

Forschungsschiff / Research Vessel

METEOR

Reise Nr. 59

26.6.2003 – 5.10.2003



Zirkulation und Variabilität im subpolaren Nordatlantik Circulation and Variability in the subpolar North Atlantic

Institut für Umweltp Physik, Abt. Ozeanographie, Universität Bremen
Institut für Meereskunde, Kiel
Institut für Meereskunde, Hamburg

Herausgeber / Editor:

Institut für Meereskunde der Universität Hamburg
Leitstelle METEOR

gefördert durch / sponsored by:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)
ISSN 0935-9974

Anschriften / Addresses

Dr. Jürgen Fischer	Telefon: 0431 600-4106
Institut für Meereskunde	Telefax: 0431 600-174101
Universität Kiel	e-mail: jfischer@ifm.uni-kiel.de
Düsternbrooker Weg 20	
24105 Kiel	
Dr. John Mortensen	Telefon: 040-42838-6631
Institut für Meereskunde	Telefax: 040-42838-4644
Universität Hamburg	e-mail: mortensen@ifm.uni-hamburg.de
Tropowitzstr. 7	
22529 Hamburg	
Prof. Dr. Monika Rhein	Telefon: 0421 -218-2408
Institut für Umweltphysik	Telefax: 0421 - 218-7018
Universität Bremen, FB 1	e-mail: mrhein@physik.uni-bremen.de
Otto-Hahn-Allee, D-28334 Bremen	
Leitstelle F/S Meteor	Telefon: +49-40-428-38-3974
Institut für Meereskunde	Telefax: +49-40-428-38-4644
Universität Hamburg	e-mail: leitstelle@ifm.uni-hamburg.de
Tropowitzstraße 7	
D-22529 Hamburg / Germany	
RF Forschungsschiffahrt GmbH	Telefon: +49-421-20766-0
Blumenthalstr. 15	Telefax: +49-421-20766-70
D-28209 Bremen / Germany	e-mail: info@rf-bremen.de
Senatskommission für Ozeanographie	Telefon: +49-421-218-3389
der Deutschen Forschungsgemeinschaft	Telefax: +49-421-218-3116
Vorsitzender: Prof. Dr. Gerold Wefer	e-mail: gwefer@uni-bremen.de
FB 5 - Geowissenschaften	
Universität Bremen	
Klagenfurter Straße	
D-28359 Bremen / Germany	
Forschungsschiff / Research Vessel METEOR	
Rufzeichen / Call Sign	DBBH
Telefon / Fax Satellitenkennung	alle Satelliten 00870
Telefon-Nr.	321841811
Telefax-Nr.	321841813
Daten ISDN	391004856

Telex Satellitenkennung	Atlantik Ost 0581
-------------------------	-------------------

	Atlantik West 0584
	Pazifik 0582
	Indik 0583
Telex-Nr.	321841815
e-mail Schiffsleitung	schiff@meteor.rf-gmbh.de
Wissenschaft	wiss@meteor.rf-gmbh.de
Privat	priv@meteor.rf-gmbh.de

Jeder Fahrtteilnehmer erhält eine e-mail Adresse, die sich aus dem ersten Buchstaben des Vornamens und des Familiennamens zusammen setzt. So ist Hein Mück und hmueck@meteor.rf-gmbh.de zu erreichen.

Each cruise participant will receive an e-mail address composed by the first letter of its first name and the last name. *Hein Mück*, e.g., would receive the address: hmueck@meteor.rf-gmbh.de

Fahrtabschnitte METEOR Reise Nr. 59 / Legs of METEOR Cruise No. 59

26 Juni / June 2003 – 5 Oktober / October 2003

Zirkulation und Variabilität im subpolaren Nordatlantik Circulation and Variability in the subpolar North Atlantic

Fahrtabschnitt / Leg 59/1

26.6.-22.7.2003

Ponta Delgada (Portugal) – Reykjavik (Island)

Fahrtleiter/Chief Scientist: Dr. John Mortensen

Fahrtabschnitt / Leg 59/2

23.7.-29.8.2003

Reykjavik (Island) - St.John's (Kanada)

Fahrtleiterin/Chief Scientist: Prof. Dr. Monika Rhein

Fahrtabschnitt / Leg 59/3

30.8.-5.10.2003

St.John's - Werft(Deutschland)

Fahrtleiter/Chief Scientist: Dr. Jürgen Fischer

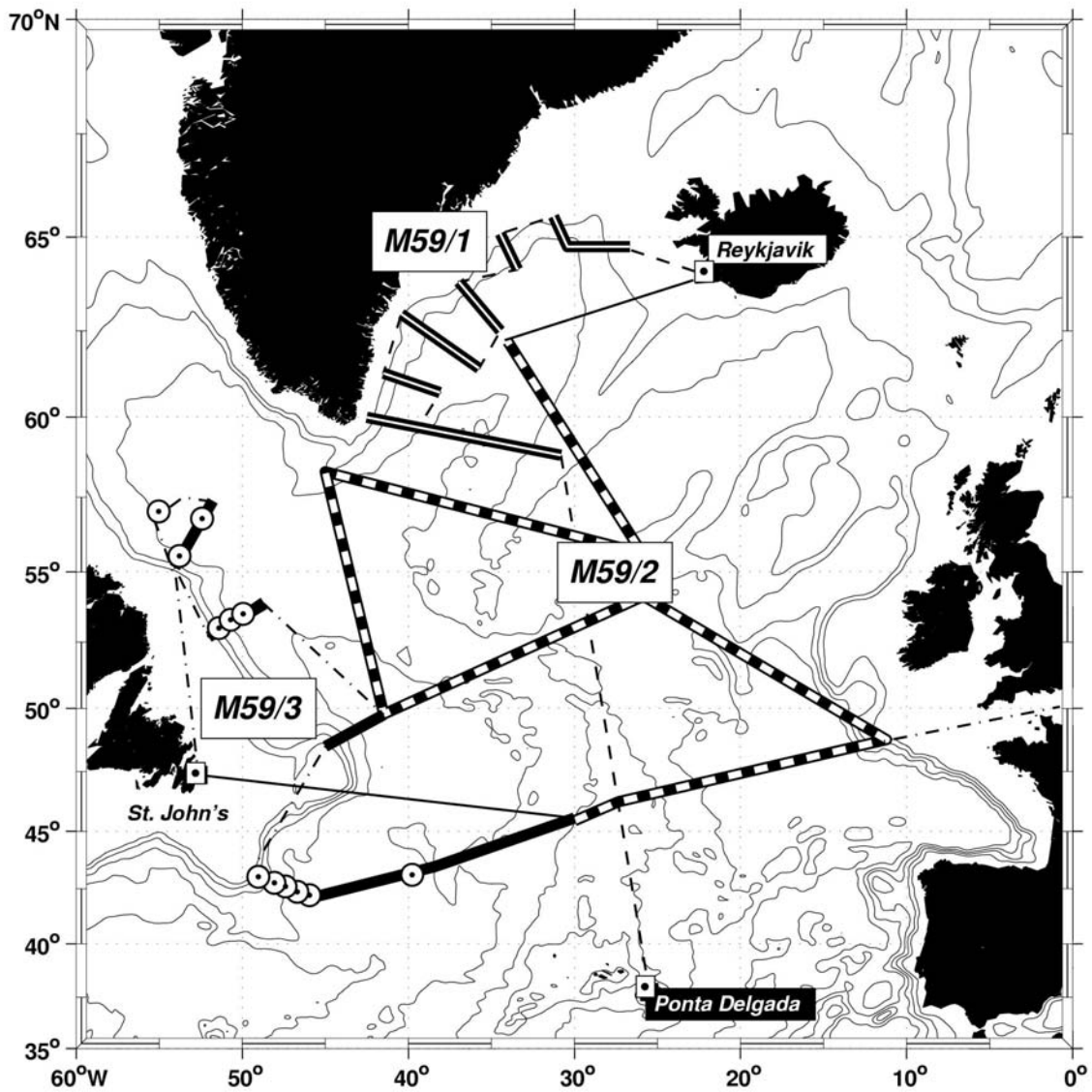
Koordination / Coordination:

