

BERICHTE
aus dem
INSTITUT FÜR MEERESKUNDE
an der
CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT · KIEL

Nr. 184

1988

Forschungsschiff METEOR

Reise Nr. 6

ATLANTIK 87/88

Fahrtabschnitte Nr. 1 - 3

Oktober - Dezember 1987

Berichte der wissenschaftlichen Leiter

Thomas J. Müller, Gerold Siedler, Walter Zenk

DOI 10.3289/IFM-BER-184

Kopien dieser Arbeit können bezogen werden von:
Institut für Meereskunde an der Universität Kiel
Abt. Meeresphysik
Düsternbrooker Weg 20
2300 Kiel 1 - FRG -

ISSN Nr. 0341-8561

BERICHTE
aus dem
INSTITUT FÜR MEERESKUNDE
an der
CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT · KIEL

Nr. 184

1988

Forschungsschiff METEOR

Reise Nr. 6

ATLANTIK 87/88

Fahrtabschnitte Nr. 1 - 3

Oktober - Dezember 1987

Berichte der wissenschaftlichen Leiter

Thomas J. Müller, Gerold Siedler, Walter Zenk

Kopien dieser Arbeit können bezogen werden von:
Institut für Meereskunde an der Universität Kiel
Abt. Meeresphysik
Düsternbrooker Weg 20
2300 Kiel 1 - FRG -

ISSN Nr. 0341-8561

Die "Berichte der wissenschaftlichen Leiter" erscheinen im Anschluß an Expeditionen des Forschungsschiffes "Meteor" als Arbeitsunterlagen für die Beteiligten, als Berichte für die DFG und ihre Senatskommission für Ozeanographie und als Information für Interessierte.

Das Vorhaben wurde gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Anschrift der Verfasser:

Thomas J. Müller, Gerold Siedler, Walter Zenk

Institut für Meereskunde

an der Universität Kiel

Düsternbrooker Weg 20

D 2300 Kiel 1

Zusammenfassung:

Die ersten drei Fahrtabschnitte der METEOR-Fahrt Nr. 6 führten von Hamburg über Las Palmas und Dakar nach Abidjan. Das Kernprogramm gehörte zum Sonderforschungsbereich 133 "Warmwassersphäre des Atlantiks" an der Universität Kiel mit Untersuchungen zur Zirkulation im nordatlantischen Subtropenwirbel und zu Vermischungsvorgängen in der Kapverdenfrontalzone. Direkt damit verknüpft waren Tracer-Probennahmen. Außerdem liefen Meßprogramme zu Schwermetallen und zu Erdöl-Kohlenwasserstoffen, ferner Probennahmen zum ozeanischen Partikelfluß und Fänge zur Untersuchung der Taxonomie und regionalen Verteilung des Ichthyoplanktons und zu Lebensgemeinschaften am Tiefseeboden. Luftchemische Messungen dienten der Untersuchung der Mischungsverhältnisse verschiedener Spurengase in der troposphärischen Grenzschicht. Der vorliegende Bericht faßt die Ziele der Arbeiten, die durchgeführten Beobachtungen und erste Ergebnisse zusammen.

Summary:

The first three legs of METEOR cruise no. 6 were carried out between Hamburg, Las Palmas, Dakar and Abidjan. The core programme was part of the special research programme "Warm Water Sphere of the Atlantic" at Kiel University. It included investigations of the North Atlantic subtropical gyre circulation and of mixing processes in the Cape Verde Frontal Zone. Tracer sampling was added to this programme. Furthermore, measurements were carried out to study heavy metals and petroleum hydrocarbons, and samples were collected for investigations of the oceanic particle flux, of the taxonomy and regional distribution of ichthyoplankton and of benthic communities. Air chemistry measurements were aimed at determining mixing ratios of various trace gases in the tropospheric boundary layer. The present report summarizes the goals of the investigations, the work at sea and first results.



<u>Inhalt/Contents</u>	<u>Seite/Page</u>
Zusammenfassung/Summary	1
1. Forschungsthemen und Arbeitsgebiete/Research topics and working areas	4
2. Teilnehmer/Participants	6
3. Forschungsprogramm/Research programme	7
3.1 Meeres- und Spurenstoffphysik/Marine physics and tracer physics	7
3.2 Meereschemie/Marine chemistry	8
3.3 Biologische Ozeanographie/Biological oceanography	9
3.4 Luftchemie/Air chemistry (J.P. Burrows et al.)	10
3.4.1 Chemie der Troposphäre/Chemistry of the troposphere	10
3.4.2 Troposphärische Messungen atmosphärischer Spurenstoffe mittels TDLAS/Tropospheric measurements of atmospheric tracers with TDLAS	12
3.4.3 Relevante Messungen von Spurengasen in der Luft über dem Meer/Measurements of tracer gases over sea	13
4. Verlauf der Reise/Cruise report	13
5. Vorläufige Ergebnisse/Preliminary results	18
5.1 Meeres- und Spurenstoffphysik/Marine physics and tracer physics	18
5.1.1 Hydrographie/Hydrography (W. Zenk et al.)	18
5.1.2 Verankerte Geräte/Moored instruments (T.J. Müller)	28
5.2 Meereschemie/Marine chemistry	45
5.2.1 Schwermetalle/Heavy metals (D. Schmidt)	45
5.2.2 Erdölkohlenwasserstoffe/Petroleum hydrocarbons (N. Theobald)	49
5.3 Biologische Ozeanographie/Biological oceanography	56
5.3.1 Marine Zoologie und Plankton/Marine zoology and plankton (H.G. Andres, H.C. John)	56
5.3.2 BIOTRANS (O. Pfannkuche, K. Lochte)	60
5.4 Luftchemie/Air chemistry (J.P. Burrows et al.)	63
6. Listen/Inventories	65
Stationsliste/Station list	65
Verankerungen/Moorings	68
XBT-Abwürfe/XBT drops	69
7. Schlußbemerkung/Acknowledgements	75
8. Literatur/References	76

1. Forschungsthemen und Arbeitsgebiete

Die METEOR-Fahrt Nr. 6, ATLANTIK 87/88, war in sieben Fahrtabschnitte mit unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten und Arbeitsgebieten gegliedert. Zu den ersten drei Fahrtabschnitten lief das Schiff am 28. Oktober 1987 von Hamburg aus in die Seegebiete um Madeira sowie südlich der Kanarischen und Kapverdischen Inseln (Abb. 1). Hafenaufenthalte in Las Palmas, Dakar und schließlich Abidjan (21. Dezember 1987) wurden zum Wechsel des eingeschifften wissenschaftlichen und technischen Personals sowie eines Teils der Besatzung eingelegt.

Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten auf See standen während dieser ersten drei Fahrtabschnitte Untersuchungen der Meeres- und Spurenstoffphysik zur Zirkulation und zum Wassermassenaustausch im östlichen Teil des Subtropenwirbels. Ferner waren Arbeitsgruppen der Meereschemie, Luftchemie, Biologischen Ozeanographie und Seevermessung mit eigenen Programmen beteiligt.

Dieser Bericht enthält die vorläufigen Ergebnisse dieses ersten Teils der Expedition mit Ausnahme derjenigen aus der Seevermessung. Diese und diejenigen der folgenden Fahrtabschnitte 4 bis 7 werden an anderer Stelle behandelt (Schenke et al., 1988; Wefer et al., 1988a; Wefer et al., 1988b; Lutze et al., 1988; Pfannkuche et al., 1988). Die Beiträge der einzelnen Fahrtteilnehmer sind im Text durch Namensangabe bei den Kapitelüberschriften gekennzeichnet.

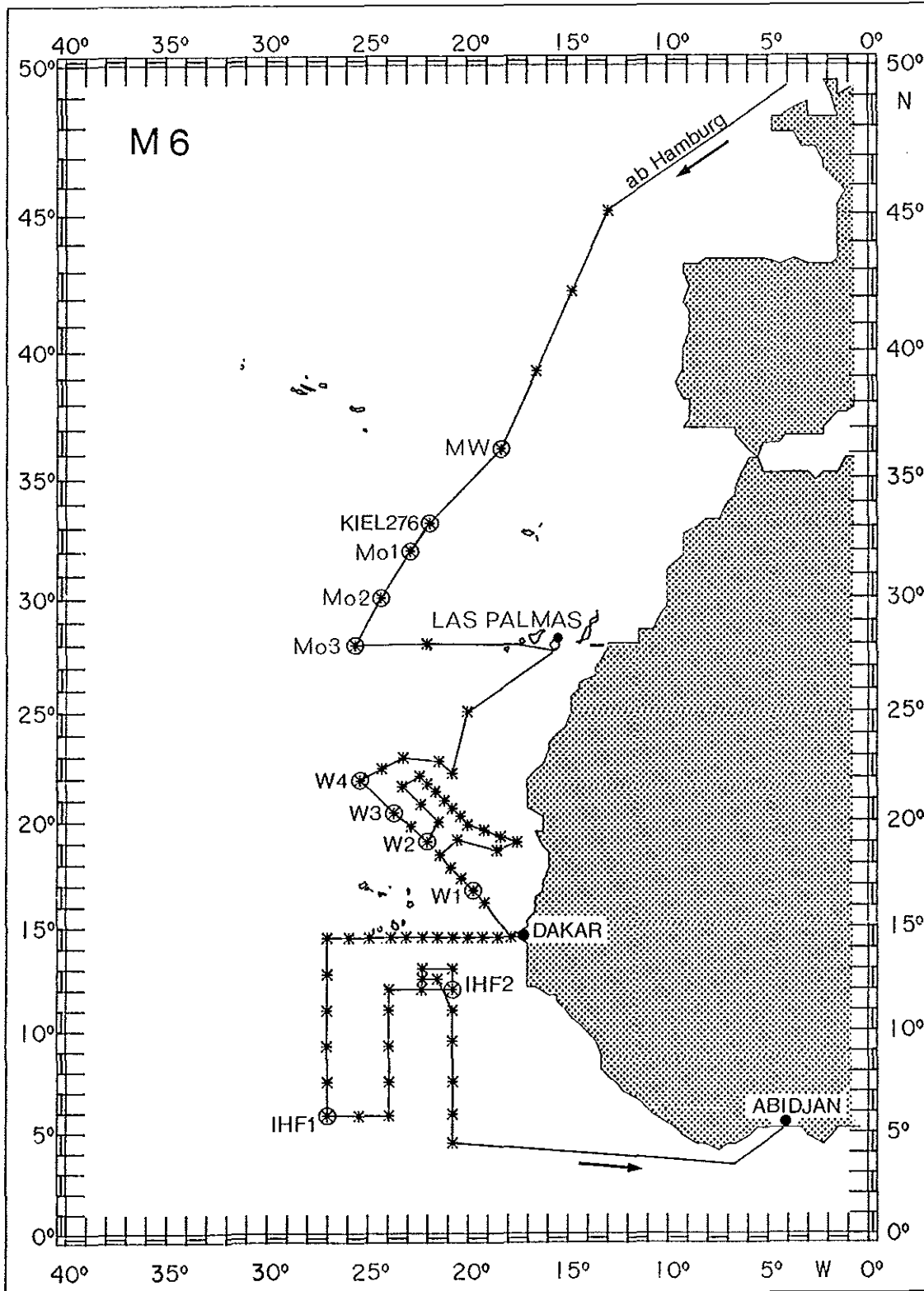


Abb. 1: Kurskarte der ersten drei Fahrtabschnitte der 6. METEOR-Reise (Oktober bis Dezember 1987). Die Sternchen bezeichnen die CTD-Stationen, die zusätzlichen Kreise geben die Positionen der Verankerungen an.

2. Teilnehmer

M6/1, Hamburg - Las Palmas : 28.10. - 12.11.1987
 M6/2, Las Palmas - Dakar : 13.11. - 28.11.1987
 M6/3, Dakar - Abidjan : 30.11. - 21.12.1987

Teilnehmer	Institut	Fahrabschnitte		
		M6/1	M6/2	M6/3
G. Siedler, Prof. Dr., Fahrtleiter	IfMK	_____		
W. Zenk, Dr., Fahrtleiter	IfMK		_____	
T.J. Müller, Dr., Fahrtleiter	IfMK			_____
H.G. Andres, Dr.	BAH		_____	
A.O. Ba, Beobachter	CRODT			_____
U. Bielke, Stud.	AWI			_____
J. Burrows, Dr.	MPI			_____
D. Carlsen, TA	IfMK	_____		
F. Dreyer, Frau, TA	IfMK			_____
A. Fan, Chemiker	IfMK/SOA	_____		
E. Grün, Frau, TA	DHI	_____		
G. Harris, Dr.	MPI	_____		
K. Heidland, Dipl.-Ing.	AWI			_____
J. Holfort, Stud.	IfMK			_____
J. Holtorff, TA	IfMK	_____		
U. Hueninghaus, TA	IfMK	_____		
H. Johannsen, TA	IfMK		_____	
H.-C. John, Dr.	BAH		_____	
A. Kipping, TA	IfMK	_____		
D. Klemp, Dr.	MPI		_____	
B. Klemt, Frau, Stud.	IfMK	_____		
B. Klein, Frau, Dipl.-Oz.	IfMK		_____	
U. Koy, TA	IfMK	_____		
A. Krijgsman, Kpt., Gast	NL	_____		
W. Lange, TA	DHI	_____		
H. Lindow, Frau, Stud.	IfMK	_____		
K. Lochte, Frau, Dr.	IfMK			_____
P. Meyer, Dipl.-Ing.	IfMK			_____
A. Michel, TA	DHI		_____	
C. Mohn, Stud.	IfMK	_____		
Cheikh Tidjank N'Diaye, Beobachter	RIM	_____		
P. Ndiaye, Beobachter	Uni-D			_____
V. Nuppenau, Dipl.-Ing.	IHF			_____
R. Onken, Dr.	IfMK	_____		
H. Oster, Dipl.-Phys.	IUP, UB	_____		
O. Pfannkuche, Dr.	IHF			_____
C. Pohl, Frau, TA	IfMK	_____		
H. Rupp, Dipl.-Phys.	IUP			_____
H. Schmickler, Kpt.	Uni-H	_____		
D. Schmidt, Dr.	DHI		_____	
M. Schröder, Dr.	IfMK		_____	
A. Suckow, Stud.	IUP, UB	_____		
L. Stramma, Dr.	IfMK	_____		
N. Theobald, Dr.	DHI	_____		
G. Tietjen, Prokurist	RF	_____		
C. Tietze, Frau, TA	IfMK	_____		
T. Turla, Stud.	IfMK	_____		
R. Velten, Frau, TA	IHF			_____
M. Wang, Ing.	IfMK/SOA	_____		
F. Wehner, Stud.	IfMK	_____		
U. Wendlandt, TA	DHI		_____	
K.U. Wolf, Dipl.-Oz.	IfMK			_____
N. Zangenberg, Stud.	IfMK			_____
Z. Zenker, Dipl.-Phys.	MPI	_____		
M. Zwierz, Dipl.-Oz.	IfMK		_____	

Beteiligte Institutionen

AWI	Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven
BAH	Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg
CRODT	Centre de Recherche Océanographique Dakar Thioroye
DHI	Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg
IfMK	Institut für Meereskunde, Kiel
IHF	Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft, Hamburg
IUP	Institut für Umweltphysik, Heidelberg
MPI	Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz
NL	Niederlande
RF	Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt, Bremen
RIM	Islamische Republik Mauretanien
SOA	State Oceanic Administration, Peking, VR China
UB	Universität Bremen
Uni-D	Universität de Dakar, Senegal
Uni-H	Universität Hamburg, Leitstelle METEOR

3. Forschungsprogramm

3.1 Meeres- und Spurenstoffphysik

Wie bei der vorangegangenen Kapverden-Expeditionen (METEOR-Fahrt Nr. 4, 1986, s. Siedler et al., 1987b) stand die Frage nach dem Wasser- und Wärmetransport im subtropischen und tropischen Nordatlantik im Mittelpunkt der Untersuchungen. Die nordwärtigen Transporte im Golfstrom werden teilweise kompensiert durch südwärtsige Transporte im östlichen Teil des Subtropenwirbels. Kenntnisse der Struktur des großräumigen Strömungssystems und der mit ihm transportierten Wasser- und Wärmemengen bilden eine der Grundlagen für Klimavorhersagen, da der Ozean als träge Komponente des Systems Ozean - Atmosphäre entscheidend die langsamen Änderungen auf Zeitskalen von einigen Jahren und länger beeinflusst.

Die Arbeiten während der ersten drei Fahrtabschnitte waren Teil des Programms des Sonderforschungsbereichs 133 "Warmwassersphäre des Atlantiks" der Universität Kiel. Die Kapverdenfrontalzone als Strom- und Wassermassengrenze zwischen dem nordatlantischen Subtropenwirbel und der sich südöst-

lich anschließenden Schattenzone ist nach den Ergebnissen der hydrographischen Aufnahmen der METEOR-Fahrt Nr. 4 und von Modellrechnungen eine Region, in der mit starker isopyknischer Vermischung sowie Wirbelbildung zu rechnen ist. Während der METEOR-Reise Nr. 6 sollte daher die Datenbasis verbessert werden, um langfristig folgende Fragen zu beantworten:

- Welche Vermischungsvorgänge finden an der Zentralwassergrenze statt und welchen Anteil haben advective und diffusive Prozesse am Stoff- und Wärmeaustausch?
- Gibt es ein Maximum der Wirbelenergie im Bereich der Kapverdenfrontalzone, und durch welche Prozesse wird es erzeugt?
- Welche Bedeutung haben ozeanische Fronten für den baroklinen Massentransport?

Als Folge der im Kanarenbecken gewonnenen Ergebnisse kamen folgende Fragestellungen hinzu:

- Wie wird das Madeira-Mode-Wasser (Siedler et al., 1987a) lokal gebildet und wie breitet es sich im Laufe eines Jahres aus?
- Lösen sich salzreiche Mittelmeerwasserlinsen auf der Südseite der "Horse Shoe Seamounts" ab? Welche Zeitskalen gehören dazu?

Außerdem sollten die seit 1980 andauernden Strommesserzeitreihen im Azorenstrom um ein weiteres Jahr verlängert werden, um die beobachteten mehrjährigen Schwankungen weiter zu verfolgen.

3.2 Meereschemie

Drei meereschemische Programme waren beteiligt. Als Teil eines internationalen Großprojekts der Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) wurde damit begonnen, eine Übersicht über die Spurenkonzentration schädlicher Schwermetalle in den wichtigsten Wasserkörpern eines ganzen Ozeans zu gewinnen. Mit einem Schnitt über die Zentralwassergrenze konnte ein erster Beitrag mit der Messung von Quecksilber-, Blei- und Cadmiumgehalten im Seewasser geleistet werden.

Erdöl-Kohlenwasserstoffe belasten in besonderem Maße die Küstenmeere. Im Anschluß an Untersuchungen in der Nord- und Ostsee sollten Vergleichsmessungen im relativ sauberen Atlantik dazu führen, Basiswerte aus industriell relativ schwach belasteten Seegebieten zu gewinnen, Belastungen durch Industrie und Schifffahrt zu unterscheiden und vermutete Temperaturabhängigkeiten von Kohlenwasserstoffkonzentrationen zu untersuchen.

Im Projekt "Partikelfluß im Nordatlantik" wurde mit Hilfe von zwei bei den Kapverden für ein Jahr verankerten und während des zweiten Fahrtabschnitts aufgenommenen Sedimentfallen die chemische und mineralogische Zusammensetzung sedimentierender Materials in zwei Tiefen als Funktion von Zeit und Partikelgröße ermittelt. Über dieses Projekt wird an anderer Stelle berichtet.

3.3 Biologische Ozeanographie

Zwei biologische Gruppen beteiligten sich mit eigenen Forschungsprogrammen. Das erste hat als langfristiges Ziel, die Zoographie des Ichthyoplanktons und Gammaridea-Planktons innerhalb der oberen 200 m des Atlantiks qualitativ und quantitativ zu beschreiben. Taxonomische Aspekte sowie Fragen der regionalen Verbreitung, der vertikalen Verteilung einzelner Arten sowie Häufigkeiten und Reproduktions- und Transportmechanismen werden ebenfalls behandelt. Ziel der Arbeiten dieser Fahrt war es, Fänge zu erhalten, mit denen das Transportsystem der Sargassumfauna und der Mauretanischen Provinz im Bereich der nordatlantischen Zentralwassergrenze untersucht werden kann.

Das zweite biologische Projekt befaßte sich mit Lebensgemeinschaften an Tiefseeböden. Die technische Entwicklung der letzten Jahre ermöglicht es, auch am Tiefseeboden durch direkte Messungen den Energieumsatz einzelner Lebensgemeinschaften zu bilanzieren. Dies wird hauptsächlich durch die Messung des Sauerstoffverbrauchs solcher Lebensgemeinschaften erzielt. Außerdem hat sich herausgestellt, daß in der Tiefsee die bodennahe Wasserschicht als eine Zone sich verdichtender biologischer Aktivität anzusehen ist. Ziel der Arbeiten im Rahmen des Fahrtabschnitts 3 war es, vergleichbare Daten zu den aus dem BIOTRANS-Gebiet (47°N/20°W) vorliegenden Daten im subtropischen Ostatlantik zu gewinnen. Die Arbeiten sind Teil eines langfristig auf 20°W angelegten Schnittes durch den Ostatlantik.

3.4 Luftchemie (J.P. Burrows, G.W. Harris, D. Klemp und T. Zenker)

Für die atmosphärische Chemie sind gerade die tropischen Regionen von besonderem Interesse, da dort die intensive Sonnenstrahlung die relevanten photochemischen und biologischen Prozesse beschleunigt. Ziel der Messungen auf der Reise Nr. 6 der METEOR war die Untersuchung der Mischungsverhältnisse verschiedener Spurengase in der troposphärischen Grenzschicht über dem Meer in subtropischen und tropischen Regionen auf der Nordhalbkugel mit Hilfe eines abstimmbaren Diodenlaser-Spektrometers (TDLAS).

3.4.1 Chemie der Troposphäre

Da der überwiegende Anteil der Erdoberfläche (ca. 70%) von Wasser bedeckt ist, spielen die chemischen Vorgänge in der Grenzschicht über der Meeresoberfläche eine wichtige Rolle für die Chemie der Atmosphäre. Für das bessere Verständnis der ablaufenden chemischen Vorgänge ist es notwendig, die Konzentration einiger Schlüsselsubstanzen (z.B. O₃, HCHO, CO, H₂O₂ und NO₂) zu messen. Der Ausgangsprozess der chemischen Aktivität in der Troposphäre ist die Ozonphotolyse:



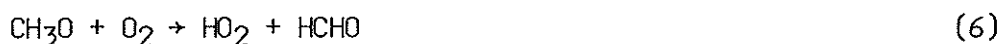
Die elektronisch angeregten Sauerstoffatome (O({}^1D)) reagieren mit Wasser und bilden OH - Radikale:



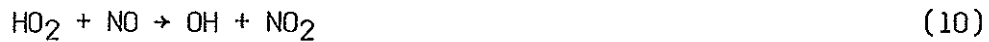
Die reaktiven OH - Radikale oxidieren die troposphärischen Kohlenwasserstoffe. Der häufigste Kohlenwasserstoff ist das Methan (Mischungsverhältnis = 1.8 ppm), aus dem über die Reaktion mit OH Peroxyradikale entstehen:



Bei Abwesenheit von Stickoxiden reagieren die Methylperoxyradikale auf folgendem Reaktionsweg:



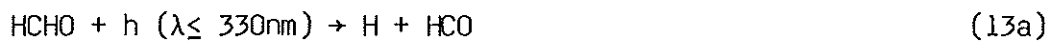
Bei wachsender NO - Konzentration reagieren die Peroxyradikale dagegen mit NO :



Die Photolyse des Produkts NO₂ bildet O₃:



Das Zwischenprodukt H₂O₂ wird durch Reaktion mit OH und durch Trockendeposition entfernt, HCHO außerdem noch durch Photolyse:



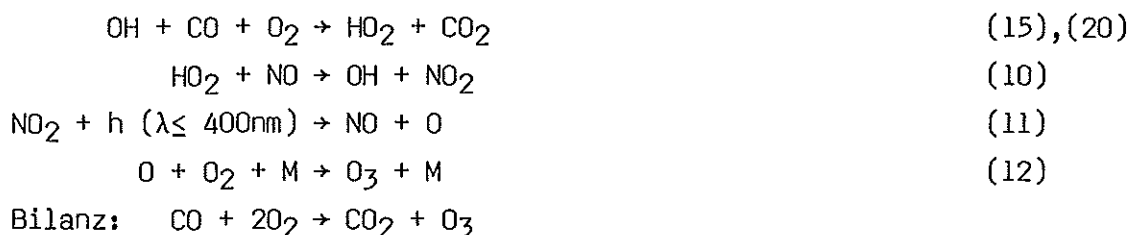
Das Produkt CO reagiert mit OH zu CO₂:



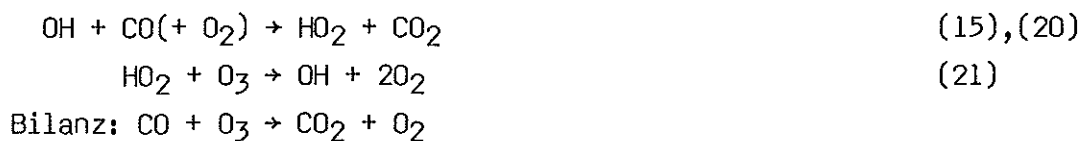
Die Oxidation der höheren Kohlenwasserstoffe wird durch Reaktion mit OH eingeleitet und führt über mehrere Zwischenschritte zu CO und HCHO.

Eine Quelle des troposphärischen Ozons ist der Transport von Ozon aus der Stratosphäre in die Troposphäre, eine weitere die photochemischen und chemische Wechselwirkungen in der Troposphäre. Abhängig von der Konzentration an NO_x (NO und NO₂) ist in der Troposphäre sowohl die Bildung als auch der Abbau von O₃ möglich:

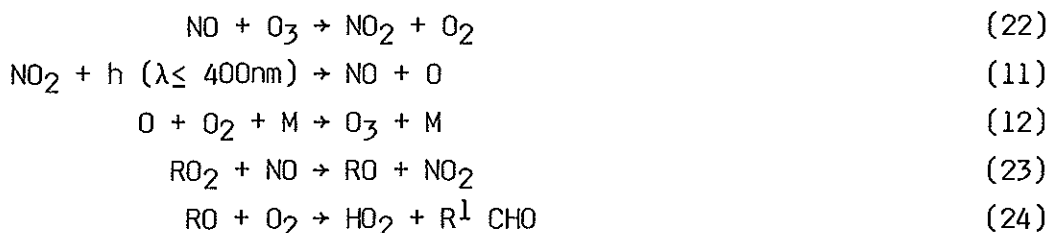
O₃-Bildung:



O₃-Abbau:



In der Troposphäre sind die photochemisch bestimmten Konzentrationen von NO und NO₂ an die Konzentrationen von O₃ und RO₂ (HO₂ und CH₃O₂) gekoppelt:



Die wichtigsten Verlustreaktionen für die Radikale OH und HO₂ in der Troposphäre sind die Reaktionen (7), (8) und die folgende:



Durch Messungen der Spurengase, die an solchen Reaktionsketten teilnehmen (z.B. HCHO, H₂O₂, CO und NO₂), kann man Aufschluß über die Chemie der HO_x-Radikale OH und HO₂ in der Grenzschicht über dem Ozean erhalten.

3.4.2 Troposphärische Messungen atmosphärischer Spurenstoffe mittels TDLAS.

Reid et al. (1978) schlugen erstmals die Langpfad - Infrarot - Absorptionsspektroskopie mit Diodenlasern (tunable diode laser absorption spectroscopy TDLAS) zur Messung troposphärischer Moleküle vor. Hastie et al. (1983) haben die TDLAS - Methode zur Messung troposphärischer Spurenstoffe zum Einsatz gebracht. Diese optische Meßmethode ist zur Bestimmung von Gasen

geeignet, die auflösbare Vibrations - Rotations - Absorptionsbanden aufweisen. Es ist bereits gezeigt worden, daß diese Methode ausreichend empfindlich ist und eine gute zeitliche Auflösung hat.

Die Apparatur, die in Mainz für die Messungen in Bodennähe eingesetzt wird, ähnelt der, die von Slemr et al. (1986) für H₂O₂ - Messungen verwendet wurde, ist aber für den gleichzeitigen Betrieb von vier Diodenlasern ausgelegt.

3.4.3 Relevante Messungen von Spurengasen in der Luft über dem Meer

Es gibt zwar Nachweise einzelner Spurengase in mariner Luft (Zafiriou et al., 1980; Lowe und Schmidt, 1986; Helas und Warneck, 1981), aber außer diesen Messungen auf der Reise Nr. 6 der METEOR gibt es bisher keine anderen Untersuchungen, bei denen NO₂, HCHO, H₂O₂, CO und O₃ gleichzeitig gemessen wurden.

4. Verlauf der Reise

F.S. METEOR legte am 28.12.87 um 18.00 Uhr vom Afrika-Terminal in Hamburg ab. An Bord waren drei wissenschaftliche Arbeitsgruppen: Meeresphysik Kiel (IFMK), Meereschemie Hamburg (DHI) und Luftchemie Mainz (MPI). Die Anfahrt bis ins Arbeitsgebiet wurde zur Vorbereitung der Geräte genutzt. Außerdem wurden Oberflächentemperatur- und salzgehaltswerte registriert und aus den Seewasserleitungen Proben zur Salzgehaltseichung und zur Bestimmung von Erdölkohlenwasserstoffen genommen. Während der ersten drei Fahrtabschnitte lief das Infrarot-Spektrometer mit abstimmbaren Diodenlasern zur Messung von atmosphärischen Spurengasen mit nur kurzen Unterbrechungen. Die Stationsarbeit begann in der westlichen Biskaya am 31.10.87. Die Positionen (Abb. 1) lagen außerhalb der 200-sm-Zone in der Biskaya, nordwestlich von Kap Finisterre und im Iberischen und Kanarischen Becken. Der übliche Ablauf der Stationsarbeit war: Probennahme mit 100-Liter-Glaskugelschöpfer in Oberflächennähe zur Bestimmung des Kohlenwasserstoffgehalts, CTD-Messung mit Kranzwasserschöpfer bis zum Boden und eine Serie mit 10-Liter-Glaskugelschöpfern bis 1500 m Tiefe. Auf zwei Stationen wurden akustische Auslösegeräte in 50 m Tiefe getestet. Die CTD-Messungen dienten gleichzeitig zum Testen der drei Geräte und der Verbesserung und Tests der Software für die on-line-Verarbeitung.

