



Expeditionsprogramm Nr. 68a

FS POLARSTERN

ANT-XXI/1 Bremerhaven – Kapstadt

**Koordinator:
Prof. Dr. Hans-Otto Pörtner**

**Fahrtleiter:
Prof. Dr. Otto Schrems**

Z 432

**68a
2003**

**STIFTUNG ALFRED-WEGENER-INSTITUT
FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
in der Helmholtz-Gemeinschaft**

BREMERHAVEN, OKTOBER 2003

1894

Expeditionsprogramm Nr. 68a

FS POLARSTERN

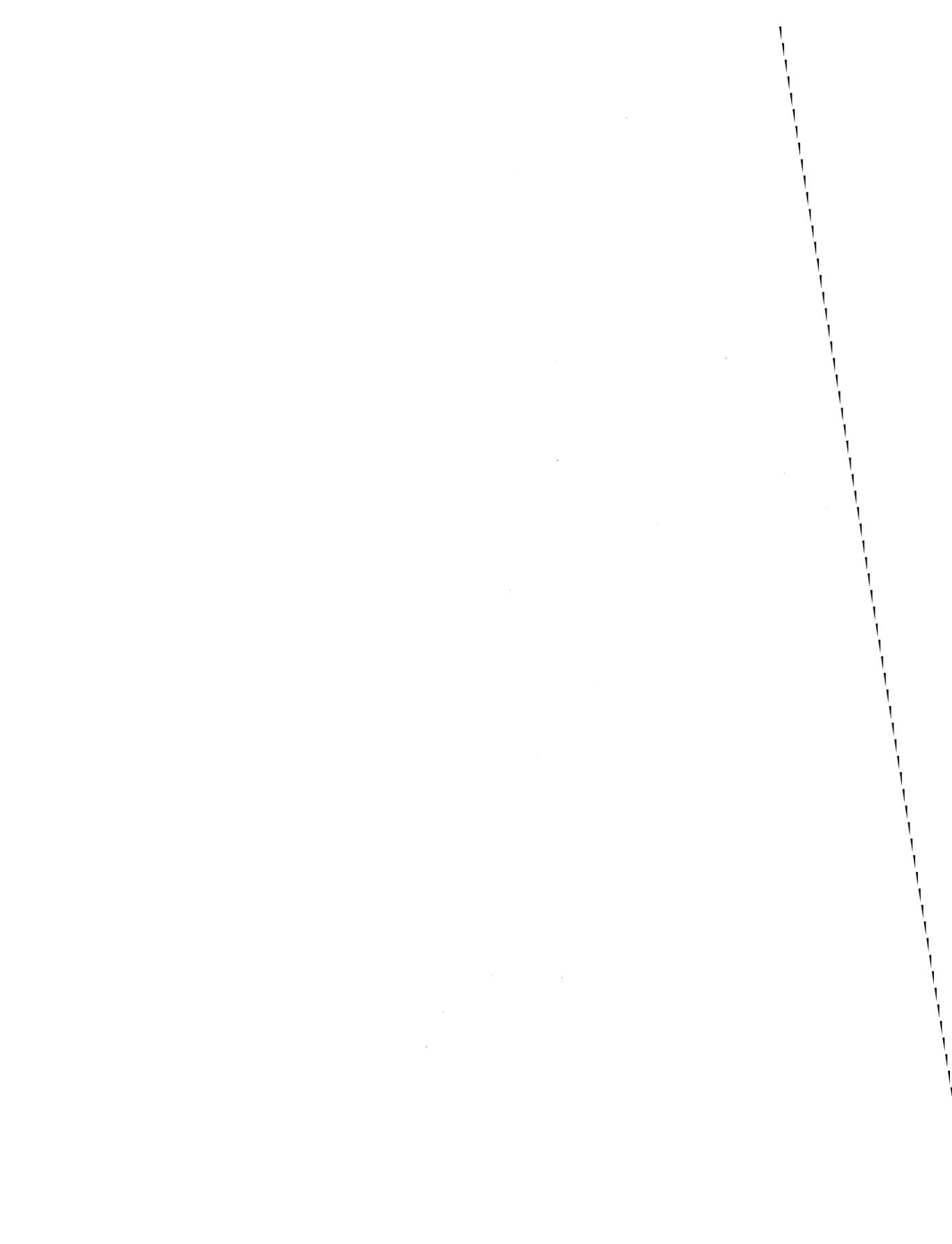
ANT-XXI/1
22.10.2003 – 15.11.2003

Koordinator:
Prof. Dr. Hans-Otto Pörtner

Fahrtleiter:
Prof. Dr. Otto Schrems

**STIFTUNG ALFRED-WEGENER-INSTITUT
FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
in der Helmholtz-Gemeinschaft**