Prof. Dr. Monika Rhein

Kapitän / Master (FS METEOR):

M 59/1: Henning Papenhagen

M 59/2-3: Niels Jacobi



Fahrtrouten und Arbeitsgebiete der METEOR-Reise Nr. 59

Cruise tracks and working areas of METEOR cruise No. 59

Wissenschaftliches Programm der METEOR Reise Nr. 59 Scientific Programme of METEOR Cruise No. 59

Übersicht

Die FS METEOR Expedition M59 ist eine Fortsetzung von Messreisen in den subpolaren Nordatlantik im Rahmen des **Kieler SFB 460** (M59/2 und M59/3) und des EU Programms **ASOF: Arctic Subarctic Ocean Fluxes** (M59/1) und beinhalten physikalisch-ozeanographische sowie tracer- und meereschemische Arbeiten.

Der Fahrtabschnitt M59/1 unter Leitung von J. Mortensen (IFM Hamburg) konzentriert sich auf die Vermessung des Ostgrönlandstromes und des tiefen Overflows in der Irmingersee. Diese Messungen sind ein wichtiger Teil des EU Programms ASOF und setzen die Zeitreihen der Wassermassencharakteristik und der Transporte fort. Im Abschnitt M59/2 (SFB 460) wird eine großskalige Aufnahme der tiefen Wassermasseneigenschaften und des CO₂ System im östlichen und zentralen subpolaren Nordatlantik durchgeführt, unter anderem um aus den Freoninventaren die Produktionsraten von Labradorseewasser zu berechnen. Der Abschnitt M59/3 (SFB 460) konzentriert sich auf die Randströme im westlichen Nordatlantik und untersucht Transporte und Wassermasseneigenschaften von der Labradorsee bis 42°N mittels Schiffsmessungen und Verankerungen.

Synopsis

The RV METEOR M59 cruise is part of two research programs in the subpolar North Atlantic: M59/1 continues the activities of the EU program **ASOF (Arctic Subarctic Ocean Fluxes)** and M59/2 and M59/3 are part of the German Sonderforschungsbereich **SFB 460**, located at the IFM Kiel.

During M59/1, the main objective in the framework of ASOF is to survey the East Greenland Current and the deep overflow in the Irminger Sea. These measurements will continue the year long time series to study the variability in the characteristic and transports of the currents and water masses. Leg M59/2 will provide a large scale distribution of the characteristic of the deep water masses in the central and eastern subpolar North Atlantic, including the distribution of CFCs and CO₂. One of the objectives of this cruise is to calculate the rate of Labrador Sea Water production and its variability by comparing the CFC inventories from different years.

During leg M59/3 transports and deep water characteristics are studied in the western Atlantic, from the Labrador Sea as far south as 42°N.

Fahrtabschnitt / Leg 59/1 Ponta Delgada (Portugal) – Reykjavik (Island)

Wissenschaftliche Ziele

Ziel des Messaufwandes ist die Entwicklung eines optimierten Monitoring-Systems, mit dessen Hilfe langjährige Zeitreihen zur Steuerrolle der arktischen Region für die globale Zirkulation gewonnen werden sollen. Derartige Zeitreihen existieren nicht, stellen aber Schlüsselinformationen für das gekoppelte System Ozean / Atmosphäre / Eis auf Zeitskalen von zwischenjährlich bis dekadisch dar. Die Zielsetzung des Hamburger Beitrages liegt in der Erfassung der Fluktuationen des am ostgrönländischen Kontinentabfall geführten Dänemarkstraßen-Overflow. Es gilt zu klären, wie weit die Transportfluktuationen durch die Veränderlichkeit der Überströmung der Schwelle in der Dänemarkstraße, durch veränderliches Entrainment atlantischen Wassers bzw. durch die Dynamik der geführten Strömung verursacht sind. Die Freon-Probenahme auf M59/1 deckt die Irmingersee ab und ist besonders wichtig, um den LSW Einstrom in die Irmingersee zu untersuchen. Die SF₆ Verteilung gibt Auskunft, ob bereits Wasser, das in der zentralen Grönlandsee mit SF₆ versehen wurde, inzwischen über die Dänemarkstrasse in die Irmingersee geströmt ist.

Seit 1996 betreibt das BSH auf dem WOCE-Schnitt A2 westlich des Mittelatlantischen Rückens auf ca. 46°N Breite zwei Verankerungen K1 und K2, um die Stärke und Richtung des tiefen Randstroms im Neufundlandbecken zu bestimmen. Im Jahre 2002 wurde dieses Array ergänzt durch eine dritte Verankerung östlich des Rückens. Auf der Meteor-Reise M59/1 sollen diese drei Verankerungen ausgetauscht werden und in ihrer Nähe erneut APEX-Tiefentreibkörper nachgesät werden.

Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm umfasst das Auswechseln von insgesamt 3 Verankerungen auf dem A2 Schnitt sowie 12 Verankerungen in der Irmingersee und die Wiederholung von 6 hydrographischen Schnitten. Die

Scientific Objectives

The main goal is the development of an optimised monitoring system to study the role of the arctic region for the global circulation. Decadal long year time series are necessary to obtain crucial information's on the interplay of the coupled atmosphere – ocean system, they are not available yet. The activities on M59/1 concentrate on the variability of the overflow water along the East Greenland continental slope. It is yet not clear, what processes determine the transport fluctuations of the overflow: variability of the water masses overflowing the Denmark Strait or variability in the entrainment of Atlantic water. The CFC sampling on this leg is a means to estimate spreading times from the central Labrador Sea into the Irminger Sea. The SF₆ distribution will help to identify a possible inflow of water from the Greenland Sea, which was deliberately tagged in 1996 with SF₆.

