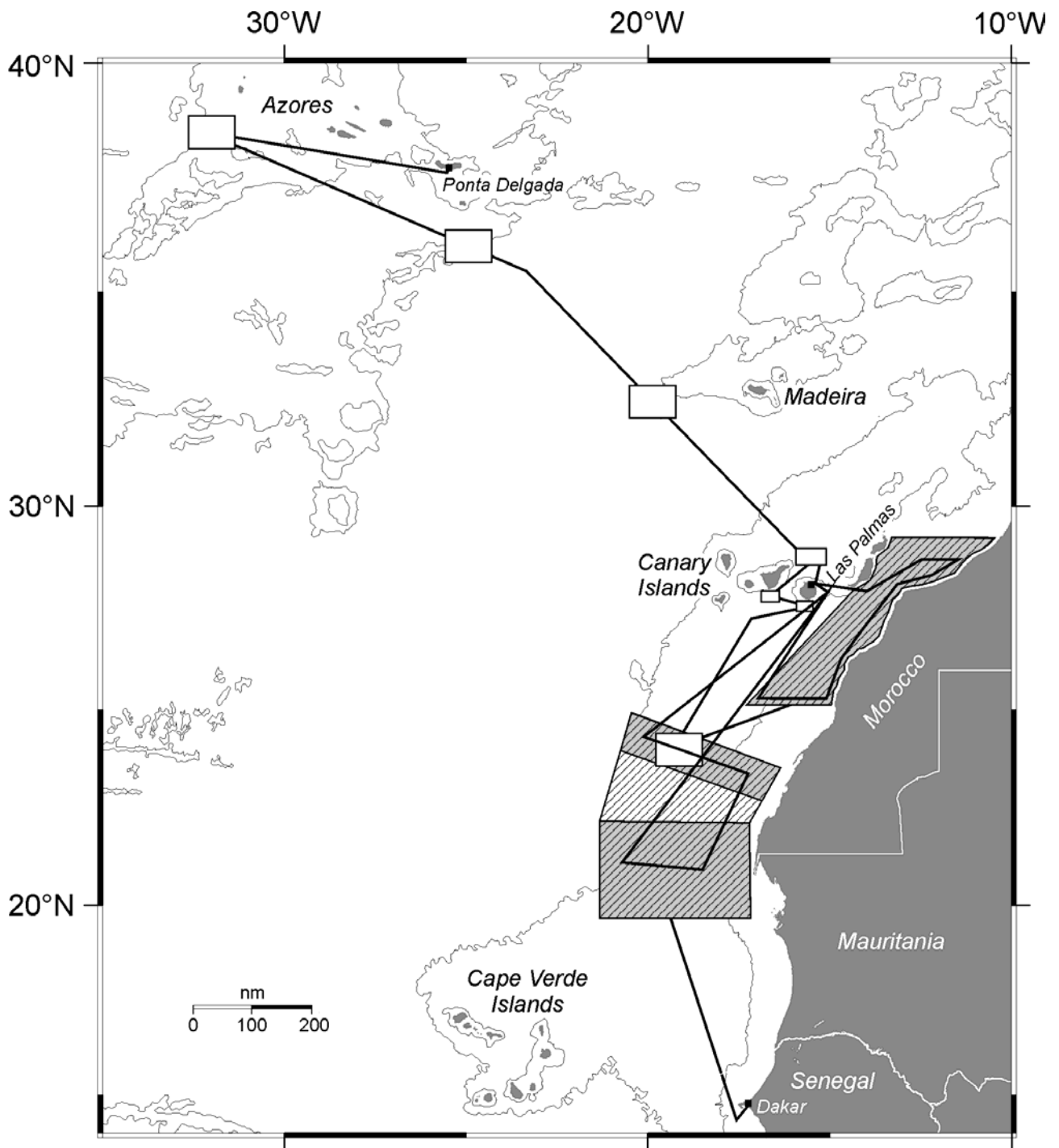


Abbildung 1 METEOR Reise M 58, Fahrtrouten und Arbeitsgebiete (Fahrabschnitt M 58/1 - schraffiert, M 58/2 - schattiert, M 58/3 - offene Rechtecke).

Figure 1 METEOR Cruise M 58, cruise tracks and working areas (Leg M 58/1 - hatched, M 58/2 - shaded, M 58/3 - open rectangles).

Stoffflüsse zu bilanzieren. Anhand von Porenwasserprofilen und unmittelbaren Analysen der wichtigen Festphasenkomponenten wird eine sichere Unterscheidung ungestörter von durch Massentransporte gestörten Sedimentserien erreicht. Mit dieser Information lassen sich gleichzeitig rezente Umlagerungen datieren.

Weitere reflexionsseismische Übersichtsvermessungen der sedimentären Strukturen am afrikanischen Kontinentalrand östlich und südlich der Kanarischen Inseln dienen als Grundlage für eine optimale Positionierung von Kernnahmen auf dem nachfolgenden Fahrtabschnitt M 58/2.

Der **zweite Fahrtabschnitt** hat zunächst die Zielsetzung, mit konventionellen Techniken (Schwerelot, Multicorer und Großkastengreifer) auf dem afrikanischen Kontinentalhang zwischen etwa 25 und 29°N eine größere Zahl von Sedimentkernen zu gewinnen. Sie sollen es ermöglichen, mit hoher zeitlicher Auflösung spätquartäre Variationen der Produktivität im dortigen Auftriebsgebiet zusammen mit der Vegetationsgeschichte der Sahara zu rekonstruieren. Von besonderem Interesse sind frühdiagenetische Prozesse in den Sedimenten, mit deren Analysen sowohl Aussagen über Einträge organischen Materials und damit die Intensität von Produktivität und Auftrieb als auch zur Erhaltung primärer klimatischer Signale erreicht werden sollen. Hauptarbeitsgebiete sind der Schelf und die Kontinentalhänge nördlich von Kap Yubi und südlich von Kap Bojador.

Auf dem zweiten Teilabschnitt von M 58/2 sind vor allem Untersuchungen zur Partikel-sedimentation im Areal vor Cap Blanc geplant. Dort soll eine verankerte Sedimentfalle, die den saisonalen Partikelfluß schon seit vielen Jahren dokumentiert, ausgetauscht und eine weitere näher zum Kontinent hin neu ausgelegt werden. An den Fallenstationen wird mit *in situ* Pumpen und Wasserschöpfern suspendiertes Material für chemische Analysen von Spurenstoffen aus der Wassersäule gewonnen. Für Partikelflußstudien kommt ein ROV mit Kamerasystem zum Einsatz.

*material fluxes. Pore water profiles and an immediate identification of main solid phase components will allow the discrimination of undisturbed sequences from sediment units affected by mass wasting. These data can also be used for an age assessment of recent mass movement events.*

*Additional reflection seismic surveys are projected to provide detailed regional information about the sediment structures at the African continental margin east and south of the Canary Islands for an optimal positioning coring locations during the subsequent leg M 58/2.*

*Primary objective of the **second leg** is the recovery a number of sediment sequences on the African continental slope between about 25 and 29°N operating conventional devices (gravity corer, multicorer and large box corer). Their comprehensive analyses aim at reconstructing late Quaternary variations in productivity of the regional upwelling system together with the Saharan vegetation history at high temporal resolution. Early diagenetic processes in these sediments are of specific interest in this context as they provide clues to assess the influx of organic material and hence the intensity of past productivity and upwelling. With their precise quantification, also the preservation of other primary climatic signals will be evaluated. Main working areas for the sediment sampling are the shelf regions and continental slopes north of Cape Yubi and south of Cape Bojador.*

*The second part of leg M 58/2 will mainly focus on investigations of the particle sedimentation in the Cape Blanc region. A moored sediment trap monitoring the seasonal particle flux since many years there is recovered and re-deployed, another new sediment trap will be positioned in the same area closer to land. For chemical analyses of trace elements, suspended matter is collected from the water column by means of *in situ* pumps as well as rosette water samplers. A camera system equipped ROV will be employed for specialized particle flux studies.*



Im gleichen Gebiet wie auch bei 24°N sind Beprobungen der Sedimente mit Schwerelot und Multicorer für paläozeanographische und paläoklimatische Untersuchungen vorgesehen. Über den gesamten Fahrtabschnitt werden Planktonproben aus dem Oberflächenwasser entnommen und echographische Messungen mit den beiden akustischen Bordsystemen Parasound und Hydrosweep durchgeführt.

Auf dem **dritten Fahrtabschnitt** sollen zunächst Wartungsarbeiten der Sensorsysteme mehrerer Verankerungen etwa 60 sm nördlich von Gran Canaria durchgeführt werden. Neben der ESTOC Station (European Station of Timeseries in the Ocean, Canary Islands) und der DOLAN Station (Datenübertragung im Ozean und Laterales Akustisches Netzwerk) wird die ANIMATE Station (Atlantic Network of Interdisciplinary Moorings and Timeseries for Europe) in dieses Programm einbezogen. Die teilnehmenden spanischen Wissenschaftler des ICCM (Instituto Canario de Ciencias Marinas) planen während der Transits zu den Stationen Arbeiten in der Wassersäule.

Ein zweiter Schwerpunkt der Fahrt sind verschiedene Einsätze des neuen 4000 m WorkClass ROV 'QUEST' im Tiefwasser. Dieser Tauchroboter des 'Forschungszentrums Ozeanränder' wird erstmals auf METEOR eingesetzt. Alle Einzelheiten der technologischen Anforderungen an das Schiff sind vorab eingehend geprüft worden. Abhängig von den See- und Windbedingungen sollen die exakten Tauchpositionen in Absprache mit den beteiligten Mitarbeitern der Firma Alstom Schilling Robotics, des MBARI (Monterey Bay Aquarium Research Institute) und den portugiesischen Kollegen des Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores, kurzfristig vor Ort festgelegt werden. Neben Teststationen im Bereich der Kanarischen Inseln ist auch eine Lokation im Menez Gwen Hydrothermal Feld westlich der Azoren in Planung. Auf der Fahrt zu den Azoren sind weitere Untersuchungen in der Wassersäule vorgesehen.

*In the same region and also around 24°N sediment sampling is planned for paleoceanographic and paleoclimatic purposes using a gravity corer and multicorer. During the entire cruise plankton samples will be regularly collected from the surface waters and echographic measurement continuously performed with the two acoustic shipboard systems Parasound and Hydrosweep.*

*Initial activities of the **third leg** involve control and maintenance of sensor arrays at several moorings about 60 nm north of Gran Canaria. The program will include the ESTOC Station (European Station of Timeseries in the Ocean, Canary Islands), the DOLAN Station (Datenübertragung im Ozean und Laterales Akustisches Netzwerk) as well as the ANIMATE Station (Atlantic Network of Interdisciplinary Moorings and Timeseries for Europe). The participating Spanish scientists from ICCM (Instituto Canario de Ciencias Marinas) are planning to perform various measurements in the water column on transit to the mooring stations.*

*A second topic of the cruise will be multiple deployments of the newly acquired 4000 m WorkClass ROV 'QUEST' in deep waters. As this automated submersible of the 'Research Center Ocean Margins' is operating on board METEOR for the first time, all relevant technical and logistical details have been carefully checked in advance. Depending on prevailing sea and wind conditions, the exact locations of diving operations are defined on site together with cooperating specialists from Alstom Schilling Robotics, MBARI (Monterey Bay Aquarium Research Institute) and Portuguese colleagues from the Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores. At the beginning of the cruise, a number of test sites is planned in the vicinity of the Canary Islands, final activities will be investigations in the Menez Gwen Hydrothermal Field near the Azores. On transit to this westernmost working area various studies are accomplished in the water column.*

## Fahrtabschnitt / Leg M 58/1

### Dakar – Las Palmas

#### Forschungsziele

Der Kontinentalrand vor Nordwest Afrika wird durch ein sehr komplexes Zusammenspiel von hangparallelen und hangabwärts gerichteten Sedimenttransporten geprägt. Insbesondere südlich von 26°N hat der küstennahe Auftrieb eine intensive marine Produktivität und dadurch eine erhöhte Akkumulation von Sedimenten zur Folge. Hieraus resultieren ausgedehnte Sedimentbewegungen. Sie variieren in Form und Geschwindigkeit von langsamen Rutschungen, bei denen die interne Struktur weitestgehend erhalten bleibt, über Schuttströme, deren Ablagerungen eine schlechte Sortierung aufweisen, bis zu Trübe- strömen, die Sedimente von den Kontinentalhängen bis weit in die Ebenen der Tiefsee transportieren. Bodenströmungen an den Kontinentalhängen tragen durch Erosion zum Materialexport bei und sind zusätzlich am Aufbau von großen Driftkörpern beteiligt.

Zentrale Zielsetzung der Reise M 58/1 ist die quantitative Erfassung dieser Sedimenttransportprozesse von lokalen Dimensionen bis hin zu Größenordnungen von 10 zu 100 km<sup>2</sup> Ausdehnung. Einzelne Episoden von großen Sedimentumlagerungen sollen in ihrer räumlich-zeitlichen Verteilung dokumentiert und Bilanzen wichtiger Komponenten (organisches und terrigenes Material, Karbonat) erstellt werden. Eine umfassende Charakterisierung und exakte stratigraphische Gliederung der Sedimentfolgen bildet die Grundlage, Beziehungen zwischen Massentransportereignissen und Klimazyklen, insbesondere Meeresspiegelschwankungen und glazialen Meeresspiegeltiefständen zu klären sowie die Steuerungsfaktoren der Sedimentation im Umfeld des Hochproduktionsgebietes zu rekonstruieren. Dabei stehen Fragen, wieviel Material exportiert und importiert wird, welche Einflüsse die glazial-interglaziale Klimazyklen, wechselnde

#### Research Objectives

*The continental margin off Northwest Africa is largely shaped by a complex interplay of sediment transport processes directed both down slope and along slope. Specifically south of 26°N the considerably enhanced accumulation of sedimentary deposits originates from an intense marine productivity in the coastal upwelling regime. This results in widespread sediment movements and mass wasting events varying in style and velocity from slow motion slumps, where the original internal structures of the sediment column are mostly preserved, to debris flows, which typically display poor sorting, to turbidites transporting sediment material from the continental slopes far into the abyssal plains. Strong erosional bottom currents along the continental margin substantially contribute the material transport and also to the development of large sediment drift bodies.*

*Main aim of the first leg of Cruise M 58/1 is a quantitative account of sediment transport processes from local scales to dimensions of 10 to 100 km<sup>2</sup> extent. Individual episodes of massive sediment movements will be outlined in their temporal and spatial distribution and mass balances determined for the important constituents (organic and terrigenous components, carbonate). The integral representation and exact chronostratigraphic classification of the sedimentary sequences is an indispensable prerequisite to resolve the relation between mass wasting events and climate cycles, in particular sea level changes and glacial sea level low stands, as well as to identify and reconstruct the steering mechanisms of sedimentation in the vicinity of high productivity regions. How much material was imported and exported, what effects had glacial-interglacial climate cycles, sea level changes and the variable influx of wind blown terrigenous material*