BREMERHAVEN, OKTOBER 2003



Fahrabschnitt ANT XXI/1
Bremerhaven - Kapstadt
(22. 10. – 15.11. 2003)

Zusammenfassung und Fahrtverlauf

Der erste Fahrabschnitt (ANT-XXI/1) der 21. Reise des Forschungsschiffes „Polarstern“ in die Antarktis führt zunächst von Bremerhaven nach Kapstadt. Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten an Bord werden atmosphärenchemische Messprogramme sein. Zusätzlich werden neue Geräte erprobt werden. Die Reise beginnt am 22. Oktober 2003 in Bremerhaven und wird auf kürzestem Weg mit einem kurzen Zwischenstop in Las Palmas direkt nach Kapstadt führen, wo der Fahrabschnitt am 15. November 2003 endet. Für die Erprobung von Geräten sind zwei Tage in der Biskaya vorgesehen.

Auf dem Fahrabschnitt nehmen fast ausschließlich Arbeitsgruppen teil, die atmosphärenchemische Untersuchungen durchführen. Einige der Messprogramme werden Beiträge zur Validierung von Messinstrumenten auf dem ENVISAT-Satelliten liefern. Dieser polar umlaufende Satellit ist mit zahlreichen Messinstrumenten ausgestattet, darunter die Spektrometer „SCIAMACHY“ und „MIPAS“ mit denen eine Vielzahl atmosphärischer Spurenstoffe gemessen werden kann. Auf dem Fahrabschnitt ANT-XXI/1 sollen mit verschiedenen Geräten, u.a. mit einem FTIR-Spektrometer, einem DOAS-Spektrometer und mit Ozonsonden Validierungen der ENVISAT-Messungen durchgeführt werden.

Die Messungen, die auf dem Fahrabschnitt ANT-XXI/1 geplant sind, dienen der Untersuchung chemischer und dynamischer Prozesse in der Atmosphäre und zur Bestimmung der Verteilung zahlreicher atmosphärischer Spurenstoffe in der Süd- und Nordhemisphäre. Mit dem DOAS-Spektrometer kann z.B. die Häufigkeit verschiedener troposphärischer Spurengase wie NO₂, H₂O, HCHO, IO und SO₂ in verschiedenen Höhen ermittelt werden. Außerdem lassen sich die totalen Häufigkeiten sowohl der genannten wie auch weiterer, hauptsächlich stratosphärischer Spurengase in der Atmosphäre bestimmen. Mit dem FTIR-Spektrometer können in Ergänzung hierzu z.B. die vorwiegend in der Stratosphäre vorkommenden Gase O₃, HCl, HNO₃ und NO₂, und die troposphärischen Spurengase CO, C₂H₂, C₂H₆, CH₂O, HCN und OCS gemessen werden. Mit einem mobilen LIDAR-System wird die Verteilung des atmosphärischen Aerosols bis in Höhen von ca. 20 km höhenaufgelöst gemessen. Die vertikale Verteilung von Zirren und Saharastaub wird dabei im Mittelpunkt des Interesses stehen. Mit einem Sonnenphotometer wird zudem die aerosoloptische Dicke der Atmosphäre bestimmt. Ein weiteres wesentliches Ziel der Untersuchungen ist die Erforschung des stratosphärischen Ozonabbaus sowie der daraus resultierenden erhöhten solaren UV-B Strahlung, des Strahlungstransfers in der Atmosphäre und der Auswirkungen auf die Biosphäre. Hierfür werden Messungen mit Ozonsonden, einem UV-Spektralradiometer und einem UV-B Dosimeter durchgeführt.

In weiteren Projekten werden die marinen Quellen für reaktive Organohalogenverbindungen, die in der Atmosphäre nachweisbar sind, ermittelt sowie die Mehrphasenchemie von Halogenverbindungen in der marinen Grenzschicht untersucht.

