

Meteor 55 – Tropical Atlantic 2002

**Forschungsschiff METEOR
Reise Nr. 55**

**Surface Ocean Lower Atmosphere Study (SOLAS):
Tropischer Atlantik 2002**

**Herausgeber:
Institut für Meereskunde Universität Hamburg
Leitstelle METEOR**

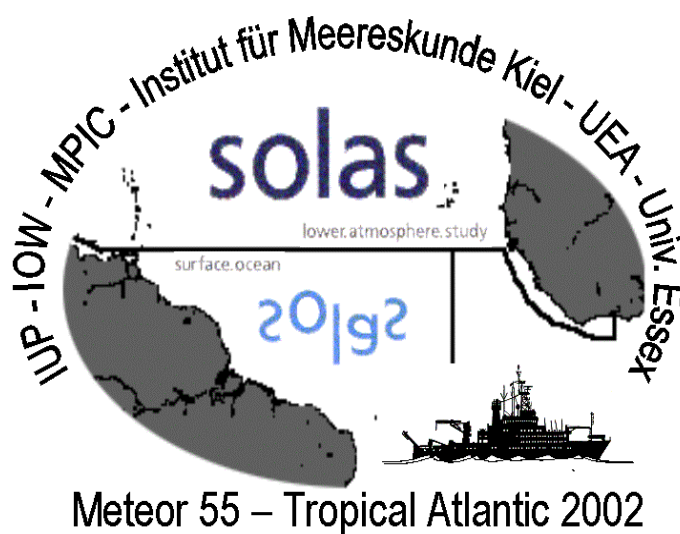
**Gefördert durch:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)**

Forschungsschiff / *Research Vessel*

METEOR

Reise Nr. 55 / *Cruise No. 55*

13. Oktober – 16. November 2002



**Surface Ocean Lower Atmosphere Study (SOLAS):
Tropischer Atlantik / *Tropical Atlantic 2002***

**Institut für Meereskunde Kiel
Forschungsbereich Marine Biogeochemie**

**Herausgeber / *Editor*:
Institut für Meereskunde Universität Hamburg
Leitstelle METEOR**

**Gefördert durch / *Sponsored by*:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)**

ISSN 0935-9974

Anschriften / Addresses

Prof. Dr. D. Wallace

Institut für Meereskunde
FB2 – Marine Biogeochemie
- Chemische Ozeanographie -
Düsternbrooker Weg 20
24105 Kiel / Germany

Telefon: +49-431-600 4200
Telefax: +49-431-600 4202
e-mail: dwallace@ifm.uni-kiel.de

Leitstelle FS METEOR

Institut für Meereskunde
Universität Hamburg
Tropowitzstr. 7
22529 Hamburg / Germany

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

RF Reedereigemeinschaft

Forschungsschiffahrt GmbH
Haferwende 3
28334 Bremen / Germany

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

Senatskommission für Ozeanographie

der deutschen Forschungsgemeinschaft
Vorsitzender / *Chairman* Prof. Dr. G. Wefer
Fachbereich 5 – Geowissenschaften
Universität Bremen
Postfach 330 440
28334 Bremen / Germany

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

Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

Rufzeichen:	DBBH
Telefon/Fax-Satellitenkennung:	alle Satelliten 00870
Telefon-Nr.:	321 841 811
Telefax-Nr.:	321 841 813
Daten-ISDN:	391 004 856

Telex-Satellitenkennung:	Atlantik Ost	0581
	Atlantik West	0584
	Pazifik	0582
	Indik	0583

Telex-Nr.: 321 841 815

E-mail: Schiffsführung: schiff@meteor.rf-gmbh.de
Wissenschaft: wiss@meteor.rf-gmbh.de
Privat: priv@meteor.rf-gmbh.de

Each cruise participant will receive an e-mail address composed of the first letter of his first name and the last name: Hein Blöd, e.g., will receive the address hbloed@meteor.rf-gmbh.de

METEOR Reise Nr. 55 / *METEOR Cruise 55*

13. Oktober – 16. November 2002

Surface Ocean Lower Atmosphere Study (SOLAS): Tropischer Atlantik / *Tropical Atlantic 2002*

Fahrtabschnitt / *Leg M55*

13.10. – 16.11.2002

Willemstad (Curaçao, Niederl. Antillen) – Abidjan (Elfenbeinküste)

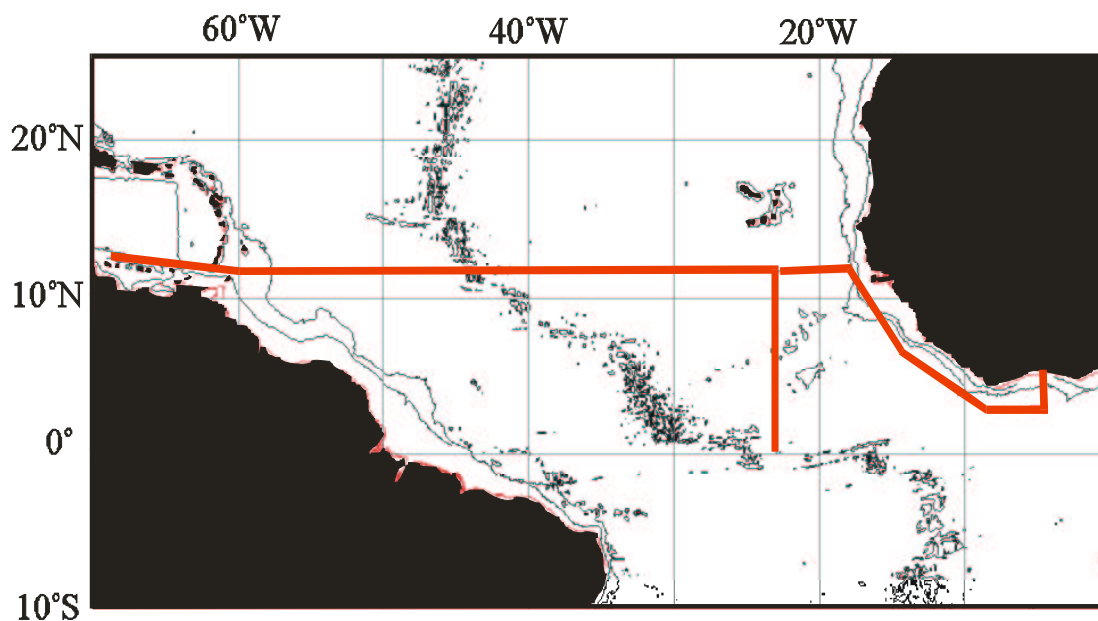
Willemstad (Curaçao, Netherl. Antilles) – Abidjan (Ivory Coast)