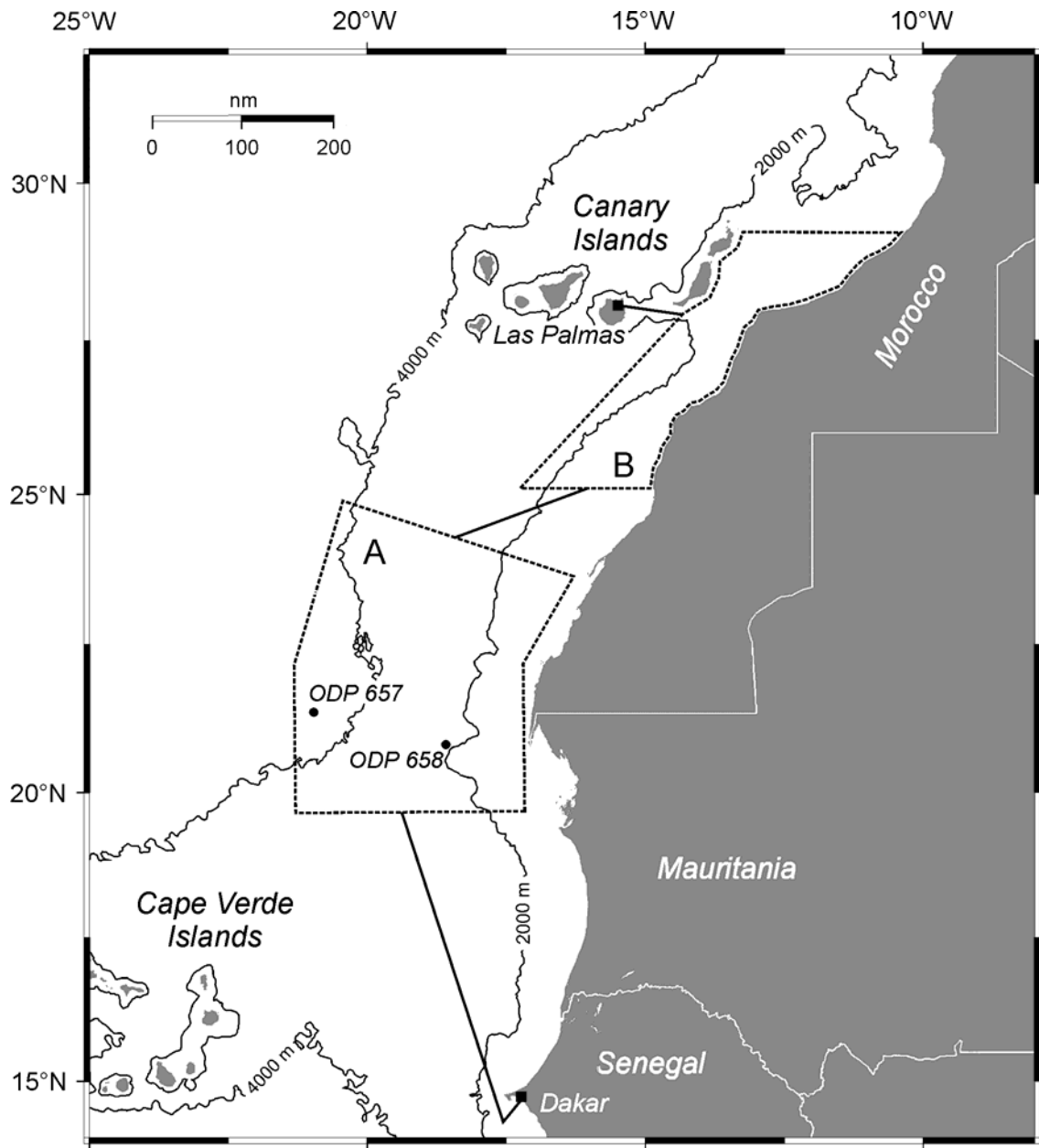


Abbildung 2 METEOR Reise M 58/1, Arbeitsgebiete und Fahrtrouten.

Figure 2 METEOR Cruise M 58/1, working areas and cruise tracks.

Meeresspiegelstände oder äolische Einträge vom Kontinent haben, im Vordergrund.

### **Wissenschaftliches Programm**

#### Hydroakustik

Im Rahmen des Fahrtabschnittes M 58/1 soll ein größeres, durch zahlreiche sedimentäre Massenströme charakterisiertes Gebiet mittels hydroakustischer Methoden (hochauflösende Reflexionsseismik, Parasound, Hydrosweep) kartiert werden, um die Transportprozesse in einem Hochproduktionsgebiet exemplarisch zu untersuchen. Die akustischen Vermessungen dienen vor allem zur Abschätzung der Masse (Volumen und flächenhafte Ausdehnung) von Sedimentbewegungen.

Einzelne Transportereignisse sollen im Detail erfaßt und für gezielte Kernnahmen gestörte (verfrachtete) gegenüber ungestörten Einheiten an der Oberfläche und in der Tiefe unterschieden werden. Seismische Übersichtsprofile und Anschlußlinien über vorhandene ODP Bohrungen dienen dabei zur regionalen Klassifizierung von Transportprozessen und der Zuordnung einzelner Sedimentkomplexe zu bestimmten Quellregionen.

Ergänzend werden südlich und östlich der Kanarischen Inseln einige reflexionsseismische Linien als Grundlage für die Positionierung von Kernnahmen während des nachfolgenden Fahrtabschnittes aufgenommen.

#### Geochemie

Die geochemischen Hauptziele dieses Fahrtabschnittes sind Analysen des Porenwassers zur Datierung von Rutschungs-Ereignissen sowie RFA Messungen der sedimentären Festphase als Proxyparameter der Lithostratigraphie von spätquartären Kontinentalrandablagerungen.

Chronologisch ungestörte Ablagerungen enthalten wichtige Informationen über die zeitlichen Veränderungen des Klimas, von Strom- und Windsystemen oder der Verwitterung auf den Kontinenten. Sie werden in verschiedenen Elementkonzentrationen der Festphase erfaßt.

*from the continent are major questions to be addressed in this context.*

### **Scientific Program**

#### *Hydroacoustics*

*An expanded area characterized by numerous sedimentary mass movements will be surveyed with different hydroacoustic techniques during leg M 58/1 combining high-resolution seismic, Parasound and Hydrosweep profiling for an exemplary investigation of sediment transport processes in a high productivity marine environment. Primary goal of the acoustic measurement are dependable estimates of the regional extent and volume of sediment movements.*

*Individual mass wasting events are mapped in great detail and, as a basis for appropriate coring strategies, disturbed (displaced) units discriminated from undisturbed strata both at the surface and at depth. Extended seismic profiles and lines crossing former ODP drill sites are intended to establish the regional characteristics of transport processes and the relationship of individual sedimentary units to particular source regions.*

*In addition, a series of seismic reflection profiles will be recorded south and east of the Canary Islands to provide basic information for an optimum positioning of sediment coring sites during the subsequent leg.*

#### *Geochemistry*

*The main geochemical goals of this leg are pore water analyses for an age assessment of sediment slide events and XRF measurements of the sedimentary solid phase as lithostratigraphic proxies of the Late Quaternary continental margin sediments.*

*Stratigraphically undisturbed sedimentary deposits comprise important information about temporal variabilities of the climate, current and wind systems or weathering regimes on the continents reflected in the concentration of various major elements of the solid phase. For*

Für eine Reihe von Proxyparametern sind in einzelnen Ozeanbereichen sehr zuverlässige Standardprofile verfügbar, die mit Sauerstoffisotopendaten korreliert wurden. Damit ist es möglich, eine zuverlässige Datierung von ungestörten Sedimentfolgen zu erreichen.

Porenwasserprofile sind in ihren speziellen und charakteristischen Verläufen inzwischen gut untersucht und prinzipiell verstanden als Abbild von Prozessen der Frühdiagenese. Störungen in solchen Profilen lassen sich als Folge von Rutschungen, Schuttströmen oder Turbiditen und unter Umständen auch Konturiten identifizieren. In ungestörten Sedimenten sind die Konzentrationsprofile durch stationäre Zustände gekennzeichnet, durch 'Gleichgewichte', die sich aus gleichzeitig ablaufenden diagenetischen Reaktionen und diffusiven Transporten ergeben. Für ein Sulfatprofil ist es beispielsweise im Porenwasser eines Hochproduktionsgebietes charakteristisch, daß in einigen Metern Tiefe unter der Sedimentoberfläche Sulfat und Methan miteinander reagieren. Sulfat wird dabei vollständig abgebaut und durch Diffusion aus dem Bodenwasser nachgeliefert. Es entsteht dabei ein linearer Gradient des Sulfats zum Reaktionsort, über den auch der Methanfluß aus den tieferen Sedimenten rückgerechnet werden kann. Bei einer Lageveränderung durch eine Rutschung, einen Schuttstrom oder einen Turbidit wird ein solches Porenwasserprofil vollständig verändert. In der neuen Position stellt sich dann nach und nach wieder ein neuer stationärer Zustand ein. Diese Neueinstellung eines Gleichgewichts kann bis zu 1000 oder 2000 Jahre dauern. Die Zwischenstadien sind hervorragend geeignet, das Alter der Lageveränderung des Sedimentes zu bestimmen.

### Sedimentologie

Als wichtigstes Ziel der sedimentologischen Arbeiten sollen verschiedene Massentransportereignisse in ihrer räumlich-zeitlichen Verteilung auskartiert und Sedimentbilanzen erstellt werden. Dabei zielen die Analysen vor allem auf die inneren Strukturen der Ablagerungen,

*several of these proxy parameters reliable standard profiles have been established in various ocean regions that were dated by correlation to oxygen isotope data. This allows a rapid and fairly dependable dating of undisturbed sediment sequences.*

*As the specific characteristics of well understood early diagenetic processes can now be recognized in concentration profiles of the pore waters, it is possible to identify their disturbance by mass movements of material in slides, debris flows, turbidites, and likely also contourites. In non-displaced sediments, the pore water concentration profiles are determined by stationary conditions, by 'equilibria' that result from concurrent early diagenetic reactions and diffusive transport processes. For example, sulfate profiles in pore waters of high productivity areas, typically show that sulfate and methane react at a depth of several meters below the sediment surface, whereby sulfate is completely consumed. The depleted sulfate is resupplied from the bottom water by diffusion and the resultant linear concentration gradient to the reaction horizon can be used as a measure for the release of methane from the deeper sub-bottom strata. A displacement of material by mass wasting events such as slides, debris flows or turbidites completely modifies this concentration profile. After redeposition, different stationary conditions will develop according to the geochemical environment persisting at the new location. The readjustment gradually evolves and typically requires approximately 1,000 to 2,000 years to sufficiently equilibrate. Therefore, the intermediary stages of this process offer excellent possibilities to determine the age of sediment displacements.*

### Sedimentology

*Prime topic of the sedimentological investigations will be quantitative an outline of mass wasting events in their temporal and spatial distribution and reliable balances of the sediment accumulation. The studies specifically concentrate on inner structures of the deposits*

um einzelne gravitative wie laterale Transportmechanismen zu unterscheiden. Darüber hinaus werden aus der Sedimentzusammensetzung sowohl die ursprünglichen Liefergebiete als auch Mischungsprozesse identifiziert.

### Marine Geophysik

Mit einer Reihe von sedimentphysikalischen Messungen werden einerseits elementare Parameter wie Dichte und Porosität bestimmt, die bereits an Bord einen vollständigen Überblick des gesamten gewonnenen Kernmaterials und eine Abgrenzung von unterschiedlichen Sedimentationsräumen erlauben. Darüber hinaus bilden sie mit eine wichtige Grundlage für zahlreiche spätere Detailstudien. Mit Kernlogs der magnetischen Suszeptibilität und einer kontinuierlichen digitalen photographischen Aufnahme der Sedimentserien soll vor allem eine erste stratigraphische Gliederung erreicht und gezielte Beprobungen für weiterführende Analysen ermöglicht werden. Hierbei stehen Fragen der Umweltmagnetik im Vordergrund, insbesondere, wie sich die zeitlich-räumliche Variabilität von Auftrieb und Hochproduktion mit diesen Methoden in diagenetischen Überprägungen der Sedimente quantifizieren läßt.

### Arbeitsprogramm

#### Hydroakustik

Der Einsatz des Bremer hochauflösenden seismischen Meßsystems erlaubt die Abbildung kleinskaliger Sedimentstrukturen und engständiger Reflektoren, die sich mit herkömmlichen seismischen Instrumentarien nicht erfassen lassen. Im alternierenden Betrieb einer geringvolumigen Watergun (200 – 1600 Hz) und zwei großvolumigen GI Guns (100 – 500 Hz) werden gleichzeitig tiefere Sedimentstrukturen einbezogen und so oberflächennahe Prozesse in einen größeren zeitlichen und strukturellen Rahmen gestellt sowie Datensätze maximaler Auflösung für die obersten etwa 200 m der Sedimentbedeckung registriert.

*to discern particular lateral and downslope transport mechanisms. Moreover, detailed analyses of the sediment composition will allow to identify their regions of provenance as well as mixing processes.*

### Marine Geophysics

*Measurements of various physical parameters like porosity and density will provide useful basic information already on board allowing a complete overview of the recovered sediment sequences and also to discriminate different sedimentary regimes. In addition, they are of fundamental importance for numerous subsequent studies. High resolution core logs of magnetic susceptibility and continuous digital photographic records of all sediment series predominantly aim at establishing a preliminary stratigraphic classification which not the least is an indispensable prerequisite to design an appropriate sampling strategy for further shore based analyses. In this context, environmental magnetism topics are of prime interest, in particular, how the temporal and regional variability of upwelling and high productivity can be quantified with these methods in diagenetic sediment phenomena.*

### Working Program

#### Hydroacoustics

*Employing the Bremen high-resolution seismic gear allows to record small scale sediment structures and closely spaced reflector sequences which typically cannot be resolved with conventional seismic equipment. By consecutively operating a small volume watergun (200 – 1600 Hz) and two larger volume GI Guns (100 – 500 Hz, deeper and older sediment series are penetrated, establishing an adequate temporal and structural framework for the near surface processes, and simultaneously provides data sets of maximum resolution for the uppermost approximately 200 m of the sedimentary cover.*

Ergänzt werden die reflexionsseismischen Messungen durch digitale Aufzeichnungen des Parasound Sedimentecholotes und Hydrosweep Fächerecholotes. Durch die unterschiedlichen Signalfrequenzbereiche der eingesetzten akustischen Systeme wird für jedes sedimentäre Stockwerk eine optimale Strukturauflösung erzielt. Beide Echolotanlagen werden während des gesamten Fahrtabschnittes in einem 24-stündigen Wachbetrieb betrieben.

Am Anfang der Fahrt sollen seismische Übersichtsprofile im Arbeitsgebiet A aufgezeichnet werden, um dort verfügbare regionale Informationen zu verifizieren und präzisieren. Zur stratigraphischen Anbindung werden die ODP Bohrungen 657 und 658 (Leg 108) in die Vermessung einbezogen. Auf dieser Grundlage erfolgt die Auswahl eines Areal von ungefähr 180 nm<sup>2</sup> Größe, in dem auf engstehenden Meßnetzen mit Profilabständen von 0.5 nm eine Quantifizierung einzelner Sedimentkörper und die Abbildung ihrer Stapelmuster angestrebt wird.

Abschließend sollen im Arbeitsgebiet B seismische und echographische Vermessungen zur Vorbereitung der Sedimentbeprobungen des nachfolgenden Fahrtabschnittes M 58/2 durchgeführt werden.

## Geochemie

Erstmals wird auf den METEOR Reisen 2003 versucht, direkt an Bord etwa 200 Proben pro ausgewähltem Sedimentkern innerhalb von 24 Stunden mit der Röntgenfluoreszenz-Analytik (RFA) zu messen. Das dazu verwendete Instrument ist speziell für den Betrieb außerhalb des Labors geeignet und wurde von uns für den Einsatz an Bord optimiert und geeicht. Mit vorhandenem Sedimentmaterial aus dem Südatlantik, für das bereits Meßergebnisse aus Vollaufschlüssen vorlagen, wurde die Analytik vorab unter Laborbedingungen erprobt. Nach den äußerst positiven Erfahrungen der Reise M 57 werden die kontinuierlichen 24 stündigen RFA Messungen während des Fahrtabschnittes M 58-1 erneut unter Bordbedingungen eingesetzt.

