

Table of Contents

Abstract	iv
Zusammenfassung	v
1 Research Objectives	1
1.1 Leg M42-1a and 1b	1
1.2 Leg M42-2	1
1.3 Leg M42-3	2
1.4 Leg M42-4a and 4b	4
2 Participants	6
2.1 Leg M42-1a /-1b	6
2.2 Leg M42-2	7
2.3 Leg M42-3	7
2.4 Leg M42-4	8
3 Research Programme	12
3.1 Leg M42-1a and 1b	12
3.2 Leg M42-2	14
3.3 Leg M42-3	17
3.4 Leg M42-4a and 4b	18
4 Narrative of the Cruise	21
4.1 Leg M42-1	21
4.2 Leg M42-2	23
4.3 Leg M42-3	26
4.4 Leg M42-4	27
4.4.1 Leg M42-4a	
4.4.2 Leg M42-4b	27
5 Preliminary Results	28
5.1 Leg M42/1a and 1b	
5.1.1 Physical Oceanography	29
5.1.1.1 Hydrography	29
5.1.1.2 Oxygen and Nutrients Measurements	29
5.1.1.3 Bio-optical measurements	29
5.1.1.4 Interaction of particles and water	30
5.1.2 Dissolved aluminium	33
5.1.3 Dissolved organic carbon (DOC) measurements	35
5.1.4 Particle flux, production rates and plankton biomass	38
5.1.5 Stable nitrogen isotopes, nitrogen and carbon concentration of marine particles	40
5.1.6 The use of stable nitrogen and carbon isotopes to measure primary production	44
5.1.7 Coccolithophores, diatoms and planktic foraminifera	
5.1.8 Deep-sea ichthyoplankton abundance and diversity off NW Africa	45

5.2	Leg M42/2	51
5.2.1	Hydrography and biological activity in the water column at the sampling stations	51
5.2.2	Benthopelagic fauna	56
5.2.3	Preservation potential of the primary climatic and environmental signals in deep-sea sediments	59
5.2.4	Benthic Resuspension, Bioturbation and Biorrigation	63
5.2.5	Detritus deposition, sediment community oxygen consumption, benthic standing stock and activity at BIOTRANS and BENGAL	70
5.2.6	Microbial activity in the deep sea of the NE-Atlantic	75
5.2.7	Abundance, composition, diversity and biomass of deep sea benthic foraminifera	79
5.2.8	Recycling and burial of carbon, nitrogen and silica in sediments of the Porcupine Abyssal Plain	83
5.2.9	Sediment geochemistry and nutrients in the water column	87
5.2.10	Primary and secondary geochemical signals in deep sea sediments	92
5.3	Leg M42/3	98
5.3.1	Physical Oceanography	98
5.3.2	Nutrients	107
5.3.3	Phyto- and Micro-Zooplankton Investigations	109
5.3.4	Zooplankton and Fishlarvae	110
	5.3.4.1 Collections with the Multi Closing Net	110
	5.3.4.2 Collections with Modified MOCNESS (BIOMOC) and Neuston Net	111
	5.3.4.3 Collections with: Longhurst-Hardy-Plankton-Recorder (LHPR)	122
	5.3.4.4 Fish Larvae Studies for Condition Analysis	125
5.3.5	Nekton and Macrobenthos	128
	5.3.5.1 Collections with Bottom Trawl and Pelagic Trawl	128
	5.3.5.1.1 Fish	128
	5.3.5.1.2 Benthic Invertebrates	132
	5.3.5.2 Collections with a Pelagic Youngfish-Trawl, Targeting Juvenile Fish of Pelagic and Benthic Species, Pelagic Crustaceans and Cephalopods	133
	5.3.5.3 Collections with Longlines	136
	5.3.5.4 Collections with Bottom Traps	139
5.3.6	Benthos and Sediment Studies	142
	5.3.6.1 Collections with Multicorer and Boxcorer	142
	5.3.6.1.1 Benthic Foraminifera	142
	5.3.6.1.2 Metazoan Meiofauna	146
	5.3.6.1.3 Bryozoans	147
	5.3.6.2 Collections with Epibenthos Sledge	147
	5.3.6.3 Bottom and Benthos Photography	148