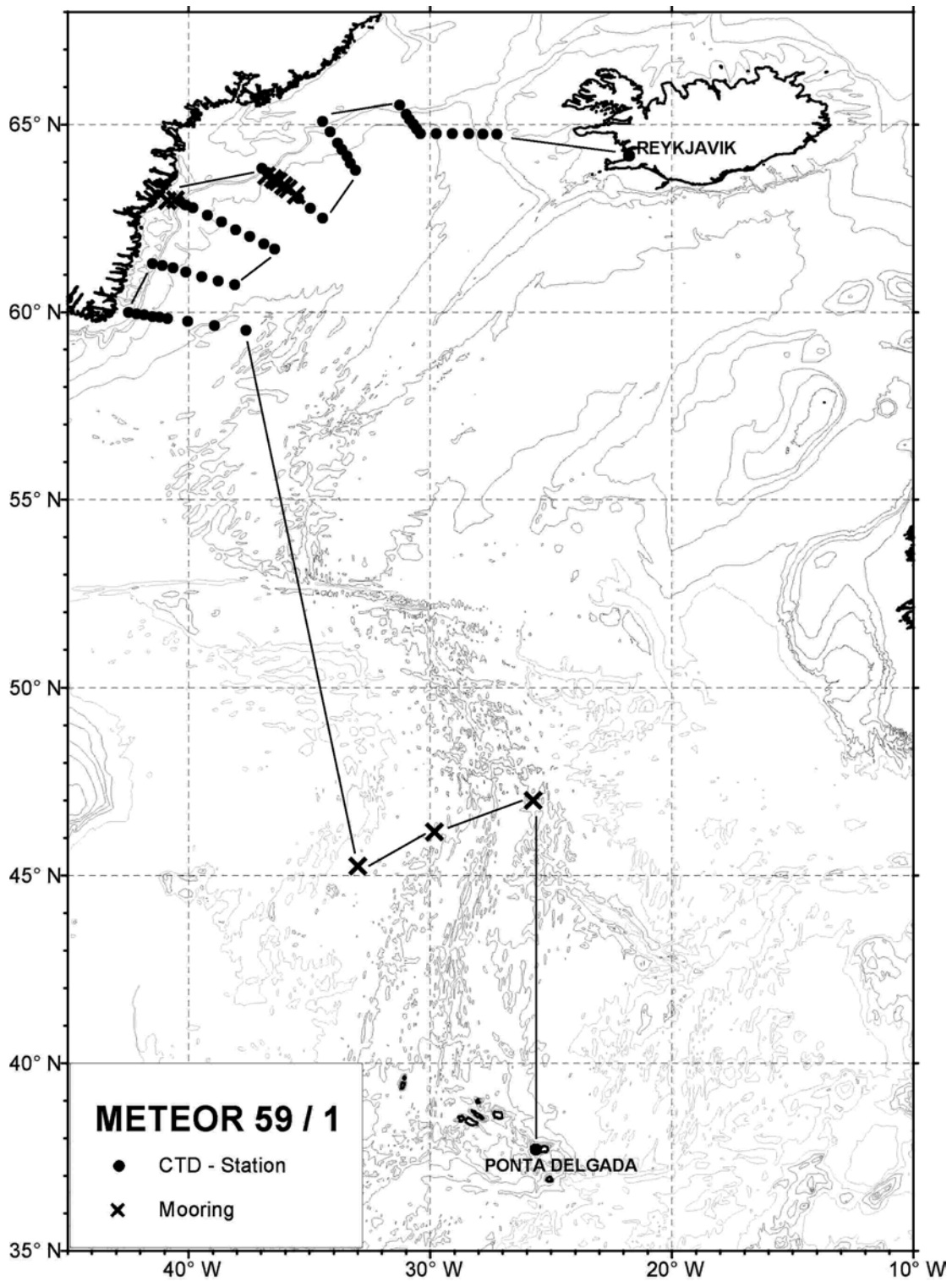
Since 1996, the BSH deploys moored instruments at the WOCE section A2 on the western flank of the Mid-Atlantic Ridge at 46°N. The aims of these moorings are to determine the strength and the variability of the deep water at this location. In 2002, another mooring was added on the eastern side of the ridge. The moorings will be exchanged during M59/1 and APEX floats will be seeded close to the moorings.

Work Programme

In total, 3 moorings will be exchanged at the WOCE A2 section and 12 moorings will be exchanged in the Irminger Sea. The Irminger Sea moorings cover the core of the deep overflow water at the continental slope. The in-

Anordnung der Verankerungen über dem Kontinentalabhang überdeckt den Kern des Overflows. Zum Einsatz kommen 20 Aanderaa Strömungsmesser, 1 verankertes ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), und 1 bodengebundenen IES (Inverted Echo Sounder). Das Verankerungsarray über dem Schelf besteht aus zwei sogenannten Rohrverankerungen mit je 4 T/S Recordern und einem bodengebundenen ADCP. Die Schichtungsmessungen erfolgen mit Standard CTD-Sonden. Die Stationsabstände sind so gewählt, daß der bodennahe Overflow gut aufgelöst wird. Die Overflow-Messungen werden seit 1997 jährlich durchgeführt, die Messungen auf dem Schelf begannen im Jahr 2000.

struments retrieved and redeployed are 20 Aanderaa current meters, 1 ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), and 1 IES (Inverted Echo Sounder). The array at the continental shelf consists of 2 so called tube-moorings with 4 T/S recorders and an ADCP each. The ADCP is located at the bottom, looking upward. Besides mooring work, 6 hydrographic sections will be sampled with CTD, CFCs and SF₆. The station spacing will resolve the bottom intensified overflow current. The sections were repeated annually since 1997, the observations on the shelf began in 2000.



Fahrtroute und Arbeitsgebiete von Fahrtabschnitt M 59/1
 Cruise track and working areas of Leg M 59/1

Zeitplan /Time Schedule M 59/1
26.6.-22.7.2003

	Tage/Days
Anfahrt von Ponta Delgada zum Arbeitsgebiet und Austausch der 3 BSH Verankerungen	5
Transit from Ponta Delgada to research area and exchange of the 3 BSH moorings	
Dampfzeiten für die Schnitte	8,5
Cruising time hydrographic sections	
ca. 70 CTD-Stationen	8
70 CTD stations at these sections	
Auswechseln von 12 Verankerungen	3
Exchange of 12 moorings	
Abfahrt vom Arbeitsgebiet nach Reykjavik	0,5
Transit to Reykjavik	
Total	25

Fahrtabschnitt / Leg M 59 /2 **Reykjavik (Island) - St.John's (Kanada)**

Wissenschaftliche Ziele

Die tiefen Wassermassen, die im subpolaren Nordatlantik gebildet und/oder transformiert werden, sind ein wichtiger Teil der klimarelevanten thermohalinen Zirkulation. Unsere eigenen Messungen im Rahmen des SFB 460 seit 1996 sowie die Messungen anderer Arbeitsgruppen haben gezeigt, daß sich die hydrographischen und Tracer-Eigenschaften der einzelnen Wassermassen von Jahr zu Jahr ändern. Die Verfolgung dieser Änderungen im subpolaren Nordatlantik führte zur Entdeckung der einzelnen Ausbreitungspfade und der Zeitskalen der Ausbreitung entlang der einzelnen Wege.

Die quasi-synoptische Aufnahme des gesamten subpolaren Nordatlantiks mit Freonen erlaubte die Berechnung des Freon-Inventars und seine regionale Verteilung. Aus dem Inventar konnten wir die mittlere Bildungsrate des Labradorseewassers zu ca 5 Sv mit geschätzten jährlichen Schwankungen zwischen 2 und 11 Sv berechnen. Die geplanten Messungen sind eine Fortsetzung dieser Arbeiten.