Fahrtleiter / *Chief Scientist*: Prof. Dr. D. Wallace

Koordination / *Coordination*: Prof. Dr. D. Wallace

Kapitän / *Master* FS METEOR: H. Papenhagen

Fahrtroute der METEOR Reise Nr. 55:
Cruise track of METEOR cruise no. 55:



METEOR Reise 55

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions:*

DWD

Deutscher Wetterdienst,
Geschäftsfeld Seeschifffahrt
Bernhard-Nocht-Str. 76
20359 Hamburg, Germany

MPIC

Max-Planck-Institut für Chemie
Abt. Chemie der Atmosphäre
Postfach 3060
55020 Mainz, Germany

GEOMAR

Forschungszentrum für Marine
Geowissenschaften
Abt. Marine Umweltgeologie
Wischhofstr. 1-3
24148 Kiel, Germany

NCAR

Atmospheric Chemistry Division
National Center for Atmospheric Research
P.O. Box 3000
Boulder, Colorado 80305, USA

IfMK

Institut für Meereskunde,
Forschungsbereich Marine Biogeochemie,
Düsternbrooker Weg 20
24105 Kiel, Germany

UE

Biological Sciences
University of Essex
Colchester CO4 3SQ, United Kingdom

IOW

Institut für Ostseeforschung
Sektion Biologie
Seestr. 15
18199 Warnemünde, Germany

UEA

School of Environmental Sciences
University of East Anglia
Norwich, NR4 7TJ, United Kingdom

IUP

Universität Heidelberg
Institut für Umweltphysik
Im Neuenheimer Feld 229
69120 Heidelberg, Germany

Übersicht

METEOR 55 ist eine Reise mit nur einem Fahrtabschnitt, welcher einen Atlantik-Transect von West nach Ost entlang des 11°N-Breitengrad umfasst, mit einem kurzen, mittelozeanischen Nord-Süd-Transect über den Äquator. Der Abschnitt deckt einen großen Teil biogeochemischer Bedingungen ab, d.h. sowohl oligotrophe als auch hochproduktive Regionen, Regionen mit geringen Sauerstoffkonzentrationen in den Zwischenschichten und durch atmosphärischen Staub beeinflusste Gebiete. Die Reise soll den Beginn längerfristiger Forschung im Bereich der biogeochemischen Atmosphäre-Ozean-Wechselwirkungen in tropischen Regionen initiieren. Zugleich ist sie ein Vorläufer des nationalen deutschen SOLAS (Surface Ocean Lower Atmosphere Study) Forschungsprogramms. Die Fahrtleitung wird vom Forschungsbereich der Marinen Biogeochemie des Institutes für Meereskunde in Kiel übernommen. Es nehmen Wissenschaftler aus verschiedenen Instituten und Abteilungen teil, wobei vor allem biologische und chemische Ozeanographen des Institutes für Meereskunde in Kiel vertreten sind, aber auch Atmosphärenforscher der Universität Heidelberg, des Max-Planck-Institutes für Chemie in Mainz und der University of East Anglia (Norwich, UK) sowie Biologen des Institutes für Ostseeforschung in Warnemünde und der University of Essex.

An Bord werden Messungen verschiedener Parameter in der Atmosphäre, von atmosphärischen Partikeln, Regenwasser und ozeanischen Oberflächenwassers erfolgen. Für weitere chemische und biologische Fragestellungen werden, hauptsächlich aus Tiefen bis 500m, Wasserproben mittels CTD/Rosette genommen. Sowohl für die Atmosphäre als auch für den Ozean wird eine große Bandbreite verschiedener Spurengase, Spuremetalle, Stickstoffverbindungen und biologischer Parameter gemessen. Weiterhin werden an Bord Experimente durchgeführt,

Synopsis

METEOR 55 is a single-leg expedition which comprises a trans-Atlantic section from west to east along 11°N together with a short, mid-ocean North-South transect to the equator. The leg covers a wide range of biogeochemical conditions, including both oligotrophic and high productivity regions, regions with low subsurface oxygen concentrations, and regions subject to significant influence from atmospheric dust input. The cruise is designed to initiate longer-term research into atmosphere-ocean biogeochemical interactions within tropical regions. As such it is a forerunner to a national German SOLAS (Surface Ocean Lower Atmosphere Study) research program. The cruise is led and primarily staffed by chemical and biological oceanographers from the Forschungsbereich Marine Biogeochemie of the Institut für Meereskunde in Kiel. In addition, atmospheric scientists from the University of Heidelberg, the Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz and the University of East Anglia (Norwich, UK) together with biologists from the Institut für Ostseeforschung (Warnemünde) and the University of Essex will participate.

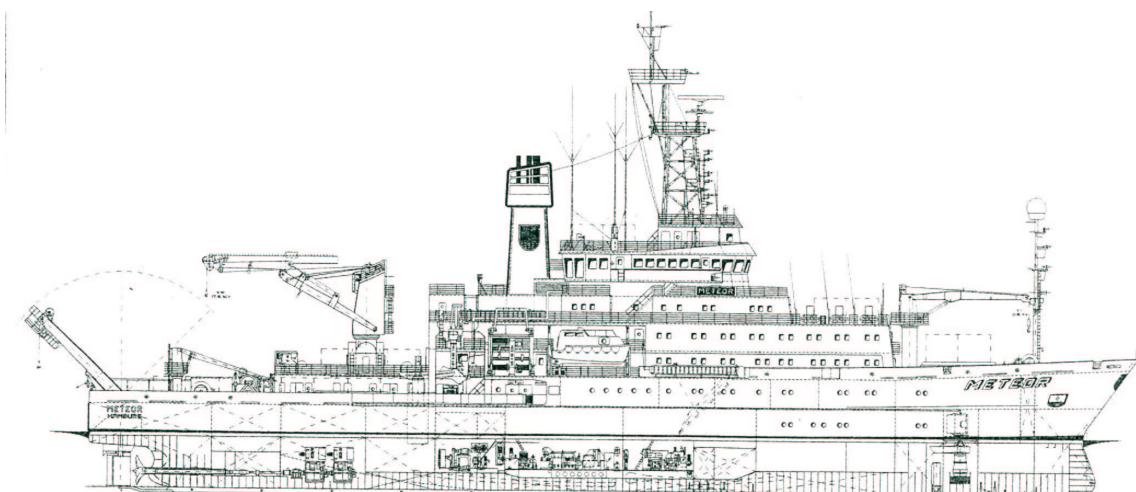
Sampling activities will include underway measurements of air, atmospheric particles, rain, and surface seawater, together with mainly shallow (<500 m) CTD casts and biological sampling. Measurements of a wide variety of trace gases, trace metals, nitrogen species and biological parameters will be made in both the upper ocean and atmosphere. Experiments will be conducted on board to examine the response of phytoplankton to inputs of various nutrients and biological interactions related to dimethyl sulphide production. The work on the cruise will be conducted jointly by