5.4	Leg M42/4	152
5.4.1	Oceanography and Particle flux in the ESTOC region and La Palma (M42/4a)	152
5.4.1.1	Hydrography and collection of water samples	152
5.4.1.2	Nutrients, oxygen, gelbstoff, salinity and dissolved aluminum	153
5.4.1.3	Suspended particulate matter	154
5.4.1.4	Plankton biomass	154
5.4.1.5	Phytoplankton production rates	155
5.4.1.6	Carbon dioxide in sea-water	156
5.4.1.7	Particle flux measurements with drifting particle traps	156
5.4.1.8	Particle flux measurements with moored particle traps	159
5.4.1.9	Particle camera system	161
5.4.2	First field tests of a newly developed deep sea YOYO-Profiler	161
5.4.3	Data Transmission in the Ocean "DOMEST"	163
5.4.4	Sedimentology and plankton studies during M42/4b	169
5.4.4.1	CTD-O2-Chlorophyll probe	169
5.4.4.2	Water sampling for Chlorophyll measurements	171
5.4.4.3	Plankton sampling using a multiple closing net	172
5.4.4.4	Plankton sampling for alkenones and coccolithophorides	176
5.4.4.4.1	Coccolithophore assemblage studies	176
5.4.4.4.2	Alkenones	176
5.4.4.5	Underway geophysics	179
5.4.4.5.1	Methods	179
5.4.4.5.2	First shipboard results	180
5.4.4.6	Sediment Sampling	181
5.4.4.6.1	Sediment surface sampling with multicorer and boxcorer	182
5.4.4.6.2	Sediment sampling with gravity cores and piston cores	184
5.4.4.6.3	First shipboard results	184
5.4.4.6.4	Preliminary planktic foraminifera stratigraphy	187
6	Ship's Meteorological Station	189
6.1	Leg M42/1a and 1b	189
6.2	Leg M42/2	192
6.3	Leg M42/3	193
6.4	Leg M42/4 a and b	194
7	List of Stations	196
7.1	Leg M42/1	196
7.2	Leg M42/2	216
7.3	Leg M42/3	219
7.4	Leg M42/4	247
8	Concluding Remarks	253
9	References	254

Abstract

METEOR cruise 42 “East Atlantic 98” comprised of 4 legs from 16 Jun. to 26 Oct. 98.

Leg M42/1 was an interdisciplinary and international contribution to the EU funded project CANIGO. (Canary Islands Azores Gibraltar Observations). The major goal of CANIGO is to better understand the processes of physical and bio-geochemical fluxes in the eastern subtropical gyre of the North Atlantic. Investigation of the effects of seasonal upwelling, of input of Sahara dust into the ocean and of exchange processes between the Atlantic and the Mediterranean are important components. During M42/1, several long-term moorings carrying current meters and particle traps were exchanged in the eastern boundary current system and at the European time series station ESTOC. ESTOC serves as reference station for CANIGO. Current meters were also recovered in the Mediterranean outflow region off Portugal. The moorings will provide information on the spatial structure and the time variability of currents and of particle fluxes at selected positions. A defined area north of the Canary Islands was sampled for hydrographic, bio-geochemical and bio-optical variables.

Leg M42/2 was dedicated to two biogeochemical deep sea programmes: BIGSET, a project within the national research focus “Deep Sea Research” sponsored by the Federal Ministry of Research and Education (BMBF) and the BENGAL programme sponsored by the European Union within the frame of MAST III. Investigations were carried out on the Porcupine Abyssal Plain. BIGSET is concerned with the biogeochemical processes in the ecosystem of the deep sea. The main objective is the fate of sedimenting organic matter. Investigations concentrate on the abysso-pelagic and benthic environment with the benthic boundary layer (BBL) as a focal point. The quantification of biochemical and geochemical fluxes (esp. carbon compounds, opal, trace metals) within the BBL, the identification of the role of different ecological groups and their interactions are key questions. The BENGAL project has the general objective of understanding how the physics, chemistry and biology of the abyssal benthic boundary layer respond to, and modify the incoming chemical signal from the overlying palaeoceanographic record in the underlying sediment. The project was concerned with an intensive geochemical, physical and biological investigation of a highly seasonal abyssal locality in the NE Atlantic, based on a series of cruises over a single annual cycle.