Im Nordatlantik wird mehr anthropogenes CO₂ (C_{ant}) gespeichert als seiner Oberfläche entspricht. Modelle legen nahe, dass das der größte Teil der Aufnahme im Subpolarwirbel stattfindet; Modelle und Messungen zeigen dass C_{ant} aus dem subpolaren in den Subtropenwirbel exportiert wird. Es gibt jedoch eine erhebliche Diskrepanz zwischen den Modellen und in den Interpretation der Beobachtungen. Das Ziel der geplanten Messungen auf M59/2 ist es, die Rolle der thermohalinen Zirkulation auf die Speicherung von C_{ant} aufzuklären.

Die Ziele auf M59/2 sind:

- Großräumige Untersuchung der Verteilung der tiefen Wassermassen und der Veränderungen im Vergleich zu den Kam-

Scientific Objectives

The deep water masses which are formed and/or modified in the subpolar North Atlantic, are an important part of the climate relevant thermohaline oceanic circulation. Our own measurements made since 1996 in the framework of the SFB 460 as well as data from other groups have shown, that the hydrographic and tracer characteristic of the deep water masses are subject to significant annual changes. The pursuit of these changes led to the discovery of the main spreading paths and the time scales of spreading along the paths.

The quasi synoptic data set of the whole subpolar North Atlantic made it possible to calculate regional and total CFC inventories. From these inventories, the mean formation rate of Labrador Sea Water was estimated to about 5 Sv with interannual changes between 2 and 11 Sv. The planned measurements are a continuation of that effort.

The North Atlantic Ocean stores a disproportionately large amount of anthropogenic CO₂ (C_{ant}) relative to its surface area. Ocean carbon cycle models suggest that most of the associated uptake from the atmosphere occurs in the subpolar gyre. Both models and observations show that C_{ant} is exported from the subpolar gyre (and contact with the atmosphere) into deeper layers of the sub tropical gyre via the thermohaline circulation (THC). There is however considerable disagreement between different models and between models and observations as to the amount of C_{ant} stored within the northern North Atlantic. The overall goal is to quantify the concentration distribution of C_{ant} that is stored as a result of the North Atlantic's thermohaline circulation.

The goals during M59/2 are

- to compare the large scale distribution of the deep water masses with the observations in the time period 1996 – 2001

Kampagnen 1996-2001.

- Untersuchung der Exportwege von LSW und Overflow Wasser in den subtropischen Atlantik, insbesondere die Rolle des Mittelatlantischen Rückens
 - Berechnung der regionalen Freon-Inventare 2003 und Interpretation der Differenzen zu 1997, 1999 und 2001.
 - Berechnung der LSW Bildungsrate 1997-2003 aus den Freon-Inventaren
 - Untersuchung der anthropogenen CO₂ Verteilung im Vergleich zu den Freonkonzentrationen
 - Berechnung des anthropogenen CO₂ Inventars im subpolaren Nordatlantik für 2003 im Vergleich zu den TTO Messungen Anfang der 1980er Jahre.
- to study the export of deep water into the subtropical Atlantic, especially the role of the Mid-Atlantic ridge
 - to calculate the regional CFC inventories and compare them with the data from 1997 – 2001
 - to calculate from the CFC inventories the formation rates of upper and classical Labrador Sea Water
 - Calculation of the anthropogenic CO₂ inventory in the subpolar North Atlantic compared to the year of the TTO measurements in the early 1980s.

Arbeitsprogramm

Auf den großräumigen Schnitten werden hydrographische Aufnahmen mit CTDO und LADCP sowie Tracermessungen (Freone, CO₂ – System, Nährstoffe) durchgeführt, um Änderungen der Wassermassenverteilung und Zirkulation im Vergleich zu früheren Messkampagnen zu untersuchen. Auf den Fahrtstrecken wird kontinuierlich mit dem schiffsbundenen Ocean Surveyor die Geschwindigkeitsverteilung in den oberen 1400m gemessen. Die hier geplanten Messungen decken zusammen mit den Fahrtabschnitten M59/1 und M59/3 den gesamten subpolaren Nordatlantik ab. Auf M59/1 und M59/2 werden Freonmessungen durchgeführt werden.

Die Probenahme für inorganischen Kohlenstoff ist so geplant, daß die hier gesammelten Daten mit denen, die während der TTO (Transient Tracer in the Ocean) Kampagne in den frühen 1980er gesammelt wurden, vergleichbar sind. Dafür muss nicht die exakte Position der früheren TTO Stationen wieder beprobt werden, allerdings soll versucht werden, Proben nahe den sogenannten TTO ‘large volume’ Stationen zu nehmen. Weitere Probenahmen sind auf M59/3 in der Labradorsee geplant. Die CO₂ - Messungen werden im Sommer 2004 mit METEOR in den subtropischen Atlantik fortgesetzt zusammen mit den Freonmessungen.

Working Programme

On the large scale sections hydrographic data will be sampled with CTDO, together with sampling of CFCs, oxygen, nutrients and CO₂ system. The velocity distribution in the upper 1400m will be continually measured with the vessel mounted Ocean Surveyor.

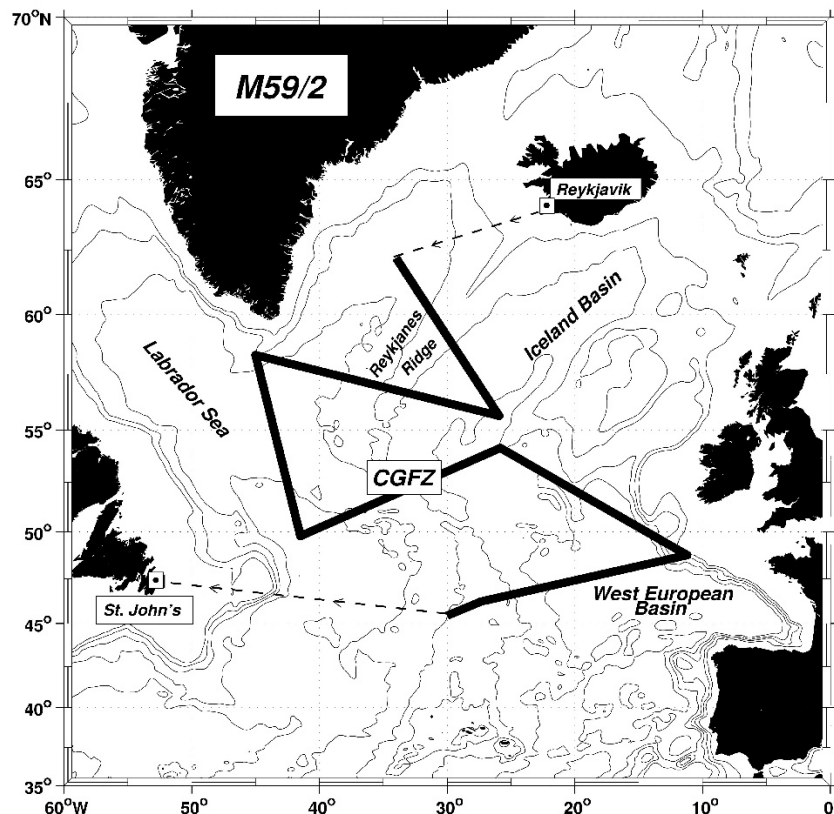
Together with the CFC sampling during M59/1 and M59/2, the whole subpolar North Atlantic will be covered with an almost synoptic data set.

