



Expeditionsprogramm Nr. 69

FS POLARSTERN

**ANT XXI/3 + 4 + 5
2004**

**Fahrtleiter / Chief Scientist:
ANT XXI/3: Prof. V. Smetacek
ANT XXI/4: Prof. U. Bathmann
ANT XXI/5: Dr. E. Helmke**

Koordinator: Prof. Dr. Hans Pörtner

**STIFTUNG ALFRED-WEGENER-INSTITUT
FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG**

BREMERHAVEN, JANUAR 2004

Expeditionsprogramm Nr. 69

FS "POLARSTERN"
ANTARKTIS XXI/3+4+5
2004

Fahrtleiter / Chief Scientist:

ANT XXI/3 - Prof. V. Smetacek

ANT XXI/4 - Prof. U. Bathmann

ANT XXI/5 - Dr. E. Helmke

Koordinator: Prof. Dr. Hans Pörtner

ALFRED-WEGENER-INSTITUT
FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
BREMERHAVEN

Januar 2004

RV POLARSTERN LEG ANT/XXI-3

Kapstadt - Kapstadt

21 January to 25 March, 2004

Chief Scientist: Prof. V. Smetacek

Inhaltsangabe/ Table of Content

1	Introduction	3
2	Wetter	5
3	Physical Conditions of Primary Production and Biogeochemical Fluxes during the Iron Fertilization Experiment EIFEX	6
4	Fe, solubility, regeneration, colloidal, TEP-Fe, Fe, Cd, Co, Zn spec	7
5	CO ₂ -system measurements during EIFEX	8
6	Nutrients incl. Ammonia	8
7	²³⁴ Thorium as an indicator of carbon export - natural radionuclides as tracers	9
8	POC, PON, ¹³ C, ¹⁵ N, DOC, DON, DOP size fract. Chl. a, carboh., part. size spect. LIDAR, FRRF	10
9	Phytoplankton Photophysiology & BioOptics	10
10	Response of different components of the pelagic ecosystem to a long lasting iron fertilization experiment in the Southern Ocean	11
11	Phytoplankton Zusammensetzung und Wachstum	12
12	HPLC photopigments, size-fractionated PP	13
13	Bacterial abundance, Fe requirement, Fe-DOC, flow cytometry, PAM, DNA-cell cycle, viruses	15
	13.1 Growth and mortality aspects of the small phytoplankton component in the Southern Ocean	17
14	Microzooplankton grazing measured by serial dilution experiments	18
15	Mesozooplankton	19
16	Vertikaler Partikelfluss und Projekt NTTA (New Trap Technology Array	20
17	Dimethyl Sulphoniopropionate (DMSP), Dimethyl Sulphoxide (DMSO) and Dimethyl Sulphide (DMS)	21
18	Participants / Fahrtteilnehmer ANT XXI/3	22
19	Participating Institutes/beteiligte Institute	23
20	Ship's Crew / Schiffsbesatzung ANT XXI/3	25

FAHRTABSCHNITT ANT XXI/3 KAPSTADT – KAPSTADT (21.01.04 - 25.03.04)

1. INTRODUCTION

V. Smetacek (AWI)

Rationale

To date seven iron fertilization experiments have been carried out in 3 regions of the open ocean – the Equatorial and Subarctic Pacific and the Southern Ocean. In all experiments iron addition led to significant enhancement of phytoplankton growth rates that resulted in development of phytoplankton blooms accompanied by decrease in the ambient CO₂ concentrations. The results of these experiments provide robust proof that phytoplankton growth rates and build-up of biomass in these ocean regions are limited by iron availability. It follows that the annually recurrent phytoplankton blooms in the land-remote North Atlantic are due to iron input transported there by dust. A significant portion of bloom biomass settles out of the surface layer following nitrate exhaustion and has been observed to gather in fluffy layers on the ocean floor. This vertical carbon flux in the North Atlantic is a significant global carbon sink, implying that iron input stimulates the biological carbon pump. The ecological processes underlying biogeochemical fluxes are poorly understood. Iron fertilization experiments provide a powerful tool to study the links between ecology and biogeochemistry and to acquire insight into fundamental processes. They also have an important applied component in the context of mitigation measures counteracting global warming.

Most experiments conducted to date, including EisenEx (ANT XVIII/2) did not last long enough to follow the fate of the bloom biomass. The aim of FS Polarstern cruise ANT XXI/3 (European Iron Fertilization Experiment EIFEX) is to fertilise the centre of a clockwise eddy in the Antarctic Zone south of the Polar Front at about 52°S; 20°E and follow ecological and biogeochemical processes in it simultaneously. Our expectation of the ecological situation awaiting us in our study site is based on a Polarstern cruise (ANT XIII/2) carried out during austral summer 1995/96 across the Polar Front (Deep Sea-Research II 49 2002). Whereas silicic acid was depleted north of the Front, concentrations were high south of it. The highest phytoplankton biomass was present along the Front and lowest was in the silica-rich water south of it. The situation we encountered in early January remained stable for several weeks. It was clear that biomass build-up was limited by iron. Three very different diatom genera of spiny morphology dominated high biomass along the Front. Copepod stocks in the region were remarkably high so grazing pressure on the phytoplankton must have been intense. Apparently the spiny, thick-walled diatoms had accumulated as a result of better defences against grazing implying that less protected species had a higher turnover. We expect that the biomass of phytoplankton will increase following fertilization accompanied by removal of CO₂ and stimulation of bacteria and also protozoo- and metazooplankton populations. Most of the biomass increase will be due to large, fast-growing diatom species. The biomass build up of dominant species is expected to be due to their sustained enhancement of growth rates relative to mortality rates. The role of grazing pressure on bloom development will be given particular attention. We will follow the ecological and biogeochemical processes simultaneously from the start, through the peak and into the decline phase of the bloom.

Cruise plan

After steaming to a promising site south of the Polar Front (located at about 50°S), selected on the basis of satellite altimeter images, several days will be required to map a suitable eddy and establish its centre based on ADCP and Scanfish measurements. A patch of surface water

of 150 - 200 km² will be fertilised in the centre of the eddy with iron sulphate solution and the resultant processes followed within it and compared with those occurring outside the patch. EIFEX will fertilise an area about double that of EisenEx. This will reduce the dilution effect due to admixed water from outside the patch. Iron fertilization of the patch centre will be carried out 2 to 3 times during the first half of the cruise depending on bloom development. The areal extent of the patch will be monitored on the basis of chlorophyll concentrations by means of a LIDAR system mounted on a helicopter whenever conditions permit. Helicopter mapping will be undertaken in the early morning hours as far as possible because the fluorescence response of phytoplankton chlorophyll declines with increasing daylight. On several occasions during the cruise, the patch and the unfertilised water surrounding it will be surveyed with Scanfish and zooplankton acoustics to estimate the areal patterns of phytoplankton and zooplankton stocks respectively. The areal mapping will be followed by grids of Medium and Short Stations (see below) to calibrate the Scanfish measurements and assess small-scale heterogeneity in nutrients, suspended particulates and species composition of plankton. Research accent will be focussed on Long Stations, which will be carried out in the zone of highest biomass in the centre of the patch, marked with a drifting buoy, to minimise the dilution effect. These central stations will take about 8 hrs to conduct. Reproducibility of the various casts will be ensured by keeping the ship close to the drifting buoy. Long stations will also be carried out outside the patch.

Three types of stations will be carried out:

Long station: 3 – 4 CTD casts (when experimental water is needed) with Go-Flo bottles (mounted on Kevlar wire) and Multinet as well as Bongo and RMT nets, the latter preferably at night. Other equipment such as the turbulence sonde will also be deployed.

Medium station: 2 – 3 CTD casts with Go-Flo + Multinet.

Short station: 1 CTD dip.

After identification of the patch to be fertilised, 1 Long Station will be carried out in its middle followed by deployment of an Argos/Radio buoy. Fertilization will be carried out in a spiralling Lagrangian mode. The exact cruise track will be determined according to the current field recorded by the ships ADCP. During fertilization surface water will be monitored to determine the areal zero value of dissolved iron.

After fertilization is completed a Long Station will be occupied upstream of the patch as zero control of outside water, followed by the next Long Station carried out in the centre of the patch next to the Argos/Radio buoy. Steaming time between the control station and the patch will be about 2 hours in the beginning of the experiment but will take longer as the patch distorts and disperses.

It is difficult to predict how the experiment will develop as this will depend on behaviour of the patch. We should expect rough weather about every 5 days with relatively calm spells in-between, although we have experienced longer periods of favourable weather during January (ANT XIII/2) in the vicinity of the APF.

2. WETTER

J. Lentes, K. Buldt (DWD)

BORDWETTERWARTE

Operationelles Programm

Die Bordwetterwarte ist mit einem Meteorologen und einem Wetterfunktechniker des Deutschen Wetterdienstes besetzt.

Aufgaben:

1. Beratungen

Meteorologische Beratung von Fahrt- und Schiffsleitung, der vom Schiff aus operierenden Hubschrauberpiloten sowie der wissenschaftlichen Gruppen und Fahrtteilnehmer. Auf Anforderung auch Berichte für andere Fahrzeuge, insbesondere im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit.

Von Anfang November 2003 bis Mitte Februar 2004 ist auch die Georg von Neumayer-Station mit einem Meteorologen des Deutschen Wetterdienstes besetzt.

2. Meteorologische Beobachtungen und Messungen

Kontinuierliche Aufzeichnung meteorologischer Daten mit täglich sechs bis acht umfangreichen Wetterbeobachtungen zu den synoptischen Terminen und deren Weitergabe im WMO-Code (World Meteorological Organization) in das internationale Datennetz GTS (Global Telecommunication System) der WMO.

Weitgehend automatische Durchführung von Radiosondenaufstiegen zur Bestimmung der vertikalen Profile von Temperatur, Feuchte und Wind bis zu etwa 32 km Höhe. Die ausgewerteten Daten werden in WMO-Code umgesetzt und über Satellit in das GTS eingesteuert. Archivierung der Beobachtungsdaten.

Aufnahme, Auswertung und Archivierung von Bildern meteorologischer Satelliten.

2. WEATHER

J. Lentes, K. Buldt (DWD)

Ship's Meteorological Station

Operational Programme: The ships meteorological station is staffed with a meteorologist and a meteorological radiooperator of the Deutscher Wetterdienst (DWD).

Duties

1. Weather consultation

Issuing daily weather forecasts for scientific and nautical management, helicopter pilots operating from the ship, and for scientific groups. On request weather forecasts to other research vehicles, especially in the frame of international co-operation.

From the beginning of November 2003 until middle of February 2004 the Georg von Neumayer-Station will also be staffed with a meteorologist of DWD.

2. Meteorological observations and measurements

Continuous recording of meteorological measurements including six to eight extensive synoptic weather observations daily. Coding and feeding these into the GTS (Global Telecommunication System) of the WMO (World Meteorological Organisation) via satellite or radio. Archiving of the measured and observed data.

Largely automated radiosonde soundings of the atmosphere up to about 32 km height. The processed and coded data are inserted onto the GTS of the WMO via satellite.

Recording, processing, and storing of pictures from meteorological satellites.

3. PHYSICAL CONDITIONS OF PRIMARY PRODUCTION AND BIOGEOCHEMICAL FLUXES DURING THE IRON FERTILIZATION EXPERIMENT EIFEX

V. Strass & B. Cisewski (AWI), S. Gonzalez (NIOZ), H. Leach (UNI-L), H. Prandke (ISW), K.-D. Loquay & H. Rohr (Optim.)

The only direct method to test the iron hypothesis about the impact of the marine biological pump on atmospheric CO₂-concentrations (see Introduction by the chief scientist, V. Smetacek) is to conduct fertilization experiments in the ocean itself. Such experiments rely on a backbone of physical-oceanographic measurements, which to provide is our overarching goal. Oceanographic measurements are needed for identifying a suitable experimental site, for describing the physical environment of the phytoplankton and the zooplankton that grazes on the phytoplankton, and for better understanding the processes involved in the exchange of matter and momentum between the sea surface mixed layer and the deeper ocean.

In detail, our work will be aimed at four objectives:

Identification of a suitable experimental site: Essential for the overall success of the experiment is to monitor the effect of the added iron for as long as possible. Therefore, the experiment shall be started in a coherent hydrographic structure, which makes too rapid dispersal of the fertiliser unlikely. This requirement appears to be in conflict with our cruise plan to conduct the experiment in the centre of the Antarctic Circumpolar Current (ACC) close to one of its major fronts, which are characterised by vigorous horizontal shears. With the preceding experiment, EisenEx (Polarstern cruise ANT-XVIII/2), however was demonstrated that it is possible to track a fertilised patch of water over weeks even during stormy weather if a stable mesoscale eddy is chosen as the experimental site. A similar hydrographic structure will be selected also for EIFEX. Searching for eddy-like structures begins in advance of the cruise on basis of sea surface height variability maps derived from satellite altimetry. That *a priori* information needs verification by *in situ* measurements, which will be made during the first part of the cruise by employing an instrument package that combines the vessel-mounted acoustic Doppler current profiler (VM-ADCP) and the towed undulating Scanfish. Data gathered with this instrument package will provide additional information, for instance about mixed layer depths, which is needed for deciding about the surveyed eddy's suitability as the experimental site. Other suitability criteria are the nutrient concentrations and the species assemblages of the phytoplankton and zooplankton, for which however the biological and chemical disciplines on board will provide the necessary information.

1. Monitoring the displacement and spreading of the fertilised volume of water under the action of advection and diffusion: The motion of the patch centre will be followed by a surface buoy drogued at mid depth of the mixed layer and tracked by radio and ARGOS satellite telemetry transmitting its GPS position. The buoy will be deployed right at the start of the experiment and then be used for the relative navigation of the ship during iron injection along a spiral-like path that winds around the buoy. The buoy will also serve as the carrier of scientific instruments as there are a self-contained ADCP, a CO₂-recorder and two sediment traps. The horizontal spreading of the patch as revealed by the developing phytoplankton bloom will be mapped by a chlorophyll-sensitive LIDAR flown on heli copter. Vital for monitoring the motion and spreading of the patch however is to repeatedly survey the eddy's velocity and density field by use of the VM-ADCP and Scanfish in combination. Only by repeated and regular surveying can be revealed, for instance, if part of the stimulated bloom is detrained from the eddy's interior through

- lateral shear or is subducted. Such regular surveys also serve to meet our next objective, namely
2. Describing the physical environmental conditions of phytoplankter and zooplankter during the experiment: Among the variables describing the physical conditions are the three-dimensional velocity field and its temporal variations, which will be measured with the vessel-mounted and drift-buoy attached ADCPs as well as by the buoy drift itself, and the variables of state, temperature, salinity and density, which will be measured by CTDs contained either in the Scanfish or lowered over the side of the ship. Profiles of the variables of state will *inter alia* be used for calculating the vertical stratification. The ship's CTD will also support auxiliary instruments as a fluorometer for measuring the chlorophyll concentration and a transmissiometer for measuring light transmissivity. The ship's CTD will be integrated with a rosette frame holding 23 12l-bottles, helping to supply various scientific disciplines with seawater samples from selected depths. We will also record microstructure and turbulence profiles by use of a free-falling probe, MSS. The MSS profiles will not only allow for discriminating between fossil mixed layers and actively mixing layers, but also for estimating vertical diffusivity.
 3. Besides, we are planning to monitor the fate of the bloom beyond the end of the cruise. For that purpose we will deploy 5 floats that drift freely at depth and record vertical profiles of the variables of state and of different optical parameters as well as the oxygen concentration at regular intervals and transmit their data using ARGOS telemetry.