*Digital recordings of the ship's sediment echosounder Parasound and the bathymetric swathe sounder Hydrosweep will supplement the seismic reflection measurements. With the wide range of frequencies covered by the different acoustic systems an optimum structural resolution is accomplished for each stockwerk of the sedimentary column. During the entire cruise, both echosounder devices are continuously operated on a 24 hour watch schedule.*

*At the beginning of the cruise, seismic lines are arranged to attain an overview in working area A and to substantiate and complement available regional information. To integrate their stratigraphic data, ODP Sites 657 and 658 (Leg 108) will be included in this survey. On basis of the results obtained, an about 180 nm<sup>2</sup> quadrant is then selected for detailed studies. There, a closely spaced survey with profiles at 0.5 nm intervals will be performed to quantify the extent of individual sediment bodies and to document their internal accumulation schemes.*

*Ultimately, seismic and echographic pre-site surveys in working area B are to provide basic information about regional depositional settings for the sediment sampling program of the subsequent leg M 58/2.*

## Geochemistry

*During the 2003 METEOR cruises shipboard measurements with the XRF technique will be performed for the first time on around 200 samples of each selected sediment core within 24 hours. For this purpose a new XRF instrument, especially designed to be employed outside laboratories, has been optimized and calibrated for an application on board ships. Available sediment material from the South Atlantic, for which data sets from systematic elemental analyses using total disintegration methods already existed, was analyzed to test the methodology under laboratory conditions. After very successful first tests on Cruise M 57 continuous 24 hour XFA shipboard measurements will again be performed during leg M 58/1.*

Die Analytik des Porenwassers ist ein sehr bewährtes Standardverfahren der Bremer Geochemie. Der Parameter- und Probenumfang wird deshalb auf ein Maß reduziert, das zur Altersdatierung von Transportereignissen auf den geologischen Transekten über den Kontinentalhang vor Nordwestafrika notwendig ist.

### Sedimentologie

Hauptaufgabe der sedimentologischen Untersuchungen ist es, im kleinskaligen bis mikroskopischen Bereich die Sedimentationsmuster zu analysieren und zu interpretieren sowie die Ablagerungen stratigraphisch einzuordnen. Das geplante Arbeitsprogramm sieht vor, die gewonnenen Sedimente bereits an Bord sowohl detailliert zu beschreiben als auch fotografisch und mit einem Color Scanner zu dokumentieren. Im Anschluß werden die Kerne systematisch beprobt und anhand von ausgewählten Probenpräparaten eine erste Übersicht (mikroskopisch, Karbonatgehalt) über die Ablagerungsgeschichte gewonnen.

Im Labor in Bremen sollen Röntgenpräparate Informationen zum internen sedimentären Strukturinventar und damit direkt zu den Ablagerungsmechanismen liefern. Weiterhin werden die Gehalte an Karbonat und organischem Material bestimmt sowie Serien von Sedimentproben routinemäßig nach Korngrößen getrennt. Die Grobfraction (Sand) wird auf ihre partikuläre Zusammensetzung unter dem Binokular untersucht, um Hinweise auf die Liefergebiete, Transportwege und Transportmechanismen zu erhalten. Feinere Fraktionen (Silt) spiegeln über die Korngrößenverteilung des terrigenen Anteils sehr sensitiv Wechsel im Sedimenteintrag und in der Strömungsintensität von Wassermassen wider. Erhaltungsp Parameter von Karbonatschalen mariner Organismen werden mit konventionellen und auch neuen methodischen Ansätzen (Lösungsindizes) an der Siltfraktion bestimmt, um Änderungen der Karbonatchemie von Tiefen- und Zwischenwassermassen zu erfassen.

Die zeitlichen Einstufung der Sedimente wird durch radiometrische Datierungen und

*Pore water analyses are a well established standard procedure of Bremen geochemistry. Therefore, only a minimum of parameters and samples needed for age assessment of sediment transport events will be determined on the geological transects across the continental slope off Northwest Africa.*

### *Sedimentology*

*Main aim of the sedimentological analyses is a characterization and interpretation of the sedimentary patterns at small to microscopic scales together with a high resolution stratigraphic classification of the deposits. The projected shipboard working program will initially comprise the detailed description, photography and color scanning of the entire sediment series recovered followed by their systematic sampling for various purposes. A first shipboard overview of the depositional history at each coring site is obtained from carbonate contents and microscopic examinations of selected specimen.*

*Shore based studies at the University of Bremen will resolve the internal sediment structures by X-ray analyses allowing direct insight to different depositional mechanisms. Furthermore, carbonate and organic matter contents are routinely determined as well as series of sediment samples split according to their grain size inventories. The particle composition of the coarse grained fraction (sand) is inspected under the microscope to evince provenance areas, transport ways and media. Grain size distributions of terrigenous components in the finer fractions (silt) very sensitively reflect changes in sediment influx and intensities of oceanic current systems. The preservation parameters of carbonate shells of marine organisms are investigated on the silt fraction using both conventional techniques and a newly developed methodology (dissolution indices) to infer the variable carbonate chemistry of deep and intermediate water masses.*

*A chronostratigraphic classification of the sediments is achieved by radiometric dating*



durch Korrelation von Color Scanner Daten, stabilen Isotopen, magnetischer Suszeptibilität und Elementreihen mit Referenzkernen aus der Region angestrebt.

#### Marine Geophysik

An Bord wird während der Reise eine Geotek Multisensor Anlage eingesetzt, mit der hochauflösende Kernlogs der magnetischen Suszeptibilität und - als Maß für Porosität und Dichte der Sedimente – der elektrischen Leitfähigkeit aufgenommen werden. Für letztere Messungen kommt ein neu entwickeltes, zum ersten Mal während der METEOR Reise M 57 erfolgreich getestetes kontaktloses Verfahren zum Einsatz. Ebenfalls neu ist ein digitales Kamerasystem, mit dem die gewonnenen Sedimente über das gesamte Farbspektrum des sichtbaren Lichtes vermessen und photographisch aufgenommen werden. Die weitreichenden Möglichkeiten der Methodik, hinsichtlich der Datenbearbeitung und vor allem wissenschaftlichen Anwendung auszuloten, ist Hauptaufgabe von nachfolgenden Studien.

Des weiteren umfaßt das Arbeitsprogramm an Bord umfangreiche Probennahmen für die magnetische Untersuchungen. Zur Analytik stehen in den Labors der Universität Bremen ein sehr leistungsfähiges, modernstes Instrumentarium zur Verfügung.

*and the correlation of color scanner, stable isotope and magnetic susceptibility measurements with reference data sets from the study area.*

#### *Marine Geophysics*

*During this cruise a Geotek multisensor device will be employed to determine high resolution core logs of magnetic susceptibility and - as a measure for porosity and density of the sediments - of electrical conductivity. The latter measurements rely on a newly developed non contact sensor which for the first time was successfully tested during METEOR Cruise M 57. Also new is a camera system to digitally photograph the entire sediment series recovered by scanning and recording the complete frequency range of visible light. A comprehensive analysis of the inherent possibilities of this advanced methodology regarding data processing and more specifically the various scientific applications will be one of the main goals of shore based investigations planned after the cruise.*

*Shipboard activities also include a detailed sampling program for subsequent magnetic studies of the sediments. For these analyses the laboratories at the University of Bremen are equipped with most sophisticated modern instrumentations.*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrtabschnitt / Leg M 58/1**

Tage / days

Auslaufen von Dakar (Senegal) am 16. April 2003 <i>Departure from Dakar (Senegal) on April 16, 2003</i>	
Hochauflösende Mehrkanalseismik, Übersichtsvermessung im Arbeitsgebiet A <i>High-resolution multichannel seimics, overview survey in working area A</i>	5.0
Hochauflösende Mehrkanalseismik, Detailstudie im Arbeitsgebiet A <i>High-resolution multichannel seimics, detailed study in working area A</i>	5.0
Vermessungen mit Parasound und Hydrosweep <i>Parasound and Hydrosweep measurements</i>	2.5
Beprobungen der Sedimente mit Schwerelot, Großkastengreifer und Multicorer <i>Sediment sampling with a gravity corer, box corer and multicorer</i>	7.0
Akustische Voruntersuchung für Sedimentbepobungen im Arbeitsgebiet B <i>Acoustic pre-site survey for sediment sampling in working area B</i>	3.0
Beprobungen der Wassersäule <i>Sampling of the water column</i>	0.5
Transit zu, von und zwischen den Arbeitsgebieten <i>Transits to, from and between the working areas</i>	3.0
Total	26.0

Einlaufen in Las Palmas (Kanarischen Inseln, Spanien) am 12. Mai 2003  
*Arrival in Las Palmas (Canary Islands, Spain) on May 12, 2003*

## Fahrtabschnitt / Leg M 58/2

### Las Palmas – Las Palmas

#### Forschungsziele

Während der METEOR Fahrt M 58/2 sind sedimentologische Arbeiten im Rahmen des DFG Forschungszentrums 'Ozeanränder' zentraler Schwerpunkt. Vor NW Afrika befindet sich eines der bedeutensten Auftriebsgebiete der Welt, das zudem durch große Mengen von Saharastaub beeinflusst wird, der wichtige Nährstoffe in den Ozean einträgt. Beide Prozesse sind von fundamentaler Bedeutung für die Partikelbildung im Ozean und beeinflussen über die biologische Pumpe und die Karbonatpumpe das globale CO<sub>2</sub> System nachhaltig. Obwohl der Hauptmotor für Klimaschwankungen im Bereich von Zentren der Tiefenwasserneubildung im Nordatlantik zu suchen ist, eignet sich das Auftriebsgebiet vor NW Afrika durch seine hohen Akkumulationsraten der Sedimente hervorragend, diese Klimaschwankungen detailliert zu studieren. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen dabei abrupte Klimaänderungen. Aus zahlreichen Eiskernanalysen und paläozeanographischen Arbeiten ist bekannt, daß die Klimavariationen der Vergangenheit vielfach sehr schnell vonstatten gingen. In hochauflösenden Sedimenten des Nordatlantiks wurden von den 'Bond-Zyklen' und den 'Heinrich-Ereignissen' des letzten Glazials bis hin zur 'kleinen Eiszeit' (zwischen 1300 und 1870) eine große Zahl kurzfristiger Änderungen nachgewiesen. Diese schnellen Schwankungen des Klimasystems sowie die heutigen Kenntnisse und Sorgen über anthropogene Einflußnahmen auf das globale Klimasystem haben paläoklimatische Untersuchungen immer mehr in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses gebracht.

Gerade die Analyse hochauflösender holozäner mariner Sedimentabfolgen bietet die Möglichkeit der Einordnung von historischen Klimaschwankungen der letzten 2000 Jahre, wie zum Beispiel die 'kleine Eiszeit' oder das

#### Research Objectives

*Central topic during METEOR Cruise M 58/2 are sedimentological investigations of the DFG Research Center 'Ocean Margins' at the University of Bremen. Off NW Africa one of the world's most important upwelling systems is located, additionally influenced by large amounts of Saharan dust deposits delivering nutrients into the ocean. Both processes are of fundamental importance for the particle formation in the ocean, substantially affect the biological and carbonate pumps and thus the global atmospheric CO<sub>2</sub> budget. Notwithstanding the fact that the main driving force of climatic variability is identified in the centers of deep water formation in the northern North Atlantic, the upwelling area off NW Africa is most suitable for detailed reconstructions of past climatic changes due to very high accumulation rates of the sediments. The phenomenon of abrupt climate variability will be in the focus of the projected research. Various ice core studies and paleoceanographic investigations have clearly documented that climatic variations of the past repeatedly occurred at very high rates, at times within but a few decades. In high resolution sediments of the North Atlantic numerous short-term climatic changes have been described, from 'Bond-Cycles' and 'Heinrich-Events' in glacial periods to the 'Little Ice Age' (between 1300 and 1870). These rapid shifts of the climatic system in the past as well as today's knowledge and rising concern about increasing antropogenic influences recently attracted more and more public interest to such paleoceanographic investigations.*

Especially analyses of high accumulation rate Holocene marine sediments have a great potential to understand historical climatic changes of the last 2000 years like the 'Little Ice Age' or the 'Medieval Warm Period' in the

‘mittelalterliche Klimaoptimum‘, im Gesamtzusammenhang der längerfristigen Klimavariabilität während der letzten 11,500 Jahre zu studieren. Aufgrund der Erfahrungen einiger vorangegangener METEOR Fahrten werden sowohl östlich der Kanarischen Inseln als auch vor Dakhla und Kap Blanc geeignete Klimaarchive für hochauflösende Klimastudien in den Sedimentabfolgen erwartet. Die METEOR Fahrt M58/1 im April 2003 wird hierzu mit seismischen Profilfahrten sowie dem Einsatz der akustischen Echolotsysteme Parasound und Hydrosweep wichtige Vorinformationen liefern.

Aus logistischen Gründen wurde der Fahrtabschnitt geteilt. Zunächst sind Sedimentbeprobungen am afrikanischen Kontinentalrand von etwa 25 bis 29°N vorgesehen. Im Bereich des zentralen Auftriebs zwischen Kap Ghir und Kap Yubi sowie südlich von Kap Bojador sollen der Schelf und obere Kontinentalhang mit Multicorer, Schwerelot und Großkastengreifer beprobt werden.

Auf dem zweiten Teilabschnitt sind neben geologischen Arbeiten westlich von Dakhla und Kap Blanc vor allem Partikelflußarbeiten Schwerpunkt des Programms. Vor Kap Blanc bei etwa 21°W wird eine Sedimentfallenverankerung der Universität Bremen ausgewechselt. Eine weitere Verankerung soll bei 19°W neu eingerichtet werden zum Vergleich der Partikelflüsse innerhalb und am Rande des Auftriebes in dieser Region.

Flankierend werden an den Fallenstationen Partikelkameras und ein ROV eingesetzt, um marine Aggregate detailliert zu dokumentieren und gezielt zu beprobieren. Für diese Arbeiten ist geplant, aktuelle SeaWiFS Satellitenbilder der Pigmentkonzentration in den Oberflächenwassermassen an Bord zu übertragen, um damit die Untersuchungen der komplexen Filamentstrukturen vor Kap Blanc zu unterstützen. Des Weiteren sind Probennahmen in der Wassersäule mit *in situ* Pumpen und Wasserschöpfern für chemische Analysen vorgesehen.

*context of the long-term climatic variability of the last 11,500 years. According to results achieved on several previous METEOR cruises, high accumulation rate sedimentary deposits are found east of the Canary Islands and west of Dakhla and Cape Blanc which should comprise appropriate climatic archives and are therefore prime choices for high-resolution paleoceanographic studies. Additional information about the individual depositional settings will be available from seismic and echographic (Hydrosweep and Parasound) pre-site surveys performed during METEOR Cruise M58/1 in April 2003.*

*For logistic reasons the cruise is subdivided in two parts. First, high-resolution sediment sequences will be recovered at the NW African continental margin from about 25 to 30°N. In the central upwelling area between Cape Ghir and Cape Yubi and south of and Cape Bojador the shelf and upper continental slope will be sampled with the multicorer, gravity corer and large box corer.*

*Additional to the geologic working program west of Dakhla and Cape Blanc particle flux studies are the main objective during the second part of leg M58/2. Off Cape Blanc at around 21°W a long-term sediment trap mooring of the University of Bremen will be exchanged. Another mooring is newly deployed at about 19°W to compare the particle fluxes within and at the edge of the upwelling systems in this region.*

*In the vicinity of the two mooring stations marine aggregates will be documented at high resolution using a particle camera and selective sampling with a ROV. These studies of the complex filament patterns off Cap Blanc are supported by SeaWiFS satellite images of pigment concentrations in the surface water masses transmitted from Bremen in real-time to the ship. In the same region sampling of the water column is planned with *in situ* pumps and rosette water samplers for chemical analyses of dissolved and suspended matter.*

