



**FS "POLARSTERN"**  
Expeditionsprogramm Nr. 14

---



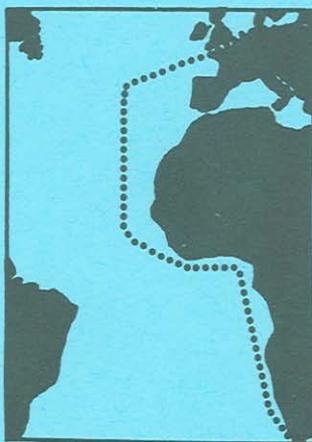
16. Jan. 1989



**KAPSTADT - BREMERHAVEN**  
ANT VII/5  
1989

**Z 432**

**14**  
**1989**



---

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG  
BREMERHAVEN, JAN. 1989

Expeditionsprogramm Nr. 14

FS "POLARSTERN"

Antarktis - VII/5

1989

Fahrtleiter: Prof. Dr. W. Ernst

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung  
Bremerhaven

Januar 1989

Deutscher Text  
Seite 1 bis 16

English Text  
Page 17 bis 25

## 1. Einführung

Auf dem Fahrtabschnitt Kapstadt - Bremerhaven sollen Spurenstoffe in der Atmosphäre, im Wasser und in Organismen untersucht werden. Weiterhin sind Messungen über optische Eigenschaften des Meerwassers, Untersuchungen zur Tiefenanpassung von Bakterienpopulationen und der Einsatz von Sinkstoffallen vorgesehen. Die von der Mehrzahl der Arbeitsgruppen vorgesehenen Spurenstoffuntersuchungen knüpfen teilweise an vorausgegangene Reisen an und sollen Einblicke in die von der geographischen Breite abhängige Verbreitung natürlicher und anthropogener Spurenstoffe, in die Bildungsweise natürlicher Spurenkomponenten sowie in Stoffaustauschprozesse ermöglichen. Sie sollen hiermit einen Beitrag zur Ermittlung von Stoffflüssen und zur Belastungssituation des Süd- und Nordatlantiks liefern. Schwerpunkte der Untersuchungen sind: 1. Schwefelverbindungen im Phytoplankton, im Wasser und in der Atmosphäre; 2. klimarelevante Schwefelverbindungen in der Atmosphäre; 3. Nährstoffe mit hoher räumlicher Auflösung; 4. Schwermetalle und organische Spurenstoffe in Aerosolen, Wasser und Organismen.

Mit der Erprobung neuer Arbeitstechniken sowie durch die gemeinsame Bearbeitung des Probenmaterials durch mehrere Arbeitsgruppen sollen die Möglichkeiten der Quantifizierung des Stofftransportes zwischen Ozean und Atmosphäre des Süd- und Nordatlantiks und der Kenntnisstand der Bildung und Verbreitung von Spurenstoffen verbessert werden.

## 2. Forschungsprogramme

### 2.1. Schwefelorganische Verbindungen im Phytoplankton(UB)

Die in mehreren Arten des Phytoplanktons vorkommende Verbindung Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP) gilt als Vorstufe für das Dimethylsulfid (DMS), der wichtigsten flüchtigen Schwefelverbindung des Oberflächenwassers der Ozeane. In Ergänzung zu früheren Messungen im Süd- und Nordatlantik soll die Korrelation von DMSP-Gehalt und Artenzusammensetzung des Phytoplanktons bestimmt werden. Darüberhinaus wird die Beziehung zwischen DMSP und Chlorophyllgehalt als Maß für das Phytoplankton im Vergleich zum ATP-Gehalt als Indikator für die Gesamtbiomasse untersucht. (Arbeitsgruppe: Adenosintriphosphat als Biomasseindikator)

### 2.2. Schwefel aus marinem Plankton als geophysilogischer Klimaregulator (MPI)

Die geplanten Arbeiten sollen zur Überprüfung einer Hypothese über die Rolle der marinen Biosphäre als klimaregulierendem Faktor beitragen. Innerhalb der vergangenen 5-10 Jahre wurde die Rolle des marinen Phytoplanktons als Quelle flüchtiger Schwefelverbindungen für den Ozean und die marine Atmosphäre durch zahlreiche Feldmessungen dieser Verbindungen dokumentiert. Dimethylsulfid (DMS) ist, bezogen auf die Menge, die bedeutendste flüchtige Schwefelverbindung in marinen Ökosystemen. Es ist gegenwärtig allgemein akzeptiert, daß die marine Biosphäre im globalen Maßstab ca. 20-50 Tg/Jahr Schwefel als DMS an die Atmosphäre abgibt.

Basierend auf Feldmessungen ist es evident daß:

1. Phytoplankton Quelle des gelösten DMS ist:

- DMS wird im Wasser durch Spaltung seines Vorläufers Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP) gebildet; DMSP wurde in einer Vielzahl planktonischer Algen identifiziert und im Seewasser nachgewiesen.

- DMS und DMSP weisen in Ihrer Verteilung in der marinen Wassersäule sowie in den verschiedenen biogeographischen Regionen des Welt-

meeres eine eindeutige Beziehung zur marinen Primärproduktivität und der Phytoplanktonpopulation, gegeben durch Chlorophyll 'a', auf.

2. DMS in die marine Atmosphäre gelangt und dort oxidiert wird:

- DMS sowie seine Reaktionsprodukte wie  $\text{SO}_2$ , Methansulfonat und Überschusulfat werden in der marinen Atmosphäre gefunden

- Ihre Konzentrationen sind mit Modellrechnungen basierend auf mariner DMS-Quellstärke, atmosphärischen Reaktionen und Abbauprozessen weitgehend konsistent.