4. FE, SOLUBILITY, REGENERATION, COLLOIDAL, TEP-FE, FE, CD, CO, ZN SPEC

P. Croot, K. Bluhm, E. Breitbarth, (IfM-K), M. Öztürk (NTNU)

Iron recycling in an iron induced bloom

The IfM-Kiel trace metal group seeks to answer several key questions involving the biogeochemical cycling of iron during this experiment. In particular we are interested in the cycling of iron within the surface water and between trophic levels, which this type of experiment allows us to do in a most unique way. Our main interest in this experiment will be the ultimate fate of the bloom and the how long elevated iron concentrations can be maintained in the water column. We are keenly interested in the role of grazing on the regeneration of these metals within the surface waters. A more detailed description of the various scientific questions we wish to tackle can be found below.

Fe(II): Recent studies have shown the importance of Fe(II) in cold waters in maintaining high concentrations of dissolved iron (Croot et al., 2001; Croot and Laan, 2001; Croot and Laan, 2002). It is also a useful way to follow the released iron as the signal from the added Fe(II) can last for several hours and the surface waters can be sampled rapidly (90s or less) (Croot and Laan, 2002).

Colloidal iron: The Fe(II) is oxidised with time to Fe(III) which rapidly forms colloidal particles, this colloidal iron is not as bioavailable to phytoplankton as that in the dissolved phase (Kuma and Matsunaga, 1995; Nishioka and Takeda, 2000), but can be accessed by mixotrophic species (Nodwell and Price, 2001). The colloidal iron pool may be very important for maintaining a steady flux of iron to the dissolved phase as it is also can be converted to the dissolved phase by grazing (Barbeau and Moffett, 2000). Measurement of colloidal iron is performed by ultrafiltration and would be performed routinely on both underway and hydrocast samples.

Iron speciation: In seawater the speciation of iron is dominated by organic complexation (Rue and Bruland, 1995; van den Berg, 1995). In previous iron fertilization experiments there have been dramatic changes in the concentration of these iron binding ligands but the responses have been at different stages of the iron induced bloom (Croot et al., 2001; Rue and Bruland, 1997). In SOIREE the increase in iron complexing ligands did not occur until 8-10 days after the first iron infusion and it is suggested that the main source was bacterial production. For EIFEX we propose to measure the speciation of iron throughout the course of the experiment and work in concert with those making biological measurements to try and pinpoint which species and why these iron ligands are being produced.

Iron solubility: Iron is poorly soluble in seawater and this is the main reason why its concentration is so low in seawater. During EIFEX we propose to measure the solubility of iron using a simple radiotracer technique developed by Kuma and coworkers (Kuma et al., 1998; Kuma et al., 2000; Kuma et al., 1996; Nakabayashi et al., 2002). Measurements of iron solubility combined with iron speciation data (above) will provide us with the data necessary to model the key processes in iron cycling during this experiment.

5. CO₂-SYSTEM MEASUREMENTS DURING EIFEX

R. Bellerby, C. Neill (UiB), S. Mkatshwa, C. Balt (UCT)

Micronutrient supplementation experiments have shown that the addition of iron to the surface ocean can, especially in HNLC regions, increase the CO₂ uptake of phytoplankton. A limited number of iron addition experiments have been conducted in the Southern Ocean and these have all induced a significant carbon drawdown from the atmosphere. However, uncertainty remains on the long-term efficiency of such a carbon pumping mechanism. Short-term carbon atmospheric carbon uptake has not categorically been shown to equate to sustained export production and thus be an efficient conduit for long term sequestration of atmospheric carbon to the deep ocean.

In light of the uncertainty in the fate of the increased atmospheric carbon uptake, it is the aim of this study to further knowledge into the rates transports and fates of iron induced carbon uptake. This study will not only study the “traditional” picture of the CO₂ system – surface carbon exchange from ship based fCO₂ measurements and the carbonate system from discrete measurements, but will monitor, for the first time, the CO₂ and O₂ characteristics *in situ* from moored instrumentation which will provide high density information on the diurnal and short term CO₂ uptake ecosystem response.

This study aims to be the most comprehensive insight into the modifications and pathways of the inorganic carbon system during an iron addition experiment. The study will measure the CO₂ system both in real-time from underway instrumentation on the ship’s underway supply and in 3-D from discrete samples from the CTD Rosette. Novel to this cruise will be the deployment of CO₂ and O₂ instrumentation on drifting buoys and the concomitant use of underway pH and fCO₂ technologies

Such technologies will compliment earlier studies in the carbon Southern Ocean during CARUSO and EISENEX on which Bellerby and Hoppema were principle investigators.

6. NUTRIENTS INCL. AMMONIA

M. Jäger, A. Webb, L. Hoppe (AWI)

Distribution and dynamics of the major nutrients in the Antarctic Zone during the iron fertilization experiment will be determined. The interaction between nutrients and phytoplankton development is the major topic. We assume that a phytoplankton bloom is

initiated by the iron fertilization. The resulting decrease in nutrients will be monitored in the surface layer. This will be done in high spatial resolution in connection with the detailed hydrography. The influence of the iron fertilization on the concentration of nutrients with depth will be determined at selected stations. The sampling program includes underway sampling by means of the membrane pump installed on board "Polarstern" as well as bottle samples from CTD-casts. The nutrients (nitrate, nitrite, ammonium, phosphate and silicate) will be measured with an Autoanalyzer system according to standard methods.

6. NÄHRGEBIRGEN, INKL. AMMONIUM

M. Jäger, A. Webb, L. Hoppe (AWI)

Die Verteilung und Dynamik der Nährsalze während des Eisendüngungsexperiments im Bereich der antarktischen Polarfront sollen untersucht werden. Hierbei steht die Wechselwirkung der einzelnen Nährsalzkomponenten mit der Phytoplankton-entwicklung im Vordergrund. Es ist davon auszugehen, dass durch die Eisendüngung ein Phytoplanktonwachstum initiiert wird. Die daraus resultierende Abnahme der Nährsalze soll durch quasi-kontinuierliche Messungen in der Oberflächenschicht verfolgt werden. Dazu ist eine kleinskalige Beprobung mit Hilfe des Seewassersystems der Polarstern in Zusammenhang mit der detaillierten hydrographischen Vermessung vorgesehen. Neben der Bestimmung im Oberflächenwasser soll auch der Einfluß der Eisendüngung auf die Nährsalze in tieferen Wasserschichten untersucht werden. Dafür ist die Bestimmung in Tiefenprofilen an ausgewählten Stationen vorgesehen. Es werden die Nährsalze Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phosphat und Silicat mit einem Autoanalyzer System nach Standardmethoden bestimmt.

7. ²³⁴THORIUM AS AN INDICATOR OF CARBON EXPORT - NATURAL RADIONUCLIDES AS TRACERS

I. Vöge, J. Friedrich (AWI), N. Savoye (VUB)

Export production

²³⁴Th deficit is classically used to estimate particulate organic carbon (POC) and biogenic silica (BSi) export. During Eifex, a peculiar effort will be given to vertical and time resolution for total (i.e. particulate + dissolved) ²³⁴Th and to the determination of accurate POC:²³⁴Th and BSi:²³⁴Th ratios on particles. We plan to daily sample seawater for total ²³⁴Th measurement at 12 depths between surface and 1000m. The use of a non steady state model will allow the determination of accurate ²³⁴Th fluxes. Particles will be sampled using 5 ways for the determination of particulate ²³⁴Th, POC and BSi: (1) CTD Niskins at different depths (total particles), (2) plankton nets across the mixed layer (size fractionation), (3) Marine Snow Catcher at ~100m (discrimination between suspended and sinking material), (4) flow through centrifuge at ~5m (discrimination between light and heavy particles), (5) sediment traps at ~120m (sunk material). In addition, we plan to determine these ratios on TEP (collaboration with U. Passow's team, AWI, Germany).

Mineralization in the twilight zone

Biogenic Ba (Ba_{xs}) can be used to estimate organic carbon mineralization in the twilight zone (~100-1000m) using a transfer function that involves Ba_{xs} stock, O₂ consumption and C mineralization. We plan to weekly sample seawater from surface down to 1000m for Ba_{xs} and dissolved Ba measurements. Experiments for O₂ consumption will be processed at the same depths (G. Herndl, NIOZ, Netherlands) and results compared. In addition, acantharians will be individually sampled to investigate the role of these animals in the marine biogeochemical

cycle of Ba (collaboration with J. Henjes and P. Assmy, AWI, Germany). Ba will be analysed in Brussels in collaboration with D. Cardinal (RMCA, Belgium), and with S. Jacquet and F. Dehairs (VUB, Belgium).

²³⁴Th excess has been used to describe shallow mineralization. We also plan to investigate the potential of ²³⁴Th excess as a proxy of mineralization.

8. POC, PON, ¹³C, ¹⁵N, DOC, DON, DOP SIZE FRACT. CHL. A, CARBOH., PART. SIZE SPECT. LIDAR, FRRF

M. Berg, I. Benner, A. Terbrüggen, C. Klaas, M. Schmidt (AWI),

Molecular Ecology of diatom nitrate assimilation during Southern Ocean iron-enrichment experiment EIFEX

The major goal of this project is to characterise the induction of nitrate (NO₃⁻) transport and assimilation in diatoms in response to iron (Fe) fertilization. It is well documented that Fe (II) fertilization leads to blooms of diatoms. Iron is an important component of chlorophyll reaction centre proteins and electron transport chain proteins in the photosynthetic apparatus, as well as the enzymes nitrate/nitrite reductase and redox proteins in all phytoplankton. However, it is not clear why alleviating Fe limitation and restoring the function of these proteins allows diatoms to grow faster than the rest of the phytoplankton community. Part of the answer may lie with the number of copies of the NO₃⁻ assimilation proteins present in diatoms relative to other phytoplankton. It has been shown that diatoms contain 5 copies of identical NO₃⁻ transporter genes in their genome, indicating that they possess a high-capacity NO₃⁻ uptake and assimilation machinery. The iron moieties in nitrate and nitrite reductase, part of the NO₃⁻ assimilation machinery, cannot be substituted with non-iron containing enzymes. Therefore, the nitrogen demand of diatoms may be highly dependent on Fe availability. The present study will combine species-specific RNA probes for diatom NO₃⁻ uptake genes with measurements of the nitrogen isotope ratio (¹⁵N) of particulate matter and dissolved pools to integrate diatom physiology with community nitrogen biogeochemistry. Questions that will be addressed include 1) whether ammonium is the main source of nitrogen for growth before and NO₃⁻ after Fe fertilization, 2) whether NO₃⁻ uptake is induced specifically in diatoms contributing to their ecological success under high-Fe conditions.

9. PHYTOPLANKTON PHOTOPHYSIOLOGY & BIOOPTICS

R. Röttgers (GKSS)

Measurements based on chlorophyll fluorescence are a sensitive tool to determine alga biomass and photophysiological characteristics of phytoplankton. The quantum efficiency of photochemistry (Fv/Fm) measured by variable chlorophyll fluorescence can be used to prove iron-limitation of plankton algae. During former iron fertilisation experiments a response of the phytoplankton was observable by variable chlorophyll fluorescence in between the first 2 days after the iron addition. Therefore it should be possible to detect a patch of iron-replete water by measurements of variable chlorophyll fluorescence only.

During this cruise different methods for the determination of variable chlorophyll fluorescence (FRRF, PAM, Pump & Probe) will be used to determine basic photophysiological parameter of the phytoplankton and its photosynthetic performance. In situ measurements of the fluorescence yield and photosynthetic parameter will be conducted continuously in a flow-through cuvette and during CTD casts using Fast Repetition Rate Fluorometry (FRRF). Total water column primary production will be calculated from the data of each depth-profile. This will be compared with modelled primary production using

photosynthesis-light curves and the in situ irradiance. Therefore photosynthesis-light curves will be determined for single water samples in the lab using PAM- and Pump & Probe-fluorescence and the radiocarbon method (^{14}C). In addition this calculation needs the determination of the ambient light climate and the light absorbed by the phytoplankton itself. In situ irradiance will be measured with a light profiler and water samples will be taken to determine the particular absorption. The data will be combined to determine the changes in phytoplankton photophysiology and photosynthesis of the induced algae bloom until its expected breakdown.

10. RESPONSE OF DIFFERENT COMPONENTS OF THE PELAGIC ECOSYSTEM TO A LONG LASTING IRON FERTILIZATION EXPERIMENT IN THE SOUTHERN OCEAN

P. Assmy, J. Henjes, K. Schmidt, V. Smetacek (AWI), M. Montresor (SZN)

Objectives

The response of key plankton species of importance to biogeochemistry and paleoceanography will be followed in detail during the European Iron Fertilization Experiment (EIFEX). In the Southern Ocean diatoms are the most important group but *Phaeocystis*, and some species of dinoflagellates, and proto- as well as small metazooplankton, in particular mineral-shell bearing protozoa will also be considered.

Rationale

Three broad categories of diatoms can be differentiated in the Southern Ocean: the background species, the fast-growing, boom-and-bust, carbon sinkers of iron-replete regions and the slower growing, persistent silica sinkers of the iron-limited ACC. Hence the intrinsic properties of the latter, key diatom species ultimately shape the biogeochemical cycles of the Southern Ocean. Support for this hypothesis has come from iron-fertilization experiments carried out in the ACC that were all dominated by diatoms. Detailed floristic analyses of the phytoplankton from the EisenEx experiment revealed changes in species dominance that shed light on the ecology of these key species. Hence, the focus during EIFEX will be on these key diatom species. Other major non-diatom phytoplankton groups will also be investigated. Protozooplankton represents a phylogenetically and functionally diverse component of the marine ecosystem and plays an important role in pelagic food webs. The major groups under study are dinoflagellates and ciliates of which several species are cosmopolitan. The former are able to graze on a large variety of different size classes depending on feeding behaviour whereas the latter are restricted due to their morphological features to small food items. Apart from these dominant protozoan groups attention is also focussed on large sarcodines (e.g. foraminifera, radiolaria, acantharia and heliozoa) that are less abundant but in contrast to most other plankton species preserve well in the fossil record. Knowledge of the ecological predilections of these species can provide valuable information for paleoceanographic reconstruction.