Leg M42/3 continued studies already started in the late sixties and early seventies on the influence of a seamount of the Great Meteor Bank on the hydrography and biology of plankton, nekton, and benthos organisms. Substantial improvements of measuring and sampling techniques as well as the application of numerical simulation justified the resumption of the basic questions. Namely to what extent the topographic anomaly of the bank is influencing the surrounding oceanic hydrographic regime and by this led to the evolution of a specific biocoenosis. It was postulated that the interaction between currents, tides and the topography of the bank create a secondary circulation system above the bank plateau which prevents a continuous erosion of bank dwelling plankton organisms. This unique hydrographic regime should offer a specific situation (adapted interactions, competition) which certain species take advantage of and might have settle this habitat through adaptive radiation. Furthermore, the hypothesis that enhanced biogeochemical fluxes between the ambient oceanic regime and the bank create favourable nutritional conditions for the bank dwelling organisms was tested.

Leg M42/4 was again related to the EU-project CANIGO focussing on biogeochemical and paleo-oceanographic studies. Aim of Subproject 3 (“Particle Flux and Paleo-oceanography in the Eastern Boundary Current System”) was: to determine the influence of coastal upwelling

and Sahara dust on the magnitude and composition of particle flux in the Canary region, and to investigate how this influence changed through the last glacial and interglacial period. CANIGO sediment-trap-moorings were exchanged on a 29°N-transect and sediment cores were taken in the area.

Another objective of leg M42/4 was the testing of newly developed instrumentation within the framework of the BMBF project DOMEST ("Data transmission in the ocean and high resolution registration techniques for transport processes in the deep-sea"). Tests included acoustic data-transmission into the deep ocean and its connection to a satellite communication network. Additional components were tested for their functioning on board and in the deep ocean.

Zusammenfassung

Die METEOR Expedition Nr. 42 "Ostatlantik 98" vom 16. Juni bis 26. Oktober 98 umfaßte vier Fahrabschnitte.

Fahrabschnitt M42/1 war ein interdisziplinärer und internationaler Beitrag zum von der europäischen Union geförderten Programm CANIGO (Canary Islands Azores Gibraltar Observations). Ziel ist es, im Rezirkulationsgebiet des nordatlantischen Subtropenwirbels Flüsse von physikalischen und biogeochemischen Variablen auf verschiedenen Zeit- und Raumskalen zu untersuchen und mit Modellergebnissen zu vergleichen. Dabei werden die jahreszeitliche Variabilität von Auftrieb, der Eintrag von Saharastaub sowie Austauschprozesse zwischen Atlantik und Mittelmeer als wichtige Komponenten einbezogen. Auf dem Abschnitt M42/1 wurden mehrere Langzeitverankerungen mit Strömungsmessern und Partikelfallen im Gebiet des östlichen Randstroms und auf der europäischen Zeitserienstation ESTOC ("European Station for Time Series in the Ocean, Canary Islands"), die als Hintergrundstation für CANIGO dient, ausgetauscht und im Bereich des Ausstromes von Mittelmeerwasser vor Portugal aufgenommen, mit denen die zeitliche Variabilität und die räumliche Struktur von Strömung und Partikelfluß an ausgewählten Positionen erfaßt werden. Nördlich der Kanarischen Inseln wurde eine geschlossene hydrographische Box, auf der die vertikale Verteilung verschiedener hydrographischer, biogeochemischer und bio-optischer Variablen zu den vier verschiedenen Jahreszeiten erfaßt wird, bearbeitet.

Fahrabschnitt M42/2 diente den biogeochemischen Untersuchungen von zwei Vorhaben der Tiefseeforschung: das im Rahmen des nationalen Grundlagenschwerpunkts "Tiefseeforschung" vom BMBF geförderte Programm BIGSET und das von der Europäischen Union im Rahmen von MAST III geförderte Programm BENGAL. Untersuchungsgebiet war die Region der Porcupine Abyssal Plain.