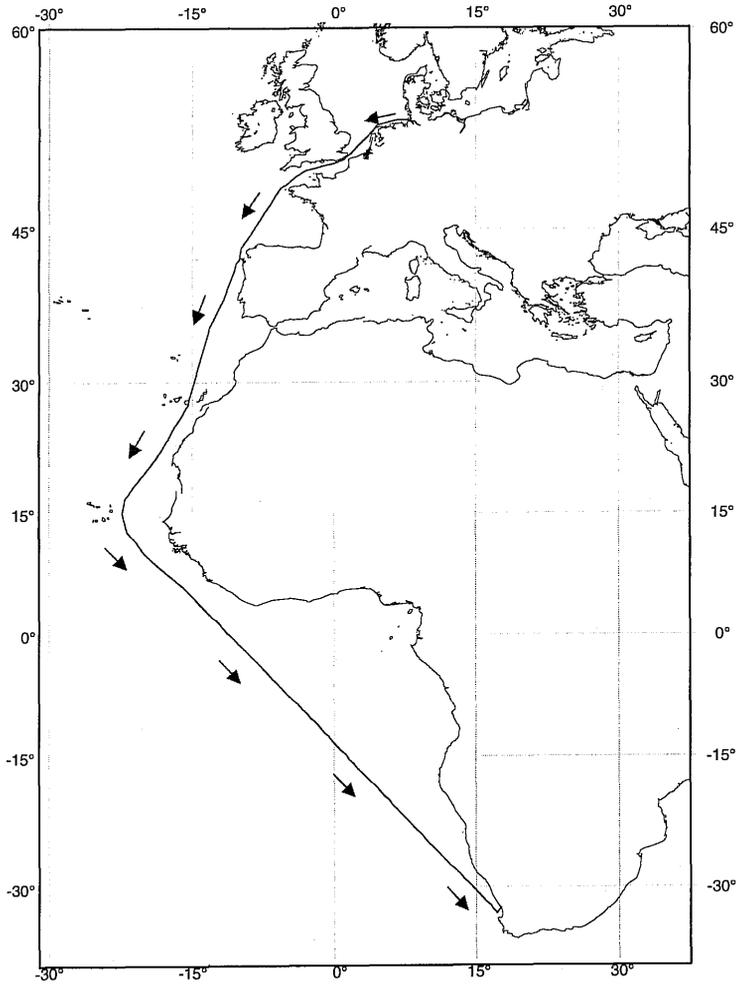


Abb. 1:
RV „Polarstern“ : Ship`s track ANT-XXI/1
from Bremerhaven (Germany), 22 October 2003
to Cape Town (South Africa), 15 November 2003

Messung der Ozonverteilung mit Ozonsonden, der UV-Bestrahlungsstärke, der optischen Dicke sowie UV-B Dosimetrie und Lidarmessungen (AWI)

Die wesentlichen wissenschaftlichen Ziele bei den hier geplanten Untersuchungen sind die Erforschung des stratosphärischen Ozonabbaus sowie der daraus resultierenden erhöhten solaren UV-B Strahlung, des Strahlungstransfers in der Atmosphäre und Auswirkungen auf die Biosphäre. Um aussagekräftige Datensätze zu erhalten sind hier Untersuchungen über längere Zeiträume erforderlich. Die Meridionalschnittfahrten der Polarstern bieten die Chance entsprechende Daten von der Süd- und Nordhemisphäre zu erhalten. Die Ozonsondierungen werden auch zur Validierung der Instrumente auf dem Envisat-Satelliten genutzt.

Es sollen auf diesem Fahrtabschnitt Ozonsonden-Aufstiege durchgeführt werden, die Informationen über die vertikale Verteilung des atmosphärischen Ozons liefern. Es soll eine bereits bestehende Messreihe mit Hilfe von weiteren Ozonsondierungen im Bereich der Süd- und Nordhemisphäre (ca. 30°S bis 50°N) im Hinblick auf die Erkennung von Langzeittrends ergänzt werden. Besondere Aufmerksamkeit wird der Beobachtung von Prozessen im UTLS-Bereich (UT = upper troposphere, LS = lower stratosphere) gewidmet. Die gewonnenen Daten dienen auch zum Vergleich mit Satellitendaten (z.B. TOMS, GOME) sowie Validierung von Instrumenten auf dem ENVISAT-Satelliten. Sowohl die Ozon- als auch die UV-Messungen sind wichtige Eingangsparameter für Modellierungen.

UV-Messungen sollen entlang des meridionalen Schnittes mit dem UV (A+B)-Spektralradiometer des AWI durchgeführt werden. Dieses UV-Spektralradiometer, bei dem die einfallenden Photonen mit einer Multi-Kanal-Platte nachgewiesen werden, ermöglicht im Gegensatz zu scannenden Spektrometern, die simultane Erfassung des gesamten UV-Bereichs von 280 nm bis 400 nm. Damit kann auch das Gesamt Ozon aus dem Verhältnis zweier geeigneter Wellenlängenpaare nach dem Standard-Dobson-Verfahren unabhängig von den Wetterbedingungen bestimmt werden. Desweiteren kann mit Hilfe von Modellrechnungen auf weitere atmosphärisch relevante Spurenstoffe (Aerosol, NO₂, CO₂, etc.) rückgeschlossen werden. Die Modellierung erfolgt auf der Grundlage einer numerischen Lösung der Strahlungstransfergleichung unter geeigneten vereinfachenden Näherungen. Insbesondere sollen die früher beobachteten Anomalien im Bereich der innertropischen Konvergenz-Zone genauer charakterisiert und interpretiert werden.