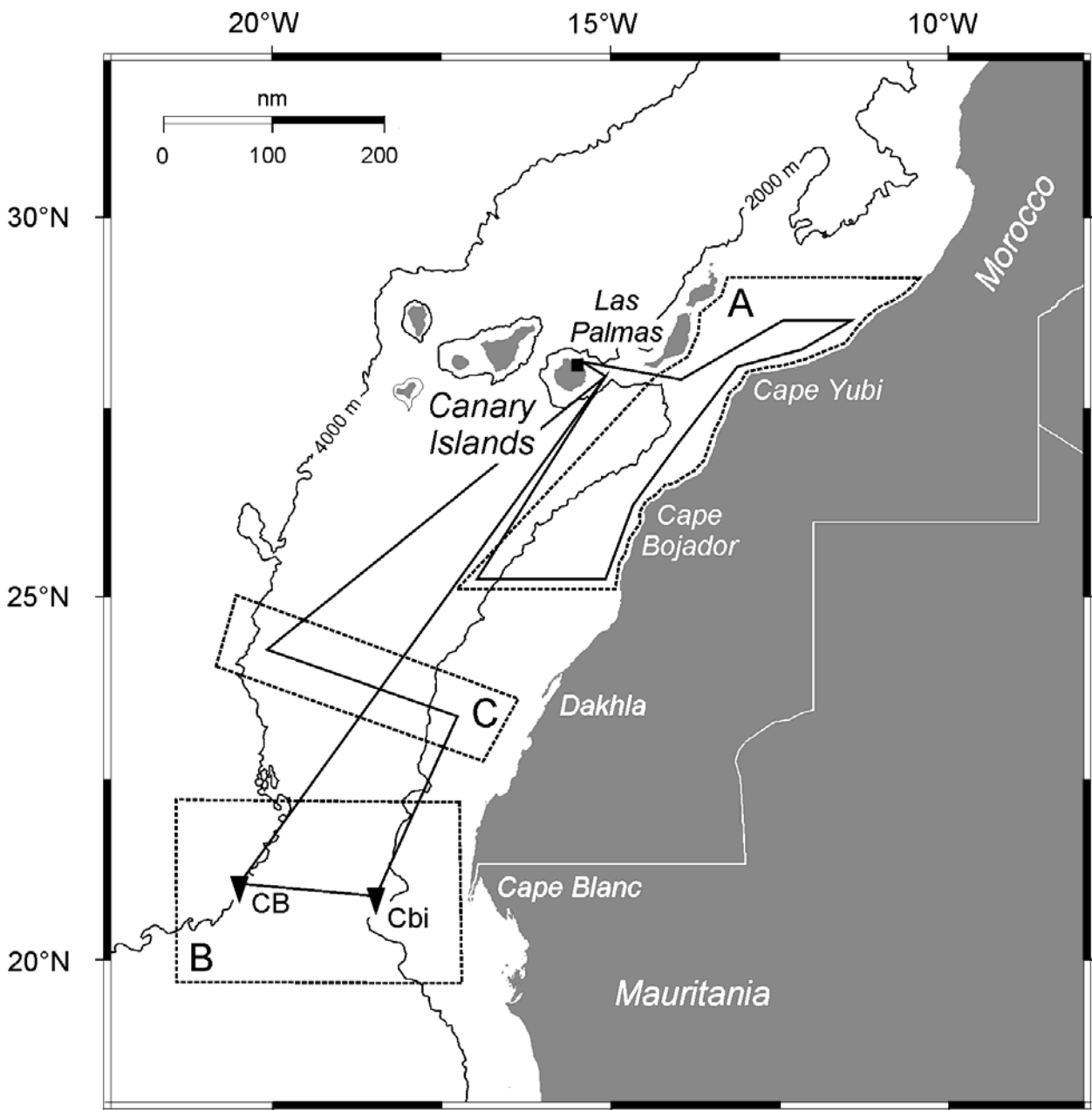


Abbildung 3 Arbeitsgebiete und Fahrtrouten der Reisen M58/2A und 2B. Die Verankerungsstationen im Arbeitsgebiet B sind mit Dreiecken markiert.

Figure 3 Working areas and cruise tracks of Legs M58/2A and 2B. Triangles in working area B indicate mooring locations.

## Teilabschnitt M 58/2A

### Wissenschaftliches Programm

Primäre Zielsetzung des ersten Teilabschnittes der Reise M 58/2 ist die Beprobung hochauflösender Sedimentserien am Afrikanischen Kontinentalrand zwischen etwa 25 und 29°N zur Bearbeitung von paläozeanographischen Fragestellungen. Mit Multicorer, Schwerelot und Großkastengreifer soll zur Ergänzung von schon vorhandenem Probenmaterial zunächst ein Profil bei 27°N vor Kap Yubi zu flacheren Wassertiefen hin erweitert werden. Zusätzlich wird versucht, zwischen Kap Yubi und Kap Ghir vollständige Sedimentsequenzen auf dem Schelf zu gewinnen, um auch die Zone des inneren Auftriebs besser dokumentieren zu können. Hier sind die hochakkumulierenden Ablagerungen vor den Mündungen der Wadis bei Draa und Tarfaya von ganz besonderem Interesse.

Im Anschluß werden mit einer analogen Strategie im Gebiet südlich von Kap Bojador bis etwa 25°N Sedimentfolgen vom Schelf über den Kontinentalhang bis in die Tiefsee beprobt, um sowohl regionale Kontraste in Zeit und Raum als auch die Gradienten in den Randbereichen des Auftriebs in Einzelheiten erfassen zu können.

Untersuchungen der Eisen-Redoxgrenze und der Zone anaerober Methanoxidation bilden den Schwerpunkt der geochemischen und sedimentmagnetischen Arbeiten auf diesem Fahrtabschnitt. Dazu werden hochauflösende Beprobungen und Analysen des Porenwassers und der sedimentären Festphasen sowie Messungen diagnostischer magnetischer Attribute durchgeführt. Mit einer Dokumentation der Abfolge sekundärer Eisenoxid- und Eisensulfidmineralisationen, die mit der Auslöschung und Neubildung von (paläo-)magnetischen Signalen verbunden sind, wird in erster Linie angestrebt, ihre Relevanz für die Rekonstruktion der Auftriebsintensität und des Redoxmilieus im Sediment in Abhängigkeit wechselnder paläozeanographischer Bedingungen weiter zu konkretisieren.

## Leg M 58/2A

### Scientific Program

*Primary objective during the first part of leg M 58/2 is the recovery of high-resolution sediment series at the African continental margin between about 25 and 29°N for paleoceanographic investigations. Employing standard sampling devices (multicorer, gravity corer and large box corer), first an existing coring transect at around 27°N off Cape Yubi will be extended upslope to acquire complementary sample material. Additional sites will be explored on the shelf area between Cape Yubi and Cape Ghir to attempting the retrieval of complete sediment sequences for an improved documentation of the inner upwelling zone. There, high accumulation rate deposits in front of the wadis of Draa and Tarfaya wadis are of special interest to assess the land sea interaction history.*

*During the second week of the cruise, sediment sequences will be sampled using an analogous strategy from the shelf over the continental slope to the deep sea in the region south of Cape Bojador to about 25°N to trace both regional contrasts in time space as well as productivity gradients in the marginal upwelling regions in full detail.*

*The focus of geochemical and sediment magnetic investigations during this leg is on a detailed study of the iron redox boundary and the zone of anaerobic oxidation of methane. For this purpose high-resolution sampling and analyses of the pore waters and the sedimentary solid phase as well as measurements of various diagnostic magnetic attributes will be performed. A major task is the documentation of the sequence of iron oxide and iron sulfide mineralizations which typically result in the destruction and/or the (neo-)formation of (paleo-)magnetic signals. Of particular interest will be an evaluation of their specific potential to reconstruct upwelling intensity and redox environments from the sediments in the course of changing paleoceanographic conditions.*

## Arbeitsprogramm

### Geologie und Paläozeanographie

Zunächst sollen auf dem ersten Teilabschnitt dieser Reise mit echographischen Profilen die Grundlagen für eine gezielte Beprobung der Sedimente am NW afrikanischen Kontinentalrand erarbeitet werden. Nach eingehenden Vermessungen ausgewählter Areale erfolgen an geeigneten Lokationen Kernnahmen der Oberflächensedimente mit dem Multicorer und der tieferen sedimentären Sequenzen mit dem Schwerelot. An Bord werden zur vorläufigen Charakterisierung Kernlogs einiger physikalischer Basisparameter aufgenommen und die gewonnenen Sedimente dann nach vielfach bewährten Verfahren beschrieben, beprobt und archiviert. Für paläozeanographischen Fragestellungen sind in den Labors der Universität Bremen umfassende isotopische, mikropaläontologische und sedimentologische Untersuchungen geplant. An ausgewählten Stationen sollen zusätzlich Sedimente für geochemische und umweltmagnetische Arbeiten genommen werden, die sich spezifisch mit Prozessen der Frühdiagenese befassen.

### Geochemie

Die geochemischen Arbeiten an Bord umfassen folgende Schritte:

- (a) Porenwassergewinnung aus Multicorer- und Schwerelotkernen mit sofortiger Bestimmung von Eh, pH, Sulfat, Sulfid, Chlorid, Eisen, Alkalität, Ammonium, Nitrat, Phosphat und Kieselsäure sowie Konservierung von Teilproben für die spätere Analyse weiterer Porenwasser Inhaltsstoffe an Land.
- (b) Hochauflösende Beprobung und Konservierung der sedimentären Festphase für Vollaufschlüsse, sequentielle Extraktionen und mineralogische Analysen.

### Marine Geophysik

Wie während der vorangegangenen Reisen wird an Bord eine Geotek Multisensor Anlage zur

## Working Program

### Geology and Paleoceanography

*Initial activities during the first part of the leg are echographic measurements to achieve the necessary basic information for sediment sampling at the African continental margin. After extensive surveys of several areas, conventional wire-line coring techniques will be employed to probe the surface sediments with a multicorer, the deeper sedimentary sequences with a gravity corer at appropriate locations. After recording core logs of some elementary physical parameters for a preliminary characterization, the recovered sediment series are described, sampled and archived on board using well established standard methods. For the paleoceanographic investigations comprehensive isotopic, micropaleontological and sedimentological studies will subsequently be performed in the University of Bremen laboratories. At selected stations additional sediment deposits are retrieved for geochemical and environmental magnetic analyses that specifically aim at resolving early diagenic processes.*

### Geochemistry

*Shipboard geochemical work will comprise the following steps:*

- (a) *Extraction of pore water from multicorer and gravity cores with the immediate analyses of Eh, pH, sulfate, sulfide, chloride, iron, alkalinity, ammonium, nitrate, phosphate and silicic acid as well as preservation of subsamples for later analyses of additional dissolved pore water constituents.*
- (b) *High-resolution sampling and preservation of the sedimentary solid phase for total digestions, sequential extractions and mineralogical analyses.*

### Marine Geophysics

*As on the preceding cruises a Geotek multi-sensor track will be employed to record core*

Messung von Kernlogs der magnetischen Suszeptibilität und der elektrischen Leitfähigkeit eingesetzt. Für letzteren Parameter, ein Maß für Porosität und Dichte der Sedimente, kommt ein neu entwickeltes kontaktloses Meßprinzip zum Einsatz. Ebenfalls neu ist ein digitales Kamerasystem, mit dem die gewonnenen Sedimente über das gesamte Farbspektrum des sichtbaren Lichtes vermessen und photographisch aufgenommen werden. Diese Methode hinsichtlich Datenbearbeitung und vor allem wissenschaftlichen Anwendung zu optimieren, wird eine Hauptaufgabe von weiteren Studien an Land sein.

Des weiteren umfaßt das Arbeitsprogramm an Bord umfangreiche Probennahmen für die magnetischen Untersuchungen. Zur Analytik stehen in den Labors der Universität Bremen ein sehr leistungsfähiges, modernstes Instrumentarium zur Verfügung.

*logs of magnetic susceptibility and electrical conductivity. The latter parameter, a measure of the sediment porosity and density, is determined with a newly developed device using the non-contact principle. Likewise new is a camera system to digitally photograph the entire sediment series recovered by scanning and recording the complete frequency range of the visible light. A comprehensive analysis of this advanced methodology regarding the data processing and more specifically the various possibilities of scientific applications will be a main task of subsequent shore based investigations.*

*Shipboard activities also include a detailed sampling program for subsequent magnetic studies of the sediments. For these analyses the laboratories at the University of Bremen are equipped with most sophisticated modern instrumentations.*



## Teilabschnitt M 58/2B

### Wissenschaftliches Programm

Auf dem zweiten Teilabschnitt der Reise M 58/2 sollen westlich von Dakhla sowie vor Cap Blanc Sedimentserien mit Multicorer und Schwerelot für die zuvor beschriebenen paläo-ozeanographischen Fragestellungen und insbesondere geochemische und geophysikalische Untersuchungen gewonnen werden.

Untersuchungen der Eisen-Redoxgrenze und der Zone anaerober Methanoxidation bilden den Schwerpunkt der geochemischen und sedimentmagnetischen Arbeiten auf diesem Fahrtabschnitt. Dazu werden hochauflösende Beprobungen und Analysen des Porenwassers und der sedimentären Festphasen sowie Messungen diagnostischer magnetischer Attribute durchgeführt. Mit einer Dokumentation der Abfolge sekundärer Eisenoxid- und Eisensulfidmineralisationen, die mit der Auslöschung und Neubildung von (paläo-)magnetischen Signalen verbunden sind, wird in erster Linie angestrebt, ihre Relevanz für die Rekonstruktion der Auftriebsintensität und des Redoxmilieus im Sediment in Abhängigkeit wechselnder paläo-ozeanographischer Bedingungen weiter zu konkretisieren.

Ein weiterer wissenschaftlicher Arbeitsschwerpunkt der Reise sind Untersuchungen zum marinen Partikelfluß. Zunächst soll die Verankerung CB rund 200 nm vor Kap Blanc (Mauretania) eingeholt und wieder ausgesetzt werden. Diese mesotrophe Station bei etwa 21°N / 21°W ist mit Unterbrechungen seit 1988 in Betrieb und befindet sich am Rande des Kap Blanc Filamentes in ungefähr 4100 m Wassertiefe. Eine zusätzliche Verankerung CBi soll 80 nm weiter östlich bei etwa 21°N / 18.5°W neu ausgesetzt werden. Die Position dieser eutrophen Station in 2600 m Wassertiefe entspricht der früheren ODP Bohrung 658 im Auftriebsgebiet vor Mauretania. Beide Stationen sind durch Küstenauftrieb sowie das NE Passatwindssystem beeinflusst, außerdem durch erhöhten Eintrag von terrigenem Material in Form von Staubpartikeln charakterisiert.

## Leg M 58/2B

### Scientific Program

*During the second part of leg M 58/2 sediment series will be sampled off Dakhla and in the Cape Blanc region employing conventional multicorer and gravity corer devices for the above described paleoceanographic studies and specifically for geochemical and geophysical investigations.*

*The focus of geochemical and sediment magnetic investigations during this leg is on a detailed study of the iron redox boundary and the zone of anaerobic oxidation of methane. For this purpose high-resolution sampling and analyses of the pore waters and the sedimentary solid phase as well as measurements of various diagnostic magnetic attributes will be performed. A major task is the documentation of the sequence of iron oxide and iron sulfide mineralizations which typically result in the destruction and/or the (neo-)formation of (paleo-)magnetic signals. Of particular interest will be an evaluation of their specific potential to reconstruct upwelling intensity and redox environments from the sediments in the course of changing paleoceanographic conditions.*

*The second major topic of the scientific program of this cruise are investigations of the marine particle flux. At first, the mooring CB, located about 200 nm off Cape Blanc (Mauritania), will be recovered and redeployed. This mesotrophic site at around 21°N / 21°W, with a few breaks operated since 1988, is situated at the edge of the Cape Blanc filament in about 4100 m water depth. An additional mooring CBi will be deployed some 80 nm further to the east (21°N / 18.5°W). This eutrophic position is located at the former ODP Site 658 within the coastal upwelling zone off Mauretania in about 2600 m water depth. Both sites are influenced by coastal upwelling and the NE trade wind system. Moreover, they are characterized by an enhanced influx of terrigenous material, mainly dust particles. The spatial and tempo-*

Die zeitliche und räumliche Verteilung der biologischen Produktion und die Zufuhr von Staubpartikeln in den Ozean kann zeitgleich über Satellitendaten bestimmt und mit den Mustern der Partikel Flüsse in der Tiefsee verglichen werden.

Neben den Verankerungsarbeiten sind weitere Detailuntersuchungen zum Partikelfluß geplant. Dazu wird gleichfalls vor Kap Blanc mit einem 'Remotely Operated Vehicle' (ROV) eine Partikelkamera eingesetzt, um in der Wassersäule marine Aggregate zu dokumentieren und zu beproben. Über SeaWiFS Satellitenbilder der Pigmentkonzentration im Oberflächenwasser werden die komplexen Filamentstrukturen der Chlorophyllverteilung in diese Studie eingebunden. Wiederholte Beprobungen an den vorgesehenen Stationen sollen zeitliche Änderungen der vertikalen Transportprozesse erfassen und zu einem erheblich verbesserten Prozeßverständnis beitragen.