The impact of small and often very abundant metazooplankton, including nauplii and copepodites, on the pelagic community has so far only been marginally addressed in the Southern Ocean. These different developmental stages are suggested to primarily feed on protozoa and therefore have a significant impact in structuring the microbial food web.

Methodology

For quantitative assessment of the plankton assemblage water samples will be taken at 7 discrete depths between 10 and 150m at in and out patch CTD stations (Conductivity

Temperature Depth) using Niskin bottles. Aliquots of 200 ml water samples will be taken for phyto- and small protozooplankton for subsequent counting back in the home laboratory. Cell size distribution and chain-length spectra of the dominant chain-forming diatom species as well as empty and broken diatom frustules will be followed in the water samples.

For the assessment of larger and less abundant organisms like large protozoa, nauplii, copepodites and *Phaeocystis antarctica* colonies and faecal pellets the total content of two Niskin bottles (approximately 24 l) will be taken from the surface down to 250 m depth and concentrated to a volume of about 50 ml by pouring the water gently through 10-50 µm mesh nets.

Furthermore 2 litres aliquots of seawater will be filtered for biogenic silica (BSi) and later analysed with the wet alkaline digestion method back in the home laboratory.

Fine-meshed hand nets (20 and 55 µm) will be used at all major in and out patch stations to collect plankton samples for unialgal isolates and total preparations of diatom frustules for species identification.

Genotypic variability of key diatom species

Phytoplankton taxa have large population size and high geographic dispersal, which should account for low levels of genetic differentiation. However, molecular approaches suggest that genetic diversity can be considerable and highly structured in marine planktonic species (e.g. copepods). Intraspecific genetic variability has been recorded also at narrow spatial scales, demonstrating that distinct genotypes, sharing very similar morphological features, can coexist in the same environment. This information is extremely scanty for marine phytoplankton species. The results of previous iron fertilization experiments demonstrated that different species responded in distinct ways to the enrichment and that dominant species can be both species with a world-wide distribution range (e.g. *Chaetoceros* spp.) as well as species with distribution restricted to the Southern Ocean (e.g. *Fragilariopsis kerguelensis*). We will address the genetic structure of selected phytoplankton species responsible for the iron-induced bloom with the following aims: 1) test the existence of one or multiple populations within the target species, 2) determine the evolution of population genetic structure at different stages of the bloom (pre-bloom, peak phase, bloom decay). This will be accomplished by a massive culturing effort aimed at establishing a large number of monoclonal strains at different stages of the bloom. Cultures will be grown on board, subsamples will be concentrated and preserved at -80°C and utilised for DNA extraction and analyses to be performed later in the laboratory. Genetic diversity will be assessed using molecular markers suitable for detecting diversity at and below the species-level (e.g. internal transcribed spacer regions (ITS1, ITS2) of the rDNA), which have been already used for *Pseudo-nitzschia* species.

11. PHYTOPLANKTON ZUSAMMENSETZUNG UND WACHSTUM

F. Colijn, M. Dibbern (GKSS-IfK)

Das Phytoplankton bildet die Basis für die Nahrungsnetze im Meer. Deshalb werden die Effekte der Eisenanreicherung zuerst im Phytoplankton sichtbar werden, wenn das Phytoplankton unter Eisenlimitierung wächst. Solche Experimente wurden schon einige Male erfolgreich durchgeführt.

Beobachtungen am Phytoplankton sind, gerade wenn man die Artenzusammensetzung erheben möchte zeitraubend und deshalb können nur eine limitierte Anzahl von Proben bearbeitet werden. Die Gesamtbiomasse des Phytoplanktons erfolgt meistens mit Hilfe von Chlorophyll-a Bestimmungen. Während detaillierte Aussagen über das

Phytoplankton heutzutage über eine genaue Pigmentzusammensetzung erfolgen. Damit bekommt man eine Aussage über die wichtigsten taxonomischen Gruppen. In diesem Beitrag wird versucht neue, moderne und teilweise automatische Methoden einzusetzen, um die Zusammensetzung des Phytoplanktons zu bestimmen. Hierzu wird ein neues Durchflusszytometer eingesetzt, das in der Lage ist alle 15 Minuten eine Probe komplett durchzumessen. Dies wird bedeuten, dass die Artenzusammensetzung hochfrequent und räumlich hochaufgelöst gemessen werden kann. Dieses Durchflusszytometer, das speziell für Phytoplanktonbeobachtungen gebaut wurde, ermöglicht neben Messungen an Kolonien und sehr große Zellen, auch die Vermessung von Fluoreszenzsignalen der einzelnen Teilchen (Zellen, Partikel). Damit ergibt sich eine Art von ‚Fingerprint‘ für jedes Teilchen. Ein Vergleich mit lichtmikroskopischen Bildern wird es ermöglichen diese Zellgruppen zu benennen. Einen weiteren Aspekt, der mit dem Durchflusszytometer studiert werden kann, ist die Fluoreszenz pro Zelle, die Zellgröße und die Anwesenheit von Zellteilungsstadien. Damit haben wir ein vielfältiges Gerät, was uns ermöglichen soll sehr schnell erste Andeutungen für Effekte der Eisendüngung zu finden. Während späterer Phasen des Projektes können auch Detritus Partikel und Heterotrophen ausgewertet werden. Es wird erwartet, dass auch ein Beitrag zu dem Verteilungsmuster des Phytoplanktons gegeben werden kann, dies in Zusammenhang mit dem Wachstumsmuster, welches durch Messungen der Primärproduktion abgeschätzt werden kann. Es ist geplant das Gerät später in dem EU Projekt FerryBox einzusetzen um automatische Beobachtungen am Phytoplankton in unterschiedlichen europäischen Meeren zu ermöglichen.

Phytoplankton forms the basis of the marine foodweb. Therefore will the effects of iron fertilisation visible at first in the phytoplankton, when growing under iron limitation. Such experiments have been conducted successfully a few times. Observations on the phytoplankton species composition are time consuming and therefore only a limited number of samples can be processed. Mainly bulk determinations are made such as a chlorophyll-a measurement to estimate the biomass of phytoplankton. More detailed analyses are nowadays made by using HPLC and detection of different pigments. Thus a good indication of the taxonomic groups can be derived.

In this contribution to the program new automatic methods will be used to analyse the phytoplankton species composition. A flowcytometer will be used which enables us to analyse a full sample every 15 minutes. This means that the species composition will be resolved in a high frequent and a high-temporal resolution. The conclusion that the species composition is measured is not fully true: with the flowcytometer groups of cells with similar characteristics can be observed. These characteristics are scatter and fluorescence parameters. The special feature of the new flowcytometer is that it enables to analyse the distribution of the parameters in the single cells. A later pulse analysis and a comparison of characteristic and dominant groups from light microscopy will help to derive the taxonomy of the cell groups.

Other characteristics of the cells that can be studied are: fluorescence per cell, cell size, changes in cell size (growth?), and the presence of cell doublets which often indicates cell division stages. Thus, we have a versatile instrument which will be used primarily online for spatial and temporal changes in phytoplankton composition but at the same time will be used to analyse discrete water samples taken from deeper layers, and during the later stages of the project also information on non-fluorescent particles will become available as well as about the occurrence of discrete heterotrophs.

Combination of these data with those obtained by others, will elucidate the growth patterns of phytoplankton including a first impression of which species profit most of the iron fertilisation.

After the cruise the instrument will be used for the EU funded FerryBox project to analyse algal species composition automatically on board of ferries in European waters.

12. HPLC PHOTOPIGMENTS, SIZE-FRACTIONATED PP

I. Peeken, L. Hoffmann (IfM-K)

Objectives and work Plan

The Southern Ocean is one of the major HNLC regions with global importance for the biological carbon cycle. Therefore it is important to understand the adaptation of Antarctic phytoplankton to continued iron limitation. The overall objective of this project is to study different aspects of physiological adaptation of Antarctic phytoplankton to iron limitation and their response to increasing iron supply.

Iron enrichment experiments offer a unique tool to investigate biological systems in situ and the scope of reaction by manipulating only one parameter. The proposed iron experiment EIFEX, which will be performed in summer, might have different reactions of the plankton community to iron addition compared to spring (EisenEx). Therefore, we will map the temporal change of phytoplankton groups during the EIFEX experiment, study the dynamics of the different ecological groups of phytoplankton and follow the decay of this bloom.

This overall objective is subdivided in a number of questions as follow:

How are changes in biomass and distribution of phytoplankton under iron repleted and limiting conditions during late austral summer?

Pigment samples will be taken on surface grids and grids with short stations to map the extension of the entire patch. The monitoring of phytoplankton distribution by marker pigments will be used to get a broad overview of the phytoplankton response to iron fertilisation in the patch and the surrounding water. The same samples will be used to monitor grazing impact of mesozooplankton by different phaeopigments.

If time permits, large volume deep water samples can be used to investigate the decaying of the phytoplankton bloom.

What are the turnover rates of pico-, nano- and microphytoplankton under iron repleted and limiting conditions during late austral summer?

In order to investigate the community response in terms of growth rates and primary production of different size fractions of the phytoplankton community, combined measurements of primary production (PP); pigments, cell counts by flow cytometry and photosynthetic efficiency (F_v/F_m) on size fractionated samples and in serial dilution experiments will be carried out. This gives a detailed view of the community response, particular of the pico- and nanophytoplankton. The serial dilution experiments allow to detect the total and algae group-specific grazing pressure within the microbial community. Fractionated PP measurements will be done on each of these stations (~ 30 total). Fractionated pigments, flow cytometry, photosynthetic efficiency (F_v/F_m), and serial dilution experiments will be done ~ 10 times during the experiment.

Can the pigment phaeophytin function as a chelator for iron uptake?

Phaeophytin, a the degradation product of chlorophyll a, maybe a natural chelator for iron uptake of phytoplankton. Major pathways of this pigment are still under debate, since it occurs during zooplankton grazing but is also known to be a product of decaying phytoplankton blooms. Phaeophytin is part of the Light Harvesting Complex LHC-II and

part of the electron transport chain to photosystem I. Phaeophytin can be released either by zooplankton grazing or by decay of phytoplankton. Since these processes occur at different times of the phytoplankton bloom, it is of relevance to understand pathways that liberate this pigment.

During the EIFEX cruise, together with the group of Dr. P. Croot (IfM-K) and Prof. U. Bathmann (AWI), experiments will be carried out to investigate the impact of zooplankton to remobilise iron in a given ecosystem. Pigment measurements by HPLC serve to determine if there are relationships between phaeophytin and natural organic ligands.

Previous studies indicate a correlation between the occurrence of degradation products of chlorophyll a (mainly phaeophorbide a) and zooplankton abundance. The proposed experiments will therefore also be used to determine if a quantitative relationship between mesozooplankton grazing and chlorophyll degradation products exists.

An additional aim of the EIFEX-cruise is to isolate diatom cultures for further investigations in the laboratory, where cultures will be maintained under iron depleted conditions. They will be subjected to experiments with increasing iron concentrations to investigate Redfield ratio anomalies and changing silica content of the frustules.

To get a link between the laboratory and field results, the following samples should be collected during the cruise:

Size fractionated POC/PON inside and outside the patch to test, if diatoms of the SO have an unusual Redfield ratio.

Prior investigations with *Fragilariopsis kerguelensis* indicate a unusual Redfield ratio for this algae. Biogeochemical models of the sequestration impact of iron fertilisation are based on nutrient utilisation according to Redfield ratios (C 106 μ mol: N 16 μ mol: P 1 μ mol). If it could be shown, that diatoms of the SO have a higher phosphate demand (e.g. P=2 μ mol instead of P=1 μ mol per 106 μ mol carbon) under elevated iron concentrations, drawdown of carbon as estimated on phosphate basis would be halved. Therefore, models assuming Redfield ratios would lead to erroneous results in respect to nutrient and carbon cycling and export to the deep ocean. This is especially interesting in view of the ongoing discussion about large scale iron fertilisation in the SO and its effects on carbon sequestration.

Microscopic samples from outside and inside the iron enriched area to investigate, if diatoms of the SO have thicker silica shells as a response to iron limitation?

The SO is known as the world's largest sink for biogenic silica. In contrast, in Arctic regions diatoms are hardly preserved in the sediments. One explanation for this feature is that under iron stress diatoms tend to build stronger silica shells, which leads to a higher net opal transport into the sediments and less dissolution once deposited. In areas of the world ocean where iron concentrations are generally high diatoms tend to have less silicified cells. Cell counts and Scanning Electron Microscopy (SEM) studies will be carried out to investigate silica uptake by different diatom species and the thickness of silica shells under different iron concentrations.

13. BACTERIAL ABUNDANCE, FE REQUIREMENT, FE-DOC, FLOW CYTOMETRY, PAM, DNA-CELL CYCLE, VIRUSES

G.J. Herndl, J.M. Arrieta (NIOZ), M.G. Weinbauer (LOV)

Rationale and research questions addressed

During EisenEx-1, iron fertilization has caused major changes in the expression of bacterioplankton beta-glucosidase and aminopeptidase activity and increased bacterioplankton abundance and production while the richness of the bacterioplankton community remained

unaltered. Whether the uptake of dissolved organic matter (DOM) by bacterioplankton following the Fe-release was stimulated by iron alone making already existing but not utilized DOM available or by a combination of iron and stimulated dissolved organic matter release by phytoplankton remained unclear. In addition to the parameters already measured during EisenEx-1, we will therefore focus on the characterization of the DOM pool as well, particularly of carbohydrates (DCHO and proteins). We hypothesize that the DCHO and protein pool available for bacterioplankton significantly changes upon Fe-fertilization and the subsequently stimulated phytoplankton production. As a consequence of the stimulated DCHO and protein production, bacterioplankton growth yield increases. The impact of viruses will be extended to phytoplankton and the possibility of gene transfer induced by stimulated growth will be investigated.

In detail we will study the following:

The dynamics of the molecular weight spectrum of DCHO and dissolved proteins quantitatively and qualitatively. This will be done using a newly developed method based on capillary electrophoretic detection of DCHO and proteins. Additionally, we will determine the diversity of beta-glucosidase and the bulk beta-glucosidase and aminopeptidase activity.