Ferner soll mit einem Sonnenphotometer die aerosoloptische Dicke (AOD) bestimmt werden, die für die Auswertung der UV-Messungen benötigt wird. Außerdem sollen Messungen der globalen UV-B-Dosis auf dem meridionalen Abschnitt unter Verwendung des elektronischen UV-B-Dosimeters ELUV-14 durchgeführt werden. Zusätzlich soll die erythemgewichtete Tagesdosis unter Verwendung des Biometers, Solar Light 501, bestimmt werden. Die Ermittlung der maximalen Tagesdosis erfolgt in Abhängigkeit von der Sonnenhöhe und Ozonkonzentration. Für die Risikoabschätzung werden diese Vergleichsdaten benötigt. Diese sollen auf meridionalen Fahrtabschnitten der Polarstern zu verschiedenen Jahreszeiten ermittelt werden. Dadurch gewinnt man die maximal zu erwartende Dosis auf Meeresebene und deren Variationen.

Mit dem mobilen Aerosol-Raman-Lidar (MARL) des AWI soll die Verteilung des atmosphärischen Aerosols bis in Höhen von etwa 20 km höhenaufgelöst gemessen werden. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die vertikale Verteilung von Zirren und Saharastaub in der Troposphäre gelegt.

Multiphase Halogen Chemistry in the Atlantic Marine Boundary Layer (UNH, UVA, MPI-M)

Multiphase chemical transformations involving halogenated compounds impact important, interrelated chemical processes in the marine boundary layer (MBL). The phase partitioning of HCl regulates aerosol pH and associated pH-dependent reactions including halogen activation and S(IV) oxidation. Halogen radical chemistry catalytically destroys O₃, oxidizes hydrocarbons, dimethylsulfide, and S(IV), and modifies HO_x cycling. However, spatial and temporal variabilities in most reactant and product species and details concerning the nature of some chemical pathways are poorly characterized. Consequently, the global significance of chemical processes involving tropospheric halogens is very uncertain.

Detectable BrO (indicative of significant halogen radical chemistry) was first measured in the open-ocean MBL north of the Canary Islands during a boreal autumn 2000 cruise of RV Polarstern from Germany to South Africa. The present project is part of a more comprehensive follow-up investigation of chemical processes involving halogens along the same transect. The specific research objectives of this project are:

1. To measure diel variability of major soluble reactant and product species involved in multiphase halogen cycling in the MBL and to measure/calculate related physical parameters and processes along a meridional transect through the North and South Atlantic Oceans.
2. To characterize variability in the pH of near-surface marine aerosols as functions of size, day versus night, latitude, and air-mass history (including transport regime) and associated chemical composition.
3. To collaborate with other participating scientists in assessing details of halogen activation chemistry and related influences on the cycling, lifetimes, and environmental implications of tropospheric O₃ and S(IV).

Size-aggregated aerosols will be sampled with cascade impactors and analysed for major ionic constituents. HCl* (primarily HCl), Cl* (including HOCl and Cl₂), HNO₃, NH₃, SO₂, HCOOH, and CH₃COOH will be sampled with mist chambers. Total volatile inorganic Br will be sampled with filterpacks. Aerosol pH as a function of size will be inferred from the measured phase partitioning of the gases and associated thermodynamic properties. Observations will be applied to test specific hypotheses and will also be interpreted based on photochemical box model calculations.

These results will provide critical and hitherto unavailable constraints on knowledge concerning multiphase halogen cycling and aerosol pH over a broad range of MBL conditions and the related influences on Earth systems including climate. The proposed study will also train graduate students and strengthen partnerships between European and U.S. scientists. The results of this project will be disseminated through scholarly and public presentations, scientific journals, popular articles, and freely accessible data archives.

