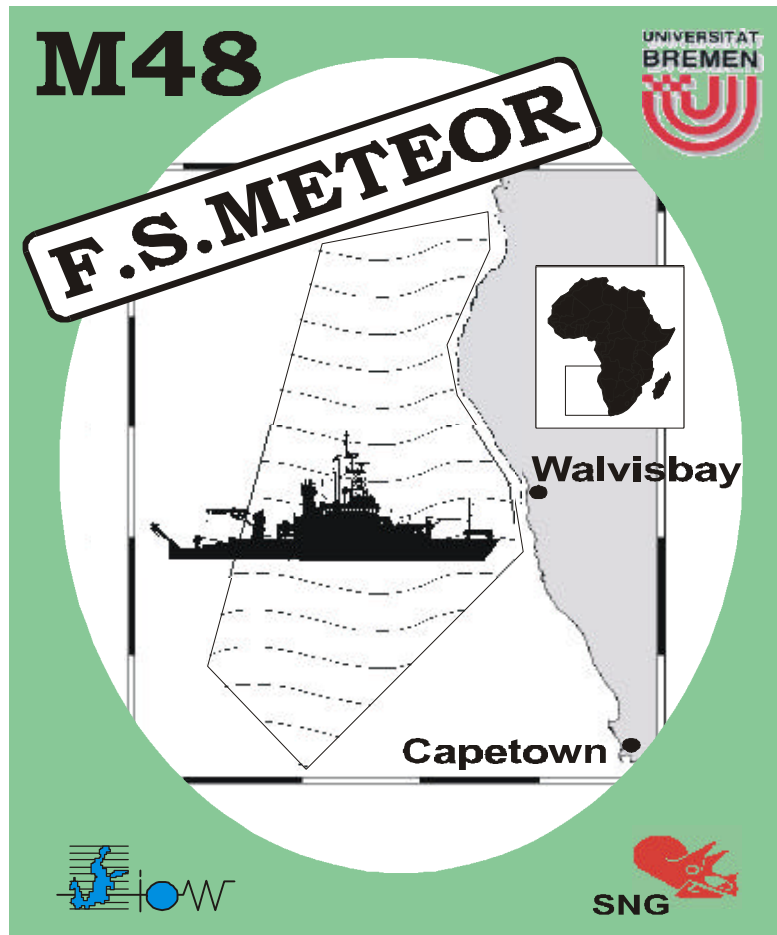


**Forschungsschiff / *Research vessel***

**METEOR**

**Reise / *cruise no. 48***

6. Juli / *July* - 3. November / *November* 2000



MeeresChemie, Universität Bremen  
Institut für Ostseeforschung, Warnemünde  
Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt

Herausgeber / *editors*

Universität Bremen, MeeresChemie (UBMC)  
&  
Leitstelle METEOR

Gefördert durch / *sponsored by*

Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG  
Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMBF)

ISSN 0935-9974

## **Anschriften / addresses**

**Dr. Michael Türkay**

Forschungsinstitut Senckenberg  
Senckenberganlage 25  
60325 Frankfurt am Main  
Germany

Tel. +49-(0)69-754 2240  
fax: +49-(0)69-746 238  
e-mail:  
mtuerkay@sng.uni-frankfurt.de

**Prof. Dr. Kay-Christian Emeis**

Institut für Ostseeforschung  
an der Universität Rostock  
Seestraße 15  
18119 Rostock-Warnemünde  
Germany

Tel. +49-(0)381-5197 394  
fax: +49-(0)381-5197 352  
e-mail:  
kay.emeis@io-warnemuende.de

**Dr. habil. Ulrich Lass**

Institut für Ostseeforschung  
an der Universität Rostock  
Seestraße 15  
18119 Rostock-Warnemünde  
Germany

Tel. +49-(0)381-5197 130  
fax: +49-(0)381-5197 440  
e-mail:  
uli.lass@io-warnemuende.de

**Prof. Dr. Wolfgang Balzer**

Universität Bremen  
Meereschemie - FB2  
Postfach 330 440  
D 28334 Bremen  
Germany

Tel. +49-(0)421-218 3232  
fax: +49-(0)421-218 4542  
e-mail:  
balzer@mch.uni-bremen.de

**Dr. Jürgen Alheit**

Institut für Ostseeforschung  
an der Universität Rostock  
Seestraße 15  
18119 Rostock-Warnemünde  
Germany

Tel. +49-(0)381-5197 208  
fax: +49-(0)381-5197 440  
e-mail:  
juergen.alheit@io-warnemuende.de

**Leitstelle METEOR**  
Institut für Meereskunde  
Universität Hamburg  
Tropowitzstraße 7  
D-22529 Hamburg / Germany

Tel. +49-(0)40-42838 3974  
fax +49-(0)40-42838 4644  
e-mail:  
leitstelle@ifm.uni-hamburg.de

**R/F Reedereigemeinschaft**  
Forschungsschiffahrt GmbH  
Haferwende 3  
D 28336 Bremen / Germany

Tel. +49-(0)421-20766-0  
fax +49-(0)421- 20766-70  
e-mail:  
rf@bremen.rf-gmbh.de

**Senatskommission für Ozeanografie**  
der Deutschen Forschungsgemeinschaft  
Vorsitzender / *chairperson*:  
Prof. Dr. Gerold Wefer  
Fachbereich 5 – Geowissenschaften  
Universität Bremen  
Postfach 330 440  
28334 Bremen / Germany

Tel. +49-(0)421-218 3389  
fax +49-(0)421- 218 3116  
e-mail:  
gwefer@allgeo.uni-bremen.de

#### **Forschungsschiff / research vessel METEOR**

Rufzeichen/call sign  
Tel./fax- Satellitenkennung  
Telefon  
fax  
ISDN-Daten

DBBH  
alle Satelliten 00870 –  
3218 41 811  
3218 41 813  
3910 04 856

Telex – Satellitenkennung

Atlantik Ost 0581  
Atlantik West 0584  
Pazifik 0582  
Indik 0583

Telex.Nr.

3218 41 815

e-mail

Schiffsleitung / *nautical staff*  
Wissenschaft / *scientific party*  
privat / *private*

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

## **Abschnitte / cruise legs**

### **Fahrtabschnitt / cruise leg M48-1**

6. Juli / *July* – 2. August / *August* 2000  
Walvis Bay/Namibia – Walvis Bay/Namibia  
Fahrtleiter / *chief scientist* : Dr. Michael Türkay  
Kapitän / *master* : Niels Jakobi

### **Fahrtabschnitt / cruise leg M48-2**

5. August / *August* - 23. August / *August* 2000  
Walvis Bay/Namibia – Walvis Bay/Namibia  
Fahrtleiter / *chief scientist* : Prof. Dr. Kay-Christian Emeis  
Kapitän / *master* : Niels Jakobi

### **Fahrtabschnitt / cruise leg M48-3**

26. August / *August* – 16. September / *September* 2000  
Walvis Bay/Namibia – Walvis Bay/Namibia  
Fahrtleiter / *chief scientist* : Dr. habil. Ulrich Lass  
Kapitän / *master* : Niels Jakobi

### **Fahrtabschnitt / cruise leg M48-4**

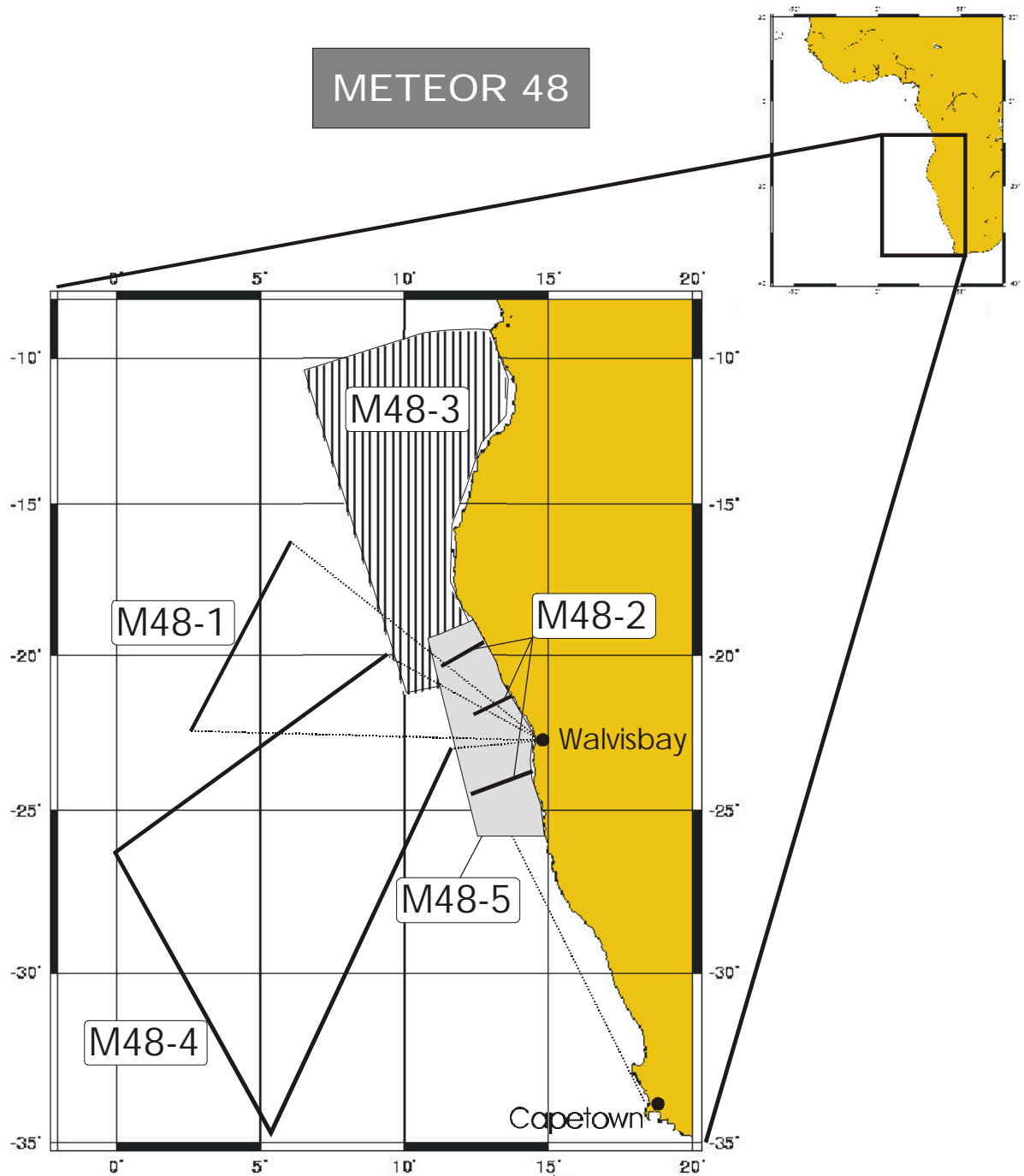
19. September / *September* – 10. Oktober / *October* 2000  
Walvis Bay/Namibia – Walvis Bay/Namibia  
Fahrtleiter / *chief scientist* : Prof. Dr. Wolfgang Balzer  
Kapitän / *master* : Martin Kull

### **Fahrtabschnitt / cruise leg M48-5**

13. Oktober / *October* - 3. November / *November* 2000  
Walvis Bay/Namibia – Walvis Bay/Namibia  
Fahrtleiter / *chief scientist* : Dr. Jürgen Alheit  
Kapitän / *master* : Martin Kull

### **Koordination / co-ordination**

Prof. Dr. Wolfgang Balzer



**Abbildung 1:** Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der Meteor Expedition M48, Abschnitte 1-5  
**Figure 1:** Cruise tracks and working areas of Meteor M48, cruise legs 1-5

**Wissenschaftliches Programm der METEOR Reise Nr. 48**  
*Scientific objectives of METEOR cruise no. 48*

**Übersicht**

Die fünf Abschnitte der Meteor-Reise 48 führen in die Zone der Ostrandzirkulation des Südost-Atlantiks und verknüpfen ozeanografische, biologische, geologische und chemische Arbeiten im Bereich des Auftriebsgebietes vor der südwest-afrikanischen Küste sowie im Pelagial des Angolabeckens und des Kapbeckens. Die Arbeiten konzentrieren sich auf

- die Biodiversität von Benthosgemeinschaften in Tiefseebecken,
- biogeochemische Stoffkreisläufe und kurzskalige holozäne Klimavariationen im Auftriebsgebiet vor Namibia,
- die Dynamik des Angola Domes und des Benguelastromes und die Entstehung des Südäquatorialen Gegenstroms im Atlantik,
- die Verteilungen von Spurenelementen und natürlichen Radionukliden im Auftriebsgebiet vor Namibia,
- den Einfluss mesoskaliger physikalischer Strukturen und Prozesse auf die Produktion des Zooplanktons im nördlichen Benguela-Auftriebssystem.

**M48/1:** Die horizontale Verbreitung von Tierarten in der Tiefsee und die Veränderung der Artenzusammensetzung im abyssalen Benthos entlang eines etwa 700 km langen Schnittes im Angola-Becken wird untersucht. Analysen der großräumigen Variabilität solcher Benthosgemeinschaften erlauben Aussagen über die Verbreitung von Arten und damit eine realistische Abschätzung der Biodiversität im Weltozean. Hierzu ist es nötig, in ökologisch homogenen, großen Tiefseebecken zu arbeiten, um die kleinräumige Variabilität auszuschließen, deren Wirkung auf Biodiversitätsschätzungen in bisherigen Untersuchungen nicht genügend gewürdigt wurde. Von den durchzuführenden Arbeiten werden auch grundsätzliche Er-

*Synopsis*

*The five legs of Meteor cruise 48 lead into the eastern boundary circulation of the south-eastern Atlantic, combining oceanographical, biological, geological, and chemical work in the upwelling area off the coast of Namibia and the pelagic region of the Angola and the Cape basin. Studies focus on*

- *biodiversity of the benthos community in deep sea basins,*
- *biogeochemical cycles and short-scale holocene climate variations in the Namibia upwelling region,*
- *dynamics of the Angola dome and the Benguela current, and the formation of the southequatorial contercurrent in the Atlantic,*
- *distributions of (essential) trace elements and natural radionuclides in the Namibia upwelling region*
- *the influence of mesoscale physical structures/processes on the production of zooplankton in the northern Benguela upwelling system.*

**M48/1:** *The horizontal distribution of species in the deep sea and species assemblage variations will be studied along a 700 km transect in the Angola basin. Analysis of the large-scale variability of benthos communities allows to address the distribution of species and to realistically estimate biodiversity in the world ocean. In order to avoid small-scale variability, which has not been considered sufficiently in previous studies, it is required to work in ecologically homogeneous deep sea basins. Fundamental findings about zoogeographical patterns and their variability within a basin considered to be uniform are to be expected. Differentiation processes up to possible species formation*

kenntnisse über zoogeographische Muster und deren Variabilität innerhalb eines als einheitliche Region geltenden Tiefseebeckens erwartet. Differenzierungsprozesse bis hin zur möglichen Artbildung sollen mit genetischen und morphologischen Methoden verfolgt werden. Als Ergebnis wird es möglich sein, räumlich bedingte Artbildungs- und Regionalisierungsprozesse von ökologisch gesteuerten Differenzierungsprozessen zu unterscheiden. Das Paradigma, dass im marinen Lebensraum alle Differenzierungsprozesse primär ökologische bedingt sind, wird einer kritischen Prüfung unterzogen.

**M48/2:** In einer schmalen Zone des inneren Schelfs unter dem Auftriebsgebiet vor Namibia werden opal- und TOC-reiche, partiell laminierte Sedimente abgelagert, deren Verbreitung durch physikalische Auftriebsprozesse, biologische Produktion und terrigene Einträge gesteuert werden. Die benthischen Umsatzprozesse in den sauerstoffarmen Bodenbereichen werden von Bakteriengemeinschaften dominiert, so dass die Sedimente ein weitgehend ungestörtes Bild der vergangenen Zustände in diesem Auftriebsgebiet sind. Ein wesentliches Ziel der Expedition ist, die Populationen neu entdeckter Schwefelbakterien, ihren Stoffwechsel, ihre Lebensbedingungen und ihre Rolle für die biogeochemischen Prozesse im Meeresboden zu untersuchen. Diese kugelförmigen *Thiomargarita namibiensis* speichern Nitrat in ihrer Vakuole und können damit monatelang Schwefelwasserstoff im Meeresboden oxidieren. In einem Netz von Oberflächensedimenten sollen diese mikrobiologischen Gemeinschaften sowie geochemische, mikropaläontologische, isotopische und mineralogische Indikatoren heutiger Gradienten in der Temperatur, der Struktur der Deckschicht und des Nährstoffregimes kartiert werden. Gemessen an datierten Kernen ( $^{210}\text{Pb}$  und  $^{14}\text{C}$ ) sollen diese Indikatoren helfen, klimatisch bedingte Änderungen in der Intensität des Auftriebs und des vorherrschenden Windregimes sowie der Aridität im Hinterland während des Holozäns zu rekonstruieren. Das Erfassen vergangener natürlicher

*will be traced using genetic and morphological methods. As a result, it will be possible to distinguish species formation and regionalisation processes from ecologically driven processes. The paradigm that all differentiation processes in marine environments are primarily governed by ecological means will be critically examined.*

**M48/2:** *Partially laminated sediments rich in opal and TOC are deposited within a narrow band on the inner shelf below the upwelling region off Namibia. The distribution of this deposits is controlled by physical upwelling processes, biological production, and terrigenous input. Benthic turnover in the oxygen-poor bottom zones is dominated by bacteria; therefore, sediments present a largely undisturbed picture of the past of this upwelling region. An important goal of the cruise is to study the newly discovered sulphur bacteria, their metabolism, living conditions and their role in biogeochemical processes within the sediment. Using the nitrate stored in its vacuole, the spherical *Thiomargarita namibiensis* is able to oxidise hydrogen sulphide for months. These microbiological communities as well as geochemical, isotopic, and mineralogical indicators of present gradients in temperature, mixed layer structure, and nutrient regime will be mapped on a grid of surface sediment samples. Determined in dated cores ( $^{210}\text{Pb}$  and  $^{14}\text{C}$ ), these indicators will help to reconstruct climatically induced changes in upwelling intensities, the wind regime, and aridity of the hinterland during the holocene. Records of the past natural upwelling variability contribute to the understanding of short-scale climate variations during the holocene and to ecological interactions in the upwelling area.*

Variabilität im Auftrieb leistet einen Beitrag zum Verständnis kurzskaliger Klimavariationen im Holozän sowie zum Verständnis der ökologischen Zusammenhänge im Auftriebsgebiet.