Die Verankerungs- und Partikelflußarbeiten werden unterstützt durch Einsätze des bis zu 1000 m tief tauchenden Forschungsroboters CHEROKEE der Universität Bremen. Mit dieser innovativen Technik sollen weitere hochauflösende Datensätze zur quantitativen Bilanzierung des Partikeltransportes durch die Wassersäule gewonnen werden. Die Studien haben das Ziel, die bisher nicht ausreichend verstandenen Mechanismen der Aggregatbildung sowie des lateralen und vertikalen Transportes im Ozean anhand von *in situ* Messungen, Probennahmen und anschließender Analyse von absinkenden und suspendierten Aggregaten zu quantifizieren. Eingesetzt wird ein ferngesteuerter, von der Schiffs- und Wellenbewegung entkoppelter Tauchroboter, der mit neuartigen Technologien die zeitgleiche Messung und selektiver Beprobung einzelner mariner Aggregate ermöglicht. Die Datensätze sollen zusammen mit fotografischen Profilen der Größenverteilung mariner Aggregate, Messungen optischer Sensoren (Rückstreuung und Fluoreszenz), CTD Profilen, Ergebnissen aus Sinkstofffallen und Satellitendaten zur Chlorophyllverteilung im Oberflächenwasser

*ral distribution of productivity and biomass as well as the supply of dust particles to the ocean will simultaneously be monitored by satellite data (SeaWiFS) and will be compared to the patterns of particles fluxes to the deep sea.*

*In addition to the sediment mooring work more detailed particle flux studies are planned. For this purpose a digital particle camera system mounted on a 'Remotely Operated Vehicle' (ROV) will be used also off Cap Blanc to document and sample marine aggregates in the water column. On the basis of SeaWiFS satellite images of the pigment concentration in the surface waters the complex regional filament structure of the chlorophyll distribution is integrated into these investigations. Repeated sampling at the projected stations will allow to record temporal changes in the vertical particle transport and contribute to an advanced understanding of steering processes.*

*The mooring and particle flux work will be supported by deployments of the research ROV CHEROKEE of the University of Bremen which can reach a maximum water depth of 1000 m. By means of this innovative technology high resolution data sets are achieved for a quantitative balancing of the particle fluxes through the water column. Measurements, sampling and subsequent analyses of the sinking and suspended material aim at resolving the at present still not adequately understood mechanisms of aggregate formation as well as their vertical and lateral transport in the ocean. A remotely controlled, free flying ROV device, which is decoupled from the ship's and waves' motion, will be operated for this purpose. It is equipped with a new technology allowing simultaneous measurements of *in situ* characteristics and the selective sampling of individual marine aggregates. The data sets collected will be interpreted together with photographic profiles of the size distribution of marine aggregates obtained from deep-sea cameras, and optical sensors (backscatter and fluorescence), CTD profiles and results of particle flux records provided by the sediment*

interpretiert werden. Für den unmittelbaren Vergleich von Aggregat- und Partikelflußdaten wird spezifisch die Korngrößenverteilung der Lithogenfraktion (Windstaub) in Aggregaten und Sinkstoffen als unabhängiger Transportproxy genutzt.

### **Arbeitsprogramm**

#### Geologie und Paläozeanographie

Zunächst sollen auf dem zweiten Teilabschnitt dieser Reise mit echographischen Profilen die Grundlagen für eine gezielte Beprobung der Sedimente westlich von Dakhla und vor Cap Blanc erarbeitet werden. Nach eingehenden Vermessungen ausgewählter Areale erfolgen an geeigneten Lokationen Kernnahmen der Oberflächensedimente mit dem Multicorer und der tieferen sedimentären Sequenzen mit dem Schwerelot. An Bord werden zur vorläufigen Charakterisierung Kernlogs einiger physikalischer Basisparameter aufgenommen und die gewonnenen Sedimente dann nach vielfach bewährten Verfahren beschrieben, beprobt und archiviert. Für paläozeanographischen Fragestellungen sind in den Labors der Universität Bremen umfassende isotopische, mikropaläontologische und sedimentologische Untersuchungen geplant. An ausgewählten Stationen sollen zusätzlich Sedimente für geochemische und umweltmagnetische Arbeiten genommen werden, die sich spezifisch mit Prozessen der Frühdiagenese befassen.

#### Geochemie

Die geochemischen Arbeiten an Bord umfassen folgende Schritte:

- (a) Porenwassergewinnung aus Multicorer- und Schwerelotkernen mit sofortiger Bestimmung von Eh, pH, Sulfat, Sulfid, Chlorid, Eisen, Alkalität, Ammonium, Nitrat, Phosphat und Kieselsäure sowie Konservierung von Teilproben für die spätere Analyse weiterer Porenwasser Inhaltsstoffe an Land.
- (b) Hochauflösende Beprobung und Konservierung der sedimentären Festphase

*traps. For the comparison of aggregate and particle flux data, the grain size distribution of the lithogenic fraction (wind transported material) in marine aggregates and settling substances will be used as an independent proxy parameter.*

### **Working Program**

#### *Geology and Paleoceanography*

*Initial activities during the second part of the leg are echographic measurements to achieve the necessary basic information for sediment sampling west of Dakhla and off Cap Blanc. After extensive surveys of several areas, conventional wire-line coring techniques will be employed to probe the surface sediments with a multicorer, the deeper sedimentary sequences with a gravity corer at appropriate locations. After recording core logs of some elementary physical parameters for a preliminary characterization, the recovered sediment series are described, sampled and archived on board using well established standard methods. For the paleoceanographic investigations comprehensive isotopic, micropaleontological and sedimentological studies will subsequently be performed in the University of Bremen laboratories. At selected stations additional sediment deposits are retrieved for geochemical and environmental magnetic analyses that specifically aim at resolving early diagenic processes.*

#### *Geochemistry*

*Shipboard geochemical work will comprise the following steps:*

- (a) *Extraction of pore water from multicorer and gravity cores with the immediate analyses of Eh, pH, sulfate, sulfide, chloride, iron, alkalinity, ammonium, nitrate, phosphate and silicic acid as well as preservation of subsamples for later analyses of additional dissolved pore water constituents.*
- (b) *High-resolution sampling and preservation of the sedimentary solid phase for*

für Vollaufschlüsse, sequentielle Extraktionen und mineralogische Analysen.

*total digestions, sequential extractions and mineralogical analyses.*

### Marine Geophysik

Wie während der vorangegangenen Reisen wird an Bord eine Geotek Multisensor Anlage zur Messung von Kernlogs der magnetischen Suszeptibilität und der elektrischen Leitfähigkeit eingesetzt. Für letzteren Parameter, ein Maß für Porosität und Dichte der Sedimente, kommt ein neu entwickeltes kontaktloses Meßprinzip zum Einsatz. Ebenfalls neu ist ein digitales Kamerasystem, mit dem die gewonnenen Sedimente über das gesamte Farbspektrum des sichtbaren Lichtes vermessen und photographisch aufgenommen werden. Diese Methode hinsichtlich Datenbearbeitung und vor allem wissenschaftlichen Anwendung zu optimieren, wird eine Hauptaufgabe von weiteren Studien an Land sein.

Des weiteren umfaßt das Arbeitsprogramm an Bord umfangreiche Probennahmen für die magnetischen Untersuchungen. Zur Analytik stehen in den Labors der Universität Bremen ein sehr leistungsfähiges, modernstes Instrumentarium zur Verfügung.

### Sedimentfallen Verankerungen

Zum Einholen und Ausbringen der Sedimentfallen-Verankerungen sind rund acht Stunden Stationsarbeit bei Tageslicht vorgesehen. Am gewonnenen Material werden Gesamt-, Opal-, Karbonat-,  $C_{org}$ -,  $N_{ges}$ - und Lithogenfluß, die Artenzusammensetzung planktischer Organismen (Foraminiferen, Coccolithophoriden, Dinoflagellaten und Diatomeen) zum Teil mit ihren chemischen und isotopischen Charakteristiken und die isotopische Zusammensetzung der organischen Substanz bestimmt. Auch Korngrößenanalysen am terrigenen Material sind vorgesehen. Vor allem sollen langzeitliche Schwankungen der verschiedenen Partikelflüsse in der Wassersäule erfaßt werden, die mit natürlichen oder anthropogen beeinflussten Klimaschwankungen auf der Nordhemisphäre in Verbindung stehen.

### *Marine Geophysics*

*As on the preceding cruises a Geotek multi-sensor track will be employed to record core logs of magnetic susceptibility and electrical conductivity. The latter parameter, a measure of the sediment porosity and density, is determined with a newly developed device using the non-contact principle. Likewise new is a camera system to digitally photograph the entire sediment series recovered by scanning and recording the complete frequency range of the visible light. A comprehensive analysis of this advanced methodology regarding the data processing and more specifically the various possibilities of scientific applications will be a main task of subsequent shore based investigations.*

*Shipboard activities also include a detailed sampling program for subsequent magnetic studies of the sediments. For these analyses the laboratories at the University of Bremen are equipped with most sophisticated modern instrumentations.*

### *Sediment Trap Moorings*

*For the retrieval and deployment of the two sediment moorings about 8 hours of station work will be necessary during daytime. The materials recovered are analyzed for total, opal, carbonate,  $C_{org}$ ,  $N_{tot}$  and lithogenic fluxes, for the composition of planktic organisms (foraminifera, coccolithophorids, dinoflagellates and diatoms) in part with their isotopic characteristics as well as for the isotopic composition of the organic material. In addition, grain-size distributions will be determined on the terrigenous material. Prime aim of these studies is to document the long-term variations of different particle flux components in the water column in their relation to natural changes and anthropogenic influences of the climate system on the Northern Hemisphere.*

## Partikelfluß Studien

Für die Untersuchungen des Partikelflusses wird eine Sedimentfallenverankerung vor Kap Blanc ausgewechselt und eine zweite dort neu eingerichtet. Beide tragen zusätzlich zu zwei Sedimentfallen in verschiedenen Tiefenstufen Strömungsmesser. Es ist geplant, am Material der Sedimentfallen den Gesamtpartikelfluß, die Gehalte an partikulären organischen Komponenten und Stickstoff, den Anteil an biogenem Opal und Karbonat, die Kohlenstoffisotope des organischen Materials sowie die Konzentrationen von lithogenen Partikeln zu bestimmen. Ferner wird die Artenzusammensetzung planktischer Organismen (Pteropoden, Foraminiferen, Radiolarien, Coccolithoriden, Diatomeen) mit ihren chemischen und isotopischen Signaturen sowie die Zusammensetzung der organischen Substanz und des terrigenen Materials ermittelt. Die Korngrößenverteilung des fast ausschließlich über den Wind eingetragenen terrigenen Materials soll Aussagen über Transportwege in Atmosphäre wie auch in der Wassersäule liefern.

In Ergänzung zu den zuvor beschriebenen Methoden wird eine digitale Partikelkamera (ParCa) zur Messung der Größenverteilung der schwebenden Partikel sowie ein ROV zur selektiven Beprobung dieser marinen Aggregate unter *in situ* Bedingungen eingesetzt. Mit Kameraprofilen werden zunächst die Verteilungsmuster in der Wassersäule aufgezeichnet und anschließend einige besonders interessante Tiefenstufen mit dem ROV gezielt angefahren. Dort erfolgt unter Videokontrolle mit Hilfe ferngesteuerter Greifarme und Probennehmern die Einsammlung der Aggregate.

Die beiden Methoden werden in einem zeitlichen Abstand von mehreren Stunden wiederholt, um Aussagen über den Vertikaltransport von einzelnen Partikelwolken in der Wassersäule zu gewinnen.

Die nach der Reise im Labor erfolgende Analyse der einzelnen Aggregate verspricht bisher nicht erhältliche Informationen über Sinkgeschwindigkeit, Entstehung und Zusammensetzung des für den partikulären Kohlen-

## Particle Flux Studies

*For particle flux investigations a sediment trap mooring is extend and another one newly deployed off Cap Blanc. In addition to two sediment traps (20 cup collectors) both moorings are equipped with current meters at different depth levels. The materials collected will be analyzed for total particulate fluxes, contents of particulate organic matter and nitrogen, biogenic opal and carbonate constituents, carbon isotopes of the organic matter as well as amounts of lithogenic particles. Furthermore the species composition of planktic organisms (pteropods, foraminifera, radiolaria, coccolithophorids and diatoms) is determined together with their chemical and isotopic signatures and the composition of organic and terrigenous components. Grain size distribution of terrigenous material, which is almost exclusively of eolian origin, are specifically intended to achieve information about transport patterns and pathways of African dust fluxes in the atmosphere and within the water column.*

*In addition to the above described methods, a digital particle camera (ParCa) is employed for measurements of the grain size distribution of the settling aggregates in the water column and a ROV for the selective sampling of these marine aggregates under *in situ* conditions. First, the distribution patterns of the marine particulates in the water column will be recorded with a particle camera (ParCa) and subsequently the ROV directed to depths levels of particular interests. There, the aggregates are collected under video camera control by manipulators and special sampling devices.*

*Both methods will be repeated after several hours at the different stations to obtain quantitative information about the vertical transport of individual particle clouds settling through the water column.*

*Shore based detailed analyses of the individual aggregates after the cruise is expected to provide as yet lacking information on the settling velocities, formation processes and composition of these most important materials*

stofftransport im Ozean besonders wichtigen Materials.

Nahezu alle diese Arbeiten dienen dem übergeordneten wissenschaftlichen Ziel, die Wechselbeziehung zwischen Stromsystemen, Klima und Partikeltransport zu verstehen und dieses Wissen auf die Rekonstruktionen der früheren Bedingungen aus den sedimentären Ablagerungen anzuwenden.

*for the transport of particulate carbon in the ocean.*

*The prime objective of all these studies is a better understanding of the interrelationship between current systems, climate and particle transport. The results shall devise a basis for the reconstruction of former environmental conditions from the sedimentary deposits on the sea floor.*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrtabschnitt / Leg M 58/2A and 2B**

Tage / days

Auslaufen von Las Palmas (Kanarische Inseln, Spanien) am 15. Mai 2003  
*Departure from Las Palmas (Canary Islands, Spain) on May 15, 2003*

Echographische Detailaufnahmen, Einsätze von Multicorer, Schwerelot  
 und Großkastengeiferder im Arbeitsgebiet nördlich von Kap Yubi 2.5  
*Detailed echographic surveys, sediment sampling with a multicorer, gravity  
 corer and large box corer in the working area north of Cape Yubi*

Echographische Detailaufnahmen, Einsätze von Multicorer, Schwerelot  
 und Großkastengeiferder im Arbeitsgebiet südlich von Kap Bojador 3.0  
*Detailed echographic surveys, sediment sampling with a multicorer, gravity  
 corer and large box corer in the working area south of Cape Bojador*

Transitstrecken und Rückkehr nach Las Palmas 3.5  
*Transits and return to Las Palmas*

Hafenliegezeit und Transit zum Arbeitsgebiet B 3.5  
*Port call and transit to working area B*

Aufnahme und erneute Auslage der Sedimentfalle CB sowie Auslage der  
 Sedimentfalle CBi vor Cap Blanc, Beprobungen der Wassersäule und ROV Einsätze,  
 Probennahmen mit Schwerelot und Multicorer 6.5  
*Retrieval and re-deployment of sediment trap CB and deployment of sediment trap  
 CBi off Cap Blanc, sampling of the water column and ROV operations,  
 sediment sampling with a gravity corer and multicorer*

Transit zum Arbeitsgebiet C, Probennahmen mit Schwerelot und Multicorer 3.0  
*Transit to working area C, sediment sampling with a gravity corer and multicorer*

Rückreise nach Las Palmas 2.0  
*Return to Las Palmas*

Total 24.0

Einlaufen in Las Palmas (Kanarischen Inseln, Spanien) am 8. Juni 2003  
*Arrival in Las Palmas (Canary Islands, Spain) on June 8, 2003*

**Fahrtabschnitt / Leg M 58/3**  
**Las Palmas – Ponta Delgada**

**Forschungsziele**

Auf dem dritten Fahrtabschnitt der Reise M 58 werden zunächst Wartungsarbeiten der Sensorsysteme mehrerer Verankerungen etwa 60 sm nördlich von Gran Canaria durchgeführt. Das Programm umfaßt neben der ESTOC Station (European Station of Timeseries in the Ocean, Canary Islands) sowie der DOLAN Station (Datenübertragung im Ozean und Laterales Akustisches Netzwerk) die ANIMATE Station (Atlantic Network of Interdisciplinary Moorings and Timeseries for Europe). Die teilnehmenden spanischen Wissenschaftler des ICCM (Instituto Canario de Ciencias Marinas) planen auf den Transitstrecken zwischen den Stationen Arbeiten in der Wassersäule.