Nach den ersten Stationen Nr. 797 bis Nr. 800 folgte nach einer kurzen Bodenvermessung mit HYDROSWEEP das Auslegen der ersten Verankerung (MW/311) mit Meßgeräten. Hier sollten ein Jahr lang Beobachtungen zur Struktur und zur Ausbreitung des Mittelmeerwassers durchgeführt werden. Nach den beiden Stationen Nr. 802 und Nr. 803 wurde am 06.11.87 die Verankerung KIEL276-8 aufgenommen (Stat. Nr. 804). Sie war vor einem Jahr von METEOR ausgelegt worden. Anschließend wurde auf gleicher Position die Verankerung KIEL276-9 ausgelegt. Damit werden die Beobachtungen im Bereich des Azorenstroms fortgesetzt.

Am 07.11. und 08.11. wurden je eine Verankerung mit Thermistorketten im oberflächennahen Bereich sowie Strömungsmesser in verschiedenen Tiefenbereichen ausgelegt. Hiermit soll die Entstehung und Ausbreitung des "Madeira-Mode-Wassers" während eines Jahres untersucht werden. Um sicherzustellen, daß die oberen Elemente nicht zu nahe an die Oberfläche kommen, war unmittelbar nach dem Auslegen die Tiefe des obersten Elementes durch Druckmessung mit akustischer Datenübertragung zum Schiff vorgesehen. Das hierfür benötigte Gerät hatte jedoch bei einem vorhergehenden Test versagt und konnte nicht zur einwandfreien Funktion gebracht werden. Deshalb wurde stattdessen jeweils eine Leine mit Auftriebskörpern und einem Auslöser am obersten Element angebracht, mit der der Abstand der Meßkette zur Oberfläche bestimmt werden konnte und die dann mit Hilfe des Auslösers von der Meßkette getrennt und wieder aufgenommen werden konnte. Bei der ersten dieser Verankerungen (Mo1/315) funktionierte dieses Verfahren sehr gut. Im zweiten Fall (Mo2/316) wurde das Seil im Seegang bei Bft. 6 offensichtlich beschädigt, und die Meßleine schwamm auf. Daraufhin wurde die Position der Verankerung akustisch im Transponderbetrieb eingemessen, so daß es gelang, die Tiefenlage der Geräte mit dem Sonar zu messen und so zu kontrollieren. Bei der dritten Verankerung (Mo/317) konnte das schnellere Verfahren mit der Meßleine wieder angewendet werden. Damit waren die Verankerungsarbeiten dieses Abschnitts beendet. Auf der Fahrt ostwärts zu den Kanarischen Inseln wurde noch die letzte Station (Nr. 812) mit CTD und Schöpferserie durchgeführt. Am 12.11.87 vormittags machte METEOR in Las Palmas fest, wo der erste Fahrtabschnitt zu Ende ging.

In Las Palmas wurde am 12.11. ein Empfang gegeben, der sehr gut besucht wurde. Außerdem wurden durch den Besuch einer Gruppe von Studenten aus meereskundlichen Fachrichtungen die bestehenden Kontakte zur Universität

von Las Palmas gepflegt. Einige Fahrtteilnehmer stiegen aus. Neu schifften sich zwei meereschemische Gruppen (DHI, IfMK), die Spurenstoffphysiker (IUP) und eine zoologische Arbeitsgruppe (BAH) ein.

Am 14.11. um 09.00 Uhr verließ METEOR Las Palmas und erreichte am 15.11. die erste Station. Eingesetzt wurden die CTD-Sonde mit O₂-Sensor und Kranzwasserschöpfer, dessen Proben zur Kalibrierung des CTD und zur Analyse von gelöstem Sauerstoff, Nährstoffen und teilweise der Spurenstoffe Freon, Helium und Tritium dienten. Wo erforderlich, schlossen sich Schöpferserien zur Analyse der Wasserproben auf Schwermetalle an. Den Abschluß bildeten Zooplanktonfänge mit dem Neustonschlitten, auf den folgenden Stationen dann auch mit dem Multischließnetz 200 m bis 0 m.

Das enge Stationsnetz begann, abweichend vom ursprünglich vorgesehenen Ablauf, mit den westlichsten Positionen. Damit war gewährleistet, daß drei von vier aufzunehmenden Verankerungen bereits früh aufgesucht werden konnten. Sie wurden im Laufe des 18.11. bis 20.11. ohne Schwierigkeit nach einem Jahr Registrierzeit wiederaufgenommen. Die Verankerung W4 war außer mit fünf Strömungsmessern auch mit zwei Sedimentfallen bestückt. Auf Position W2 war das oberste Auftriebselement mit einem von fünf Strömungsmessern verloren gegangen, vermutlich durch Fischbiß. Auf dem begleitenden hydrographischen Schnitt mit CTD und Probennahme für Schwermetalle und Kohlenwasserstoffe fiel einmal die W1/2 aus. Der Bugausleger wurde regelmäßig eingesetzt, um saubere Oberflächenproben zu bekommen.

Die östlichste Station wurde am 24.11. erreicht. Sie liegt im Hauptschiffahrtsweg vor Westafrika und ist deshalb von besonderer Bedeutung für die Verschmutzung durch Kohlenwasserstoffe.

Um einen Tag Reservezeit für die Verankerung W1 vorzuhalten, mußte auf dem Weg dorthin die vorgesehene Stationsfolge eingeschränkt und die Stationszeit etwas gekürzt werden. Am 26.11. wurde die Verankerung W1 aufgenommen. Auch hier fehlte das oberste Auftriebselement, diesmal mit Strömungsmessern. Vermutlich war der Schaden ebenfalls durch Fischbiß verursacht. Am 27.11. wurde die Stationsarbeit beendet und Kurs auf Dakar genommen, wo METEOR am 28.11. morgens festmachte. Am 28.11. wurden Vertreter des öffentlichen Lebens und der deutschen Kolonie zu einem Empfang an Bord geladen.

F.S. METEOR lief zum 3. Fahrtabschnitt am 30.11. um 10 Uhr aus Dakar aus. Gleich an der Schelfkante begann ein zonaler hydrographischer Schnitt, der mit CTD und Einwegtemperatursonden (XBT) aufgenommen wurde. Auf jeder zweiten Station wurden zusätzlich Sauerstoff- und Nährstoffproben mit einem Kranzwasserschöpfer sowie Zooplanktonproben mit Neustonschlitten (NEU) von der Oberfläche und mit Multischließnetz (MSN) aus mehreren Tiefenstufen bis zu 200 m genommen. Auf Station 847 wurden in meridionaler Verlängerung eines Schnittes aus M6/2 die ersten Spurenstoffproben (F11, F12, He, Tr) mit dem Kranzwasserschöpfer genommen. Auf 27°W endete der zonale Schnitt am 03.12.

Von hier aus schloß sich ein meridionaler Schnitt an, durch den eine süd-wärtige Verlängerung eines Schnittes der Fahrt M4/2-3 erreicht wird. Spurenstoffproben wurden ab jetzt auf jeder zweiten, Zooplankton auf jeder CTD-Station genommen. Außerdem konnte auf diesem Schnitt erstmals erfolgreich das Multischließnetz für Vertikalhols bis zu 3000 m Tiefe eingesetzt werden.

Der meridionale Schnitt endete am 07.12. auf 5°50'N bei mehr als 4000 m Wassertiefe in der Nähe einer Kuppe mit einer minimalen Tiefe von 549 m. Hier wurden zunächst zwei bodennahe Verankerungen mit Freifallgreif-Respirometer (FFGR) bzw. Reusenkette (RK) für ca. 36 Stunden ausgelegt. Es folgten auf gleicher Position zwei erfolgreiche Bodenprobennahmen mit Multicorer (MC) und drei mit Kastengreifer (KG), von denen leider nur der letzte geschlossen hat.

Die Zeit von 12 Stunden bis zur Wiederaufnahme der Verankerungen wurde dann zur ersten Vermessung der erwähnten Tiefseekuppe mit HYDROSWEEP genutzt. Es zeigte sich, daß bei bestimmten Kursen relativ zur 2 - 3 m hohen Düne keine oder nur sehr schlechte Messungen möglich waren.

Nach der Aufnahme der Verankerungen am 08.12. wurde die hydrographische Aufnahme mit zunächst ostwärtigem und dann nordwärtigem Kurs entlang 24°N bis 12°N fortgesetzt. Auf dieser Breite wurde bei 20°45'W die zweite Position mit Verankerungen (FFGR und RK) für 46 Stunden besetzt, und es wurden erneut zwei Proben mit Multicorer und Kastengreifer gewonnen. In der Wartezeit konnte mit XBT eine mesoskalige hydrographische Aufnahme im Bereich des Guinea-Domes erfolgen, der zu dieser Jahreszeit allerdings nur schwach

ausgeprägt war und sich vor allem in einer Anreicherung der Nährstoffe in der Hauptsprungschicht zeigte.

Nach der Aufnahme der Verankerungen nahm METEOR Kurs nach Süden, um die großräumige hydrographische Aufnahme des Gambia-Beckens zu vervollständigen. Bis zur Station 879 war im hydrographischen Schacht ein akustischer Strömungsmesser eingesetzt, der bis zu einer Tiefe von etwa 200 m kontinuierlich das vertikale Strömungsprofil relativ zur Schiffsgeschwindigkeit registrierte, woraus sich unter Verwendung der navigatorischen Angaben aus dem Datenverteilsystem der METEOR absolute Profile berechnen lassen. Für den zweiten geplanten Test mit HYDROSWEEP mußte dieses Gerät jetzt ausgebaut werden, um Platz für eine Unterwasserkamera zu schaffen, mit der Luftblasen, die während der Fahrt unter dem Schiff vermutet wurden und die die HYDROSWEEP-Messungen stören können, nachzuweisen. Leider fiel nach dem Umbau die Rechnerseite der Fächerlotanlage aus und konnte mit bordeigenen Mitteln auch nicht mehr gestartet werden, so daß dieser zweite Test gestrichen werden mußte. Es wurde deshalb entschieden, den Schnitt weiter nach Süden fortzusetzen und drei zusätzliche Stationen auf dem Wege nach Abidjan einzulegen, um die zooplanktologische Aufnahme zu vervollständigen und Anschluß an vorhandene Aufnahmen zu erhalten.

Messungen mit dem Diodenlaser-Absorptionsspektrometer konnten während der Abschnitte 1 bis 3 durchgeführt werden. In den ersten Tagen wurde die TDLAS-Apparatur einjustiert und getestet. Es zeigte sich, daß die mechanischen Schwingungsisolatoren für den optischen Aufbau auch den teilweise erheblichen Belastungen an Bord des Schiffes gewachsen waren. Die Apparatur arbeitete erfolgreich, so daß während ca. 75% der gesamten Expeditionsdauer Meßdaten gesammelt werden konnten. Während der letzten 72 Stunden vor Abidjan mußte die Apparatur abgeschaltet werden, da der zum Betrieb der IR - Detektoren nötige flüssige Stickstoff ausgegangen war. Ein weiterer Zeitverlust von zwei Tagen wurde verursacht durch einen Kurzschluß in der Meßapparatur nach einem Wassereintrich im Luftchemielabor der METEOR.

METEOR lag am 20.12.1987 nachmittags in Abidjan auf Reede und machte am 21.12. im Hafen fest.

5. Vorläufige Ergebnisse

5.1 Meeresphysik

5.1.1 Hydrographie und Spurenstoffphysik (W. Zenk, B. Klein und W. Roether)

Es war Ziel der meeresphysikalischen Untersuchungen, die Hydrographie im Übergangsbereich zwischen Subtropenwirbel und der südöstlich davon gelegenen Schattenzone wiederholt zu untersuchen. Die Arbeiten haben direkten Bezug zur 4. METEOR-Reise (M4) im Herbst 1986 (Siedler et al., 1987b). Schon bei dieser Reise war damit begonnen worden, die im klimatologischen Mittel von NO nach SW verlaufende Wassergrenze vom Nordatlantischen und Südatlantischen Zentralwasser (NACW, SACW) durch senkrecht dazu ausgerichtete Schnitte zu erfassen. Die Messungen sollen zur Berechnung von Austauschvorgängen im Frontalbereich verwendet werden.

Während der 6. METEOR-Reise (M6) wurden teilweise dieselben Meßpositionen wie bei M4 aufgesucht. Die Lage der Stationen ist Abb. 1 zu entnehmen. Außer der Wiederholung des von Nordwesten auf Dakar zeigenden Schnittes wurden zwei weitere, quer zur Zentralwassergrenze liegende Schnitte weiter nördlich gefahren.

Im Bericht zu M4 waren die Grundzüge der Hydrographie im Südosten des Subtropenwirbels anhand von typischen Einzelprofilen (vergl. Abb. 3.4 in Siedler et al., 1987b) dargestellt worden. In diesem Seegebiet begegnet man unterhalb des Subtropischen Salzgehaltsmaximums (S_{\max}) den beiden Zentralwassermassen NACW und SACW, die die Hauptsprungschicht ausmachen. Sie sind beide durch eine nahezu lineare Temperatur-Salzgehaltsbeziehung gekennzeichnet. Ihre Übergangszone, die Zentralwassergrenze, ist nur wenige Zehner von Kilometern breit. Die größeren Tiefen der Hauptsprungschicht werden vom Mittelmeerwasser (MW) im Norden bzw. vom Subantarktischen Zwischenwasser (AAIW) im Süden eingenommen. Darunter befindet sich überall das Nordatlantische Tiefenwasser (NADW). Im schelfnahen Bereich vor Mauretanien trägt Auftriebswasser, das in räumlich begrenzten Zellen zur Oberflächennähe gelangt, zur Komplexität der Region bei.

Wir wollen in diesem Bericht nur eine kleine Auswahl aus der Fülle des gewonnenen Datenmaterials vorstellen. Es sind dies:

- Ein benachbartes Stationspaar (817, 818) im nordwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes (s. Weiserkarte in Abb. 2).

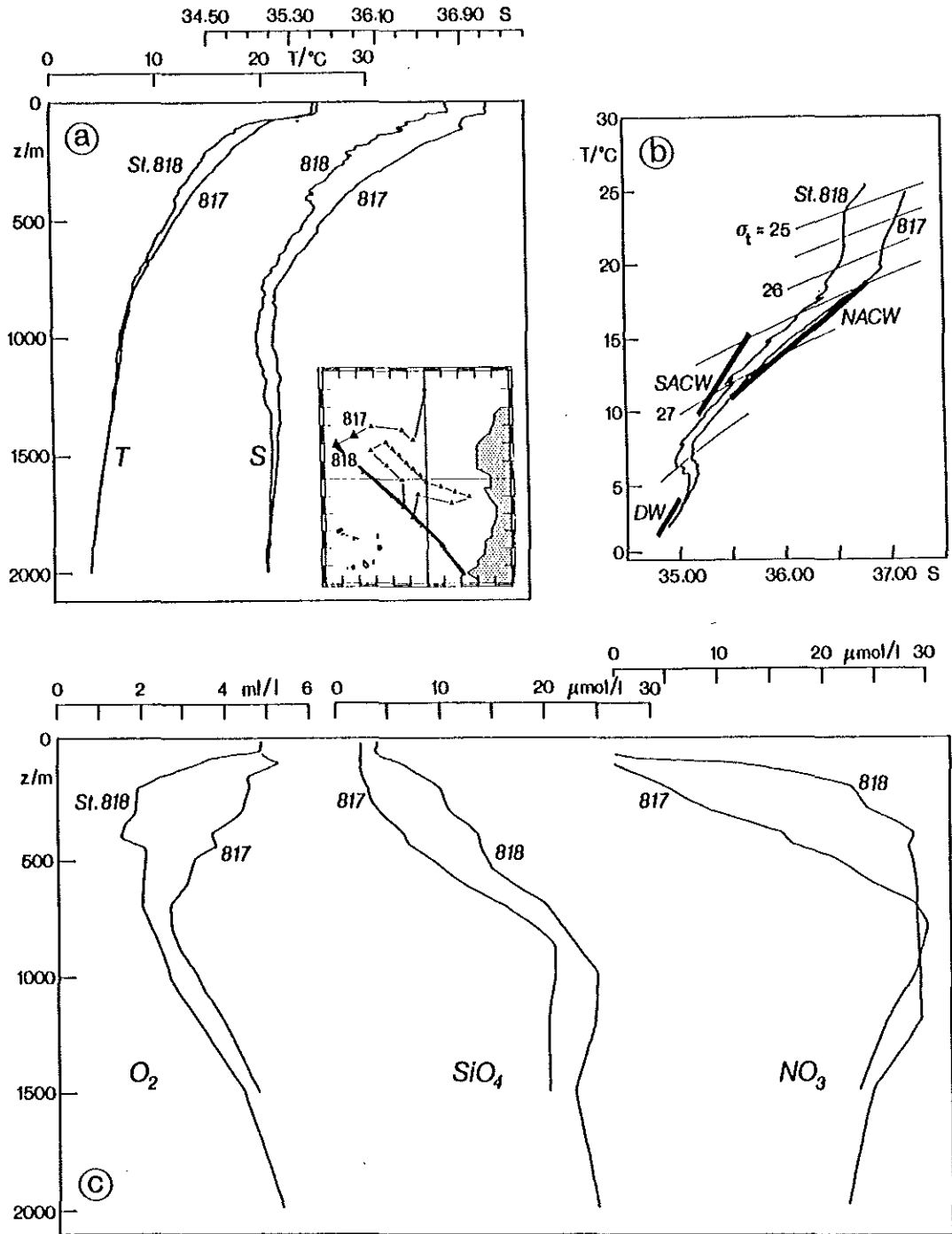


Abb. 2: Stationspaar 817 und 818. Mit der CTD-Sonde wurden Temperatur und Salzgehalt (a,b) gemessen. Mit dem zusätzlichen Kranzwasserschöpfer wurden Proben zur Analyse des gelösten Sauerstoffgehaltes und der Nährstoffe Silikat und Nitrat (c) gewonnen. Obwohl der Stationsabstand nur 100 km beträgt, sind im Bereich der Hauptsprungschicht große Unterschiede in den Parametern zu erkennen. St. 817 ist im Vergleich zu St. 818 durch höhere Temperaturen, Salz- und Sauerstoffwerte sowie durch niedrigere Nährstoffwerte gekennzeichnet. Sie ist typisch für die Region, in der man das Nordatlantische Zentralwasser, NACW, findet. Die Station 818 mit ihren für das Südatlantische Zentralwasser, SACW, typischen Eigenschaften stellt eine Singularität am vorgefundenen Meßort dar. Ihr Ursprung könnte durch einen abgespaltenen Mäander aus dem Zentralwassergrenzbereich erklärt werden.

- Der Wiederholungsschnitt von M4 (von Position W4 Richtung Dakar, s. Abb. 1) als Beispiel für die Verteilung der hydrographischen Parameter in Druckkoordinaten.
- Eine Darstellung des gemessenen Sauerstoffs und der Nährstoffe auf demselben Schnitt in Dichtekoordinaten als Grundlage für Untersuchungen der iso- und diapyknischen Vermischung.

Eine Darstellung des Stationspaares 817 und 818, die nur 100 km voneinander entfernt sind, ist in Abb. 2 wiedergegeben. Station 817 zeigt die für die Region typischen Verhältnisse: Im Zentralwasserbereich NACW des T/S-Diagramms fällt die nahezu lineare Beziehung (Sverdrup et al., 1943) auf. Das typische Erscheinungsbild im Vergleich mit ähnlichen Stationen aus diesem Gebiet wird bestätigt durch hohen O_2 -Gehalt und niedrige Nährstoffstoffwerte. Die Kontraststation 818 stellt insofern eine Singularität dar, daß sie typische Merkmale des SACW enthält. Geringerer Salz- und O_2 -Gehalt mit höheren Anteilen an SiO_4 und NO_3 als sonst sind charakteristisch für die Region. Offensichtlich haben wir es bei der Einzelstation 818 mit einem Überbleibsel aus der Grenzzone zu tun, die in Abb. 3 zu sehen ist und über 600 km weiter südöstlich liegt. Inwieweit es sich um einen aus der Front abgeschnittenen kalten Ring handelt, läßt sich nicht mit Sicherheit feststellen. Die Verankerungsdaten (vgl. 5.1.3) von der Position W4, die mit der CTD-Station 818 identisch ist, sprechen für eine solche Annahme. Unglücklicherweise ereignete sich der einzige CTD-Winden-Ausfall des Fahrtabschnittes auf der im Süden angrenzenden Station 819, so daß leider keine Aussage zur Ausdehnung der an dieser Stelle "fremden" Wassermassen in der Hauptsprungschicht möglich ist.

Der hydrographische Schnitt in Abb. 3 wurde genau ein Jahr nach dem "Schnitt B - Dakar" (Siedler et al., 1987b, Abb. 3.5) ortsgleich aufgenommen. Die Vertikalskala der Darstellung der Temperatur, des Salzgehaltes und des Dichteparameters ist zwecks besserer Auflösung im Zentralwasserbereich (<600 dbar) in zwei Maßstäben wiedergegeben. Die Entfernungsskala beginnt bei der Breite $27^{\circ}W$, also dort, wo auch die entsprechenden M4-Schnitte anfangen, und sie erleichtert daher einen Vergleich der beiden Datensätze. Der maximale Meßdruck (Tiefe) ist durch Dreiecke gekennzeichnet.

Wie schon in Abb. 2 erkennbar, bleibt der Einfluß des kälteren SACW (St. 818) in Abb. 3a auf den oberen Bereich beschränkt. Die Oberflächen-temperaturen lagen bei 25-26°C. Der allgemeine Abfall der Isothermen unterhalb der Deckschicht (20°C) ist nordwestlich von St. 842 bis St. 820 in guter Übereinstimmung mit den früheren Messungen. Der Anstieg zu St. 818 (links im Bild) in diesem Tiefenbereich ist durch den Ausfall von St. 819 viel zu flach dargestellt, um die singuläre Störung in Form des abgetrennten SACW-Anteiles deutlich erkennen zu können.

Dasselbe Problem tritt in Abb. 3b bei den Isohalinen auf. Andeutungsweise ist auf St. 820 und bei St. 822 bei 50 dbar das Subtropische Salzgehaltsmaximum erkennbar. Die Darstellung erlaubt die Festlegung der Front dort, wo die 36.0-Isohaline bei 150 dbar liegt: Die Zentralwassergrenze liegt demnach zwischen St. 822 und 838. Auffallend ist der geringe vertikale Gradient bei St. 842, der durch Auftriebswasser verursacht sein könnte. Sehr deutlich erkennt man im unteren Teil der Abb. 3b das Zwischenwasser (AAIW) südöstlich der Zentralwassergrenze bei 800 dbar sowie nordwestlich dieser Grenze das Mittelmeerwasser (MW) bei 1500 dbar. Das Tiefenwasser darunter (NADW) zeigt den schon oben erwähnten mäßigen horizontalen Gradienten mit einem Salzgehaltsabfall in Richtung des Kontinentalabhanges.

Abb. 3c zeigt deutlich, daß die Zentralwassergrenze in hohem Maße dichte-kompensiert ist. Der Hauptanteil der baroklinen Strömung darf im Norden der Zentralwassergrenze, d.h. im Bild links von St. 822 erwartet werden. Für das Gebiet der Wassermassenfront und des benachbarten Strömungsbandes wird die Bezeichnung "Kapverdenfrontalzone" eingeführt. Im kontinentnahen Bereich bei St. 842 ist ein Gegenstrom bei 400 dbar erkennbar.

Zur Analyse des M6-Datensatzes bezüglich iso- bzw. diapykischer Vermischung ist eine Parameterdarstellung in Dichtekoordinaten vorteilhaft. In Abb. 4 stellen wir die Schöpferdaten O₂-, SiO₄-, NO₃- und PO₄-Gehalt auf dem Schnitt von der Position W4 in Richtung Dakar (s. Abb. 1) vor. Eine analoge Darstellung von den Verhältnissen im Herbst 1986 ist im M4-Bericht von Siedler et al. (1987b) in der dortigen Abb. 3.7 gegeben. Die hydrochemischen Parameter für die Vertikalverteilungen zeigen bekannte Merkmale:

- O₂-Abnahme mit Minimum bei ca. 27.0 kg m⁻³
- Zunahme von NO₃ und PO₄ bis zu einem Maximum (Nutrikline) unterhalb des O₂-Minimums (~27.2 kg m⁻³).
- Stetige Zunahme des SiO₄-Gehalt, Reichtum des Zwischenwassers an Silikat.

Die gegenüber dem Parametersatz Temperatur und Salzgehalt der CTD-Messungen in den Schöpferdaten enthaltenen Zusatzinformationen über O₂- und Nährstoffverteilungen mit Extremwerten sollen später gemeinsam mit den geochemischen Spurenstoffdaten zu einer Multiparameteranalyse (Tomczak, 1981) verwendet werden.

Während der Fahrtabschnitte 2 und 3 wurde mit einem akustisch messendem Doppler-Profilier (ADCP) kontinuierlich das Vertikalprofil des horizontalen Strömungsvektors relativ zum bewegten Schiff aufgenommen. Das Gerät selbst arbeitete offensichtlich einwandfrei. Zur Zeit werden die Programme zur Integration der navigatorischen Angaben in den Datensatz erstellt, so daß absolute Stromprofile berechnet werden können.

Die Verteilung der Spurenstoffe Helium-3, Tritium und das Verhältnis von Freon-11 zu Freon-12 wurde in enger Abstimmung mit der meeresphysikalischen Arbeitsgruppe wie geplant auf allen vorgesehenen Stationen beidseits der Zentralwassergrenze und in der Schattenzone südlich der Kapverden erfaßt. Dabei konnten die Freon-Daten an Bord direkt nach der Probennahme mit einem gaschromatischen Analysesystem gemessen und auf Magnetband gespeichert werden. Für die Freonmessungen wurde seither das Auswerteverfahren erarbeitet, das auch auf die Daten der METEOR-Fahrten Nr. 4 (Kapverden-Expedition) und Nr. 5/6 (östliches Mittelmeer) angewendet werden soll. Mit den Helium-3- und Tritiummessungen soll begonnen werden, sobald die neuen Meßapparaturen in der Bremer Universität betriebsbereit sind. Mit der Auswertung der vorhandenen Daten wurde begonnen.

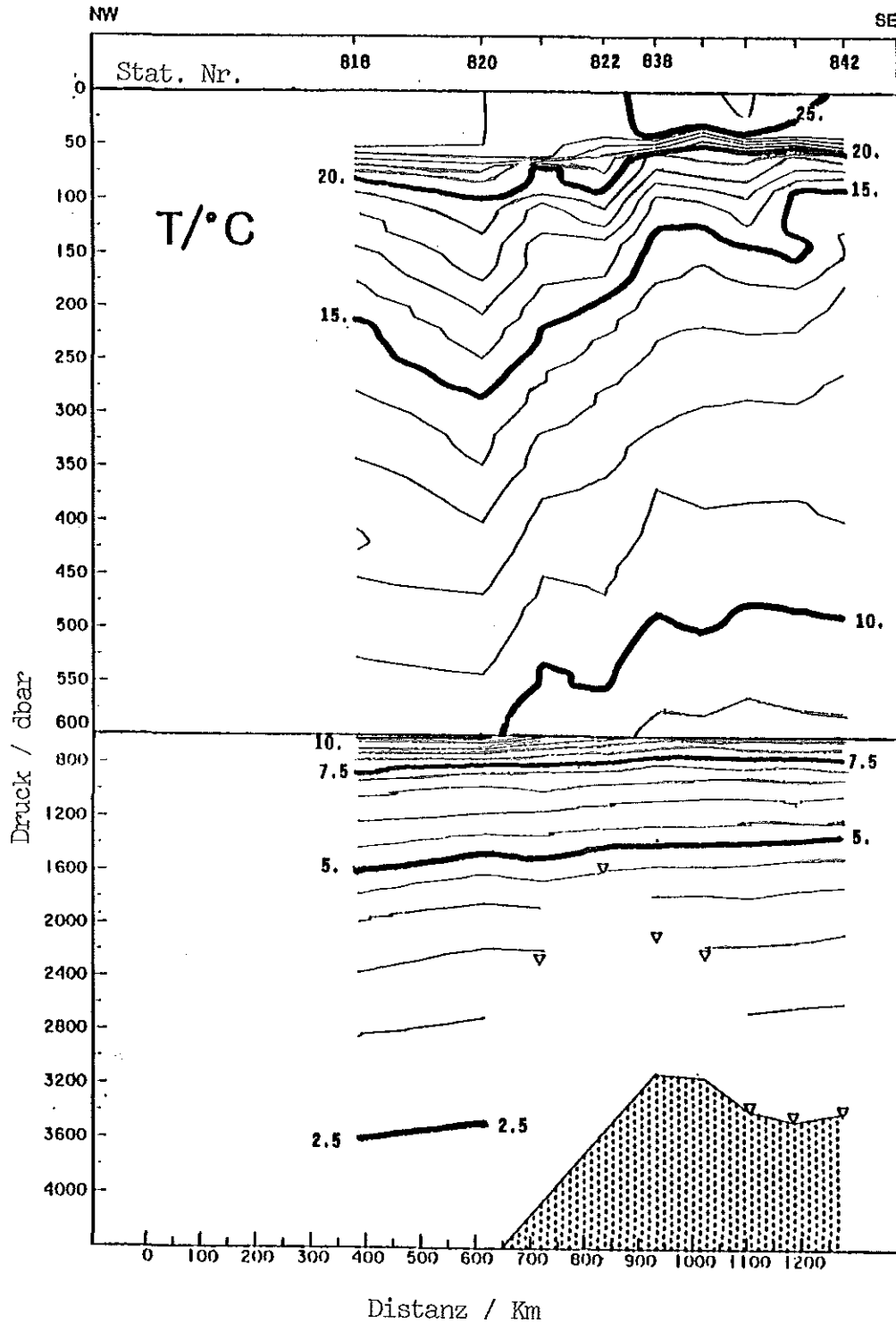


Abb. 3a: Temperaturverteilung auf dem CTD-Schnitt von Station 818 auf Dakar zu (s. Weiserkarte in Abb. 2). Sie deckt sich mit einem Schnitt während METEOR Nr. 4 von 1986 (vgl. Siedler et al., 1987b). Um eine höhere Auflösung im Tiefenbereich der Hauptsprungschicht zu erhalten, wurde der Druckmaßstab bei 600 dbar geändert. Die für die Region typischen Wassermassen in den Abb. 3a - c sind deutlich erkennbar: Das oberflächennahe Salzgehaltmaximum-Wasser, die beiden Zentralwasserarten NACW und SACW sowie das Zwischenwasser AAIW und das Mittelmeerwasser (MW). Als Wassermassengrenze kann der 150 dbar-Durchgang der 36.0-Isohaline angesehen werden (Manrinquez und Fraga, 1982). Man beachte, daß die Zentralwassergrenze im unteren Teil der Hauptsprungschicht mit dem Zusammenreffen von MW und AAIW zusammenfällt.