We are planning our sampling for inorganic carbon in order that we will obtain sample coverage that can be closely compared with the measurements made 20 years earlier during TTO (Transient Tracer in the Ocean). This does not imply a slavish attempt to reoccupy the exact location of TTO stations. Rather we aim for broadly similar data coverage in order to permit statistical comparison of the two data sets. We will attempt, however, to sample close to the smaller number of TTO ‘large volume stations’ where samples for ¹⁴C were collected and analysed. In addition to this proposed Meteor cruise, we will conduct sampling during 2003 and 2004 in

the central Labrador Sea, particularly in the vicinity of TTO large-volume stations. For 2004 we have been allocated approximately 35 days of Meteor ship time to conduct multi-disciplinary biogeochemical sampling through the centre of the sub-tropical gyre.

Folgende Messungen werden für die CO₂ Arbeiten durchgeführt:

- Coulometrische Messungen von TCO₂ und Messung der Alkalinität, und kontinuierliche Messung des pCO₂ aus Oberflächenwasser
 - Nährstoffe und gelöster Sauerstoff, beide sind wichtig, um die sogenannten preformed CO₂ Werte zu berechnen
 - Probennahme für Kohlenstoff-Isotopen Messungen (C-13)
- The following measurements/sampling will be conducted for CO₂:
- Measurements of TCO₂ (by coulometry) and total alkalinity (by automated potentiometric titration). Underway surface pCO₂ system will also be routinely operated on all cruises
 - Measurement of dissolved nutrients and dissolved oxygen at all stations. The measurement of nutrients and oxygen is critical to all preformed CO₂ approaches proposed here but also support many other aspects of the cruise.
 - Collection of samples for shore-based analysis of the ¹³C content of total dissolved inorganic carbon.



Fahrtroute und Arbeitsgebiete von Fahrtabschnitt M 59/2

Cruise track and working areas of Leg M 59/2

Zeitplan / Time Schedule M 59/2
23.7.-29.8.2003

	Tage/days
Anfahrt von Reykjavik zur ersten Station plus Probestation	1,0
Transit from Reykjavik to research area incl. test station	
Großskalige Vermessung im Beckeninneren 3000nm	31,0
150 CTDO/LADCP Stationen dazu CO ₂ -System, Freone	
large scale measurements with 150 CTD stations with CTDO/ADCP, CO ₂ , CFCs	
Aufnahme von 2 Rafos-Schallquellen, 1 davon muss gedredgt werden (besitzt keinen Auslöser)	1,0
Retrieval of 2 Rafos sound sources, one of the sources carries no releaser and must be dredged	
Abfahrt nach St.John's, eventuell Messungen in der Flämischen Passage	2,0
Transit to St. John's, eventually measurements in the Flemish Passage	
Total	35

Fahrtabschnitt / Leg M59/3 St. John's – Werft (Deutschland)

Wissenschaftliches Programm

Der westliche subpolare Nordatlantik ist eine kritische Region sowohl für das Klima im Nordatlantischen Raum als auch global. Hier finden Wassermassentransformationen großen Ausmaßes statt, die weitreichende Konsequenzen haben. Die Region ist sowohl Erzeugungs- als auch Umwandlungsgebiet von Kaltwassermassen, die in der Tiefe abtransportiert werden und damit Raum machen für die Kompensationszirkulation von nach Norden strömenden Warmwassermassen

Die Arbeiten in der Labradorsee richten sich vor allem auf die Untersuchung von Prozessen zur Wassermassentransformation in der Labradorsee (Teilprojekt A2 des SFB 460), zum Austausch des durch Konvektion gebildeten Tiefenwassers mit dem Randstrom (Teilprojekt A8) und zum Abtransport des neuen Tiefenwassers durch den Randstrom (Teilprojekt A4).

Neben den kleinräumigen Prozessen werden deren Auswirkungen auf die großräumige Entwicklung des Konvektionsgebietes mit verankerten Tomographie-Geräten im Zeitablauf des Winters erfaßt. Weiterhin werden die integralen Konvektionseffekte des vorangegangenen Winters durch Schichtungsmaßnahmen mit Schiffsmessungen untersucht. Hinzu kommen neue Untersuchungen zur CO₂-Aufnahme im Konvektionsgebiet.

Ein Hauptziel im zweiten Teil des Vorhabens ist die Vermessung von Zweigen der Tiefenzirkulation im westlichen subpolaren Becken des Nordatlantiks sowie der Wassermassenverteilung und ihrer Variabilität im Vergleich zu den hydrographischen Aufnahmen der vergangenen Jahre. Insbesondere geht es dabei um den Ausstrom des Nordatlantischen Tiefenwassers, speziell Labradorseewasser, vom subpolaren in den subtropischen Nordatlantik.

Arbeitsprogramm

Die Verankerungen K51 bis K53 in der Labradorsee sollen aufgenommen werden. Dabei

Scientific Objectives

The western subpolar North Atlantic is a critical area for the North Atlantic as well as for the global climate. Here, water mass transformations have far reaching consequences. Cold water masses are formed, modified and subsequently transferred into the deep ocean, allowing warm water intrusion to the north to compensate for that loss.

The objectives of the Labrador Sea work is to study the processes leading to water mass transformations in the Labrador Sea, the exchange of newly formed deep water from the central Labrador Sea into the boundary current, and the transport of new deep water with the boundary current

Additionally, the role of small scale processes on the large scale development of the convection area during the winter will be surveyed with tomography. The integral effects of recent convection activities will be observed with shipboard measurements. A new experiment deals with the input of CO₂ into the convection area.

The main goal of the measurements further south is the observation of deep water spreading paths in the western subpolar basin. Moreover the water mass distribution and the water mass variability will be compared to the results of previous campaigns. Important issues are the export of North Atlantic Deep Water from the subpolar into the subtropical North Atlantic.

Working Programme

In the Labrador Sea the moorings K51 –K53 will be retrieved, the moorings contain current

handelt es sich um Tiefseeverankerungen mit Strömungsmessern, ADCPs, T/S-Sonden und Tomographie Transceivern. Die Verankerung in der zentralen Labradorsee (K51) wird fortgesetzt. An dieser Position sind zwei benachbarte Verankerungen geplant, die neben den Sensoren für die Konvektionsuntersuchungen auch interdisziplinäre Sensoren zur O₂ und CO₂ Erfassung sowie eine RAFOS Schallquelle enthalten sollen. Hinzu kommt der Austausch der Randstromverankerung K52.