**M48/3:** Die Rolle des Angola Domes in der Ostrandzirkulation des Südatlantiks wird untersucht. Insbesondere soll untersucht werden, welchen Einfluss die Divergenz des Ekmantransports auf den Angola Dom und auf die Ablösung des Benguelastromes von der Küste sowie seine eventuelle Rezirkulation als Südäquatorialer Gegenstrom zur afrikanischen Küste hat. Neben der Hydrographie werden vor allem chemische und biologische Messungen durchgeführt. In diesem Zusammenhang ist die Produktion organischer Materials, ihre Remineralisierung und die damit verbundene Sauerstoffzehrung im Bereich der zyklonalen Zirkulation um den Angola Dom von besonderem Interesse. Entlang von zehn Schnitten, die sich annähernd senkrecht zur Küste zwischen dem nördlichen Benguela (22°S) bis zum Angola Dom (9°S) und von der Küste bis maximal 5°E erstrecken, werden auf den Stationen vertikale CTD- und Strömungsprofile gemessen und Wasserproben zur Bestimmung chemischer und biologischer Parameter bis zu einer Wassertiefe von 1200m genommen. Kontinuierliche Messungen der Wassertemperatur, des Salzgehaltes und der Nitratkonzentration in der Deckschicht sowie der Strömung in den oberen 500m der Wassersäule werden während der gesamten Messfahrt durchgeführt. Je ein Oberflächendrifter vom WOCE-Typ wird im Angolastrom, dem küstennahen Benguela- und dem von der Küste abgelösten Benguelastrom gestartet.

**M48/4:** Die Rolle des Auftriebsgebietes vor Namibia für den Transport von Spurenelementen und natürlichen Radionukliden aus der photischen Zone in die Sedimente ist Schwerpunkt der Untersuchungen dieses Fahrtabschnitts. Die Verteilung von gelöstem Eisen und anderen teilweise produktionsrelevanten Spurenelementen (Al, Cd, Mn, Ni, Zn) sowie deren Verfügbarkeit in der euphotischen Zone soll in einem Hochpro-

*M48/3: The role of the Angola dome for the eastern boundary circulation of the south Atlantic will be studied. The influence of the divergence of the Ekman transport on the Angola dome and on the off-shore redirection of the Benguela current and its possible recirculation as southequatorial counter current towards the African coast are of special interest. Besides hydrography, chemical and biological studies will be conducted. Here, emphasis is put on the production of organic material, its remineralisation and the related oxygen consumption in the area of the cyclonic circulation around the Angola dome. Vertical CTD and current profiles as well as water samples for determining chemical and biological parameters will be collected down 1200m depth along ten transects approximately perpendicular to the coast extending between the Benguela (22°S) and the Angola dome (9°S) and from the coast to 5°E. Water temperature, salinity, and nitrate concentrations in surface waters as well as current velocities down to 500m will be determined continually throughout the entire leg. Each one surface drifter of the WOCE type will be deployed in the Angola current, the near-coastal Benguela current and the off-shore Benguela current, respectively.*

*M48/4: Investigations during this cruise leg focus on the role of upwelling in the removal of trace elements and natural radionuclides from the photic zone towards the sediments. The distribution of dissolved iron, cobalt, and other trace elements (Al, Cd, Mn, Ni, Zn) – possibly biolimiting - and their availability in the euphotic zone will be studied in this high production region with relatively low eolian input. Additionally, the*



duktionsgebiet mit relativ geringem äolischen Eintrag untersucht werden. Auf zwei Schnitten vom Küstenauftrieb bis in das Angola- bzw. Kap-Becken mit Schwerpunkt auf der Deckschicht und der oberen Thermokline sollen ferner a) die Beziehungen der Spurenelemente in suspendiertem partikulärem Material zu den jeweiligen Lösungskonzentrationen und b) zu den im wesentlichen biotisch gesteuerten Sinkstoffflüssen ermittelt werden. Eine gesonderte Studie gilt der Bestimmung von Ba im suspendierten partikulären Material (SPM) der oberen Wassersäule, da der Nutzung des Ba/C<sub>org</sub>-Verhältnisses als Produktions-Proxy unzureichende Kenntnisse über die Bildung dieses Signals in der Wassersäule entgegenstehen. Ziel der Radionukliduntersuchungen ist es für das Auftriebsgebiet vor Namibia mit seiner hohen Bioproduktivität festzustellen, welche der Faktoren (i) Wassermassenverteilung und/oder (ii) Partikelzusammensetzung wesentlich die Verteilung natürlicher Radionuklide (<sup>230</sup>Th, <sup>232</sup>Th, <sup>234</sup>Th, <sup>231</sup>Pa, <sup>210</sup>Pb, <sup>210</sup>Po, <sup>226</sup>Ra, <sup>228</sup>Ra) in der Wassersäule und im Sediment kontrollieren. Des Weiteren soll anhand von Porenwasseruntersuchungen der Zusammenhang zwischen authigener Urananreicherung und Urandiffusion in die Sedimente in Abhängigkeit von der Primärproduktion erforscht werden. Die Ergebnisse aus Spurenelement- und Radionuklid-Untersuchungen sollen in eine spätere Modellierung von Spurenelement-Kreisläufen für ein staubarmes Auftriebsgebiet einfließen.

**M48/5:** Die Laichgebiete der großen Sardinen- und Sardellenbestände im Benguelastrom, die für das Überleben der Fischlarven eine hohe Planktondichte aufweisen müssen, liegen mehrere hundert Seemeilen nördlich der weltweit stärksten Auftriebszelle vor Lüderitz/Namibia, wo auftriebsbedingt starkes Planktonwachstum stattfindet. Ziel des Projektes ist, diese zunächst paradox erscheinende Situation mit dem Einfluss physikalischer Strukturen und Prozesse zu erklären. Die Verdriftung des Planktons vom Lüderitzauftrieb in die Fischlaichgebiete dauert etwa 3-4 Wochen. Dieses entspricht dem Zeitraum der Entwicklung einer Nahrungs-

*interaction between a) dissolved and suspended particulate trace element concentrations and b) the relation with mostly biotically driven sinking fluxes will be studied along two transects reaching from the upwelling zone into the Angola and the Cape basin, respectively. A separate study applies to Ba in suspended particulate matter (SPM) of the upper water column since the use of Ba/C<sub>org</sub> ratios as a proxy of production is limited by insufficient knowledge on the formation of this signal in the water column. The aim of the radionuclide studies is to determine which of the factors water (i) mass distribution and/or (ii) particle composition control the distribution of natural radionuclides (<sup>230</sup>Th, <sup>232</sup>Th, <sup>234</sup>Th, <sup>231</sup>Pa, <sup>210</sup>Pb, <sup>210</sup>Po, <sup>226</sup>Ra, <sup>228</sup>Ra) in the water column and in the sediment of the upwelling area off Namibia with its high biological production. Furthermore, the relation between authigenic uranium enrichment and uranium diffusion into the sediments will be investigated in relation to primary productivity. Findings from both trace element and radionuclide studies will be used later in modelling of trace element cycles in a dust-poor upwelling area.*

**48/5:** *The spawning grounds of sardines and anchovies in the Benguela current have to have a high plankton population density to ensure survival of the fish larvae. These grounds are located several hundred nautical miles north of the strongest upwelling cell world-wide located off Lüderitz/Namibia, where upwelling feeds intense plankton production. It is the aim of this study to explain this apparently paradoxical situation in relation to physical structures and processes. The drift of plankton from the Lüderitz cell to the spawning area takes about 3-4 weeks. Temporally, this corresponds to a food*

kette vom Nährstoffpuls bis hin zu adulten Copepoden, der Hauptnahrung von Sardinen und Sardellen. Die nördlichen Laichgebiete liegen zwischen den starken Auftriebszellen vor Lüderitz und Cape Frio und zeichnen sich durch eine relativ stabile Wassersäule und geringe Turbulenz aus, die zum Überleben der Fischlarven erforderlich sind. Die zweizellige zonale Auftriebszirkulation in den Laichgebieten hält Fischbrut und die Nahrung (Copepoden) von larvalen und adulten Fischen im Küstenbereich und verhindert deren Verdriftung mit dem Ekman-Transport nach Westen in nahrungsarme Gebiete. Ein internationales Team aus physikalischen Ozeanographen, Chemikern, Planktologen und Fischereibiologen soll diese Hypothesen bezüglich des Einflusses physikalischer Prozesse auf die Planktondynamik untersuchen.

*chain development from a nutrient pulse to adult copepods, the main diet of sardines and anchovies. Situated between the strong upwelling cells off Lüderitz and Cape Frio, the northern spawning grounds are characterised by a relatively stable water column and low turbulence, necessary for the survival of the fish larvae. The two-celled zonal upwelling circulation in the spawning grounds keeps both hatch and the food (copepods) of larval and adult fishes close to the coast and prevents a westward drift due to Ekman transport into areas low in nutrients. An international team of oceanographers, chemists, planktologists, and fishery biologists will examine these hypotheses on physical processes in relation to plankton dynamics.*

**Fahrtabschnitt / leg M48-1**  
**Walvisbay - Walvisbay**

**Wissenschaftliches Programm / *Scientific objectives***

Ziel der durchzuführenden Arbeiten ist es, die Veränderung der Artenzusammensetzung im abyssalen Benthos entlang eines etwa 700 km langen Schnittes im Angola-Becken zu untersuchen. Analysen der großräumigen Variabilität solcher Benthosgemeinschaften erlauben Aussagen über das Verbreitungsareal von Arten und ermöglichen damit eine realistische Schätzung der Größenordnung der Biodiversität im Weltozean. Hierzu ist es unbedingt nötig, in ökologisch gleichmäßig strukturierten großen Tiefseebecken zu arbeiten, um die kleinräumige ökologisch bedingte Variabilität auszuschließen, deren Wirkung auf Biodiversitätsschätzungen in bisherigen Untersuchungen nicht genügend gewürdigt wurde.

Von den durchzuführenden Arbeiten werden auch grundsätzliche Erkenntnisse über zoogeographische Muster und deren Konstanz oder Variabilität innerhalb eines als einheitliche Region geltenden Tiefseebeckens erwartet. Differenzierungsprozesse bis hin zur möglichen Artbildung sollen mit genetischen und morphologischen Methoden verfolgt werden. Als Ergebnis wird es möglich sein, Aussagen über die Wirkung des Raumes auf Artbildungs- und Regionalisierungsprozesse zu machen und solche von ökologisch gesteuerten Differenzierungsprozessen zu unterscheiden. Damit wird das bisher gültige Paradigma, dass im marinen Lebensraum alle Differenzierungsprozesse primär ökologisch bedingt sind, einer kritischen Prüfung unterzogen.

The present study is mainly targeted at surveying of changes in species composition along a transect of about 700 km in the abyssal Angola Basin. Analysis of the large scale spatial variability of such benthic communities leads to conclusions about the distribution area of individual species and thus contributes to a realistic picture of order of magnitude of the biodiversity of the world ocean. For this purpose it is essential to work in large and homogeneously structured deep sea basins in order to avoid the obscuring of results are obscured by small scale ecologically driven variability, whose effect has not realistically been taken into account in former studies.

The present study is expected also to produce results on zoogeographic patterns and their constancy within a deep sea basin usually referred to as a homogeneous region. Differentiation processes, including speciation, will be examined with morphological and genetic methods. As a result, we expect to reach a better understanding of the role of geographic distance in speciation as well as in regionalisation processes and to distinguish these from ecologically driven differentiation. This study therefore aims to test critically the paradigm that all differentiation processes in the marine realm are ecologically driven.

**Arbeitsprogramm / working programme**

Das Tiefseebenthos wird in allen Größenklas- The deep sea benthos will be examined with

sen (Nano-, Meio-, Makro- und Megafauna) untersucht. Dazu werden eingesetzt: Kastengreifer (USNEL Spade Corer, 50 x 50 cm) für Makrofauna; Multicorer (12 Rohre à 10 cm Durchmesser) für Nano- und Meiofauna; Epibenthoschlitten für Makro- und Megafauna sowie Teile der Meiofauna; Ankerdredge für Meio- und Makrofauna; Agassiz-Trawl für Megafauna.

Die Makrofauna wird aus den Kastengreiferproben ausgesiebt (Minimalmaschenweite 0.3 mm), an Bord konserviert und nach Rückkehr ausgewertet. Dabei werden auch quantitative Daten erfasst (Abundanz, Biomasse). Die Anzahl von sieben Parallelproben wird angestrebt, um eine Einschätzung der Variabilität zu erhalten und auch Material für eine Analyse von Sedimenten und Kleinschillen übrig zu haben. Zumindest ein Teil der Proben soll mit einem mit 10x10 cm großen Einsätzen versehenen Kasten genommen werden, um u. a. eine Aufteilung in Unterproben zu ermöglichen.

Der Epibenthoschlitten entspricht mit wenigen Veränderungen dem von Brandt & Barthel (1995) [*Ophelia*, **43**: 15-23] beschriebenen. Zwei Proben werden an jeder Station gewonnen und überwiegend sofort in Alkohol fixiert (nicht in Formalin, um die DNA-Extraktion zu ermöglichen). Die an Bord befindlichen Spezialisten werden die größeren Objekte sofort aussortieren und für die jeweiligen Präparationstechniken vorbereiten (z.B. Elektronenmikroskopie, PCR).

Die Megafauna wird mit einem 4m-Agassiz-Trawl erfasst, der sich als sehr fängiges Gerät bestens bewährt hat. In der Tiefsee wird nach 200m Vorleine ein Gewicht von 500 kg an der Kurrtrasse angebracht, um den Trossenwinkel zu verkürzen. Damit wird erhebliche Zeit eingespart, da mit einer Trossenlänge von 1.8-facher Tiefe gearbeitet werden kann. Pro Station sind zwei Einsätze vorgesehen, die Zeit am Grund wird 2 Stunden betragen.

Meio- und Nanofauna (Protozoen) und chemische Sedimentparameter werden aus den Multicorerproben erfasst. Die Organismen

reference to all size classes (Nano-, Meio-, Macro-, and megabenthos). For this purpose the following gear will be used: Box corer (USNEL spade corer, 50 x 50 cm) for macrofauna; multicorer (12 cores of 10 cm diameter) for nano- and meiofauna; epibenthic sledge for meio- and macrofauna; Agassiz-trawl for megafauna.

The macrofauna will be sieved from sediment taken from the box-corer (minimum mesh size 0.3 mm), preserved on board and analysed in the laboratory upon return. Quantitative data (abundance and biomass) will also be recorded. Seven replicates will be taken in order to estimate variability of species composition at a given place and also to obtain enough material for the analysis of sediments and micro-shells. Part of the samples will be further split (subsamped) by a subdivision of the box into 10 x 10 cm compartments.

The epibenthic sledge has been constructed with a few modifications according to the model described by Brandt & Barthel (1995) [*Ophelia*, **43**: 15-23]. Two samples will be taken at every station and preserved mainly in alcohol (not in formalin in order to allow for DNA-extraction). The on-board specialist will separate the larger objects and apply appropriate preservation techniques (e. g. electron microscopy, PCR).

The megafauna will be sampled with a 4m Agassiz-Trawl, which proved to be very efficient. In the deep sea, a weight of 500 kg will be inserted into the trawling cable after 200m so as to minimise the angle of the cable. This will save significant time, as a cable length of only 1.8 times depth is required to reach the sea floor. Two samples will be taken per station with 2 hours of trawling on the sea bed.

Meio- and Nanofauna (Protozoa) and chemical parameters of the sediment will be

werden mit  $MgCl_2$  betäubt, bevor sie in 4 % Formalin fixiert werden. Benthische Foraminiferen werden aus den obersten Sedimenthorizonten beprobt und im Labor in Inkubationsgefäße überführt. Für die Protozoologie ist geplant, die obersten 5-10 Millimeter der jeweiligen Benthos-Proben unmittelbar nach Verfügbarkeit intensiven mikroskopischen Analysen zu unterziehen, wobei ein absolutes Hauptaugenmerk auf der Video- und Foto-Dokumentation von Lebendmaterial liegen wird.