die Aufschluß über den Einfluß von Phytoplankton auf verschiedene Nährstoffe und biologische Interaktionen bezüglich der Dimethylsulfid- (DMS) Produktion geben sollen. Die Arbeiten an Bord werden von Atmosphärenchemiker und Physikern zusammen mit biologischen und chemischen Ozeanographen durchgeführt. Eine Langzeit-Sedimentfalle der Universität in Bremen wird am Äquator aufgenommen.

Das Ziel dieser Fahrt ist es, den Einfluß der Biologie und der Chemie der Ozeanoberfläche auf die Atmosphäre zu untersuchen, und wie die Atmosphäre, insbesondere durch den Eintrag von Partikeln, die Chemie und Biologie der Ozeanoberfläche beeinflusst. Gerade der West-Ost-Abschnitt ist auf die Untersuchung kontinentaler Aerosole ausgelegt. Auf dem Nord-Süd-Abschnitt werden dann Proben für die Untersuchung der atmosphärischen Bedingungen in der intertropischen Konvergenzzone sowie der Luftmassen der südlichen Hemisphäre genommen, hoffentlich inklusive Regen- und Aerosolproben.

atmospheric chemists and physicists together with chemical and biological oceanographers. A long-term sediment trap of the University of Bremen will be recovered at the equator.

The overall objective of the cruise is to examine ways in which surface ocean biology and chemistry affect the atmosphere and, how atmospheric chemistry, in particular the deposition of particles, affects surface ocean biology and chemistry. In particular, the west-to-east transit is designed to sample a wide range of continental aerosol inputs. The north-south transect is included to allow sampling of atmospheric conditions at the Inter-Tropical Convergence Zone (including, we hope, rainfall and dry deposition) and Southern Hemisphere air masses.



Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

Wissenschaftliches Programm

Die METEOR 55-Fahrtroute ist deutlich gegliedert (von West nach Ost): Von oligotrophen, staubarmen Gebieten bis hin zu Auftriebdominierten, staubreichen Gebieten. Entlang dieses Abschnittes sind folgende Untersuchungen geplant:

- Charakterisierung der Verteilung von Spurengasen und Identifikation von Produktions- und Abbauwegen im Oberflächenwasser des tropischen Atlantiks (N_2O , schwefelhaltige Gase, natürlich produzierte Halogenkohlenwasserstoffe und Alkylnitrate, sauerstoffhaltige organische Verbindungen, CO_2)
- Bestimmung des Verteilungsmusters phytoplanktischer Biomasse und Arten als potentielle Produzenten von Spurengasen
- Charakterisierung der Verteilung von Spurengasen (einschließlich, allerdings nicht beschränkt auf die oben erwähnten Gase) und reaktiven Verbindungen (z.B. BrO) in der Troposphäre. Dies schließt eine wichtige Interkalibrierung der atmosphärischen und ozeanischen Messungen ein, die notwendig für die Berechnung von Gasflüssen zwischen Atmosphäre und Ozean ist
- Chemische Charakterisierung atmosphärischer Aerosole und Staubpartikel bezüglich des Gehaltes an Spurenmetallen und Stickstoff. Erforschung des chemischen Verhaltens solcher Aerosole nach der Deposition im Ozean.
- Messungen von Spurenmetallen (z.B. Eisen) und deren Zusammensetzung im Oberflächenwasser und in flachen Vertikalprofilen in Bezug auf Einträge aus der Atmosphäre und tieferen Wasserschichten, Phytoplanktonzusammensetzung, Remineralisierung, etc..

Scientific Program

The METEOR 55 cruise track is predominantly zonal (west to east) from oligotrophic, dust-poor regions to upwelling-dominated, dust-rich regions. Along this transect, the following research activities will take place:

- Characterization of trace gas distributions and identification of production-degradation pathways within tropical surface waters. (N_2O , sulfur-containing gases, naturally produced halocarbons and alkyl nitrates, oxygenated organics, CO_2)
- Determination of the distribution patterns of phytoplankton biomass and species as potential producers of trace gases.
- Characterization of trace gases (including, but not limited to, those in list above) and reactive species (e.g. BrO) distributions in the troposphere. This will include an important intercalibration of atmospheric and oceanic measurements, which is necessary for the computation of air-sea fluxes.
- Chemical characterization of atmospheric aerosols and dust particles for their trace metal and nitrogen content. Assessment of the chemical behaviour of such aerosols following deposition to ocean waters.
- Measurement of trace metals (e.g. Fe) and their speciation in surface water and shallow vertical profiles in relation to atmospheric and sub-surface inputs, phytoplankton composition, remineralization, etc..

- Untersuchung des Stickstoffkreislaufes im Oberflächenwasser mit Schwerpunkt Stickstofffixierung
- Einschätzung der Vertikalprofile von Eisen und stickstoffhaltigen Nährstoffen zusammen mit der Abschätzung des Eintrags in die euphotische Zone aufgrund vertikaler Durchmischung
- Bioassays und molekularbiologische Untersuchungen zu Nährstoffen und/oder Spurenmetalllimitierung (z.B. N, P, Si, Fe, andere Metalle). Physiologische Untersuchungen photosynthetisch aktiver Organismen entlang eines starken Gradienten der Nährstofflimitierung.
- Investigation of the surface water nitrogen cycle with an emphasis on nitrogen fixation.
- Assessment of vertical profiles of Fe and nitrogenous nutrients together with estimation of their supply to the euphotic zone via vertical mixing.
- Bioassays and molecular biological studies to determine nutrient and/or trace metal limitation (e.g. N, P, Si, Fe, other metals). Physiological studies of photosynthetic organisms along strong gradients of nutrient limitation.