Als neue Komponente werden drei sogenannte Floatparks für RAFOS Floats installiert. Weiter südlich am Ausgang der Labradorsee wird der Export des Tiefenwassers aus der Labradorsee in den subpolaren Nordatlantik mit einem seit 1997 installiertem Randstrom Array (53°N Array) erfasst. Die dort liegenden Verankerungen (3) sollen aufgenommen und in reduzierter Anordnung (zwei Verankerungen) wieder ausgelegt werden. Eine der beiden Verankerungen wird ebenfalls eine RAFOS Schallquelle enthalten.

In internationaler Zusammenarbeit sollen einige RAFOS Floats von Kollegen aus den USA (A. Bower and S. Lozier) auf unserer Fahrtroute ausgebracht werden.

Die vier Verankerungen des Tiefenwasser-Export Arrays östlich der Grand Banks werden aufgenommen und in geänderter Konfiguration wieder ausgelegt werden. Geänderte Konfiguration bedeutet, dass das Array um eine seewärtige Verankerung erweitert werden soll, und daß es weiter im Inneren des Beckens auf dem ehemaligen WOCE A2-Schnitt eine verankerte - profilierende CTD Station geben soll (insgesamt also 6 Verankerungen auszulegen sind).

CTD/ADCP/Freon-Messungen werden durchgeführt, um Änderungen der Wassermassenverteilung und Zirkulation im Vergleich zu früheren Messkampagnen zu untersuchen. Messungen werden auch entlang des westlichen Teils des WOCE A2 Schnittes durchgeführt, so daß zusammen mit den Messungen auf M59/2 der vollständige A2 Schnitt abgedeckt wird.

meters, ADCPs, T/S sondes and tomography transceiver. The mooring in the central Labrador Sea will be continued and augmented by oxygen and pCO₂ sensors and a RAFOS sound source. The mooring K52, located in the boundary current will be exchanged.

As a new component, three so called float parks for RAFOS floats will be installed. At the 53°N array, the export of deep water out of the Labrador Sea is monitored since 1997. The three moorings will be retrieved and 2 moorings redeployed. One of the moorings will also contain a RAFOS sound source.

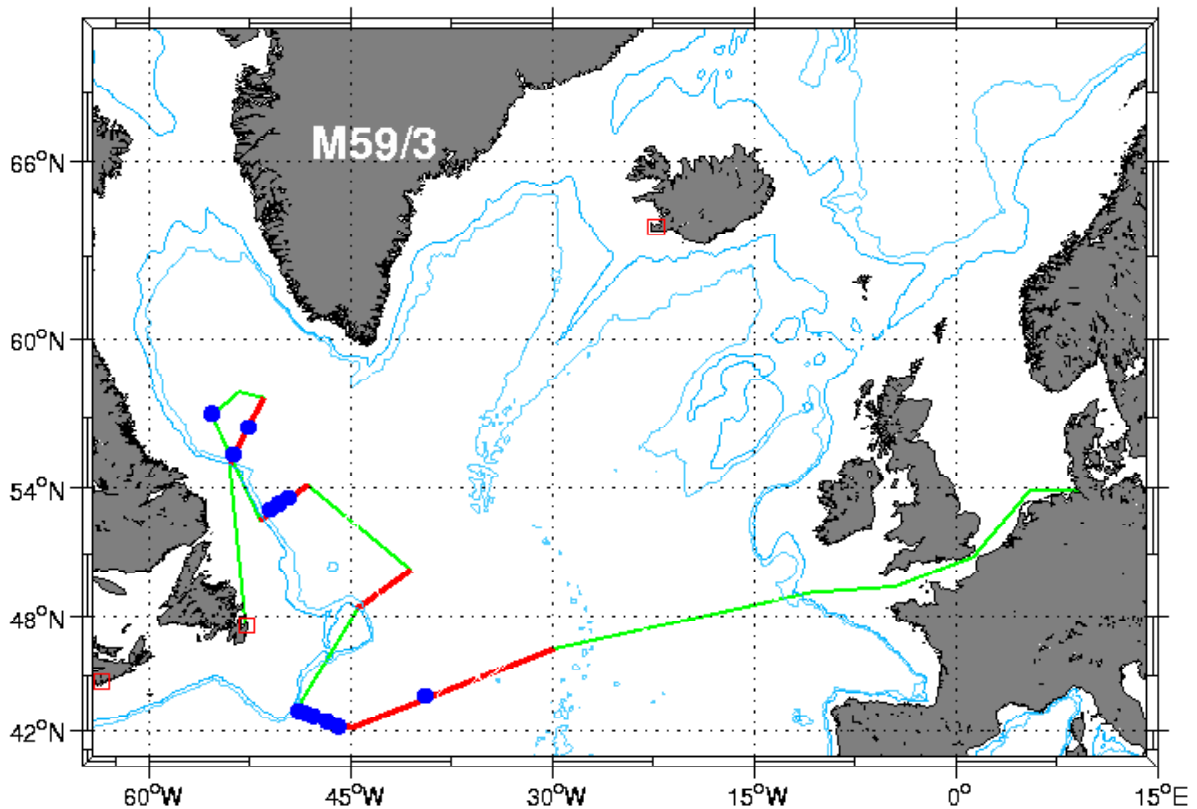
Several RAFOS floats from A. Bower and S. Lozier (USA) will be deployed in the Labrador Sea.

The four moorings of the deep water export array east of the Grand Banks will be exchanged albeit with a different configuration. The mooring array will be extended farther into the interior and augmented by a profiling CTD, the array will then consist of 6 moorings.

CTD/ADCP/CFC measurements will be carried out to study changes in the water mass distribution and circulation compared to previous campaigns. Measurements will be made along the western part of the WOCE A2 section, complementing the measurements during M59/2 along A2.

Zusätzlich sollen SF₆-Proben genommen werden. SF₆ wurde 1996 in mittleren Tiefen in der Grönlandsee ausgebracht, um die Wassermassen beim Überströmen des Grönland-Schottland Rückens in den Nordatlantik zu untersuchen. Diese Messungen ergänzen die SF₆ Probennahme auf M59/1 in der Irmingersee.

Additionally, SF₆ samples will be taken. In 1996, the intermediate water in the central Greenland Sea was tagged with SF₆, and the SF₆ enriched water eventually overflows the Denmark Strait and afterwards reach the Labrador Sea. The Irminger Sea will be sampled during M59/1.