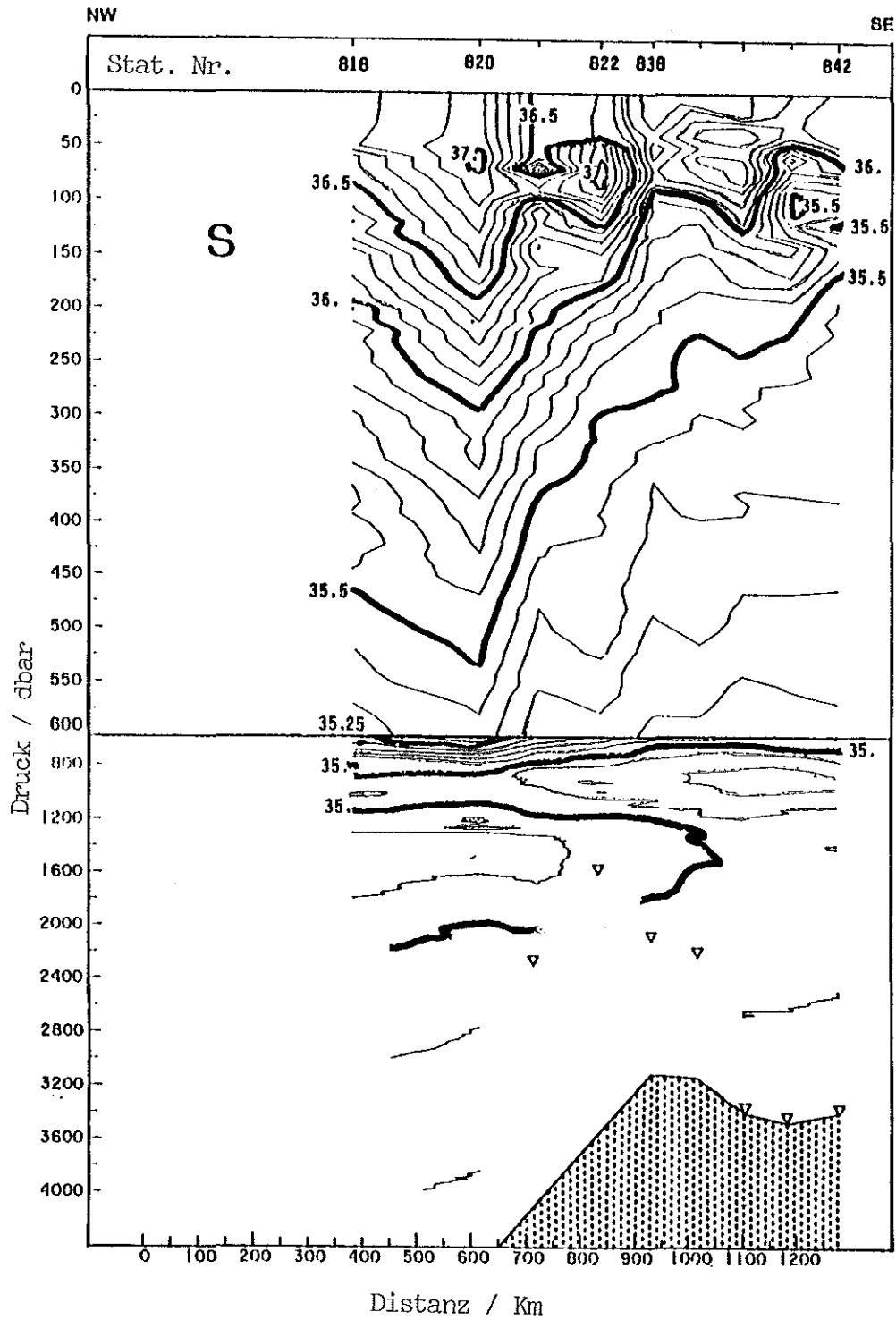


Abb. 3b: wie Abb. 3a, Salzgehalt S.

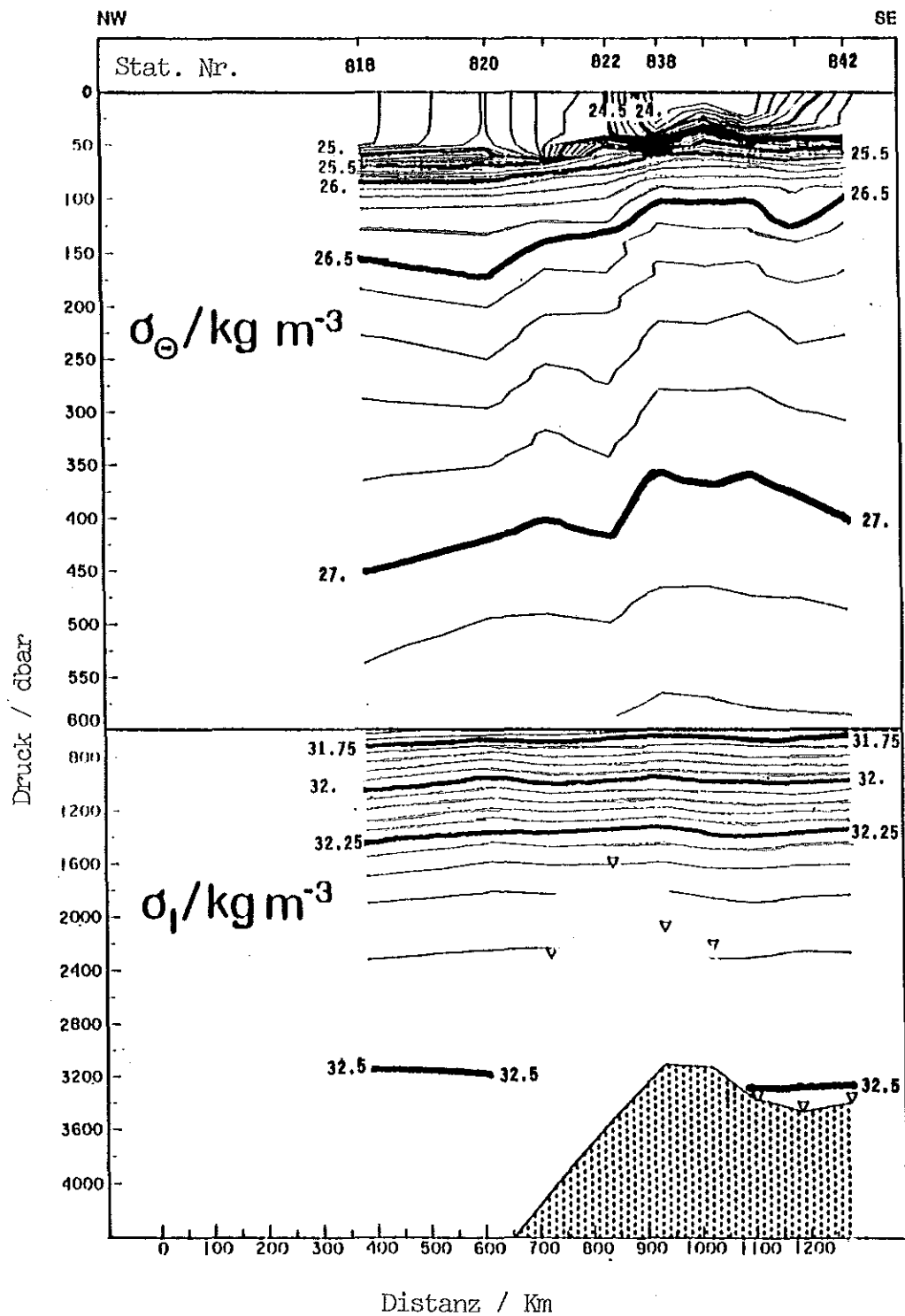


Abb. 3c: Wie Abb. 3a, oben Dichteparameter σ_θ auf 0 dbar, unten σ_1 auf 1000 dbar bezogen.

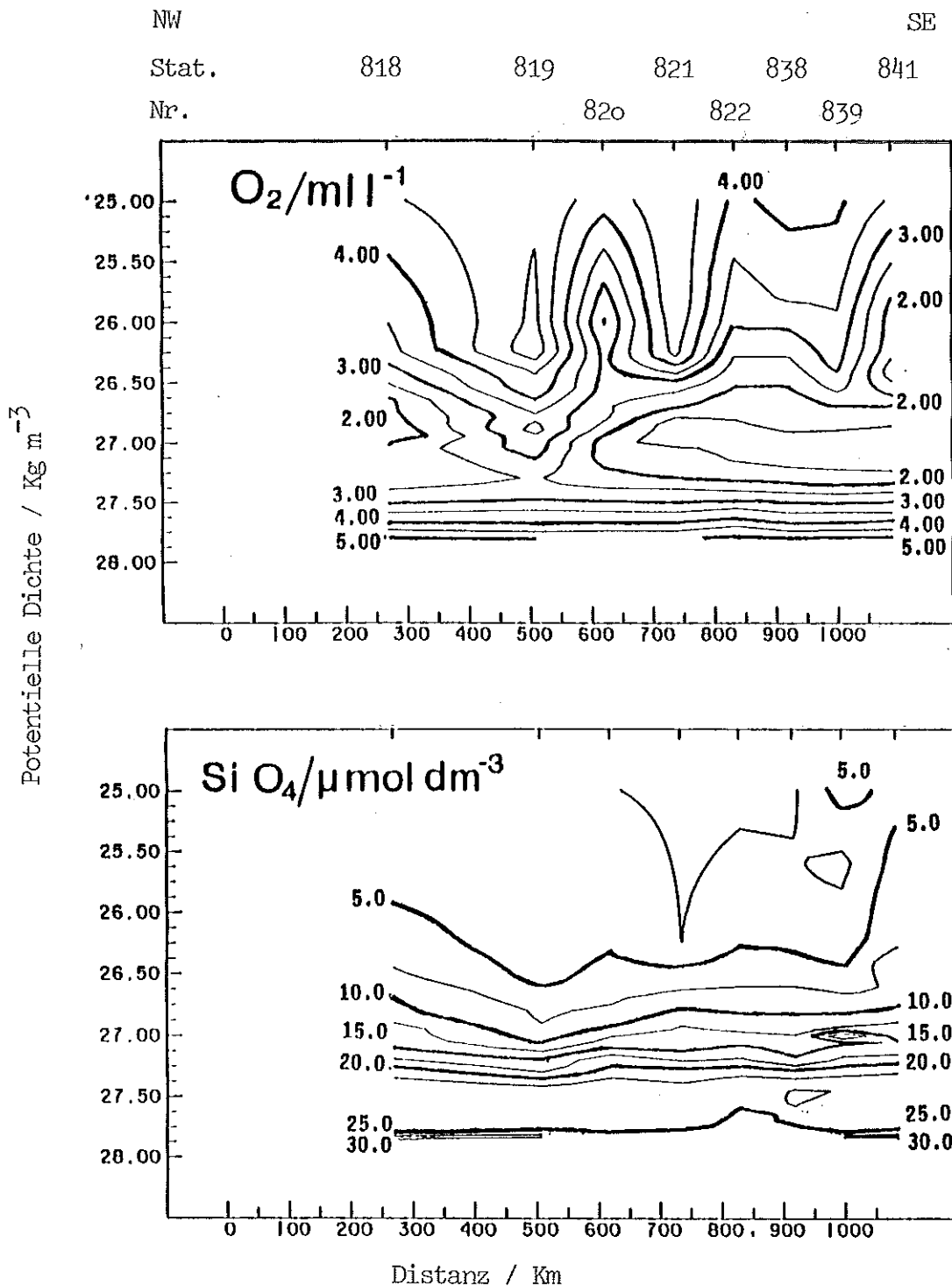


Abb. 4a: Verteilungen von Sauerstoff (oben) und Silikat (unten) auf dem Schnitt wie in Abb. 3. Die Daten wurden mit einem Kranzwasserschöpfer gewonnen, der gemeinsam mit der CTD-Sonde eingesetzt wurde. Die Verteilungen in Abb. 4a - b sind im Dichtekoordinaten σ_θ dargestellt. Die Zentralwassergrenze liegt zwischen St. 822 und 838 bei km 750. Das O_2 -Minimum und die NO_3 und PO_4 -Maxima sind noch weiter nördlich anzutreffen. Man beachte, daß das O_2 -Minimum oberhalb der genannten Maxima liegt. Bei SiO_4 beobachtet man mit Ausnahme von St. 840 eine allgemeine Zunahme mit der Tiefe.

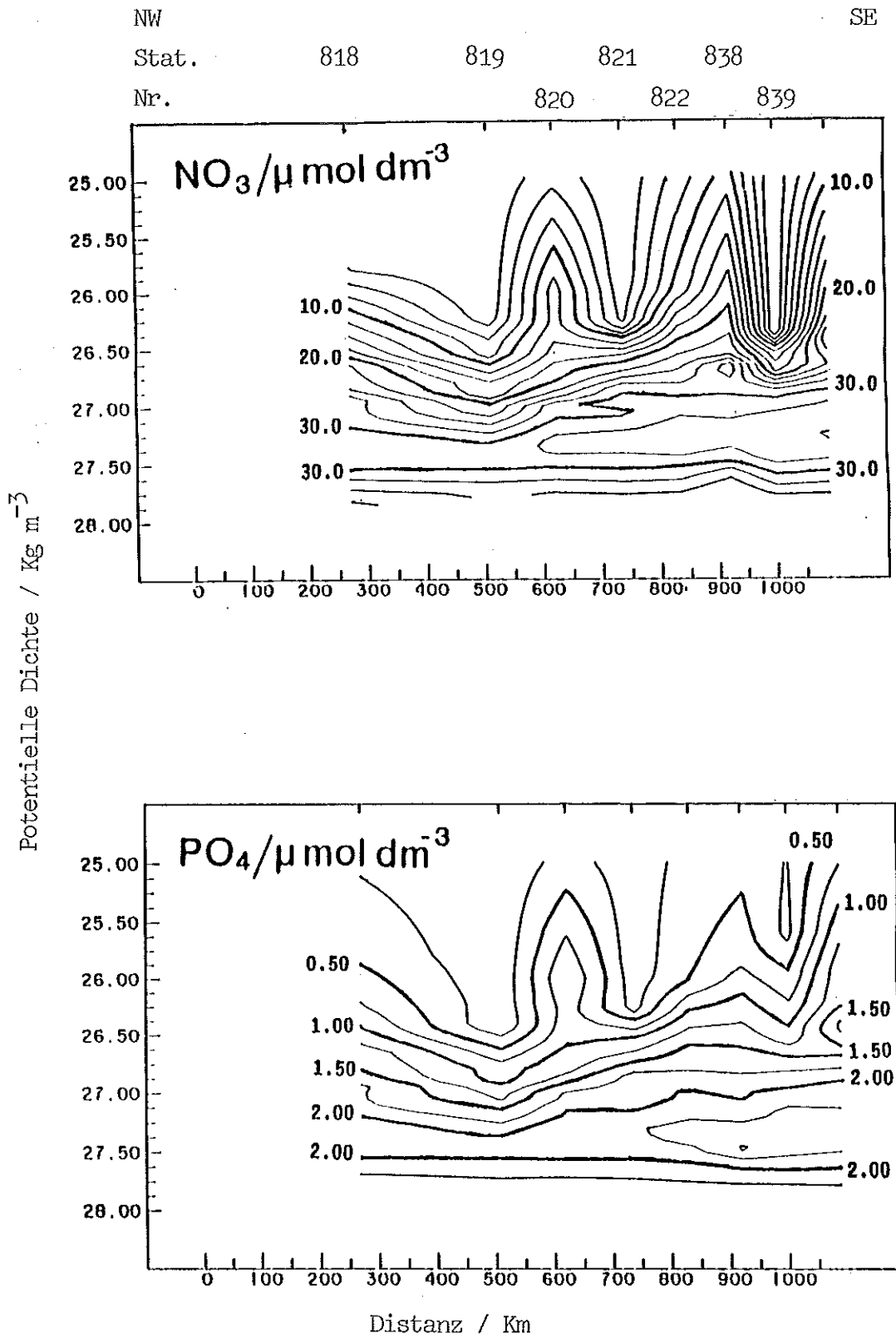


Abb. 4b: wie Abb. 4a, jedoch für Nitrat (oben) und Phosphat (unten).

5.1.2 Verankerte Geräte (T.J. Müller)

Bei Verankerungsarbeiten auf 9 Positionen (Abb. 1) wurden während der ersten beiden Fahrtabschnitte 6 Strommesser- und Thermistorkettenverankerungen für ein Jahr ausgelegt und 5 Verankerungen nach 1 Jahr Registrierdauer aufgenommen (vgl. Tabelle 6.2). Mit ihren Daten sollen Schwankungen von Mittelmeerwasserlinsen und deren vertikale Struktur erfaßt (Position MW/311), Beobachtungen zu zwischenjährlichen Schwankungen im Bereich der Azorenfront fortgesetzt (KIEL276), die Bildung und Ausbreitung des Madeira-Mode-Wassers im Verlaufe eines Jahres beobachtet (Mo1/315, Mo2/316 und Mo3/317) sowie Niveau und Zeitskalen mesoskaliger Schwankungen beiderseits der Kapverdenfrontalzone bestimmt werden (W1/312, W2/309, W3/313 und W4/314). In einer Verankerung (W4/314) waren zusätzlich zwei Sedimentfallen in 1020 m und 4120 m eingesetzt, um den vertikalen Fluß partikulärer Substanz zu messen. Die Daten aus den Sedimentfallen werden in der Abt. Meereschemie des IfM Kiel ausgewertet.

Vermutlich durch Fischbiß gingen im Bereich der Kapverdenfrontalzone 3 Strommesser verloren. Datenverluste gab es auch dadurch, daß in einigen Geräten nach einigen Monaten Rotoren ausfielen oder der elektromechanische Registrierteil versagte (Einzelangaben s. Tabellen 5.1 bis 5.5).

Mit 66% ist die Datenausbeute bei den Stromregistrierungen geringer als erhofft. Es ist vorgesehen, in Zukunft im Kapverdengebiet Stahlseil an Stelle von Kevlar zu verwenden und durch Umrüstung der Strommesser auf vollelektronische Registrierung die Zuverlässigkeit in der Registrierung zu verbessern.

Für die folgende Diskussion sind tiefpaßgefilterte Tagesmittelwerte verwendet. Mit der Verankerung 276-8 auf Position KIEL276 wurden die Strömungszeitreihen auf 7 1/2 Jahre verlängert. Die von Zenk und Müller (1988) für diese Position im Bereich des Mittelmeerwassers um 1000 m beschriebene bimodale Struktur der Strömungsrichtung mit einer südöstlichen Komponente während der ersten drei Jahre und einer nordwestlichen während der folgenden 3 1/2 Jahre scheint sich in dem jetzt anschließenden Jahr erneut umzukehren mit einer südwestwärts gerichteten Komponente (Abb. 5). Wie in früheren Jahren bestimmen auch in diesen Registrierungen die ersten drei Eigenfunktionen, wie sie sich aus der mittleren Schichtung ergeben, die ver-

tionale Struktur der Schwankungen. Sie wurden benutzt, um die Datenlücken im Bereich um 330 m und 560 m durch Extrapolation zu schließen (Müller, 1987) und ein Energiespektrum für das 450-m-Niveau unter Ausnutzung der vollen Registrierlänge von 7 1/2 Jahren zu berechnen.

In der Darstellung (Abb. 6) sind die Flächen unter der Kurve proportional zum Energieinhalt im zugehörigen Frequenzband. Man erkennt zunächst das übliche isotrope Verhalten beider Komponenten im kurzperiodischen Bereich bis 50 d. Bei längeren Skalen (50 d bis 500 d) ist das Spektrum anisotrop, wobei der Energieinhalt der meridionalen Komponente denjenigen der zonalen Komponente deutlich übertrifft. Eine mögliche Erklärung hierfür bietet das Modell von Lippert und Käse (1985), in dem ein stochastisches Windfeld sowohl bei anisotropem Wellenzahlspektrum der Rotation der Windschubspannung als auch unter Einschluß einer östlichen Berandung ein ähnliches Spektrum barokliner Rossby-Wellen erzeugt. Zu noch längeren Zeitskalen hin (>500 d) beobachtet man einen deutlichen Abfall des Spektrums. Diese mehrjährigen Schwankungen wurden im Nordostatlantik erstmals beobachtet und können eventuell mit von Cox (1987) in einem wirbelaflösenden numerischen Modell angegebenen Oszillationen des Subtropenwirbels zusammenhängen.

Auf den Positionen W2, W3 und W4 werden Schwankungen mit Zeitskalen von 1 bis 3 Monaten beobachtet, die teilweise die gesamte Wassersäule erfassen, also einen starken barotropen Anteil vermuten lassen (Abb. 8, 9 und 10). Ein numerisches Frontenmodell, das solche Schwankungen mit baroklinen Instabilitätsprozessen erklären könnte, wird zur Zeit auf die Kapverdenfrontalzone angepaßt (R. Onken, pers. Mitt.).

IfM Verankerungsnummer: 276-8 Externe Bezeichnung: KIEL276
 Breite N: 33°06.7' Länge W: 21°55.1'
 Lotung: 5226 m Wassertiefe: 5276 m
 Ausgelegt: 01.11.86 Aufgenommen: 06.11.87
 Start Meßreihe: 01.11.86, 14:30 Stop Meßreihe: 06.11.87, 04:30
 Bemerkungen: Langzeitverankerung, begonnen im April 1980

Identi- fikation	Instrument				Bemerkungen
	Typ	Nr.	Tiefe (m)	Abtastung (min.)	
276801	A-VPT	6679	330	120	Drucksensor defekt; Stop \underline{u} und ϕ ab Mai 87
802	A-VTC	131	560	120	Stop \underline{u} und ϕ ab Feb 87
803	A-VTC	7330	760	120	
804	A-T50	441	762-812	120	
805	A-VT	4354	1060	120	
806	A-VT	4564	1160	120	ϕ nicht brauchbar
807	A-VT	5881	1670	120	T nicht brauchbar
808	A-VT	6121	3070	120	
809	A-VT	4563	5230	120	\underline{u} nicht brauchbar

A-VT PC : Aanderaa-Strömungsmesser RCM4/5 mit Sensoren für T, P und C
 A-T50 : Aanderaa-Thermistorkette 50 m oder 400 m
 P, T, C, S : Druck, Temperatur, Leitfähigkeit, Salzgehalt
 | \underline{u} | , ϕ : Strömungsgeschwindigkeit und -richtung, rechtweisend Nord.
 N : Zyklus-Nr.

Tab. 5.1: Strommesserverankerung KIEL276.

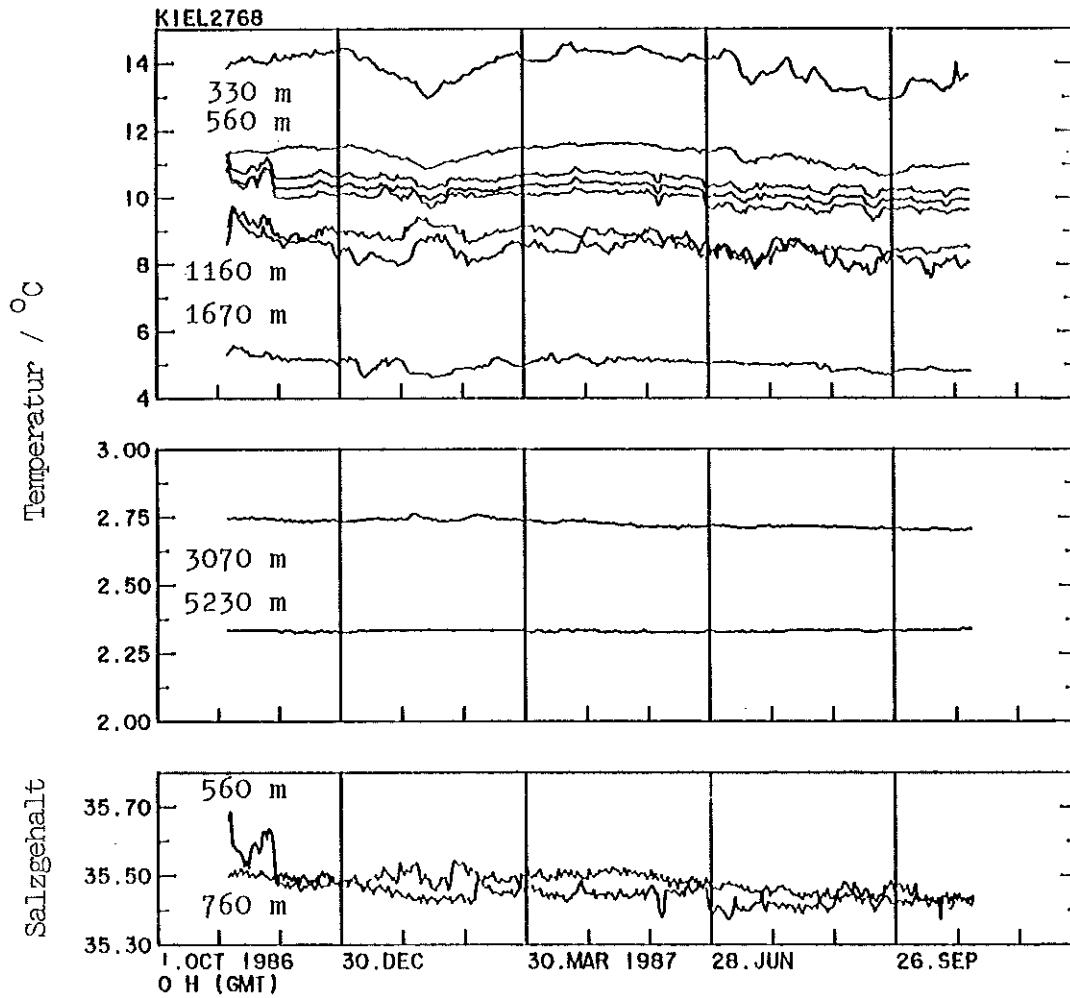


Abb. 5b: Wie Abb. 5a, jedoch Temperaturzeitreihen (oben und Mitte) und Salzgehaltszeitreihen (unten). Die nicht beschrifteten Kurven wurden in 760, 762, 780, 812 und 1060 m Tiefe aufgenommen.

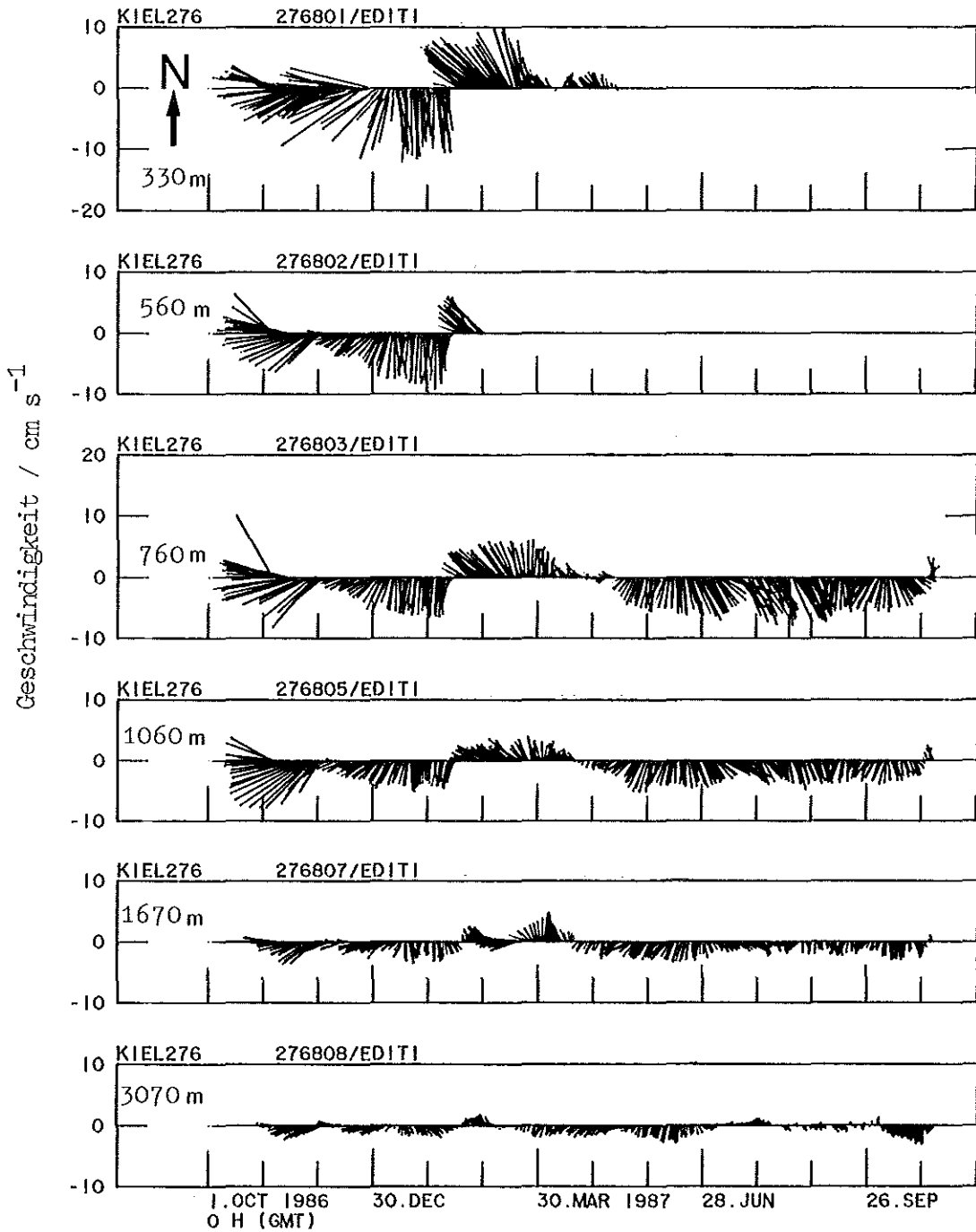


Abb. 5a: Strommesserverankerung KIEL276, Vektorzeitreihen der Strömung in 6 Tiefen. Die Zeitachse bezeichnet die West-Ost-Richtung.