Die geplanten Arbeiten sind komplex und schwierig. In den Laboren an Bord von FS METEOR werden hochentwickelte analytische Instrumente aufgebaut werden, einschließlich 7 hochauflösender Gaschromatographen. Der Bedarf an flüssigem Stickstoff während der Fahrt erforderte die Anschaffung eines Flüssigstickstoffgenerators, welcher nach M55 an Bord bleiben und für weitere METEOR-Fahrten zur Verfügung stehen wird. Die biologischen Experimente erfordern komplexe und anspruchsvolle Versuchsdesigns, einschließlich spurenmetallfreier Proben-nahme. Da großer Bedarf an Oberflächenwasser durch die verschiedenen Arbeits-gruppen besteht, ist die Installation einer Tauchpumpe im Lotschacht der METEOR notwendig. Die Mischung von Messungen, Experimente und Disziplinen, die für diese Fahrt geplant sind, stellen eine große Herausforderung für FS METEOR dar.

Schwerpunktthema 1: Spurengase

Konzentration und stabile Isotopen-Zusammensetzung von N₂O (IfMK)

Lachgas (N₂O) wird sowohl kontinuierlich im Oberflächenwasser als auch in vertikalen

The planned work is complex and difficult. Notably the laboratories on board METEOR will be filled with sophisticated analytical instrumentation including at least 7 high-resolution gas chromatographs. The requirement for liquid nitrogen during the cruise required the purchase of a liquid nitrogen generator that will be set up on board and that will be available for support of future METEOR expeditions. The biological experiments will involve complex and difficult manipulations, including trace-metal-free sampling handling. A widespread interest in sampling of surface water requires the establishment of a special supply of pumped seawater from a submersible pump to be installed in the METEOR's moon-pool. The mixture of measurements, experiments and disciplines proposed for this cruise is likely to be as broad as anything the METEOR has supported.

Theme 1: Trace Gases

Concentration and Stable Isotope Composition of N₂O (IfMK)

Nitrous oxide (N₂O) will be measured from underway surface samples as well as

Profilen beprobt. Die Oberflächenbeprobung zielt auf die Bestimmung der relativen Übersättigung vom offenen Ozean im Vergleich mit den eutrophierteren Küstengewässern vor Afrika. Die vertikale Beprobung konzentriert sich auf die Probenahme zur Analyse der dualen Isotopenzusammensetzung in unserem Labor in Kiel. Durch die Bestimmung des dualen Isotopenmusters von N_2O sollte es möglich sein, Nitrifikations- und Denitrifikationswege zu unterscheiden. Desweiteren ist das Isotopenmuster von atmosphärischen N_2O ein Schlüsselparameter zur Bestimmung der realtiven Beiträge der terrestrischen, stratosphärischen und ozeanischen Quellen. Die geplante Expedition ist eine sehr gute Möglichkeit, um die N_2O -Isotopenzusammensetzung mit den entsprechenden Quellen unter stark variierenden biogeochemischen Bedingungen zu vergleichen. Diese Arbeiten (zusammen mit laufenden Arbeiten in der Ostsee und auf Bermuda) werden durch die DFG gefördert.

Reaktive Spurengase

(IfMK, IUP, MPIC, NCAR, UEA)

Die Produktion von DMSP (Dimethylsulfoniumpropionat) durch Algen und die anschließende Spaltung zu DMS (Dimethylsulfid) verknüpft den ozeanischen mit dem atmosphärischen Schwefelkreislauf und ist von erheblicher Bedeutung für unser Klima. Die Produktion von DMSP hängt erheblich von der taxonomischen Zusammensetzung der Algen und ihrer Ernährungsweise ab. Die Freisetzung von DMS and die Abgabe an die Atmosphäre sind dabei nicht an die DMS-Produktion gekoppelt. Modellrechnungen ergaben, dass die DMS-Konzentrationen in äquatorialen Regionen am höchsten sein sollen, aber es gibt so gut wie keine Daten aus diesen Regionen. Während M55 sollen DMSP und DMS sowohl kontinuierlich als auch aus vertikalen Profilen beprobt werden. Experimente zur Bestimmung der Beziehung von bakteriellen bzw. zooplanktischen Aktivitäten und DMSP-Produktion und

vertical profiles. The surface sampling will focus on the relative supersaturation of central ocean waters vs. the more eutrophic waters off Africa. The vertical profile sampling will focus on collecting samples for subsequent on-shore analysis of the dual isotope composition of N_2O . The isotopic composition of N_2O distinguishes sources from nitrification and denitrification pathways. Further the isotopic composition of atmospheric N_2O is a key parameter for resolving the relative contributions to tropospheric N_2O between terrestrial, stratospheric, and marine fluxes. The proposed cruise is an excellent opportunity to correlate N_2O composition and flux with strongly varying biogeochemical conditions. This work (together with associated sampling in the Baltic Sea and at Bermuda) is funded by the DFG.

Reactive Trace Gases

(IfMK, IUP, MPIC, NCAR, UEA)

Algal production of DMSP (dimethylsulphoniopropionate) and its subsequent cleavage to volatile DMS (dimethylsulphide) links the marine and atmospheric sulphur cycles and is of considerable importance for climate. Production of DMSP depends largely on the taxonomic composition of algae and their nutritional status. The release of DMS and its atmospheric flux is decoupled from its production. Models suggest that DMS concentrations should be highest in equatorial regions but there are practically no data from these regions. During M55 DMSP and DMS will be sampled from both the underway pumping system and vertical profiles. Experimental investigations of the relation between bacterial and zooplankton activity and DMSP production and turnover will be conducted.

Umsatz werden ebenfalls durchgeführt.