Fahrtroute und Arbeitsgebiete von Fahrtabschnitt M59/3

Cruise track and working areas of Leg M59/3

Zeitplan / Time Schedule M 59/3
30.8.-5.10.2003

	Tage/Days	
Anfahrt zum AR7W-Schnitt von St. John's Transit St. John's to AR7W section		2
Verankerungsarbeiten und hydrographische Aufnahme in der zentralen Labradorsee (3 Verankerungen im Austausch) und hydrographische Messungen (ca. 25 Stationen zwischen den Verankerungsarbeiten); RAFOS Auslegungen--je 3 Floats an 3 verschiedenen Positionen. Mooring work and hydrographic stations in the central Labrador Sea (exchange of three moorings, 25 CTD stations), deployment of RAFOS floats on 3 different locations	6,5	
Anfahrt zum 53°N Schnitt Transit to 53°N section		1,5
Verankerungsarbeiten und Randstromschnitt bei 53°N (Aufnahme 3 Verankerungen und 2 Auslegungen) mit CTD/LADCP (ca. 12 Stationen) 3 mooring retrievals and 2 deployments, 12 CTD stations	2,5	
Anfahrt zum Flemish Cap Schnitt (370 sm – Schiffsadcp Messungen) Transit to Flemish Cap		1,5
Randstromaufnahme vor Flemish Cap (ca. 12 CTD/Hydrographie Stationen) 12 CTD stations off Flemish Cap		2
Anfahrt zu Grand Banks Verankerungen Transit to Grand Banks		1,5
Aufnahme und Auslegen Grand Banks Array (4 Verankerungen aufnehmen und 5 auslegen) und CTD/ADCP Stationen auf dem Westteil des WOCE A2 Schnittes (ca. 15 CTD/Hydrographie Stationen). APEX Float Auslegungen. Retrieval of 4 moorings, deployment of 5 moorings, CTD stations along WOCE line A2, deployment of APEX floats		6
Fortsetzung des A2 Schnittes mit hydrographischen Stationen (ca. 720 sm und ca. 15 CTD/Hydrographie Stationen) bis zum MAR und Auslegen einer CTD-Verankerung auf dem Schnitt. Continuation of CTD work on A2 section to the MAR and deployment of a moored CTD		5
Fortsetzung des A2 Schnittes bis zum Irischen Schelf (790 sm, mit Schiffsadcpmessungen unterwegs); danach Dampfstrecke bis Rendsburg Continuation of the A2 section to the Irish shelf with vm-ADCP measurements, transit to Rendsburg		7,5
Total		36

Bordwetterwarte / Ship's meteorological Station **METEOR Reise 59 / Meteor Cruise 59**

Operationelles Programm

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

Operational Programme

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

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 radiosonde 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

BSH

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Postfach 301220, 20305 Hamburg

CEFAS

Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science, Lowestoft Laboratory, Lowestoft, Suffolk NR33 0HT, UK

DWD

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

FIMR

Finnish Institute for Marine Research, P.O. Box 33, Lyypekinkuja 3a, 00931 Helsinki, Finland

IUP HB

Universität Bremen, Institut für Umweltphysik, Abt. Ozeanographie, Otto-Hahn-Allee, Gebäude NW1, 28359 Bremen

IFM HH

Institut für Meereskunde Hamburg, Universität Hamburg, Troplowitz Str. 7, 22529 Hamburg

IfM K

Institut für Meereskunde an der Universität Kiel, Düsternbrooker Weg 20, 24105 Kiel

POL

Proudman Oceanographic Laboratory, Bidston Observatory, Birkenhead, Merseyside L43 7RA, UK

SAMS

Scottish Association for Marine Science, Dunstaffnage Marine Laboratory, Oban, Argyll, PA37 1QA, UK

Teilnehmerliste / Participants METEOR 59

Fahrtabschnitt / Leg M 59/1

1.	Mortensen, John, Dr.	IFM HH	Leiter
2.	Da Rocha, Regine	IUP HB	Freon
3.	Demmler, Petra	Uni München	CTD-Wache
4.	Drübbisch, Ulrich	IFM HH	Verankerungen, Technik
5.	Dye, Steven, Dr.	CEFAS	Verankerungen, CTD
6.	Eriksson, Patrick	FIMR	CTD-Wache
7.	Giese, Holger	BSH	Verankerungen
8.	Hägele, Daniela	IFM K	SF 6
9.	Halm, Hannah	IUP HB	Freon
10.	Hargreaves, Geoff	POL	Verankerungen
11.	Kahl, Gerhard	DWD	Meteorologie
12.	Kreus, Markus	IFM HH	CTD-Wache
13.	Read, John	CEFAS	Verankerungen
14.	Sander, Hendrik	IUP HB	Freon
15.	Sprenger, Judith	IFM HH	CTDWache
16.	Tanhua, Toste, Dr.	IFM K	SF 6
17.	Truscheit, Thorsten	DWD	Meteorologie
18.	Uhde, Hermann	BSH	Verankerungen
19.	Vassie, Ian, Dr.	SAMS	Verankerungen
20.	Verch, Norbert	IFM HH	Salinometrie, CTD
21.	Wieczorek, Gunda	IFM HH	CTD-Wache

Fahrtabschnitt / Leg M 59/2

1.	Rhein, Monika, Prof. Dr.	IUP HB	Fahrtleitung
2.	Friis, Karsten, Dr.	IFM K	CO ₂
3.	Graf, Sabine	IUP HB	CTD/LADCP Wache
4.	Kahl, Gerhard	DWD	Meteorologie
5.	Kieke, Dagmar	IUP HB	CTD, O ₂ , Freon
6.	König, Jochen	IFM K	Rafos-Verankerungen
7.	Kührig, Britte	IUP HB	CTD/LADCP Wache
8.	Malien, Frank	IFM K	Nährstoffe, O ₂
9.	Mertens, Christian, Dr.	IUP HB	CTD, LADCP, vm- ADCP
10.	Nuß, Philip	IFM K	Freone
11.	NN	IFM K	CO ₂ , O ₂
12.	NN	IFM K	CO ₂ -Technik
13.	NN stud.HK	IFM K	Freone
14.	Sander, Hendrik	IUP HB	CTD/LADCP Wache
15.	Schniedewind, Bjoern	IUP HB	Salinometrie
16.	Schröder, Sandra	IUP HB	CTD/LADCP
17.	Schütt, Martina	IFM K	Freon-Technik
18.	Steinfeldt, Reiner, Dr.	IUP HB	CTD/LADCP
19.	Steinhoff, Tobias	IFM K	CO ₂
20.	Walter, Maren	IUP HB	CTD, LADCP, vm-ADCP
21.	Ochsenhirt, Wolf-Thilo	DWD	Funkwettertechniker

Fahrtabschnitt / Leg M 59/3

1.	Fischer, Jürgen, Dr.	IFMK	Leiter
2.	Affler, Karina	IfMK	CTD/ADCP-Wache
3.	Avsic, Tom	IfMK	Tomographie, Rafos-Floats
4.	Brandt, Peter	IfMK	ADCP, Rafos-Floats
5.	Bulsiewicz, Klaus	IUP-HB	Freon
6.	Busack, Michael	IfMK	Tomografie, Telemetrie
7.	Dengler, Markus	IfMK	Auswertung
8.	Dispert, Astrid	IfMK	SF6
9.	Dombrowsky, Uwe	IfMK	CTD/ADCP-Wache
10.	Funk, Andreas, Dr.	IfMK	STD/ADCP-Wache
11.	Kahl, Gerhard	DWD	Meteorologe
12.	Link, Rudolf	IfMK	Tomographie, Verankerung
13.	Müller, Mario	IfMK	ADCP/Verankerungen
14.	N.N.	IfMK	PCO ₂ , Sauerstoff
15.	N.N.	IfMK	CTD/ADCP-Wache
16.	Niehus, Gerd	IfMK	Verankerungen
17.	Papenburg, Uwe	IfMK	ADCP/Verankerungen
18.	Ochsenhirt, Wolf-Thilo	DWD	Funkwettertechniker
19.	Stramma, Lothar, Dr.	IfMK	Salinometrie, CTD-Auswertung
20.	Tanhua, Toste, Dr.	IfMK	SF ₆
21.	Van der Zwet, Wilmar	IfMK	CTD/ADCP-Wache
22.	Wagner, Andrea	IUP-HB	Freon
23.	Weyn, Annelies	IUP-HB	Freon
24.	Zantopp, Rainer	IfMK	CTD/ADCP-Wache