Ein zweiter Schwerpunkt der Fahrt sind Einsätze des neuen 4000 m WorkClass ROV 'QUEST' im Tiefwasser. Dieser Tauchroboter des 'Forschungszentrums Ozeanränder' wird erstmals auf METEOR eingesetzt. Abhängig von den See- und Windbedingungen sollen die exakten Tauchpositionen in Absprache mit den beteiligten Mitarbeitern der Firma Alstom Schilling Robotics, des MBARI (Monterey Bay Aquarium Research Institute) und den portugiesischen Kollegen des Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores, kurzfristig vor Ort festgelegt werden. Neben Teststationen im Bereich der Kanarischen Inseln ist auch eine Lokation im Menez Gwen Hydrothermal Feld westlich der Azoren in Planung. Auf der Fahrt zu den Azoren sind weitere Untersuchungen in der Wassersäule vorgesehen.

**Wissenschaftliches Programm**

ANIMATE / DOLAN

Im Rahmen des EU Programms ANIMATE (Atlantic Network of Interdisciplinary Moo-

**Research Objectives**

*Initial activities of the third M 58 leg involve control and maintenance of sensor arrays at several moorings about 60 nm north of Gran Canaria. The program will include the ESTOC Station (European Station of Timeseries in the Ocean, Canary Islands), the DOLAN Station (Datenübertragung im Ozean und Laterales Akustisches Netzwerk) as well as the ANIMATE Station (Atlantic Network of Interdisciplinary Moorings and Timeseries for Europe). The participating Spanish scientists from ICCM (Instituto Canario de Ciencias Marinas) are planning to perform various measurements in the water column on transit to the mooring stations.*

*A second topic of the cruise will be multiple deployments of the newly acquired 4000 m WorkClass ROV 'QUEST' in deep waters. This automated submersible of the 'Research Center Ocean Margins' is operating on board METEOR for the first time. Depending on prevailing sea and wind conditions, the exact locations of diving operations are defined on site together with cooperating specialists from Alstom Schilling Robotics, MBARI (Monterey Bay Aquarium Research Institute) and colleagues from the University of the Azores. At the beginning of the cruise, a number of test sites is planned in the vicinity of the Canary Islands, final activities will be investigations in the Menez Gwen Hydrothermal Field near the Azores. On transit to this westernmost working area various studies are accomplished in the water column.*

**Scientific Program**

*ANIMATE / DOLAN*

*In the framework of the European ANIMATE program (Atlantic Network of Interdisciplinary*



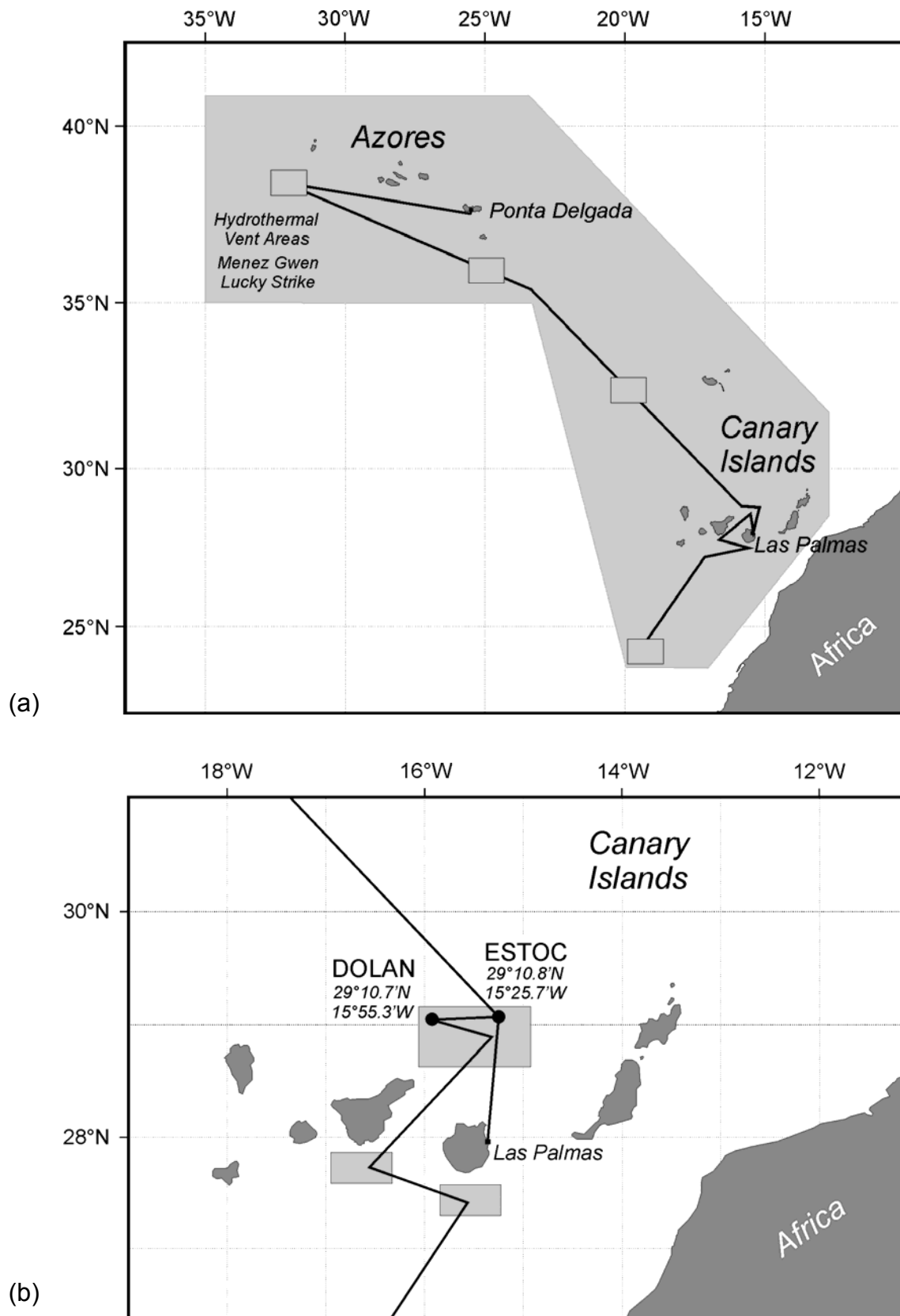


Abbildung 4 Arbeitsgebiete und Fahrtrouten der Reise M58/3. (a) Übersicht, (b) Details im Gebiet der Kanaren. Die ROV Einsatzgebiete sind durch Rechtecke markiert.

Figure 4 Working areas and cruise tracks of Leg M58/3. (a) Overview, (b) details in the Canary Island region. Areas of ROV deployments are marked by rectangles.

rings and Timeseries for Europe) sollen die europäischen Infrastrukturen zur Registrierung kontinuierlicher mariner Zeitserien höchster Qualitätsstandards ausgebaut werden, um mit einem Netzwerk verankerter Stationen insbesondere den Kohlenstoffkreislauf im östlichen Atlantik zu erfassen. Geplant ist dabei auch, bereits vorhandene Einrichtungen durch neue Sensoren zur Messung von CO<sub>2</sub> sowie physikalischen und biologischen Parametern zu modernisieren. Hierfür vorgesehen sind die Stationen 'Central Irminger Sea, CIS', 'Porcupine Abyssal Plain, PAP' und 'European Station for Times Series in the Ocean, Canary Islands, ESTOC'.

Die genaue Kenntnis des Kohlenstoffkreislaufs ist Voraussetzung, die Aufnahme von anthropogenem CO<sub>2</sub> in den Ozean bilanzieren und vorhersagen zu können. Durch verbesserte Kommunikation mit den Stationen (Satelliten-telemetrie) wird die Möglichkeit geschaffen, wissenschaftliche Daten europäischen Klimaforschern und Entscheidungsträgern quasi in 'Echtzeit' zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus stehen die Verankerungen auch für die Verbesserung vorhandener oder Nachrüstung mit zusätzlichen Sensoren zur Verfügung. Während der METEOR M58/3 Expedition wird vor allem die DOLAN Datenboje mit ihrer OrbComm Satellitentelemetrie einen Schwerpunkt der wissenschaftlichen Aktivitäten im Rahmen der ESTOC Arbeiten bilden.

## ESTOC

Seit die ESTOC (European Station for Time series in the Ocean, Canary Islands) Plattform 1994 eingerichtet worden ist, wurden kontinuierlich monatliche biogeochemische Messungen durchgeführt. Dabei erstreckten sich die Untersuchungen häufig auch auf die nähere Umgebung der Station. Die Arbeiten mehrerer Expeditionen der letzten Jahre waren auf ihr nördliches und weniger intensiv auch auf das südliche Umfeld konzentriert, um spezifisch die Wege des Zwischenwassers im Gebiet von ESTOC und der Kanarischen Inseln zu dokumentieren. Auch in den westlichen Bereichen

*Moorings and Timeseries for Europe) the European infrastructure to record continuous marine time series of highest quality standards will be substantially improved and a primary network of moored stations be established in particular to monitor the oceanic carbon cycle in the eastern Atlantic. Main objectives of the 'ANIMATE' project are an upgrading of the existing moorings 'Central Irminger Sea, CIS', 'Porcupine Abyssal Plain, PAP', European Station for Times Series in the Ocean, Canary Islands, ESTOC' with autonomous, state of the art equipment for CO<sub>2</sub> measurements as well as sensors to register physical and biological parameters.*

*An accurate understanding of the global carbon cycle is an indispensable prerequisite for reliable balances and predictions of the oceanic uptake of anthropogenic CO<sub>2</sub>. With improved satellite communications to the monitoring stations at sea probabilities of almost real time access to strategic scientific data are at hand for European climate researchers and policy makers. The moored platforms will be open to the entire scientific community for installations of refined equipment's and additional new sensors. On RV METEOR Cruise M58/3, the DOLAN data buoy with its OrbComm satellite telemetric capacities will be in the focus of activities at the ESTOC mooring site implemented in the ANIMATE framework.*

## ESTOC

*Since the ESTOC (European Station for Time series in the Ocean, Canary Islands) platform was installed in 1994, monthly biogeochemical measurements were continuously performed. The scientific strategy of the station also includes extensive studies of the surrounding areas. In recent years the activities of several cruises were concentrated on its northern and less intensively also on the southern realm, primarily to document the paths of intermediate water masses in the vicinity of ESTOC and the Canary Islands. In the West towards the Azores Archipelago at the Mid-Atlantic Ridge*

sind bis hin zu den Azoren bereits umfangreiche Informationen verfügbar.

Im Gebiet der Azoren teilt sich der 'eastern boundary subtropical gyre' in einen südlichen und einen östlichen Arm. Die in Richtung Afrika und dort weiter nach Süden fließenden Wassermassen wurden bereits sehr gut untersucht. Dagegen sind im Westen zusätzliche Messungen und Beprobungen erforderlich, um die Mischungsverhältnisse der intermediären Wassermassen in dieser Region besser verstehen zu können.

## ROV QUEST

Das bis zu 4000 m tief tauchende 'remotely operated vehicle' (ROV) QUEST ist eine der zentralen Komponenten des Meerestechnologie Infrastrukturprogramms des DFG Forschungszentrums 'Ozeanränder' (RCOM) der Universität Bremen. Das System umfaßt neben dem Tauchfahrzeug einen Kontroll-Container und eine Winde mit 5000 m NSW Kabel.

QUEST wurde als ideale Kombination von kompakten Ausmaßen, höchst entwickelter Systemkontrolle und -effizienz sowie einem innovativen Interface-Konzept ausgewählt. Die Anlage ist auf verschieden großen Schiffen einsetzbar und bietet Möglichkeiten ein breites Spektrum von Sensoren für unterschiedlichste wissenschaftliche Experimente einzusetzen. Mit dem von Alstom Schilling Robotics (ASR) entwickelten 'SeaNet' Datensystem wird eine völlige Trennung von Fahrzeug relevanten und wissenschaftlichen Einrichtungen und damit eine optimale Flexibilität im operationellen Einsatz erreicht.

Die Tiefwasserplattform QUEST wird für wissenschaftliche Programme in nationalen und internationalen Kooperationen zur Verfügung stehen und vielfältigen geowissenschaftlichen und interdisziplinären Forschungsaufgaben dienen. Das System verfügt bereits jetzt über eine Anzahl von ozeanographischen Sensoren, Kameras, Lichtquellen, Sonar und zwei Manipulatoren sowie über eine Standard-schnittstelle zur Einbindung von Instrumentenkomponenten für eigenständige wissenschaft-

*manifold relevant information is already available.*

*In the Azores region the 'eastern boundary subtropical gyre' splits into a southern and a second eastern branch. The water masses flowing in direction of the African continent and southward from there have been appropriately investigated, whereas in the West additional measurements sampling need to be performed for a better understanding of the regional mixing processes of the intermediate waters.*

## ROV QUEST

*The 4000 msw rated ROV ('remotely operated vehicle') QUEST is one of the central components of the marine technology and infrastructure program of the Research Center 'Ocean Margins' at the University of Bremen. The system includes the instrument platform a container installed control unit and a winch with 5000 m NSW cable.*

*QUEST was selected for its ideal combination of a compact size and power effectiveness as well as sophisticated control technique and highly innovative interface concept. The system can be operated on different sized ships and offers a wide variety of alternatives to adopt scientific equipment packages for specialized research requirements. Moreover, the 'SeaNet' data handling design, which has been developed by Alstom Schilling Robotics (ASR), strictly separates all vehicle relevant functions from the various scientific installations thus in every respect achieving an optimal operational flexibility.*

The advanced deepwater platform QUEST will be available for marine scientific projects in national and international collaborations opening most attractive new prospects to geoscientific and interdisciplinary research programs. The system is already equipped with a number of standard oceanographic sensors, cameras, light sources, sonar and two manipulators as well as a standard interface to attach various instrument components for individual applications and investigations. The

liche Anwendungen. In weltweiter Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten wird ein Austausch solcher spezialisierter Sensoren und Geräte angestrebt.

### **Arbeitsprogramm**

#### **ANIMATE / DOLAN**

Im Rahmen des ANIMATE Programms ist eine Wartung und Nachrüstung der DOLAN Datenboje vorgesehen. Sie wird während der POSEIDON Expedition POS 296 im April 2003 erneut ausgelegt. Dabei ist ein CO<sub>2</sub>-Sensor in der Verankerungskette installiert. Auf der M 58/3 Fahrt soll eine Datenübertragung für diesen Sensor eingerichtet und zusätzlich die Elektronik der gesamten Datenübertragung auf den Einsatz von IRIDIUM und INMARSAT adaptiert werden.

Die DOLAN Arbeiten umfassen in erster Linie Tests mit neuen, schnelleren akustischen Datenmodems (Tritech) an verschiedenen Stationen. Abhängig vom Erfolg der POS 296 Expedition werden unter Umständen zusätzliche Verankerungsarbeiten an der DOLAN und der ESTOC Station notwendig.

#### **ESTOC**

Als Teil der ESTOC Umweltstudien werden während der M 58/3 Expedition Untersuchungen der Wassermassenvariabilität auf einem Profilschnitt zwischen Las Palmas und Ponta Delgada (Azoren) durchgeführt. Einen besonderen Schwerpunkt der Arbeiten bildet eine Station bei 33°N / 22°W, wo die Verankerung 276 (IfM Kiel) lange Datenreihen über Strömungsmessungen aufgezeichnet hat. Insgesamt sind 10 bis 15 Stationen geplant. Mit Messungen von physikalischen (CTD, Salinität) und biochemischen (Sauerstoff, Nährstoffe, Chlorophyll, Gelbstoff und Fluoreszenz) Attributen bis zum Meeresboden sollen dort die einzelnen Wassermassen charakterisiert werden. Einige dieser Parameter lassen sich bereits an Bord bestimmen, das übrige Probenmaterial wird eingefroren und später am ICCM analysiert.