Bulk bacterioplankton abundance and the abundance of major groups by FISH to determine potential changes in the composition of the bacterioplankton community (SAR 11, SAR 86 proteobacteria, the Cytophaga-Flavobacteria-Bacterioides cluster, and Archaea).

Bacterioplankton production and respiration to obtain an estimate of the bacterial growth yield which we hypothesize to increase upon Fe-fertilization.

Moreover, we plan to use MICRO-FISH to determine the abundance and activity of the major bacterioplankton groups mentioned above.

The dynamics of the bacterioplankton species richness using fingerprinting techniques (T-RFLP) and the richness of the viroplankton

The dynamics of viral abundance and production in relation to changes in bacterioplankton activity patterns.

We will also try to assess, whether increased viral infection frequencies result in an enhanced gene transfer rate.

We will also try to estimate viral infection of phytoplankton in selected samples

Methods used

Bacterial abundance: by epifluorescence microscopy

Bacterial production: by ³H thymidine and ³H-leucine incorporation

Total and bacterial respiration: by differences in the oxygen concentration in BOD bottles incubated over 1 d at in situ temperature determining the oxygen concentration spectrophotometrically

Bulk bacterioplankton ectoenzymatic activity: Beta-glucosidase and aminopeptidase activity will be determined by fluorogenic substrate analogs

Enzymography of beta-glucosidase: by capillary electrophoresis

Dissolved carbohydrate and protein dynamics: by capillary electrophoresis

Viral abundance: flow cytometry

Viral production; virus-induced mortality of bacteria; lysogeny: Virus-dilution approach

Bacterial richness: by T-RFLP

Fluorescent in situ hybridization in combination with microautoradiography (MICRO-FISH):

Pulsed field gel electrophoresis: for the species richness of the viroplankton

Links to other projects

Primary production should include dissolved production as well

Dissolved carbohydrate measurements and beta-glucosidase measurements are complementary to the acidic polysaccharide measurements of U. Passow

13.1 GROWTH AND MORTALITY ASPECTS OF THE SMALL PHYTOPLANKTON COMPONENT IN THE SOUTHERN OCEAN

M. Veldhuis (NIOZ)

It is currently well accepted that micronutrients, and in particular iron, is a growth limiting factor of phytoplankton in so-called High Nutrients Low Chlorophyll (HNLC) of the world oceans. During the EISENEX cruise (2000) in the Southern Ocean it was demonstrated that growth of phytoplankton was stimulated after an *in situ* iron addition experiment. Detailed analysis of the phytoplankton community revealed that mainly the larger phytoplankton fraction (> 20µm) showed, after a lag period of 11 days, an increase in biomass. In contrast the numerical abundance of the smaller size phytoplankton remained almost unaffected throughout the whole sampling period (21 days). The only change observed in the small phytoplankton community was a minor increase (factor two) in cell pigmentation as could be derived by increase in flow cytometrically derived chlorophyll autofluorescence signal. In contrast, the chlorophyll fluorescence of the larger phytoplankton cells increased by a factor 4 or higher. Moreover, the species/population specific measurements of the photosynthetic efficiency (Fv/Fm) showed also little changes for the small-sized (< 5 µm) phytoplankton upon addition of iron. In fact, the photosynthetic efficiency of the small cells remained very low (< 0.3) during the whole survey. Live/dead assays confirmed the poor physiological status of the cells. High percentages of dead cells we recorded for the smaller photosynthetic organisms, even after iron fertilization. Parallel incubation experiments with field samples and other growth experiments with algal cultures exposed to different iron concentration confirmed this general trend. Therefore, it can be hypothesized that the pico- and nanophytoplankton component of the phytoplankton community in the Southern Ocean is not limited by iron limitation. Other factors than iron might limit the photosynthesis (as derived from the low Fv/Fm indicator for photosynthetic capacity) of this group of phytoplankton, hence their growth rate. The observed low and more or less constant biomass of the smaller phytoplankton can, however, also be the result from mortality factors such as grazing or viruses. Although viral infection and production was enhanced for bacteria by iron additions, knowledge on the importance of viral-mediated mortality of phytoplankton is still largely lacking.

Recent observations using virus-algal host model systems showed that viruses can induce a low photosynthetic efficiency. Furthermore, high percentage dead cells were recorded within 24 h after infection. It can thus be hypothesized that viral infection controls the biomass of the smaller-sized phytoplankton and prevents bloom formation. In particular in view of the numerical abundance of the pico- and small sized phytoplankton community (up to 15,000 cell/ml).

During the EIFEX cruise (2004) the effects of iron fertilization on the viability and viral-induced mortality of photosynthetic organisms will be studied. Besides iron, other environmental factors (e.g. light/UV) and algal cell density will be taken into account. Samples will be taken at different depths.

Hypotheses that will be addressed:

1) Community structure of phytoplankton is affected by iron fertilization; relative importance of larger phytoplankton species increases but standing stock of the smaller-sized phytoplankton is not affected.

2) Iron fertilization does not stimulate growth or viability of small-sized phytoplankton; only the larger algal size fraction is growth stimulated.

- 3) The smaller-sized photosynthetic organisms are to a large extent controlled in their abundance by viruses. It will be tried to isolate viruses infecting phytoplankton species as no viruses have been isolated infecting diatoms or Antarctic phytoplankton species.
- 4) Phytoplankton viruses are constantly present and iron fertilization affects the diversity of bacteriophages but not of phytoplankton viruses.
- 5) The importance of viral lysis for phytoplankton is density dependent.

14. MICROZOOPLANKTON GRAZING MEASURED BY SERIAL DILUTION EXPERIMENTS

R. Scharek, M. Latasa (ICMB)

As agreed, we will perform serial dilution experiments during the Eifex cruise.

Scientific Rationale:

Given sufficient irradiance, phytoplankton have doubling times of less than one week even in very nutrient-poor marine waters. However, the standing stocks remain pretty much constant because of the tight control of these fast growing communities by the protist zooplankton. These grazing-controlled phytoplankton populations are usually composed by organisms of small size. The reason for the existence of blooms, mostly composed of large cells, is usually attributed to long generation times (weeks) of the metazoan zooplankton responsible for grazing the microphytoplankton (>20 μm). It has been observed, however, that protists can also be important grazers of large cells such as diatoms. For instance, protistan grazing had a very significant role in the fate of a Fe-induced diatom bloom in the Equatorial Pacific. During the IronEx II experiment in the Eq Pac, dilution experiments showed that microzooplankton grazing lagged the initial increase in phytoplankton growth in response to iron addition. However, grazing mortality ultimately increased 3- to 4-fold largely balancing growth by Day 6 of the experiment. Pigment marker evolution revealed a different behavior of the phytoplankton groups.

Losses to microzooplankton grazing accounted for a greater fraction of phytoplankton growth (96%) at the peak of the bloom than in the ambient environment (50%), implying that export ratios may even have declined. These results, surprising with regard to our general concept of the evolution of export/total production as a function of production, appear to better fit into a new general model (Laws et al 2000) in which the ratio of export/total production strongly depends on the temperature. The use of identical methodology (dilution experiments as a proxy for the export/productio) is an optimal opportunity to check this new model in another HNLC area with significantly lower temperatures.

In the Southern Ocean, Fe-induced blooms can occur naturally (e.g., by input of Fe from melting icebergs) or artificially. In any case, the dynamics of such blooms will determine the capacity of the Southern Ocean to act as a potential sink of atmospheric CO_2 . We would like to investigate the role of the protistan grazer community during iron-induced microphytoplankton blooms in the Southern Ocean.

Methodology

The methodology to be used comprises dilution experiments in adequate size bottles incubated under natural light in on-deck incubators, where grazing pressure is decreased by increasing the dilution of whole seawater with filtered seawater. This method allows the simultaneous quantification of phytoplankton growth and mortality. Microscopy, flow cytometry and HPLC analyses of these experiments would reveal the grazing pressure by the protist population on main phytoplankton groups (pigment markers), size classes and key species (microscopy). A main problem with Fe-enrichment incubations is to keep control experiments Fe-free. The very simple and few manipulations requested by the dilution method make it an excellent

candidate to obtain reliable results regarding the behavior of the community without Fe addition (contamination).

References:

Landry M. R., J. Constantinou, M. Latasa, S. L. Brown, R. R. Bidigare, M. E. Ondrusek (2000) Biological response to iron fertilization in the eastern equatorial Pacific (IronEx II). III. Dynamics of phytoplankton growth and microzooplankton grazing. MAR ECOL PROG SER 201: 57–72

Laws E.A., P.G. Falkowski, W.O. Smith, H. Ducklow, J.J. Mc Carthy (2000) Temperature effects on export production in the open ocean. GLOBAL BIOGEOCH CYCLES 14: 1231-1246

15. MESOZOPLANKTON

U. Bathmann, L. von Harbou, S. Jansen, S. Krägersky, T. Stadtlander (AWI)

The main objectives for the zooplankton work during EIFEX are stated below as headlines, accompanied by a brief description of the methods applied to achieve the goals.

Determination of...

... zooplankton biomass distribution inside and outside the Fe-fertilized patch and determination of dominant species relevant to biomass

There will be Multi-Net catches on a regular basis inside and outside the fertilized patch (at least once a day) for qualitative and quantitative estimate of ind. per m⁻³ and m⁻³. Furthermore, we will try to locate zooplankton patches and estimate biomass distribution and species composition in the field based on continuous acoustic observations with a SIMRAD EK 60 echosounder system for the upper 300m of the water column. Calibrations and samples for species determination will be carried out by means of Multi-Net catches at distinct different locations.

...the impact of zooplankton grazing within and outside the Fe-fertilized patch to estimate the impact on the carbon flux and fate of the phytoplankton bloom

Grazing impact of the dominant mesozooplankton groups on the phytoplankton community will be estimated. The gut fluorescence technique will be carried out continuously during the cruise and we will bring frozen samples home for later analysis of the gut content. Fecal pellet production experiments will be carried out on board to estimate grazing rates and gut content. Furthermore fecal pellet production experiments should give an idea about size and shape of the fecal pellets of the different abundant zooplankton species for later classification of the fecal pellets from the sediment traps. Classification and enumeration of the fecal pellets within the sediment trap samples should give a background to estimate the impact of the zooplankton for the carbon flux of the phytoplankton bloom.

...the influence of a diatom dominated bloom on the grazing and reproduction of copepods

In the recent years the influence of diatoms on copepod reproduction and development was discussed controversial. After the Fe-fertilization we expect the development of a diatom dominated bloom. During the whole cruise, egg production experiments will be carried out with the abundant calanoid copepod species. Egg production and hatching success should be linked to the diatom abundances to determine possible relationships. Frozen samples for determination of changes in the biochemical composition will be analyzed back home in the

institute (e.g. DNA/RNA ratio). Egg production should also give a background for the grazing impact and the development of the zooplankton population in and outside the patch. Furthermore, grazing experiments will be carried out on board with phytoplankton cultures, isolated from the field. These species specific experiments focus on behavior and species techniques to feed on "special" algae with regard to size, shape or stability. Fecal pellet content analysis from such experiments should also help to classify cell debris within fecal pellets from the field.

...the influence of the food conditions on the grazing of the tunicate *Salpa thompsoni*

As one of the most abundant salps *S. thompsoni* is temporally one of the most important grazers in the Southern Ocean. Its grazing behavior is dependent on the food supply and is disturbed when phytoplankton concentrations get too high.

In the frame of EIFEX we would like to investigate the influence of different food conditions and concentrations on the development and behavior of salp populations. Therefore, grazing experiments will be carried out with different phytoplankton species and concentrations to estimate the ingestion and egestion rates of *S. thompsoni*. Fecal pellet content analysis will be compared at different food concentrations and compositions for the estimation of the impact on the carbon flux. We will bring frozen samples to the institute (analysis of dry weight, C/N ratio, carbohydrates, proteins and lipids) to determine how the elementary composition of the salps changes during the fertilization experiment. Furthermore, the growth of *S. thompsoni* will be under investigation during long term grazing experiments with different food conditions.

16. VERTIKALER PARTIKELFLUSS UND PROJEKT NTA (NEW TRAP TECHNOLOGY ARRAY

U. Bathmann (AWI), M. Thomas, G. Gust (MTI/TU-HH), V.H. Strass (AWI)

Der vertikale Fluss von Partikeln während der Eisendüngung von EIFEX soll qualitativ (Partikelzusammensetzung) und quantitativ (Mengen von C, N, Si) aufgenommen werden. Es wird erwartet, dass sich Zusammensetzung und Menge des aus der Deckschicht aussinkenden Materials durch die Eisendüngung verändert. Die direkte Messung dieser Parameter wird benötigt für eine empirische und modellierte Abschätzung des Effektes von Eiseneintrag auf die Stoffumsätze im Pelagial des antarktischen Polarstroms im Weiteren für eine Beurteilung dieser Effekte in klimarelevanten Fragestellungen.

Die methodische Aspekte der geplanten Arbeiten werden derzeit international kontrovers diskutiert. Für diese Diskussion sollen unsere Experimente bisher fehlende Datengrundlagen liefern. Daher wird im Rahmen der Bestimmung des sinkenden Partikelflusses während des Düngungsexperimentes neben der als Standard vorgesehenen Kieler Trichterfalle ein Fallenmultiplott mit neuem Auswerteprotokoll eingesetzt. Bei ausreichender Konzentration der sinkenden Partikel in der Wassersäule (erwartet $O(100 \mu\text{g/l})$) kann mittels dieser Anordnung, die aus drei Zylindern verschiedenen inneren Durchmessers (100 mm, 140 mm, 46 mm mit Trichteraufsatz, $AR > 6$) besteht, der in-situ Massenfluss der schwersten Partikelgruppen bei Kenntnis der Fallen-Anströmgeschwindigkeit bestimmt werden. Dazu werden die Partikel-Fangmassen in einem auf 1-Tageszyklen geschalteten Sammel-Karussell gewonnen. Die Einzelfallen sind im Labor auf ihr hydrodynamisches und Partikel-Sammelverhalten kalibriert worden. Ebenso sind die jeweiligen Trap-Flux Gleichungen als Funktion der Geschwindigkeit bekannt. Da die gewählten Geometrien der Fallen zu jeweils linear unabhängigen Trap-Flux Gleichungen führen, lässt sich bei Kenntnis der Sinkgeschwindigkeiten der gefangenen Partikel über das Multiplott-Gleichungssystem die Konzentration der schwersten sinkenden Partikelgruppen bestimmen. Mit einer gleichzeitig

eingesetzten Kamera, die auf den Ruheraum einer der Zylinderfallen fokussiert ist, wird die Sinkgeschwindigkeit gefangener Partikel bestimmt. Ergänzt durch Untersuchungen zur in-situ Konzentration sinkender Partikel mittels in-situ Pumpen und einem Rosetten-Wasserschöpfer (12 oder 30 l), wird aus den erzielten Sinkgeschwindigkeitsspektren und den Partikkonzentrationen der in-situ Massenfluss der schwersten gefangenen Partikelgruppen bestimmt werden. Die dabei notwendigen Schwellwerte der Anströmgeschwindigkeit des Multipletts liegen bei ca. 6 cm/s. Die Fangwerte der Kiel Falle können in diese Multiplet-Evaluierung mit einbezogen werden, da auch diese Falle kalibriert wurde.