Besatzung / Crew METEOR 59

Fahrtabschnitt / Leg M 59/1

Kapitän / Master	PAPENHAGEN, Henning
I. Offizier / Ch. Mate	NN
I. Offizier / 1st Mate	ADEN, Nils-Arne
II. Offizier / 2nd Mate	KOWITZ, Torsten
Schiffsarzt / Surgeon	WALTHER, Anke
I. Ingenieur / Ch. Engineer	SCHULER, Achim
II. Ingenieur / 2nd Engineer	REX, Andreas
II. Ingenieur / 2nd Engineer	SCHADE, Uwe
Elektriker / Electrician	BEKAAN, Steffen
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	MEYER, Helmuth
Elektroniker / Electron. Eng.	WENTZEL, Heinz
System-Manager / Sys.-Man.	GROSSMANN, Matthias
System-Manager	Klein, Andreas
Decksschlosser / Fitter	SOSNOWSKI, Werner
Motorenwärter / Motorman	LANGE, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	NN
Motorenwärter / Motorman	NN
Motorenwärter / Motorman	BESIER, Marcus
Koch / Ch. Cook	WIEDEN, Wilhelm
Kochsmaat / 2nd Cook	BRAATZ, Willy
I. Steward / Ch. Steward	SLOTTA, Werner
II. Steward / 2nd Steward	GÖTZE, Rainer
II. Steward / 2nd Steward	BAUMGÄRTL, Anja
II. Steward / 2nd Steward	ELLER, Werner
Wäscher / Laundryman	LEE, Nan Sng
Bootsmann / Boatswain	HADAMEK, Peter
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	GUDERA, Manfred
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	VENTZ, Manfred
Matrose / A.B.	BIERSTEDT, Torsten
Matrose / A.B.	KREFT, Norbert
Azubi SM / Apprentice	OWCZAREK, Marten
Azubi SM / Apprentice	WESSELS, Kai

Besatzung / Crew METEOR 59

Fahrtabschnitt / Leg M 59/2

Kapitän / Master	JAKOBI, Niels
I. Offizier / Ch. Mate	NN
I. Offizier / 1st Mate	BENDIN, Axel
II. Offizier / 2nd Mate	KOWITZ, Torsten
Schiffsarzt / Surgeon	DR. SCHLENKER, Wilhelm
I. Ingenieur / Ch. Engineer	SCHULER, Achim
II. Ingenieur / 2nd Engineer	NN
II. Ingenieur / 2nd Engineer	SCHADE, Uwe
Elektriker / Electrician	BEKAAN, Steffen
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	MEYER, Helmuth
Elektroniker / Electron. Eng.	WENTZEL, Heinz
System-Manager / Sys.-Man.	GROSSMANN, Matthias
System-Manager	Klein, Andreas
Decksschlosser / Fitter	STENZLER, Joachim
Motorenwärter / Motorman	LANGE, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	NN
Motorenwärter / Motorman	NN
Motorenwärter / Motorman	BESIER, Marcus
Koch / Ch. Cook	WIEDEN, Wilhelm
Kochsmaat / 2nd Cook	BRAATZ, Willy
I. Steward / Ch. Steward	SLOTTA, Werner
II. Steward / 2nd Steward	GÖTZE, Rainer
II. Steward / 2nd Steward	BAUMGÄRTL, Anja
II. Steward / 2nd Steward	PRECHTL, Hans-Jürgen
Wäscher / Laundryman	LEE, Nan Sng
Bootsmann / Boatswain	HADAMEK, Peter
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	GUDERA, Manfred
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	VENTZ, Günter
Matrose / A.B.	NEITZSCH, Bernd
Matrose / A.B.	BIERSTEDT, Torsten
Azubi SM / Apprentice	OWCZAREK, Marten
Azubi SM / Apprentice	WESSELS, Kai

Besatzung / Crew METEOR 59

Fahrtdabschnitt / Leg M 59/3

Kapitän / Master	JAKOBI, Niels
I. Offizier / Ch. Mate	NN
I. Offizier / 1st Mate	BENDIN, Axel
II. Offizier / 2nd Mate	VOGEL, Peter
Schiffsarzt / Surgeon	DR. SCHLENKER, Wilhelm
I. Ingenieur / Ch. Engineer	NEUMANN, Peter-Gerhard
II. Ingenieur / 2nd Engineer	NN
II. Ingenieur / 2nd Engineer	SCHADE, Uwe
Elektriker / Electrician	BEKAAN, Steffen
Ltd. Elektroniker / Ch. Electron.	MEYER, Helmuth
Elektroniker / Electron. Eng.	WENTZEL, Heinz
System-Manager / Sys.-Man.	NN
System-Manager	Klein, Andreas
Decksschlosser / Fitter	STENZLER, Joachim
Motorenwärter / Motorman	LANGE, Gerhard
Motorenwärter / Motorman	NN
Motorenwärter / Motorman	NN
Motorenwärter / Motorman	NN
Koch / Ch. Cook	NN
Kochsmaat / 2nd Cook	NN
I. Steward / Ch. Steward	SLOTTA, Werner
II. Steward / 2nd Steward	GÖTZE, Rainer
II. Steward / 2nd Steward	PRECHTL, Hans-Jürgen
II. Steward / 2nd Steward	BAUMGÄRTL, Anja
Wäscher / Laundryman	LEE, Nan Sng
Bootsmann / Boatswain	HADAMEK, Peter
Matrose / A.B.	NEITZSCH, Bernd
Matrose / A.B.	GUDERA, Manfred
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	VENTZ, Günter
Matrose / A.B.	NN
Matrose / A.B.	NN
Azubi SM / Apprentice	OWCZAREK, Marten
Azubi SM / Apprentice	WESSELS, Kai

Das Forschungsschiff METEOR / Research Vessel METEOR

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

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

Das Schiff wird als "Hilfseinrichtung der Forschung" von der deutschen Forschungsgemeinschaft betrieben. Dabei wird sie von einem Beirat unterstützt.

Das Schiff wird zu 70% von der DFG und zu 30% vom BMBF genutzt und finanziert. Die Durchführung von Meteor-Expeditionen und deren Auswertung 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 Reeders, der RF 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, Sciences, Research, and Technology (BMBF), which also financed the construction of the vessel.

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

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

The Senate Commission for Oceanography of the DFG is charged with planning the expeditions from the scientific viewpoints. 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, logistic and financial preparation, execution and supervision of ship operations. On one hand, it cooperates with the expedition coordinators on a partner-like basis and on the other hand it is the direct partner of the managing owners, the RF "Forschungsschiffahrt GmbH".