Brom spielt eine Hauptrolle in der Ozonchemie und hat zusammen mit Chlor einen synergetischen Effekt auf die stratosphärische Ozonzerstörung. Bromoform (CHBr_3) wird hauptsächlich im Ozean gebildet und ist die größte organische Quelle für reaktives Brom in der Atmosphäre. In tropischen Regionen wird das kurzlebige Bromoform durch tropische Konvektion in große Höhen transportiert. Deshalb können ozeanische Brom-Emissionen die Chemie der unteren Stratosphäre direkt beeinflussen. Die METEOR Reise 55 bietet deshalb eine hervorragende Möglichkeit die Oberflächenkonzentrationen von Bromoform in oligotrophen Regionen und Auftriebsgebieten zu vergleichen und die Ozean-Atmosphärenflüsse abzuschätzen.

Zahlreiche kurzlebige organische Iodverbindungen, einschliesslich Methyljodid (CH_3I), werden ebenfalls im Ozean gebildet. Diese Verbindungen spielen eine wichtige Rolle in der Atmosphärenchemie von Iod. Während M55 werden Oberflächen- und Luftmessungen von CH_3I und Laborexperiment zur Bestimmung der abiotischen und biotischen Bildung von CH_3I durchgeführt.

Die UEA-Areitsgruppe wird die Verteilung von leichten Alkylnitraten im Oberflächenwasser und in der Luft bestimmen. Diese Verbindungen scheinen ebenfalls eine ozeanische Quelle zu haben und spielen möglicherweise eine wichtige Rolle in der Chemie der Troposphäre.

Mit der Absicht ozeanische Arbeiten mit Messungen in der Atmosphäre zu verknüpfen, werden Luftproben für die Arbeitsgruppe von Elliot Atlas (NCAR) gesammelt. Desweiteren wird die Arbeitsgruppe aus Mainz (MPIC) ebenfalls Luftproben zur Analyse von flüchtigen oxidierten Kohlenwasserstoffen sowohl sammeln als auch an Bord analysieren. Desweiteren wird die IUP-Arbeitsgruppe ein „Multi-axial

Bromine plays a major role in ozone chemistry and has a synergistic effect with chlorine on stratospheric ozone destruction. Bromoform (CHBr_3) has its principal source in the oceans and is the major organic source for atmospheric reactive bromine. In tropical regions, oceanic emissions of this short-lived compound may be transported to unusually great heights with tropical convection. Hence oceanic emissions can directly influence lower-stratosphere chemistry. The METEOR cruise 55 provides an excellent opportunity to compare surface ocean bromoform concentrations between oligotrophic and upwelling regions and estimate air-sea fluxes.

Several short-lived organic iodine-containing species including CH_3I are also produced in the ocean. These species also play a significant role through atmospheric iodine chemistry. During M55 cruise we will conduct surface water and air measurements and conduct laboratory experiments to examine abiotic and biotic production pathways of CH_3I .

The UEA group will investigate the distribution of light alkyl nitrates in surface water and air. These compounds, which appear to also have an oceanic source, may play a significant role in the chemistry of the troposphere.

In order to link oceanic work with related measurements in the atmosphere, we will collect air samples for the group of Elliot Atlas (NCAR). Samples to be analysed for oxidized VOC by the MPIC group will also contribute to this study.

In addition, the IUP will establish a Multi-axial Differential Optical Absorption Spectrometry (MAX-DOAS) system on board for the measurement of BrO , IO and

Differential Optical Absorption Spectrometry (MAX-DOAS)“-System zur Messung von BrO, IO, und OCIO an Bord betreiben. Dies wird einen direkten Vergleich mit Messungen der entsprechenden organischen Verbindungen ermöglichen und unser Wissen über die räumliche und zeitliche Variabilität dieser Verbindungen vergrößern.

Schwerpunktthema 2: Aerosole, Eisen und Biologie

Entlang des Untersuchungsgebietes des M55-Fahrtabschnitt kommt es zur Deposition von Staub aus der Sahara/Sahel-Wüste. Diese Staubquelle stellt annähernd ein Drittel der globalen Staubablagerungen in die Ozeane dar, und ist die dominierende Quelle für den tropischen Nordatlantik. Der Staub könnte einen bedeutenden Einfluß auf das Nährstoffgleichgewicht in oligotrophen Regionen haben, zum einen, da Eisen selbst einen essentiellen Nährstoff darstellt, zum anderen könnte die Kombination aus Eisen und Staub stickstofffixierende Organismen stimulieren. Ebenso könnte der Staubeintrag die Stickstofflimitierung des Phytoplanktonwachstum vermindern. Ein kritischer Faktor in der Bestimmung des Eisenangebotes für das Plankton ist die Löslichkeit des im Staub enthaltenen Eisens und die Verteilung im Seewasser. Dazu kommt, dass die Luftmassen, welche den Saharastaub transportieren, auch Nitrat und andere Makronährstoffe mitführen, welche zusammen mit dem Staub abgelagert werden. Der mögliche Effekt dieser zusätzlichen Nährstoffeintrags auf die Stickstofffixierenden Planktonorganismen ist unklar. Während der Fahrt werden wir ein abgestimmtes Messprogramm von chemischen Eigenschaften der Aerosole (UEA), der Eisenkonzentration und -verteilung in der ozeanischen Wasseroberfläche (IfMK) sowie biologische Experimente mit verschiedenen Nährstoffzugaben (UE, IfMK) durchführen. Ziel ist die Untersuchung der chemischen Faktoren, welche die Phytoplanktonproduktion entlang des Fahrtabschnittes limitiert. Ebenso soll der

OCIO species in the troposphere. This will allow direct comparison of these species with measurements of precursor organic species as well as contribute to our understanding of the spatial and temporal variability of these species.

Theme 2: Aerosols, Iron, and Biology

Dust from the Sahara/Sahel desert is blown across the M55 study area (Figure 1). This dust source accounts for approximately one third of the global dust deposition flux to the oceans, and is easily the dominant source of dust to the tropical North Atlantic Ocean. The dust may have a significant impact on the nutrient balance of oligotrophic regions both because iron is itself an essential nutrient but also because iron associated with the dust may stimulate nitrogen-fixing organisms. Dust inputs may therefore alleviate nitrogen limitation of phytoplankton growth. A crucial factor in determining the iron supply to the plankton is the solubility of the dust-borne iron and the speciation in seawater. Further, air masses that transport Saharan dust may also carry nitrate and other macronutrients, which co-deposit with the dust. The potential effects of this co-deposition of nutrients on the nitrogen-fixing plankton population are unclear. During the cruise, we will conduct a coordinated program of measurements of aerosol chemical properties (UEA), measurements of upper ocean iron concentrations and speciation (IfMK) and biological experiments with artificial nutrient additions (UE, IfMK). The goal is to examine the chemical factors limit phytoplankton production along the transect and assess the contribution of atmospheric inputs to alleviating nutrient limitation.