Erprobung und Abnahme der Nachrüstung des Fächerecholotes ATLAS Hydrosweep DS2 (AWI)

Während der Wertfliegezeit der Polarstern im Herbst 2003 wird das Fächerecholot Hydrosweep DS2 mit folgenden Funktionen nachgerüstet bzw. erweitert:

1. Komponenten zur optimierten Leistungsreduktion der abgestrahlten akustischen Energie des Hydrosweep-Systems (Whale Safe Mode)
2. Erhöhung der Anzahl der Empfangsbeams von 59 „Hardbeams“ auf 240 „Softbeams“ mittels eines High-Definition Beamformers (HDBE)

Die Abnahme und Erprobung findet in der Biskaya, im Bereich des französischen Kontinentalhanges statt (Abb. X). Hier gibt es die Gebiete „Location 2b“ und „Canyon de Noirmoutier“, die schon für die Erstabnahme und die Abnahme der DS2 Erweiterung des Hydrosweep verwendet wurden. Damit stehen hier sehr gute Referenzdaten für die Erprobung und Abnahme zur Verfügung. Außerdem bieten diese Gebiete den erforderlichen großen Wassertiefenbereich von ca. 200 bis 4000 Metern.

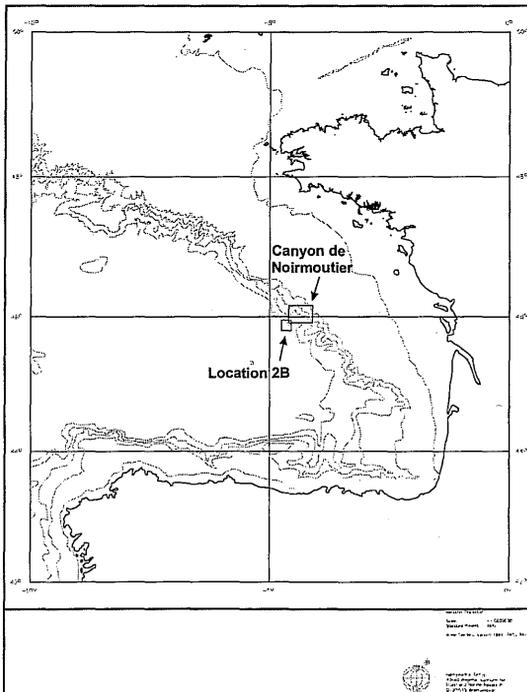


Abb. 2: Gebiet für die Erprobung des Hydrosweep-Systems

Langzeittrends und saisonale Variabilität der ^{13}C -Isotopie des gelösten anorganischen Kohlenstoffes (DIC) im Oberflächenwasser des Nordatlantiks (IfM)

Dieses Projekt soll der Einstieg in ein längerfristiges Beobachtungsprogramm zur ^{13}C -Isotopie des gelösten anorganischen Kohlenstoffes ($\delta^{13}\text{C}$ -DIC) im Oberflächenwasser des Atlantiks sein. Die durchzuführende Beprobung soll zum einen Einblick in die Saisonalität und interannuelle Variabilität des $\delta^{13}\text{C}$ -DIC in unterschiedlichen Regimen (subtropisch-subpolar, oligotroph – mesotroph, thermische vs. biologische Kontrolle des CO_2 -Systems) bieten. Zum anderen sollen Trends im $\delta^{13}\text{C}$ -DIC, die aufgrund des ^{13}C - Suesseffekts auftreten, über einen längeren Zeitraum erfasst werden. Eine ähnliche wissenschaftliche Fragestellung wird bisher im wesentlichen an Zeitserienstationen wie der Bermuda Atlantic Time Series Study (BATS) und der Hawaii Ocean Time Series bearbeitet. Zusätzlich werden „Volunteer Observing Ships“ in Nordpazifik und Nordatlantik für eine regelmäßige Beprobung eingesetzt. Im Rahmen des EU-Projektes CAVASSOO werden vom IfM Kiel bereits regelmäßig $\delta^{13}\text{C}$ -DIC-Daten entlang einer transatlantischen Route im Nordatlantik gewonnen.

Messungen atmosphärischer Spurengase zur Validation des SCIAMACHY Instruments auf dem ENVISAT-Satelliten (AWI-P, IUPB, AWI)

Im März des vergangenen Jahres wurde der europäische Umweltsatellit Envisat gestartet. Es handelt sich dabei um einen polar umlaufenden Satelliten, der die Erde in einer Höhe von 800 km mit einer Umlaufzeit von ca. 100 min umkreist. An Bord des Satelliten befinden sich zehn verschiedene Experimente, unter ihnen das Absorptionsspektrometer Sciamachy, mit dem 16 verschiedene atmosphärische Spurengase untersucht werden.