- Ihre atmosphärische Konzentrationsverteilung in den verschiedenen biogeographischen Regionen ist mit der Produktivität der darunterliegenden Wasserflächen und dem marinen DMS korreliert;

3. DMS in der Atmosphäre wolkenphysikalisch relevante Aerosole bildet:

- Nicht-Seesalz-Sulfat (NSS) und Kondensationskerne, die in südhemisphärischer Reinluft Jahressgänge aufweisen, die durch die Saisonalität der marinen DMS-Emission und der atmosphärischen Photochemie erklärt werden können,

- Wolkenkondensationskerne (CCN), deren Konzentration, Größenverteilung und wahrscheinlich auch Zusammensetzung mit dem Überschusulfat übereinstimmt.

Die Konzentration der Wolkenkondensationskerne der marinen Atmosphäre beeinflusst die Reflektivität (Albedo) der marinen Wolkenbedeckung und darüber die Strahlungsbilanz und Oberflächentemperatur der Erde. Über den Einfluß des Strahlungsflusses und der Oberflächentemperatur der Meere auf die Phytoplanktonpopulationen und DMS-Produktivität besteht somit die Möglichkeit eines globalen biologischen Regelmechanismus für das Klima.

Nachdem in den vergangenen Jahren eine Bestandsaufnahme des marinen und atmosphärischen DMS durch die Messung von mehreren tausend Proben aus allen Seegebieten der Erde erstellt wurde, konzentrieren sich die Arbeiten gegenwärtig auf folgende Gesichtspunkte: die Aufklärung der physiologischen Funktion von DMSP für die Algen (siehe Projekt Schwefelorganische Verbindungen im Phytoplankton), der spezifischen DMSP- und DMS-Produktivität verschiedener Spezies und

deren Verbreitung sowie die Verifikation der oben beschriebenen Hypothese eines biologischen Klimaregelungsmechanismus. Der letztgenannte Problemkreis, speziell der Zusammenhang zwischen DMS und CCN-Konzentration ist hauptsächlich aufgrund des Fehlens eines geeigneten CCN-Instrumentes gegenwärtig offen.

Die geplanten Arbeiten wollen den oben beschriebenen Zusammenhang zwischen marinem DMS, atmosphärischem DMS, dessen Reaktionsprodukten SO<sub>2</sub>, MSA, NSS und den atmosphärischen CCN auf der Reise von Kapstadt nach Bremerhaven untersuchen. Der Aufbau einer geeigneten CCN-Meßmethode, die auf dieser Reise erstmals im Feld erprobt werden soll, ermöglicht die gleichzeitige in-situ Messung dieser Spezies.

### 2.3. Messung von Schwefelverbindungen in der marinen Troposphäre (AWI, MPI)

Auf der Polarsternfahrt ANT VII/5 Kapstadt - Bremerhaven sind luftchemische Untersuchungen geplant, die Beiträge zum Verständnis des natürlichen Schwefelkreislaufs in der maritimen Atmosphäre liefern sollen. Die Bedeutung von Schwefelverbindungen für die Atmosphärenchemie liegt in ihren Reaktionen mit geeigneten Sauerstoffverbindungen, welche den Schwefel in höhere Valenzzustände (+VI) überführen. In suspendierten Tröpfchen oder Partikeln beeinflussen Schwefelverbindungen Wolkenbildungs-, Niederschlags- und Strahlungsprozesse, d.h. sie wirken auf die Energiebilanz und das Klima. Die geplanten Feldmessungen sollen eine quantitative Bestimmung der biogenen Schwefelemissionen am Beispiel von Carbonylsulfid (COS) und Schwefelkohlenstoff (CS<sub>2</sub>) herbeiführen. Durch cryogene Anreicherung, d.h. Ausfrieren der Spurenstoffe mit flüssigem Argon und nachfolgende gaschromatographische Analyse wird deren atmosphärische Konzentrationsverteilung ermittelt. Die Probenahme erfolgt am Peildeck der Polarstern und die GC-Analysen werden in dem auf dem Peildeck positionierten Luftchemie-Container durchgeführt. Die geplante Fahrtroute der Polarstern ermöglicht das Studium dieser atmosphärischen Schwefelverbindung entlang eines Süd-Nord-Schnittes im Atlantik. Unter anderem können tageszeitliche und regionale Konzentrationsvariationen Aufschluß über mögliche Quellen- und Senkenmechanismen geben. Zu diesen Messungen ist vorgesehen, Sulfat im Aerosol auf Filtern anzureichern und nach der Fahrt ionenchromatographisch nachzuweisen.

#### 2.4. Messung gasförmiger Salpetersäure mit der Laser-Photolyse-Fragment-Floureszens (LPFF)-Methode (RUB)

Während der Reise von Kapstadt nach Bremerhaven soll die Konzentration der gasförmigen Salpetersäure ( $\text{HNO}_3$ ) mit Hilfe einer Laserphotolyse-Apparatur ermittelt werden. Dabei sollen kontinuierlich und möglichst mit einer Zeitaufösung von ca. 45 - 60 Minuten Meßwerte erhalten werden. Von Bedeutung sind für unsere Messungen die erwarteten Abhängigkeiten von der Tageszeit und somit der Sonnenlichtintensität, der geographischen Position, der Windrichtung und den Windgeschwindigkeiten. Außerdem wollen wir die erhaltenen Meßwerte mit denjenigen vergleichen, die wir bei einer Atlantiküberfahrt bei  $30^\circ$  westlicher Länge ermitteln konnten.