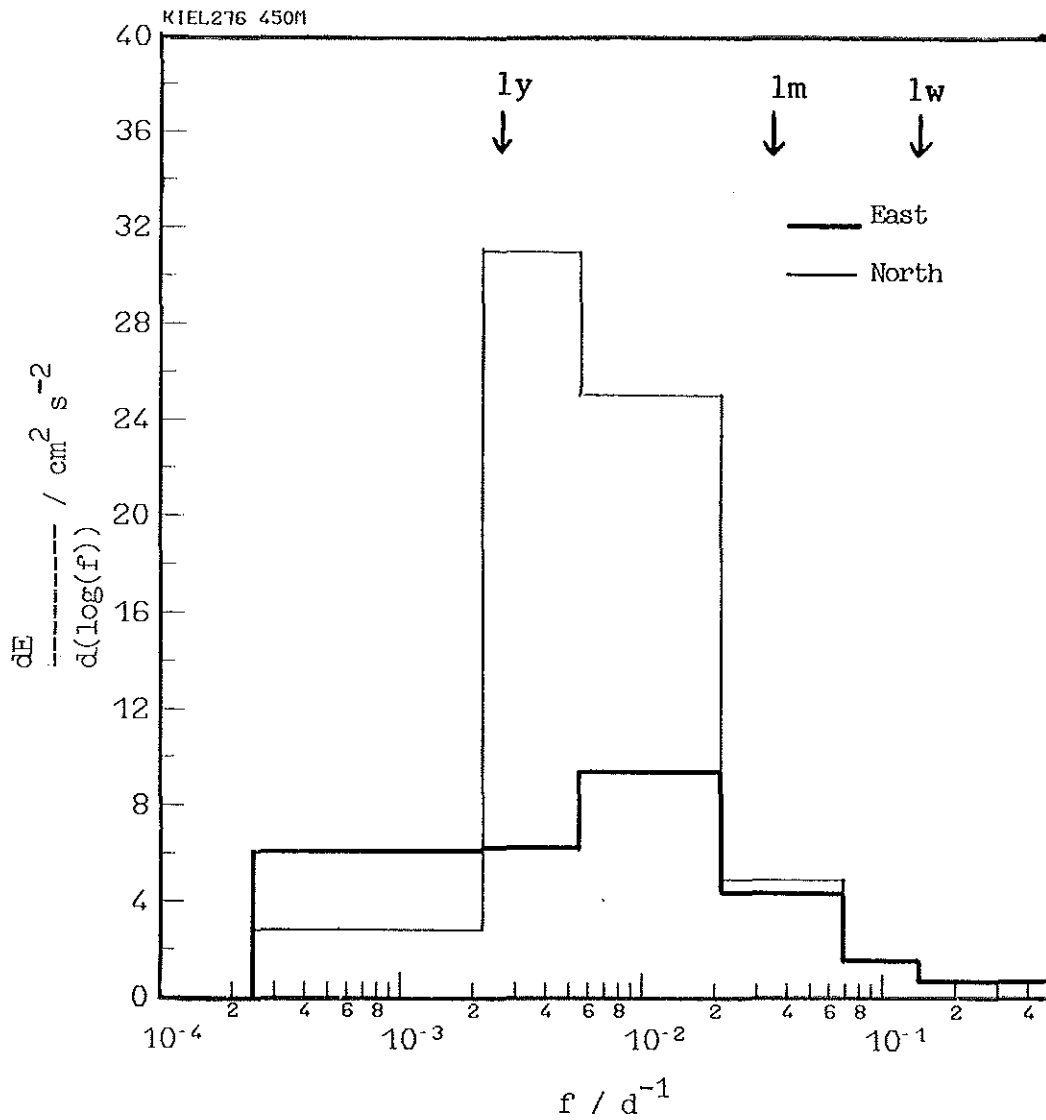


Abb. 6: Position KIEL276, Spektren der kinetischen Energie pro Masse für die Ostkomponente (dicke Linie) und die Nordkomponente (dünne Linie) in 450 m Tiefe in Varianz-erhaltender Darstellung. Die zu den Perioden 1 Woche (1 w), 1 Monat (1 m) und Jahr (1 y) gehörenden Frequenzen sind markiert.

IfM Verankerungsnummer: 312-1 Externe Bezeichnung: W1
 Breite N: 17°15.1' Länge W: 20°15.9'
 Lotung: 3376 m Wassertiefe: 3376 m
 Ausgelegt: 17.11.86 Aufgenommen: 26.11.87
 Start Meßreihe: 17.11.86, 11:00 Stop Meßreihe: 26.11.87, 07:00

Bemerkungen: Verlust des Hauptauftriebs und der beiden oberen Strommesser
 vermutlich durch Fischbiß im Januar 1987.
 Ab 20.1.87 gelten die größeren Meßtiefen, sofern angegeben.

Identi- fikation	Instrument				Bemerkungen
	Typ	Nr.	Tiefe (m)	Abtastung (min.)	
312101	A-VTP	734	200		verloren
102	A-VT	4562	400		verloren
103	A-VT	1396	605		keine Registrierung
104	A-VT	4570	1280/ 1400	120	\underline{u} nicht brauchbar
105	A-VT	8365	3050	120	

A-VT PC : Aanderaa-Strömungsmesser RCM4/5 mit Sensoren für T, P und C

P, T, C, S : Druck, Temperatur, Leitfähigkeit, Salzgehalt

| \underline{u} | , ϕ : Strömungsgeschwindigkeit und -richtung, rechtweisend Nord.

N : Zyklus-Nr.

Tab. 5.2: Strommesserverankerung W1/312-1.

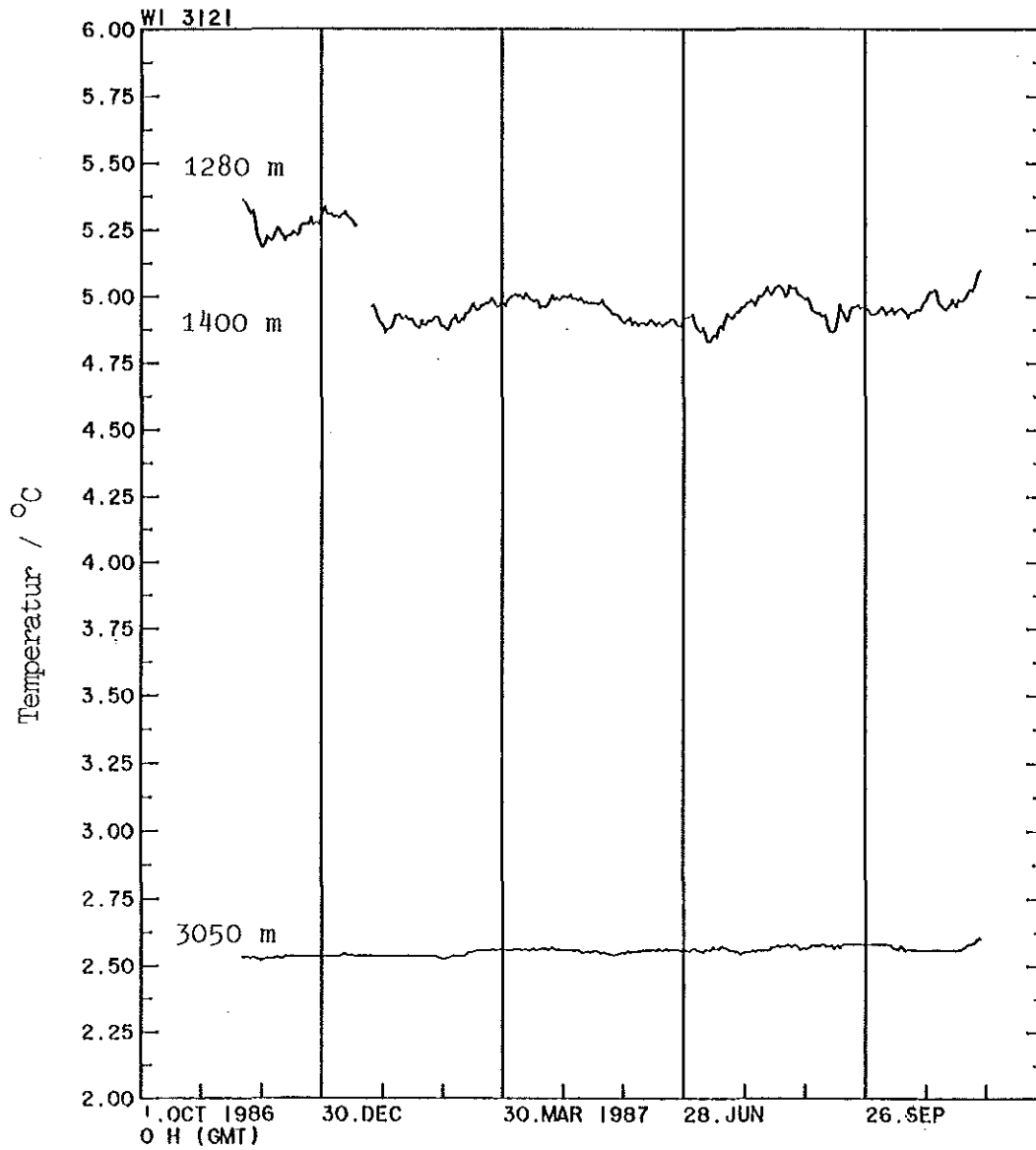
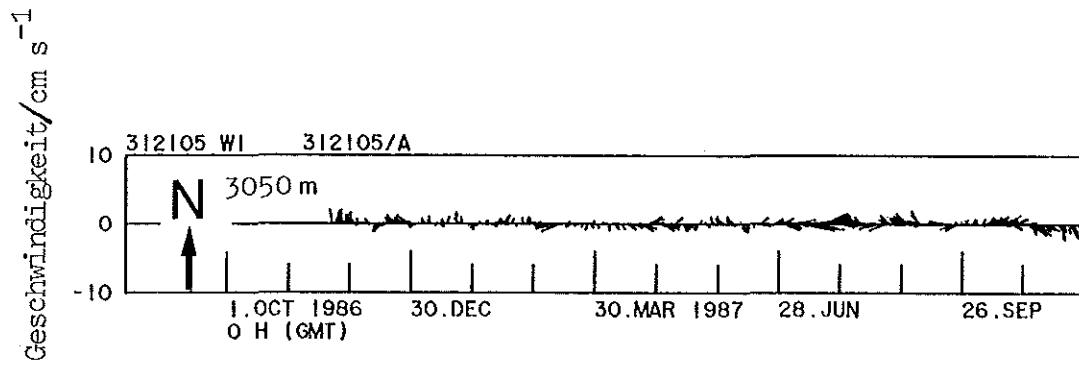


Abb. 7: Strommesserverankerung WI/312-1; Vektorzeitreihe in 3050 m Tiefe (oben) und Temperaturzeitreihen (unten).

IfM Verankerungsnummer: 309-2

Externe Bezeichnung: W2

Breite N: 19°02.2'

Länge W: 21°59.3'

Lotung: 3492 m

Wassertiefe: 3490 m

Ausgelegt: 15.11.86

Aufgenommen: 20.11.87

Start Meßreihe: 15.11.86, 14:15

Stop Meßreihe: 20.11.87, 08:15

Bemerkungen: Verlust des obersten Auftriebs und des ersten Strommessers vermutlich durch Fischbiß im Februar 1987. Ab 22.2.87 gelten die größeren Meßtiefen, sofern angegeben.

Identifikation	Instrument				Bemerkungen
	Typ	Nr.	Tiefe (m)	Abtastung (min.)	
309201	A-VTP	6678	200		verloren
202	A-VT	7343	365/465	120	
203	A-VT	7376	570/650	120	
204	A-VT	8349	1200/ 1280	120	
205	A-VT	8295	3435	120	
					Boden des Gehäuses verloren; Stop am 23.1.87

A-VT PC : Aanderaa-Strömungsmesser RCM4/5 mit Sensoren für T, P und C

P, T, C, S : Druck, Temperatur, Leitfähigkeit, Salzgehalt

$|\underline{u}|$, ϕ : Strömungsgeschwindigkeit und -richtung, rechtweisend Nord.

N : Zyklus-Nr.

Tab. 5.3: Strommesserverankerung W2/309-2.

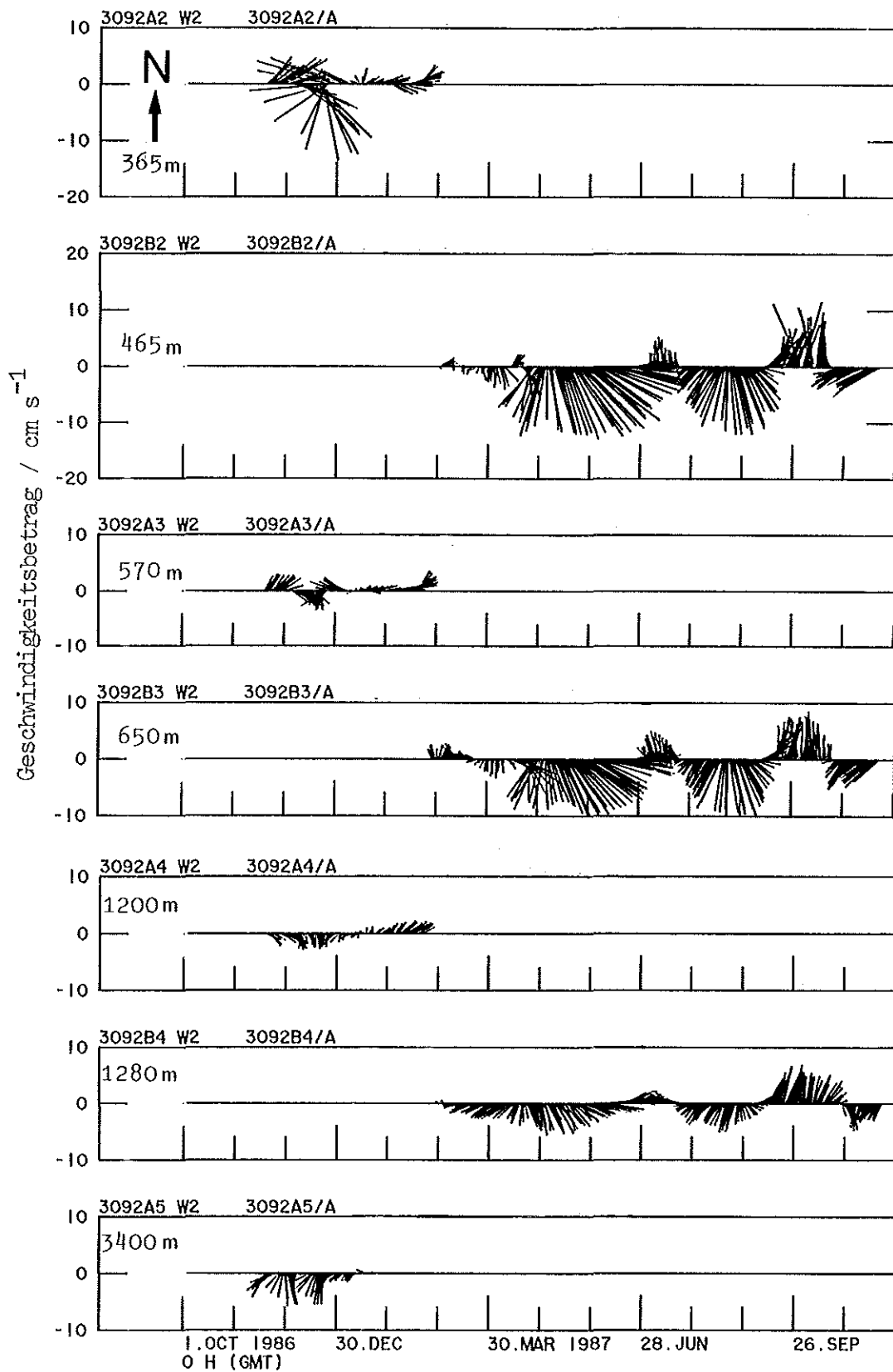


Abb. 8a: Strommesserverankerung W2/309-2, Vektorzeitreihen der Strömung in 7 Tiefen. Nach Verlust des Hauptauftriebs im Februar 1987 registrierten die oberen 3 Geräte etwa 100 m tiefer als vorgesehen.

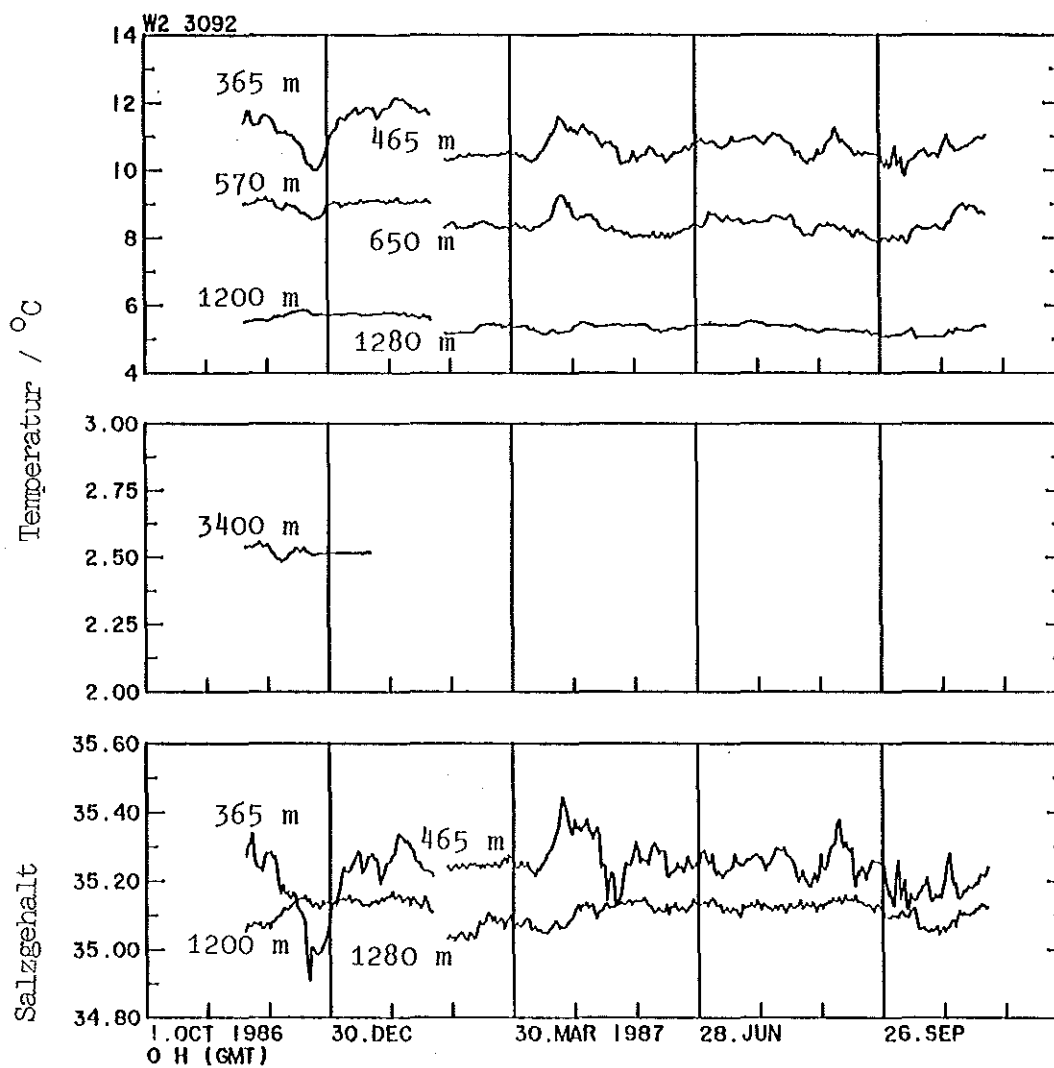


Abb. 8b: Wie Abb. 8a, jedoch Temperaturzeitreihen (oben und Mitte) sowie Salzgehaltszeitreihe (unten).

IfM Verankerungsnummer: 313-1

Externe Bezeichnung: W3

Breite N: 20°29.6'

Länge W: 23°36.6'

Lotung: 4540 m

Wassertiefe: 4561 m

Ausgelegt: 13.11.86

Aufgenommen: 19.11.87

Start Meßreihe: 13.11.86, 17:00

Stop Meßreihe: 19.11.87, 05:00

Bemerkungen:

Identifikation	Instrument				Bemerkungen
	Typ	Nr.	Tiefe (m)	Abtastung (min.)	
313101	A-VPT	673	2050	120	\underline{u} und ϕ ab Juni 87
102	A-VTC	2528	405	120	
103	A-VT	7927	610	120	
104	A-VT	7928	1255	120	
105	A-VT	6681	4505	120	

A-VT PC : Aanderaa-Strömungsmesser RCM4/5 mit Sensoren für T, P und C

P, T, C, S : Druck, Temperatur, Leitfähigkeit, Salzgehalt

| \underline{u} | , ϕ : Strömungsgeschwindigkeit und -richtung, rechtweisend Nord.

N : Zyklus-Nr.

Tab. 5.4: Strommesserverankerung W3/313-1.

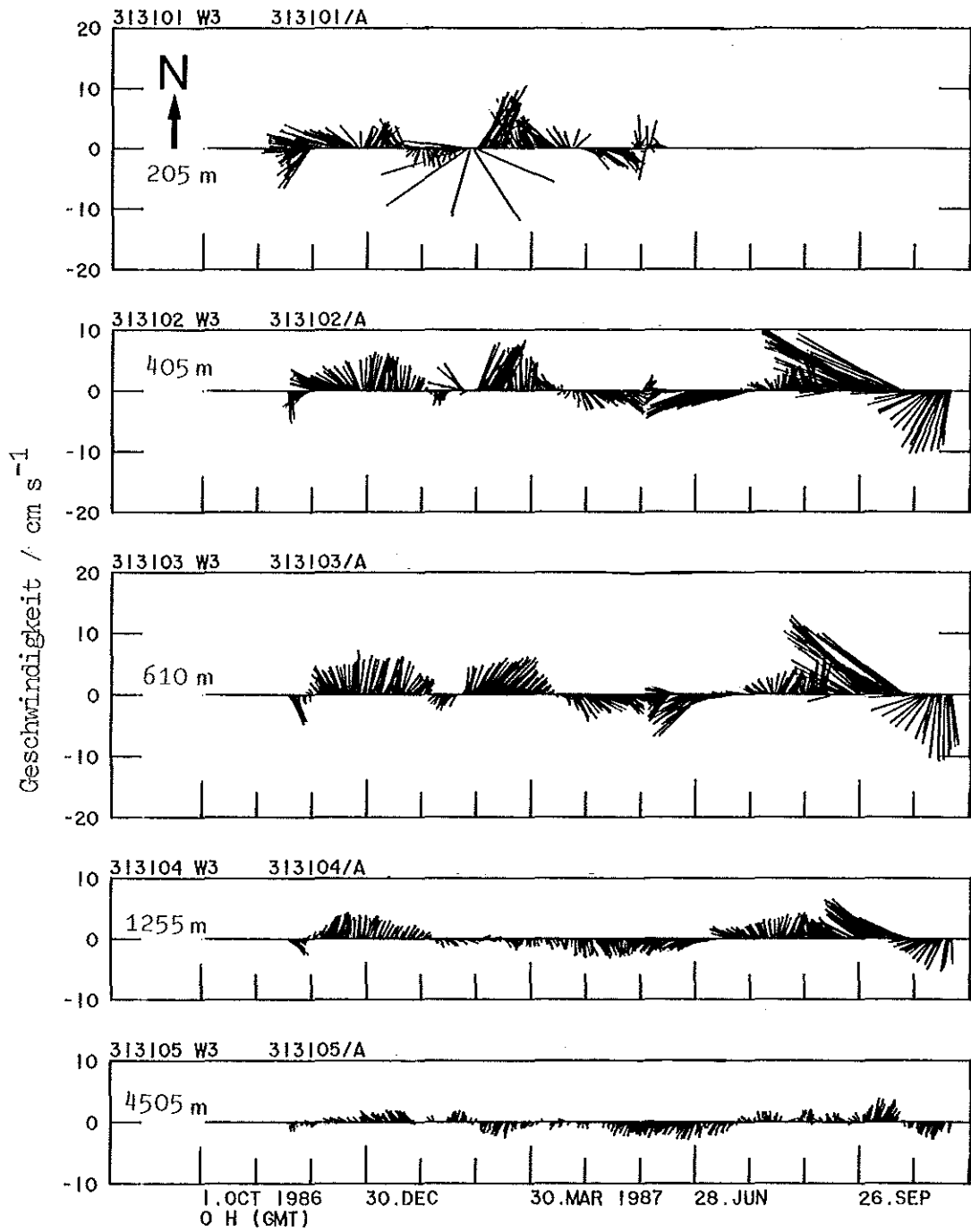


Abb. 9a: Verankerung W3/313-1, Vektorzeitreihen der Strömung in 5 Tiefen.

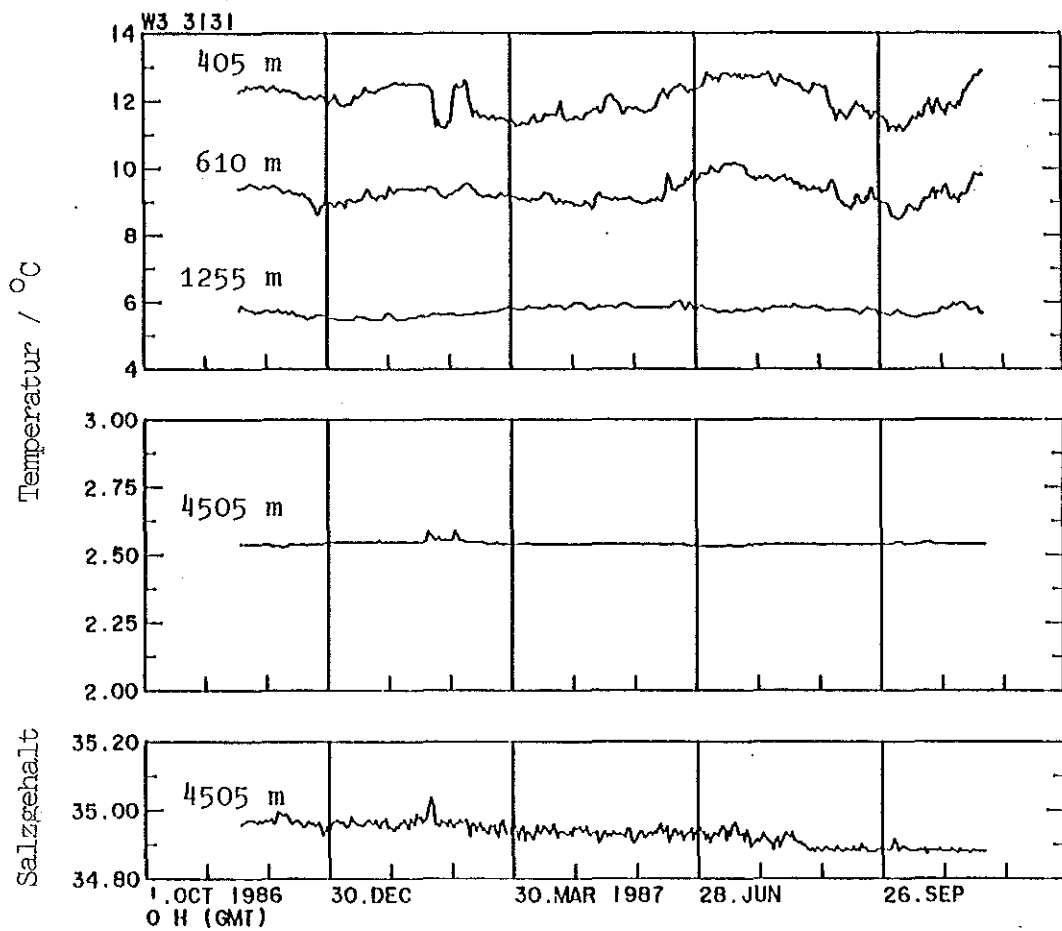


Abb. 9b: Wie Abb. 9a, jedoch Temperaturzeitreihen (oben und Mitte) sowie Salzgehaltszeitreihe (unten).

IfM Verankerungsnummer: 314-1 Externe Bezeichnung: W4
 Breite N: 21°55.8' Länge W: 25°14.2'
 Lotung: 5143 m Wassertiefe: 5143 m
 Ausgelegt: 12.11.86 Aufgenommen: 18.11.87
 Start Meßreihe: 12.11.86, 20:00 Stop Meßreihe: 18.11.87, 02:00

Bemerkungen: Die Ergebnisse der Sedimentfallen werden in der
 Abt. Meereschemie des IfM Kiel bearbeitet.