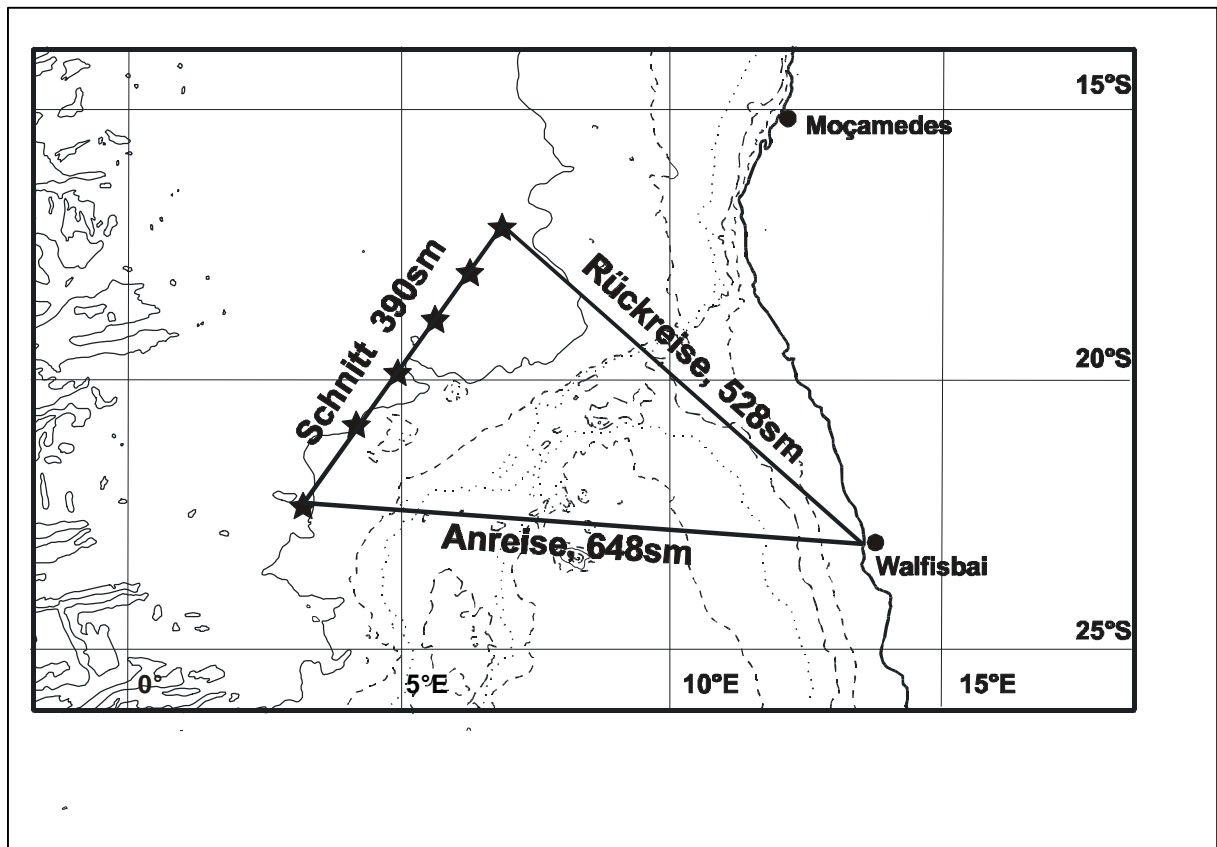
Die Makrobenthos-Arbeitsgruppe wird außerdem den TOC [= Total Organic Carbon] und Chlorophyll in den Sedimenten bestimmen. TOC kann über Eintrag von organischem Material durch Sedimentation oder lateralen Transport Aufschluss geben. Das C/N-Verhältnis ermöglicht außerdem einen ersten Hinweis auf den marinen oder terrestrischen Ursprung des organischen Materials. Zur Messung dieses Parameters werden aus jedem Multicorer ein Rohr und ein Stechrohr aus einem Kastengreifer entnommen. Diese werden in 2cm dicke Scheiben geschnitten und bei  $-20^{\circ}C$  zur späteren Bearbeitung tiefgefroren. Chlorophyll lässt Aussagen über den Eintrag an frischer organischer Substanz in die Sedimente zu und ergänzt damit die Aussagen des TOC. Die Bestimmung erfolgt aus den für TOC genommenen Proben.

recorded from the multicorer samples. The animals will be anaesthetised with  $MgCl_2$ , prior to preservation in 4 % formalin. Benthic foraminifers will be sampled from the uppermost sediment layers and transferred to incubation chambers in the laboratory. For the examination of other protozoans the upper 5-10 mm of every sample will be examined under the microscope and an intensive photographic and video-documentation will be built up.

The macrobenthos working-group will measure TOC [= Total Organic Carbon] and chlorophyll content of the sediments. TOC relates to the introduction of organic material through sedimentation and lateral transport. The C/N ratio gives a first insight into the terrestrial or marine origin of the material. To measure these parameters, one core of the multi-corer and a subsample from the box-corer will be taken. These will be split into 2cm layers and deep frozen at  $-20^{\circ}C$  for subsequent analysis. Chlorophyll content gives insight into the deposition of fresh organic matter in the sediments and so complements the TOC-measurements. The analysis for chlorophyll will be performed on the TOC-samples.

## **Zeitbedarf / schedule**

	Stunden / hours
Auslaufen Walvisbay am 6. Juli 2000 <i>Sail from Walvisbay July 6<sup>th</sup>, 2000</i>	
Anreise zum Arbeitsgebiet <i>Transit to working area</i>	60
Stationsarbeiten entlang des Schnittes <i>Station work along transect</i>	528
Dampfzeiten zwischen den Stationen <i>Steaming between stations</i>	36
Ablaufen nach Walvisbay <i>Steaming to Walvisbay</i>	48
Einlaufen in Walvisbay am 2. August 2000 <i>Port call in Walvisbay August 2<sup>nd</sup>, 2000</i>	
	Gesamt / total 672 h = 28 Tage / days



**Abbildung 2:** Fahrtroute und Arbeitsgebiet des Abschnittes M48-1  
**Figure 2:** Cruise track and working area of Meteor cruise leg M48-1

**Fahrtabschnitt / leg M48-2**  
**Walvisbay - Walvisbay**

**Wissenschaftliches Programm / Scientific objectives**

In einer schmalen Zone des inneren Schelfs unter dem Auftriebsgebiet vor Namibia werden opal- und TOC-reiche und partiell laminierte Sedimente abgelagert, deren Verbreitung und Fazies durch die physikalischen Auftriebsprozesse, biologische Produktion und terrigene Einträge gesteuert werden. Ihre sedimentologischen, paläontologischen, isotopischen und geochemischen Eigenschaften bilden die Sedimentationsbedingungen seit dem mittleren Holozän ab. Hohe Sedimentationsraten in Verbindung mit suboxischen und anoxischen Bedingungen im Bodenwasser machen die Sedimente zu detaillierten Archiven der klimatischen und paläozeanografischen Geschichte in diesem klassischen Küstenauftriebsgebiet.

Die biogeochemischen Prozesse an der Sediment-Wassergrenze sind in diesen Sedimenten von sehr hohen Akkumulationsraten organischen Materials geprägt, die hohe Sauerstoffzehrung am Boden und hohe Nitratkonzentrationen in der Wassersäule nach sich ziehen. Die benthischen Umsatzprozesse in sauerstoffarmen Meeresbodenbereichen werden von Bakteriengemeinschaften dominiert. Ein wesentliches Ziel der Expedition ist, die Populationen neu entdeckter Schwefelbakterien, ihren Stoffwechsel, ihre Lebensbedingungen und ihre Rolle für die biogeochemischen Prozesse im Meeresboden zu erforschen. Diese kugelförmige *Thiomargarita namibiensis* speichert Nitrat in ihrer Vakuole und kann damit monatelang Schwefelwasserstoff im Meeresboden oxidieren.

Wir wollen während der Expedition auf küstenparallelen und -normalen Schnitten kurze und lange Sedimentkerne aus diesem "diatomaceous mud belt" und der angrenzenden karbonatischen Sedimente des oberen Kontinentalabhangs entnehmen, um an ihnen heutige Stoffkreisläufe und ihre geochemischen Abbilder in Sedimenten sowie die kli-

*In a narrow area of the inner shelf beneath the upwelling area off Namibia, sediments rich in opal and organic carbon are deposited that are in part laminated. Their distribution and facies are determined by the physical processes of upwelling, biological productivity and terrigenous input. Sedimentological, paleontological, isotopical and geochemical characteristics mirror the history of upwelling since the early Holocene. Due to high sedimentation rates together with suboxic and anoxic conditions of the bottom water, the sediments provide a detailed archive of the climatic and paleoceanographic history in this typical upwelling area.*

*Biogeochemical processes at the sediment-water interface are determined by very high accumulation rates of organic material which result in high oxygen consumption at the sea floor and high concentration of nitrate in the bottom waters. Bacterial assemblages dominate benthic processes on oxygen-deficient seafloors. One important objective of the expedition is the investigation of recently discovered species of sulphur bacteria. We hope to elucidate their metabolism, their areal distribution and their impact on the biogeochemical processes in the sediment. The spherical *Thiomargarita namibiensis* stores nitrate in its vacuole and it can oxidise hydrogen sulphide in the seafloor for months.*

*During the cruise we intend to recover short and long sediment cores from this "diatomaceous mud belt" and the neighbouring carbonate sediments of the upper continental slope. Sampling will be along transects parallel and perpendicular to the coast. With this material, we will*



magetriebenen Änderungen im Auftrieb während des Holozäns zu untersuchen.

In einem Netz von Oberflächensedimentstationen sollen die mikrobiologischen Gemeinschaften sowie geochemische, mikropaläontologische, isotopische und mineralogische Indikatoren heutiger Gradienten in der Temperatur, der Struktur der Deckschicht und des Nährstoffregimes kartiert werden. Gemessen an datierten Kernen ( $^{210}\text{Pb}$  und  $^{14}\text{C}$ ) sollen diese Indikatoren helfen, klimatisch bedingte Änderungen in der Intensität des Auftriebs und der vorherrschenden Windregimes sowie der Aridität im Hinterland während des Holozäns zu rekonstruieren. Das Erfassen vergangener natürlicher Variabilität im Auftrieb leistet einen Beitrag zum Verständnis kurzskaliger Klimavariationen im Holozän sowie der ökologischen Zusammenhänge im Auftriebsgebiet.

Während der Expedition werden zwei Sedimentfallenstationen auf dem oberen Kontinentalhang angefahren, um die Verankerungen aufzunehmen, zu warten und wieder auszusetzen.

*calibrate proxies that image recent nutrient cycles, establish geochemical gradients in sediments and link down-core changes to upwelling fluctuations in the Holocene.*

*Surface sediment samples will be used to map the microbiological assemblages, as well as geochemical, micropaleontological, isotopical and mineralogical indicators of recent environmental conditions. These include gradients of temperature, water column structure and physical processes at the sea floor, and the nutrient regime. Once established, the set of proxy indicators will help to reconstruct the climate control on the intensity of upwelling and the prevailing wind regime, as well as the aridity in the hinterland during the Holocene. Recording the past natural variability of upwelling is the basis for the understanding of short-term climate variations in the Holocene, as well as recognising ecological relations in the upwelling area.*

*During the expedition, two sediment trap moorings on the upper continental slope will be recovered, serviced and re-deployed.*

### **Arbeitsprogramm / working programme**

Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt in der Gewinnung von Oberflächensedimenten und Sedimentkernen in Gebieten, die vorher mittels der bordeigenen PARASOUND-Sedimentecholot und HYDROSWEEP-Fächerecholote vermessen werden.

An allen Stationen soll vor Beginn der Arbeiten am Meersgrund ein CTD-Profil gefahren werden.

An den Stationen werden Multicorer und Großkastengreifer eingesetzt, um die Oberflächensedimente zu beproben. An etwa 10 der Stationen – abhängig von den Befunden der seismischen Erkundung – werden ebenfalls Schwerelotkerne, an maximal 4 Stationen Kastenlote genommen. UW-Videokamera und Dredge werden eingesetzt,

*The main objective of the investigation is to recover surface sediments and sediment cores from areas that will initially be mapped by the ship's PARASOUND sediment echosounder and HYDROSWEEP swath sonar system before coring.*

*CTD-profiles will be taken before sediment work at all coring locations.*

*Multicorer and box corer will be used to sample the sediment surface. Approximately 10 gravity cores – depending on the results of the seismic survey – and up to 4 long box cores will be taken. Underwater videocamera and a dredge will be employed*

um die Ausbreitung der Schwefelbakterien detaillierter zu untersuchen.

Die Multicorer und Kastengreifer werden an Bord verarbeitet, beprobt und teilweise zur Gewinnung von Porenwasser genutzt. Kastenlote werden geöffnet und nach Kernansprache, Aufnahme der Farbspektren (Spektrophotometer) und der Laminationen (Scanner) sowie Probennahme für sedimentphysikalische Eigenschaften archiviert. Schwerelote werden nach der Entnahme archiviert und im landseitigen Labor verarbeitet. Die Schwerelote werden nach der Reise mit der Multisensorbahn des IOW geloggt, digital fotografiert und mit dem XRF Scanner in Bremen vermessen.

Mikrobiologische Arbeiten an Bord umfassen Probenaufbereitung und -fixierung und erste chemische Analysen. Es werden erste Zählungen, Identifikation und Isolierung der Bakterien durchgeführt. Für die Fluoreszenzmikroskopie und Identifizierung von Bakterien werden molekulare Sonden eingesetzt. Es werden experimentelle Messungen der Sulfat- und Nitratreduktion mit  $^{35}\text{S}$ - und  $^{15}\text{N}$ -markierten Isotopen sowie Untersuchung des Stoffwechsels von *Thiomargarita* mit  $^{14}\text{C}$ -Bikarbonat und  $^3\text{H}$ -Acetat vorgenommen, für die ein Isotopencontainer benötigt wird.

An zwei Sedimentfallenstationen werden die Verankerungen aufgenommen, die Proben entnommen, die Geräte gewartet und die Verankerungen wieder ausgesetzt.

Das Arbeitsgebiet liegt auf dem Shelf und oberen Kontinentalabhang vor Namibia zwischen  $20^\circ\text{S}$  und  $26^\circ\text{S}$  und erstreckt sich bis etwa 250 km vor die Küste. Die Wassertiefen der Stationen liegen zwischen 50 und 2500 m. Zehn Stationen liegen auf einem S-N-Schnitt auf dem Schelf im Auftriebsgebiet zwischen  $20^\circ\text{S}$  und  $26^\circ\text{S}$ . Außerdem sollen drei O-W-Transekte von der Küste bis ca. 2500 m Meerestiefe bearbeitet werden (s. Abbildung 3).

*to study the extent and distribution of the sulphur bacteria community.*

*Multi- and box-corer will be sampled on board and partially used for pore water extraction. Long box cores will be opened and described. The sediment colour and the lamination will be measured by spectrophotometry and colour scanning, respectively. After sampling for physical property studies, the cores will be archived. Gravity cores will be archived directly after recovery, and sampled and processed in the home laboratories. After the cruise, they will be logged by the multi-sensor core logger including digital photographing at the IOW in Rostock and measured by the XRF scanner at the University of Bremen*

*Microbiological studies onboard include the preparation and fixation of the samples and first chemical analysis. Preliminary counts, identification and isolation of bacteria will be carried out. For fluorescence microscopy and identification of bacteria molecular tests will be used. Measurements of sulphur- and nitrate reduction with  $^{35}\text{S}$ - and  $^{15}\text{N}$ -marked isotopes as well as investigations of the metabolism of *Thiomargarita* with  $^{14}\text{C}$ -bicarbonate and  $^3\text{H}$ -acetate will be performed in a suitable containerised radioisotope laboratory.*

*At two sediment trap sites the moored traps will be recovered and sampled, the traps will be checked and then re-deployed.*

*The working area is situated on the upper shelf and the continental slope off Namibia between  $20^\circ\text{S}$  and  $26^\circ\text{S}$  and extends up to about 250 km offshore. The water depths of the sites vary between 50 and 2500 m. Ten sites are arranged along a S-N-transect on the shelf in the upwelling area between  $20^\circ\text{S}$  and  $26^\circ\text{S}$ . Additionally, three E-W-transects from shallow to deep waters of up to 2500 m will be investigated (see fig. 3).*

Nach dem Auslaufen in Walvisbay werden 4 Stationen (S-5, S-4, S-3, P1-6) auf dem Weg zur südlichen Sedimentfallenstation #1 bei 25°30'S und 13°10'E angefahren, mit PARASOUND und HYDROSWEEP vermessen und beprobt. Von der Sedimentfallenstation #1 fährt das Schiff zur tiefsten Sedimentstation P1-4 und arbeitet die Sedimentstationen bis in Küstennähe ab (P1-7). Nach der Sedimentstation S-2 wird die zweite Verankerung bei 23°S und 12°20'E angefahren. Über die Station P2-5, die den seewärtigen Endpunkt des mittleren Profils darstellt, wird die seewärtige Station des nördlichen Profils die nächste Station sein. Nach Abarbeitung des Profils zum Land hin geht die Reise von Station P3-5 in Richtung Walvisbay. Auf dem Weg dorthin sind weitere 9 Stationen geplant.