Salpetersäure ist ein stabiles Endprodukt der  $\text{NO}_x$ -Chemie und kann in der Atmosphäre eine Lebensdauer von mehreren Tagen erreichen.

#### 2.5. Schwermetalle im Zooplankton (AWI)

Das Plankton spielt im Kreislauf der Metalle im Meer eine bedeutende Rolle. Essentielle, aber auch zahlreiche nicht-essentielle Metalle werden in der euphotischen Zone von Fauna und Flora aufgenommen. Dabei verändert sich die chemische Spezies der Metalle von der gelösten Phase über Komplexbildung mit organischen Liganden bis hin zu partikulären, kristallinen Strukturen. Mit den absterbenden Planktonorganismen und ihren Exkretionsprodukten werden Metalle dann sehr schnell in die Tiefe transportiert. Für das Verständnis dieser Prozesse ist neben der bisher bekannten Verteilung auch die weitgehend unbekannt, großräumige horizontale Schwermetallverteilung im Seewasser und in ausgewählten Zooplanktonorganismen von großer Bedeutung.

Während der Reise ANT VII/5 sollen an Tag- und Nachtstationen Neustonproben mit dem Neustonschlitten und an ca. 5 Stationen Zooplankton- und Wasserproben aus tieferen Zonen bis 2000 m mit Multinetz und Go-flow-Samplern gewonnen werden. Einzelne Individuen werden lebend mit dem Stereomikroskop unmittelbar nach dem Fang aussortiert, auf Kontamination überprüft und aussortiert. Nach Gefrierdöcknung und Säureaufschluß wird im Labor auf Cd, Pb, Zn und Cu analysiert.

Erstmals wird ein neukonstruierter Reinraumcontainer und eine kontinuierlich arbeitende Wasserpumpe eingesetzt. Eine Teflonleitung führt von einem Edelstahlschnorchel, der 3 m aus dem Schiffsboden ragt, über eine Vollteflon-Druckluftpumpe bis in die Reinraumzone der Klasse 10 in den Container. Hier werden im 2-Std-Takt Wasserproben gezogen. An Bord erfolgt zum einen die direkte Analyse auf Blei und Cadmium mit Hilfe der Inversvoltammetrie an einer rotierenden Elektrode, zum anderen eine flüssig-flüssig-Extraktion für die spätere Analyse von Cd, Pb, Cu und Zn durch AAS. Vergleichsproben aus der Wasseroberfläche werden mit Vollteflonschöpfern (Typ: Mercos) über den Bugausleger gewonnen.

Parallel zu den Schwermetallen werden kontinuierlich Nährstoffe (Arbeitsgruppe Nährstoffuntersuchungen) analysiert. Beide Datensätze sollen später korreliert werden.

## 2.6. Untersuchungen anorganischer und organischer Spurenstoffe über dem Atlantik (UR)

Während des Fahrtabschnittes ANT VII/5 sollen die umweltrelevanten Schwermetalle Thallium, Kupfer, Cadmium, Blei, Zink, Nickel, Chrom und Eisen sowie organische Selen- und Iodspezies in Aerosolproben, Regenproben bzw. im Seewasser analysiert werden.

Einen Schwerpunkt bildet die Aerosolanalytik, wobei sowohl die Gesamtgehalte an Schwermetallen, als auch deren Verteilung in verschiedenen großen Aerosolpartikeln bestimmt werden sollen. Die Probenahme erfolgt dazu kontinuierlich durch Besaugen von Filtern sowie durch Betreiben eines 5-Stufen-Impaktors auf dem Peildeck der Polarstern. Ein Teil der Probenaufarbeitung, außer der eigentlichen massenspektrometrischen Messung im Rahmen der massenspektrometrischen Isotopenverdünnungsanalyse (MS-IVA), die am Institut in Regensburg stattfindet, wird bereits an Bord durchgeführt.

Die ermittelten Gesamtgehalte dienen der Erweiterung des bereits vorhandenen Datenmaterials sowie zu dessen Absicherung. Die Impaktorbesaugung ermöglicht zusätzliche Aussagen über die Größenverteilung der Aerosole und damit auch über die Größenverteilungsmuster der einzelnen Schwermetalle entlang des

befahrenen geographischen Schnittes. Aus den Verteilungsmustern werden Hinweise auf die Quellen der Emissionen erwartet.

Neben diesen Untersuchungen steht die Analyse flüchtiger organischer Spurenstoffe im Seewasser im Vordergrund. Das besondere Interesse gilt dabei den in der oberflächennahen Schicht der Ozeane biogen gebildeten, halogenierten Kohlenwasserstoffen vor allem den Organiodverbindungen, sowie eventuell selenorganischen Molekülen. Um Informationen über bisher weitgehend ungeklärte Bildungsmechanismen der Methylhalogenide (MeI, MeBr, MeCl) zu erhalten, sollen zusätzlich im Rahmen dieser Untersuchungen Gehalte an Dimethylsulfid (DMS) analysiert werden. Die Parallelbestimmung von DMS soll einerseits als Indikator für biologisch produktive Gebiete dienen, andererseits nähere Aussagen über einen möglichen, gemeinsamen Bildungsmechanismus der Methylhalogenide und des DMS über Dimethylsulfoniumionen ermöglichen. Die Messungen sollen gaschromatographisch an Bord bzw. durch Sammeln von Wasserproben und spätere Analyse im Labor erfolgen, wobei ein photometrischer Detektor bzw. ein Elektroneneinfangdetektor benutzt werden.

