

Table of Contents

Abstract	v
Zusammenfassung	v
1 Research Objectives	1
1.1 Introduction	1
1.2 Projects	2
2 Participants	5
3 Research Programme	13
3.1 Sonderforschungsbereich (SFB) 460	13
3.2 VEINS	14
3.3 CANIGO/ESTOC and DOMEST	15
3.4 Sedimentology/Paleoceanography	16
4 Narrative of the Cruise	18
4.1 Leg M45/1	18
4.2 Leg M45/2	20
4.3 Leg M45/3	22
4.4 Leg M45/4	24
4.4 Leg M45/5	25
5 Preliminary Results	28
5.1 Leg M45/1	28
5.1.1 Sediment Sampling with Gravity- and Multicorer	28
5.1.2 Particle Flux Measurements with Moored Particle Traps	29
5.1.3 Particle Flux Measurements with Drifting Particle Traps	30
5.1.4 Particle Camera System	31
5.1.5 DOMEST	31
5.1.6 Deep Ocean Profiler (DOP)	35
5.1.7 Field Tests of the Optical Density Sensor OPRA	37
5.1.8 Marine Chemistry	38
5.2 Leg M45/2	40
5.2.1 Hydrography Including Nutrients	40
5.2.2 Mooring Works	53
5.2.3 Float Works	53
5.2.4 Chlorofluorocarbons	57
5.2.5 Marine Chemistry	
5.2.5.1 Marine Carbon Dioxide System, Dissolved Oxygen, Nutrients	61
5.2.5.2 Sea Surface $f\text{CO}_2$	64
5.2.5.3 Carbon Isotope ^{13}C	64
5.2.5.3 Carbon Isotope ^{14}C	67
5.2.6 Tracer/Helium/Tritium	67
5.2.7 Natural Radionuclides	68

5.3	Leg M45/3	70
5.3.1	Moored Boundary Current Array at 53°N and Moored Observations at AR7-W	70
5.3.2	Convection Situation 1998/99 in ADCPs, T/S-Records	71
5.3.3	Tomography	72
5.3.4	Water Mass Variability of the Labrador Sea 1998/99 vs Previous Years	74
5.3.5	Shipboard ADCP, LADCP and Pegasus	77
5.3.6	DWBC East of the Grand Banks	78
5.3.7	Marine Chemistry	83
	5.3.7.1 Total Dissolved Carbon Dioxide	83
	5.3.7.2 Spectrophotometric pH_T Determination	84
	5.3.7.3 Nutrients and Oxygen	86
	5.3.7.4 Sea Surface $f\text{CO}_2$	86
	5.3.7.5 Carbon Isotopes	87
	5.3.7.6 Determination of the Carbonate System	87
5.3.8	Tritium/Helium Sampling	88
5.3.9	Air-Sea Exchange Observations	88
5.3.10	DVS- and Thermosalinograph Observations	89
5.4	Leg M45/4	
5.4.1	Hydrography	90
5.4.2	Moorings	90
5.4.3	Tracer Measurements (CFC-11 and CFC-12)	92
		92
5.5	Leg M45/5a	
5.5.1	Underway Geophysics in the North Sea and the Cape Ghir Region	96
5.5.2	Sediment Sampling by GeoB	96
5.5.3	Plankton Sampling	98
5.5.3	Calcareous Plankton and Paleoceanography of the Azores Front-Current System	101
		104
5.6	Leg M45/5b	109
5.6.1	DOMEST	109
	5.6.1.1 Main Objectives for the M45/5 Cruise	109
	5.6.1.2 Results of Field Tests	109
5.6.2	Deep Water Tests of the Profiling Instrument Carrier DOP	111
5.6.3	Field Tests of the Optical Density Sensor OPRA	112
5.6.4	Particle Flux Measurements with Moored Particle Traps	112
5.6.5	Experiments with Drifting Particle Traps	114
5.6.6	Physical Oceanography	115
5.6.7	Sea-Bird Transmissiometer	121
5.6.8	Chemical Oceanography	121
5.6.9	Stable Nitrogen Isotopes of Dissolved Nitrate	124
5.6.10	Suspended Particulate Matter	124
5.6.11	Trace Metal Sampling	124
5.6.12	Carbon Dioxide in Sea-Water	125
5.6.13	Primary Production Measurements	125