17. DIMETHYL SULPHONIOPROPIONATE (DMSP), DIMETHYL SULPHOXIDE (DMSO) AND DIMETHYL SULPHIDE (DMS)

L. Darroch (UEA)

DMS is a biogenic trace gas which, after emission from surface seawater to the air, is oxidised and forms sulphate aerosol. Changes in atmospheric particle density are important for climate since particles can reflect solar radiation back into space and lead to cloud formation and whitening, particularly in regions remote from man-made sources. Model studies suggest that the albedo of the Antarctic region is particularly susceptible to changes in aerosol concentration and that a doubling of DMS emissions could lead to an average 1°C cooling of global climate. Further, palaeochemical data from Antarctic ice cores suggest that DMS emissions were considerably higher during glacial periods than in warm interglacials. DMS is produced from the decomposition of DMSP, a constituent of phytoplankton cells and different algal groups produce variable amounts: diatoms generally produce little DMSP whereas prymnesiophytes are strong producers. DMSO is an oxidation product of DMS and is found within algal cells and free in the water. It is thought *inter alia* that DMSP-lyase, DMSP and its family of degradation products may provide a mechanism for protection against damaging radical species. Alleviation of photo-oxidative stress may involve DMSP. Previous studies of *in situ* iron addition in high-nitrate-low-chlorophyll regions of the equatorial Pacific and Southern Ocean have shown that DMSP-producing phytoplankton respond rapidly to the new iron, with an approximate three-fold increase in DMSP over a few days. However, the net production and emissions of DMS to the atmosphere were variable, possibly indicating differences in the responses of bacterial and microzooplankton communities. In order to better inform mathematical models of past and future climate change, it is important to assess the variability of net DMS production. During the EIFEX expedition, samples for DMS and particulate and dissolved DMSP and DMSO and DMSP-lyase will be taken from different depths in the water column, inside and outside the iron enriched patch. Short term incubation studies of the effects of photo-oxidative stress on the sulphur compounds will be conducted. All DMS samples will be analysed on board using gas chromatography. A proportion of the other samples will require analysis at UEA. Full interpretation of the data will require physical and biological information from colleagues.

18. PARTICIPANTS / FAHRTTEILNEHMER ANT XXI/3

1. Arrieta, J.M.	NIOZ
2. Assmy, P.	AWI
3. Balt, C.	UCT
4. Bathmann, U.	AWI
5. Bellerby, R.	UiB
6. Benner, I.	AWI
7. Berg, G.M.	AWI
8. Bluhm, K.	IfM-K
9. Breitbarth, E.	IfM-K
10. Buldt, K.	DWD
11. Cisewski, B.	AWI
12. Colijn, F.	GKSS
13. Croot, P.	IFM-K
14. Darroch, L.	UEA
15. Dibbern, M.	GKSS
16. Gonzales, S.	NIOZ
17. Harbou, v., L	AWI
18. Henjes, J.	AWI
19. Herndl, G.J.	NIOZ
20. Hoffmann, L.	IfM-K
21. Hoppe, L.	AWI
22. Jäger, M.	AWI
23. Jansen, S.	AWI
24. Klaas, C.	AWI
25. Krägefsky, S.	AWI
26. Leach, H.	UNI-L
27. Lentés, J.	DWD
28. Loquay, K.-D.	OPTIM.
29. Mkatshwa, S.	UCT
30. Montresor, M.	SZN
31. Neill, C.	UiB
32. Öztürk, M.	NTNU
33. Peeken, I.	IfM-K
34. Prandke, H.	ISW
35. Rohr, H.	OPTIM.
36. Röttgers, R.	GKSS
37. Savoye, N.	VUB
38. Scharek, R.	ICM
39. Schmidt, K.	AWI
40. Schmidt, M.	AWI
41. Smetacek, V.	AWI (chief scientist)
42. Stadlander, T.	AWI
43. Strass, V.	AWI
44. Terbrüggen, A.	AWI
45. Thomas, M.	TU-HH
46. Vöge, I.	AWI
47. Webb, A.	UCT
48. Weinbauer, M.	LOV
49. Wolf-Gladrow, D.	AWI

50. Hubschrauberpilot	HTA
51. Hubschrauberpilot	HTA
52. Hubschrauberpilot	HTA
53. Hubschrauberpilot	HTA

19. PARTICIPATING INSTITUTES/BETEILIGTE INSTITUTE

VUB	<u>Belgium</u> Vrije Universiteit Brussel Department of Analytical and Environmental Chemistry Pleinlaan 2 B-1050 Brussels
LOV	<u>France</u> Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-mer (LOV) Diversity, Biogeochemistry and Microbial Ecology Group CNRS-UPMC, UMR 7093 ; BP 28 O6234 Villefranche-sur-mer
AWI	<u>Germany</u> Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) Columbusstrasse 27515 Bremerhaven
DWD	Deutscher Wetterdienst Geschäftsfeld Seeschifffahrt Jenfelder Allee 70 A D-22043 Hamburg
GKSS	Forschungszentrum Geesthacht Institut für Küstenforschung, GFE, Fernerkundung Max-Planck-Str. D-21502 Geesthacht
HTA	Heli Transair GmbH Flugplatz 63329 Egelsbach
IFM-K	Institut für Meereskunde an der Universität Kiel Düsternbrooker Weg 20 24105 Kiel
ISW	ISW Wassermesstechnik Lenzer Str. 5 17213 Petersdorf
LAEISZ	Reederei F. Laeisz Barkhausenstr. 37 27568 Bremerhaven

OPTIM. OPTIMARE GmbH
 Jadestraße 59
 26382 Wilhelmshaven

TU-HH Technische Universität Hamburg-Harburg
 Schwarzenbergstrasse 95
 21073 Hamburg

UNI HB Universität Bremen
 Postfach 33 04 40
 28334 Bremen

SZN Italy
 Stazione Zoologica 'A. Dohrn'
 Villa Comunale
 80121 - Napoli (Italy)

NIOZ Netherlands
 NIOZ Dept. Biol. Oceanog.
 Postbox 59
 NL-1790 AB Den Burg/Texel

ICMB Spain
 INSTITUT DE CIENCIAS DEL MAR (CMMMA) (CSIC)
 Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49
 E-08003 BARCELONA

NTNU Norway
 Norwegian University of Science & Tech. TBS
 Bynes veien 46
 7491 Trondheim

UiB University of Bergen
 Allégaten 55
 5007 Bergen

UCT South Africa
 University of Cape Town
 Oceanography Dept.
 7701 Rondebosch

UEA UK
 University of East Anglia
 School of Environmental Sciences
 University of East Anglia
 Norwich NR4 7TJ

UNI-L Oceanography Laboratories
 The University of Liverpool
 Liverpool, L69 3BX

20. SHIP'S CREW / SCHIFFSBESATZUNG ANT XXI/3

01.	Pahl, Uwe	Master	German
02.	Schwarze, Stefan	1.Offc.	German
03.	Schulz, Volker	Ch.Eng.	German
04.	Fallei, Holger	2.Offc.	German
05.	Thieme, Wolfgang	2.Offc.	German
06.	Grimm, Sebastian	3.Offc.	German
07.	Schneider, Claus	Doctor	German
08.	Hecht, Andreas	R.Offc.	German
09.	Erreth, Gyula	1.Eng.	German
10.	NN	2.Eng.	German
11.	Simon, Wolfgang	2.Eng.	German
12.	Holtz, Hartmut	Electr.	German
13.	Fröb, Martin	Fielax-Elo	German
14.	Schulz, Harry	Fielax-Elo	German
15.	Baier, Ulrich	Fielax-Elo	German
16.	Piskorzynski, Andreas	Fielax-Elo	German
17.	Clasen, Burkhard	Boatsw.	German
18.	Neisner, Winfried	Carpenter	German
19.	Kreis, Reinhard	A.B.	German
20.	Schultz, Ottomar	A.B.	German
21.	Burzan, G.-Ekkehard A.B		German
22.	Schröder, Norbert	A.B.	German
23.	Moser, Siegfried	A.B.	German
24.	NN	A.B.	German
25.	Hartwig-Labahn, Andreas	A.B.	German
26.	NN	A.B.	German
27.	Beth, Detlef	Storekeep.	German
28.	Arias Iglesias, Enr.	Mot-man	Chile
29.	Fritz, Günter	Mot-man	Austria
30.	Krösche, Eckard	Mot-man	German
31.	Dinse, Horst	Mot-man	German
32.	NN	Mot.-man	German
33.	Fischer, Matthias	Cook	German
34.	Tupy, Mario	Cooksmate	German
35.	Möller, Wolfgang	Cooksmate	German
36.	Dinse, Petra	1.Stwdess	German
37.	Schöndorfer, Otilie	Stwdss/KS	German
38.	Streit, Christina	2.Stwdess	German
39.	Schmidt, Maria	2.Stwdess	German
40.	Deuß, Stefanie	2.Stwdess	German
41.	Tu, Jian Min	2.Steward	China
42.	Wu, Chi Lung	2.Steward	German
43.	Yu, Chung Leung	Laundrym.	Hongk.

RV POLARSTERN LEG ANT-XXI-4

Kapstadt - Kapstadt

27 March to 06 May 2004

Chief Scientist: Prof. U. Bathmann

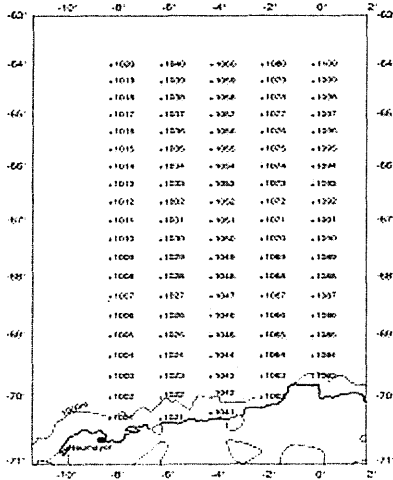
Inhaltsangabe/ Table of Content

1	Introduction	27
2	Der Forschungsverbund LAKRIS: Lazarev Sea Krill Study	28
	2.1 Populationsdynamik	28
	2.2 Verteilung und Biomasse von Krill- und Zooplankton während der Prozessstudien: Räumlich und zeitlich hochauflösend	30
	2.3 Zirkulation, Meereis und Zooplankton-Abundanzen	31
	2.4 Physiologische Untersuchungen zum Energiehaushalt von <i>E. superba</i> im Jahresverlauf unter besonderer Berücksichtigung der Larvenstadien	31
	2.5 Saisonale Lipiddynamik und energetische Anpassungen von <i>Euphausia superba</i> , insbesondere der Juvenil- und Adultstadien	33
3	Bestimmung der Biomasse des Zooplanktons in der Lazarevsee	34
4	Untersuchungen zum Vorkommen und zur Lebensweise von <i>Salpa thompsoni</i> in der Lazarev See	36
5	Marine top predators and their prey - a top down approach to Antarctic foodwebs	36
6	Status, control and role of the pelagic diversity of the Austral Ocean PELAGAN	38
7	International Whaling Commission - SO GLOBEC collaboration (Baleen whale visual and acoustic survey, year-round acoustic monitoring and fine scale ecology collaborative project)	39
8	MAX-DOAS-Messungen atmosphärischer Spurengase zur SCIAMACHY- Validierung	41
9	Quantifizierung des Eintrags an organischem Kohlenstoff auf Oberflächen- sedimente im Südozean und Vergleich mit dem nördlichen Nordatlantik	44
	9a Geochemical investigations on the organic carbon flux onto sediments of the eastern Weddell Sea (Lazarev Sea)	45
10	Journalistische Dokumentation	48
11	Continuous Plankton Recorder	49
12	Ausbringung von drei Driftbojen während ANT 21/4	50
13	Bordwetterwarte. Ship's Meteorological Station	50
	Liste der Besatzung / Ship's crew	52
	Fahrtteilnehmer / Participants	53
	Institutsliste / Participating Institutes	54

1. Introduction

U. Bathmann (AWI)

The Polarstern cruise ANT XXI_4 will start in Cape Town 27 March 2004. The cruise focuses on the biology (over-wintering) of Antarctic krill *Euphausia superba* in the Lazarev Sea between the Greenwich meridian to 20° E and 62° S to 70° S. The ship is expected back in Cape Town on 6 May 2004.



Map of the proposed investigation area for ANT XXI_4 with transects and station grid.

The overall aim of the cruise is embedded in the international programme GLOBAL OCEAN ECOSYSTEM DYNAMICS – GLOBEC and focuses on population dynamics of the Antarctic krill populations in the Lazarev Sea. The main questions to be addressed are: a) What is the abundance of krill? b) Do we see one or more populations? c) How does krill survive the winter? Based on the scarce historic data it is impossible to decide whether the Lazarev krill recruits from the Atlantic sector of the Southern Ocean (downstream expatriates) or if the population itself serves as breeding stock for the Weddell krill (upstream source population).

The core group of the project is supported by a BMBF-Forschungsverbund (proposal stage at moment), and consists of five scientific parties that are now explained shortly. The observation of krill population dynamics will be carried out according to the CCAMLR protocol with standard methods. Acoustic measurements will support these investigations and will concentrate on under-sea-ice krill. Population dynamics has to be seen in the hydrographical field and, thus, a physical oceanographer group will concentrate on ocean currents and water mass distribution. Overwintering requires special physiology of the organisms and especially finely tuned energy budgets. In this context physiological fitness indicators such as metabolic rates, activity of metabolic enzymes, DNA/RNA ratio and the lipid metabolism of krill (larvae and adults) is of special interest.

Whale observations carried out by the international whaling commission from Australia accompany the research on krill. We concentrate on whale migration and behaviour in

relation to krill populations, ocean hydrography and bottom topography. Another project from Belgium will focus on fish larval distribution applying molecular genetic techniques. The occurrence, distribution and behaviour of another group of krill predators, namely seabirds will be investigated by a Dutch group.