## 2.7. Kontinuierliche Nährstoffuntersuchungen (AWI)

Während der Reise Kapstadt - Bremerhaven sollen erstmalig über große Distanzen kontinuierlich während der Fahrt Nährsalze bestimmt werden. Vorgesehen ist die Messung von Nitrat, Nitrit, Phosphat und Silikat mit einem Autoanalyser-System. Dazu soll Wasser, das in 3 m Tiefe unter dem Schiff angesaugt wird, direkt in das Analysensystem eingespeist und gemessen werden.

Ziel dieser Messung ist neben der großen räumlichen Auflösung u.a. die Untersuchung von Vermischungsstrukturen in den Übergangszonen mit unterschiedlichen Nährsalzkonzentrationen. Diese Daten sollen mit Salzgehalt und Temperatur, sowie mit Daten aus optischen Messungen, (Arbeitsgruppe Ohm) korreliert werden. Insbesondere soll die Fluoreszenz als Maß für das Chlorophyll mit den Nährsalzdaten verglichen werden, da deren Konzentrationen in der oberflächennahen Meßtiefe stark von der biologischen Aktivität abhängig sind.

## 2.8. Organische Spurenstoffe im Wasser (AWI)

Auf dem Fahrtabschnitt ANT VII/5 werden lipophile organische Spurenstoffe im hochozeanischen Wasser des Süd- und Nordatlantiks untersucht. Autochthone und biogene Komponenten sollen in gemäßigten und tropischen Zonen verglichen werden, allochthone und anthropogene Komponenten in der nördlichen und südlichen Hemisphäre. Wasser aus tiefen Becken, der photischen Oberfläche und Regenwasser aus der ozeanischen Atmosphäre werden gegenübergestellt. Bordtechniken zur Anreicherung organischer Spurenstoffe aus großen Wasservolumina in der Grenzschicht Ozean/Atmosphäre werden optimiert. Die Ergebnisse der Expedition sollen mit Datensätzen verglichen werden, die auf einem atlantischen Meridionalschnitt und flächendeckend im Mittelmeer 1987 erzielt wurden.

## 2.9. Organische Spurenstoffe in Organismen (AWI)

Anthropogene Organohalogenverbindungen gelangen u.a. durch atmosphärischen Transport in ozeanische Regionen und werden dort nach ihrer Deposition zwischen Wasser und festen Phasen verteilt. Aufgrund der lipophilen Eigenschaften der zu untersuchenden Stoffe werden sie bevorzugt in den Lipiden von Meerestieren angereichert. Für die Untersuchungen werden Neustonorganismen herangezogen, die als Repräsentanten der obersten Wasserschicht vermutlich am besten die Belastungssituation widerspiegeln und die mit Hilfe von Neustonschiffen in ausreichender Menge gefangen werden können. Durch die Untersuchung von Organismen aus verschiedenen geographischen Breiten soll der Einfluß der Industriestaaten auf den Zustand des Süd- und Nordatlantiks untersucht werden. Für die quantitative Bestimmung werden nach geeigneter Reinigung der Tierextrakte hochauflösende Methoden der Gaschromatographie unter Anwendung der Schaltsäulentchnik und, soweit ausreichende Mengen an Extraktmaterial gewonnen werden können, auch die Massenspektrometrie eingesetzt.

Neben der quantitativen Erfassung der Einzelkomponenten soll hierbei auch der Frage nachgegangen werden, in welcher Weise das Bioakkumulationspotential verschiedener Neustonorganismen von der Lipidzusammensetzung abhängt. Zur Abschätzung des Bioakkumulations-

potentials verschiedener Organismen sollen die Gehalte der Stoffe in den Tieren mit denen im umgebenden Wasser verglichen werden.

## 2.10. Partikelfluß zum Meeresboden (UB)

Das Absinken partikulärer Substanzen aus der euphotischen Zone beeinflusst die Nährsalzregeneration und damit auch den Chemismus der Wassersäule. Für das Tiefseebenthos stellt der Partikelfluß die primäre Nahrungsquelle dar und ist gleichzeitig die Voraussetzung für den Eintrag von Umweltsignalen ins Sediment. Mit zeitgeschalteten Sinkstoffallen soll der Jahresgang des Partikelflusses zum Meeresboden und damit indirekt auch die saisonale Veränderung der Produktivität im Oberflächenwasser erfaßt werden. Im März 1988 wurde eine mit einer Sinkstoffalle und mit einem Strömungsmesser bestückte Verankerung mit FS Meteor im Benguela Strom über dem Walfischrücken ausgebracht. Diese Sinkstoffalle soll während dieses Fahrtabschnittes wieder geborgen und eine neue Verankerung mit zwei Sinkstoffallen in unterschiedlichen Wassertiefen und zwei Strömungsmessern an der gleichen Position ausgebracht werden. Die Bergung dieser neuen Verankerung ist für das Frühjahr 1990 mit FS Meteor geplant.

## 2.11. Optische Eigenschaften von Meerwasser (AWI)

Im Anschluß an Messungen während der ANT VII/5 sollen einige optische Eigenschaften des Meerwassers verschiedener Wassermassen bestimmt werden unter besonderer Berücksichtigung von Fronten. Die Datensätze umfassen Temperatur, Salzgehalt, Chlorophyll, Mie-Rückstreuung und Gelbstoff und sollen dazu dienen,

- den Akkumulationseffekt von Partikeln an Fronten zu studieren,
- zur Verifizierung von Fernerkundungsdaten beizutragen,
- Felddaten zu sammeln,
- die Entwurfswerte für ein tiefenauflösendes LIDAR-System darstellen.