*exchange of such specialized sensors and equipment will be a major objective in the worldwide cooperation of leading marine research institutions.*

### **Working Program**

#### **ANIMATE / DOLAN**

*In the framework of the ANIMATE program the DOLAN data buoy will be maintained and upgraded. When redeployed in April 2003 during POSEIDON Cruise POS 296 a newly designed CO<sub>2</sub> sensor is attached to its mooring chain. On the present cruise data transmission capabilities are installed for this sensor together with a number of electronic devices necessary to adapt the existing configuration for IRIDIUM and INMARSAT satellite communication.*

*Activities in the scope of the DOLAN program will primarily comprise tests of new high speed acoustic underwater modems (Tritech) at several locations. Depending on the success of the POS 296 Cruise, additional mooring work may be required at the DOLAN and the ESTOC stations.*

#### **ESTOC**

*As part of the ESTOC environmental studies the regional variability of water mass distributions will be investigated on a transect between Las Palmas and Ponta Delgada (Azores) during this cruise. The station at 33°N / 22°W, where the mooring 276 (IfM Kiel) has recorded long time series of current meter observations, is of specific importance in this respect. CTD and Rosette casts are planned at a total of 10 to 15 stations along the entire transect. On the basis of physical (CTD, salinity) as well as biochemical (oxygen, nutrients, chlorophyll, gelbstoff and fluorescence) measurements the water masses will be characterized in detail down to the sea floor. Several of these parameters can already be determined on board, the remaining samples are frozen and subsequently analyzed at the ICCM.*

Die schiffsseitig verfügbaren Datensätze des Thermosalinographen werden durch Chlorophyll-Messungen ergänzt, um die Satellitenaufnahmen (AVHRR, SEAWIFS, MODIS, SAC-C) exakter korrigieren zu können.

#### ROV QUEST

Erstmalig wird während der Reise M 58/3 das neu erworbene, ferngesteuerte Unterwasserfahrzeug QUEST des Forschungszentrums 'Ozeanränder' eingesetzt. Das System ist für eine maximale Tauchtiefe von 4000 m ausgelegt und verfügt über eine mobile Winde mit 5000 m Glasfaser- und Energiekabel. Auf mehreren Stationen zwischen Gran Canaria und den Azoren soll zunächst die Einsatztauglichkeit nachgewiesen werden. Hierzu sind Tauchgänge auf unterschiedliche Tauchtiefen und unter den jeweiligen Druckbedingungen eine Vielzahl von technischen und operationellen Tests vorgesehen. Schwerpunkte liegen dabei auf der Leistungsfähigkeit des Antriebs, des Steuerungssystems in verschiedenen Navigationsmodi sowie der Datenübertragung und den hydraulischen Greifarmen (Manipulatoren). Da das Gerät erstmals auf einem deutschen Schiff zum Einsatz kommt, gilt dem Ein- und Aussetzen wie allen Aspekten des Tauchbetriebes besonderes Augenmerk.

Im Gebiet der Stationen ANIMATE und ESTOC ist zusätzlich geplant, eine bisher nicht zu bergende Verankerung anzufahren und zu inspizieren, um unter Umständen eine Bergung zu ermöglichen. In Zusammenarbeit mit den Kollegen der Universität der Azoren und der Technischen Universität Bergakademie Freiberg werden außerdem rund 150 nm westlich der Azoren einige Tauchgänge auf ungefähr 1000 m Wassertiefe im Bereich der hydrothermalen Felder 'Menez-Gwen' oder 'Lucky-Strike' durchgeführt. Neben Video- und Sonarvermessungen soll das ROV hier eingesetzt werden, um Experimentierkäfige zur wissenschaftlichen Muschelzucht in der Nähe heißer Quellen zu verankern.

*Data sets available from the shipboard thermosalinograph are supplemented by chlorophyll measurements for an accurate calibration of satellite images (AVHRR, SEAWIFS, MODIS, SAC-C).*

#### ROV QUEST

*The newly acquired remotely operated submersible QUEST of the University of Bremen Research Center 'Ocean Margins' is deployed for the first time on METEOR Cruise M 58/3. The system designed for a maximum diving depth of 4000 m includes a mobile winch with 5000 m of optical and energy umbilical. Extensive sea trials will be performed at a number of stations on the transect between Gran Canaria and the Azores. For this objective several dives to distinct depth levels are planned to test the different control and navigation modes as well as various technical and operational options under the respective pressure conditions. Main interest will be on the electric propulsion and advanced control systems with their various autopilot functions, the data telemetry and the two hydraulic manipulators. During this first performance on a German ship, besides all aspects the diving operation deployment and retrieval are of specific concern.*

*An additional activity in the area of ESTOC and ANIMATE mooring installations will be to visit and inspect a mooring that could not be recovered so far and under, favorable circumstances, attempting its safe retrieval. In cooperation with colleagues from the University of the Azores and Freiberg University of Mining and Technology several dives are also planned to approximately 1000 m water depth in the hydrothermal vent fields 'Menez-Gwen' or 'Lucky-Strike', located about 150 nm west off the Azores. There, along with video and sonar observations, the ROV shall be employed to position containers for scientific experiments to grow mussel in the vicinity of active hot vent plumes.*

**Zeitplan / Schedule**  
**Fahrtabschnitt / Leg M 58/3**

	Tage / days
Auslaufen von Las Palmas (Kanarische Inseln, Spanien) am 11. Juni 2003 <i>Departure from Las Palmas (Canary Islands, Spain) on June 11, 2003</i>	
Anfahrt zur ESTOC Station, Stationsarbeiten, Wartung der ANIMATE Sensoren <i>Transit to the ESTOC station, station work, maintenance of the ANIMATE sensors</i>	0.75
Anfahrt zur DOLAN Station, Wartung der DOLAN Boje, <i>Transit to the DOLAN station, maintenance of the DOLAN buoy</i>	1.25
ROV QUEST Tauchfahrten 1 bis 3, Einsatz der Partikelkamera <i>ROV QUEST dives 1 to 3, particle camera profile</i>	1.50
CTD Profile, Einsatz der Wasserschöpfer 1 <i>CTD profiles, Rosette water sampler casts 1</i>	0.50
ROV QUEST Tauchfahrten 4 und 5, SW und W Kanarische Inseln <i>ROV QUEST dives 4 and 5, SW and W Canary Islands</i>	1.00
Gerätetests Akustik und LWL Telemetrie <i>Tests of acoustic and LWL telemetry</i>	0.50
CTD Profile, Einsatz der Wasserschöpfer 2 <i>CTD profiles, Rosette water sampler casts 2</i>	0.50
ROV QUEST Tauchfahrt 6, W Kanarische Inseln, Einsatz der Partikelkamera <i>ROV QUEST dive 6, W Canary Islands, particle camera profile</i>	1.00
CTD Profile, Einsatz der Wasserschöpfer 3 <i>CTD profiles, Rosette water sampler casts 3</i>	1.00
ROV QUEST Tauchfahrten 7 bis 9, Azoren <i>ROV QUEST dives 7 to 9, Azores</i>	1.50
Transitstrecken <i>Transits</i>	3.50
Total	13.00
Einlaufen in Ponta Delgada (Azoren, Portugal) am 24. Juni 2003 <i>Arrival in Ponta Delgada (Azores, Portugal) on June 24, 2003</i>	

## **Bordwetterwarte / *Ship's Meteorological Station***

### **METEOR Reise M 58 / *METEOR Cruise M 58***

Die Bordwetterwarte ist mit einem Meteorologen und einem Wetterfunktechniker des Deutschen Wetterdienstes (DWD Hamburg) besetzt.

#### **Operationelles Programm**

##### **1. Beratungen**

Meteorologische Beratung von Fahrt- und Schiffsleitung sowie der wissenschaftlichen Gruppen und Fahrtteilnehmer. Auf Anforderung auch Berichte für andere wissenschaftliche Fahrzeuge, insbesondere im Rahmen internationaler Zusammenarbeit.

##### **2. Meteorologische Beobachtungen und Messungen**

Kontinuierliche Messung, Aufbereitung und Archivierung meteorologischer Daten und Bereitstellung für die Fahrtteilnehmer.

Täglich sechs bis acht Wetterbeobachtungen zu den synoptischen Terminen und deren Weitergabe in das internationale Datennetz der Weltorganisation für Meteorologie (GTS, Global Telecommunication System).

Weitgehend automatisierte Radiosondenaufstiege zur Bestimmung der vertikalen Profile von Temperatur, Feuchte und Wind bis in etwa 25 km Höhe. Im Rahmen des internationalen Programms ASAP (Automated Shipborne Aerological Program) werden die ausgewerteten Daten über Satellit in das GTS eingegeben.

Aufnahme, Auswertung und Archivierung von Bildern meteorologischer Satelliten.

Über die Ausrüstung von METEOR mit meteorologischen Meßinstrumenten und die Verarbeitung der gewonnenen Daten an Bord gibt eine Broschüre Auskunft, die beim Deutschen Wetterdienst in Hamburg und in der Bordwetterwarte erhältlich ist.

*The ship's meteorological station is staffed with a meteorologist and a meteorological radio operator of the Deutscher Wetterdienst (DWD Hamburg)*

#### ***Operational Program***

##### ***1. Weather consultation***

*Issuing daily weather forecasts for the research and nautical management as well as for scientific groups and cruise participants. On request weather forecasts for other scientific crafts, especially in the scope of international cooperation.*

##### ***2. Meteorological observations and measurements***

*Continuous measurement, processing, and archiving of meteorological data to make them available to the cruise participants.*

*Six to eight synoptic weather observations per day and feeding them into the GTS (Global Telecommunication System) of the WMO (World Meteorological Organization) via satellite or radio.*

*Largely automated rawinsonde soundings of the atmosphere up to about 25 km height to document vertical temperature, humidity and wind profiles. In the scope of the international program ASAP (Automated Shipborne Aerological Program) the processed data are transmitted into the GTS via satellite.*

*Recording, processing, and storing of pictures from meteorological satellites.*

*An information brochure describing the meteorological instrumentation of METEOR and the processing of recorded data on board is available from the Deutscher Wetterdienst in Hamburg or the ship's meteorological station (only in German).*

## **Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions***

### **ASR**

Alstom Schilling Robotics  
201 Cousteau Place  
Davis, CA 95616 / USA

### **DWD**

Deutscher Wetterdienst  
Geschäftsfeld Seeschifffahrt  
Bernhard Nocht Straße 76  
20359 Hamburg / Germany

### **GeoB**

Fachbereich 5 - Geowissenschaften  
Universität Bremen  
Klagenfurter Straße  
28359 Bremen / Germany

### **ICCM**

Instituto Canario de Ciencias Marinas  
35200 Telde  
Gran Canaria / Spain

### **MBARI**

Monterey Bay Aquarium Research Institute  
7700 Sandtholdt Road  
Moss Landing, CA 95039-9644 / USA

### **RCOM**

DFG Forschungszentrum Ozeanränder  
Universität Bremen  
Klagenfurter Straße  
28359 Bremen / Germany

### **SOC**

Southampton Oceanography Centre  
University of Southampton  
Waterfront Campus, European Way  
Southampton, SO14 3ZH / UK

### **TUBF**

Technisch Universität Bergakademie Freiberg  
Institut für Mineralogie  
Brennhausgasse 14  
09596 Freiberg / Germany

### **UBBC**

Fachbereich 2 - Biologie/Chemie  
Meereschemie  
Universität Bremen  
Leobener Straße  
28359 Bremen / Germany

### **Uaç**

University of the Azores  
Department of Oceanography and Fisheries  
9901-862 Horta, Faial / Portugal

### **UBMI**

Fachbereich 3 - Mathematik/Informatik  
Universität Bremen  
Bibliothekstraße  
28359 Bremen /Germany

### **ULPGC**

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria  
Facultad de Ciencias del Mar  
Campus Universitario de Tarifa  
35017 Las Palmas de Gran Canaria / Spain



## Teilnehmer METEOR Reise M 58 / *Participants METEOR Cruise M 58*

### Fahrabschnitt M 58/1 / *Leg M 58/1*

1. Schulz, Horst D., Prof. Dr. Fahrleiter / <i>Chief Scientist</i>	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
2. Antobreh, Andrew	Hydroakustik / <i>Hydroacoustics</i>	GeoB / RCOM
3. Enneking, Karsten	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
4. Esper, Oliver	Paläontologie / <i>Paleontology</i>	GeoB / RCOM
5. Fabian, Karl, Dr.	Marine Geophysik / <i>Marine Geophysics</i>	GeoB / RCOM
6. Georgiopoulou, Aggeliki	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	SOC
7. Gerriets, Andrea	Hydroakustik / <i>Hydroacoustics</i>	GeoB / RCOM
8. Hanebuth, Till, Dr.	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	GeoB / RCOM
9. Henrich, Rüdiger, Prof. Dr.	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	GeoB / RCOM
10. Holz, Christine	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	GeoB / RCOM
11. Kastanja, Mia-Maria	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	GeoB / RCOM
12. Klöcker, Ralph	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	GeoB / RCOM
13. Knefelkamp, Britta	Hydroakustik / <i>Hydroacoustics</i>	GeoB / RCOM
14. Kölling, Martin, Dr.	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
15. Krastel, Sebastian, Dr.	Hydroakustik / <i>Hydroacoustics</i>	GeoB / RCOM
16. Krammer, Regina	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	GeoB / RCOM
17. Pannike, Simone	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
18. Richter, Franziska	Hydroakustik / <i>Hydroacoustics</i>	GeoB / RCOM
19. Schäfer, Raphael	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
20. Schnieders, Luzie	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
21. Siggelkow, Dorit	Paläontologie / <i>Paleontology</i>	GeoB / RCOM
22. Sonnabend, Hartmut	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD
23. Spilker, Sebastian	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
24. Steinbach, Andreas	Marine Geophysik / <i>Marine Geopysics</i>	GeoB / RCOM
25. Truscheit, Thorsten	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD
26. Wien, Katharina	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
27. Witt, Anne	Marine Geophysik / <i>Marine Geopysics</i>	GeoB / RCOM
28. Wynn, Russell, Dr.	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	SOC
29. Zühlsdorff, Lars, Dr.	Hydroakustik / <i>Hydroacoustics</i>	GeoB / RCOM
30. Ait Chatou, Mustapha	Gast / <i>Guest</i>	Morocco
31. NN	Gast / <i>Guest</i>	Mauritania

## Teilnehmer METEOR Reise M 58 / *Participants METEOR Cruise M 58*

### Fahrabschnitt M 58/2A / *Leg M 58/2A*

1. Bleil, Ulrich, Prof. Dr. Fahrleiter / <i>Chief Scientist</i>	Marine Geophysik / <i>Marine Geophysics</i>	GeoB / RCOM
2. Bickert, Torsten, Dr.	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
3. Brück, Liane	Marine Geophysik / <i>Marine Geophysics</i>	GeoB / RCOM
4. Dehning, Klaus	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
5. Eberwein, Astrid	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
6. Frederichs, Thomas, Dr.	Marine Geophysik / <i>Marine Geophysics</i>	GeoB / RCOM
7. Freudenthal, Tim, Dr.	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
8. Hilgenfeldt, Christian	Marine Geophysik / <i>Marine Geophysics</i>	GeoB / RCOM
9. Joppich, Christoph, Dr.	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD
10. Kasten, Sabine, Dr.	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
11. Klann, Marco	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
12. Kölling, Martin, Dr.	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
13. Meggers, Helge, Dr.	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
14. Müller, Heiderose	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
15. Paulsen, Harald	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
16. Plewa, Kerstin	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
17. Riedinger, Natascha	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
18. Romero, Oscar, Dr.	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
19. Schmidt, Markus	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
20. Schnieders, Luzie	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
21. Tjallingii, Rik	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
22. Truscheit, Torsten	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD
23. Wien, Katharina	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
24. Wilke, Iris	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
25. NN	Hydroakustik / <i>Hydroacoustics</i>	GeoB / RCOM
26. El Moumni, Bouchta	Gast / <i>Guest</i>	Morocco
27. NN	Gast / <i>Guest</i>	Mauritania