Im vorliegenden Projekt sollen, wie auch bereits bei den Expeditionen ANT XX/1+3, zur Validierung von Sciamachy an Bord der Polarstern Messungen mit einem FTIR Spektrometer durchgeführt werden. Mit diesem Gerät werden hochaufgelöste Spektren der Infrarotabstrahlung der Sonne aufgenommen. Aus den darin vorhandenen Absorptionslinien können die Säulendichten atmosphärischer Spurengase bestimmt werden. Gemessen werden können z.B. die vorwiegend in der Stratosphäre vorkommenden Gase Ozon, HCl, HNO_3 und NO_2 , und die troposphärischen Spurengase CO , C_2H_2 , C_2H_6 , CH_2O , HCN und OCS. Ein Teil dieser Spurengase kann auch von Sciamachy detektiert werden, so dass die FTIR-Messungen zur Validation des Satelliteninstrumentes verwendet werden können. Sehr vorteilhaft ist dabei die Tatsache, dass das FTIR-Spektrometer auf einer mobilen Meßplattform eingesetzt wird, so dass der Vergleich mit den Satellitenmessungen bei unterschiedlichen geographischen Breiten vorgenommen werden kann.

Die FTIR-Messungen sind jedoch nicht nur für die Validierung von Interesse, sondern bilden die Basis für die weitere Untersuchung chemischer und dynamischer Prozesse in der Atmosphäre. Mit den Ergebnissen früherer FTIR-Messungen auf der Polarstern im Oktober 1996 und Dezember 1999 konnte beispielsweise gezeigt werden, dass die Biomassenverbrennung in den Tropen einen starken Einfluss auf die Zusammensetzung der oberen tropischen Troposphäre hat. Diese stellt das Reservoir für den Eintrag von Spurengasen in die Stratosphäre dar und ist damit von

globaler Bedeutung. Das Ausmaß der tropischen Biomassenverbrennung ist einerseits jahreszeitabhängig und zeigt andererseits aber auch eine starke interannuale Variabilität (beispielsweise in Abhängig von El Niño) sowie eine langfristige Zunahme. Die neuen Messungen sollen Aufschluss darüber geben, wie sich dies auf die freie Troposphäre auswirkt.

Marine sources of reactive organo-iodines and bromines (CHYORK, UMIST)

This project aims to investigate the sources of reactive halogen radicals including IO and BrO. Air monitoring and occasional seawater sampling of halocarbons will be carried out using an automated GC-MS system. CO will also be measured continuously with an Aerolaser instrument, and take bottle samples for post analysis of non-methane hydrocarbons. Fine and coarse mode aerosol size distributions will be measured as well.

The specific objectives of this project are:

- Provide wider data coverage of a range of organo-halogens in air, including $C_nH_{2n+1}I$ ($n= 1-3$), CH_2XY and $CHXYZ$ ($X, Y, Z = I, Br, Cl$).
- Establish sea-air fluxes of these compounds by making discrete seawater measurements in selected locations.
- Assess the relative importance of open ocean production and coastal production of organo-halogens.
- Evaluate the importance of organic bromine to tropospheric BrO formation.

The objectives will improve the current understanding of sources of reactive halogen species (RHS) and is of indirect benefit to the validation of the Sciamachy instrument on Envisat.

Gehalte und Muster der organischen Nitrate in der Grundschicht (MBL) und dem Oberflächenwasser des Nord- und Südatlantiks (UU)

Neben der Charakterisierung der Unterschiede beider Hemisphären in Gehalten und Mustern der organischen Nitrate ist die Suche nach Umweltparametern, die Quellen und Senken nachgewiesener organischer Spurenstoffe erklären helfen, ein besonderes Ziel dieser Untersuchungen. Besondere Bedeutung bekommt in diesem Zusammenhang der Austausch zwischen Atmosphäre und Meeresoberfläche.

Ein weiterer Schwerpunkt dieses Projektes liegt auf der Untersuchung der atmosphärischen Tag- und Nachtchemie der organischen Nitrate unter marinen Bedingungen, die anhand der Gehalte und Muster an Mono-, Hydroxy- und Dialkylnitrat verfolgt werden soll. Die Ergebnisse der Probenahmen werden mit den Daten vorangegangener Expeditionen verglichen. Die Resultate dieser Untersuchungen sollen zu einem besseren Verständnis der grundlegenden

chemischen Prozesse der nächtlichen Atmosphäre beitragen, Zusammenhänge aufdecken und kinetische Betrachtungen ermöglichen.