Die entsprechenden Sensoren messen während der Fahrt und sind im hydrographischen Schacht in 11 m Wassertiefe montiert. Die Meßwerte werden im Abstand von 10 s genommen, um Synchronisationsprobleme bei höheren Datenraten, wie sie auf ANT VII/1 auftraten, zu vermeiden.

Die Daten werden zusammen mit den Navigationsdaten des Schiffes auf ein Streamerband aufgezeichnet.

Während des früheren Fahrtabschnittes zeigten die optischen Sensoren außerordentlich kleine Ausschläge auf dem hohen Atlantik, deshalb wurden ihre Meßbereiche diesen Verhältnissen angepaßt. Auf der anderen Seite erwarten wir aber größere Signale in den Auftriebsgebieten vor Westafrika.

### 2.12. Tiefenanpassung bakterieller Populationen (AWI)

Frühere Untersuchungen im Weddell Meer zeigten streng tiefenangepaßte Bakteriengemeinschaften auf. Inwieweit diese Ergebnisse auch in anderen Meeresgebieten des Atlantischen Ozeans Gültigkeit besitzen, soll in vergleichenden Untersuchungen geprüft werden. Vorgesehen sind einige Tiefseestationen im Kap Becken, Angola Becken, Sierra-Leone Becken und im Kapverdischen Becken. Im bodennahen Wasser und im Sediment sollen insbesondere barophile Bakterien erfaßt und daraus repräsentative Stämme isoliert werden. Diese Arbeiten sind bei strikter Einhaltung von Tiefseebedingungen insbesondere bei entsprechendem hydrostatischen Druck durchzuführen. Es wird angestrebt, nicht-dekomprimierte Proben zu gewinnen und ohne Veränderung des in situ Drucks bakteriologisch aufzuarbeiten.

### 2.13 Adenosintriphosphat als Biomasseindikator (AWI)

Alle lebenden Organismen enthalten Adenosintriphosphat (ATP) als zentrale Komponente des Energiestoffwechsels. Nach dem Absterben der lebenden Zelle wird das ATP schnell zerstört. Da der ATP-Gehalt vieler Organismen bekannt ist, kann aus der quantitativen Bestimmung von ATP die Biomasse ermittelt werden. Die Bestimmung des ATP erfolgt enzymatisch mit dem Luciferin-Luciferase-System in den Trispuffer-Extrakten von abfiltriertem Mikroplankton. Mit dieser Methode soll in Verbindung mit den Untersuchungen der Arbeitsgruppe "Schwefelverbindungen im Phytoplankton" die Abhängigkeit der DMSP-Gehalte von der Biomasse untersucht werden. Ein Vergleich der Biomassenermittlung nach der ATP- und Chlorophyllmethode wird angestrebt. Weiterhin soll die Bestimmung von ATP in Einzelorganismen atlantischer Zooplanktonorganismen vervollständigt werden.

#### 2.14 Untersuchung des Temperaturbelastungspotentials in modernen Transportmitteln infolge von Ein- und Ausstrahlungsprozessen. (DWD)

Die Ergebnisse dieses Projektes dienen der Verbesserung der beratenden und gutachterlichen Tätigkeit des Seewetteramtes auf dem Gebiet der Laderaummeteorologie.

Ein Ziel dieser Untersuchung ist die Erfassung von Temperaturprofilen z.B. in Containern in möglichst hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung. Gleichzeitige Messungen der die Innentemperatur steuernden Größen wie Strahlung, Wind und Außenlufttemperatur erlauben die Aufstellung von Energiebilanzen und die Berechnung von Wärmeflüssen.

Die bisher in Hamburg bei Strahlungsverhältnissen der gemäßigten Breiten gewonnenen Meßreihen sollen auf dieser Reise durch Messungen in subtropischen und tropischen Klimazonen ergänzt werden.

## Beteiligte Institutionen/participating institutions

Adresse address		Teilnehmer participants
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meresforschung Columbusstraße D-2850 Bremerhaven	20
DWD	Deutscher Wetterdienst Seewetterdienst Bernhard-Nocht-Str. 76 D-2000 Hamburg 36	2
MPIC	Max-Planck-Institut für Chemie Saarstraße 23 D-6500 Mainz	3
RUB	Ruhr-Universität Bochum Physikalische Chemie I Universitätsstraße 150 D-4630 Bochum	2
UB	Universität Bremen Postfach 33 04 40 D-2800 Bremen	3
UR	Universität Regensburg Institut für Anorganische Chemie Postfach 397 D-8400 Regensburg	2

Fahrtteilnehmer / participants

Name name	Institut institute
Andreae, Tracey, W.	MPIC
Andreae, Meinrat, O.	MPIC
Baranski, Wlodzimierz	AWI
Becker, Hartmut	AWI
Bluszcz, Thaddäus	AWI
Breitschuh, Wolfgang	AWI
Drebing, Wolfgang	AWI
Ernst, Ruth	AWI
Ernst, Wolfgang, Fahrtleiter	AWI
Fütterer, Meike	AWI
Helmers, Eckard	AWI
Helmke, Elisabeth	AWI
Hebbeln, Dirk	UB
Hill, Hans-Günther	DWD
Hudson, James	MPIC
Jaeger, Klaus	AWI
Jurr, Anke	AWI
Kaes, Anette	RUB
Karsten, Ulf	UB
Kattner, Gerhard	AWI
Köhler, H.	DWD
Meyerdierks, Doris	UB
Modersitzki, Jutta	AWI
Ohm, Klaus	AWI
Papenbrock, Thomas	RUB
Pohl, Christa	AWI
Rädlein, Norbert	UR
Schrems, Otto	AWI
Schulz-Baldes, Meinhard	AWI
Tanzer, Dieter	UR
Weber, Kurt	AWI
Weyland, Horst	AWI