Identifikation	Instrument				Bemerkungen
	Typ	Nr.	Tiefe (m)	Abtastung (min.)	
314101	A-VTP	3869	220	120	
102	A-VT	2712	420	120	
103	A-VT	8411	625	120	
104	Sedi- ment- falle	14	1020		Stop Mai 87
105	A-VT	8412	1270	120	Stop März 87
106	Sedi- ment- falle	21	4120		Stop Mai 87
107	A-VT	7658	5070	120	

A-VT PC : Aanderaa-Strömungsmesser RCM4/5 mit Sensoren für T, P und C

P, T, C, S : Druck, Temperatur, Leitfähigkeit, Salzgehalt

$|\underline{u}|$, ϕ : Strömungsgeschwindigkeit und -richtung, rechtweisend Nord.

N : Zyklus-Nr.

Tab. 5.5: Strommesserverankerung W4/314-1.

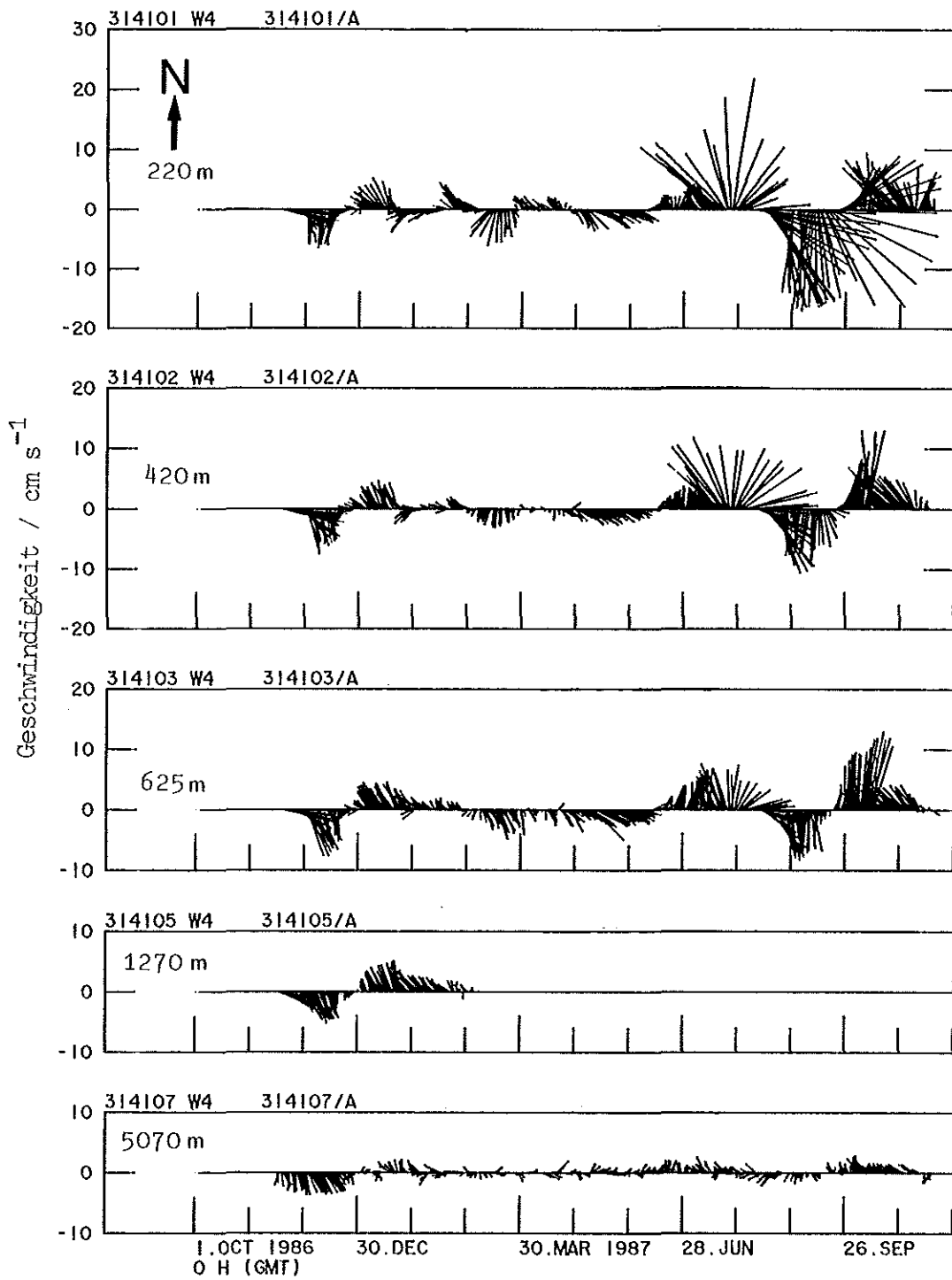


Abb. 10a: Strommesserverankerung W4/314-1, Vektorzeitreihen der Strömung in 5 Tiefen.

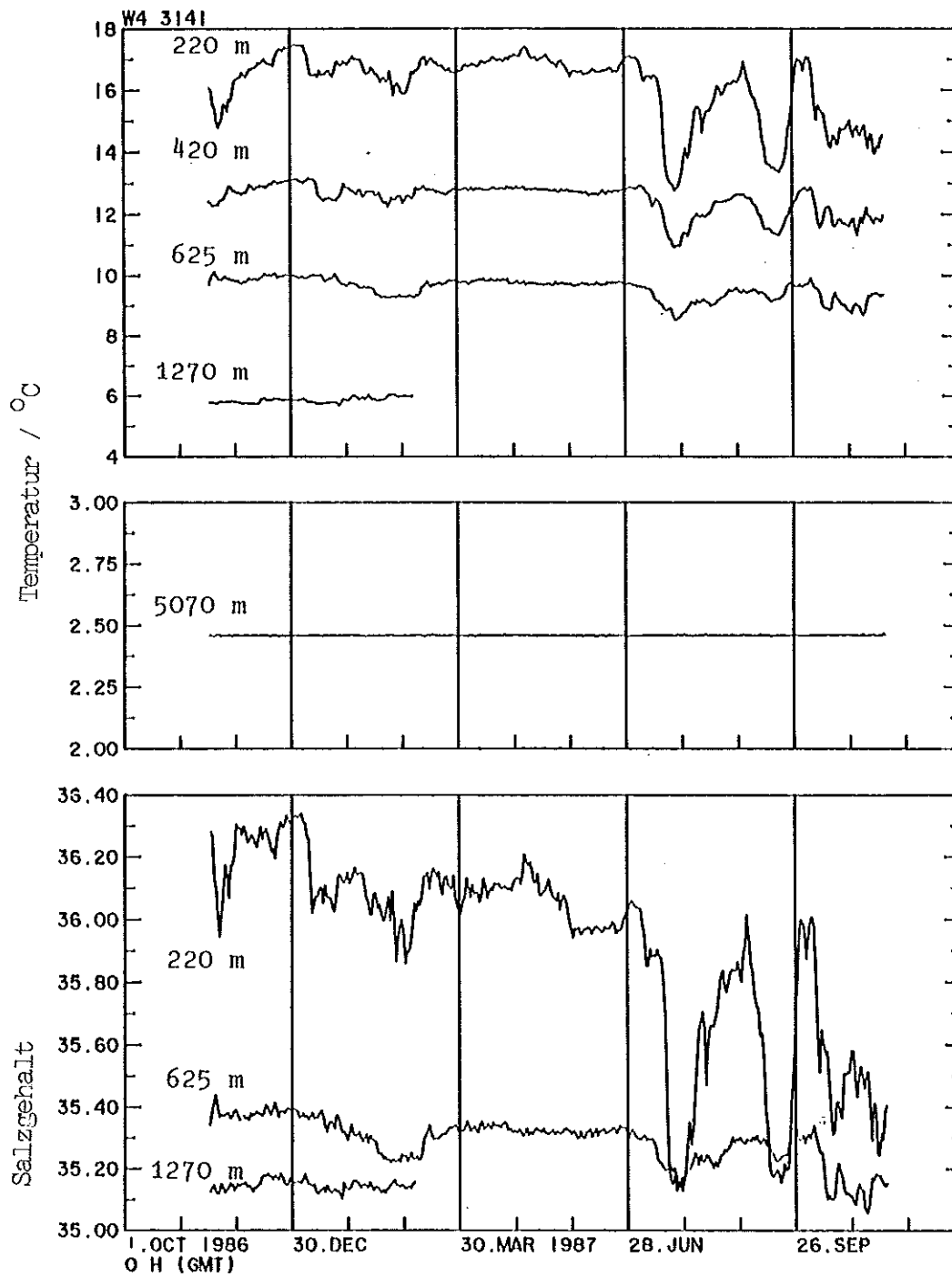


Abb. 10b: Wie Abb. 10a, jedoch Temperaturzeitreihen (oben und Mitte) sowie Salzgehaltszeitreihen (unten).

5.2 Meereschemie

5.2.1 Schwermetalle im Meerwasser (D. Schmidt)

Zielsetzung

Im Rahmen eines geplanten internationalen Großprojektes der IOC zu einer "Baseline-Study" über Schwermetalle in den verschiedenen Wasserkörpern des Atlantischen Ozeans sollte als ein erster deutscher Beitrag ein Schnitt quer zum Oberflächenströmungssystem des Kanarenstroms ausgeführt werden. Unter Einsatz bewährter Techniken sollten auf etwa 10 Stationen Wasserproben gewonnen und teils schon an Bord, hauptsächlich aber im Speziallabor später an Land ultraspurenanalytisch auf Schwermetalle und Metalloide untersucht werden.

Lage des Schnittes und Probennahme

Der ursprünglich geplante küstennormale Schnitt von Westafrika zur Tiefwasserstation auf 24°N und 30°W konnte leider nicht ausgeführt werden, da bei der Planung der Reise die hierfür notwendige Zeit nicht vorgesehen werden konnte. Nach Beratung an Bord mit den physikalischen Ozeanographen wurde aus dem vorgegebenen Stationsnetz der südlichste, schrägliegende Schnitt ausgewählt, der auch die 4 Verankerungsstationen W4, W3, W2 und W1 (Abb. 1) enthielt. Dabei wurden die gerade neu vorliegenden ersten Ergebnisse der vorhergehenden METEOR-Reise 1986 in das gleiche Seegebiet herangezogen. Auf dem vorgesehenen Schnitt wurden 9 Stationen angelaufen, beginnend mit Station 818 auf Position W4 (Abb. 1). Von der folgenden Station 819 konnte nur die Oberflächenwasserprobe erhalten und keine Serie gefahren werden, da die Windenanlage ausgefallen war. Für die Serien wurden durchgehend die Wassertiefen 20, 60, 100, 200, 300, 400 und 500 m gewählt. Jeweils eine Probe mit vom Schiff nicht kontaminiertem Oberflächenwasser wurde durch Einsatz der ausschwenkbaren Hubplattform am Bug des Schiffes erhalten, wobei von Hand ein geöffneter Wasserschöpfer an einem Kunststoffseil in die Oberfläche gefiert wurde. Dies konnte meistens vor Anlaufen der Station geschehen, während das Schiff noch mit sehr geringer Fahrt in unbeeinflusstes Wasser fuhr. Zum Vergleich mit der bisher meist verwendeten Probennahmetechnik für Oberflächen-

wasser wurde auf zwei Stationen ein Schlauchboot ausgesetzt und mit einem Greifarm von Hand eine Teflonflasche gefüllt, während das Schlauchboot einige 100 m von METEOR entfernt langsam gegen Wind und Strömung lief.

Zur kontaminationsfreien Probennahme auf Schwermetalle wurden die in der Arbeitsgruppe entwickelten Wasserschöpfer "Mercos", die vorwiegend aus Kunststoff bestehen, in zwei verschiedenen Modellen (im DHI gebaute 2-fach- und kommerzielle 4-fach-Schöpfer) eingesetzt. Sie wurden für die Tiefen 20 und 60 m mit den normalen Teflon-Probenflaschen, für die größeren Tiefen mit speziellen Teflonkugeln bestückt. Gefahren wurden sie an einem speziellen mit Polyäthylen ummantelten Serendraht (4 mm/6 mm), mit Teflon-Fallgewichten und einem mit Teflon beschichteten Bodengewicht.

Ein nach eigenen Vorstellungen entwickelter Reinraum-Labor-Container wurde an Deck mitgeführt, der zusätzlich 2 eingebaute "Clean Benches" enthält. Er dient zur kontaminationsfreien Probenbehandlung. Hierzu gehörte die Reinigung und Konditionierung der Schöpfer und Probenflaschen sowie das Ansäuern und Einfrieren der Wasserproben zur längeren Konservierung.

Analysen an Bord

Bei den meisten Seereisen, vor allem zur regelmäßigen Überwachung in Nord- und Ostsee, wird auf See nur die Probennahme und Vorbehandlung ausgeführt, während die Ultrapurenanalytik im Labor an Land später erfolgt. Auf der METEOR-Reise Nr. 6 sollte hingegen erstmals versucht werden, sowohl Quecksilber (Hg) als auch Blei (Pb) und Cadmium (Cd) bei einem Teil der Proben schon an Bord zu messen, da die beiden Verfahren geringen Platzbedarf haben und die Geräte leicht transportiert werden können. Die Kaltdampf-Atomabsorptions-Spektralphotometrie auf Hg war im Vorraum des Reinraum-Labor-Containers aufgebaut. Die Invers-Voltametrie mit rotierender Quecksilberfilmelektrode für Pb und Cd wurde in einem Reinraumlabor der METEOR in einer mitgebrachten transportablen Clean Bench durchgeführt.

Es zeigte sich, daß die Hg-Analytik nicht mit ausreichender Präzision möglich war, da das Gerät zu sehr durch Vibrationen der Schiffsmaschine und durch die Schiffsbewegungen gestört wurde. Bei Cd erwiesen sich die gefundenen Konzentrationen als so extrem niedrig, daß die Bestimmungen sicherheitshalber mit

verlängerter Anreicherungszeit an Land nachgeholt werden müssen. Die Spurenanalytik auf Pb war hingegen gut an Bord durchführbar.

Tiefenprofile für Pb durch Invers-Voltametrie (ASV) von den beiden ersten Stationen Nr. 818 und Nr. 820 zeigt Abb. 11. Der Verlauf der Profile und die Konzentrationen sind sich sehr ähnlich, mit jeweils einem Maximum in 400 m Tiefe. Ob sich dieses Verhalten auch bei den folgenden Stationen des Schnittes in anderen Wasserkörpern wiederfinden läßt, werden erst die weiteren Analysen ergeben. Hierzu sollen im Speziallaboratorium Sülldorf des DHI folgende spurenanalytische Verfahren eingesetzt werden:

- Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrometrie auf Hg,
- Invers-Voltametrie mit rotierender Hg-Film-Elektrode auf Pb und Cb,
- Invers-Voltametrie mit hängendem Hg-Tropfen auf Zn,
- Totalreflexions-Röntgenfluoreszenz-Analyse (TRFA) nach chemischer Trennung und Anreicherung auf etwa 20 Spurenmetalle und Metalloide,
- Graphitrohren-Atomabsorptionsspektrometrie mit 2 verschiedenen chemischen Anreicherungstechniken auf die Metalle Cd, Cu, Fe, Mn, Ni und Co.

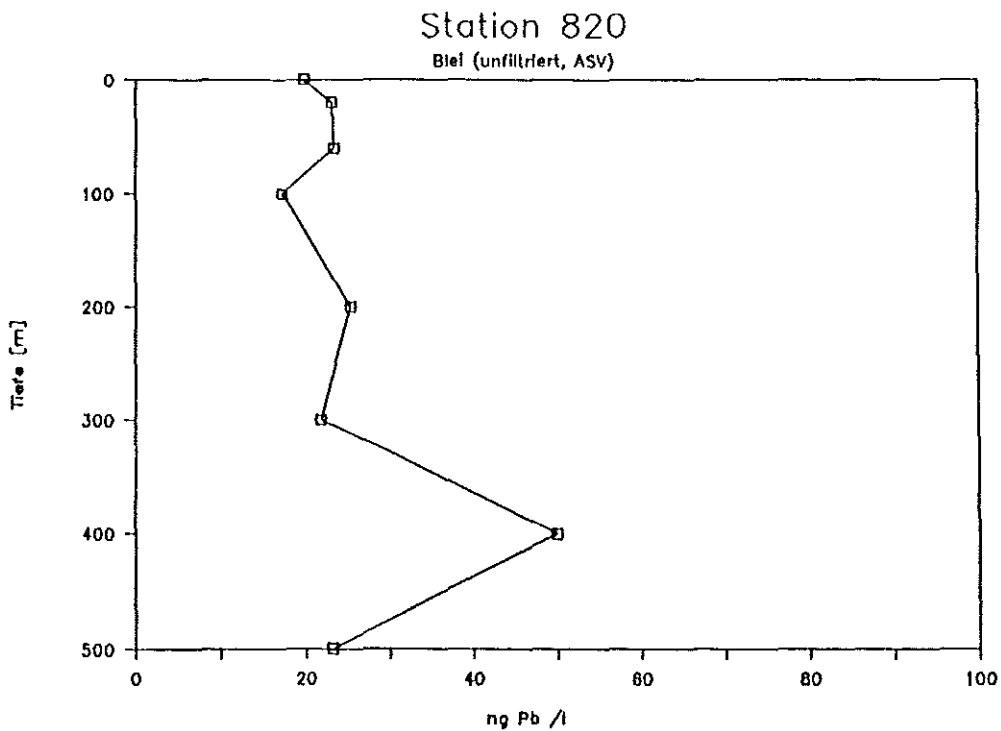
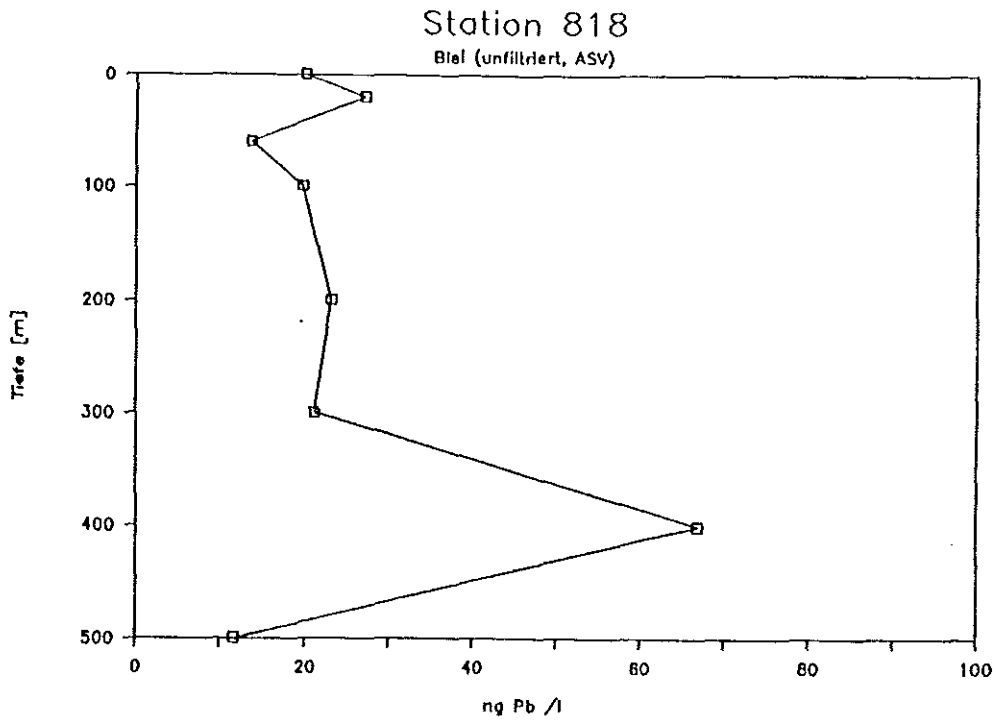


Abb. 11: Vertikalprofile des Spurenmetalls Blei (ng Pb/l) auf Station 818 (Position W4 in Abb. 1, oberes Bild) und Station 820 (unteres Bild) an der Zentralwassergrenze (vgl. Abb. 3a - 3c zur Hydrographie).

5.2.2 Erdölkohlenwasserstoffe (N. Theobald, W. Lange, E. Grün)

Ziel des Projekts Erdölkohlenwasserstoffe (EKW) war es, einen Schnitt von der relativ verschmutzten Nordsee zum relativ sauberen Ostatlantik zu legen, um die Verschmutzung durch Kohlenwasserstoffe in den Gewässern zu erfassen und Basiswerte für relativ unverschmutztes Wasser zu erhalten. Ein weiteres Ziel war die Weiterentwicklung von Methoden der Ultraspurenanalyse von Kohlenwasserstoffen im Meerwasser. Um die Seewasserproben möglichst umfassend zu charakterisieren, sollten die Proben mittels mehrerer Analyseverfahren - UV-Fluoreszenzspektroskopie (UV-F), Hochdruckflüssigchromatographie (HPLC) mit Fluoreszenzdetektion und Gaschromatographie-Massenspektroskopie (GC-MS) - untersucht werden.

Methodisches

Während der gesamten Fahrtstrecke wurden Wasserproben von 10 l und 100 l entnommen, an Bord extrahiert und mittels UV-Fluoreszenzspektroskopie der Gesamtkohlenwasserstoffgehalt relativ zu einem Standard (Ekofisk-Rohöl) bestimmt. Während der Fahrt gelang es, eine Kontaminationsquelle in der Methodik zu lokalisieren und durch deren Elimination den Blindwert der 10-l-Proben um den Faktor 10 auf 0,05 µg/l zu senken. Die Nachweisgrenze konnte von 0,2 auf 0,01 µg/l (10 ppt) Gesamtkohlenwasserstoff gesenkt werden.

Parallel zu den 10-l-Proben wurden 100-l-Proben mit einem im DHI neu entwickelten Glaskugelschöpfer gezogen. Hierbei wurden gut vergleichbare Werte gefunden. Der 100-l-Schöpfer wurde bis zu einer Wassertiefe von 200 m eingesetzt und arbeitete dabei problemlos. Der Blindwert konnte im Verlauf der Fahrt erheblich gesenkt werden und ist mit 0,03 µg/l sehr zufriedenstellend. Während der Fahrt wurden auch Probenentnahmen aus der Reinseewasserleitung (Kreiselpumpe) durchgeführt. Die damit erzielten Meßwerte zeigten eine sehr gute Übereinstimmung in den Fluoreszenzwerten mit parallel gezogenen Proben mittels der Glaskugelschöpfer.

Auf dem 2. Fahrtabschnitt von Las Palmas nach Dakar wurden außerdem mittels eines Neustonnetzes Tarball-Sammlungen durchgeführt, um die Oberflächenverschmutzung durch treibende Teerklumpen zu untersuchen. Die HPLC, GC und GC-MS Untersuchungen wurden im Labor an Land durchgeführt und sind z.Z. noch nicht abgeschlossen.

Ergebnisse

Die UV-Vis-Fluoreszenzspektroskopie wird heute allgemein als schnelle "Screeningmethode" zur Bestimmung von EKW's im Meer verwendet (IOC, 1984), da es mit dieser experimentell relativ einfachen Methode möglich ist, ein größeres Seegebiet rasch zu erfassen. Es ist allerdings zu beachten, daß die erhaltenen Werte keine echten Öl-Konzentrationen bedeuten, sondern nur relative Werte zu einem Standard darstellen.

Die mit dieser Methode ermittelten Kohlenwasserstoff-Konzentrationen liegen in der südlichen Nordsee nach Messungen der vergangenen 10 Jahre zwischen 1 und 2 µg/l (Deutsche Bucht bis 10 µg/l). Eine zu Beginn der Reise in der südlichen Nordsee aus der Bordseewasserleitung gezogene Wasserprobe wies eine Kohlenwasserstoffkonzentration von 1,4 µg/l auf und ist damit vergleichbar mit Werten aus der Vergangenheit. Im Englischen Kanal nehmen die Konzentrationen durch die Vermischung mit relativ sauberem Atlantikwasser rasch ab (0,7 bis 0,3 µg/l).

Die Verteilung der fluoreszenzspektroskopisch bestimmten "Gesamtkohlenwasserstoffkonzentration" in dem untersuchten Seegebiet ist in Abb. 12 wiedergegeben. Danach liegt die Konzentration der oberflächennahen Proben (1 bis 4 m Wassertiefe) im Bereich von 0,08 bis 0,3 µg/l, mit einem Mittelwert von 0,13 µg/l. Insgesamt herrscht eine recht homogene Verteilung vor; eine geographische Struktur ist nicht eindeutig festzustellen. Es besteht zwar die Tendenz, daß die Werte vom Norden her abnehmen, doch werden die geringen Unterschiede durch eine ähnlich große Varianz der Werte innerhalb der ersten 4 m Wassertiefe teilweise überlagert.

Beachtenswert ist, daß zur Küste hin (bis ca. 60 m) nur eine geringe Zunahme der EKW-Konzentration festzustellen ist. Die gemessenen Werte sind absolut betrachtet sehr gering und liegen etwa um den Faktor 10 unter den in der Nord- und Ostsee gemessenen Konzentrationen.

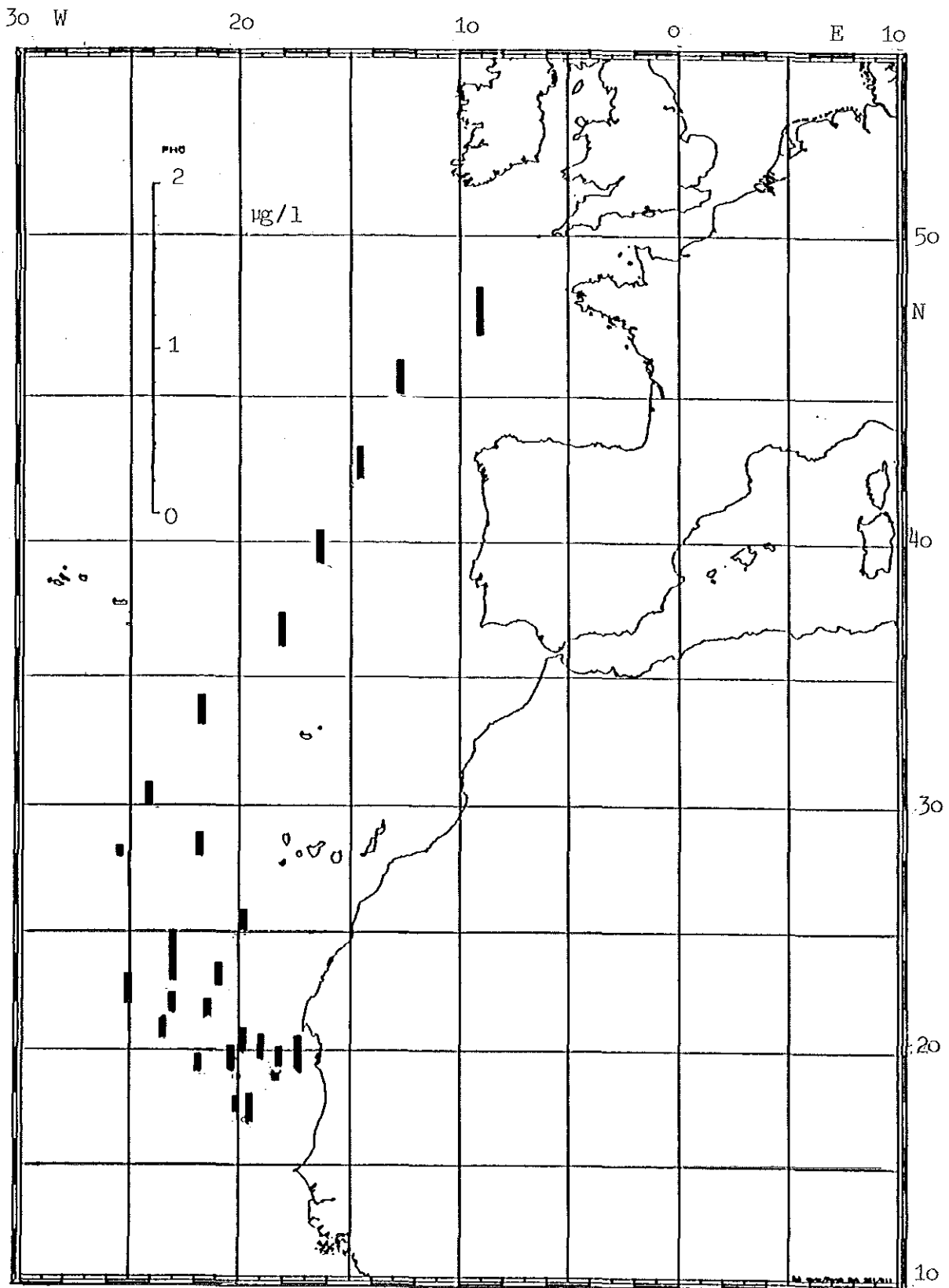


Abb. 12: Verteilung von Erdöl-Kohlenwasserstoffen im Oberflächenwasser (1-4 m) im Oktober/November 1987 in µg/l.

Für Aussagen über die stoffliche Zusammensetzung einer Wasserprobe ist die UV-F-Methode aufgrund der sehr begrenzten Auflösung der Spektren nicht geeignet. Durch Kombination eines hochauflösenden chromatographischen Trennverfahrens wie der HPLC mit der fluoreszenzspektroskopischen Detektion gelingt es jedoch, Aussagen über die Zusammensetzung der Probe zu erhalten und diese auf die klassische UV-F-Methode zu beziehen (Theobald, 1988). Abb. 13d zeigt ein typisches Chromatogramm eines Wasserextraktes (Station 840), bei dem die Wellenlänge des Fluoreszenzdetektors die gleiche Einstellung aufweist wie bei der quantitativen Bestimmung (310 bis 360 nm). Dieses Chromatogramm zeigt unmittelbar, daß der Fluoreszenzwert durch ein Gemisch vieler Einzelkomponenten hervorgerufen wird. Die Proben aus dem untersuchten Meeresgebiet - von Station Nr. 797 bis 841 - zeigen praktisch alle sehr ähnliche Muster und Hauptmaxima bei der HPLC. Dies zeigt, daß die qualitative Zusammensetzung der fluoreszierenden Verbindungen im Oberflächenwasser des Untersuchungsgebiets sehr homogen ist.