Die Luftprobennahme erfolgt adsorptiv durch Low-Volume-Sampler. Das Sammeln von leichtflüchtigen Substanzen in niedervolumigen Luftproben (2- 100 Liter) und Kohlenstoffmolekularsieben (Carbotrap, Carboxen) verfolgt dabei mehrere Ziele. Einerseits sollen in der Auswertung die charakteristischen regionalen Muster und Verhältnisse herausgearbeitet werden und andererseits werden aus dem Vergleich mit den Ergebnissen früherer Fahrten zusätzliche Informationen über jahreszeitliche Schwankungen der Gehalte erwartet. Die Wasserprobennahme, bei der bis zu 200 Liter Wasser gesammelt werden sollen, erfolgt über ein Kartuschen-System mit aktivem Transport des Wassers, welches das bordeigene Pumpsystem anliefert.

MAX-DOAS-Messungen atmosphärischer Spurengase zur Validierung des SCIAMACHY-Instrumentes auf dem ENVISAT-Satellit (IUPH)

Ein wichtiger Aspekt der Umweltforschung ist die Bestimmung von Spurengasen und deren Konzentrationsverteilung in der Atmosphäre. Eine inzwischen bewährte Methode dafür ist die „Differentielle Optische Absorptions-Spektroskopie“ (DOAS), die Spurengase durch ihre Absorption in verschiedenen Wellenlängenbereichen des Sonnenspektrums identifiziert. Dazu wird Sonnenlicht beobachtet, das in der Atmosphäre an Molekülen gestreut wurde. Das Licht wird in einem Spektrographen zerlegt und die so erhaltenen Spektren von CCD-Einheiten aufgenommen. Damit kann die Häufigkeit verschiedener troposphärischer Spurengase, wie z. B. NO_2 , H_2O , HCHO , IO und SO_2 in verschiedenen Höhen ermittelt werden. Außerdem lassen sich die totalen Häufigkeiten sowohl dieser, wie auch anderer, hauptsächlich stratosphärischer Spurengase, wie z.B. O_3 , NO_2 , BrO , H_2O , HCHO , O_4 und IO in der Atmosphäre über dem Beobachtungsort angeben.

Da einige Spurengase wie etwa BrO , SO_2 , HCHO , nur im ultravioletten, andere wie H_2O , IO nur im sichtbaren sowie weitere wie O_3 , NO_2 , OCIO , O_4 in beiden Spektralbereichen absorbieren und da gleichzeitig unterschiedlich hohe Auflösungen im UV (0,5 nm) sowie Vis (1 nm) für gute Ergebnisse der DOAS-Methode entscheidend sind, müssen zwei getrennte Instrumente eingesetzt werden. Das eine deckt den UV-Bereich (300-400 nm) ab, das andere den Vis-Bereich (400-700) nm.

Die UV-Apparatur besteht aus drei zwischen 0° und 90° zum Zenit frei beweglichen Teleskopen. Dies ermöglicht die Aufnahme von Licht aus drei unterschiedlichen Sichtrichtungen (90° , 50° , 20° oder 15° , 10° , 5°) gleichzeitig. Das beobachtete Licht wird von je 7 Quarzglasfasern pro Teleskop zum Spektrographen geführt, wo die 7 Fasern gleich dessen Eintrittsspalt von etwa $1200 \times 170 \mu\text{m}$ bilden. Die drei entstehenden Spektren werden auf verschiedene Bereiche eines zweidimensionalen CCD-Detektors abgebildet. Die Vis-Apparatur verfügt nur über ein baugleiches Schwenkteleskop, dessen Licht wiederum durch Lichtleiter zu einem Spektrographen und einer CCD-Detektorzeile geführt wird.

Wegen des verbesserten Experimentaufbaus werden die schiffsgestützten DOAS-Messungen einen hochwertigen Satz an Daten über einen großen Breitengradbereich liefern. Daher sind die Messungen in Gebieten wie die Tropen, wo bisher nur wenige Daten vorliegen, besonders wichtig. Die gewonnenen Daten sollen auch zur

Validierung des Sciamachy-Instruments auf dem europäischen Envisat-Satelliten dienen. Dieses Instrument setzt die Messungen von GOME auf dem ERS-2-Satelliten fort und wird Profile von wichtigen Spurengasen wie O_3 , NO_2 , BrO, OCIO sowie HCHO im UV/Vis liefern. Der Wert der lange erwarteten Satellitendaten und damit der Erfolg des Satelliteninstrumentes wird stark von deren in Kontrollmessungen bestimmten Genauigkeit abhängen.