Schiffspersonal / ships crew

Jonas  
Götting  
Schiel  
Varding  
Dr. Rose  
Briedenhahn  
Schulz  
Fengler  
Erreth  
Schuster  
Elvers  
Hoops  
Butz  
Müller  
Klasen  
Klauck  
Kröger  
Peschke  
Lieboner  
Hoppe  
Hopp  
Felgler  
Lai  
Fang  
Shyu  
Hopp  
Kassubeck  
Meis Torres, A.  
Meis Torres, M.  
Arias Igl.  
Novo Lovelra  
Prol Otero  
Perelra Portela  
Barth  
Jordan  
Fritz  
Heurich  
Buchas  
Reimann

Kapitän  
1. Offizier  
Naut. Offizier  
Naut. Offizier  
Arzt  
Ltd. Ingenieur  
1. Ingenieur  
2. Ingenieur  
2. Ingenieur  
Elektriker  
Elektroniker  
Elektroniker  
Funkoffizier  
Funkoffizier  
Koch  
Kochsmaat  
Kochsmaat  
1. Steward  
Krankschw./Stewardess  
Stewardess  
Stewardess  
Stewardess  
2. Steward  
2. Steward  
Wäscher  
Bootsmann  
Zimmermann  
Matrose  
Matrose  
Matrose  
Matrose  
Matrose  
Matrose  
Lagerhalter  
Masch-Wart  
Masch-Wart  
Masch-Wart  
Masch-Wart

## 1. Introduction

Leg 5 of R.V. "Polarstern" commences on 13 March, 1989 at Cape Town and is terminated in Bremerhaven on 6 April, 1989. The main emphasis will be laid on the investigation of inorganic and organic trace compounds in the atmosphere, in water and organisms. Furthermore, measurements of optical properties of seawater, bacteriological work on deep sea bacteria and the use of sediment traps are planned. The scientific goals involved are: 1. To quantify the fluxes of volatile substances, and to understand the role of such substances as possible climate regulators; 2. to scrutinize the distribution of inorganic and organic natural and anthropogenic compounds in order to document the influence of the industrialized countries on the South and North Atlantic; and 3. to examine the pathways of the formation of halogenated volatile compounds in the ocean. The chemical investigations will concentrate on sulphur compounds in phytoplankton, water and the atmosphere. Further compounds to be determined are nutrients, heavy metals and organic trace compounds.

The results of the various working groups will be jointly evaluated in order to better quantify the sea-air exchange of trace compounds and to improve the knowledge of their formation and distribution in the South and North Atlantic.

## 2. Research programs

### 2.1. Sulfur containing organic compounds accumulated in phytoplankton (UB)

Dimethylsulfoniumpropionate (DMSP) is accumulated in various species of the phytoplankton. It is the precursor of dimethylsulfide (DMS) the most important volatile sulfur compound in the surface waters of the oceans. In addition to data obtained during a cruise in the S- and N-Atlantic in 1987 (ANT V/5) the correlation of species distribution of the phytoplankton and the DMSP-content will be investigated. The chlorophyll content as a basis of phytoplankton concentration and its relation to the DMSP content will be compared with ATP-measurements as an indicator for total biomass.

### 2.2. Sulfur from marine phytoplankton as a geophysiological climate regulator (MPI)

In the recent decade the role of marine phytoplankton as a source of sulfur to the atmosphere has been established through the field work for many groups in and over many oceans of the world. It is generally accepted that DMS is the dominant carrier of gaseous sulfur from the ocean to the atmosphere, with a flux ranging between 20-50 Tg S/yr.

From the field measurements evidence exists on:

#### 1. Marine phytoplankton as the source of dissolved DMS in seawater:

- DMS is produced in seawater by cleavage of dimethylsulfoniumpionate (DMSP), DMSP has been identified in a variety of marine algae and in seawater.
- The distribution of DMS and DMSP in seawater closely resembles the distribution of marine productivity and phytoplankton abundance.

#### 2. The evasion of DMS into the marine atmosphere:

- DMS and its atmospheric products SO<sub>2</sub>, methane sulfonic acid (MSA) and non seasalt-sulfate (NSS) aerosol are present in the marine atmosphere.

- The atmospheric abundance of these sulfur compounds is largely consistent with model predictions, taking into consideration their known sources and sinks.

- The atmospheric abundance of some of these sulfur compounds is positively correlated with dissolved marine DMS or the primary productivity of the underlying waters.

3. Marine DMS as a source of aerosols which are relevant to cloud physical processes in the marine atmosphere:

- e.g. NSS-aerosol and condensation nuclei (CN), both exhibit seasonalities in their abundance in southern hemisphere marine air masses which can largely be explained from seasonalities of the marine DMS emission and atmospheric photochemistry.

- Cloud condensation nuclei (CCN), the abundance, size distribution, and, most likely, composition of which is identical with NSS.