## Teilnehmer METEOR Reise M 58 / *Participants METEOR Cruise M 58*

### Fahrabschnitt M 58/2B / *Leg M 58/2B*

1. Bleil, Ulrich, Prof. Dr. (Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i> )	Marine Geophysik / <i>Marine Geophysics</i>	GeoB / RCOM
2. Bickert, Torsten, Dr.	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
3. Brück, Liane	Marine Geophysik / <i>Marine Geophysics</i>	GeoB / RCOM
4. Fischer, Gerhard, Dr.	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
5. Franke, Phillip	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
6. Hilgenfeldt, Christian	Marine Geophysik / <i>Marine Geophysics</i>	GeoB / RCOM
7. Joppich, Christoph, Dr.	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD
8. Kasten, Sabine, Dr.	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
9. Klann, Marco	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
10. Kölling, Martin, Dr.	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
11. Krammer, Regina	Sedimentologie / <i>Sedimentology</i>	GeoB / RCOM
12. Nowald, Nicolas	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
13. Paulsen, Harald	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
14. Plewa, Kerstin	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
15. Ratmeyer, Volker, Dr.	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
16. Riedinger, Natascha	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
17. Schmieder, Frank, Dr.	Marine Geophysik / <i>Marine Geophysics</i>	GeoB / RCOM
18. Schmidt, Markus	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
19. Schnieders, Luzie	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
20. Susek, Ewa	Paläontologie / <i>Paleontology</i>	GeoB / RCOM
21. Szuba, Krzysztof	Meereschemie / <i>Marine Chemistry</i>	UBBC
22. Tjallingii, Rik	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
23. Truscheit, Torsten	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD
24. Wien, Katharina	Geochemie / <i>Geochemistry</i>	GeoB / RCOM
25. Wilhelm, Olaf	Meereschemie / <i>Marine Chemistry</i>	UBBC
26. Wülbers, Alex	Meeresgeologie / <i>Marine Geology</i>	GeoB / RCOM
27. Zatloukal, Nicole	Paläontologie / <i>Paleontology</i>	GeoB / RCOM
28. NN	Hydroakustik / <i>Hydroacoustics</i>	GeoB / RCOM
29. El Moumni, Bouchta	Gast / <i>Guest</i>	Morocco
30. NN	Gast / <i>Guest</i>	Mauritania

## Teilnehmer METEOR Reise M 58 / *Participants METEOR Cruise M 58*

### Fahrtabschnitt M 58/3 / *Leg M 58/3*

1. Meinecke, Gerrit, Dr.	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	GeoB / RCOM
2. Barrera, Carlos	ANIMATE	ICCM
3. Bergenthal, Markus	DOLAN	GeoB / RCOM
4. Ciancar, Andrés, Dr.	ESTOC	ICCM
5. Collier, Greg	ROV	ASR
6. Etchemendy, Steve, PhD.	ROV	MBARI
7. González-Dávila, Melchior, Dr.	ANIMATE	ULP
8. Greech, Chris	ROV	MBARI
9. Hüttich, Daniel	DOLAN	GeoB / RCOM
10. Kahl, Gerhard	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD
11. Klar, Steffen	DOLAN	GeoB / RCOM
12. Kopiske, Eberhard	DOLAN	GeoB / RCOM
13. Kuhn, Thomas, Dr.	ROV	TUBF
14. Llinas, Octavio, Dr.	ESTOC	ICCM
15. Ratmeyer, Volker, Dr.	ROV	GeoB / RCOM
16. Rehling, Harald	Photograph / <i>Photographer</i>	GeoB / RCOM
17. Ruhland, Götz	ROV	GeoB / RCOM
18. Santos, Ricardo, PhD.	ROV	UoA
19. Schilling, Tyler	ROV	ASR
20. Stegmann, Sylvia	DOLAN	GeoB / RCOM
21. Timm, Jürgen, Prof. Dr.	Gast / <i>Guest</i>	UBMI
22. Truscheit, Torsten	Meteorologie / <i>Meteorology</i>	DWD
23. Villagarcia, Marimar, Dr.	ESTOC	ICCM
24. Waldmann, Christoph, Dr.	ANIMATE	GeoB / RCOM
25. Wefer, Gerold, Prof. Dr.	ROV	GeoB / RCOM

## Besatzung METEOR Reise M 58 / *Crew METEOR Cruise M 58*

### Fahrtabschnitt M 58/1 / *Leg M 58/1*

Kapitän / <i>Master</i>	Papenhagen, Henning
I. Offizier / <i>Chief Mate</i>	Vogel, Peter
I. Offizier / <i>1st Mate</i>	Göldner, Frank Rüdiger
II. Offizier / <i>2nd Mate</i>	Kowitz, Torsten
Schiffsarzt / <i>Surgeon</i>	Walther, Anke
I. Ingenieur / <i>Chief Engineer</i>	Schuler, Achim
II. Ingenieur / <i>2nd Engineer</i>	Rex, Andreas
II. Ingenieur / <i>2nd Engineer</i>	Klinder, Klaus-Dieter
Elektriker / <i>Electrician</i>	Freitag, Rudolf
Ldt. Elektroniker / <i>Chief Electronics Engineer</i>	Heygen, Ronald
Elektroniker / <i>Electronics Engineer</i>	Krajewski, Rudolf
System Manager / <i>System Manager</i>	NN
Deckschlosser / <i>Fitter</i>	Sosnowski, Werner
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Zeitz, Holger
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Dehne, Dirk
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Zelck, Hartmut
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	NN
Koch / <i>Chief Cook</i>	Wieden, Wilhelm
Kochsmaat / <i>2nd Cook</i>	Pytlik, Franciszek
I. Steward / <i>Chief Steward</i>	Both, Michael
II. Steward / <i>2nd Steward</i>	Klafack, Ronald
II. Steward / <i>2nd Steward</i>	NN
II. Steward / <i>2nd Steward</i>	Schmutzler, Gudrun
Wäscher / <i>Laundryman</i>	Hu, Guo Yong
Bootsmann / <i>Boatswain</i>	Jahns, Winfried
Matrose / <i>A.B.</i>	Kuhn, Ronald
Matrose / <i>A.B.</i>	Kraft, Jürgen
Matrose / <i>A.B.</i>	Vor, Hans-Jürgen
Matrose / <i>A.B.</i>	Etzdorf, Detlef
Matrose / <i>A.B.</i>	Kreft, Norbert
Matrose / <i>A.B.</i>	Bierstedt, Torsten
Matrose / <i>A.B.</i>	Eisengarten, Simon

**Besatzung METEOR Reise M 58 / Crew METEOR Cruise M 58**

**Fahrtabschnitt M 58/2 / Leg M 58/2**

Kapitän / <i>Master</i>	Papenhagen, Henning
I. Offizier / <i>Chief Mate</i>	NN
I. Offizier / <i>1st Mate</i>	Aden, Nils-Arne
II. Offizier / <i>2nd Mate</i>	Kowitz, Torsten
Schiffsarzt / <i>Surgeon</i>	Walther, Anke
I. Ingenieur / <i>Chief Engineer</i>	Schuler, Achim
II. Ingenieur / <i>2nd Engineer</i>	Rex, Andreas
II. Ingenieur / <i>2nd Engineer</i>	Schade, Uwe
Elektriker / <i>Electrician</i>	Bekaan, Steffen
Ldt. Elektroniker / <i>Chief Electronics Engineer</i>	Heygen, Ronald
Elektroniker / <i>Electronics Engineer</i>	Wentzel, Heinz
System Manager / <i>System Manager</i>	Grossmann, Matthias
Deckschlosser / <i>Fitter</i>	Sosnowski, Werner
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Lange, Gerhard
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	NN
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	NN
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Besier, Marcus
Koch / <i>Chief Cook</i>	Wieden, Wilhelm
Kochsmaat / <i>2nd Cook</i>	Braatz, Willy
I. Steward / <i>Chief Steward</i>	Slotta, Werner
II. Steward / <i>2nd Steward</i>	Götze, Rainer
II. Steward / <i>2nd Steward</i>	Baumgärtel, Anja
II. Steward / <i>2nd Steward</i>	Eller, Peter
Wäscher / <i>Laundryman</i>	Lee, Nan Sng
Bootsmann / <i>Boatswain</i>	Hadamek, Peter
Matrose / <i>A.B.</i>	NN
Matrose / <i>A.B.</i>	Gudera, Manfred
Matrose / <i>A.B.</i>	NN
Matrose / <i>A.B.</i>	Ventz, Günter
Matrose / <i>A.B.</i>	Kreft, Norbert
Matrose / <i>A.B.</i>	Bierstedt, Torsten
Azubi SM / <i>Apprentice</i>	Owczarek, Marten
Azubi SM / <i>Apprentice</i>	Wessels, Kai

## Besatzung METEOR Reise M 58 / *Crew METEOR Cruise M 58*

### Fahrtabschnitt M 58/3 / *Leg M 58/3*

Kapitän / <i>Master</i>	Papenhagen, Henning
I. Offizier / <i>Chief Mate</i>	Löffler, Jörn
I. Offizier / <i>1st Mate</i>	Göldner, Frank Rüdiger
II. Offizier / <i>2nd Mate</i>	Kowitz, Torsten
Schiffsarzt / <i>Surgeon</i>	Walther, Anke
I. Ingenieur / <i>Chief Engineer</i>	Schuler, Achim
II. Ingenieur / <i>2nd Engineer</i>	Rex, Andreas
II. Ingenieur / <i>2nd Engineer</i>	Schade, Uwe
Elektriker / <i>Electrician</i>	Bekaan, Steffen
Ldt. Elektroniker / <i>Chief Electronics Engineer</i>	Meyer, Helmuth
Elektroniker / <i>Electronics Engineer</i>	Wentzel, Heinz
System Manager / <i>System Manager</i>	NN
Deckschlosser / <i>Fitter</i>	Sosnowski, Werner
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Lange, Gerhard
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	NN
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	Zelck, Hartmut
Motorenwärter / <i>Motorman</i>	NN
Koch / <i>Chief Cook</i>	Wieden, Wilhelm
Kochsmaat / <i>2nd Cook</i>	Braatz, Willy
I. Steward / <i>Chief Steward</i>	Slotta, Werner
II. Steward / <i>2nd Steward</i>	Götze, Rainer
II. Steward / <i>2nd Steward</i>	NN
II. Steward / <i>2nd Steward</i>	Eller, Peter
Wäscher / <i>Laundryman</i>	Lee, Nan Sng
Bootsmann / <i>Boatswain</i>	Hadamek, Peter
Matrose / <i>A.B.</i>	Neitzsch, Bernd
Matrose / <i>A.B.</i>	Gudera, Manfred
Matrose / <i>A.B.</i>	NN
Matrose / <i>A.B.</i>	Ventz, Günter
Matrose / <i>A.B.</i>	Kreft, Norbert
Matrose / <i>A.B.</i>	Bierstedt, Torsten
Azubi SM / <i>Apprentice</i>	Owczarek, Marten
Azubi SM / <i>Apprentice</i>	Wessels, Kai

## **Forschungsschiff METEOR**

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

FS METEOR ist Eigentum der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den Bundesminister für Bildung und Forschung, der den Bau des Schiffes finanziert hat.

Das Schiff wird als 'Hilfseinrichtung der Forschung' von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) betrieben. Dabei wird sie von einem Beirat unterstützt.

Das Schiff wird zu 70 % von der DFG und zu 30 % vom BMBF genutzt und finanziert. Die Durchführung von METEOR Expeditionen und deren Auswertung werden von der DFG in zwei Schwerpunkten gefördert.

Der Senatskommission für Ozeanographie der DFG obliegt die wissenschaftliche Fahrtplanung, sie benennt Koordinatoren und Fahrtleiter von Expeditionen.

Die Leitstelle METEOR der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes verantwortlich. Sie arbeitet einerseits mit den Expeditionskoordinatoren partnerschaftlich zusammen, andererseits ist sie Partner des Readers, der RF Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt GmbH.

## **Research Vessel METEOR**

*The research vessel METEOR is used for German basic ocean research world-wide as well as for the cooperation with other nations in this field.*

*R/V METEOR is owned by the Federal Republic of Germany represented by the Ministry of Education and Research (BMBF) which financed the construction of the vessel.*

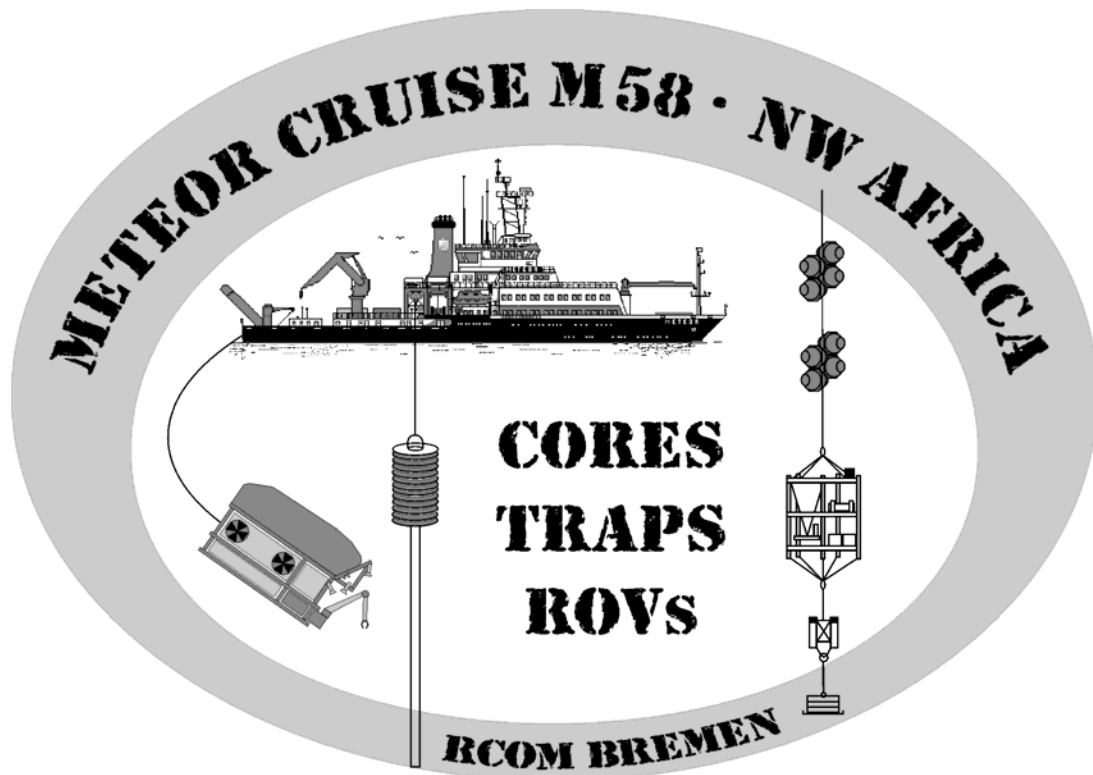
*The vessel is operated as an 'Auxiliary Research Facility' by the German Research Foundation (DFG). For this purpose, the DFG is assisted by an Advisory Board.*

*The vessel is used and financed to 70 % by the DFG and to 30 % by the BMBF. The execution and evaluation of METEOR expeditions are sponsored by the DFG through two funding programs.*

*The DFG Senate Commission for Oceanography is in charge of the scientific planning of expeditions. It appoints coordinators and chief scientists of expeditions.*

*The METEOR Operations Control Office at the University of Hamburg is responsible for the scientific, technical, logistic and financial preparation, execution and supervision of the ship's operations. It closely cooperates with the expedition coordinators and is the partner of the ship's managing owners, the 'RF Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt GmbH'.*





*Research Vessel METEOR*

*Cruise No. 58 (2003)*

*Upwelling and Sedimentation off NW Africa*

*Editor*

*Institut für Meereskunde der Universität Hamburg*

*Leitstelle METEOR*

*Sponsored by*

*Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)*

*Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)*