Side programmes will focus on the biogeochemistry of the seafloor at the end of the growing season, i.e. after plankton material has reached the deep ocean interior. An air chemistry group will perform measurements for their Max-Doas-Experiment. Ice drift buoys will be deployed to monitor the ice movements over the following winter period. A journalist documents all scientific activities and provides information to the general public once back home.

2. Der Forschungsverbund LAKRIS: Lazarev Sea Krill Study

B. Meyer (AWI), U. Bathmann (AWI), V. Siegel (BfF), V. Strass (AWI), W. Hagen (Uni HB)

Der antarktische Krill *Euphausia superba* ist ein Schlüsselorganismus im antarktischen Ökosystem, da er die Nahrungsgrundlage für eine Vielzahl von Warmblütern wie Wale, Robben, Pinguine und Seevögel ist. Krill könnte nach einer groben Schätzung mit einer Gesamtbiomasse von ca. 60-155 Mio. Tonnen, im Vergleich zu den derzeit kommerziell genutzten Fischressourcen von ca. 100 Mio. Tonnen, ein künftiges Potential für die Fischereiwirtschaft sein. Aufgrund seiner biochemischen interessanten Inhaltsstoffe ist Krill in den letzten Jahren zunehmend in das kommerzielle Interesse gerückt, jedoch kann das Fischereimanagement für den Krill, der sich so nah an der Basis des Nahrungsnetzes befindet, kaum auf Erfahrungen aus der etablierten Fischerei zurückgreifen.

Zurzeit nutzt die Krillfischerei nur einen geringen Teil des vorhandenen Potentials. Für eine optimale Nutzung fehlen wissenschaftlich fundierte Grundlagen, um eine nachhaltige Bewirtschaftung zu ermöglichen. Kritische Fragen, die für ein nachhaltiges Management-Programm essentiell sind, sind ...:

- Wie hoch ist die gegenwärtige Krillabundanz?
 - Gibt es eine oder mehrere Populationen?
 - Wie übersteht Krill den nahrungsarmen Winter?
- Die Überwinterungsmechanismen des Krills sind Schlüsselfaktoren für eine Abschätzung der Populationsentwicklung.

Aufgrund der kommerziellen Bedeutung von Krill und seiner zentralen Rolle im antarktischen Ökosystem ist er einer der Schlüsselorganismus im internationalen SO-GLOBEC (Southern Ocean-Global Ocean Ecosystem Dynamik) Programm.

Das Projekt gliedert sich in 5 Themenbereiche:

2.1 POPULATIONSDYNAMIK

V. Siegel, S. Schölling, B. Bergström, M. Thomasson. NN (BfF)

Stand der Forschung und wissenschaftliche Ziele

Seit 1975/76 ist die Bundesforschungsanstalt für Fischerei aktiv in der Erforschung der Krillbestände des Südatlantiks beteiligt. Schwerpunkt wurde dabei auf die Bestimmung von Biomasse-Indizes für die Bestandsgröße in einem Referenzgebiet der South Shetland Islands gelegt (Scotia See) im Rahmen von CCAMLR. Quantitative Analysen zur Dynamik der Krillverbreitung, Biomasse und Rekrutierung liegen nur aus dem Gebiet der Antarktischen Halbinsel und zum Teil für die Prydz Bay vor. Vergleichbare Daten aus dem restlichen Indischen Ozean oder dem Pazifischen Sektor der Antarktis sind nicht vorhanden.

Es ist geplant im Bereich der Lazarev See, westlicher Indischer Ozean, ein Stationsnetz einzurichten, um demographische und populationsdynamische Vergleichsdaten zu den Beständen der Scotia See zu sammeln. Es soll mit einer systematischen und vergleichbaren Aufnahme eines Referenzgebietes zu dem im Gebiet der Antarktischen Halbinsel bereits existierenden in dem „upstream“-Gebiet der östlichen Weddell See untersucht werden, ob die Wachstums- und Fortpflanzungs-Entwicklung im Krillbestand ähnlich sind zu den beobachteten im Halbinselbereich oder ob sich Abweichungen in demographischen Parametern zeigen.

Die geplante Studie in der Lazarev See am Eingang zum Indischen Ozean bietet nicht nur die Möglichkeit die beschriebenen Basisdaten zur Krillbiologie zu sammeln, sondern auch eine Abschätzung der Krilldichte in einem weitgehend unbekanntem Gebiet zu untersuchen. Eine begleitende Studie über die hydroakustische Abschätzung der Krillbiomasse wird von einer schwedischen Arbeitsgruppe durchgeführt.

Obwohl die Krillbestände im Gebiet der Antarktischen Halbinsel und der Scotia See durch die Weddell See vom Indischen Ozean Sektor getrennt sind, ist immer noch ungeklärt, ob es einen Austausch zwischen den Beständen über die Weddell Drift gibt und ob somit eine panmiktische Population existiert. Diese Kenntnis wäre u.a. auch für die Größe der Bestands-Management Gebiete von Bedeutung. In Kooperation mit Partnern außerhalb dieses Programms sollen daher Krillproben im Rahmen des Projektes aus der Lazarev See für populationsgenetische Untersuchungen gesammelt und analysiert werden. Entsprechendes Vergleichsmaterial aus dem Halbinsel und Scotia See Bereich wurde bereits in Zusammenarbeit mit der Kristineberg Marine Research Station gesammelt. Weiterhin geben die Daten aus der physikalischen Ozeanographie Aufschluss über den Austausch der Bestände.

Das Material für demographische und populationsdynamische Untersuchungen am Krill sollen an Hand von Netzfängen gesammelt werden. Hierzu soll das international seit langem im Einsatz befindliche RMT1+8 Netz (Rectangular Midwater Trawl) als Standardgerät benutzt werden, um eine direkte Vergleichbarkeit mit den Daten anderer Gebiete zu ermöglichen. Während das RMT8 Netz mit einer Maschenweite von 4 mm und einer Öffnungsweite von 8 m² für den Fang von größeren Zooplankton-Fractionen über 20 mm geeignet ist, werden die Proben aus dem RMT1 Netz mit 1 m² Öffnung und 0.33 mm Maschenweite für die Analyse der Larvenstadien bevorzugt.

Die quantitative Aufnahme des Krillbestandes soll entlang von 5 Nord-Süd Meridionalschnitten erfolgen, die sich von der Küste in den ozeanischen Bereich erstrecken und die Hauptwassermassen und Strömungen schneiden. Die Stationen, die mit dem RMT befishet werden, liegen in einem gleichmäßigen Abstand von 20 Seemeilen. Da aus anderen Gebieten der Antarktis bekannt ist, dass der Krill überwiegend in den oberen 200 Metern der Wassersäule vorkommt, soll der Netzeinsatz standardmäßig auf die Wasserschicht 0-200 Meter beschränkt werden. Dabei wird das Netz mit einem Echtzeit-Tiefenschreiber sowie mit einem „Flowmeter“ ausgerüstet sein, um standardisierte und quantitative Hols zu erhalten. Das aus etwa 100 Stationen bestehende Stationsnetz kann nur in einem vertretbaren Zeitrahmen von ca. 20 Tagen bearbeitet werden, wenn die Probennahme über 24 Stunden täglich erfolgt. Bei der hohen geographischen Breite dürfte zumindest in den Sommer und Wintermonaten das Problem des Tag-Nacht-Zyklus und die Vertikalwanderung ein untergeordnetes Problem für die Probennahme darstellen. Da die Dampfstrecke zwischen den Stationen nur zwei Stunden beträgt, können in dieser Zeit nur die Stationsprotokolle angelegt und die Proben in Unterproben aufgeteilt und konserviert werden. Die Feinsortierung muss später im Labor erfolgen. Dort erfolgt die quantitative Sortierung der Euphausiacea-Arten (Krill) nach Geschlecht, Reifezustand, Grösse. Mit der Erfassung von Unterproben kann auf den Gesamtfang hochgerechnet werden, weiterhin kann anhand der Daten der Fortpflanzungserfolg in einem Jahr beurteilt werden.

2.2 VERTEILUNG UND BIOMASSE VON KRILL- UND ZOOPLANKTON WÄHREND DER PROZESSSTUDIEN: RÄUMLICH UND ZEITLICH HOCHAUFLÖSEND

U. Bathmann (AWI), J. Rodenhagen (FIELAX)

Stand der Forschung und wissenschaftliche Ziele

Seit den ersten Bestandsabschätzungen der DISCOVERY Expeditionen zwischen 1930 und 1960 wissen wir von der großräumigen Verbreitung substantieller Bestände von *Euphausia superba*. CCAMLR stützt seit den BIOMASS Programmen die Festsetzung von Fangquoten für Krill auf akustische Bestandsabschätzungen. Die Berechnung von Krill-Abundanz und Biomasse aus den gewonnenen akustischen Datensätzen ist seither sehr zu Recht Gegenstand der Diskussion.

Die Rückstreu-Stärke von Zooplanktern kann nicht in einfacher Abhängigkeit ihrer Größe betrachtet werden, sondern sie ist abhängig von zahlreichen Größen, wie der Form, der stofflichen Zusammensetzung, dem Dichte-Kontrast und Schallgeschwindigkeits-Kontrast zwischen Zooplankter und dem ihm umgebenden Medium, den eingesetzten Schall-Frequenzen, der Orientierung der Zooplankter relativ zum einfallenden Schall und weiteren Faktoren. Weiter ist in diesem Verfahren wichtig, zwischen den verschiedenen Rückstreu-Signalen der Zooplanktonarten im Untersuchungsgebiet diskriminieren zu können.

Die Berechnung von Krill-Abundanz und Biomasse muss über die von CCAMLR eingesetzte Methodik hinausgehen und muss grundlegend die Modellierung von Rückstreu-Stärken, in der die oben genannten Parameter einfließen, berücksichtigen. Einschränkend gilt dies auch bezüglich der Diskriminierung zwischen einzelnen Zooplankton-Arten innerhalb eines Untersuchungsgebiets, prinzipiell können Modelle benutzt werden, um in einem inversen Verfahren zu diskriminieren.

Für den Bereich der östlichen Antarktis von 20 Grad Ost bis 80 Grad Ost gibt es, im Vergleich zur Antarktischen Halbinsel, bisher nur lückenhafte Informationen über die Entwicklung des Krillbestandes in den letzten Dekaden. Es besteht die Vermutung, dass Krill und Salpen sich im Vorkommen ausschließen und dies klimatisch gesteuert ist. Ein Beweis für diese These steht allerdings noch aus.

Während der Schiffsausfahrt soll in Beziehung zur hydrographischen Struktur des Untersuchungsgebietes (Lazarevsee) die räumliche Verteilung und deren zeitliche Entwicklung von Krill (Larven und Adulten), deren potentiellen Nahrungsorganismen (u.a. Copepoden) und deren möglichen Räubern (Pinguine, Wale, etc) visuell aufgenommen werden. In der Modellierung der Rückstreu-Stärke der verschiedenen Zooplankter in einem Untersuchungsgebiet muss die Orientierung der Zooplankter relativ zum einfallenden Schall berücksichtigt werden, dies bedarf zumindest einer anfänglichen (grundsätzlichen) Abschätzung des Orientierungs-Verhaltens abundanter Zooplanktonarten. Darüber hinaus kann in dieser Kombination eine Abschätzung der in dem Untersuchungsgebiet vorkommenden Zooplankter erfolgen, die unabhängig ist von Netzfängen, der möglichen Selektivität durch die Netzfängigkeit.

Die Rückstreu-Stärke ist weiter abhängig u. a. vom Dichte- und Schallgeschwindigkeits-Kontrast zwischen Zooplankter und den ihm umgebenden Medium. In die Modellierung der Rückstreu-Stärken müssen Messungen dieser Kontraste einfließen, aber nur sehr wenige Vermessungen sind durchgeführt worden, noch weniger sind als Literatur-Werte verfügbar. Die Vermessung des Schallgeschwindigkeits- und des Dichte-Kontrast muss erfolgen, auch im Hinblick auf den Ernährungs-Status der Tiere. Zu diesem Zweck soll die Messapparatur weiterentwickelt und eingesetzt werden.

Ein weiterer Schwerpunkt soll auf die Entwicklung und Weiterentwicklung von angepassten Rückstreu-Modellen für vorkommende Zooplankter gelegt werden, um die Aussagefähigkeit durch die Anwendung akustischer Verfahren weiter zu erhöhen. Erhoben werden die

akustischen Datensätze durch den Einsatz eines SIMRAD EK 60. Die Daten der traditionellen Netzfänge (Vertikalnetz: Multinetz, Horizontalnetz: RMT) fließen in die Prozessierung der akustischen Daten ein.

2.3 ZIRKULATION, MEEREIS UND ZOOPLANKTON-ABUNDANZEN

M. Rhein (IfU, Uni HB), V. Strass, U. Marx, M Gensheimer(AWI)

Stand der Forschung und wissenschaftliche Ziele

Auf der geplanten Expedition sollen dreidimensionale Zeitreihen der Krill-Abundanz und Vertikalwanderung aus den Rückstreusignalen von schiffsgestützten und verankerten ADCPs (Akustische Doppler Profilstrommesser) gewonnen werden. Die zeitlichen Veränderungen im Krillvorkommen sollen auf Abhängigkeiten vom physikalischen Umfeld (Zirkulationsmuster, Wassermasseneigenschaften und Meereisbedeckung) hin untersucht werden. Dazu werden zur Kalibrierung der ADCPs aus Netzfängen gewonnene, biologische Daten, benötigt.

Im Einzelnen sollen Antworten auf folgende Fragen gefunden werden:

- Welche räumlichen Verteilungsmuster von Krill sind durch ADCP-Rückstreumessungen dokumentiert?
- Korrelieren diese Verteilungsmuster mit der allgemeinen Zirkulation in der Lazarev-See (östlicher Weddell-Wirbel) oder spielt die mesoskalige Dynamik eine dominante Rolle?
- Wie ändert sich der Tagesgang der Vertikalwanderung im Jahresverlauf?
- Welchen Einfluss hat die saisonale Meereisbedeckung auf die horizontale und vertikale Krillverteilung?
- Ist die Hypothese aufrecht zu erhalten, dass Advektion von Organismen mit Wassermassen und Meereis eine entscheidende Rolle für die Populationsdynamik der Krillbestände in der Lazarev-See spielt?