The abundance of CCN in the marine atmosphere controls the reflectivity (albedo) of marine cloud cover and thus the radiation budget and surface temperature of the ocean. As these two parameters may have influence on phytoplankton populations and DMS productivity in the ocean, a geophysiological mechanism for climate regulation may exist.

During leg ANT VII/5, the group from Max-Planck-Institute for chemistry investigates the potential of such a mechanism by simultaneous measurements of marine and atm. DMS, NSS, and CCN. We have recently developed a suitable CCN-instrument, which, for the first time, allows simultaneous in-situ measurements together with the sulfur species.

### 2.3. Measurement of sulfur trace compounds in the marine troposphere (AWI, MPI)

The intention of our proposed measurements of atmospheric traces on the cruise ANT VII/5 of from Cape Town to Bremerhaven is to obtain further contributions for the understanding of the natural sulfur cycle in the marine atmosphere. The importance of reduced sulfur containing species in atmospheric chemistry is due to the various oxidation processes. In our measurements of biological sulfur emission we will concentrate on

the quantitative evaluation of carbonyl sulfide (COS) and carbon disulfide (CS<sub>2</sub>). The concentration distribution of these volatile compounds will be measured by cryogenic enrichment of these trace gases and subsequent gaschromatographic analyses. The air samples will be collected at the upper deck of RV Polarstern and the GC analyses will be carried out immediately after completion of the cryotrapping process. With the envisaged route of ANT VII/5 it becomes possible to study the contribution of sulfur trace compounds over the Atlantic in the southern and the northern hemisphere. The measurements of the regional and daytime variations should give information about possible source- and sink-mechanisms of these compounds. Parallel to the measurements of the volatile species we plan to sample aerosols in order to get information about sulfate concentrations in particulate matter. Ionchromatographic analyses of the aerosol samples will be carried out after return.

#### 2.4. Measurement of gaseous nitric acid with the laser photolysis fragment fluorescence (LPFF)-method

During the Polarstern cruise from Cape Town to Bremerhaven it is planned to measure the concentration of gaseous nitric acid as a function of day-time, geographical position, wind direction and wind velocity. We want to show diurnal variations of the HNO<sub>3</sub> concentration in comparison with measurements over the continent.

The second topic of our measurements is a comparison with those data, we have obtained during our first cruise aboard R.V.Polarstern in Sept. 1988.

Our system is able to measure continuously with a time resolution of 45 to 60 minutes and a detection limit of 25 ppt.

Nitric acid is an important final product of the NO<sub>x</sub>-cycle and its quantitative determination is a necessary supplement of the NO<sub>x</sub> and NO<sub>y</sub> data, respectively.

## 2.5. Heavy metals in zooplankton (AWI)

The plankton plays a dominant role of heavy metal cycling in the sea. Essential as well as non-essential metals are taken up by fauna and flora in the euphotic zone. The chemical species is changed during the uptake from the ionic species to complexes with organic ligands or even to crystalline structures. The metals are transported very quickly and effectively by dying plankton organisms and their excretion products into the depth. In this context the knowledge on the wide-scale horizontal metal distribution in seawater and organisms is of equal importance as the better known vertical distribution.

Similar to the ANT V/5-expedition neuston samples will be taken during ANT VII/5 with the aid of a neuston sledge. Further deep water and plankton will be sampled on selected stations with multi-net and go-flow-sampler. Single plankton individuals will be sorted alive under binoculars, checked for contamination and deep frozen. Following freeze drying and acid digestion analyses will be carried out for Cd, Pb, Zn and Cu in the laboratory.

For the first time a new constructed clean room container and a continually working water pump will be used on ANT VII/5. A teflon tubing leads from a stainless steel snorkel, deployed 3 m below the ship bottom, via a full teflon pump into the clean room zone (class 10) of the container. Water samples will be taken every 2 hours. Lead and cadmium will be analysed directly on board ship with the aid of inverse voltammetry and the rotating electrode. Further a liquid-liquid-extraction and re-extraction will be carried out, followed by AAS analyses in the laboratory. Water samples from the surface layer will also be taken for comparison in all-teflon Mercos-samplers via the bow beam.

Parallel to heavy metal analyses nutrients will be continuously analysed by the working group on nutrients. Both data sets will be later correlated.

## 2.6. Investigations of inorganic and organic trace compounds over the Atlantic Ocean (UR)

During the expedition leg ANT VII/5 the environmentally important heavy metals thallium, copper, cadmium, lead, zinc, nickel, chromium, and iron

as well as organic selenium and iodine species will be analysed in aerosol samples, rain-water and sea-water.

One main topic is the aerosol analysis. In this case the total particulate concentration of heavy metals will be analysed after sampling with filters. Additionally, their distribution in aerosol particles of different sizes will be determined by using a 5-stage impactor system. Sampling will be carried out on the foredeck of "RV POLARSTERN". The chemical sample treatment will be done on board of the ship whereas the mass spectrometric measurements for the analyses with isotope dilution mass spectrometry (IDMS) will be carried out in our home-laboratory at the University of Regensburg.

The total heavy metal determinations in aerosols will be used to complete already existing data of this region. Furthermore, the use of an impactor results in a pattern for the heavy metals on their particle size in the aerosol. This can lead to a more detailed picture about the different sources for the heavy metals in the marine aerosol.