6	Ship's Meteorological Station	128
6.1	Meteorological Conditions During Leg 45/1	128
6.2	Meteorological Conditions During Leg 45/2	128
6.3	Meteorological Conditions During Leg 45/3	129
6.4	Meteorological Conditions During Leg 45/4	130
6.5	Meteorological Conditions During Leg 45/5	130
7	Lists	124
7.1	Leg M45/1	124
7.2	Leg M45/2	135
7.3	Leg M45/3	140
7.4	Leg M45/4	148
7.5	Leg M45/5	153
7.6	List of Abbreviations	158
8	Concluding Remarks and Acknowledgements	159
9	References	160

Abstract

METEOR cruise M45 took place in the North Atlantic Ocean in 1999 and consisted of five legs.

The research activities during the METEOR cruise M45/1, which started in Malaga on 19 May 1999, were related to the scientific programs CANIGO/ESTOC and DOMEST. The DOMEST project concentrates on marine technology and data transmission, mainly tested in the Canary Island region. On this cruise the CANIGO/ESTOC project concentrated on seafloor and water probing. In the morning of June 8 the RV METEOR arrived in Lisbon.

During the second leg (Lisbon - St. John's) the aim was the investigation of water mass spreading and mixing within the eastern basin of the eastern North Atlantic. The work was part of the yearly field programmes of the "Sonderforschungsbereich" SFB 460. Elements of the repeat hydrographic survey in the Iceland Basin included observations with CTD and rosette sampler. For determining deep circulation and water mass transformation, nutrients and tracer samples (CFCs, tritium/helium) were taken. In addition an array of moored current meters for monitoring the Overflow Water close to the Reykjanes Ridge was recovered. The array was then partly redeployed for an additional year. RAFOS float observations for the determination of the drift of Labrador Sea Water in the eastern basin were continued during M45/2.

The third leg (St. John's - St. John's) focussed on the deep circulation and water mass distribution of the Labrador and Irminger seas, also within the context of the SFB 460. The distribution of water masses and circulation was studied along standard repeat sections using current profiling, hydrography and tracer (Freon, tritium/helium) observations. In the Labrador Sea, a number of tomography, convection and boundary current moorings were recovered and redeployed for measuring deep convection activity. A new moored array was deployed off the Grand Banks to measure the export of Deep Water out of the Subpolar North Atlantic.

The fourth cruise leg (St. John's - Rendsburg) was devoted to mooring work and hydrographic measurements on sections normal to the southeastern slope of Greenland. It was aimed at repeatedly describing the state of the Denmark Strait overflow as one of the contributions to the EU-Project VEINS on the Variability of Exchanges in the Northern Seas. Leg M45/4 METEOR ended on 1 September in the ship yard in Rendsburg.

Cruise leg M45/5 started on 1 October 1999 in Bremen and ended on 3 November 1999 in Las Palmas. It was subdivided into two parts with an interim stay in Las Palmas during 20 - 22 October. During the first leg (M45/5a), sedimentological investigations and plankton sampling were carried out in the North Sea, Azores Frontal System and off Cape Ghir (NW Africa) with the purpose to collect data on the reconstruction of paleo-environmental conditions of these regions. During the second leg (M45/5b), equipment testing, mooring work and water column measurements were carried out. Water column sampling, including primary production and particle flux measurements, were carried out around the time-series station ESTOC (European Station for Time-series in the ocean, Canary Islands) as well as off Cape Ghir.

Zusammenfassung

Die METEOR-Reise M45 fand 1999 im Nordatlantischen Ozean statt und bestand aus fünf Fahrtabschnitten.