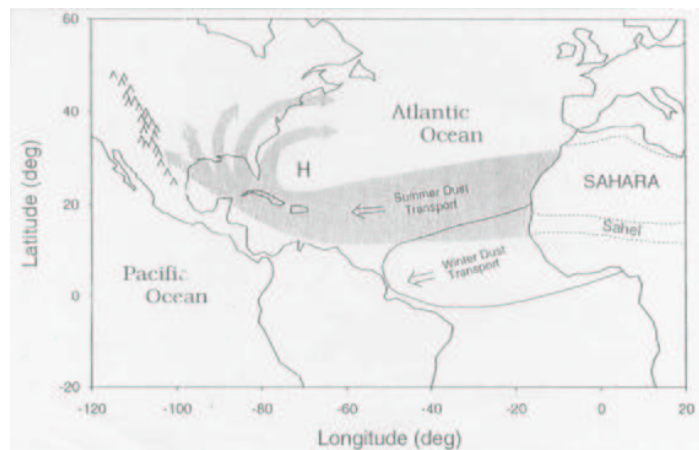
Beitrag des atmosphärischen Eintrages abgeschätzt werden, welcher die Nährstofflimitierung vermindert.

Besondere Aufmerksamkeit soll auf die Stickstofffixierung gerichtet werden, sowohl in Laborexperimenten als auch im Ozean bezüglich der regionalen Zusammensetzung von Phytoplanktongemeinschaften, der Primärproduktion, Nährstoffverfügbarkeit, chemischer Zusammensetzung von partikulärem Material, Verteilung von stabilen Stickstoffisotopen, etc. (IFMK, IOW, UE).

Particular attention will be focussed on nitrogen fixation both in experiments but also in the field in relation to regional distributions of phytoplankton species composition, primary production, nutrient availability, chemical composition of particulate matter, stable nitrogen isotope distributions, etc. (IfMK, IOW, UE).

Abbildung 1: Mittlere saisonale Verteilung der Sahara/Sahel-Staubfahne (aus Perry *et al.*, 1997).

Figure 1: Mean seasonal distribution of the Sahara/Sahel dust plume (from Perry *et al.*, 1997).



Arbeitsprogramm

Entlang des 11°N-Hauptschnittes wird es im Regelfall täglich zwei Stationen geben: Eine kombinierte biologisch-chemische Station am frühen Morgen und eine 24-Flaschen Rosette für die Chemie am Abend. Atmosphären- und Oberflächenbeprobungen werden kontinuierlich während der Fahrt durchgeführt. Ein zu schleppender „Fisch“, der die Beprobung im Oberflächenwasser zur Analyse von Spurenmetallen erlaubt, wird gelegentlich ausgesetzt. Weitere Experimente werden mit an Deck aufgestellten Inkubatoren durchgeführt. Entlang des N/S- Schnittes wird es in nur einer Richtung Stationen geben, um den Arbeitsgruppen die Gelegenheit zur Aufarbeitung von Proben zu geben. Am südlichen Endpunkt des N/S-Schnittes wird eine Langzeitverankerung der Universität Bremen geborgen.

Am östlichen Endpunkt des O/W-Schnittes sind Stationen am westafrikanischen Kontinentalrand geplant, die auch Stationen am Kontinentalrand bzw. – schelf von Guinea-Bissau einschliessen (Bewilligung vorausgesetzt). Allein die Atmosphären- und Oberflächenbeprobungen werden auf dem sich anschließenden Transit nach Abidjan fortgesetzt (falls Bewilligung erfolgt).

Eine typische morgendliche Station besteht aus 1 oder 2 Einsätzen der 24-Flaschen Rosette für die biol.-chem. Beprobung, dem Aussetzen des Lichtsensor, des Fluorometers, einem Hydrocast für Spurenmetallproben sowie einem Netzeinsatz. Aufgrund der Schwerpunktes „Austausch mit der Atmosphäre“, werden CTD-Einsätze gewöhnlich nur bis 500m Tiefe gefahren. Ergänzend dazu wird es einige vollständige Tiefenprofile im östlichen und westlichen Becken geben.

Work program

Along the 11°N main transect there will normally be two stations per day: a combined multi-cast biology-chemistry station in the early morning and an evening 24-bottle rosette cast primarily for chemistry. Atmospheric and surface water sampling will be conducted whenever the ship is underway and a towed fish that allows for sampling of surface waters for trace metals will occasionally be deployed. Experiments will be conducted within on-deck incubators along the transect. Along the N-S section we expect to conduct stations on the northward or southward transect only in order to give the groups time to catch up with a sample backlog. At the southernmost point of the N-S transect a long-term sediment trap belonging to the University of Bremen will be recovered.

At the easternmost end of the E-W transect, additional stations will be occupied over the West African continental margin including stations over the continental margin and shelf of Guinea Bissau (pending clearance). Atmospheric and surface water samples only will be analysed during the subsequent transit to Abidjan (again pending clearances).

A typical morning station will comprise 1 or 2 x 24-bottle rosette casts for chemical and biological sampling, a light sensor and fluorometer cast, a hydro-cast for trace metal samples, and a net tow. Given the emphasis on exchanges with the atmosphere, CTD sampling will normally be to 500m with a few full-depth profiles in both the eastern and western basin.