Vergleicht man die Chromatogramme mit denen aus anderen Seegebieten, so zeigen sich hingegen deutliche Unterschiede. In Abb. 13 sind die Chromatogramme von charakteristischen Proben aus der Nord- und Ostsee sowie aus dem Elbe-Ästuar einer Probe aus dem Atlantik gegenübergestellt. Hierbei ist deutlich zu erkennen, daß die Proben aus den verschmutzteren Seegebieten wesentlich komplexere Chromatogramme aufweisen als die aus dem Atlantik. Die meisten Kohlenwasserstoffe haben Elutionszeiten von mehr als 20 Min., im Bereich von 10 bis 20 Min. eluieren nur wenige Kohlenwasserstoffe. Es kann davon ausgegangen werden, daß es sich bei den fluoreszierenden Verbindungen im Retentionszeitenbereich von 2 bis 20 Min. hauptsächlich um polare Verbindungen und nicht um Kohlenwasserstoffe handelt. Es ist bemerkenswert, daß die Atlantik-Proben einen relativ geringen Anteil an polaren, fluoreszierenden Verbindungen enthalten, während in den Proben aus der Nord- und Ostsee dieser polare Anteil sehr groß ist.

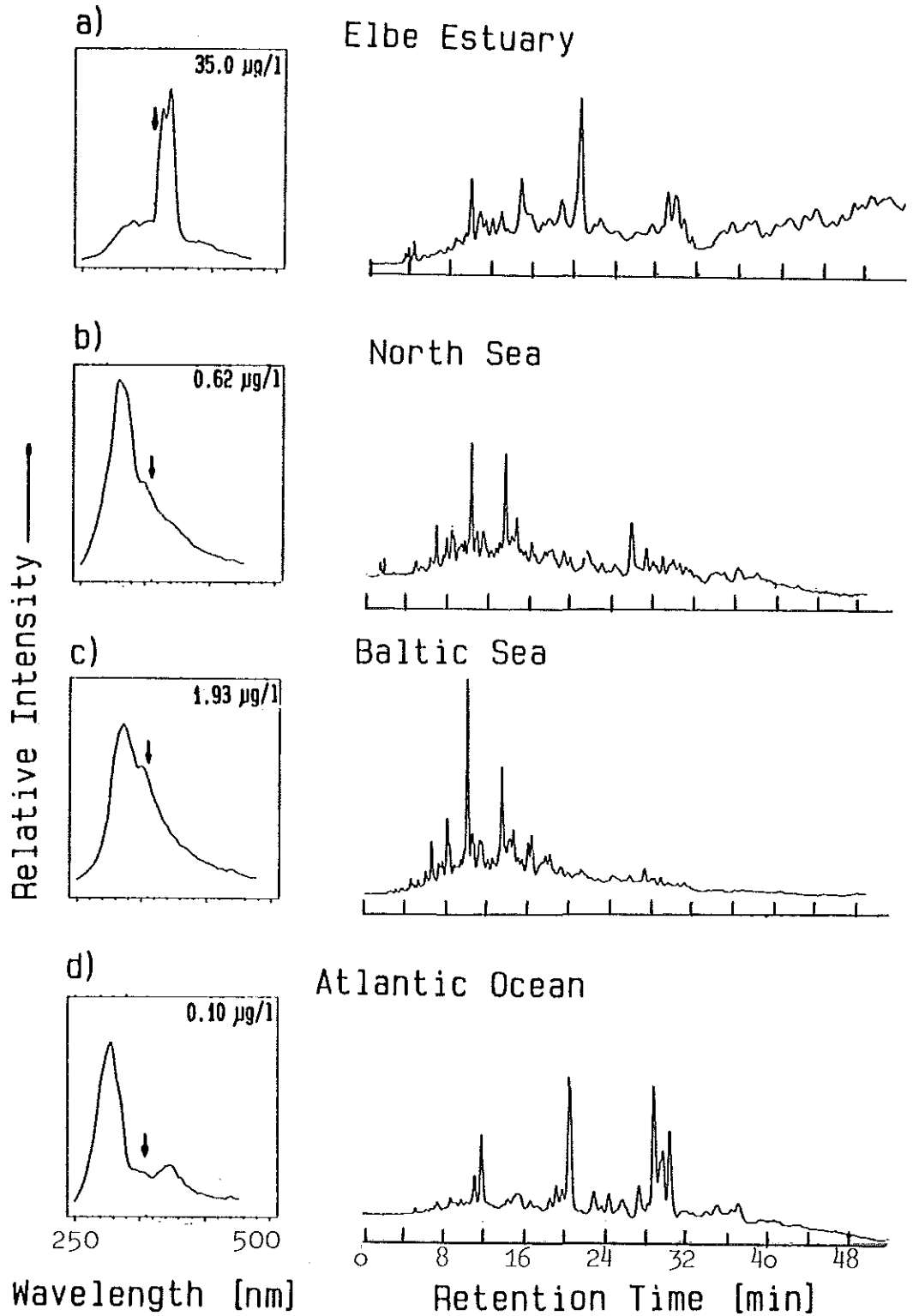


Abb. 13: Synchron-Fluoreszenzspektren (links) und HPLC-Spuren (rechts) von a) Elbe Ästuar, (b) Nordsee (57°30'N, 4°E), (c) Ostsee (55°30'N, 19°E), d) Atlantik, METEOR 6 (17°15.1'N, 20°15.9'W).

Kohlenwasserstoffe, die aus Erdöl stammen, zeichnen sich durch einen hohen Anteil alkylierter Aromate aus, die aufgrund der großen Anzahl von Isomeren mittels HPLC nicht mehr vollständig getrennt werden können und daher im Bereich oberhalb von 32 Min. ein schlecht aufgelöstes Maximum verursachen. Ein solches für Öl typisches Maximum ist in der Elbeprobe sehr deutlich ausgeprägt, alle anderen Proben in Abb. 13 weisen dagegen kaum ausgeprägte Mineralöl-Reste auf.

Bei den untersuchten Tiefenprofilen ist im allgemeinen eine Abnahme der Kohlenwasserstoff-Konzentrationen mit zunehmender Wassertiefe zu beobachten. Während die oberflächennahen Proben (1 bis 4 m) eine mittlere Konzentration von ca. 0,13 µg/l aufweisen, sinkt die Konzentration bei den 40-m-Proben auf durchschnittlich 0,09 µg/l und bei den 1000-m-Proben auf 0,04 µg/l. Die größte Abnahme findet in den ersten drei Metern statt. Dies ist möglicherweise ein Grund für die recht starke Streuung der oberflächennahen Proben; aufgrund der z.T. recht hohen Dünung von 1 bis 3 m war eine Beprobung einer exakten, immer gleichbleibenden Tiefe in den ersten 5 m nicht möglich. Wie die Fluoreszenzspektren in Abb. 14 zeigen, sind qualitative Unterschiede zwischen oberflächennahen Proben und Proben aus 40, 500, und 1000 m Tiefe zu erkennen.

Bei den Tarball-Sammlungen (Herrn Dr. John und Herrn Dr. Andres möchten wir für die durchgeführten Tarball-Sammlungen danken) war überraschenderweise in Küstennähe ebenfalls kein Anstieg der Werte zu finden (Abb. 15). Dies ist bemerkenswert, da diese Strecke eine Hauptschifffahrtsroute kreuzt, auf der in der Vergangenheit erhöhte Tarball-Funde gemeldet wurden (Levy et al., 1981). Eine Häufung von Tarballs wurde hingegen auf einigen Stationen westlich von 21°W beobachtet. Die gaschromatographische Analyse zeigte, daß die Tarballs hauptsächlich aus Rohölrückständen, d.h. Tankwaschungen von Tankern stammen. Ein geringer Anteil wies Bunker-C-Reste auf. In der Deutschen Bucht liegen die Verhältnisse genau umgekehrt, hier sind hauptsächlich Bunker-C-Reste zu finden (Dahlmann, 1986).

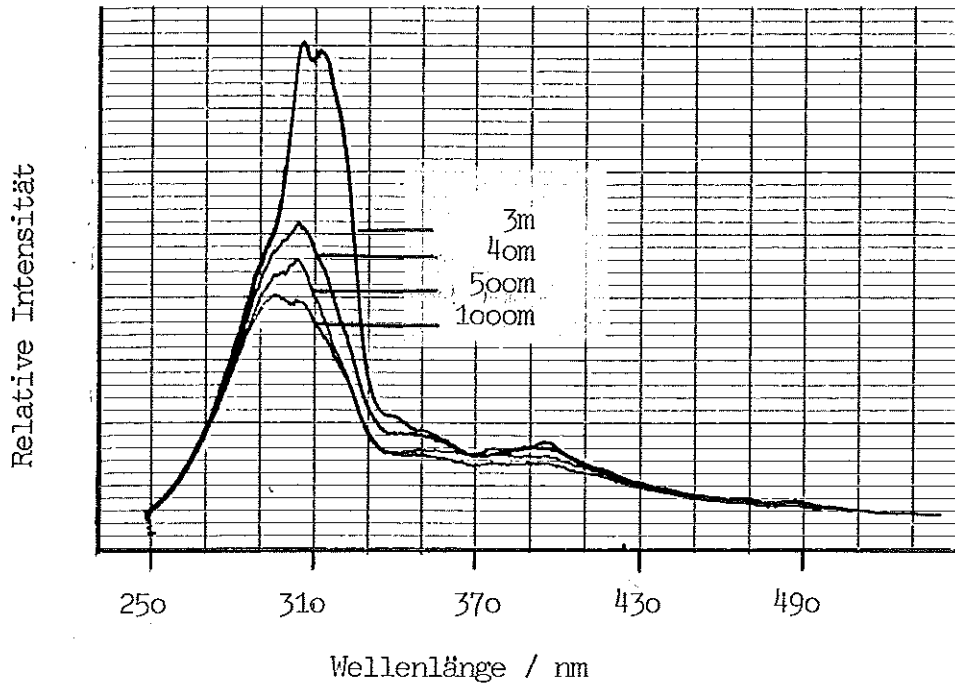


Abb. 14: Fluoreszenzspektren von Seewasserproben (Station 818, Position W4) aus unterschiedlichen Tiefen (vergl. Abb. 2).

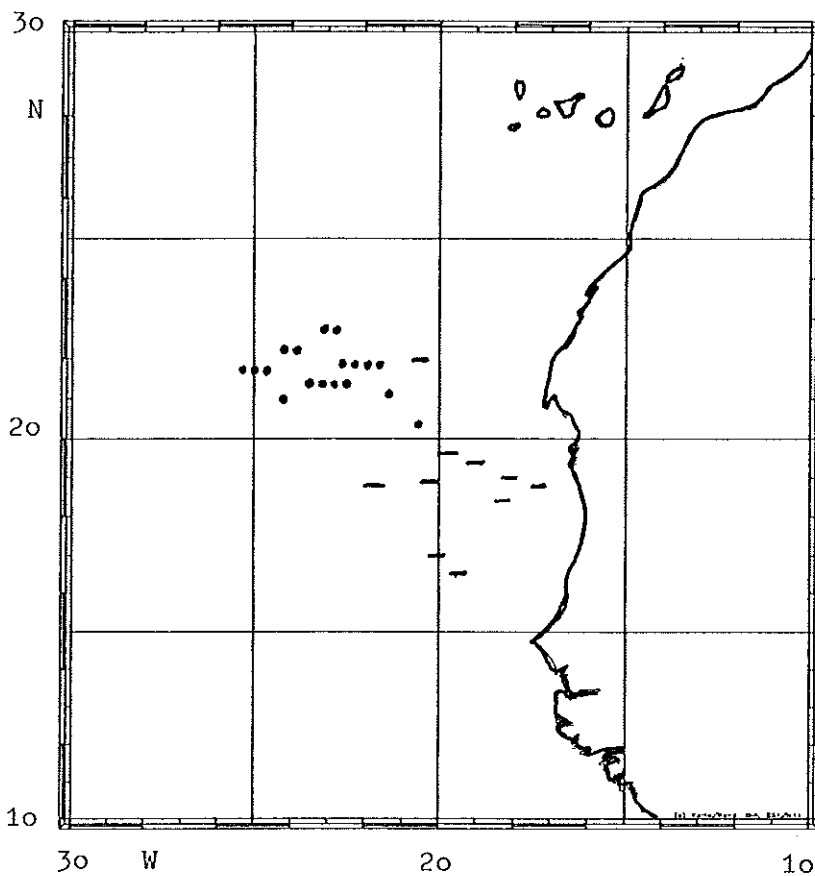


Abb. 15: Verteilung der Tarballs (- keine Funde, • bis •••• relative Mengen an Tarballs).

5.3 Biologische Ozeanographie

5.3.1 Marine Zoologie und Plankton (H.G. Andres, H.Ch. John)

Während des zweiten und dritten Fahrtabschnitts der METEOR-Reise Nr. 6 wurden insgesamt 51 Stationen mit Planktonfängen in der Warmwassersphäre gefahren, zuzüglich 3 Stationen mit Tiefenholz bis 3000 m. Die gesamte Planktonaufnahme für das Gebiet südlich von 20°N und westlich von 20°W umfaßt nach dieser Reise eine längliche Box quer durch die südliche Kanarenstromregion bis ins Zentrum der "Mauretanischen Provinz" und überschneidet damit teilweise ältere Aufnahmen (Abb. 1, Abb. 16), sowie das Gebiet südlich der Kapverden bis 27°W und 4°N. Es verbleibt eine Datenlücke im Bereich einer nördlich der Kapverden vermuteten zonal verlaufenden Artengrenze.

Für den senegalesischen Beobachter wurden auf dem 3. Fahrtabschnitt zu jedem Neustonfang parallele Obernetzproben genommen. Außerdem erhielt er zwei Tiefenplanktonfänge (0 - 500 m).

Arbeitsbedingungen und Geräteinsatz

Das Mehrfachschließnetz (MSN) hatte von Bord der METEOR optimale Einsatzbedingungen. Zwar war auf der ersten Station (813) das MSN noch nicht einsatzbereit und auf Station 849 erbrachte es keine verwertbaren Fänge, doch sonst schien keine Teilprobe in irgendeiner Weise mangelhaft. Der Neustonetzeinsatz verlief normal - ein Unternetzfang war wegen Schadens an der Becherbespannung nicht quantitativ, beide Netze eines weiteren Hols (St. 835) konnten wegen extremer Salpenfänge nicht quantitativ konserviert werden. Einige nächtliche Neustonfänge waren durch Beleuchtung des Fangbereiches zumindest theoretisch beeinträchtigt. Für die Gesamtheit der Planktonstationen ergab sich eine gute tageszeitliche Verteilung.

In Labor 10 hatte die Planktongruppe vorzügliche Arbeitsbedingungen, die Konzentration aller Arbeiten auf nur ein Labor mit direktem Zugang zum Arbeitsdeck und allen Kommunikationseinrichtungen einschließlich Echoscope hat am Erfolg der MSN-Hols sicher beträchtlichen Anteil. Lediglich Mikroskopierarbeiten waren auf METEOR wegen der Rollbewegungen schwierig.

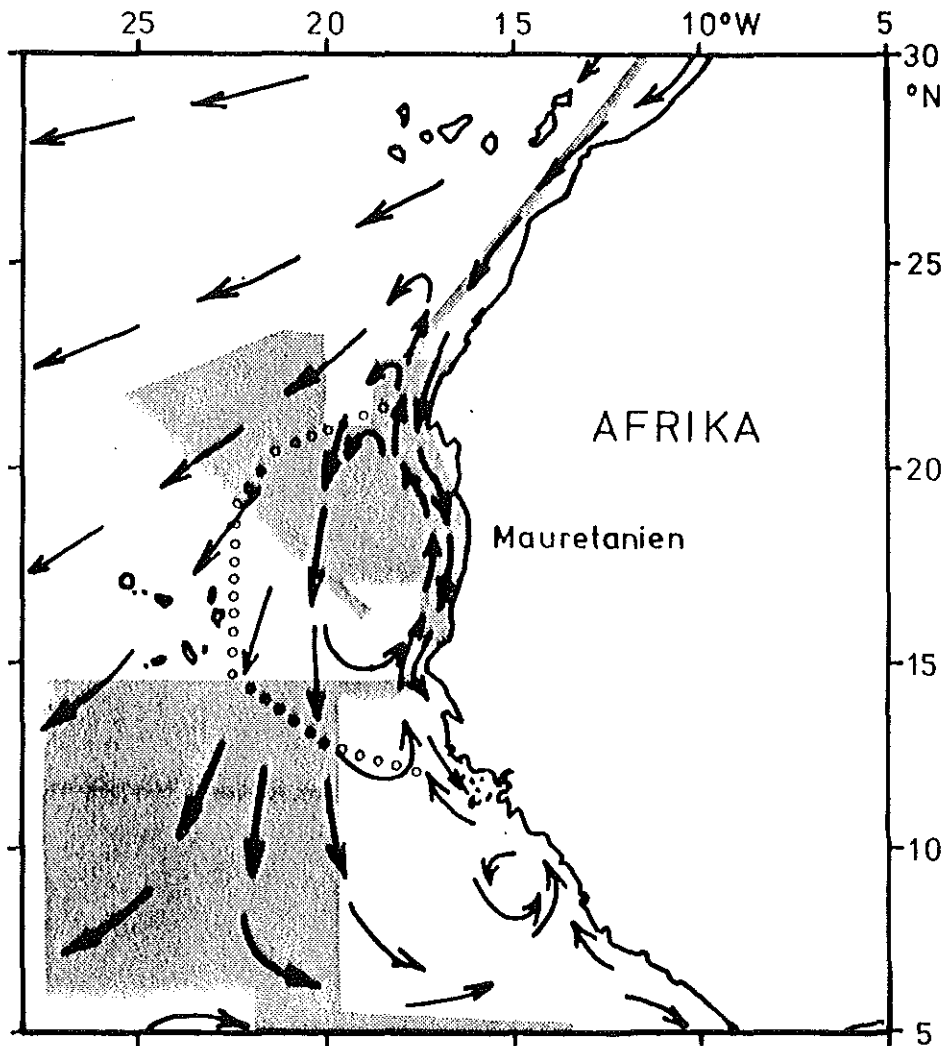


Abb. 16: Das Untersuchungsgebiet für Fischlarvenverdriftungen.
Pfeile: Oberflächenströmung im Winter nach Mittelstaedt (1983).
Offene Kreise: Grenzen der Mauretanischen Provinz (nach Backus et al., 1977). Schattiert: Abdeckung der Warmwassersphäre durch ausreichende Planktonfänge (Stand Dezember 1987).

Auswertungen

Sortiert wurden unter dem Mikroskop noch an Bord 17 Neustonfänge und 4 Mehrfachschlieβnetzholz. Alle weiteren Fänge wurden makroskopisch gesichtet. Nördlich der Kapverden ergab die vorläufige Sichtung der Fänge einige interessante Beobachtungen. Auffallend war zunächst der zu anderen Jahreszeiten nicht beobachtete häufige Anfall von größeren Mengen an Foraminiferen. Auf Station 818 (Position W4 in Abb. 1) fanden sich im MSN Larven der Leuchtsardine *Hygophum macrochir*. Diese Art gilt als charakteristisch für die Äquatorialstromregion. Zwar liegen Nachweise adulter Tiere noch weiter nördlich vor, doch handelt es sich hier möglicherweise um den bisher nördlichsten Fund von Larven (diese Larven werden nur in taxonomischer Literatur behandelt). Im Winter 1983 zeigten Larven dieser Art vor Mauretanien eine deutliche Bindung an den Nordtransport mit Südatlantischem Zentralwasser. Eine Analyse der MSN-Fänge könnte daher vielleicht zur Untersuchung der von der physikalischen Arbeitsgruppe ermittelten Wassermassenfront beitragen.

Auffallend war weiterhin, daß nördlich der Kapverden nicht ein einziges Exemplar der Unterordnung Gammaridea nachgewiesen werden konnte - Folge der "küstennahen" Stationslage? Die Fischlarvenfänge entsprachen dagegen qualitativ den Erwartungen, das bekannte Artenspektrum wurde erfaßt und erreichte jetzt auch in den verbesserten MSN-Fängen nachts regelmäßig Mikronektongröße. Das Material wird damit zur Bereicherung der Sammlungen beitragen - vor allem, da der Erhaltungszustand des Materials für taxonomische Bearbeitung ausreicht (die meisten Fischlarven hatten bei der Sortierung unbeschädigte Augen). Unter den Neustonfängen überwogen tropisch-ozeanische Ichthyoplankter, doch fanden sich auf mindestens den Stationen 813, 822, 834 und 836 auch neritische Faunenelemente (*Diodontidae*, *Pagellus* sp., *Synodontidae*, *Mugilidae* und *Trachurus*). Auffallend und temperaturbedingt war der jahreszeitliche Unterschied zu Winterfängen aus der Mauretanischen Provinz: Während Winterfänge nur auf den extrem südwestlichen Stationen tropische Elemente enthielten, traten sie jetzt regelmäßig auf, in der Mauretanischen Provinz anscheinend sogar in höherer Abundanz als im Kanarenstrom (*Exocoetus* spp, *Halobates micans*). Ein weiterer jahreszeitlicher Unterschied scheint für Larven meso- und bathypelagischer Gonostomatiden vorzuliegen: Sie waren bei zwei Aufnahmen im Winter sehr selten, fehlten im Zentrum der Mauretanischen Provinz sogar. Im neuen Material waren sie

regelmäßig und anscheinend sogar häufig vertreten. Demgegenüber bestätigt die erneute Herbstaufnahme des Kanarenstroms bereits beschriebene jahreszeitliche Änderungen in der Abundanz typischer Ichthyoneuster. Lediglich für Halobates ist dieser bereits vermutete Befund erst jetzt abzusichern, da vorher methodische Einflüsse nicht ausgeschlossen werden konnten.

Auch auf den Stationen südlich der Kapverden gibt es neue Ergebnisse. In den Tiefen bis 3000 m fanden sich Fische, die unter Bordbedingungen nicht identifizierbar waren. Gleiches gilt für aufgetretene Formen der Unterordnung Gammaridea in den Multischließnetzholz und das Ichthyoplankton der Station 843. Weiterhin fanden sich vereinzelt Arten oder Entwicklungsstadien von Fischen, die zwar bekannt, aber für die Fischlarvensammlung des Instituts neu sind (Ichthyococcus, Argentinoidei indet., Scopelarchidae, Epinephelinae). Außer auf der erwähnten Station 843 traten neritische Formen dicht südlich der Kapverden-Inseln sowie regelmäßig auf den Stationen 884 - 887 auf. In den Neustonfängen waren charakteristische Formen der Kanarenstromregion und der Mauretanischen Provinz nicht mehr nachzuweisen (Ceratoscopelus, Scomberesocidae). Die für den vorherigen Fahrtabschnitt erwähnten hohen Konzentrationen an Foraminiferen fanden sich in keiner der näher untersuchten Proben, allenfalls Station 882 machte einen "verfilzten" Eindruck. Qualitativ entsprach die Neustonfauna mit Ausnahme des Fehlens der Thune der für die Äquatorialstromregion beschriebenen Zusammensetzung. Quantitativ wird ein vermehrtes Auftreten der Goldmakrele *Coryphaena equiselis* vermutet. Vergleichsdaten einer Aufnahme im Herbst sowie der Monate Januar bis Juni sind verfügbar.

Im Westteil des Arbeitsgebietes lag die Fischlarvenhäufigkeit bei 18.9 - 26.0 Fischen/1 m², nach dem Augenschein traten im Ostteil aber höhere Planktonbiomassen auf. Das Mittel von 21 Larven/1 m² gehört, falls repräsentativ, zu den niedrigsten für warme Ozeane gemeldeten Werten. Aus den südlichen 3 Holz ergab sich übereinstimmend auch eine ungewöhnliche Vertikalverteilung: Während normalerweise die Fischlarvenhäufigkeit mit der Tiefe abnimmt, zeigten sich hier die Fische direkt über und in der Thermokline konzentriert. Der oberste Fanghorizont war arm an Fischlarven. Dabei war im wesentlichen die taxonomische Zusammensetzung ähnlich wie in Gebieten mit anderer Vertikalverteilung. Besonders erstaunlich war dabei, daß nicht nur

sonst oberflächennahe Gruppen (Cyclothone, Vinciguerria, Lampanyctinae) ein relativ tieferes Vorkommen zeigten, sondern normalerweise tiefe Taxa wie Scopelarchidae und Diogenichthys atlanticus in diesem Material zusammen mit der flachen Gruppe vorkamen und damit höher als "normal" standen. Eine detaillierte Bearbeitung des neuen Materials läßt daher Aufschluß über die die Vertikalverteilung bestimmenden Faktoren erwarten.

Vom senegalesischen Beobachter Dr. Ndiaye ausgewählte Fische wurden, soweit an Bord möglich, bestimmt. Ausgehend von den durch CADENAT bis etwa 1970 erstellten Katalogen dürften viele der Arten für die Sammlung des senegalesischen IFAN Neueingänge darstellen. Dr. Ndiaye regte an, mit einem der deutschen Fischereiforschungsschiffe in Zukunft ichthyologische Arbeiten vor Senegal durchzuführen, bei denen die Ausbeute zwischen den Sammlungen des IFAN und am ZIM Hamburg geteilt werden sollten.

5.3.2 BIOTRANS (O. Pfannkuche und K. Lochte)

BIOTRANS (Biologischer Vertikaltransport und Energiehaushalt in der bodennahen Wasserschicht der Tiefsee) ist ein gemeinsames Projekt der Arbeitsgruppe Biologische Ozeanographie des Instituts für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg und der Abteilung Mikrobiologie des Instituts für Meereskunde an der Universität Kiel. Es untersucht die Transportwege organischer Substanzen in der bodennahen Wasserschicht der Tiefsee (BNW; bis 500 m über Grund). Messungen des Energiehaushalts der Organismen der Lebensgemeinschaft der BNW dienen der Bilanzierung des Umsatzes von organischem Kohlenstoff im System der BNW. Die Untersuchungen von BIOTRANS auf der Reise METEOR 6/3 erstreckten sich auf die Organismen des Benthos (Bakterien, Nano-, Meio-, Makrofauna) und des benthopelagischen Nektons.

BIOTRANS arbeitet hauptsächlich in einem relativ kleinräumigen Seegebiet im nordwestlichen Teil des Westeuropäischen Beckens (47° - 47,30°N, 19°-20°W). Die Teilnahme von BIOTRANS am Fahrtabschnitt 3 der 6. Reise der METEOR sollte vergleichende Messungen des Energiehaushalts unter vom BIOTRANS-Gebiet abweichenden Oberflächenproduktionsbedingungen liefern. Die Untersuchungen sind Teil eines Schnittes auf der Ostseite des Nordatlantiks von der Norwegischen See bis in den tropischen Bereich.

Das Untersuchungsprogramm umfaßte folgende Teilbereiche:

- Messung des in-situ Sauerstoffverbrauchs der Sedimentlebensgemeinschaft mit dem Freifall-Greifer-Respirometer (FFGR);
- Erfassung des benthischen 'ständig stock' an den Untersuchungsstationen;
- Verteilung des benthopelagischen Nektons in der Wassersäule bis 500 m über Grund;
- Messung der bakteriellen Aktivität unter simulierten Tiefseebedingungen (Druck, Temperatur) im Schiffslabor.

Die Untersuchungen wurden an je einer Lokation im Sierra-Leone-Becken bei ca. 4250 m Wassertiefe (IHF1) und im Gambiabecken bei ca. 4950 m (IHF2) durchgeführt (Abb. 1).

In-situ Sauerstoffverbrauch

Der Sauerstoffverbrauch der Lebensgemeinschaft des Sediments wurde an beiden Lokationen in-situ mit dem FFGR gemessen. Bei jedem Einsatz wird der Sauerstoffverbrauch der Organismen, die in 4 Bodengreifern (je 500 cm² Sedimentoberfläche) eingeschlossen sind, kontinuierlich aufgezeichnet. Auf Position IHF1 wurden etwa 20% geringere O₂-Verbrauchsraten als auf Position IHF2 gemessen.

"Standing Stock" des Benthos

An beiden Lokationen wurden begleitend zum Einsatz des FFGR-Sedimentproben mit dem Kastengreifer und Multicorer genommen. Es war geplant, an jedem Probenort eine Serie von je 3 Kastengreifern zur Analyse des "standing stocks" der Makrofauna (Organismen >1mm) und der größeren Meiofauna (Organismen 0,5-1 mm) zu nehmen. Leider waren von 7 gefahrenen Kastengreifern nur einer auf Station 862 und zwei auf Station 874 erfolgreich. In allen anderen Fällen kam es zu einem Verkanten des Auslösebolzens für das Schau-felseil. Die Sedimente der Kastengreifer wurden an Bord durch Siebe der Maschenweiten 2 mm, 1 mm und 0,5 mm gesiebt und der Siebrest in 4% Formalin konserviert.

Der Multicorer wurde auf jeder Lokation, wie geplant, jeweils zweimal erfolgreich eingesetzt. Aus den 12 Probenröhren (je 25 mm² Sedimentoberfläche) wurden jeweils 3 Teilproben mit kleinen Stechrohren für die Bestimmung folgender chemischer Sedimentparameter genommen und im Schiffslabor auf die angegebenen Parameter analysiert:

- partikuläre Kohlenhydrate,
- partikuläre Proteine,
- partikuläres Gesamtadenylat (AMP, ADP, ATP),
- Chlorophyll a,
- Phäopigmente,
- Aktivität des Elektronentransportsystems (ETS).

Benthopelagisches Nekton

Organismen des benthopelagischen Nektons sind wesentliche Träger des biologischen Vertikaltransports, so z.B. der kosmopolitisch verbreitete nektrophage Amphipode Eurythenes gryllus. Zur Analyse der Verteilung dieser Art in der Wassersäule bis 500 m über Grund wurde auf beiden Lokationen eine freifallende beköderte Reusenkette für jeweils 48 Std. verankert. Die Reusen wurden jeweils in 10 m, 15 m, 30 m, 50 m, 100 m, 200 m, 300 m, 400 m und 500 m über Grund angebracht. Der Fang bestand nach vorläufiger Durchsicht nur aus Eurythenes gryllus. Die meisten Tiere wurden in den bodennahen Reusen bis 30 m über Grund gefangen, doch fanden sich auch stets Tiere in den darüberliegenden Reusen. Der Fang auf Position IHF2 war wesentlich reicher als auf Position IHF1.