*After the departure from Walvis Bay on the way south to the sediment trap site #1 at 25°30'S and 13°10'E, four sites (S-5, S-4, S-3, P1-6) will be surveyed with PARASOUND and HYDROSWEEP and cored. From the sediment trap site #1 the ship will set course to the deepest site (P1-4), and from here will work the sites aligned towards the coast (P1-7). After sediment site S-2, the second sediment trap at 23°S and 12°20'E will be visited. On the way to the northern E-W-profile, the westernmost site of the central profile will be cored. The transect in the north will be worked on going from west to east. From site P3-5 the ship will go south back to Walvisbay and will work at 9 sites close to the coast and will complete the middle E-W-transect.*

## Zeitbedarf / schedule

Stunden / hours

Auslaufen Walvisbay am 5. August 2000  
*Sail from Walvisbay August 5<sup>th</sup>, 2000*

Dampfen nach Fallenposition 1 incl. Stationszeiten  
*Steaming to trap location 1 incl. station time* 85

Dampfen nach sta. P1-1  
*Steaming to sta.P1-1* 11

Schnitt P1 incl Stationszeiten  
*Transect P1 incl. station time* 99

Dampfen nach Fallenposition 2 incl. Stationszeiten  
*Steaming to trap location 2 incl. station time* 24

Dampfen nach Sta.P3-1 incl. Stationszeiten  
*Steaming to sta.P3-1 incl. station time* 31

Schnitt P3 incl. Stationszeiten  
*Transect P3 incl. station time* 55

Dampfen Sta.P2-4 incl. Stationszeiten  
*Steaming to sta.P2-4 incl. station time* 39

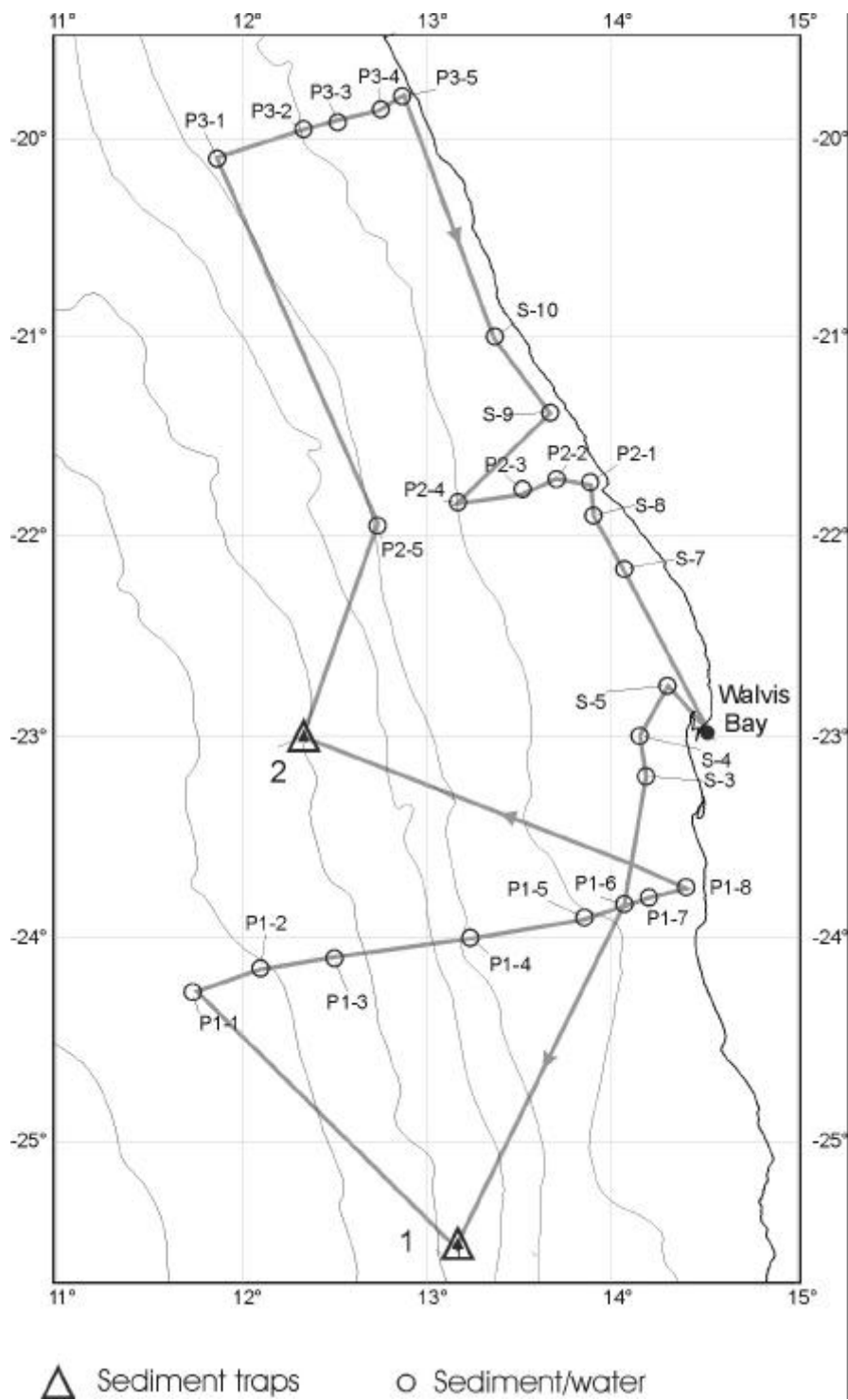
Schnitt P2 incl. Stationszeiten  
*Transect P2 incl. station time* 52

Dampfen nach Walvisbay incl. Stationszeiten  
*Steaming to Walvisbay incl. station time* 32

Reserve  
*Contingency* 4

Einlaufen in Walvisbay am 23. August 2000  
*Port call in Walvisbay August 23<sup>rd</sup>, 2000*

Gesamt / total 432 h = 18 Tage / days



**Abbildung 3:** Fahrtroute und Arbeitsgebiet des Abschnittes M48-2

**Figure 3:** Cruise track and working area of Meteor cruise leg M48-2

**Fahrtabschnitt / leg M48-3**  
**Walvisbay - Walvisbay**

**Wissenschaftliches Programm / *Scientific objectives***

Die Untersuchung der Ausbreitung von Oberflächen- und Zentralwasser im Südostatlantik haben eine sehr komplizierte Wechselwirkung des äquatorialen Stromsystems und der zum subtropischen Wirbel gehörenden Zweige der Zirkulation gezeigt. Diese Wechselwirkung wird in starkem Maße durch die Nähe der Küste geprägt.

Das übergreifende Ziel der Untersuchungen ist es, die Einbindung des Angola- und Benguelastroms in das südostatlantische Zirkulationssystem, bestehend aus dem südatlantischen Wirbel und dem äquatorialen Stromsystem zu untersuchen. Dabei steht die Kopplung zwischen den Stromzweigen durch den Angola Dom und seine Reaktion auf das vorherrschende Windfeld im Vordergrund. Darüber hinaus wird durch den Auftrieb im Benguela ein intensiver Stoffkreislauf angeregt, der sich durch die Zirkulation und die biochemischen Prozesse im Meer über ein weites Gebiet verteilt und vielfach modifiziert wird

Die ozeanographischen Feldmessungen zielen darauf ab,

- Lage und Form des südöstlichen Angola Wirbels sowie den Einfluss des großräumigen Windfeldes auf seine Bildung und Variabilität zu verstehen. Weiterhin soll untersucht werden, welchen Anteil der Angoladom an der Kopplung zwischen dem äquatorialen Stromsystem und dem Angolastrom hat.

- die Position der Angola-Benguela Front in Abhängigkeit vom Massentransport des Angolastroms und der Intensität der meridionalen Windkomponente entlang des afrikanischen Schelfes zu bestimmen.

- den Wassermassenaustausch zwischen

The investigation of the surface and central water spreading in the South East Atlantic has shown a complex interaction of the equatorial current system with the different branches of the circulation associated with the subtropical gyre. This interaction is strongly influenced by both the wind pattern and the coast.

The objectives of the investigations during cruise M48/3 are to study the integration of the Angola and Benguela current into the circulation system of the South East Atlantic consisting of the subtropical gyre and the equatorial current system with emphasis on the coupling of the different branches of the current system by the Angola gyre and their response to the wind field. The upwelling in the Benguela drives an intense flux of matter distributed over a wide area by the circulation which is modified by biochemical processes in the ocean.

The aims of the oceanographic field measurements are:

- to understand the location and the structure of the south-eastern Angola gyre and its variability in response to the large scale wind field as well as to study the role of the Angola gyre in coupling of the equatorial currents and the Angola current.

- to estimate the location of the Angola-Benguela front in relation to the mass transport of the Angola current and the intensity of the meridional wind component along the shelf of South West Africa.

dem Bereich des Angolastroms und des Benguelastroms zu ermitteln.

- die küstennormale Struktur der Tiefenströmung vor dem afrikanischen Schelf im Bereich des Kerns des AAIW und ihre Einbindung in die beckenweite Zirkulation zu untersuchen

### **Nährstoffe und Sauerstoff**

Im Vordergrund der Nährstoffmessungen sollen Untersuchungen zum Sauerstoffhaushalt stehen, da die suboxischen und hypoxischen Gebiete dieser Region erheblich Einfluss bis in den Bereich des namibischen Schelfes haben. Die sauerstoffarmen Wassermassen aus dem Bereich des Angoladoms werden südwärts transportiert und können in den Auftriebsgebieten bis an die Oberfläche gelangen. Zum Verständnis des Sauerstoffhaushalts ist die Kenntnis der Verteilung der Nährstoffkonzentrationen erforderlich. Darüber hinaus soll die Vermischung der charakteristischen Wassermassen sowie ihre Variabilität mit Hilfe der Nährstoffuntersuchungen ergänzend untersucht werden.

### **Phytoplankton**

Die Produktivität und Verteilung des Phytoplanktons steht in engem Zusammenhang mit der Variabilität der Schichtung, des Auftriebs und der Zirkulation im Untersuchungsgebiet. Das Phytoplankton ist als partikuläre Phase eine wesentliche Komponente des Nährstoffkreislaufs. Durch seine horizontale Verdriftung, Absinken und Remineralisation ist es ein wichtiger Faktor des Sauerstoffhaushalts.

Ein Ziel der Untersuchungen besteht darin, die Rolle des Phytoplanktons bei der Bildung der sauerstoffarmen Wassermassen im Bereich des Angoladoms zu klären. Darüber hinaus soll die Zusammensetzung des Phytoplanktons im Zusammenhang mit physikalischen und chemischen Parametern zur Charakterisierung der Wasserkörper und ihrer Herkunft herangezogen werden. Von Interesse ist auch

- to estimate the exchange of mass and matter between the area of the Angola and the Benguela current.

- to study the structure of the current off the shelf at the core depth of the Antarctic Intermediate Water (AAIW) and to understand the integration of this current into the basin wide circulation.

### **Nutrients and oxygen**

The main goal of the nutrient measurements is to study their contribution to the oxygen budget of the area. Suboxic and hypoxic waters have a significant impact on the ecosystem in the area of the Angola Dome as well as in the waters on the Namibian shelf. The oxygen depleted water is transported poleward from the Angola Dome area along the shelf and can surface even in nearshore waters. In order to understand the oxygen budget, the distribution of the nutrients has to be known. The investigation of the mixing of different water masses shall be supplemented by nutrient measurements.

### **Phytoplankton**

Productivity and distribution of phytoplankton is closely related to the variability of stratification, upwelling and circulation of the area. The phytoplankton as particulate phase of nutrients is an important part of the nutrient cycle and has a substantial impact on the oxygen budget by its horizontal advection, sinking, and remineralisation.

An important goal of the investigations is to understand the role of phytoplankton in the generation of oxygen depleted water masses in the area of the Angola Dome. Moreover, the abundance determination of different plankton species shall

die Frage, ob ein aus Picoplanktern bestehendes tiefes Chlorophyllmaximum (in 100-200 m) zu beobachten ist und wie es verteilt ist.

### **Zooplankton**

Wassermassen sowie ihre Grenzen und Übergänge sind durch charakteristische Zooplanktongemeinschaften gekennzeichnet. Das spiegelt sich in der taxonomischen Artzusammensetzung, dem Auftreten bestimmter taxonomischer Gruppen und eingeschränkt auch in den Größenklassen wider. Veränderte Artzusammensetzung einer Population bedingt auch eine andere Funktion des Zooplanktons im Nahrungsnetz (Herbivore, Karnivore). Die Zooplanktonuntersuchungen zielen darauf ab, die Artenzusammensetzung im Bereich des Angolastroms, des Benguelastroms und des Angola Domes zu bestimmen und charakteristische Regionen zu identifizieren. In diesen Regionen sollen funktionelle Unterschiede im Nahrungsnetz, im Stoffumsatz und in der Zooplanktonproduktivität bestimmt werden.

### **Spurenmehalle**

Die geplanten Untersuchungen zielen auf das bessere Verständnis des Cadmium-Haushalts in der Wassersäule vor der Küste SW Afrikas. In diesem Zusammenhang soll geklärt werden, in welchem Maß Cadmium durch die Flußwasserfahne des Kongo in das Untersuchungsgebiet transportiert wird und welchen Anteil Einträge aus den Sedimenten an den hohen Cadmiumkonzentrationen im Oberflächenwasser haben.

supplement the identification of water masses by hydrographic and chemical parameters. Emphasis shall be put on the existence and shape of a deep chlorophyll-a maximum (at 100-200 m) consisting of picoplankton.

### **Zooplankton**

The different water masses, their boundaries and transition zones are characterised by typical zooplankton communities. This is mirrored by species composition, by taxonomic groups and partly by size classes. The differences in species composition imply changes in the function of zooplankton in the food web (herbivores, carnivores). The zooplankton investigations aim at the estimation of species composition in the area of the Angola current, the Benguela current and the Angola Dome and to identify characteristic regions. The differences in the functionality in the food web, metabolism and zooplankton productivity shall be estimated.

### **Trace metals**

The investigations of trace metals aim at a better understanding of the cadmium budget in the waters off South West Africa. In this context it shall be revealed how much cadmium is being transported by the Congo river plume into the study area and how large the cadmium flux is from the sediments into the water column.

## **Arbeitsprogramm / working programme**

Die Zielstellung auf M48/3 erfordert die Messung der Strömung sowie hydrographischer, chemischer

The goals of the cruise M48/3 require measurements of currents, hydrographic, chemical and biological



und biologischer Parameter in einem Bereich, der sich vom Auftriebsgebiet des Benguelastrom bis zum nördlichen Rand des Angolastroms erstreckt. Die zonalen Begrenzungen des Untersuchungsgebietes bilden der Schelf und der östliche Rand des Benguelastroms im offenen Ozean. Sowohl die kontinuierlichen als auch die Stationsmessungen werden auf einer Reihe küstensenkrechter Schnitte durchgeführt.

Auf den Stationen werden Profile von Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Fluoreszenz im Chlorophyll-a Bereich und die Mie-Streuung von Partikeln zusammen mit dem Strömungsprofil bis maximal 1200m Wassertiefe mit einer CTD gemessen, die mit einem LADCP kombiniert wird. Während des Hievs werden 5 l Wasserproben mit Schöpfern aus 12 Tiefenniveaus für die Bestimmung des Nährstoffs-, Plankton- und Cadmiumgehalts genommen.

Während der gesamten Fahrt wird die Feinstruktur von Temperatur und Salzgehalt in der Oberflächenschicht kontinuierlich mit dem Thermosalinographen des Schiffes gemessen. Gleichzeitig wird der Nährstoffgehalt von angesaugtem Oberflächenwasser mit einem Autoanalyser kontinuierlich bestimmt. Das Vertikalprofil der Strömung wird in den oberen 500 m der Wassersäule mit dem schiffsgebundenen ADCP gemessen. Die Intensität des zurückgestreuten Schalls, die auch ein Maß für das in den oberen Wasserschichten enthaltene Zooplankton ist, soll für kontinuierliche Zooplanktonregistrierung benutzt werden.

Im küstennahen Teil des Angolastroms, sowie in küstennahen und im von der Küste abgelösten Teil des Benguelastroms sollen drei Oberflächendrifter des WOCE Typs ausgebracht werden, die den Transport des Oberflächenwassers über einen längeren Zeitraum verfolgen.

parameters in an area bounded by the northern parts of the Benguela upwelling in the south and the Angola Dome in the north. The cruise area stretches in zonally between the eastern rim of the Benguela in the open ocean and the coast. Measurements are performed on stations as well as underway along several sections aligned normally to the coast.

Profiles of temperature, salinity, oxygen, fluorescence in the chlorophyll-a range and Mie backscattering of light will be measured together with the current profile to a maximum depth of 1200 m by a CTD combined with a LADCP. During the ascending of the CTD 5 l water samples will be taken by a Rosette bottle sampler in 12 depth levels for analysis of nutrients, phytoplankton and cadmium content.

Temperature and salinity in the surface layer are measured continuously by the thermosalinograph of the research vessel. Simultaneously, nutrients will be measured by an autoanalyser provided continuously with water from the surface layer. The current profile in the upper 500 m of the ocean will be measured by the vessel mounted ADCP. The backscattering intensity measured by the ADCP shall be correlated with the abundance of zooplankton.

Large scale properties of the circulation will be estimated by WOCE type surface drifter. One will be released in the coastal branch of the Benguela, one in the ocean branch of the Benguela, and one in the Angola current.

Die kontinuierlichen Messungen der Bordwetterwarte werden zur Validation der aktuellen ERS-2 Windfelder der Region herangezogen, mit denen der Ekmantransport bestimmt und die Anregung der geostrophischen Strömung durch die Rotation der Windschubspannung ermittelt werden soll.