Another important topic of our investigations is the measurement of volatile organic compounds, especially in sea-water. The main emphasis will be given to the determination of biogenically produced organic iodine compounds and possibly also to the corresponding selenium compounds. In order to get informations about the mechanism of formation for these species in the surface sea-water, the biogenic sulphur compound dimethyl sulfide (DMS) is analysed in parallel determinations. On the one hand, the DMS determination will be used as an indicator for regions with a high production of biogenic organic compounds. On the other hand, we hope to get informations about the possible common intermediate compound dimethyl sulfoxonium ion for both substances, methyl halides and DMS. These investigations will be carried out on board of the ship and in our home-laboratory using a photometric and an electron capture detector, respectively.

## 2.7. Continuous determination of nutrients (AWI)

During the cruise from Cape Town to Bremerhaven nutrients will be analysed continuously on large distances for the first time. Nitrate, nitrite, phosphate and silicate are measured with an Autoanalyzer system. Water

from 3 m below the shipbottom is pumped directly into the analytical system.

The measurements will produce a high spatial resolution of nutrient data along the transect. Mixing structures in areas of large gradients will be investigated. The data will be compared with salinity, temperature and optical measurements, obtained by the group of 'optical properties of seawater'. Especially the fluorescence of chlorophyll will be correlated with nutrients, because that concentrations of nutrients are widely dependent on the biological activity in the surface layer.

#### 2.8. Trace organic compounds in water (AWI)

During ANT VII/5 trace organic compounds will be investigated in open ocean waters of the Southern and Northern Atlantic Ocean. Autochthonic and biogenic components from water in temperate and tropical areas will be surveyed and concentrations of allochthonic and man made components in the southern and northern hemisphere compared. Water will be mainly collected from the photic layer; in addition spotwise deep water sampling from ocean basins and rainwater sampling from the oceanic atmosphere will be conducted. Technical procedures will be optimized for improving analysis of trace organic compounds at the boundary layer ocean/atmosphere. Results of the expedition are scheduled to supplement data obtained during an atlantic and a mediterranean profile from 1987.

#### 2.9. Organic micropollutants in organisms (AWI)

Among other pathways, xenobiotic compounds may enter the marine environment via atmospheric transport. After their deposition on the ocean surface they are subsequently distributed between water and solid phases. Since the compounds in this study are highly lipophilic, they are preferably accumulated in the lipids of marine organisms. Neuston organisms are used in this survey, since they inhabit the uppermost surface of the sea, most likely reflecting the contamination of the sea surface. Quantitative analyses of organisms from different latitudes will contribute to an understanding of the global distribution of these compounds documenting the influence of industrialized countries on the state of the marine environment of the South and North Atlantic. In this

study also the bioaccumulation potential of various neuston organisms will be explored in relation to their lipid composition.

#### 2.10. Particle flux to the sea-floor (UB)

The settling of particulate matter out of the euphotic zone regulates the nutrient regeneration and therefore influences the ocean chemistry. The particle flux is the primary nutrient supply for the deep-sea benthos and the supposition for the imprint of environmental signals to the sediment.

The seasonality of the particle flux and therefore indirect seasonal changes of surfacewater-productivity should be determined with time-series sediment traps.

In march 1988 a mooring with a sediment trap and a current meter was placed in the Benguela Current over the Walvis Ridge by RV METEOR. This sediment trap will be recovered during this leg and a new mooring consisting of two sediment traps in different depths and two current meters is planned to be brought out at the same position. The recovering of this new mooring is planned in spring 1990 by RV METEOR.

#### 2.11. Optical properties of sea-water (AWI)

In continuation of measurements performed on the expedition ANT VII/1, some optical properties of sea water in relation to the water masses, particularly in the frontal zones will be investigated. The data sets of temperature, salinity, chlorophyll, Mie-backscattering and Gelbstoff will be used

- to study the effect of accumulation of particles in frontal zones
- to contribute to in-situ verifications of satellite remote sensing
- to make available a data base for the design of a depth profiling LI-DAR-System

The respective sensors will be operated from the ship under way, mounted in a depth of 11 m in the hydrographic well. The sampling rate of one measurement every 10 seconds takes into account the experience of ANT VII/1, where a higher rate caused problems with the synchronisation

of different data sources. The data will be recorded on a streamer tape together with the necessary navigational data of the ship.

During the former cruise we found the optical sensors giving signals near zero in the desert regions of the Atlantic. The measuring ranges are now adapted to these small concentrations of organic matter. On the other hand we expect reasonable signals in the upwelling regions of West Africa.

#### 2.12. Depth adaptation of bacterial populations (AWI)

During earlier investigations in the Weddell Sea a narrow depth adaptation of bacterial water populations was revealed by the different pressure response of the organisms. Comparative studies on the depth adaptation of the bacterial communities of other deep-sea areas of the Atlantic Ocean shall be performed. For this some deep-sea stations in the Cape-, Angola-, Sierra-Leone-, and Cape Verde Basin are planned. From near bottom water and from the bottom sediment barophilic bacteria shall be cultivated and representative strains shall be isolated. The work has to be done by maintaining deep-sea conditions, i.e. low temperature and elevated hydrostatic pressure. It is also intended to sample and cultivate the deep-sea microbes without decompression.

#### 2.13. Adenosine triphosphate in micro- and zooplankton (AWI)

As a central compound of energy metabolism all living cells contain adenosine triphosphate (ATP). Since ATP-levels in a number of organisms are well established, determinations of ATP offer the possibility to measure biomass. After the extraction of ATP from corresponding samples, measurements are performed by using the luciferine-luciferase system. This method will be used for the development of dimethylsulfide from dimethyl-sulfoniumpropionate in connection with the working group on "organosulfur compounds in phytoplankton". Additionally, a survey on the distribution of ATP in zooplankton organisms will be completed.