Beteiligte Institute/Participating Institutes ANT-XXI/1

Acronym	Adresse	Teilnehmerzahl
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße 27568 Bremerhaven	7
AWI-P	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Forschungsstelle Potsdam 14401 Potsdam	2
CHYORK	University of York Department of Chemistry York, YO10 5DD UK	2
DWD	Deutscher Wetterdienst Geschäftsfeld Seeschifffahrt Jenfelder Allee 70 A 22043 Hamburg	1
FIELAX	FIELAX Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Schifferstrasse 10-14 27568 Bremerhaven	2
IfM	Institut für Meereskunde Universität Kiel Düsternbrooker Weg 20 24105 Kiel	1
Impres	Impres GmbH Varreler Landstrasse 9 28259 Bremen	1
isitec	ISITEC GmbH Stresemannstr. 46 27570 Bremerhaven	1
IUPB	Universität Bremen Institut für Umweltphysik Otto-Hahn-Allee 1 28359 Bremen	1

IUPH	Universität Heidelberg Institut für Umweltphysik Im Neuenheimer Feld 69120 Heidelberg	1
MPI-M	Max-Planck-Institut für Chemie Postfach 3060 55020 Mainz	2
U Bremen	Universität Bremen FB 5 Geowissenschaften Klagenfurter Str, 28334 Bremen	1
UMIST	University of Manchester Institute of Science and Technology PO Box 88 Manchester M60 1Q UK	1
UNH	University of New Hampshire Institute for the Study of Earth, Oceans, and Space 39 College Road Durham, NH 03824-3525 USA	2
UU	Universität Ulm Abt. Analytische Chemie u. Umweltchemie Albert-Einstein-Allee 11 89081 Ulm	1
UVA	University of Virginia Department of Environmental Science Charlottesville, VA 22904 USA	3

Wissenschaftliches Personal / Scientific crew ANT-XXI/1

Name		Institut
Bayer	Uli	FIELAX
Beninga	Ingo	Impres/AWI
Beyer	Andreas	AWI
Buldt	Klaus	DWD
El Naggar	Saad	AWI
Gebhardt	Sarah	IfM
Gerriets	Andreas	UB
Grünert	Anke	UU
Hopkins	James	CHYORK
Ibrahim Ahmed	Ossama	IUPH
Immler	Franz	AWI
Kahrs	Thomas	FIELAX
Kaiser	David	AWI
Keene	William	UVA
Kerkweg	Astrid	MPI-M
Kuhn	Gerhard	AWI
Lilienthal	Heiko	isitec/AWI
Maben	John	UVA
Niederjasper	Fred	AWI
O'Halloran	Thomas	UVA
Palmer	Carl	CHYORK
Pszenny	Alexander	UNH
Sander	Rolf	MPI-M
Schrems	Otto	AWI
Schulz	Astrid	AWI-P
Tegtmeier	Susann	AWI-P
Wall	Andrew	UNH
Warneke	Thorsten	IUPB
Williams	Paul Ivor	UMIST

Schiffspersonal / Ship's crew ANT-XXI/1

Name		Rank
Domke	Udo	Master
Grundmann	Uwe	1.Offc.
Pluder	Andreas	Ch. Eng.
Spielke	Steffen	2.Offc.
Peine	Lutz	2.Offc.
Pohl	Claus	Doctor
Koch	Georg	R.Offc.
Delff	Wolfgang	1.Eng.
Ziemann	Olaf	2.Eng.
NN		3.Eng.
Muhle	Heiko	Electr.
Gerchow	Peter	FielaxElo
Muhle	Helmut	FielaxElo
Piskorzynski	Andreas	FielaxElo
Loidl	Reiner	Boatsw.
Reise	Lutz	Carpenter
Gil Iglesias	Luis	A.B.
Pousada Martinez	S.	A.B.
Winkler	Michael	A.B.
Hagemann	Manfred	A.B.
Schmidt	Uwe	A.B.
Bastigkeit	Kai	A.B.
NN		A.B.
Bäcker	Andreas	A.B.
Preußner	Jörg	Storek.
Ipsen	Michael	Mot-man
Voy	Bernd	Mot-man
Elsner	Klaus	Mot-man
Hartmann	Ernst-Uwe	Mot-man
Grafe	Jens	Mot-man
Haubold	Wolfgang	Cook
Völske	Thomas	Cooksmate
Silinski	Frank	Cooksmate
Jürgens	Monika	1.Stwdess
Wöckener	Martina	Stwdss/KS
Czyborra	Bärbel	2.Stwdess
Silinski	Carmen	2.Stwdess
Gaude	Hans-Jürgen	2.Steward
Möller	Wolfgang	2.Steward
Huang	Wu-Mei	2.Steward
Yu Kwok	Yuen	Laundrym