In den mit dem Rosettenschöpfer gewonnenen Wasserproben werden die anorganischen Nährstoffe Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat und Silikat untersucht. Die Probennahme wird sich vor allem auf den Bereich der Deckschicht zwischen 0 m und 100 m konzentrieren, da hier die größten Variabilitäten auftreten. Darunter werden weitere Tiefenniveaus bis 1200 m beprobt, um die gesamte Wassersäule bis zu dieser Tiefe zu erfassen. Um eine verbesserte räumliche Beschreibung der Nährstoffverteilung im Oberflächenbereich zu erreichen, wird zusätzlich ein automatischer Nährstoffanalysator eingesetzt, der mit einer zeitlichen Auflösung von etwa 8 Minuten Probenwasser aus dem Oberflächenbereich untersucht. Zusätzlich zu den Sauerstoffregistrierungen des CTD-Sensors wird der Sauerstoffgehalt in den gewonnenen Wasserproben titrimetrisch bestimmt. Das ist besonders für den Tiefenbereich zwischen 100 m und 400 m erforderlich, wo sehr geringe Konzentrationen von weniger als 1ml/l zu erwarten sind.

Für das Phytoplanktonprogramm werden Wasserproben aus unterschiedlichen Tiefen (insbesondere aus 0-20 m) genommen und Phytoplanktonbiomasse sowie Chlorophyllgehalt bestimmt. In Inkubationsexperimenten an Deck wird die potentielle Primärproduktion gemessen. Die Lichtintensität wird kontinuierlich aufgezeichnet (Tagesgang) und durch Unterwasser-Lichtmessungen und Messungen der Sichttiefe (Secchi-Scheibe) ergänzt.

Das Netz der Probennahmestationen soll im Gebiet

Meteorological data continuously measured by the ship weather station will be used for the validation of the satellite wind measured by ERS-2 in the area. Ekman transports and the generation of geostrophic currents by wind stress curl shall be studied by means of satellite born wind measurements.

Water samples taken by the Rosette water sampler in selected depth levels are analysed for the inorganic nutrients ammonia, nitrite, nitrate, phosphate and silicate. The water samples will be taken to a depth of 1200 m but a denser sampling will be performed in the upper 100 m since the variability is higher there. An automatic autoanalyser will be used to measure the nutrient content of surface water with a sampling time of 8 min along the track of the ship. These measurements provide the horizontal fine scale distribution of nutrients in the surface layer. The oxygen content of water samples will be estimated by Winkler titration. The results can be used for the validation of oxygen profiles measured by the CTD. This has been proven to be important in particular in the oxygen depleted water between 100 m and 400 m depth.

The analysis of water samples for biological parameters will be focused to the surface mixed layer. From these samples the phytoplankton concentration, chlorophyll-a and potential primary production ( by deck incubation) will be estimated. Additionally, the intensity of the day light will be measured continuously supplemented by under water light measurements on stations.

der Fronten am dichtesten sein. Bei Auftreten eines tiefen Fluoreszenzmaximums bei etwa 200 m Tiefe erfolgt eine engere vertikale Beprobung. Experimente mit vermischten Wasserkörpern werden an Deck in 4 Fässern zu je 100 Litern durchgeführt.

Zur Bestimmung der Zusammensetzung, der Abundanz, der Biomasse und der metabolischen Aktivität bzw. des Wachstums werden Zooplanktonproben in fünf Größenklassen (55-100, 100-200, 200-500, 500-1000, >1000  $\mu\text{m}$ ) gewonnen. Die Probenentnahme zur Feststellung der horizontalen Verteilung erfolgt mit einem kombinierten Bongonetz (4 Netze, 4 Maschenweiten) auf etwa jeder zweiten Station in den oberen 30 m.

Auf ca. 4 Stationen werden Vertikalprofile in 5 Tiefenstufen bis maximal 500 m Wassertiefe genommen. Diese Stationen liegen im Bereich des Angolastromes, der Region des Benguelastromes vor der Schelfkante, im ozeanischen Bereich und im Gebiet des Angola Domes. Für die Korrelation der vom schiffsgebundenen ADCP gemessenen Intensität der akustischen Rückstreuung mit der Abundanz des Zooplanktons werden Vergleichshohls mit dem Multinetz in ausgewählten Tiefenniveaus bis in 200 m Tiefe durchgeführt.

Zur Bestimmung des vertikalen Profils des Cadmiumgehalts in der Wassersäule werden auf den Stationen Wasserproben mit der für die Spurenmetallprobenahme präparierten IOW-Rosette genommen. Darüber hinaus soll der Cadmiumgehalt von Sedimentproben analysiert werden, die während des Fahrtabschnitts M48/2 gewonnenen werden.

In case of occurrence of deep fluorescence maximum in the CTD data additional water samples from the corresponding depth range will be analysed for biological parameters. The station net of biological sampling will be condensed near fronts. Plankton growth experiments will be performed in 4 tanks of 100 l each which are located on the working deck of the research vessel.

Zooplankton samples will be taken by Bongo net (4 nets with 4 mesh sizes) towed in the upper 30 m of the water. The samples will be analysed for species composition, abundance, biomass and metabolism in five size fractions (55-100, 100-200, 200-500, 500-1000, >1000  $\mu\text{m}$ ).

Vertical profiles of zooplankton will be taken at 5 levels down to 500 m depth on 4 selected stations located in the Angola Dome area, the Angola current, the shelf, and the oceanic branch of the Benguela. Multinet hauls shall be performed at selected depths down to 200m in order to correlate ADCP backscattering intensity with zooplankton abundance.

Water samples taken by the Rosette water sampler will be analysed for their cadmium content in order to obtain the vertical cadmium profile. Moreover, sediment samples taken during the cruise M48/2 will be analysed for their cadmium content.

## **Zeitbedarf / schedule**

Stunden / hours

Auslaufen Walvisbay am 26. August 2000  
*Sail from Walvisbay August 26<sup>th</sup>, 2000*

Dampfen nach Namibe / Angola

**Steaming to Namibe / Angola 54**

**Hafenaufenthalt in Namibe**

**Port call in Namibe 12**

*Dampfen zum Beginn des Schnittes*

**Steaming to start of transect 40**

*Stations- und Dampfzeiten*

**Station work and steaming 386**

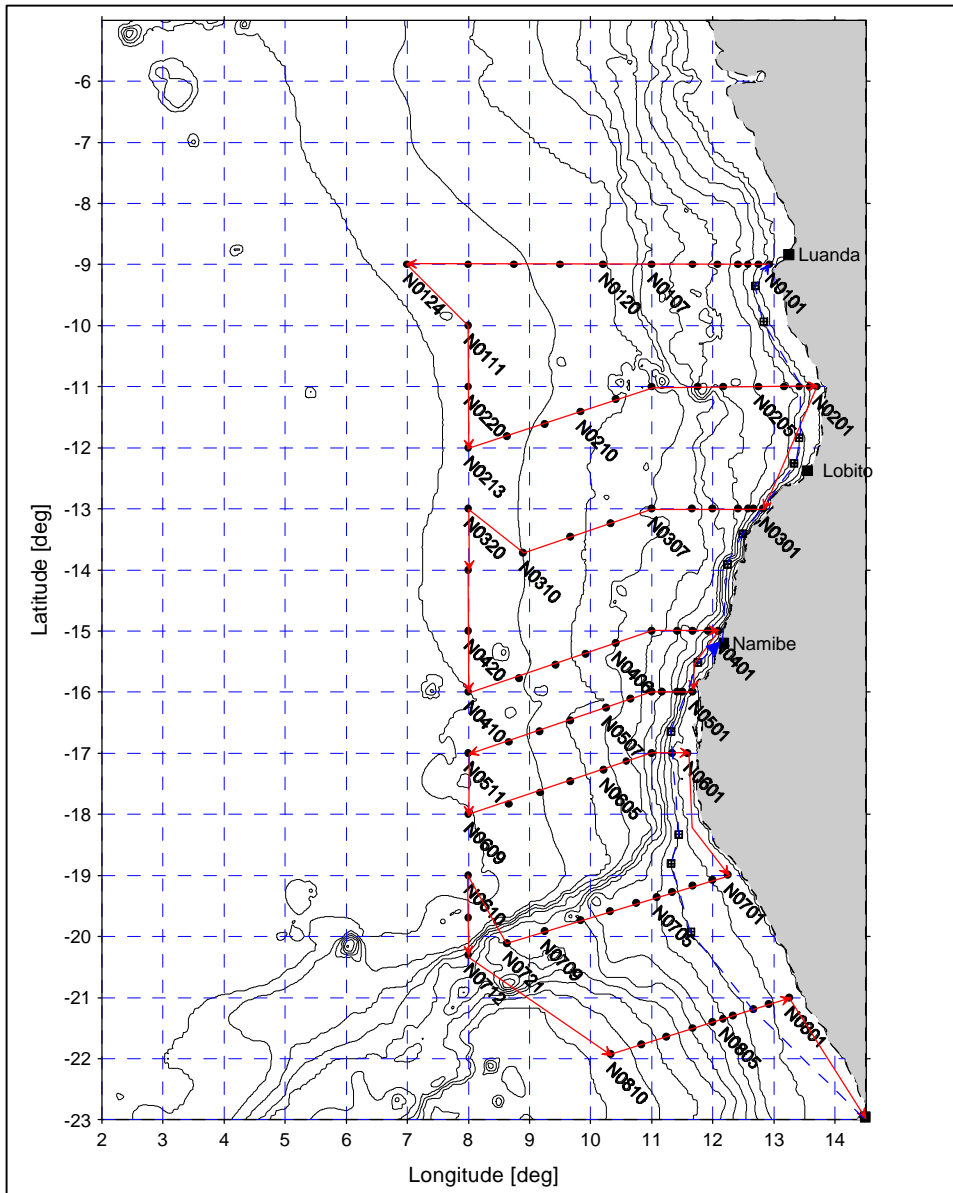
*Ablaufen nach Walvisbay*

**Steaming to Walvisbay 12**

*Einlaufen in Walvisbay am 16. September 2000*

*Port call in Walvisbay September 16<sup>th</sup>, 2000*

Gesamt / total 504 h = 21 Tage / days



**Abbildung 4:** Fahrtroute und Arbeitsgebiet des Abschnittes M48-3  
**Figure 4:** Cruise track and working area of Meteor cruise leg M48-3



Walvisbay - Walvisbay

Wissenschaftliches Programm / Scientific objectives

Meereschemie – Spurenelementkreisläufe

Das Auftriebsgebiet vor Namibia zeichnet sich aus durch eine sehr hohe biologische Produktion und einen vergleichsweise niedrigen atmosphärischen Eintrag von Spurenelementen. Die Untersuchung des Einflusses von auftriebsbedingten Prozessen im Gebiet vor Namibia auf die Verteilung von Spurenelementen in der Wassersäule und ihren Transport von der photischen Schicht in die Sedimente bildet den allgemeinen Schwerpunkt der Reise. Im besonderen soll die Verfügbarkeit von produktionslimitierenden Spurenelementen wie Fe, Co, etc. in der Deckschicht unter Bedingungen starker Sedimentation untersucht werden.

Die Wechselwirkung zwischen Partikeln und Lösung ist ein Schlüsselprozess für die biogeochemischen Kreisläufe von Elementen im Meer. Hauptsächlich die Aufnahme in partikuläres Material und nachfolgendes Absinken (scavenging) reguliert die chemische Zusammensetzung von Meerwasser. Dieser Vorgang hält die Konzentrationen zahlreicher chemischer Elemente relativ niedrig, von denen viele deshalb auch als Spurenelemente bezeichnet werden. Das partikuläre Material besteht aus (i) suspendiertem partikulärem Material (SPM) mit großen Oberflächen aus biogenen und terrestrischen Quellen, welches als kaum sinkend angenommen wird, und (ii) den relativ schnell sinkenden, großen Partikeln, die den vertikalen Transport in Richtung des Sedimentes bewirken.

Vergleiche der Spurenelementzusammensetzung und -verteilungen in den verschiedenen Phasen (gelöst, suspendiert, sinkend) ermöglichen wichtige Rückschlüsse sowohl auf Transport- und Sorptionsmechanismen als auch auf das allgemeine geochemische Verhalten dieser Elemente im Ozean. Viele der hier untersuchten Spurenelemente (mit Fe als prominentem Beispiel) sind essentiell

Marine chemistry – Trace element cycling

*The upwelling region off Namibia is characterised by extremely high biological production and relatively low rates of atmospheric deposition of trace elements. Thus, to investigate the impact of this upwelling system on the distribution of trace elements in the water column and their transport from the photic layer towards the sediments is the focus of this cruise in general. Studies of the availability of the essential trace metals and their possible role as productivity limiting micronutrients under conditions of strong removal processes is one of the particular research interests.*

*Particle-solute interaction is a key process in the biogeochemical cycling of the chemical elements in the ocean. Transformation into and uptake onto particulate matter together with subsequent sinking mechanisms (scavenging) exerts major control on the chemical composition of seawater. These processes keep the concentrations of many elements in seawater rather low, many of which are, thus, called trace elements. The pool of marine particles comprises (i) suspended particulate matter (SPM) which is supposed to consist of almost non-sinkable biogenic and terrestrial particulates with a large surface area and (ii) the relatively fast sinking particles, responsible for the vertical transport towards the sediments.*

*Comparison of the trace element composition and the distribution of the different phases (dissolved, suspended, sinking) allow conclusions on transport and sorption mechanisms as well as on the general geochemical behavior of these elements in the ocean. With Fe being a*

für die marine Produktion, und damit auch für den biologisch induzierten Partikelfluss in der Wassersäule. Die hier untersuchten Spurenelemente decken einen breiten Bereich chemischer Eigenschaften ab, was es erlaubt, die relevanten biogeochemischen Prozesse in größerem Detail zu studieren.

Im Gegensatz zu dem Auftriebsgebiet von Nordwest-Afrika, wo starke biologische Produktivität zusammenfällt mit hohen Depositionsraten von Stäuben aus den Trockengebieten der Sahara und Sahel-Zone, kann im namibischen Auftrieb die „reine“ Wirkung der biotischen Prozesse auf die Spurenelementverteilung erforscht werden.

#### Radionuklid-Geochemie

Übergeordnetes Ziel der Radioisotopenuntersuchungen ist festzustellen, welchen Einfluss die Bioproduktivität (bzw. der Partikelfluss), die Partikelzusammensetzung sowie die Hydrographie auf die Verteilung natürlicher Radionuklide ( $^{230}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{234}\text{Th}$ ,  $^{231}\text{Pa}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ) und der radiogenen Isotope (Nd) in der Wassersäule und in den Sedimenten des Kap- und Angola-Beckens haben. Während im Nordatlantik und im Bereich der Antarktis (Atlantischer Sektor) schon viele Informationen zu diesem Themenkomplex vorliegen, fehlen solche für das Auftriebsgebiet vor Namibia. Desweiteren soll anhand von Porenwasseruntersuchungen der Zusammenhang zwischen authigener Urananreicherung und Urandiffusion in die Sedimente in Abhängigkeit von der Primärproduktion erforscht werden.

*prominent example, many of the trace elements studied here are essential for marine life, and thus also for the biologically induced particle flux within the water column. The trace elements which are studied during this project cover a broad range of chemical properties, enabling to investigate the relevant biogeochemical processes in greater detail.*

*In contrast to the upwelling system off Northwest Africa, where high biological productivity is accompanied by high rates of dust deposition, it is possible to study the sole biological effect on the trace element cycling in the upwelling system off Namibia. Thus, the study will contribute to a comparison of these two differing upwelling systems with respect to element cycling.*

#### Radionuclide geochemistry

*The major objective of the radioisotopic investigation is to determine the effects of bioproduktivität (or particle flux), of the composition of the particle flux and the influences of hydrography on the distribution of radioisotopes ( $^{230}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{234}\text{Th}$ ,  $^{231}\text{Pa}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ , Nd.) in the water column and in the sediments of the Angola and Cape basins. Whereas there is much information about these effects already available in the North Atlantic and in the Atlantic sector of the Antarctic ocean, no such studies have been conducted in the upwelling region off Namibia. Furthermore, based on pore water measurements in sediments, the relations between primary productivity authigenic uranium enrichment and uranium diffusion will be investigated.*



Im einzelnen stehen folgende Fragestellungen während der Meteor-Fahrt im Vordergrund:

- Boundary Scavenging im Bereich des Auftriebsgebietes vor Namibia und sein Einfluss auf die Verteilung natürlicher Radionuklide in der Wassersäule und in den Sedimenten.
- Fraktionierung von  $^{231}\text{Pa}$  und  $^{230}\text{Th}$  in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Partikel.
- Unterschiede in der Verteilung natürlicher Radionuklide zwischen dem Angola und dem Kap-Becken.
- Ableitung von Partikelaustauschraten (Adsorptions-, Desorptionsraten, Aggregations-, Disaggregationsraten).
- Diffusion von Uran,  $^{210}\text{Pb}$  und Nd in die Sedimente in Abhängigkeit von der Primärproduktion bzw. Sediment-Frühdiagenese.
- Beitrag zur Bilanz von  $^{231}\text{Pa}$  im Atlantischen Ozean; Unterschied zwischen rezenter Situation und der im letzten Glazial (mit Konsequenzen für NADW Zirkulation im LGM)
- Verteilung von Neodym in der Wassersäule des Südatlantiks

*More specifically, the following objectives will be investigated during the Meteor cruise:*

- *the effect of boundary scavenging in the upwelling area off Namibia on the distribution of  $^{231}\text{Pa}$  and  $^{230}\text{Th}$  in the water column and in the sediments*
- *fractionation of  $^{231}\text{Pa}$  and  $^{230}\text{Th}$  in relation to the composition of particles*
- *differences in the water column distribution of the radioisotopes between the Angola and Cape basins*
- *determination of particle exchange rates (adsorption and desorption rates, aggregation and disaggregation rates)*
- *diffusion of uranium,  $^{210}\text{Pb}$  and Nd in the sediments in relation to primary productivity and/or sediment diagenesis*
- *contribution to the mass balance of  $^{231}\text{Pa}$  in the Atlantic Ocean; differences between Recent and last glacial situation (and related consequences for NADW circulation in LGM)*
- *distribution of neodym in the water column of the South Atlantic*

### **Kalkiges Nanoplankton**

Planktonorganismen bilden die Basis der marinen Ökosysteme. Sie sind in ihrem Vorkommen und ihrer Zusammensetzung unmittelbar von der Hydrographie der Wassermassen abhängig. Ihre fossilen Reste stellen so wichtige Indikatoren für die Rekonstruktion früherer Umweltverhältnisse dar. Ziel der Arbeiten ist es daher, Vorkommen und Zusammensetzung der Coccolithophoriden-Gemeinschaften in der Auftriebsregion vor Namibia zu erfassen, um so bessere Aussagen über die paläozeanographische und -klimatische Entwicklung des Spätquartärs mithilfe von Coccolithen zu erlangen.