Zeitplan / Time Schedule M55

Willemstad (Curaçao, Niederl. Antillen) – Abidjan (Elfenbeinküste)

Willemstad (Curaçao, Netherl. Antilles) – Abidjan (Ivory Coast)

Auslaufen Willemstad: <i>Sail from Willemstad:</i>	Sonntag, 13. Oktober 2002 <i>Sunday, 13 October 2002</i>	
Anfahrt zur 1. Station: <i>Transit to 1st station:</i>		3 Tage <i>3 days</i>
Schnitt entlang 11°N, Teil A: <i>Section along 11°N, Part A:</i>		13 Tage <i>13 days</i>
Anfahrt zur Verankerungsstelle: <i>Southward Transit to Mooring Site:</i>		3 Tage <i>3 days</i>
Aufnehmen der Verankerung: <i>Mooring Recovery:</i>		1 Tag <i>1 day</i>
Rückfahrt zu 11°N mit Stationen: <i>Northward Transit with Stations:</i>		4 Tage <i>4 days</i>
Schnitt entlang 11°N, Teil B: <i>Section along 11 N, Part B:</i>		2 Tage <i>2 days</i>
Stationen vor Westafrikanischer Küste: <i>Stations on West African Margin:</i>		3 Tage <i>3 days</i>
Anfahrt Abidjan: <i>Transit to Abidjan:</i>		5 Tage <i>5 days</i>
Gesamt: <i>Total:</i>		34 Tage <i>34 days</i>
Einlaufen Abidjan: <i>Arrival at Abidjan:</i>	Sonnabend, 16. November 2002 <i>Saturday, 16 November 2002</i>	

Bordwetterwarte / Ship's Meteorological Office

Operationelles Programm

Die Bordwetterwarte ist während M55 mit einem Wetterfunktechniker besetzt.

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 6-8 Wetterbeobachtungen zu den synoptischen Terminen und deren Weitergabe in das internationale Datennetz der Weltorganisation für Meteorologie (GTS, Global Telecommunication System).

Verantwortlich für Funktion der bordeigenen meteorologischen Registriergeräte (Strahlung, Wind, Temperatur).

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 bei Deutschen Wetterdienst in Hamburg und in der Bordwetterwarte erhältlich ist.

Operational Program

The ship's meteorological station during M55 is staffed by a technician of the Deutscher Wetterdienst (DWD, Hamburg).

Duties:

1. Weather consultation

Provision of daily weather forecasts for scientific and nautical purposes. On request weather forecasts to other research craft, especially in the framework of international cooperation.

2. Meteorological observations and measurements

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

Six to eight synoptic weather observations daily. Feeding these data onto the GTS (Global Telecommunication System) of the WMO (World Meteorological Organization) via satellite or radio.

Responsible for operation of the ship's meteorological sensors (radiation, wind, temperature).

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 program ASAP (Automated Shipborne Aerological Program), 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:*

DWD

Deutscher Wetterdienst,
Geschäftsfeld Seeschifffahrt
Bernhard-Nocht-Str. 76
20359 Hamburg, Germany

MPIC

Max-Planck-Institut für Chemie
Abt. Chemie der Atmosphäre
Postfach 3060
55020 Mainz, Germany

GEOMAR

Forschungszentrum für Marine
Geowissenschaften
Abt. Marine Umweltgeologie
Wischofstr. 1-3
24148 Kiel, Germany

NCAR

Atmospheric Chemistry Division
National Center for Atmospheric Research
P.O. Box 3000
Boulder, Colorado 80305, USA

IfMK

Institut für Meereskunde,
Forschungsbereich Marine Biogeochemie,
Düsternbrooker Weg 20
24105 Kiel, Germany

UE

Biological Sciences
University of Essex
Colchester CO4 3SQ, United Kingdom

IOW

Institut für Ostseeforschung
Sektion Biologie
Seestr. 15
18199 Warnemünde, Germany

UEA

University of East Anglia
School of Environmental Sciences
Norwich, NR4 7TJ, United Kingdom

IUP

Institut für Umweltphysik
Universität Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 229
69120 Heidelberg, Germany

E-mail-Adressen der beteiligten Wissenschaftler

E-mail Addresses of Involved Scientists

Eliot Atlas	NCAR	atlas@ucar.edu
Alex Baker	UEA	alex.baker@uea.ac.uk
Hermann Bange	IfMK	hbange@ifm.uni-kiel.de
Adele Chuck	UEA	a.chuck@uea.ac.uk
Peter Croot	IfMK	pcroot@ifm.uni-kiel.de
Margaret Davey	UE	msd@mba.ac.uk
Peter Fritsche	IfMK	pfritsche@ifm.uni-kiel.de
Wilhelm Gaul	IfMK	wgaul@ifm.uni-kiel.de
Richard Geider	UE	geider@essex.ac.uk
Hans Peter Hansen	IfMK	hphansen@ifm.uni-kiel.de
Gerd Hönninger	UIP	gerd.hoenninger@iup.uni-heidelberg.de
Rupert Holzinger	MPIC	holzing@mpch-mainz.mpg.de
Edmund Knuth	DWD	edmund.knuth@dwd.de
Arne Körtzinger	IfMK	akoertzinger@ifm.uni-kiel.de
Thomas Laepple	IUP	thomas.laepple@iup.uni-heidelberg.de
Julie LaRoche	IfMK	jlaroche@ifm.uni-kiel.de
Karin Lochte	IfMK	klochte@ifm.uni-kiel.de
Matt Mills	IfMK	mmills@ifm.uni-kiel.de
Ilka Peeken	IfMK	ipeeken@ifm.uni-kiel.de
Gert Petrick	IfMK	gpetrick@ifm.uni-kiel.de
Birgit Quack	IfMK	bquack@ifm.uni-kiel.de
Uwe Richter	IfMK	urichter@ifm.uni-kiel.de
Celine Ridame	IfMK	cridame@ifm.uni-kiel.de
Jens Schafstall	IfMK	jschafstall@ifm.uni-kiel.de
Karen Stange	GEOMAR	kstange@gemoar.de
Peter Streu	IfMK	pstreu@ifm.uni-kiel.de
Maren Voß	IOW	maren.voss@io-warnemuende.de
Doug Wallace	IfMK	dwallace@ifm.uni-kiel.de
Sylvia Walter	IfMK	swalter@ifm.uni-kiel.de
Jonathan Williams	MPIC	williams@mpch-mainz.mpg.de