Weiterhin liegt das vorgesehene Untersuchungsgebiet in einem Bereich des Weddellmeeres, der durch frühere Messungen kaum abgedeckt ist. Zudem scheinen hier komplizierte hydrographische Verhältnisse vorzuliegen. Gegenwärtig ist noch immer nicht abschließend geklärt, ob hier der Weddellwirbel unterbrochen ist oder nicht. Damit verbunden herrscht Unklarheit über die mittleren Strömungsverhältnisse, sowohl die Stärke als auch die Richtung betreffend. Wesentliche Fragen zur Krillbiologie, zum Beispiel hinsichtlich der Advektion von Krill oder dessen Nahrungsorganismen, können auf Grundlage des vorhandenen Wissensstandes nicht beantwortet werden.

Die biologischen Messungen sollten während der Reise also durch ein adäquates ozeanographisches Messprogramm begleitet werden. In diesem Sinne wird vorgeschlagen, im Messgebiet zwischen den Längengraden 0° und 8° W und dem Breitengrad 64° S und der antarktischen Küste CTD-Stationen bis zum Meeresboden auf jedem zweiten vollen Längengrad und jedem vollen Breitengrad durchzuführen. Dies ergäbe insgesamt etwa 30 CTD Stationen, für die zusammen ungefähr 2.5 Tage Schiffszeit einzuplanen wären.

2.4 Physiologische Untersuchungen zum Energiehaushalt von *E. superba* im Jahresverlauf unter besonderer Berücksichtigung der Larvenstadien

B. Meyer, V. Fuentes, C. Guerra (AWI)

Stand der Forschung und wissenschaftliche Ziele

Das Überleben des adulten Krills sowie seiner Larvenstadien während der Wintermonate stellt zur Abschätzung der Populationsentwicklung eine Schlüsselstellung dar. Wie Krill die

Monate geringer Nahrungsverfügbarkeit im antarktischen Herbst und Winter übersteht ist weitgehend ungeklärt.

Von uns durchgeführte Untersuchungen haben ergeben, dass im Vergleich zum Sommer adulter Krill im Herbst um 30% geringere metabolische Raten zeigte. Weiterhin zeigten die im Herbst gemessenen Ingestionsraten (bei gleicher Futterkonzentration wie im Sommer) um 50% reduzierte Werte. Auch nach einer 1 wöchigen Adaptationsphase waren die Tiere nicht in der Lage Phytoplanktonkonzentrationen wie sie im Sommer vorherrschen zu nutzen. Es ist bisher völlig unklar was diese metabolische Reduktion auslöst. Untersuchungen an Krill aus dem Herbst gegenüber Krill aus dem Sommer haben gezeigt, dass die Aktivität der Citratsynthase, dem Schlüsselenzym des Metabolismus, im Herbst-Krill eine signifikante Reduktion gegenüber dem Sommer-Krill zeigte. Ein Ergebnis, welches auf eine lichtinduzierte metabolische Reduktion hindeuten könnte. An *E. superba* wurden photo-periodische Untersuchungen bisher noch nicht durchgeführt. Sie können aber einen entscheidenden Schlüssel zum Überwinterungsverhalten des adulten Krills liefern und stellen einen Arbeitsschwerpunkt auf der Expedition dar.

Im Gegensatz zum ausgewachsenen Krill zeigen die Larven keine spezifischen Mechanismen um die nahrungsarmen Herbst- und Wintermonate zu überstehen. Bisherige Untersuchungen im antarktischen Herbst haben gezeigt, dass die metabolischen Raten der Larven vergleichbar sind mit Raten, die in den Sommermonaten gemessen wurden. Die Aktivität der Citratsynthase zeigte bei vergleichbaren Larvenstadien aus dem Sommer- und den Herbstmonaten keine signifikanten Unterschiede. Die Larvenstadien aus dem antarktischen Herbst waren in der Lage hohe Phytoplanktonkonzentrationen sofort zu nutzen. Es ist bisher jedoch unklar in wieweit die Larvenstadien in der Lage sind lange Hungerperioden zu überstehen. Bisherige Untersuchungen zum Fressverhalten der Larven haben gezeigt, dass adulte Copepoden > 500 µm nicht als Nahrung genutzt werden. Die Bedeutung kleinerer Zooplankter, wie Nauplii und Copepodidstadien, sowie *Oithona* spp., sind jedoch noch unklar und soll im Rahmen der Expedition geklärt werden. Gerade in Zeiten geringer Phytoplanktonkonzentrationen können diese Organismen eine wichtige Nahrungsquelle darstellen.

Auf der Expedition im antarktischen Herbst soll entlang des geplanten Stationsnetzes in der Lazarev See mittels standardisierter Methoden der physiologische Zustand des antarktischen Krills erfasst und mit Daten aus anderen Jahreszeiten verglichen werden. Zur Quantifizierung der saisonalen Dynamik des physiologischen Zustands von *E. superba* werden folgende Parameter bestimmt: Morphometrie (Länge, Trockengewicht), Wachstum, Elementarzusammensetzung (C, H, N), biochemische Zusammensetzung (Gesamtprotein- und Lipidgehalt, Aminosäuren- und Fettsäurezusammensetzung), metabolische Raten (Respiration, Exkretion).

Weiterhin soll später im AWI an dem frisch gefangenen und sofort gefrosteten adulten Krill die Aktivität metabolischer Enzyme wie z. B. Citratsynthase, Isocitrat-Dehydrogenase und Pyruvat-Dehydrogenase sowie die Melatoninkonzentration ermittelt werden, um genauere Hinweise zur Reduktion des Stoffwechsels in den Herbst- und Wintermonaten zu erhalten.

Die Analysen an frisch gefangenen Krill sollen durch Kurzzeitexperimente an Bord (Stunden und Tage) ergänzt werden, die sich auf zwei Schwerpunkte konzentrieren:

- 1) Ermittlung des Wachstums von adultem Krill sowie den Larvenstadien
- 2) Quantifizierung der Hungertoleranz von Krilllarven und deren Fähigkeit zur Regeneration (Erfassung des „Point of no return“). Mittels regelmäßiger Probennahme im Versuchsverlauf soll festgestellt werden wie sich die metabolischen Raten und somit die Kondition verändern. Dazu erfolgt die Messung von Respiration und Exkretion sowie der Aktivität von metabolischen Enzymen wie Citratsynthase, Isocitrat-Dehydrogenase und Pyruvat-Dehydrogenase und des DNA/RNA Verhältnisses. Zur Bestimmung des „Point of no return“ wird Krilllarven nach unterschiedlich langen Hungerphasen wieder Futter angeboten und deren Fress- und Filtrationsrate bestimmt.

- 3) Quantifizierung der Bedeutung von Zooplankton als Nahrungsquelle für Krilllarven in den verschiedenen Jahreszeiten. In den Fressexperimenten soll gezielt Nauplii-Copepodidstadien sowie kleine Zooplankter, wie *Oithona*, als Futterorganismen eingesetzt werden.

2.5 Saisonale Lipiddynamik und energetische Anpassungen von *Euphausia superba*, insbesondere der Juvenil- und Adultstadien

D. Stübing, T. Kreibich (Uni HB)

English Summary:

This study aims at characterising the physiological condition and feeding behaviour of krill prior to the critical overwintering period by means of lipid analyses. Lipid content and lipid class composition indicate the amount and type of energy reserves and will be measured separately for each ontogenetic stage available. The fatty acid composition reflects the animals' feeding histories integrated over several weeks and is thus an important supplement to the classical gut content analyses providing short-term trophic information. Sampling will be carried out in parallel to the demographic studies of V. Siegel. The data may provide ecological information that help understand the observed distribution patterns. Furthermore, in comparison with the lipid data from previous autumn expeditions a potential interannual variability of nutritive status and general fitness of the different development stages in the investigation area can be detected.

Another central topic is the accumulation of lecithin, which may attain exceptionally high levels in polar euphausiids. The physiological significance of this unusual phenomenon is still unknown. Lipid accumulation and hence also lecithin deposition reach maximum values in the austral autumn. The identification of the position in the krill body (i.e. proximity to certain organs) and the ultrastructure of the lecithin stores, as well as a potential selective utilisation or conservation of this reserve under controlled feeding or starvation conditions may provide information on the ecophysiological role of this membrane lipid. Accordingly, lipid-rich juvenile and adult krill specimens are to be specifically prepared for various histological analyses (cryo-sections, transmission electron microscopy).

Stand der Forschung und wissenschaftliche Ziele

Kondition und Ernährungssituation der verschiedenen Entwicklungsstadien des antarktischen Krills sollen zum kritischen Zeitpunkt des Übergangs zum Winter untersucht werden. Lipidgehalt und Lipidklassenzusammensetzung geben Aufschluss über Menge und Art der Energiereserven. Das Fettsäuremuster insbesondere der Speicherlipide lässt auf die Nahrungspräferenzen der Tiere während der vergangenen Wochen rückschließen und bildet so eine wertvolle Ergänzung zu den klassischen Mageninhaltsanalysen. Die Probenahme erfolgt parallel zu den demographischen Untersuchungen von V. Siegel. Die Daten sollen ökologische Erklärungsansätze für die beobachteten Verteilungsmuster liefern. Weiterhin sollen die Krilllipiddaten mit denen aus vorangegangenen Herbstexpeditionen verglichen werden, um so mögliche interannuelle Schwankungen bezüglich Ernährungssituation und allgemeiner Fitness unterschiedlicher Krillstadien im Untersuchungsgebiet zu erkennen und ihre ökophysiologischen Ursachen zu verstehen.

Eine weitere zentrale Fragestellung bezieht sich auf die Akkumulation des Phospholipids Lecithin, das in polaren Euphausiaceen ungewöhnlich hohe Konzentrationen erreichen kann, und dessen Bedeutung bislang noch weitgehend unverstanden ist. Im antarktischen Herbst hat die Lipidakkumulation und damit auch die Lecithinspeicherung ihren Höhepunkt erreicht. Lage und Form der Lecithindepots in den Krillkörpern können Aufschluss geben über die physiologische Bedeutung dieses Membranlipids, ebenso wie eine potentielle selektive Nutz-

ung oder Schonung dieser Reserve unter kontrollierten Futter- bzw. Hungerbedingungen. Dementsprechend sollen die lipidreichen Juvenil- und Adultstadien gezielt für verschiedene histologische Untersuchungen (Gefrierschnitte sowie Transmissionselektronenmikroskopie) vorbereitet werden. Die Fragen lauten also: Wie hoch sind die Lipidspeicher vor der kritischen Überwinterungsphase? Lassen sich interannuelle Schwankungen im Vergleich mit den Herbstdaten 1999 feststellen? Welche ökophysiologische Rolle spielt Lecithin für den Energiehaushalt von *E. superba*?

Arbeitsprogramm:

Während der Schiffsexpedition sollen Tiere der verschiedenen Entwicklungsstadien mithilfe der eingesetzten Netze gefangen werden. Ein Teil dieser Tiere soll sofort nach dem Fang vermessen, Geschlecht und Reife- bzw. Entwicklungsstadium bestimmt und tiefgefroren werden. Im Institutslabor sollen dann Trockenmasse, Gesamtlipidgehalt, sowie Lipidklassen- und Fettsäurezusammensetzung ermittelt werden.

Die Größe der Mitteldarmdrüse im Verhältnis zur Carapaxlänge lässt sich als Indikator für Fressaktivität heranziehen. Dies soll als zusätzliches Maß verwendet werden, um gerade im Winter den bisher umstrittenen Umfang der Nahrungsaufnahme abschätzen zu können. Zusätzlich soll diese Größe in Fütterungs- und Hungereperimenten erfasst werden, so dass die Felddaten im saisonalen Vergleich zuverlässiger interpretiert werden können.

Im antarktischen Herbst (März/April 2004), wenn die Lipidakkumulation ihren Höhepunkt erreicht hat, soll der Schwerpunkt auf experimentellen Untersuchungen zur Bedeutung von PC liegen. Die lipidreichen Juvenil- und Adultstadien sollen gezielt für verschiedene histologische Untersuchungen (Gefrierschnitte sowie Transmissionselektronenmikroskopie) vorbereitet werden. In Hungerversuchen soll zudem eine mögliche selektive Nutzung bestimmter Energiereserven untersucht werden. Weiterhin sollen die verschiedenen larvalen, sowie die juvenilen und adulten Entwicklungsstadien des Krill in Bezug auf ihren energetischen Zustand vor der Überwinterungsphase charakterisiert werden, um mögliche interannuelle Konditionsunterschiede zu erfassen (Vergleich mit der Herbstexpedition 1999).

Weiterhin sollen anhand von Respirationmessungen die energetischen Kosten der Reproduktion für Männchen und Weibchen vergleichend untersucht werden. Während mittels Bombenkalorimetrie der Energiegehalt der Gonaden bestimmt werden kann, lässt sich über den Sauerstoffverbrauch der Energiebedarf für die Gametendifferenzierung selbst abschätzen. Weiterhin sollen Fütterungsexperimente mit verschiedenen Nahrungsorganismen, die sich deutlich in ihrem Fettsäuremuster unterscheiden, durchgeführt werden, um die Schlussfolgerungen aus dem vorangegangenen Krill-Projekt für andere Jahreszeiten zu überprüfen.

3. Bestimmung der Biomasse des Zooplanktons in der Lazarevsee

R. Herrmann, S. Kruse, U. Bathmann (AWI)

Wissenschaftliche Ziele

In diesem Arbeitsvorhaben (AV) soll das Biovolumen des Zooplanktons in der Lazarevsee bestimmt werden. Durch die unterschiedlichen physikalischen Gegebenheiten in der Lazarevsee ist es wahrscheinlich, dass man unterschiedliche Biovolumina und Dominanzen einzelner Tierarten vorfindet.

Im Rahmen dieses AV sollen die Biovolumina der beiden Wassermassen an verschiedenen Stationen und Tiefen untersucht werden. Einige dieser Stationen wurden während vergangener Expeditionen mit Hilfe von verschiedenen Netzen mit einer Maschenweite von 300µm untersucht. Daher werden hier zusätzlich Zooplanktonproben mit einem Multinetz mit einer Maschenweite von 55µm genommen.

Nachdem das Biovolumen erfasst wurde, sollen zwei der dominanten Zooplanktonarten herausortiert werden und für diese noch einmal deren Biovolumen separat bestimmt werden,

um deren Anteil am Gesamtbiovolumen zu berechnen. Dabei soll sich im Vorfeld noch nicht auf zwei Arten festgelegt werden. Welche Arten detaillierter untersucht werden sollen, wird sich dabei erst nach der ersten Probennahme an Bord entscheiden.