### **Calcareous nanoplankton**

*Coccolithophores together with other planktonic organisms form the basis of marine ecosystems. The occurrence and distribution of coccolithophores is directly dependent on the hydrography of the water masses. Their fossil remains are therefore important indicators for the reconstruction of previous ecological conditions of the water masses. The main goal of the present research is to study the ecological conditions for the composition and distribution of coccolithophore communities in the upwelling area off Namibia in order to broaden our knowledge of the paleoceanographic and climatic evolution of the late Quaternary coccolith assemblages.*

## Spurenelemente

Entlang zweier Schnitte vom Auftriebsgebiet bis zu den Referenzstationen im offenen Südatlantik sollen die Verteilungen von gelösten und suspendierten Spurenelementen m.H. von GoFlo<sup>®</sup>-Wasserschöpfern bzw. in-situ-Pumpen bestimmt werden. Ebenso soll die Auftriebszone vor der namibischen Küste detailliert untersucht werden. Dabei stehen produktionsrelevante Element wie Eisen, Zink, Nickel und Cobalt sowie die durch Scavenging dominierten Element Aluminium, Blei, Mangan und andere im Zentrum der Untersuchungen. An ausgewählten Stationen sollen mit dem Multicorer Sediment- und Porenwasserproben genommen werden, um die Abbildung des vertikalen Stofftransportes aus der Wassersäule hinaus zu dokumentieren.

Für die meisten Spurenelemente werden Proben genommen und für die spätere Analyse konserviert. Zusätzlich sollen gelöstes Aluminium und Eisen sowie Sauerstoff und die Nährstoffe bereits an Bord bestimmt werden. Die Untersuchungen konzentrieren sich auf die obere Wassersäule bis in die Thermokline, eine Beprobung bis zum Boden beschränkt sich auf wenige Stationen, hauptsächlich im Bereich des Auftriebs-Zentrums sowie des Angola- und des Kap-Beckens. Diese Stationen dienen a) zum Vergleich mit den küstennahen Stationen, b) der Kombination mit zwei Stationen der IOC Baseline Study im Südatlantik, und c) dem Vergleich mit Fallendaten an der Station 20°S/09°E, für die bereits ein Jahresgang von partikulären Spurenelementflüssen vorliegt.

Die Arbeiten werden in enger Zusammenarbeit mit den anderen beteiligten Arbeitsgruppen durchgeführt, die Probenahme erfolgt teilweise gleichzeitig bzw. Geräte werden gemeinsam genutzt. Für eine spätere Auswertephase ist die Modellierung der Spurenelementverteilungen vorgesehen.

## Trace elements

*The distributions of dissolved and particulate trace elements will be determined along two transects from the upwelling zone towards the reference locations in the open South Atlantic by means of GoFlo<sup>®</sup> sampling bottles and in-situ pumps, respectively. Also, the upwelling region off the Namibian coast will be studied. Investigations focus on elements relevant to biological production such as iron, zinc, nickel, and cobalt as well as on the scavenging-dominated elements aluminium, lead, manganese and others. The imprint of the vertical material transport on the underlying solid sediments and porewater fluxes will be determined by taking multi corer samples which will be collected at selected stations .*

*For most trace elements, samples will be collected and preserved for later analysis. Additionally, dissolved aluminium and iron as well as oxygen and nutrients will be determined on board. Investigations focus on the upper water column down into the thermocline, sampling to the bottom will be restricted to some selected locations mainly in the main upwelling region and in the Angola and Cape basin. These stations serve a) as comparison stations for the coastal locations, b) in combination with the two stations of the IOC South Atlantic baseline study, and c) for comparison with trap data obtained at 20°S/09°E where an annual set of particulate trace element fluxes already exists.*

*All efforts will be carried out in close collaboration with the other groups onboard, some sampling will be done simultaneously and devices will be used commonly. For a later phase, evaluation of results by means of modelling is intended. Here, the temporal*

Hierbei sind besonders die aus den Radionukliduntersuchungen zugänglichen zeitlichen Informationen bedeutsam.

*information gained from the radionuclide studies will be especially important.*

### **Radionuklid-Geochemie**

Entlang zweier Schnitte vom Küstenauftriebsgebiet vor Namibia bis zu Referenzstationen im offenen Ozean soll mit Hilfe von Wasserschöpfern in ca. 8 Tiefenstufen die Wassersäule beprobt werden. Ergänzt werden diese -Profile durch den Einsatz der in-situ-Filtrationspumpen. Hierdurch sollen in den gleichen Tiefenstufen die partikulären Konzentrationen gewonnen werden.

### **Radionuclide geochemistry**

*Along two transects from the upwelling area off Namibia to reference stations in the open ocean water column sampling in up to eight depth levels will be performed using Niskin bottles. At corresponding water depths, in-situ filtration pumps will be deployed for the determination of particulate radioisotope concentrations.*

Mit Hilfe von Multicorern werden Sedimente an den Wasserstationen gewonnen. Zum einen werden die Sedimente für Radionukliduntersuchungen ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{231}\text{Pa}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ) beprobt. Zum anderen soll über die gesamte Länge der Multicorer-Sedimentkerne Porenwasser gewonnen werden.

*At the water column stations sediments will be sampled using multicorer. Sediments will be sampled for the determination of radioisotopes. Furthermore, pore water depth profiles will be obtained.*

### **Kalkiges Nanoplankton**

### **Calcareous nanoplankton**

Der Schwerpunkt der geplanten Arbeiten während der Reise wird auf der horizontalen und vertikalen Beprobung der Wassermassen liegen. Im Einzelnen ist folgende Beprobung geplant:

*The focus of research interest during Cruise will be placed on the horizontal and vertical sampling of water masses. The following samples will be taken:*

Wasserproben (GoFlo-Schöpfer) in mehreren Tiefen für Coccolithophoriden-Untersuchungen zwischen 0 und 250 m Wassertiefe;	w a t e
während der Dampfzeiten sollen mithilfe der Bordmembranpumpe zusätzlich Planktonproben aus dem Oberflächenwasser gewonnen werden;	r s a
Sedimentoberflächen aus Multicorern.	m p l e s
	( G o F

*l  
o  
)*

*f  
r  
o  
m*

*s  
e  
v  
e  
r  
a  
l*

*d  
e  
p  
t  
h  
s*

*f  
o  
r*

*c  
o  
c  
c  
o  
l  
l  
i  
t  
h  
o  
p  
h  
o  
r  
e*

*s  
t  
u  
d  
i  
e  
s*

*i*  
*n*

*t*  
*h*  
*e*

*u*  
*p*  
*p*  
*e*  
*r*

*2*  
*5*  
*0*  
*m*

*o*  
*f*

*t*  
*h*  
*e*

*w*  
*a*  
*t*  
*e*  
*r*

*c*  
*o*  
*l*  
*u*  
*m*  
*n*  
;

*additional plankton samples from surface  
water will be taken with using the sea-  
water pump while steaming;  
surficial sediments from multi corer hauls.*

## Zeitbedarf / *schedule*

Stunden / *hours*

Auslaufen Walvisbay am 19.September 2000  
*Sail from Walvisbay September 19<sup>th</sup>, 2000*

Schnitt nach 20°S/09°E, Stations- und Dampfzeit  
*Transect to 20°S/09°E, steaming and station time* 56

Schnitt 1 / *Transect 1*

Dampfen nach 28°S/0°E,  
*Steaming to 28°S/0°E* 69

Stationszeit während des Schnittes  
*Station time along transect* 96

Schnitt 2 / *Transect 2*

Dampfen nach 35°S/05°E,  
*Steaming to 35°S/05°E* 50

Stationszeit während des Schnittes  
*Station time along transect* 23

Schnitt 3 / *Transect 3*

Dampfen nach 24°S/13°E,  
*Steaming to 24°S/13°E* 78

Stationszeit während des Schnittes  
*Station time along transect* 106

Schnitt auf den Schelf, Stations- und Dampfzeit  
*Transect towards shelf, steaming and station time* 26

Einlaufen in Walvisbay am 10.Oktober 2000  
*Port call in Walvisbay October 10<sup>th</sup>, 2000*

Gesamt / *total* 504 h = 21 Tage / *days*

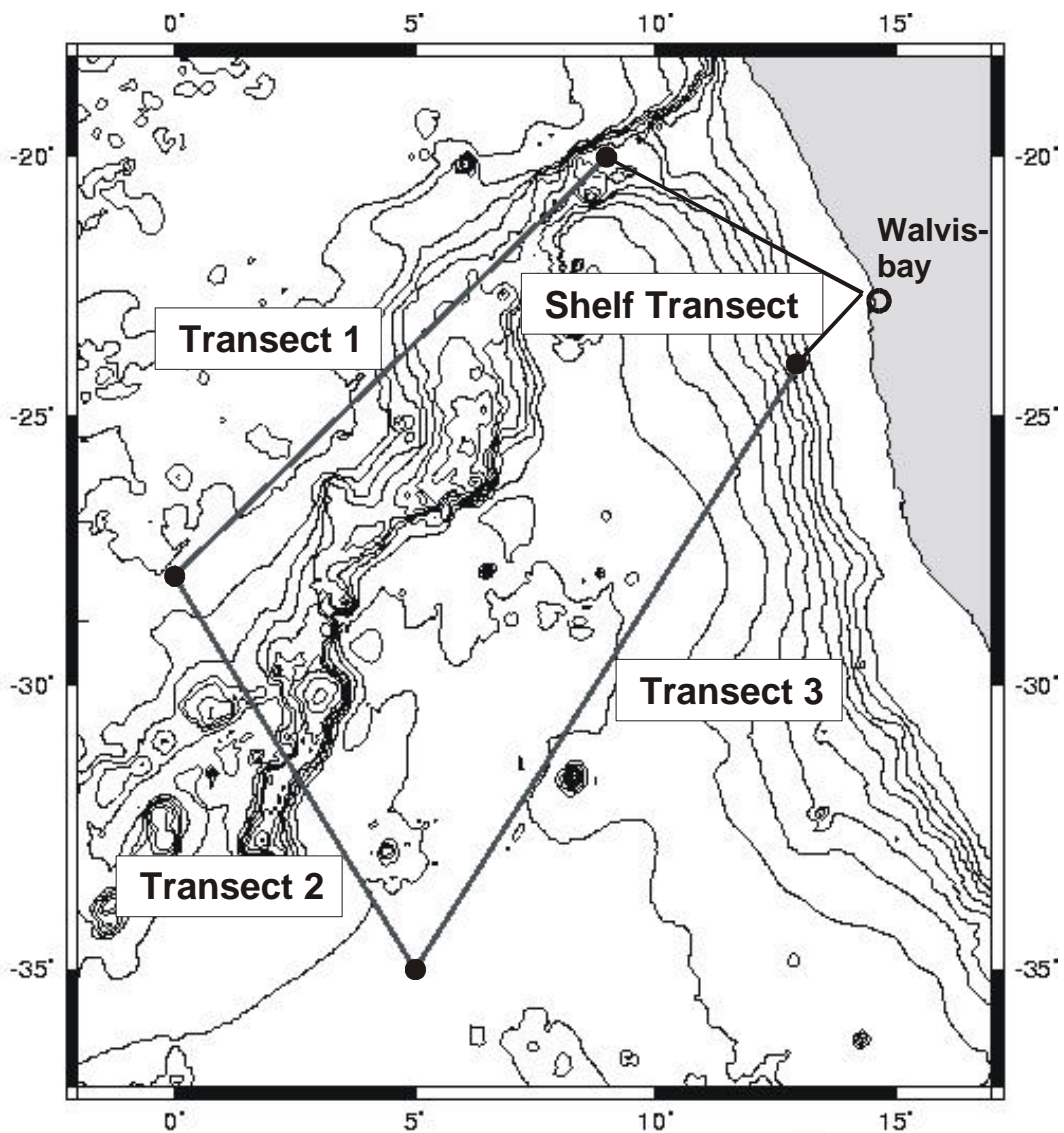


Abbildung 5: Fahrtroute und Arbeitsgebiet des Abschnittes M48-4  
*Figure 5: Cruise track and working area of Meteor cruise leg M48-4*

**Fahrtabschnitt / leg M48-5**  
**Walvisbay - Walvisbay**

**Wissenschaftliches Programm / Scientific objectives**

Das Ziel der Untersuchungen ist ein besseres Verständnis des Einflusses mesoskaliger physikalischer Strukturen und Prozesse auf die Zooplanktonproduktion im Hinblick auf Fischrekrutierung im nördlichen Benguelasystem. Die Arbeiten erfolgen im Rahmen des "Small Pelagic Fishes and Climate Change (SPACC)"- Projekts von GLOBEC und des regionalen BENEFIT-Programms und konzentrieren sich insbesondere auf die Beantwortung zweier Fragen:

- Welchen Einfluß haben die vor Lüderitz aufgetriebenen Nährstoffe auf die Primärproduktion und die Entwicklung der pelagischen Nahrungsnetze bis zur trophischen Ebene des Ichthyoplanktons in den nördlich von Lüderitz gelegenen Regionen?

Die Wirkung der vor Lüderitz aufgetriebenen Nährstoffe ist unklar. So ist kaum bekannt, welche Produktionsprozesse sie im nordwärts gerichteten Benguelastrom initiieren, in welchen Bereichen des Stroms diese Prozesse ablaufen, welches die Endprodukte sind und ob die Planktonproduktion letztendlich in Fischproduktion umgesetzt wird. Es soll geprüft werden, wo (wie weit nördlich) die Nährstoffe die Reaktionskette Phytoplanktonproduktion → Zooplanktonproduktion in Gang setzen und ob sie einen Einfluss auf die im Norden gelegenen Laichgebiete haben. Im Vordergrund der Untersuchungen stehen die folgenden Themenkomplexe:

- zeitliche und räumliche Verschiebung des Maximums im Phytoplankton in Abhängigkeit von der Stärke des Auftriebs vor Lüderitz
- zeitliche und räumliche Entwicklung des Nahrungsnetzes (Reifung des Nahrungsnetzes)

*The objective of the studies is a better understanding of the impact of meso-scale physical structures and processes on zooplankton production with reference to fish recruitment. The investigations are carried out within the "Small Pelagic Fishes and Climate Change" (SPACC) project of GLOBEC and the regional BENEFIT programme and will focus on two questions:*

- *What is the impact of the nutrients generated by the Lüderitz upwelling cell on primary production and development of pelagic food webs up to the trophic level of ichthyoplankton in the regions north of Lüderitz?*

*The impact of the nutrients generated by the Lüderitz upwelling cell is not clear. It is hardly known which production processes are initiated further north by the Lüderitz cell, where these processes are taking place, which final products are generated and whether this plankton production finally ends up as fish production. It will be investigated where (how far to the north) the Lüderitz nutrients generate the food chain link from phyto- to zooplankton and whether they have an impact on the spawning grounds farther north. The focus will be on the following objectives:*

- *temporal and spatial shift of phytoplankton as dependent on the strength of the upwelling off Lüderitz*
- *temporal and spatial development of the pelagic food web (maturation of food web)*
- *quantification of the spatially*



- Quantifizierung des räumlich entkoppelten Transfers von organischem Kohlenstoff in die Laichgebiete.

*decoupled transfer of organic carbon into the spawning areas.*

Hiermit soll geprüft werden, in welchem Maße der Lüderitz-Auftrieb als "Düngemittelfabrik" für die pelagische Fischproduktion in entfernteren Gebieten fungiert.

*It will be studied to which extent the Lüderitz upwelling acts as a "fertilizer factory" for pelagic fish production in distant regions.*

- Welche Rolle spielt die zweizellige Auftriebszirkulation für die Zooplanktonproduktion und das Überleben der Fischlarven im nördlichen Bereich des Benguelastroms.

*• What is the role of the two-cell cross-shelf circulation in the northern Benguela for zooplankton production and survival of fish larvae?*

Die Hauptlaichgebiete von Sardelle und Sardine befinden sich weit im Norden (19° – 24° S), außerhalb der wichtigen Auftriebszellen von Lüderitz und Cap Frio. Es soll geklärt werden, warum Fischlarven hier besonders gut überleben. Mögliche Ursachen sind (a) Verhinderung des seewärtigen Abdriftens durch die komplexe Schelfzirkulation, (b) erleichterte Nahrungsaufnahme durch die stabilisierte Wassersäule (geringe Turbulenz) und (c) hohes Nahrungsangebot durch ein-driftendes Zooplankton.