Teilnehmerliste / *Participants* METEOR 55

1. Wallace, Douglas, Prof. Dr.	Fahrtleiter / <i>Chief Scientist</i>	IfMK
2. Baker, Alex, Dr.	Aerosole	UEA
3. Bange, Hermann, Dr.	N ₂ O	IfMK
4. Chuck, Adele, Dr.	Alkylnitrate	UEA
5. Croot, Peter, Dr.	Spurenmetalle	IfMK
6. Davey, Margaret, Dr.	Phytoplankton	UE
7. Fritsche, Peter	Nährstoffe	IfMK
8. Gaul, Wilhelm	DMSP	IfMK
9. Hansen, Hans Peter, Dr.	Nährstoffe	IfMK
10. Hoffmann, Linn	Biologie	IfMK
11. Holzinger, Rupert, Dr.	VOC	MPIC
12. Körtzinger, Arne, Prof. Dr.	PCO ₂	IfMK
13. Laepple, Thomas	Halogenoxide	IUP
14. Langlois, Rebecca	N ₂ -Fixierung	IfMK
15. Lochte, Karin, Prof. Dr.	Biologie	IfMK
16. Malien, Frank	Nährstoffe	IfMK
17. Mills, Matthew	Biologie	IfMK
18. Müller, Marius	DMSP	IfMK
19. Peeken, Ilka, Dr.	Biologie	IfMK
20. Petrick, Gert	Halogenwasserstoffe	IfMK
21. Quack, Birgit, Dr.	Halogenwasserstoffe	IfMK
22. Richter, Uwe	Halogenwasserstoffe	IfMK
23. Ridame, Celine, Dr.	N ₂ -Fixierung	IfMK
24. Schafstall, Jens	CTD	IfMK
25. Stange, Karen	Halogenwasserstoffe	GEOMAR
26. Streu, Peter	Spurenmetalle	IfMK
27. Thorsten Truscheit	Meteorologie	DWD
28. Voß, Maren, Dr.	¹⁵ N-Isotope	IOW
29. Walter, Sylvia	N ₂ O	IfMK
30. Williams, Jonathan, Dr.	VOC	MPIC

Besatzung / Crew METEOR 55

Kapitän / Master	Papenhagen, Henning
I. Offizier / Ch. Mate	Baschek, Walter
I. Offizier / 1st Mate	Vogel, Peter
II. Offizier / 2nd Mate	Lass, Jan Peter
Funkoffizier / Radio Officer	Köthe, Wolfgang
Schiffsarzt / Surgeon	Walther, Anke
I. Ingenieur / Ch. Engineer	Schüler, Achim
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Bochnik, Eberhard
II. Ingenieur / 2nd Engineer	Schmiedeskamp, Jan
Elektriker / Electrician	Huxol, Werner
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	Heygen, Ronald
Elektroniker / Electron. Eng.	NN
System-Manager / Sys.-Man.	Wintersteller, Paul
Decksschlosser / Fitter	Blohm, Volker
Motorenwärter / Motorman	Sebastian, Frank
Motorenwärter / Motorman	NN
Motorenwärter / Motorman	Heyn, Marcus
Motorenwärter / Motorman	NN
Koch / Ch. Cook	Müller, Horst
Kochsmaat / 2nd Cook	Pytlik, Franciszek
I. Steward / Ch. Steward	Horzella, Ernst
II. Steward / 2nd Steward	Götze, Rainer
II. Steward / 2nd Steward	NN
II. Steward / 2nd Steward	Eller, Peter
Wäscher / Laundryman	Lee, Nan Sng
Bootsmann / Boatswain	Schlegel, Manfred
Matrose / A.B.	Becker, Siegfried
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	Hampel, Ulrich-Bruno
Matrose / A.B.	Dracopoulus, Eugenius
Matrose / A.B.	Wünsch, Reik
Matrose / A.B.	Kühl, Malte
Matrose / A.B.	NN

Das Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

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

FS METEOR ist Eigentum der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den Bundesminister für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF), der auch den Bau des Schiffes finanziert hat.

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

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

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

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

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

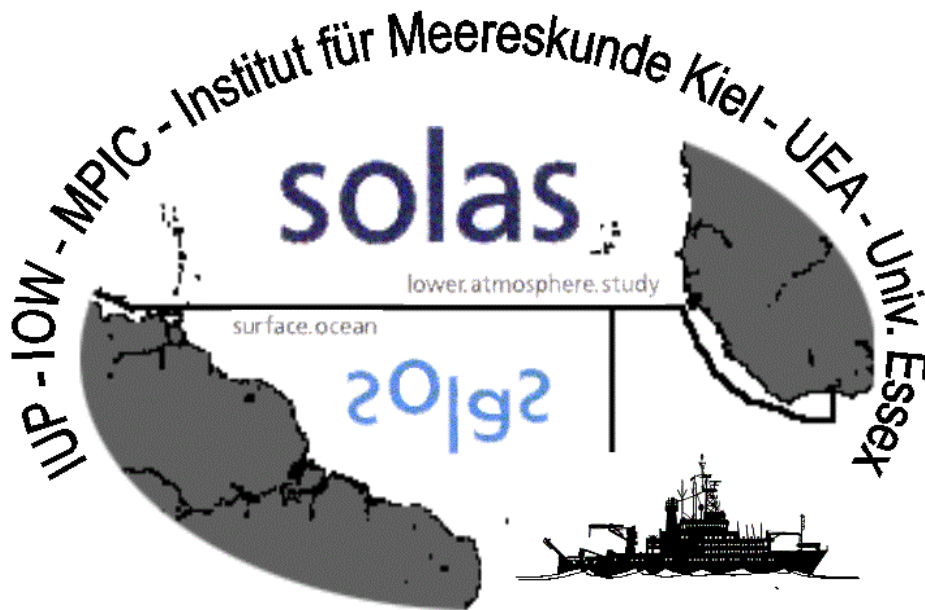
The vessel is owned by the Federal Republic of Germany represented by the Ministry of Education, Science, Research and Technology (BMBF), which also financed the construction of the vessel.

The vessel is operated as a “Research Support Facility“ by the German Research Foundation (DFG). For this purpose the DFG is assisted by an Advisory Board.

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

The Senate Commission for Oceanography of the DFG is charged with planning the expeditions and selecting the scientific objectives. It appoints coordinators and the chief scientists for expeditions.

The METEOR Operations Control Office of the University of Hamburg is responsible for the scientific, technical, logistical and financial preparation, execution and supervision of ship operations. It cooperates with the expedition coordinators and is a negotiating partner of the managing owners, the RF “Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt GmbH“.



Meteor 55 – Tropical Atlantic 2002

***Research Vessel METEOR
Cruise No. 55***

***Surface Ocean Lower Atmosphere Study (SOLAS):
Tropical Atlantic 2002***

***Editor:
Institut für Meereskunde Universität Hamburg
Leitstelle METEOR***

***Sponsored by:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)***