Die durchgeführten Untersuchungen während der METEOR-Reise M45/1, die am 19. Mai 1999 in Malaga begann, bezogen sich auf die wissenschaftlichen Programme CANIGO/ESTOC und DOMEST. Das DOMEST-Programm beschäftigt sich mit mariner Technologie und Datenübertragung, die vor allem in der Region der Kanarischen Inseln durchgeführt wurde. Das CANIGO/ESTOC-Programm konzentrierte sich auf Meeresbodenuntersuchungen und Wasserprobennahme. Am Morgen des 8. Juni lief METEOR in Lissabon ein.

Während des zweiten Fahrtabschnitts (Lissabon - St. John's) bestand das Ziel darin, die Ausbreitung und Vermischung von Wassermassen im östlichen Becken des subpolaren Nordatlantiks zu untersuchen. Die Arbeiten gehören zu den jährlich durchgeführten Feldprogrammen des Kieler Sonderforschungsbereichs SFB 460. Im einzelnen wurde eine wiederholte Aufnahme der hydrographischen Schichtung mit CTD-Sonde und Kranzwasserschöpfer im Islandbecken ausgeführt. Die Beobachtungen zu Tiefenzirkulation und Wassermassentransformation umfaßten auch Nährstoff- und Tracermessungen (FCKWs, Tritium/Helium). Ferner wurden verankerte Strömungsmesserketten zur Aufzeichnung des Overflow-Wassers am Reykjanesrücken aufgenommen und teils für ein weiteres Jahr verankert. Die Beobachtungen mit RAFOS-Floats zur Quantifizierung der Drift von Labradorseewasser im östlichen Becken wurden auf M45/2 fortgeführt.

Im dritten Abschnitt (St. John's - St. John's) wurde, wiederum im Rahmen des SFB 460, die Tiefenzirkulation und Wassermassenverteilung in der Labrador- und Irminger See untersucht. Hierzu wurden Standardschnitte über das westliche Randstromgebiet abgefahren, auf denen profilierende Strommessungen, CTD-Hydrographie und Tracermessungen (Freon, Tritium/ Helium) eingesetzt wurden. In der Labradorsee wurden eine Reihe von Tomographie-, Konvektions- und Randstromverankerungen geborgen und durch neue Verankerungen ersetzt. Östlich der Grand Banks wurde ein Randstrom-Array zur Messung des Tiefenwasserexportes aus dem subpolaren Nordatlantik eingerichtet.

Der vierte Abschnitt (St. John's – Rendsburg) unter der Leitung des Instituts für Meereskunde der Universität Hamburg hatte Verankerungsarbeiten und hydrographische Messungen entlang der Südostküste Grönlands von Kap Farvel bis zur Dänemarkstraße zum Ziel. Sie dienen der Zustandsbeschreibung der Overflow-Komponenten im nordwestlichen Atlantik, die im Rahmen des EU-Projektes VEINS (Variability of Exchanges in the Northern Seas) für den Zeitraum 1997-2000 wiederholt gewonnen werden. Nach Abschluß von M45/4 war METEOR vom 1. bis zum 29. September in der Werft in Rendsburg.

Der fünfte Fahrtabschnitt begann am 1. Oktober 1999 in Bremen und endete in Las Palmas am 3. November 1999. METEOR 45/5 war unterteilt in zwei Teilabschnitte. Während des ersten Teilabschnittes (M45/5a) wurden sedimentologische Untersuchungen und Planktonfänge in der Nordsee, im Azorenfrontsystem und vor Cape Ghir (NW Africa) durchgeführt, um Daten für die Rekonstruktion des Paleoklimas dieser Regionen zu gewinnen. Während des zweiten Teilabschnittes wurde Gerätetests, Verankerungsarbeiten und Wassersäulenmessungen durchgeführt. Wassersäulenuntersuchungen, einschliesslich Primärproduktion und Partikelflußmessungen wurden in der Umgebung der europäischen Zeitserienstation ESTOC (European Station for Time-series in the Ocean, Canary Islands) wie auch vor Cape Ghir durchgeführt.