*The main spawning centers of anchovies and sardines are outside of the upwelling cells off Lüderitz and Cape Frio. It will be investigated why these regions offer good survival conditions for fish larvae. Possible reasons are: (i) avoidance of advection into the open sea by the complex cross-shelf circulation (retention), (ii) improved feeding conditions by stabilized water column (low turbulence) and (iii) high density of food particles because of zooplankton drifting into the coastal cell.*

Die Forschungsfahrt wird auch dazu genutzt, junge Wissenschaftler aus Namibia und Angola, die bereits an deutschen Expeditionen (KOTTSOV, POSEIDON) teilgenommen haben, weiter in modernen Methoden auszubilden.

*The cruise will also serve for young scientists from Namibia and Angola who have already participated in previous German research cruises (KOTTSOV, POSEIDON) to be further trained in modern methods.*

### **Arbeitsprogramm / working programme**

Kurz vor Fahrtbeginn werden auf Grund von Satellitenaufnahmen die relevanten mesoskaligen Strukturen bestimmt und eine entsprechende Fahrtstrecke festgelegt. Von der Lüderitz-Zelle (ca. 25° S) wird mit dem UOR ein küstenparalleler Schnitt bis zum nördlichen Bereich der Laichgebiete (19° S) gefahren, der 42 CTD-Stationen einschließt. (UOR = Undulating Oceanographic Recorder; der UOR wird geschleppt und unduliert dabei bis zu einer Tiefe von 50 m; er mißt dabei kontinuierlich Salzgehalt, Temperatur, Tiefe und Fluoreszenz). Auf den Stationen werden vertikale CTD-Profilen gemessen. Auf

*Shortly before starting the cruise, the relevant meso-scale structures will be identified based on remote sensing information and the respective cruise track will be determined. A transect will be run with the undulating UOR parallel to the coast from the Lüderitz cell up to 19°S which includes 42 CTD stations. (UOR = Undulating Oceanographic Recorder; the UOR is towed and undulates down to a depth of 50 m; it measures salinity, temperature, depth and fluorescence). On these stations, vertical CTD profiles will be determined. Underway, 6 transects of 100*

dem küstenparallelen Längsschnitt werden 6 Schnitte von 100 sm Länge senkrecht zur Küste eingeschoben, von denen 2 in Auftriebsfilamenten und 4 in dazwischenliegenden Regionen liegen sollen. Die genaue Lage dieser Schnitte wird vor Ort auf Grund von "real time"-Satelliten-Daten und UOR-Daten festgelegt.

Jeder der 6 küstensenkrechten Schnitte wird zuerst mit dem UOR abgefahren. Auf dem Rückweg werden dann jeweils 10 Stationen für physikalische (vertikales CTD) und biologische Daten- und Probennahme (Netze, CTD-Rosette) eingelegt. Die Lage dieser Stationen wird vor Ort auf Grund der durch Satelliten-, ADCP- und UOR-Daten ermittelten physikalischen Strukturen festgelegt. Abundanzen und vertikale und horizontale Verteilung der Organismen werden mit verschiedenen Netzen bestimmt. Dabei kommen zum Einsatz: das Multinetz für Zooplanktonverteilung, das BIOMOC für Ichthyoplanktonverteilung und der LHPR (Longhurst-Hardy-Plankton-Recorder) für kleinräumige Verteilung von Ichthyo- und Zooplankton.

Auf allen Stationen werden neben der CTD-Datenerfassung die folgenden chemischen und biologischen Arbeiten durchgeführt: Nährstoffmessung, Phytoplanktonprobennahme zur Bestimmung von Arten, Abundanz und Biomasse; Fischlarvenprobennahme mit BIOMOC- und Multi-Netz zur Bestimmung von Arten, Abundanz, Kondition, Wachstum und Nahrungsspektrum der Fischlarven; Zooplanktonprobennahme mit Multi-Netz zur Bestimmung von Arten, Abundanz und Biomasse des Zooplankton; Copepodenprobennahme mit WP2-Netz zur Bestimmung von Eiproduktion und Nahrungsspektrum der Copepoden; Fänge mit LHPR zur Bestimmung der kleinräumigen Verteilung von Fischlarven und ihrer Nahrung.

Eine erste gemeinsame Auswertung der Daten wird bereits direkt im Anschluß an das Ende der Forschungsfahrt durchgeführt. Da-

*nm length each will be run perpendicular to the coast, two of them within upwelling filaments and four between filaments.. The exact position of these transects will be determined during the cruise using remote sensing and UOR data.*

*Each perpendicular transect will be run using the UOR along the off-shore run. On the return, there will be 10 stations on each transect for physical measurements (CTD) and biological sampling (nets). The position of these stations will be determined by the location of the relevant physical structures which are identified by remote sensing and UOR information. Abundance and horizontal and vertical distribution of organisms will be determined using different plankton nets: the Multinet for zooplankton distribution, the BIOMOC for ichthyoplankton distribution and the LHPR (Longhurst-Hardy-Plankton-Recorder) for small-scale distribution of ichthyo- and zooplankton.*

*Apart from CTD casts, the following chemical and biological parameters will be determined on all stations: nutrient concentrations; species composition, abundance and biomass of phytoplankton; species composition, abundance and biomass of zooplankton using the Multinetz; species composition, abundance, biomass, condition, growth and food spectra of ichthyoplankton using the BIOMOC; egg production and food spectra of copepods; small-scale distribution of fish larvae and their food using the LHPR.*

*A first joint analysis of the results will be carried out right after the cruise. The cruise*

zu werden die Fahrtteilnehmer für 1 Woche im meereskundlichen Institut in Swakopmund zusammenkommen und gemeinsam das bis dahin vorliegende Datenmaterial auswerten und diskutieren. Dieses Auswerteseminar wird gleichzeitig als Ausbildungskurs für junge Wissenschaftler aus der Benguela-Region genutzt.

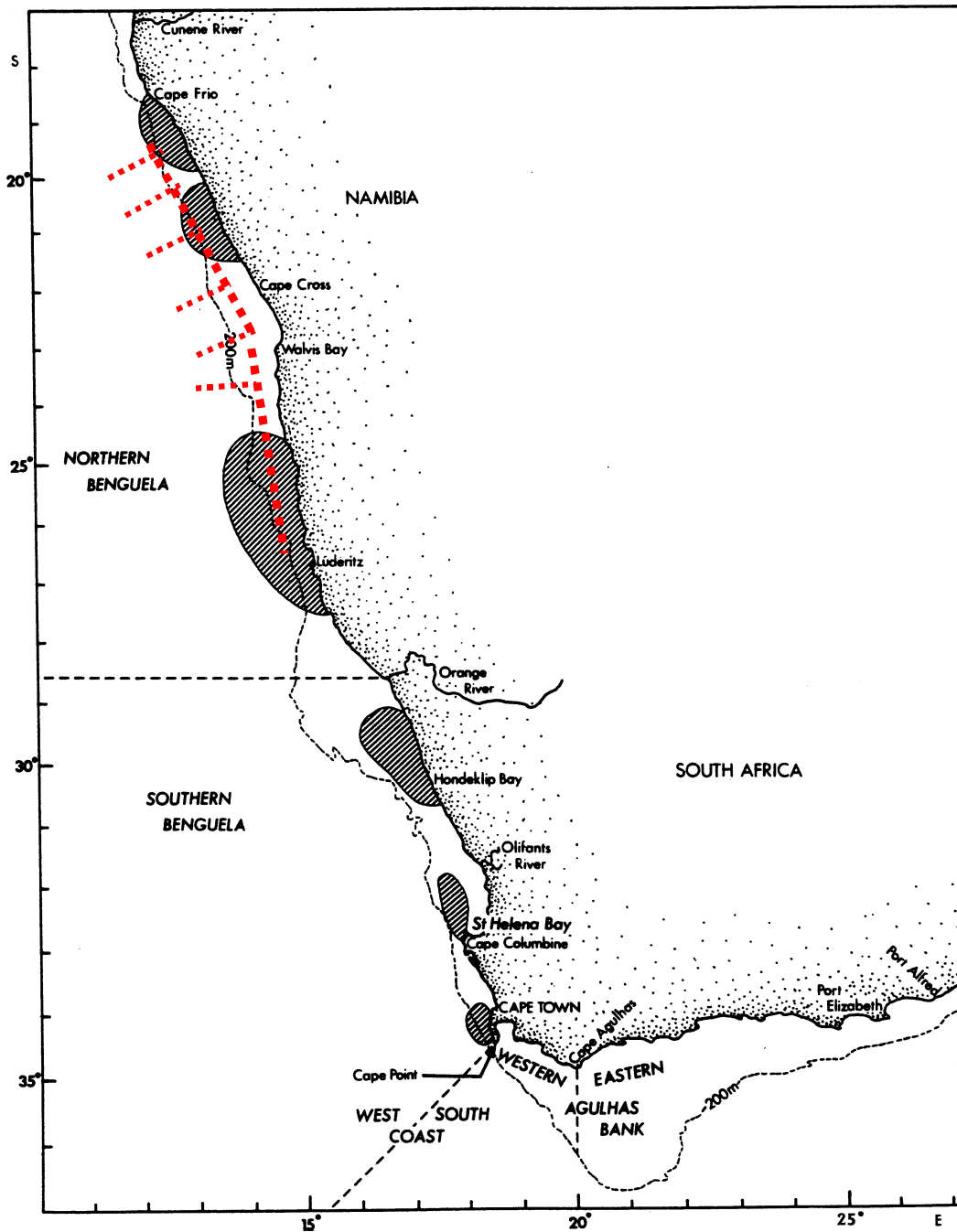
*participants will gather at the marine institute in Swakopmund for one week and analyse and discuss the cruise data. This meeting will also serve as a training course for young scientists from the Benguela region.*

## **Zeitbedarf / schedule**

Stunden / hours

Auslaufen Walvisbay am 13. Oktober 2000 <i>Sail from Walvisbay October 13<sup>th</sup>, 2000</i>	
Küstenparalleler Schnitt zwischen 26°S und 19°S mit 42 CTD Stationen <i>transect parallel to coast</i> <i>between 26°S and 19°S with 42 CTD stations</i>	120
6 Schnitte senkrecht zur Küste, 100 sm, mit jeweils 10 Probennahme-Stationen <i>6 transects perpendicular to coast, 100 nm</i> <i>incl. 10 sampling stations each</i>	312
Einlaufen in Walvisbay am 31. Oktober 2000 <i>Port call in Walvisbay October 31<sup>st</sup>, 2000</i>	
Auslaufen Walvisbay am 31. Oktober 2000 <i>Sail from Walvisbay October 31<sup>st</sup>, 2000</i>	
Dampfen nach Kapstadt <i>Steaming to Capetown</i>	72
Einlaufen in Kapstadt am 3. November 2000 <i>Port call in Capetown November 3<sup>rd</sup>, 2000</i>	

Gesamt / total 504 h = 21 Tage / days



**Abbildung 6:** Fahrtroute und Arbeitsgebiet des Abschnittes M48-5 im Bereich des Benguela-Stromes mit voraussichtlicher Lage des küstenparallelen Längsschnitts und der 6 Schnitte, die senkrecht zur Küste verlaufen.

**Figure 6:** Cruise track and working area of Meteor cruise leg M48-5 in the Benguela Current region with expected locations of transect parallel to the coast and the 6 perpendicular transects

## **Bordwetterwarte / *ship's meteorological station***

### **Meteor Reise 48 / *cruise M48***

#### **Operationelles Programm**

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

#### **Operational Programme**

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

#### **Aufgaben**

1. *Beratungen.* Meteorologische Beratung von Fahrt- und Schiffsleitung sowie der wissenschaftlichen Gruppen und Fahrtteilnehmer. Auf Anforderung auch Berichte für andere 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 automatische Durchführung von Radiosondenaufstiegen zur Bestimmung der vertikalen Profile von Temperatur, Feuchte und Wind bis zu etwa 25 km Höhe. Im Rahmen des internationalen Programms ASAP (Automated Shipborne Aerological Programme) werden die ausgewerteten Daten über Satellit in das GTS eingesteuert.

Aufnahme, Auswertung und Archivierung von Bildern meteorologischer Satelliten.

Über die Ausrüstung der 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.

#### **Duties**

1. Weather consultation. *Issuing daily weather forecasts for scientific and nautical management and for scientific groups. On request weather forecasts to other research craft, especially in the frame of international cooperation.*

2. Meteorological observations and measurements. *Continuous measuring, processing, and archiving of meteorological data to make them available to participants of the cruise.*

*Six to eight synoptic weather observations daily. Feeding these 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. The processed data are inserted onto the GTS via satellite in frame of the international programme ASAP (Automated Shipborne Aerological Programme), which feeds the data onto the GTS.*

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

*An information sheet describing the meteorological instrumentation and the processing of the recorded data on board is available at Deutscher Wetterdienst in Hamburg or in the meteorological station (only in German).*

**Beteiligte Institutionen / participating institutions**

**AWI**

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und  
Meeresforschung  
Columbusstraße  
27568 Bremerhaven / Germany

**AWH**

Akademie der Wissenschaften Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 299  
D 69120 Heidelberg / Germany

**DZ-UPV**

Departamento de Zoologia  
Universidad del Pais Vasco  
Apdo. 644, E  
48.080 Bilbao / Spain

**FIS**

Forschungsinstitut Senckenberg  
Senckenberganlage 25  
D 60325 Frankfurt a. M. / Germany

**FNS**

Forschungsinstitut Senckenberg  
Wattenmeerstation Sylt  
Hafenstr. 43  
D 25992 List / Germany

**FSU**

Florida State University  
Department of Oceanography  
Tallahassee, FL / USA

**GeoB**

Fachbereich 5 – Geowissenschaften  
Universität Bremen  
Postfach 330 440  
D 28334 Bremen / Germany

**GPIK**

Universität Kiel  
Institut für Geowissenschaften  
Abt. Geologie-Paläontologie  
Olshausenstraße 40  
D 24098 Kiel / Germany

**IfMK**

Institut für Meereskunde

an der Universität Kiel  
Düsternbrooker Weg 20  
D 24105 Kiel / Germany

**IHF**

Institut für Hydrobiologie und Fischereiwis-  
senschaft  
Zeiseweg 9  
22765 Hamburg / Germany

**IIP**

Instituto de Investigacao Pesqueira  
Ilha de Luanda  
C.P. 2601 Luanda / Angola

**LMU**

Zoologisches Institut der LMU  
Karlstr. 23-25  
80333 München / Germany

**MCM**

Marine and Coastal Management  
Private Bag X2, Rogge Bay 8012  
Cape Town / South Africa

**MfN**

Museum für Naturkunde der  
Humboldt-Universität zu Berlin  
Institut für Systematische Zoologie  
Invalidenstr. 43  
10099 Berlin / Germany

**MNSN**

Museo Nacional de Ciencias Naturales  
Dept. Biodiversidad y Biología Evolutiva  
José Gutierrez Abascal 2  
28006 Madrid / Spain

**NatMIRC**

National Marine Information and Research  
Centre  
Ministry of Fisheries and Marine Resources  
P.O. Box 912  
Swakopmund / Namibia

**NRC**

Department of Natural Resources and Con-  
servation  
University of Namibia

P.O. Box 13301  
Windhoek / Namibia  
*PML*  
Plymouth Marine Laboratory  
Prospect Place, West Hoe  
Plymouth, PL1 3DH / UK

*SAM*  
Forschungsinstitut Senckenberg  
Schleusenstr. 39A  
26382 Wilhelmshaven / Germany

**SZ-UO**  
AG Spezielle Zoologie  
Fachbereich Biologie/Chemie  
Universitaet Osnabrueck  
49069 Osnabrück / Germany

**SZ-RUB**  
Lehrstuhl für Spezielle Zoologie  
Ruhr-Universität Bochum  
Universitätsstr. 150  
44780 Bochum / Germany

**UBMC**  
Fachbereich 2 – MeeresChemie  
Universität Bremen  
Postfach 330 440  
28334 Bremen / Germany

**UCT**  
Department of Oceanography  
University of Cape Town  
Rondebosch 7701 / South Africa

**ZIFU**  
Freie Universität Berlin  
Institut für Zoologie, Arbeitsgruppe Proto-  
zoologie  
Königin Luise Str. 1-3  
14195 Berlin / Germany

**ZIM**  
Universität Hamburg  
Zoologisches Institut und Museum  
Martin Luther King Pl. 3  
20146 Hamburg / Germany

**ZM-COU**  
AG Zoosystematik & Morphologie  
FB Biologie, Geo- und Umweltwissen-  
schaften  
Carl von Ossietzky-Universität  
26111 Oldenburg / Germany

**ZM-USC**  
Laboratorio de Zooloxia Marina  
Departamento de Bioloxia Animal  
Universidad de Santiago de Compostela  
15706 Santiago de Compostela / Spain