Bakterielle Aktivität

Die bakterielle Aktivität wurde auf beiden Lokationen im Sedimentkontaktwasser und in drei verschiedenen Sedimenthorizonten (0-0,5 cm, 0,5-1,5 cm, 6-7 cm) bestimmt. Die Proben wurden dem Multicorer entnommen, der eine ungestörte Probennahme der Sedimentoberfläche und des Sedimentkontaktwassers ermöglicht. Die Aktivitäten wurden mit Hilfe folgender radioaktiv markierter Substanzen bestimmt:

- heterotrophe Aufnahme von ^3H -Leucin,
- Aufnahme und Respiration von ^{14}C -Algenhydrolysat,
- Inkorporation von ^3H -Thymidin in Nucleinsäuren.

Für Biomassebestimmungen (Zellgrößenbestimmung mittels Epifluoreszenzmikroskopie und Bildauswertung) wurden ebenfalls Teilproben entnommen und in 2% Formalin fixiert.

Der Stoffwechsel von Mikroorganismen wird wesentlich durch die Faktoren Temperatur und Druck bestimmt. Es wurde festgestellt, daß die aus der Tiefsee stammenden Organismen unter simulierten in-situ Druck- und Temperaturbedingungen (2°C, 450-500 atm) die höchsten Aktivitätsraten aufwiesen. Bei 1 atm Druck und 2°C bzw. bei 28°C (der Temperatur des Oberflächenwassers) reduzierte sich dagegen ihre metabolische Aktivität. Erste Abschätzungen ergeben für Position IHF2 höhere Aktivitätsraten als für Position IHF1.

5.4 Luftchemie (J.P. Burrows, G.W. Harris, D. Klemp und T. Zenker)

Während der Reise konnten die folgenden Nachweisgrenzen der verschiedenen Spurengase auf der Basis von Mittelwerten über fünf Minuten erreicht werden:

NO₂ < 25 ppt

HCHO < 100 ppt

H₂O₂ < 500 ppt

Das Mischungsverhältnis von CO (typisch 80 bis 120 ppb in Reinluft auf der Nordhalbkugel) konnte mit einer Präzision von 1% gemessen werden. Zur Zeit werden die an Bord der METEOR gewonnenen Daten analysiert.

Als Beispiel sind in den Abb. 17 - 19 die zu 1-Stunden-Mittelwerten zusammengefaßten Messungen vom 16.11.87 der Mischungsverhältnisse von NO₂, HCHO, CO und H₂O₂ dargestellt. An diesem Tag befand sich METEOR etwa 600 km vor der mauretanischen Küste, und der Wind wehte ständig aus der Richtung des afrikanischen Kontinents. Dieser Datensatz ist ein Beispiel für relativ reine nordhemisphärische Luftbedingungen.

Zur Zeit werden die an Bord der METEOR gewonnenen Daten analysiert und mit anderen Datensätzen, wie z. B. Windrichtung und Sonneneinstrahlung, korreliert.

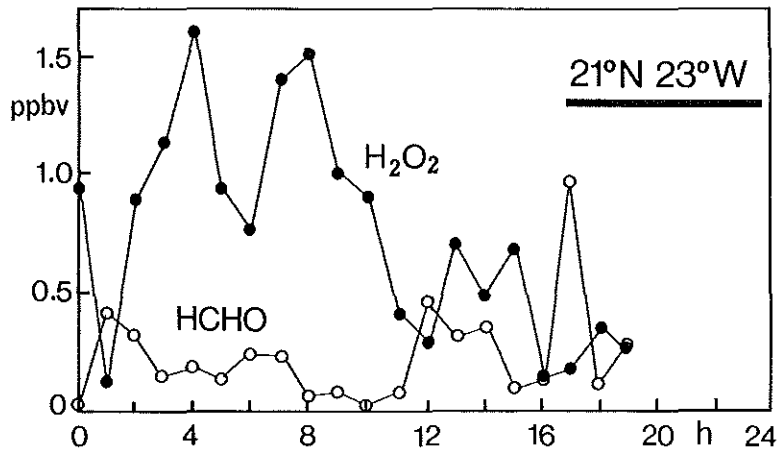


Abb. 17: Ein-Stunden-Mittelwerte der Spurengase HCHO und H₂O₂ vom 16. November 1987.

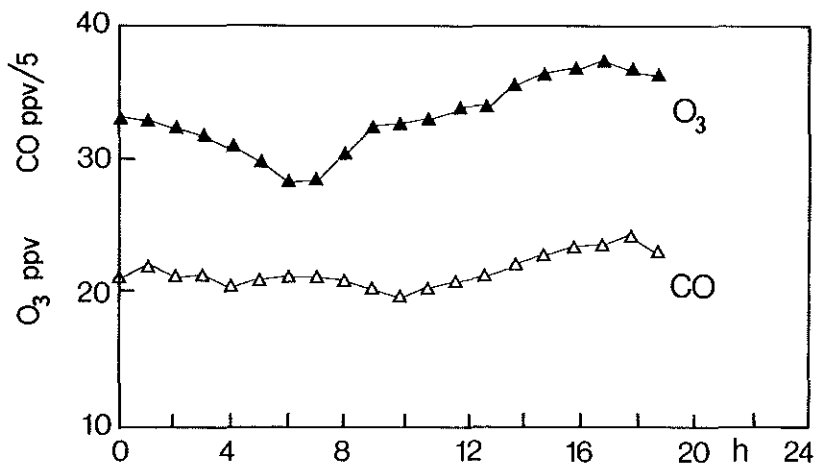


Abb. 18: Ein-Stunden-Mittelwerte der Spurengase CO und Ozon vom 16. November 1987.

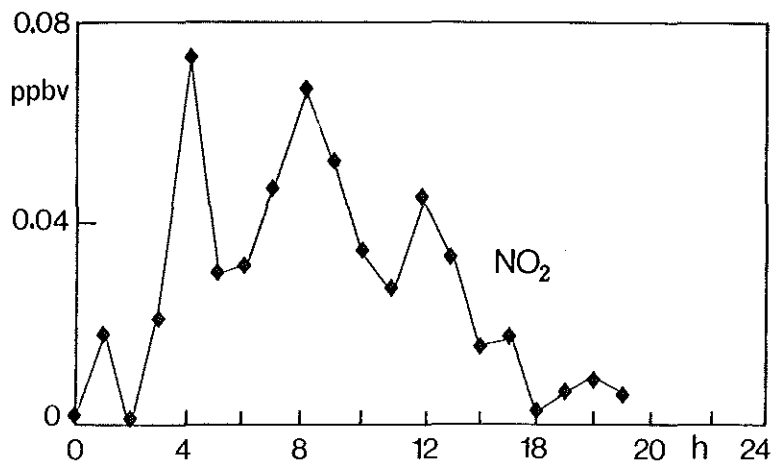


Abb. 19: Ein-Stunden-Mittelwerte des Spurengases NO₂ vom 16. November 1987.

6. Listen

Tabelle 6.1: Stationsliste. Alle Zeiten UTC0.

STATION	DATUM	ZEIT	BREITE	LÄNGE	WASSERTIEFE/m		

H6-1							
797	31-OCT-1987	19:15	46°N 49.70'	9°W 12.90'	4429	GS	
798	1-NOV-1987	14:54	45°N 7.00'	12°W 55.68'	3321	CTD/RO GO	02 NUT
799	2-NOV-1987	10:40	42°N 14.20'	14°W 45.01'	5274	CTD/RO GO GS	02 NUT
800	3-NOV-1987	11:09	39°N 13.91'	16°W 30.95'	5163	CTD/RO GO GS	02 NUT
801	4-NOV-1987	11:30	36°N 07.10'	18°W 19.50'	5467	VERANKERUNG HW/311-2 AUSGELEGT	
802	4-NOV-1987	19:15	36°N 10.58'	18°W 17.68'	5477	CTD/RO GO GS	02 NUT
803	5-NOV-1987	23:25	33°N 8.70'	21°W 52.70'	5375	CTD/RO GO GS	02 NUT
804	6-NOV-1987	10:38	33°N 6.70'	21°W 55.10'	5234	VERANKERUNG 276-8 AUFGENOMMEN	
		12:49	33°N 5.40'	21°W 52.50'		VERANKERUNG 276-9 AUSGELEGT GO	
805	7-NOV-1987	1:34	31°N 59.17'	22°W 50.81'	5245	CTD/RO	02 NUT
806	7-NOV-1987	12:30	31°N 56.70'	22°W 50.30'	5236	VERANKERUNG Mo1/315-1 AUSGELEGT GO	
807	8-NOV-1987	2:26	30°N 0.27'	24°W 17.99'	5328	CTD/RO GO GS	02 NUT
808	8-NOV-1987	8:00	30°N 1.40'	24°W 19.90'	5327	VERANKERUNG Mo2/316-1 AUSGELEGT GO	
809	9-NOV-1987	5:36	27°N 58.80'	25°W 37.50'	5241	GO GS	
810	9-NOV-1987	8:15	27°N 58.40'	25°W 38.00'	5224	VERANKERUNG Mo3/317-1 AUSGELEGT	
811	9-NOV-1987	13:56	27°N 58.11'	25°W 33.88'	5239	CTD/RO GO	02 NUT
812	9-NOV-1987	9:58	28°N 00.20'	22°W 00.20'	4814	CTD/RO GO GS	02 NUT
H6-2							
813	15-NOV-1987	12:16	24°N 59.89'	19°W 59.83'	3942	CTD/RO GO KS NEU	02 NUT F HE
814	16-NOV-1987	7:28	22°N 12.14'	20°W 44.79'	4241	CTD/RO NEU MSN	02 NUT F HE TR
815	16-NOV-1987	14:18	22°N 44.92'	21°W 23.90'	4386	CTD/RO GO KS NEU MSN SM	02 NUT
816	17-NOV-1987	4:58	22°N 55.02'	23°W 10.89'	4862	CTD/RO GO KS NEU MSN SM OS/A	02 NUT
817	17-NOV-1987	16:35	22°N 25.40'	24°W 14.98'	5026	CTD/RO GO NEU MSN	02 NUT
818	18-NOV-1987	2:41	21°N 53.87'	25°W 19.79'	5107	CTD/RO SM OS/A	02 NUT F HE TR
818	18-NOV-1987	11:17	21°N 55.80'	25°W 14.20'		VERANKERUNG W4/314-1 AUFGENOMMEN	
818ff	18-NOV-1987	13:07	21°N 56.40'	25°W 13.50'	5103	GO KS NEU MSN	
819	18-NOV-1987	19:45	21°N 12.90'	24°W 25.70'	4840	NEU MSN OS/A	
820	19-NOV-1987	10:18	20°N 29.60'	23°W 36.60'	4561	VERANKERUNG W3/313-1 AUFGENOMMEN	
		16:15	20°N 26.80'	23°W 38.05'	4492	VERANKERUNG W3/313-2 AUSGELEGT	
		16:55	20°N 22.25'	23°W 40.36'		CTD/RO GO KS OS/A	02 NUT F HE TR
821	20-NOV-1987	3: 3	19°N 44.40'	22°W 48.69'	4023	CTD/RO SM OS/A	02 NUT
822	20-NOV-1987	12:50	19°N 2.20'	21°W 59.30'	3479	VERANKERUNG W2/309-2 AUFGENOMMEN	
		14:15	19°N 1.62'	22°W 0.14'		CTD/RO GO KS NEU MSN SM OS/A	02 NUT F HE TR
823	21-NOV-1987	1:27	19°N 57.06'	21°W 26.93'	3775	CTD/RO NEU MSN	02 NUT
824	21-NOV-1987	10:10	20°N 45.95'	22°W 19.76'	4328	CTD/RO NEU MSN	02 NUT F HE TR
825	21-NOV-1987	19:42	21°N 35.70'	23°W 14.75'	4752	CTD/RO KS NEU MSN	02 NUT
826	22-NOV-1987	3:33	22°N 4.08'	22°W 21.01'	4623	CTD/RO NEU MSN	02 NUT F HE TR
827	22-NOV-1987	10:20	21°N 42.64'	21°W 59.68'	4501	CTD/RO	02 NUT
828	22-NOV-1987	14:50	21°N 21.75'	21°W 36.04'	4308	CTD/RO NEU MSN	02 NUT
829	22-NOV-1987	21: 4	20°N 56.25'	21°W 9.82'	4134	CTD/RO	02 NUT
830	23-NOV-1987	1:40	20°N 35.25'	20°W 46.95'	3971	CTD/RO NEU MSN	02 NUT F HE TR
831	23-NOV-1987	8:23	20°N 13.18'	20°W 22.07'	3685	CTD/RO	02 NUT
832	23-NOV-1987	13:18	19°N 49.30'	19°W 59.87'	3444	CTD/RO NEU MSN	02 NUT
833	23-NOV-1987	20:27	19°N 34.06'	19°W 9.96'	3055	CTD/RO GO KS NEU MSN	02 NUT F HE TR
834	24-NOV-1987	5:33	19°N 15.88'	18°W 20.31'	2700	CTD/RO GO KS NEU MSN	02 NUT
835	24-NOV-1987	14:39	19°N 0.28'	17°W 30.20'	2210	CTD/RO GO KS NEU MSN	02 NUT F HE TR
836	25-NOV-1987	0:49	18°N 37.53'	18°W 31.74'	2882	CTD/RO GO KS NEU MSN	02 NUT
837	25-NOV-1987	15:43	19°N 7.25'	20°W 31.03'	3328	CTD/RO GO KS NEU MSN	02 NUT F HE TR
838	25-NOV-1987	22:36	18°N 24.13'	21°W 22.59'	3095	CTD/RO SM OS/A	02 NUT
839	26-NOV-1987	5: 1	17°N 48.33'	20°W 50.56'	3119	CTD/RO SM OS/A	02 NUT F HE TR
840	26-NOV-1987	13:00	17°N 15.10'	20°W 15.90'	3347	VERANKERUNG W1/312-1 AUFGENOMMEN	
		20:52	17°N 18.40'	20°W 18.15'		CTD/RO GO KS NEU MSN SM OS/A	02 NUT
841	27-NOV-1987	4:19	16°N 44.13'	19°W 41.85'	3442	CTD/RO GO KS NEU MSN	02 NUT
842	27-NOV-1987	14:26	16°N 9.42'	19°W 7.89'	3395	CTD/RO GO NEU MSN SM OS/A	02 NUT

Tabelle 6.1: Fortsetzung

STATION	DATUM	ZEIT	BREITE	LÄNGE	WASSERTIEFE/m			
MG-3								
843	30-NOV-1987	12:41	14°N 30.31'	17°W 50.00'	1594	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
844	30-NOV-1987	18:12	14°N 30.16'	18°W 30.06'	2926	CTD/RO		
845	30-NOV-1987	23:41	14°N 30.20'	19°W 10.16'	3515	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
846	1-DEC-1987	6:39	14°N 29.93'	19°W 59.97'	3981	CTD/RO		
847	1-DEC-1987	11:16	14°N 30.09'	20°W 45.19'	4262	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT F HE TR
848	1-DEC-1987	18:03	14°N 30.16'	21°W 30.00'	4252	CTD/RO		
849	1-DEC-1987	23:04	14°N 30.24'	22°W 14.96'	4887	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
850	2-DEC-1987	5:35	14°N 30.82'	23°W 4.39'	4070	CTD/RO		MUV
851	2-DEC-1987	12:21	14°N 30.21'	23°W 50.12'	4087	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT F
852	2-DEC-1987	21:33	14°N 30.13'	24°W 54.90'	4119	CTD/RO		
853	3-DEC-1987	3:51	14°N 30.20'	25°W 55.12'	4541	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
854	3-DEC-1987	11:33	14°N 30.16'	27°W 00.09'	4907	CTD/RO		02 NUT F HE TR
855	3-DEC-1987	14:24	14°N 30.60'	27°W 00.09'	4918		NEU MSN	MUV
856	4-DEC-1987	9:23	12°N 45.09'	26°W 59.90'	5221	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
857	4-DEC-1987	20:47	11°N 0.18'	26°W 59.82'	4681	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT F
858	5-DEC-1987	3:45	10°N 19.40'	27°W 01.40'	5086			MUV
859	5-DEC-1987	8:50	10°N 5.80'	27°W 04.10'	5288			MUV
860	5-DEC-1987	16:50	9°N 15.36'	27°W 0.10'	5198	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
861	6-DEC-1987	4:50	7°N 29.97'	26°W 59.86'	4819	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT F
862	6-DEC-1987	16:02	5°N 50.01'	27°W 00.01'	4215	FFGR AUSGELEGT		
		16:16	5°N 50.01'	27°W 00.05'		RK AUSGELEGT		
		17:42	5°N 49.30'	27°W 00.10'		2*HC		
		22:59	5°N 50.40'	26°W 59.90'		3*KG		
	7-DEC-1987	5:32	5°N 50.74'	26°W 59.79'		CTD/RO		02 NUT F HE TR
863	7-DEC-1987	11:25	5°N 29.80'	26°W 47.40'		VERMESSUNG MIT HYDROSWEEP		
864	8-DEC-1987	00:18	5°N 49.50'	26°W 59.00'	4277			MUV
		04:33	5°N 49.50'	26°W 59.40'		KG		
865	8-DEC-1987	08:32	5°N 50.00'	27°W 00.20'	4241	RK, FFGR AN DECK		MUV
866	8-DEC-1987	22:05	5°N 50.12'	25°W 24.92'	4244	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
867	9-DEC-1987	8:07	5°N 50.29'	23°W 55.15'	4393	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT F
868	9-DEC-1987	20:14	7°N 29.92'	23°W 54.93'	4291	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
869	10-DEC-1987	8:37	9°N 15.12'	23°W 54.91'	4805	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT F
870	10-DEC-1987	20:11	11°N 0.18'	23°W 54.93'	5206	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
871	11-DEC-1987	3:49	11°N 59.90'	23°W 54.91'	5061	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT F
872	11-DEC-1987	16:07	12°N 0.08'	22°W 17.30'	4931	CTD/RO	NEU MSN	MUV 02 NUT
873	12-DEC-1987	3:25	12°N 0.05'	20°W 45.03'	4866	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT F
874	12-DEC-1987	9:00	11°N 44.90'	21°W 00.00'	4933	1*FFGR ZU WASSER, 2*HC		
		17:01	11°N 44.30'	21°W 00.40'		3*KG		
875	13-DEC-1987	6:51	12°N 59.85'	20°W 44.94'	4638	CTD/RO		02 NUT
876	13-DEC-1987	15:39	13°N 0.10'	22°W 14.92'	4724	CTD/RO		02 NUT
877	14-DEC-1987	0:14	12°N 30.10'	22°W 14.95'	4867	CTD/RO		02 NUT
878	14-DEC-1987	5:35	12°N 30.04'	21°W 30.13'	4833	CTD/RO		NUT
879	14-DEC-1987	13:29	11°N 45.30'	20°W 58.90'	4930	RK, FFGR AN DECK		
880	14-DEC-1987	20:03	10°N 59.75'	20°W 45.00'	4992	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
881	15-DEC-1987	5:42	9°N 30.02'	20°W 45.13'	3758	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT F HE TR
882	15-DEC-1987	19:54	7°N 30.48'	20°W 44.83'	3616	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
883	16-DEC-1987	7:01	5°N 55.09'	20°W 44.93'	3506	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT F
884	16-DEC-1987	17:37	4°N 30.03'	20°W 44.58'	2888	CTD/RO	NEU MSN	02 NUT
885	17-DEC-1987	8:33	4°N 24.60'	18°W 09.90'	4973		NEU MSN	
886	17-DEC-1987	20:31	4°N 21.70'	15°W 57.40'	4951		NEU MSN	
887	18-DEC-1987	8:32	4°N 16.60'	13°W 45.30'	4737		NEU MSN	

Tabelle 6.1: Fortsetzung

Abkürzungen:

CTD/RO	CTD mit Rosette
GO	100-Liter-Glaskugelschöpfer
GS	10-Liter-Glaskugelschöpfer
KS	Serie mit kleinen Kugelschöpfern
SH	Serie für Schwermetalle
OS/A	Serie mit Bugausleger
HUV	Multivertikalnetz
FFGR	Freifall-Greifer-Respirometer
RK	Reusenkette
HC	Multicorer
KG	Kastengreifer
NEU	Neustonschlitten
MSH	MultischlieBnetz
O2	Sauerstoffproben
NUT	Nährstoffproben N03, P04, S104
F	Freonproben F-11, F-12
HE	Heliumproben
TR	Tritiumproben

Tabelle 6.2: VERANKERUNGEN. Alle Zeiten UTC0.

EXTERNE BEZEICHNUNG	IFM-NR.	DATUM	ZEIT	BREITE	LÄNGE	WASSER- TIEFE/m	ANZAHL MESSGERÄTE
HW	311-2	4-NOV-1987	11:30	36°N 07.10'	18°W 19.50'	5467	3SM,2TK ML
KIEL276	276-8	6-NOV-1987	10:38	33°N 6.70'	21°W 55.10'	5234	8SM,1TK MR
KIEL276	276-9	6-NOV-1987	12:49	33°N 5.40'	21°W 52.50'	5234	8SM,1TK ML
Mo1	315-1	7-NOV-1987	12:30	31°N 56.70'	22°W 50.30'	5236	4SM,3TK ML
Mo2	316-1	8-NOV-1987	8:00	30°N 1.40'	24°W 19.90'	5327	4SM,3TK ML
Mo3	317-1	9-NOV-1987	8:15	27°N 58.40'	25°W 38.00'	5224	4SM,3TK ML
W4	314-1	18-NOV-1987	11:17	21°N 55.80'	25°W 14.20'	5107	5SM,2SF MR
W3	313-1	19-NOV-1987	10:18	20°N 29.60'	23°W 36.60'	4561	5SM MR
W3	313-2	19-NOV-1987	13:04	20°N 26.80'	23°W 38.30'	4561	5SM ML
W2	309-2	20-NOV-1987	12:50	19°N 2.20'	21°W 59.30'	3479	5SM MR
W1	312-1	26-NOV-1987	13:00	17°N 15.10'	20°W 15.90'	3347	5SM MR
IHF1		06-DEZ-1987	16:02	05°N 50.10'	27°W 00.10'	4215	FFGR ML
			16:16	05°N 50.10'	27°W 00.50'		RK ML
		08-DEZ-1987	09:09	05°N 50.20'	27°W 00.80'		RK MR
			10:05	05°N 49.90'	27°W 00.20'		FFGR MR
IHF2		12-DEZ-1987	09:00	11°N 44.90'	21°W 00.00'	4933	FFGR ML
			15:57	11°N 45.20'	21°W 00.03'		RK ML
		14-DEZ-1987	11:40	11°N 45.30'	20°W 58.90'		RK MR
			13:38	11°N 45.50'	21°W 00.40'		FFGR MR

SM : Strommesser
 TK : Thermistorkette
 SF : Sedimentfalle
 FFGR: Freifall-Greifer-Respirometer
 RK : Reusenkette
 ML : Verankerung ausgelegt
 MR : Verankerung aufgenommen

Tabelle 6.3: XBT-Messungen. Alle Zeiten UTC0

STATION	DATUM	ZEIT	BREITE	LÄNGE
XBT1	31-OKT-1987	19: 0	47°N 1.50'	9°W 9.42'
XBT2	16-NOV-1987	10:24	22°N 15.72'	20°W 46.50'
XBT3	16-NOV-1987	11: 0	22°N 20.22'	20°W 52.98'
XBT4	16-NOV-1987	12: 0	22°N 29.40'	21°W 4.08'
XBT5	16-NOV-1987	13: 0	22°N 36.72'	21°W 13.50'
XBT6	16-NOV-1987	13:56	22°N 44.52'	21°W 23.28'
XBT7	17-NOV-1987	19:46	22°N 48.90'	21°W 24.30'
XBT8	16-NOV-1987	21: 0	22°N 50.28'	21°W 42.48'
XBT9	16-NOV-1987	22: 0	22°N 51.60'	21°W 55.02'
XBT10	16-NOV-1987	23: 0	22°N 52.50'	22°W 5.52'
XBT11	17-NOV-1987	0: 0	22°N 53.40'	22°W 20.70'
XBT12	17-NOV-1987	1: 0	22°N 54.30'	22°W 34.20'
XBT13	17-NOV-1987	2: 0	22°N 55.32'	22°W 47.82'
XBT14	17-NOV-1987	3: 0	22°N 56.28'	23°W 1.50'
XBT15	17-NOV-1987	3:45	22°N 57.00'	23°W 11.52'
XBT16	17-NOV-1987	10:39	22°N 58.08'	23°W 11.10'
XBT17	17-NOV-1987	11: 0	22°N 55.98'	23°W 15.12'
XBT18	17-NOV-1987	12: 0	22°N 49.68'	23°W 28.32'
XBT19	17-NOV-1987	13: 0	22°N 43.50'	23°W 39.78'
XBT20	17-NOV-1987	14: 0	22°N 37.20'	23°W 51.72'
XBT21	17-NOV-1987	15: 0	22°N 31.50'	24°W 3.48'
XBT22	17-NOV-1987	20:59	22°N 26.40'	24°W 19.02'
XBT23	17-NOV-1987	21:59	22°N 19.02'	24°W 28.02'
XBT24	17-NOV-1987	23: 0	22°N 13.08'	24°W 38.58'
XBT25	18-NOV-1987	0: 0	22°N 6.72'	24°W 50.22'
XBT26	18-NOV-1987	1: 0	22°N 1.32'	25°W 1.98'
XBT27	18-NOV-1987	2: 0	21°N 55.80'	25°W 14.22'
XBT28	18-NOV-1987	7:25	21°N 54.42'	25°W 19.02'
XBT29	18-NOV-1987	14:35	21°N 57.18'	25°W 10.02'
XBT30	18-NOV-1987	15: 0	21°N 53.70'	25°W 6.42'
XBT31	18-NOV-1987	16: 0	21°N 54.18'	24°W 57.90'
XBT32	18-NOV-1987	17: 0	21°N 36.00'	24°W 50.82'
XBT33	18-NOV-1987	18: 0	21°N 27.72'	24°W 41.82'
XBT34	18-NOV-1987	19: 0	21°N 19.38'	24°W 33.00'
XBT35	18-NOV-1987	21:55	21°N 13.80'	24°W 25.08'
XBT36	18-NOV-1987	23: 0	21°N 6.18'	24°W 17.58'
XBT37	19-NOV-1987	0: 0	21°N 0.42'	24°W 11.10'
XBT38	19-NOV-1987	1: 0	20°N 53.70'	24°W 4.62'
XBT39	19-NOV-1987	2: 0	20°N 48.48'	23°W 59.70'
XBT40	19-NOV-1987	3: 2	20°N 43.92'	23°W 54.00'
XBT41	19-NOV-1987	4: 0	20°N 40.08'	23°W 49.38'
XBT42	19-NOV-1987	5: 0	20°N 36.78'	23°W 45.48'
XBT43	19-NOV-1987	7:35	20°N 32.40'	23°W 40.22'
XBT44	19-NOV-1987	16:30	20°N 24.72'	23°W 39.42'
XBT45	19-NOV-1987	20:11	20°N 22.62'	23°W 38.88'
XBT46	19-NOV-1987	21: 1	20°N 16.62'	23°W 31.08'
XBT47	19-NOV-1987	22: 0	20°N 9.60'	23°W 21.78'
XBT48	19-NOV-1987	23: 0	20°N 2.88'	23°W 12.18'
XBT49	19-NOV-1987	23:30	19°N 59.28'	23°W 8.70'
XBT50	20-NOV-1987	0: 0	19°N 55.80'	23°W 4.02'
XBT51	20-NOV-1987	0:30	19°N 52.20'	22°W 59.22'
XBT52	20-NOV-1987	1: 0	19°N 48.78'	22°W 54.42'
XBT53	20-NOV-1987	5:11	19°N 43.92'	22°W 46.50'
XBT54	20-NOV-1987	6: 0	19°N 37.58'	22°W 39.65'
XBT55	20-NOV-1987	7: 0	19°N 29.58'	22°W 30.48'
XBT56	20-NOV-1987	8: 0	19°N 22.08'	22°W 22.02'