BIGSET untersucht die biogeochemischen Prozesse im Ökosystem der Tiefsee, wobei besonders der Verbleib der sedimentierenden organischen Substanz verfolgt wird. Die Untersuchungen konzentrieren sich auf das Abyssopelagial und Benthos mit besonderem Schwerpunkt in der bodennahen Grenzschicht (BNGS) als Zone verdichteter biologischer und geochemischer Prozesse. Die Quantifizierung biochemischer und geochemischer Stoffflüsse (insbesondere von Kohlenstoff, Opal, Spurenmetalle) in der BNGS, die Identifizierung der Rolle verschiedener Organismengruppen und ihre Wechselwirkungen beim Stoffumsatz stehen dabei im Vordergrund.

BENGAL untersucht ebenfalls die Reaktionen in der abyssalen benthischen Bodenschicht auf die biochemischen Sedimentationssignale aus der ozeanischen Deckschicht, besonders unter dem Gesichtspunkt wie das einkommende Signal modifiziert und somit die Aufzeichnung der paläozeanographischen Kenngrößen im Sediment beeinflußt wird. Die Untersuchungen wurden

als geochemische, physikalische und biologische Prozeßstudie an einem hochsaisonalen abyssalen Gebiet im NO-Atlantik durchgeführt.

Fahrtabschnitt M42/3 führte die Ende der 60'er, Anfang der 70'er Jahre erfolgten Untersuchungen über den Einfluß der Großen Meteor Bank auf die Hydrographie und Biologie von Plankton-, Nekton- und Benthosorganismen fort. Wesentliche Fortschritte der Meß- und Probennahmetechniken sowie die Möglichkeit numerischer Simulationen rechtfertigen die Wiederaufnahme der grundlegenden Fragestellung; inwieweit die den ozeanischen Charakter des Gebiets störende Bank dauerhaft zu der Ausbildung einer eigenständigen Biozönose führen konnte. Die Voraussetzungen dafür werden u. a. darin gesehen, daß die Wechselwirkung zwischen mittlerer Strömung, Gezeiten und Topographie zu einer Sekundärzirkulation über dem Kuppenplateau führt. Dadurch wird eine fortwährende Verdriftung von über der Bank lebenden Planktonarten verhindert. Lokalspezifische Interaktionen bzw. Konkurrenzverhältnisse können bestimmten Arten Vorteile verschaffen. Stoff- und Energieflüsse vom ozeanischen Gebiet zum Bankplateau ermöglichen günstige Ernährungsbedingungen für dort siedelnde Arten.

Fahrtabschnitt M42/4 diente wiederum Arbeiten des EU-Projektes CANIGO ("Canary Islands Azores Gibraltar Observations") mit biogeochemischen und paläo-ozeanographischem Schwerpunkt. Das Ziel des Teilprojektes ("Partikelflüsse und Paläoozeanographie im östlichen Randstromsystem") war es, die Bedeutung des küstennahen Auftriebes und des Eintrages von atmosphärischem Saharastaub auf die Höhe und die Zusammensetzung des Partikelflusses zu bestimmen. Diese Arbeiten sollten mit sedimentologischen Untersuchungen zur Rekonstruktion von klimatischen Bedingungen während der letzten glazialen- interglazialen Periode gekoppelt werden. Im Rahmen von CANIGO wurden Sedimentfallenverankerungen auf einem 29°-Transect ausgewechselt sowie Sedimentkerne in der Untersuchungsregion genommen.

Der zweite Schwerpunkt des Abschnitts M42/4 konzentrierte sich auf meßtechnische Gerätetests im Rahmen des BMBF-Projektes DOMEST ("Datenübertragung im Ozean und Meßtechnik zur hochauflösenden Erfassung von Stofftransporten in der Tiefsee"). Getestet werden sollte vor allem die drahtlose, akustische Datenübertragung bis in die Tiefsee sowie deren Anbindung an ein satellitengestütztes Kommunikationsnetz. Darüber hinaus sollten neu entwickelte Meßgeräte auf ihre Funktionstüchtigkeit und deren Einsätze in der Tiefsee geprüft werden.