**ZIUK**  
Universität zu Köln  
Zoologisches Institut  
Weyertal 119  
50932 Köln / Germany

**ZMB**  
Museum für Naturkunde  
Institut für Systematische Zoologie  
Invalidenstr. 43  
10115 Berlin / Germany

**ZSM**  
Zoologische Staatssammlung  
Münchhausenstr. 21  
81247 München / Germany





**Teilnehmer -Wissenschaft / scientific party METEOR M48-1**

<b>Allspach, Andreas</b>	<b>Makro- und Megabenthos</b>	FIS
Arndt, Harmut, Prof. Dr.	Nanobenthos	ZIUK
Barnich, Ruth, Dr.	Makro- und Megabenthos	FIS
Bohn, Jens Michael	Makro- und Megabenthos	LMU
Brandt, Angelika, Prof. Dr.	Makro- und Megabenthos	ZIM
Brenke, Niels	Makro- und Megabenthos	SZ-RUB
Cristobo, F. J., Dr.	Makro- und Megabenthos	ZM-USC
Faubel, Anno, PD Dr.	Meiobenthos	IHF
Fiege, Dieter, Dr.	Makro- und Megabenthos	FIS
George, Kai Horst, Dr.	Meiobenthos	ZM-COU
Hausmann, Klaus, Prof. Dr.	Nanobenthos	ZIFU
Hilbig, Brigitte, Dr.	Makro- und Megabenthos	ZIM
Jellinek, Thomas, Dr.	Makro- und Megabenthos	FIS
Kröncke, Ingrid, Dr.	Makro- und Megabenthos	SAM
Licari, Laeticia	Nanobenthos	AWI
Mühlenhardt-Siegel, Ute, Dr.	Makro- und Megabenthos	ZIM
Neuhaus, Birger, Dr.	Meiobenthos	ZMB
Noreña Janssen, Carolina, Dr.	Meiobenthos	MNSN
Purschke, Günter, PD Dr.	Makro- und Megabenthos	SZ-UO
Rosenboom, Werner	Makro- und Megabenthos	SAM
Ruthensteiner, Bernhard, Dr.	Makro- und Megabenthos	ZSM
Saiz-Salinas, José, Dr.	Makro- und Megabenthos	DZ-UPV
Thomas, Maren	Nanobenthos	AWI
Türkay, Michael, Dr. .	Fahrtleiter / <i>chief scientist</i>	FIS
Urgorri, V., Prof. Dr.	Makro- und Megabenthos	ZM-USC
Wägele, Johann W., Prof.Dr.	Makro- und Megabenthos	SZ-RUB
Weitere, Markus	Nanobenthos	ZIUK
Willen, Elke, Dr.	Meiobenthos	SZ-COU

*Teilnehmer -Wissenschaft / scientific party METEOR M48-2*

Bailey, , Dr.	Geologie	IOW
Bening, Gerd	Geologie	IOW
Berger, Jana	Geologie	IOW
Currie, Brownwen, Dr.	Mikrobiologie	MPI
Emeis, Kay-Christian, Prof.	Fahrtleiter / <i>chief scientist</i>	IOW
Endler, Rudolf, Dr.	Geologie	IOW
Ferdelman, Tim, Dr.	Mikrobiologie	MPI
Friedrich, Andrea, Dr.	Mikrobiologie	MPI
Hein, Tobias	Geologie	IOW
Jörgensen, Bo Barker, Prof.	Mikrobiologie	MPI
Kießling, Andre	Geologie	IOW
Lage, Susanne	Geologie	IOW
Leipe, Thomas, Dr.	Geologie	IOW
Llobet-Brossa, Enrique, Dr.	Mikrobiologie	MPI
Möllenhauer, Gesine	Geologie	GeoB
Neretin, Lev, Dr.	Mikrobiologie	MPI
Nickel, Gerald	Geologie	IOW
Riechmann, Daniela	Mikrobiologie	MPI
Ruhland, Götz	Geologie	GeoB
Schneider, Ralph	Geologie	GeoB
Schubert, Carsten, Dr.	Mikrobiologie	MPI
Schulz, Heide, Dr.	Mikrobiologie	MPI
Struck, Ulrich, Dr.	Geologie	IOW
Treppke, Ute, Dr.	Geologie	IOW
Vogt, Thomas	Geologie	IOW
N.N.	Mikrobiologie	MPI
N.N.	Mikrobiologie	MPI
N.N.		

*Teilnehmer -Wissenschaft / scientific party METEOR M48-3*

Dundee, B.	Zooplankton	<b>Namibia</b>
Flad, A.	Plankton/Zooplankton	IOW
Iita, A.	Hydrographie	Namibia
Kauvee, I.	Chemie	Namibia
Kunert, K.	Phytoplankton	IOW
Lass, H.U., Dr.	Fahrtleiter / <i>chief scientist</i>	IOW
Mohrholz, V., Dr.	Hydrographie	IOW
Nausch, G., Dr.	Chemie	IOW
Plüschke, G.	Hydrographie	IOW
Pohl, C., Dr.	Spurenmoleküle	IOW
Postel, L., Dr.	Zooplankton	IOW
Postel, A.	Zooplankton	IOW
Rüß, D.	Hydrographie	IOW
Schmidt, M., Dr.	Hydrographie	IOW
Wachs, B.	Chemie	IOW
Wasmund, N., Dr.	Phytoplankton	IOW
Weinreb, S.	Hydrographie	IOW
N.N.		South Africa
N.N.		South Africa
N.N.		South Africa
N.N.		Angola
N.N.		Angola
N.N.		Angola

**Teilnehmer -Wissenschaft / scientific party METEOR M48-4**

Balzer, Wolfgang, Prof.	Fahrtleiter / <i>chief scientist</i>	UBMC
Brodherr, Björn	Meereschemie	UBMC
Eichstaedter, Rene	Radionuklide	AWH
Fietzke, Jan	Radionuklide	GPIK
Frank, Norbert	Radionuklide	AWH
Garbe-Schönberg, Dieter, Dr.	Radionuklide	GPIK
Gutsch, Michaela	Meereschemie	UBMC
Landing, William.M., Prof.	Meereschemie	FSU
Powell, Rodney T., Dr.	Meereschemie	FSU
Reuter, Sybille	Radionuklide	AWH
Scholten, Jan, Dr.	Radionuklide	GPIK
Schüßler, Uwe, Dr.	Meereschemie	UBMC
Sprengel, Claudia	Geologie	GeoB
Thielen, Ina, Dr.	Meereschemie	UBMC
Wilkop, Tomas	Meereschemie	UBMC
NN	Meereschemie	UBMC
NN	Radionuklide	GPIK
NN		Namibia
NN		Namibia
NN		South Africa
NN	Geologie	GeoB

*Teilnehmer -Wissenschaft / scientific party METEOR M48-5*

Aiken, Jim, Dr.	Ozeanographie/UOR	PML
Alheit, Jürgen, Dr.	Fahrtleiter / <i>chief scientist</i>	IOW
Barlow, Ray, Dr.	Satellitendaten	MCM
Bartsch, Peter, Dr.	Ichthyoplankton	MfN
Botha, Janet	Phytoplankton	NatMIRC
Cloete, Rudi	Zooplankton	NatMIRC
Coombs, Steve, Dr.	Ichthyoplankton	PML
Duncombe Rae, Chris, Dr.	Ozeanographie	MCM
Elbrächter, Malte, Dr.	Phytoplankton	FNS
Feistel, Rainer, Dr.	Ozeanographie	IOW
Hansen, Frank, Dr.	Zooplankton	IOW
Harris, Roger, Dr.	Zooplankton	PML
Iita, Aina	Ozeanographie	NatMIRC
Jarosch, Dirk	Biologie	IfMK
Kauvee, Ignatius	Chemie	NRC
Kemp, Alan	Chemie	NatMIRC
Kraus, Gerd	Ichthyoplankton	IfMK
Lüthje, Rudi	Biologie	IfMK
Sandberg, Heide	Biologie	IOW
Schweikert, Michael	Phytoplankton	FNS
Tanci; Tembaletu	Zooplankton	MCM
Verheye, Hans, Dr.	Zooplankton	MCM
Whittle, Christo	Ozeanographie	UCT
NN		IOW
NN	Ozeanografie	IIP
NN	Chemie	
NN		

## Besatzung / Crew M 48-1

Kapitän	Jakobi, Niels
I. Offizier	Korte, Detlef
I. Offizier	Vogel, Peter
I. Offizier	Mallon, Lutz
Funkoffizier	Sturm, Wolfgang
Schiffsarzt	Dr. Naeve, Ingo
I. Ingenieur	Hartig, Volker
II. Ingenieur	Klinder, Klaus-Dieter
II. Ingenieur	Beyer, Helge
Elektriker	Rieper, Uwe
Ltd. Elektroniker	Heygen, Ronald
Elektroniker	Angermann, Rudolf
System-Manager	Gebhard, Volkmar
Decksschlosser	Rosemeyer, Rainer
Motorenwärter	Szych, Uwe
Motorenwärter	Zeitz, Holger
Motorenwärter	Bethge g. Becher, Hans
Motorenwärter	Sosnowski, Werner
Koch	Wieden, Wilhelm
Kochsmaat	Falk, Volkhard
I. Steward	Slotta, Werner
II. Steward	Grübe, Gerlinde
II. Steward	NN
II. Steward	Hoppe, Jan
Wäscher	Lee, Nan Sng
Bootsmann	Schlegel, Manfred
Matrose	Röpti, Hermann
Matrose	Neitzsch, Bernd
Matrose	Günther, Ulf
Matrose	Schachel, Dirk
Matrose	Kreft, Norbert
Matrose	Hödl, Werner
Matrose	Bosselmann, Karsten

## Besatzung / Crew M48-2

Kapitän	Jakobi, Niels
I. Offizier	Korte, Detlef
I. Offizier	Meyer, Oliver
I. Offizier	Mallon, Lutz
Funkoffizier	Sturm, Wolfgang
Schiffsarzt	Dr. Naeve, Ingo
I. Ingenieur	Hartig, Volker
II. Ingenieur	Klinder, Klaus-Dieter
II. Ingenieur	Beyer, Helge
Elektriker	Bekaan, Steffen
Ltd. Elektroniker	Heygen, Ronald
Elektroniker	Angermann, Rudolf
System-Manager	Tormann, Martin
Decksschlosser	Rosemeyer, Rainer
Motorenwärter	Szych, Uwe
Motorenwärter	Kühne, Peter
Motorenwärter	Bethge g. Becher, Hans
Motorenwärter	Sosnowski, Werner
Koch	Wieden, Wilhelm
Kochsmaat	Falk, Volkhard
I. Steward	Slotta, Werner
II. Steward	Grübe, Gerlinde
II. Steward	NN
II. Steward	Hasler, Justine
Wäscher	Lee, Nan Sng
Bootsmann	Schlegel, Manfred
Matrose	Etzdorf, Detlef
Matrose	Hadamek, Peter
Matrose	Dracopoulos, Eugenios
Matrose	Tamm, Stefan
Matrose	Kreft, Norbert
Matrose	Hödl, Werner
Matrose	Bosselmann, Karsten



## Besatzung / Crew M48-3

Kapitän	Jakobi, Niels
I. Offizier	Korte, Detlef
I. Offizier	Meyer, Oliver
I. Offizier	Mallon, Lutz
Funkoffizier	Sturm, Wolfgang
Schiffsarzt	Dr. Naeve, Ingo
I. Ingenieur	Hartig, Volker
II. Ingenieur	Geithner, Dieter
II. Ingenieur	Beyer, Helge
Elektriker	Bekaan, Steffen
Ltd. Elektroniker	Heygen, Ronald
Elektroniker	Angermann, Rudolf
System-Manager	Tormann, Martin
Decksschlosser	Rosemeyer, Rainer
Motorenwärter	Szych, Uwe
Motorenwärter	Kühne, Peter
Motorenwärter	Bethge g. Becher, Hans
Motorenwärter	Sebastian, Frank
Koch	Wieden, Wilhelm
Kochsmaat	Falk, Volkhard
I. Steward	Slotta, Werner
II. Steward	Grübe, Gerlinde
II. Steward	NN
II. Steward	Hasler, Justine
Wäscher	Ong, Seng Choon
Bootsmann	Lohmüller, Karl-Heinz
Matrose	Etzdorf, Detlef
Matrose	Hadamek, Peter
Matrose	Dracopoulos, Eugenios
Matrose	Tamm, Stefan
Matrose	Kreft, Norbert
Matrose	Hödl, Werner
Matrose	Bosselmann, Karsten

## Besatzung / Crew M48-4

Kapitän	Kull, Martin
I. Offizier	Mallon, Lutz
I. Offizier	Meyer, Oliver
II. Offizier	Göldner, Frank-Rüdiger
Funkoffizier	Sturm, Wolfgang
Schiffsarzt	NN
I. Ingenieur	Hartig, Volker
II. Ingenieur	Geithner, Dieter
II. Ingenieur	Beyer, Helge
Elektriker	Bekaan, Steffen
Ltd. Elektroniker	Meyer, Helmuth
Elektroniker	Angermann, Rudolf
System-Manager	Tormann, Martin
Decksschlosser	Rosemeyer, Rainer
Motorenwärter	Szych, Uwe
Motorenwärter	Kühne, Peter
Motorenwärter	Bethge g. Becher, Hans
Motorenwärter	Sebastian, Frank
Koch	Wieden, Wilhelm
Kochsmaat	Falk, Volkhard
I. Steward	Both, Michael
II. Steward	Grübe, Gerlinde
II. Steward	NN
II. Steward	Hasler, Justine
Wäscher	Ong, Seng Choon
Bootsmann	Lohmüller, Karl-Heinz
Matrose	Etzdorf, Detlef
Matrose	Hadamek, Peter
Matrose	Dracopoulos, Eugenios
Matrose	Tamm, Stefan
Matrose	Kreft, Norbert
Matrose	Hödl, Werner
Matrose	Bosselmann, Karsten

## Besatzung / Crew M48-5

Kapitän	Kull, Martin
I. Offizier	Mallon, Lutz
I. Offizier	Meyer, Oliver
II. Offizier	Göldner, Frank-Rüdiger
Funkoffizier	Sturm, Wolfgang
Schiffsarzt	NN
I. Ingenieur	Sack, Hartmut
II. Ingenieur	Geithner, Dieter
II. Ingenieur	Bochnik, Eberhard
Elektriker	Bekaan, Steffen
Ltd. Elektroniker	Meyer, Helmuth
Elektroniker	Angermann, Rudolf
System-Manager	Tormann, Martin
Decksschlosser	Rosemeyer, Rainer
Motorenwärter	Szych, Uwe
Motorenwärter	Kühne, Peter
Motorenwärter	Bethge g. Becher, Hans
Motorenwärter	Sebastian, Frank
Koch	Grün, Franz
Kochsmaat	Falk, Volkhard
I. Steward	Both, Michael
II. Steward	Grübe, Gerlinde
II. Steward	NN
II. Steward	Hasler, Justine
Wäscher	Ong, Seng Choon
Bootsmann	Lohmüller, Karl-Heinz
Matrose	Etzdorf, Detlef
Matrose	Hadamek, Peter
Matrose	Dracopoulos, Eugenios
Matrose	Tamm, Stefan
Matrose	Kreft, Norbert
Matrose	Hödl, Werner
Matrose	Bosselmann, Karsten

## Das Forschungsschiff METEOR / *Research Vessel METEOR*

Das Forschungsschiff METEOR dient der weltweiten *The research vessel METEOR is used for German basic* grundlagenbezogenen deutschen Hochseeforschung und *ocean research world-wide and for cooperation with* der Zusammenarbeit mit anderen Staaten auf diesem *other nations in this field.* Gebiet.

FS METEOR ist Eigentum der Bundesrepublik *The vessel is owned by the Federal Republic of Germa-* Deutschland, vertreten durch den Bundesminister für *ny represented by the Ministry of Education and Re-* Bildung und Forschung (BMBF), der auch den Bau des *search (BMBF), which also financed the construction of* Schiffes finanziert hat. *the vessel.*

Das Schiff wird als ‘Hilfseinrichtung der Forschung’ *The vessel is operated as an ‘Auxiliary Research Faci-* von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) *lity’ by the German Research Foundation (DFG). For* betrieben. Dabei wird sie von einem Beirat unterstützt. *this purpose the DFG is assisted by an Advisory Board.*

Das Schiff wird zu 70% von der DFG und zu 30% vom *The vessel is used and financed 70% by the DFG and* BMBF genutzt und finanziert. Die Durchführung von *30% by the BMBF. The execution and evaluation of* METEOR-Expeditionen und deren Auswertung wird *METEOR expeditions are sponsored by the DFG* von der DFG in zwei Schwerpunkten gefördert. *through two funding programmes.*

Der Senatskommission der DFG für Ozeanographie *The Senate Commission for Oceanography of the DFG* obliegt die wissenschaftliche Fahrtplanung, sie benennt *is charged with planning the expeditions from the* Koordinatoren und Fahrtleiter von Expeditionen. *scientific viewpoints. It appoints coordinators and the* *chief scientists for expeditions.*

Die Leitstelle METEOR der Universität Hamburg ist für *The METEOR Operations Control Office of* die wissenschaftlich-technische, logistische und finan- *the University of Hamburg is responsible for* zielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des *the scientific, technical, logistic and financial* Schiffsbetriebes verantwortlich. Sie arbeitet einerseits *preparation, execution and supervision of ship* mit den Expeditionskoordinatoren partnerschaftlich *operations. On one hand, it cooperates with* zusammen, andererseits ist sie Partner des Reeders, der *the expedition coordinators on a partner-like* RF Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt GmbH. *basis and on the other hand it is the direct* *partner of the managing owners, the RF ‘Ree-* *dereigemeinschaft                      Forschungsschiffahrt* *GmbH’.*