Tabelle 6.3: Fortsetzung

XBT57	20-NOV-1987	9: 0	19°N	14.10'	22°W	12.90'
XBT58	20-NOV-1987	10: 0	19°N	6.60'	22°W	3.72'
XBT59	20-NOV-1987	20: 0	19°N	3.90'	22°W	0.90'
XBT60	20-NOV-1987	21: 0	19°N	13.50'	21°W	54.72'
XBT61	20-NOV-1987	22: 0	19°N	23.52'	21°W	48.30'
XBT62	20-NOV-1987	23: 0	19°N	32.70'	21°W	42.85'
XBT63	21-NOV-1987	0: 0	19°N	42.72'	21°W	36.30'
XBT64	21-NOV-1987	1: 0	19°N	53.10'	21°W	29.58'
XBT65	21-NOV-1987	4:30	19°N	59.52'	21°W	30.42'
XBT66	21-NOV-1987	5: 0	20°N	4.32'	21°W	34.92'
XBT67	21-NOV-1987	6: 0	20°N	13.80'	21°W	45.18'
XBT68	21-NOV-1987	7: 0	20°N	21.00'	21°W	51.90'
XBT69	21-NOV-1987	8: 0	20°N	29.10'	22°W	1.02'
XBT70	21-NOV-1987	9: 0	20°N	37.38'	22°W	10.32'
XBT71	21-NOV-1987	9:58	20°N	45.60'	22°W	19.50'
XBT72	21-NOV-1987	13:45	20°N	47.88'	22°W	20.88'
XBT73	21-NOV-1987	15: 0	20°N	59.22'	22°W	35.28'
XBT74	21-NOV-1987	16: 0	21°N	8.40'	22°W	45.30'
XBT75	21-NOV-1987	17: 0	21°N	16.80'	22°W	53.88'
XBT76	21-NOV-1987	18: 0	21°N	25.50'	23°W	3.48'
XBT77	21-NOV-1987	19: 0	21°N	34.08'	23°W	12.90'
XBT78	21-NOV-1987	22:41	21°N	35.40'	23°W	13.92'
XBT79	22-NOV-1987	0: 0	21°N	43.50'	23°W	0.72'
XBT80	22-NOV-1987	1: 0	21°N	49.20'	22°W	49.62'
XBT81	22-NOV-1987	2: 0	21°N	55.62'	22°W	38.52'
XBT83	22-NOV-1987	3: 8	22°N	1.98'	22°W	25.08'
XBT84	22-NOV-1987	7:25	22°N	5.52'	22°W	21.60'
XBT85	22-NOV-1987	8: 0	21°N	59.70'	22°W	16.32'
XBT86	22-NOV-1987	9: 0	21°N	50.10'	22°W	7.38'
XBT87	22-NOV-1987	9:30	21°N	46.92'	22°W	4.02'
XBT88	22-NOV-1987	9:53	21°N	42.78'	22°W	0.72'
XBT89	22-NOV-1987	12:25	21°N	42.48'	22°W	0.00'
XBT90	22-NOV-1987	13: 0	21°N	37.38'	21°W	54.48'
XBT91	22-NOV-1987	14: 0	21°N	29.10'	21°W	44.70'
XBT92	22-NOV-1987	14:59	21°N	20.52'	21°W	34.50'
XBT93	22-NOV-1987	18: 0	21°N	21.48'	21°W	35.40'
XBT94	22-NOV-1987	19: 0	21°N	11.82'	21°W	26.58'
XBT95	22-NOV-1987	20: 0	21°N	3.30'	21°W	17.70'
XBT96	22-NOV-1987	20:45	20°N	57.00'	21°W	10.98'
XBT97	22-NOV-1987	22:50	20°N	56.82'	21°W	10.38'
XBT98	23-NOV-1987	0: 0	20°N	48.78'	21°W	2.10'
XBT99	23-NOV-1987	1: 0	20°N	40.08'	20°W	52.62'
XBT100	23-NOV-1987	5:23	20°N	24.48'	20°W	50.10'
XBT101	23-NOV-1987	6: 0	20°N	29.88'	20°W	43.98'
XBT102	23-NOV-1987	7: 0	20°N	21.90'	20°W	33.72'
XBT103	23-NOV-1987	7:57	20°N	14.82'	20°W	25.08'
XBT104	23-NOV-1987	10:30	20°N	12.90'	20°W	21.90'
XBT105	23-NOV-1987	11: 0	20°N	8.40'	20°W	17.70'
XBT106	23-NOV-1987	12: 0	19°N	59.52'	20°W	9.42'
XBT107	23-NOV-1987	13: 0	19°N	49.98'	20°W	0.90'
XBT108	23-NOV-1987	13: 6	19°N	49.08'	20°W	0.00'
XBT110	23-NOV-1987	16:14	19°N	51.30'	19°W	58.92'
XBT110	23-NOV-1987	16:14	19°N	51.30'	19°W	58.92'
XBT111	23-NOV-1987	17: 0	19°N	47.82'	19°W	48.90'
XBT112	23-NOV-1987	18: 0	19°N	43.68'	19°W	37.08'
XBT113	23-NOV-1987	19: 0	19°N	39.42'	19°W	25.02'
XBT114	23-NOV-1987	19:45	19°N	35.88'	19°W	15.42'
XBT115	23-NOV-1987	20: 0	19°N	35.22'	19°W	12.48'
XBT116	24-NOV-1987	1: 0	19°N	37.62'	19°W	11.22'
XBT117	24-NOV-1987	2: 0	19°N	32.40'	18°W	58.98'

Tabelle 6.3: Fortsetzung

XBT118	24-NOV-1987	3: 0	19°N	27.12'	18°W	46.38'
XBT119	24-NOV-1987	4: 0	19°N	20.82'	18°W	35.70'
XBT120	24-NOV-1987	5: 0	19°N	16.92'	18°W	22.92'
XBT121	24-NOV-1987	9:55	19°N	15.12'	18°W	21.78'
XBT122	24-NOV-1987	11: 0	19°N	11.70'	18°W	8.52'
XBT123	24-NOV-1987	12: 0	19°N	7.98'	17°W	57.12'
XBT124	24-NOV-1987	13: 0	19°N	4.80'	17°W	45.72'
XBT125	24-NOV-1987	14: 0	19°N	1.20'	17°W	33.78'
XBT126	24-NOV-1987	18:52	19°N	1.02'	17°W	32.10'
XBT127	24-NOV-1987	20: 3	18°N	55.38'	17°W	46.32'
XBT128	24-NOV-1987	20:58	18°N	51.18'	17°W	56.82'
XBT129	24-NOV-1987	22: 0	18°N	46.20'	18°W	9.18'
XBT130	24-NOV-1987	23: 0	18°N	41.40'	18°W	21.18'
XBT131	25-NOV-1987	3: 5	18°N	40.32'	18°W	33.48'
XBT132	25-NOV-1987	4: 0	18°N	39.90'	18°W	44.88'
XBT133	25-NOV-1987	4:10	18°N	40.50'	18°W	47.22'
XBT134	25-NOV-1987	5: 0	18°N	43.02'	18°W	57.90'
XBT135	25-NOV-1987	6: 0	18°N	45.42'	19°W	10.80'
XBT136	25-NOV-1987	7: 0	18°N	48.72'	19°W	24.18'
XBT137	25-NOV-1987	8: 0	18°N	51.78'	19°W	37.20'
XBT138	25-NOV-1987	9: 0	18°N	54.90'	19°W	49.98'
XBT139	25-NOV-1987	10: 0	18°N	58.08'	20°W	3.12'
XBT140	25-NOV-1987	11: 0	19°N	1.20'	20°W	16.32'
XBT141	25-NOV-1987	12: 0	19°N	3.90'	20°W	28.98'
XBT142	25-NOV-1987	16: 2	19°N	7.32'	20°W	30.12'
XBT143	25-NOV-1987	17: 0	18°N	59.28'	20°W	40.68'
XBT144	25-NOV-1987	18: 0	18°N	51.18'	20°W	50.58'
XBT145	25-NOV-1987	19: 0	18°N	43.08'	21°W	0.00'
XBT146	25-NOV-1987	20: 0	18°N	35.40'	21°W	9.78'
XBT147	25-NOV-1987	21: 0	18°N	26.58'	21°W	19.50'
XBT148	26-NOV-1987	0: 1	18°N	24.30'	21°W	22.92'
XBT149	26-NOV-1987	1: 0	18°N	15.42'	21°W	14.82'
XBT150	26-NOV-1987	2: 0	18°N	6.00'	21°W	6.30'
XBT151	26-NOV-1987	3: 0	17°N	56.58'	20°W	57.78'
XBT152	26-NOV-1987	7:14	17°N	47.70'	20°W	49.62'
XBT153	26-NOV-1987	8: 0	17°N	41.10'	20°W	42.78'
XBT154	26-NOV-1987	9: 0	17°N	32.40'	20°W	33.78'
XBT155	26-NOV-1987	10: 0	17°N	23.88'	20°W	25.92'
XBT156	27-NOV-1987	0:10	17°N	20.40'	20°W	19.08'
XBT157	27-NOV-1987	2: 0	17°N	12.72'	20°W	11.58'
XBT158	27-NOV-1987	2: 0	17°N	3.78'	20°W	2.40'
XBT159	27-NOV-1987	3: 0	16°N	54.90'	19°W	53.22'
XBT160	27-NOV-1987	4: 0	16°N	45.78'	19°W	43.80'
XBT161	27-NOV-1987	8:27	16°N	45.42'	19°W	42.12'
XBT162	27-NOV-1987	9: 0	16°N	39.78'	19°W	38.10'
XBT163	27-NOV-1987	10: 0	16°N	31.08'	19°W	29.28'
XBT167	27-NOV-1987	11: 9	16°N	20.70'	19°W	18.90'
XBT168	27-NOV-1987	12: 0	16°N	12.78'	19°W	11.52'
XBT169	27-NOV-1987	18:30	16°N	10.68'	19°W	8.82'
XBT170	30-NOV-1987	15: 5	14°N	31.20'	17°W	50.82'
XBT171	30-NOV-1987	16: 0	14°N	30.30'	18°W	3.48'
XBT172	30-NOV-1987	17: 0	14°N	30.12'	18°W	16.32'
XBT173	30-NOV-1987	17:58	14°N	30.00'	18°W	28.38'
XBT174	30-NOV-1987	21: 0	14°N	30.12'	18°W	38.22'
XBT175	30-NOV-1987	22: 0	14°N	30.12'	18°W	50.10'
XBT176	30-NOV-1987	23: 0	14°N	30.12'	19°W	3.12'
XBT177	1-DEC-1987	2:45	14°N	32.22'	19°W	9.78'
XBT178	1-DEC-1987	4: 0	14°N	29.28'	19°W	27.72'
XBT179	1-DEC-1987	5: 0	14°N	28.38'	19°W	40.62'

Tabelle 6.3: Fortsetzung

XBT180	1-DEC-1987	6: 0	14°N	29.40'	19°W	53.28'
XBT181	1-NOV-1987	9: 0	14°N	30.00'	20°W	14.88'
XBT182	1-NOV-1987	10: 0	14°N	30.00'	20°W	28.08'
XBT183	1-DEC-1987	11: 0	14°N	30.00'	20°W	41.70'
XBT184	1-DEC-1987	14:51	14°N	31.62'	20°W	27.60'
XBT185	1-DEC-1987	16: 0	14°N	31.02'	21°W	4.38'
XBT186	1-DEC-1987	17: 0	14°N	30.42'	21°W	19.20'
XBT187	1-DEC-1987	19:30	14°N	30.42'	21°W	30.42'
XBT188	1-DEC-1987	20: 0	14°N	30.00'	21°W	37.50'
XBT189	1-DEC-1987	21: 0	14°N	30.00'	21°W	50.82'
XBT190	1-DEC-1987	22: 0	14°N	29.52'	22°W	4.08'
XBT191	2-DEC-1987	1:54	14°N	35.28'	22°W	16.38'
XBT192	2-DEC-1987	3: 0	14°N	33.60'	22°W	31.80'
XBT193	2-DEC-1987	4: 0	14°N	32.70'	22°W	44.82'
XBT194	2-DEC-1987	5: 0	14°N	30.90'	22°W	58.08'
XBT195	2-DEC-1987	9: 0	14°N	32.10'	23°W	6.30'
XBT196	2-DEC-1987	10: 0	14°N	30.78'	23°W	18.48'
XBT197	2-DEC-1987	11: 0	14°N	30.30'	23°W	31.50'
XBT198	2-DEC-1987	12: 0	14°N	30.12'	23°W	43.62'
XBT199	2-DEC-1987	16:23	14°N	33.42'	23°W	51.78'
XBT200	2-DEC-1987	17: 0	14°N	33.00'	23°W	59.70'
XBT201	2-DEC-1987	18: 0	14°N	31.62'	24°W	11.58'
XBT202	2-DEC-1987	19: 0	14°N	31.20'	24°W	23.82'
XBT203	2-DEC-1987	20: 0	14°N	30.72'	24°W	35.88'
XBT204	2-DEC-1987	21: 0	14°N	30.30'	24°W	49.02'
XBT205	3-DEC-1987	0: 0	14°N	30.42'	25°W	0.72'
XBT206	3-DEC-1987	1: 0	14°N	30.48'	25°W	15.30'
XBT207	3-DEC-1987	2: 0	14°N	30.30'	25°W	29.70'
XBT208	3-DEC-1987	3: 0	14°N	30.18'	25°W	43.98'
XBT209	3-DEC-1987	6:35	14°N	28.62'	25°W	56.28'
XBT210	3-DEC-1987	7: 0	14°N	28.68'	26°W	2.40'
XBT211	3-DEC-1987	8: 0	14°N	28.92'	26°W	16.50'
XBT212	3-DEC-1987	9: 0	14°N	29.28'	26°W	28.80'
XBT213	3-DEC-1987	10: 0	14°N	29.58'	26°W	41.88'
XBT214	3-DEC-1987	11: 0	14°N	29.88'	26°W	54.78'
XBT215	4-DEC-1987	1: 7	14°N	25.02'	27°W	13.02'
XBT216	4-DEC-1987	2: 0	14°N	14.28'	27°W	10.98'
XBT217	4-DEC-1987	4:15	13°N	46.32'	27°W	7.32'
XBT218	4-DEC-1987	6:35	13°N	17.82'	27°W	3.90'
XBT219	4-DEC-1987	8: 0	13°N	1.32'	27°W	1.98'
XBT220	4-DEC-1987	12: 5	12°N	46.02'	27°W	2.28'
XBT221	4-DEC-1987	14: 0	12°N	22.50'	27°W	1.62'
XBT222	4-DEC-1987	16: 0	11°N	57.60'	27°W	1.08'
XBT223	4-DEC-1987	18: 0	11°N	32.40'	27°W	1.08'
XBT224	4-DEC-1987	20: 0	11°N	7.80'	27°W	0.30'
XBT225	4-DEC-1987	23:25	11°N	2.40'	27°W	0.42'
XBT226	5-DEC-1987	0: 0	10°N	54.18'	27°W	0.48'
XBT227	5-DEC-1987	2: 0	10°N	30.18'	27°W	0.48'
XBT228	5-DEC-1987	7:25	10°N	11.22'	27°W	4.50'
XBT229	5-DEC-1987	14: 0	9°N	44.40'	27°W	3.00'
XBT230	5-DEC-1987	16: 0	9°N	20.58'	27°W	0.48'
XBT231	5-DEC-1987	19:43	9°N	18.78'	27°W	2.10'
XBT232	5-DEC-1987	21: 0	9°N	4.32'	27°W	1.80'
XBT233	5-DEC-1987	22: 0	8°N	53.82'	27°W	1.68'
XBT234	5-DEC-1987	23: 0	8°N	40.80'	27°W	1.38'
XBT235	6-DEC-1987	0: 0	8°N	28.32'	27°W	1.20'
XBT237	6-DEC-1987	1: 0	8°N	17.22'	26°W	59.82'
XBT238	6-DEC-1987	2: 0	8°N	5.52'	26°W	59.82'
XBT239	6-DEC-1987	3: 0	7°N	52.50'	27°W	0.12'

Tabelle 6.3: Fortsetzung

XBT240	6-DEC-1987	4: 0	7°N	39.90'	27°W	0.00'
XBT241	6-DEC-1987	7:40	7°N	30.72'	27°W	2.10'
XBT242	6-DEC-1987	8:15	7°N	22.38'	27°W	1.80'
XBT244	6-DEC-1987	9:40	7°N	4.68'	27°W	1.68'
XBT245	6-DEC-1987	11: 0	6°N	49.32'	27°W	1.20'
XBT246	6-DEC-1987	12: 0	6°N	36.90'	27°W	1.20'
XBT247	6-DEC-1987	13: 0	6°N	24.30'	27°W	0.78'
XBT248	6-DEC-1987	14: 0	6°N	12.12'	27°W	0.48'
XBT249	6-DEC-1987	15: 0	5°N	59.82'	27°W	0.18'
XBT250	6-DEC-1987	15:34	5°N	52.50'	26°W	58.50'
XBT251	8-DEC-1987	14:20	5°N	52.26'	26°W	53.52'
XBT252	8-DEC-1987	16: 0	5°N	51.78'	26°W	34.68'
XBT253	8-DEC-1987	18: 0	5°N	51.18'	26°W	12.00'
XBT254	8-DEC-1987	20: 0	5°N	50.58'	25°W	48.60'
XBT255	9-DEC-1987	0:58	5°N	54.90'	25°W	22.98'
XBT256	9-DEC-1987	2: 0	5°N	54.18'	25°W	10.38'
XBT257	9-DEC-1987	4:30	5°N	52.50'	24°W	38.58'
XBT258	9-DEC-1987	6:35	5°N	51.00'	24°W	12.48'
XBT259	9-DEC-1987	11:48	5°N	55.98'	23°W	55.50'
XBT260	9-DEC-1987	14: 0	6°N	22.80'	23°W	55.08'
XBT261	9-DEC-1987	16: 0	6°N	46.02'	23°W	55.50'
XBT262	9-DEC-1987	18: 0	7°N	8.10'	23°W	55.32'
XBT263	9-DEC-1987	22:50	7°N	31.62'	23°W	58.20'
XBT264	10-DEC-1987	0: 0	7°N	42.90'	23°W	55.80'
XBT265	10-DEC-1987	2: 0	8°N	5.58'	23°W	55.62'
XBT266	10-DEC-1987	4: 0	8°N	26.52'	23°W	54.72'
XBT267	10-DEC-1987	6: 0	8°N	47.58'	23°W	54.72'
XBT268	10-DEC-1987	8: 0	9°N	9.12'	23°W	54.90'
XBT269	10-DEC-1987	8: 5	9°N	10.92'	23°W	54.90'
XBT270	10-DEC-1987	11: 5	9°N	17.10'	23°W	56.58'
XBT271	10-DEC-1987	12: 0	9°N	27.12'	23°W	55.20'
XBT272	10-DEC-1987	13: 0	9°N	38.82'	23°W	55.20'
XBT273	10-DEC-1987	14: 0	9°N	48.42'	23°W	56.28'
XBT274	10-DEC-1987	15: 0	10°N	0.00'	23°W	56.10'
XBT275	10-DEC-1987	16: 0	10°N	11.52'	23°W	56.22'
XBT276	10-DEC-1987	17: 0	10°N	23.70'	23°W	55.98'
XBT277	10-DEC-1987	18: 0	10°N	35.22'	23°W	55.62'
XBT278	10-DEC-1987	19: 0	10°N	46.98'	23°W	55.20'
XBT279	10-DEC-1987	20: 0	10°N	50.98'	23°W	54.90'
XBT280	10-DEC-1987	23: 0	11°N	4.80'	23°W	55.62'
XBT281	11-DEC-1987	0: 0	11°N	16.62'	23°W	54.48'
XBT282	11-DEC-1987	1: 0	11°N	28.38'	23°W	54.60'
XBT283	11-DEC-1987	2: 0	11°N	40.50'	23°W	54.78'
XBT284	11-DEC-1987	3: 0	11°N	51.30'	23°W	55.38'
XBT285	11-DEC-1987	8: 0	12°N	1.92'	23°W	52.32'
XBT286	11-DEC-1987	9: 0	12°N	1.62'	23°W	40.02'
XBT287	11-DEC-1987	10: 0	12°N	1.38'	23°W	27.48'
XBT288	11-DEC-1987	11: 0	12°N	1.20'	23°W	15.90'
XBT289	11-DEC-1987	12: 0	12°N	0.18'	23°W	5.88'
XBT290	11-DEC-1987	13: 0	12°N	0.42'	22°W	53.88'
XBT291	11-DEC-1987	14: 0	12°N	0.42'	22°W	41.88'
XBT292	11-DEC-1987	15: 0	11°N	59.52'	22°W	22.98'
XBT293	11-DEC-1987	16: 0	12°N	0.00'	22°W	18.00'
XBT294	11-DEC-1987	20: 0	12°N	1.62'	22°W	13.50'
XBT295	11-DEC-1987	21: 0	12°N	1.38'	22°W	1.92'
XBT296	11-DEC-1987	22: 0	12°N	1.20'	21°W	50.52'
XBT299	11-DEC-1987	23:12	12°N	1.20'	21°W	34.68'

Tabelle 6.3: Fortsetzung

XBT300	12-DEC-1987	0: 0	12°N	1.80'	21°W	25.62'
XBT301	12-DEC-1987	1: 0	12°N	1.32'	21°W	13.38'
XBT302	12-DEC-1987	2: 0	12°N	0.78'	21°W	0.72'
XBT303	12-DEC-1987	2:45	11°N	59.88'	20°W	52.08'
XBT304	12-DEC-1987	7:13	12°N	0.12'	20°W	48.42'
XBT305	12-DEC-1987	8: 0	11°N	51.60'	20°W	55.02'
XBT306	13-DEC-1987	1:45	11°N	59.28'	20°W	46.02'
XBT307	13-DEC-1987	3: 0	12°N	14.52'	20°W	45.48'
XBT308	13-JAN-1988	4: 0	12°N	26.58'	20°W	45.42'
XBT309	13-DEC-1987	5: 0	12°N	38.70'	20°W	45.18'
XBT310	13-DEC-1987	6: 0	12°N	51.12'	20°W	45.12'
XBT311	13-DEC-1987	8:35	12°N	59.88'	20°W	45.72'
XBT312	13-DEC-1987	9: 0	13°N	0.00'	20°W	50.52'
XBT313	13-DEC-1987	10: 0	13°N	0.00'	21°W	2.70'
XBT314	13-DEC-1987	11: 0	13°N	0.00'	21°W	15.78'
XBT315	13-DEC-1987	12: 0	13°N	0.00'	21°W	28.32'
XBT316	13-DEC-1987	12: 6	13°N	0.00'	21°W	30.48'
XBT317	13-DEC-1987	13: 0	12°N	59.88'	21°W	41.58'
XBT318	13-DEC-1987	14: 0	12°N	59.88'	21°W	54.90'
XBT319	13-DEC-1987	15: 0	12°N	59.88'	22°W	7.62'
XBT320	13-DEC-1987	17:16	12°N	59.40'	22°W	15.30'
XBT321	13-DEC-1987	18: 0	12°N	50.28'	22°W	15.18'
XBT322	13-DEC-1987	19: 0	12°N	38.28'	22°W	15.12'
XBT323	13-DEC-1987	20: 0	12°N	33.72'	22°W	25.92'
XBT324	13-DEC-1987	21: 0	12°N	31.32'	22°W	38.58'
XBT325	13-DEC-1987	21:35	12°N	30.12'	22°W	44.58'
XBT326	13-DEC-1987	22: 0	12°N	30.00'	22°W	40.32'
XBT327	13-DEC-1987	23: 0	12°N	30.30'	22°W	29.22'
XBT328	14-DEC-1987	0: 0	12°N	30.00'	22°W	18.30'
XBT329	14-DEC-1987	2: 0	12°N	30.00'	22°W	12.12'
XBT330	14-DEC-1987	3: 0	12°N	29.52'	22°W	0.60'
XBT331	14-DEC-1987	4: 0	12°N	29.70'	21°W	48.18'
XBT332	14-DEC-1987	5: 0	12°N	29.88'	21°W	35.22'
XBT333	14-DEC-1987	7:14	12°N	29.22'	21°W	27.72'
XBT334	14-DEC-1987	8: 0	12°N	21.48'	21°W	24.48'
XBT335	14-DEC-1987	9: 0	12°N	11.88'	21°W	17.10'
XBT336	14-DEC-1987	10: 0	12°N	1.50'	21°W	10.38'
XBT337	14-DEC-1987	17:25	11°N	29.82'	20°W	45.00'
XBT338	15-DEC-1987	2:31	10°N	9.72'	20°W	45.00'
XBT339	15-DEC-1987	11:14	8°N	55.02'	20°W	45.00'
XBT340	15-DEC-1987	15:13	8°N	5.52'	20°W	44.88'
XBT341	16-DEC-1987	2:45	6°N	45.18'	20°W	45.30'
XBT342	16-DEC-1987	14: 3	5°N	10.62'	20°W	45.00'

7. Schlußbemerkung

Die wissenschaftlichen Fahrtleiter möchten zum Schluß all denen Dank sagen, die bei den Vorbereitungen und bei den Arbeiten auf See sowie bei der Erstellung dieses Berichts mitgewirkt haben. Kapitän Papenhagen und die Besatzung der METEOR halfen in Zusammenarbeit mit der Leitstelle METEOR und der Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt in bewährter Weise, daß die gesetzten wissenschaftlichen Ziele erreicht werden konnten. Auch diesmal waren die reibungslose Kooperation zwischen der Besatzung und den wissenschaftlichen Teilnehmern und die gute Arbeitsatmosphäre an Bord vorhanden, die Grundlage einer erfolgreichen Expedition sind.

Die Dopplersonar-Profilstrommessungen waren möglich, weil das Institut für Meereskunde der Universität Hamburg ein Meßgerät dazu leihweise bereitstellte. Wissenschaftliche und technische Mitarbeiter, insbesondere die Arbeitsgruppenleiter, haben zu diesem Bericht wesentlich beigetragen. Die Expedition wurde gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und durch den Bundesminister für Forschung und Technologie.

8 Literatur

- Backus, R.H., J.E. Craddock, R.L. Haedrich und B.H. Robinson (1977): Atlantic mesopelagic zoogeography. Me. Sears Fdn. mar. Res. 1(7), 266-287.
- Cox, M.D. (1987): An eddy-resolving numerical model of the ventilated thermocline: time dependence. J. Phys. Oceanogr., 17, 1044-1056.
- Dahlmann, G. (1986): Herkunft der Ölverschmutzung an der deutschen Nordseeküste. In: Verschmutzung der Nordsee durch Öl und Schiffsmüll. Berlin: Umweltbundesamt, S. 34-55.
- Hastie, D.R., G.I. Mackay, T. Iguchi, B.A. Ridley und H.I. Schiff (1983): Tunable diode laser system for measuring trace gases in tropospheric air. Environ. Sci. Technol., 17, 352A.
- G. Helas und P. Warneck (1981): Background NO_x mixing ratios in air masses over the North Atlantic Ocean. J. Geophys. Res., 86, 7283.
- International Oceanographic Commission (1984): Manual for monitoring oil and dissolved/dispersed petroleum hydrocarbons in marine waters and on beaches. IOC/UNESCO, Paris, Manuals and Guides No. 13.
- Levy, E.M., M. Ehrhardt, D. Kohnke, E. Sobotchenko, T. Suzuki und A. Tokuhiko (1981): Global oil Pollution. IOC, Paris.
- Lippert, A. und R.-H. Käse (1985): Stochastic wind forcing of baroclinic Rossby waves in the presence of a meridional boundary. J. Phys. Oceanogr., 15, 2, 184-194.
- Lowe, D.C. und U. Schmidt (1986): Formaldehyde measurements in the nonurban atmosphere. J. Geophys. Res., 91, 5371-5376.
- Lutze, G.F. und Fahrtteilnehmer (1988): Bericht über die METEOR-Fahrt Nr. 6/5, Dakar-Libreville, 15.1.1988 - 16.2.1988, Berichte - Reports Geol. Paläontolog. Inst. Univ. Kiel, Nr. 22, 60 S.
- Manriquez, M. und F. Fraga (1982): The distribution of water masses in the upwelling region off Northwest Africa in November. Rapp. Prov. Verb. Réunion. Cons. Int. Explor. Mer, 180, 39-47.
- Mittelstaedt, E. (1983): The upwelling area off Northwest Africa. - A description of phenomena related to coastal upwelling. Progr. Oceanogr., 12, 307-331.
- Müller, T.J. (1987): Analyse niederfrequenter Strömungsschwankungen im Nordostatlantik. Ber. Inst. f. Meereskunde Univ. Kiel, Nr. 170, 134 S.
- Pfannkuche, O. und Fahrtteilnehmer (1988): Bericht über die METEOR-Fahrt Nr. 6-7A/7B, Las Palmas-Plymouth, 25.3.1988 - 26.4.1988, Plymouth-Hamburg, 27.4.1988 - 19.5.1988. Inst. Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft Univ. Hamburg (unveröffentlicht).

- Reid, J., J. Schewman, G. K. Garside und E. A. Ballik (1978): Point source monitoring of ambient concentrations of atmospheric gases using tunable diode lasers. *J. Opt. Eng.*, 17, 56.
- Schenke, H.W., M. Gutberlett und Fahrtteilnehmer (1988): METEOR-Fahrt Nr. 6/4, Abidjan-Dakar. Sonderdruck des Alfred-Wegener-Instituts für Polarforschung (im Druck).
- Siedler, G., A. Kuhl und W. Zenk (1987a): The Madeira Mode Water. *J. Phys. Oceanogr.*, 17, 1561-1570.
- Siedler, G., H. Schmickler, T.J. Müller, H.-W. Schenke und W. Zenk (1987b): Forschungsschiff "Meteor", Reise Nr. 4, Berichte der wissenschaftlichen Leiter. *Ber. Inst. f. Meereskunde Kiel, Univ. Kiel*, Nr. 173, 123 S.
- Slemr, F., G.W. Harris, D.R. Hastie, G.I. Mackay und H.I. Schiff (1986): Measurement of gas phase hydrogen peroxide in air by tunable diode laser absorption spectroscopy. *J. Geophys. Res.*, 91, 5371.
- Sverdrup, H.U., M.W. Johnson and R.H. Fleming (1943): *The Oceans*. Prentice-Hall, Inc. pp. 1060.
- Theobald, N. (1988): Investigation of petroleum hydrocarbons in seawater by high performance liquid chromatography with fluorescence detection. Eingereicht bei *Mar. Poll. Bull.*
- Tomczak, M., Jr. (1981): A multi-parameter extension of temperature/salinity diagram techniques for the analysis of non-isopycnal mixing. *Progr. Oceanogr.*, 10, 147-171.
- Wefer, G. und Fahrtteilnehmer (1988a): Bericht über die METEOR-Fahrt Nr. 6/6, Libreville-Las Palmas, 18.2.1988 - 23.3.1988. *Ber. Fachber. Geowiss., Univ. Bremen*, Nr. 3, 97 S.
- Wefer, G., G.F. Lutze, T.J. Müller, O. Pfannkuche, W. Schenke, G. Siedler und W. Zenk (1988b): Kurzbericht über die METEOR-Expedition Nr. 6, Hamburg-Hamburg, 28. Oktober 1987 - 19. Mai 1988. *Ber. FB Geow. Univ. Bremen*, Nr. 4, 29 S.
- Zenk, W. und T.J. Müller (1988): Seven-year current meter record in the eastern North Atlantic. *Deep-Sea Res.*, 35, 8, 1259-1268.
- Zafiriou, O.C., J. Alford, M. Herrera, E.T. Peltzer, R.B. Gagosian und S.C. Liu (1980): Formaldehyde in remote marine air and rain: flux measurements and estimates. 7, 341.