Die Probennahmen zur Biovolumenbestimmung sollen während der Expedition „Polarstern“ ANT XXI/4 erfolgen. Nach ca. 10 Tagen können bei dieser Herbstexpedition die ersten Planktonproben aus der Lazarevsee genommen werden und die dominanten Arten heraus sortiert werden. Es werden fünf festgelegte Nord-Südschnitte von der Antarktischen Küste in den ozeanischen Bereich abgefahren, wobei diese Transekte die Hauptwassermassen und verschiedene Strömungen schneiden. Die Nord-Südschnitte liegen dabei zwischen 65°S und dem Kontinent und zwischen ca. 0°E bis 8°E.

Die folgende Tabelle zeigt eine kleine Auswahl der in der Literatur beschriebenen Arten:

	Art	Autor
Euphausia	<i>Euphausia superba</i> <i>E. crystallophias</i> <i>Thysanoessa macrura</i>	Boysen-Ennen et.al. 1991 Brinton & Antezana 1984 Hempel et.al 1982 Hopkins 1985 Piatkowski 1987 Schnack-Schiel & Mujica 1994
Copepoda	<i>Calanus propinquus</i> <i>Calanoides acutus</i> <i>Rhincalanus gigas</i> <i>Clausocalanus ssp.</i> <i>Ctenocalanus</i> <i>Oithona sp.</i>	Boysen-Ennen et.al. 1991 Hempel et.al 1982 Hopkins & Torres 1988 Jazdewski et.al 1982 Schnack-Schiel & Mujica 1994
Amphipoda	<i>Orchomene plebs</i> <i>Epimeriella macronyx</i>	Boysen-Ennen et.al. 1991 Hempel et.al 1982 Mujica & Torres 1982
Chaetognatha	<i>Sagitta gazellae</i> <i>S. marri</i> <i>Eutrochria hamata</i>	Boysen-Ennen et.al. 1991 Mujica & Torres 1982 Piatkowski 1987
Tunicata	<i>Salpa thompsonii</i>	Boysen-Ennen et.al. 1991 Piatkowski 1985 Schnack-Schiel & Mujica 1994
Mollusca	<i>Marseniopsis sp.</i> <i>Capulus subcompressus</i> <i>Clione limacina</i>	Boysen-Ennen et.al. 1991 Hopkins 1985 Mujica & Torres 1982 Piatkowski 1987
Decapoda	<i>Notocrangon antarcticus</i> <i>Chorismus antarcticus</i>	Boysen-Ennen et.al. 1991 Piatkowski 1987

Die Proben werden mit Hilfe eines Multinetzes genommen. Dabei werden Netze mit einer Maschenweite von 55, bzw. 300µm für vertikale Hols bis zur Oberfläche verwendet.

Zusätzlich zu den Multinetzen werden evtl. noch Bongonetze genommen, um auch schnellere Tiere, wie z.B. Amphipoden besser fangen zu können. Diese werden aufgrund ihrer schnellen Fortbewegung bei den Multinetzen seltener erfasst. Sobald die Proben an Bord sind, werden sie in 4% Formol (mit Seewasser) fixiert und nach Tiefe getrennt in Nalgenebehältern aufbewahrt. Zuvor werden jedoch größere Quallen, die durch Schleimabsonderungen das Zooplankton verkleben können, herausgenommen und deren Biovolumen später separat bestimmt.

Biovolumenbestimmung:

Das Biovolumen des Zooplanktons wird mit Hilfe eines Sedimentiertrichters bestimmt. Dazu wird die Planktonprobe, im fixierten Zustand in einen Trichter gegeben. Je nach Planktonmenge werden dabei Trichter genommen. Hat sich das Plankton nach einem vorgegebenen Zeitraum (evtl. wird der empfohlene Zeitraum von 24h an Bord verkürzt) abgesetzt, kann man das Absatzvolumen ablesen. Um Erschütterungen, die auf dem Schiff entstehen können, zu verringern, werden die Trichter mit Seilen an der Decke befestigt, so dass sie frei hin und her schwingen können.

Weitere Probenbearbeitung

Nach dem Bestimmen des Zooplankton-Biovolumens werden zwei der dominanten Tierarten heraus sortiert. Deren Biovolumen wird noch einmal separat erfasst und deren Anteil am Gesamtbiovolumen berechnet. Zusätzlich werden sie mit Hilfe eines Messokulars in einem Binokular vermessen.

4. Untersuchungen zum Vorkommen und zur Lebensweise von *Salpa thompsoni* in der Lazarev See

E. Pakhomov (UBC), C. Dubischar (AWI),

Stand der Forschung und wissenschaftliche Ziele

Neuere Untersuchungen weisen darauf hin, dass a) die Verteilungsgebiete der antarktischen Salpen (*Salpa thompsoni*) sich weiter nach Süden hin ausdehnen, b) die Biomasse der Salpen über die letzten Jahre stetig zugenommen hat und c) der sonst in weiten antarktischen Gebieten vorherrschende Krill (*Euphausia superba*) durch die Salpen in seiner Ausbreitung zunehmend eingeschränkt zu werden scheint. Diese Hinweise werden jedoch noch kontrovers diskutiert: Ziel dieses Forschungsvorhabens sind daher die folgenden vier Punkte: 1. Beruht das südliche Vorkommen wirklich auf dortiger Reproduktion oder ist die südliche Verbreitung eher eine Folge des passiven Transports in wärmeren Wassermassen? 2. Wie wirken sich die in den südlicheren Gebieten vorherrschenden kälteren Temperaturen auf die Ökophysiologie und den Reproduktionserfolg der Salpen aus, d.h. wie erfolgreich und dauerhaft können sie sich überhaupt dort ansiedeln, 3. Was sind die Ursachen dafür, dass Salpen und Krill selten gemeinsam angetroffen werden? 4. Wie beeinflusst das „Eindringen“ der Salpen in neue Gebiete die dortigen Strukturen im Pelagial (Nahrungsnetz und Stoffflüsse)?

Die oben aufgeführten Fragen sollen während zweier Fahrten mit dem FS *Polarstern* näher untersucht werden: „EIFEX“ (European Iron Fertilisation EXperiment) im südlichen ACC (ANT XXI/3, Jan-März 2004) und „Krill im Lazarewmeer“ (ANT XXI/4, März-Mai 2004). Während dieser Fahrten sollen Untersuchungen zur Verteilung und Populationsstruktur der Salpen sowie zu deren biochemischer Zusammensetzung durchgeführt werden. Zusätzlich werden Experimente zur Nahrungsaufnahme, Kotballenproduktion, Krill / Salpen-Beziehung und zur Temperaturabhängigkeit der Salpen durchgeführt.

Die Lazarev-See stellt aufgrund ihrer südlichen Lage ein besonders interessantes Untersuchungsgebiet dar. Außerdem gibt es Hinweise, dass *Salpa thompsoni* dieses Gebiet erst gegen Ende des letzten Jahrhunderts neu besiedelt hat, und sich dort an seiner Ausbreitungsgrenze befindet. Daher ist dieses Gebiet für die Klärung der oben aufgeführten Fragen besonders geeignet. Außerdem bietet das zeitgleich auf dieser Fahrt durchgeführte ausführliche Krill-Programm gute Zusammenarbeitsmöglichkeiten zur genaueren Untersuchung der Interaktionen von Krill und Salpen.

Für die Untersuchung der Verteilungsmuster und Populationsstrukturen der Salpen kann voraussichtlich mit an den Netzfängen (RMT, MOCNESS) der Krill-Arbeitsgruppe partizipiert werden, so dass hierfür keine zusätzliche Schiffszeit benötigt wird. Zusätzlich soll an den Stationen, wo die RMT-Fänge auf das Vorkommen von Salpen-Schwärmen hinweisen, das Bongonetz bis zu einer Tiefen von ca. 200 m eingesetzt werden.

5. Marine top predators and their prey - a top down approach to Antarctic foodwebs

J.A. van Franeker, H. Flores (ALTERRA)

With its participation in ANT XXI-4, Alterra starts a new 4 year project in the framework of the Dutch Antarctic Program. This is NAAP project nr 851.20.011; titled: *Seabird food*

chains in the Antarctic seasonal sea-ice zone: challenging the dominant role of krill. In this project we aim for simultaneous studies of:

- quantitative distributions of top-predators in relation to environmental conditions
- dietary studies of top-predators (stomach-flushing live birds; scat collection of mammals)
- distribution and abundance of surface prey (fish and larger zooplankton)
- energetic value and stomach contents analysis of fish and zooplankton

The focus of our studies is on foodwebs related to the Antarctic seasonal sea-ice zone.

By a 'top down' approach we want to contribute to quantification of the enormous importance of biological production in Antarctic sea-ice, which is evidenced by large top predator populations, but poorly quantified. Simultaneous study of prey-abundance (acoustic) and utilization by top-predators (visuell) is needed to document the alleged simplicity in structure of Antarctic foodchains.

Distribution and abundance of top predators will be determined by international standard census methods, also applied during earlier Polarstern cruises. Observation posts will be installed on top of the bridge of Polarstern. Seabird diets can be studied without harm to animals by stomach flushing. For this we will use birds accidentally landed on the ship as well as birds caught by e.g. nets during station work. Capturing methods at sea will have to be developed.

A large part of the effort in the project is directed towards the development of a net to sample fish and zooplankton residing directly under sea-ice. A special heavy-framed but floating net that can 'roll' along the undersurface of sea-ice has been developed by Alterra (SUIT-net = Surface-Under-Ice-Trawl). The net can be operated from the rear gangway of Polarstern and shears sideways away from the ship's trackline. Because of the heavy steel frame, floaters and wheels, the whole construction weighs $\pm 900\text{kg}$. The netframe-opening is about 2.5m square, has a 'slide-out' system for heavy lumps of ice, and uses mesh for shrimp fisheries (7mm) in which smaller meshed end-bags can be attached. In denser ice, the net-cable will be lowered close to the ship by an additional weight attached to the cable. We are also preparing the application of flash-lights on the frame as a means to reduce escape-behaviour by target-organisms. In addition we survey the feasibility of digital imaging to check net performance under ice and prey behaviour. In addition to the SUIT net, a similar but frameless surface net with shearing board is developed for sampling surface prey in open patches of water. We hope to use the nets at all standard stations and under different conditions of environment, time of day, and predator abundance ("hot-spots").

SUIT-net during tests in the Netherlands



Captured prey will be stored for later analyses of energy-value in top predator diets, and as far as possible for stomach/gut contents to make stepwise additions to foodweb analysis and productivity estimates. Our study of fish and zooplankton in the upper surface layer will be complemented by zooplankton studies in surface water layers by the Bathmann group, AWI.

Whale observations may be considerably improved by co-operation with specialist observers from IWC.

6. Status, control and role of the pelagic diversity of the Austral Ocean PELAGAN

A. van de Putte, F. Volckaert (LAE)

STATE-OF-THE-ART and AIMS

The Austral Ocean pelagic diversity remains poorly documented and is probably larger than estimated initially. Many pelagic species, including macrozooplankton, ichthyoplankton and pelagic fishes, have been ignored, especially in ecological and biogeochemical studies and in modelling. The diversity of the pelagic system is essential to guarantee the fitness of the consumers. In response to a dominant plankton community, specific communities of consumers will evolve. This is particularly true for the various life stages of fishes (larvae, juvenile and adults), which require specific plankton nutrition. Thus, it can be expected that larvae and juvenile fish considerably affect the zooplankton biomass and should be included as zooplankton sinks in ecosystem models.

The pelagic species are organised in habitat-specific assemblages. The diversity and structure of these pelagic assemblages is caused by the spatio-temporal heterogeneity of abiotic factors, especially the physical structure of the water masses and ice coverage. This influences the availability of food, the stability of the water column and the variability of habitats. During the previous Belgian Antarctic programme in the Austral Ocean, we have verified experimentally and by modelling the impact of variations in temperature, ice coverage dynamics, solar irradiation and the vertical structure of the water column on the dynamics of the most important Antarctic plankton groups. Many recent publications have hypothesised that climate changes modify the temperature and the wind conditions, influence the ice-edges and thus indirectly affect the dynamics and diversity of pelagic food webs. The knowledge of those assemblages and of their control remains to be acquired.

The objective of the project is to analyse the status, control and role of the pelagic system of the Southern Ocean. In the long term this may contribute to assess the impact of global climate changes on the pelagic biodiversity and structure. Any impact on biodiversity can only be estimated if sufficient ecological and evolutionary information is available about the factors that both define and influence biodiversity. In oceanic polar systems, hydrodynamical and atmospheric forces largely control the pelagic biota, but biological and behavioural traits of organisms shape the ultimate patterns and processes. Subtle changes in these forces may cause the marine ecosystem to find a new equilibrium.

Three major steps will be used to achieve the objectives: (1) data collection and data banking (2) analysing the pelagic diversity on the ecosystem, species and population level and (3) ecosystem modelling. The logic for each of these objectives relates to the compilation and interpretation of the published information on austral pelagic systems, the contribution of new parameters to a conceptual model from field and lab based research, and finally the prediction of patterns and processes with the help of a coupled biological/physical mechanistic model. We propose an interdisciplinary approach to realise these aims by identifying and studying the Antarctic pelagic species and their distribution in relation to the biotic factors and the abiotic factors of the environment.

The first aim of this proposal must be the compilation of all the relevant data necessary to construct or calibrate our models (data collection). These data may include information on the population dynamics of micro-, meso- and macroplankton and fishes. The data will be stored in a dedicated database for further exploration and will be made compatible to existing

databases such as Global Biodiversity Initiative Facility or FishBase. An extensive field and lab-based program, to be realised in the Austral Ocean during international and interdisciplinary cruises, will provide novel information and complete missing field data.

The second aim of the proposal is to conceptualise the pelagic diversity and its spatio-temporal variation. The pelagic biodiversity will be analysed at three levels: ecosystem, species and populations, by means of genetic, morphological and ecophysiological and ecosystemological tools. The large and small-scale evolution (genetic diversity and structure) of “umbrella” fish species will be determined with complementary molecular markers and a very complete statistical analysis. A functional morphological and a nutritional approach will assess the relation between the development stages and the selection and exploitation of planktonic preys. The pelagic diversity status will be determined by analysing the spatio-temporal distribution of organisms in function of the abiotic factors. The pelagic assemblages will be explored with statistical models in search for consistent patterns or systematic relationships between variables using several statistical tools (data exploration).

The third aim is to model the dynamics of the pelagic assemblages by the development and implementation of a one-dimensional coupled biological/physical plankton model developed by our team during the previous phase of the Belgian Antarctic Programme. The expanded version of the model will include the species identified and the selected trophodynamic concepts. The model will be used to determine the stability of biotic assemblages, their sensitivity to the environmental constraints and specially the response to climate changes.

This research proposal follows the recommendations of the international conventions and programmes in which Belgium is involved (Antarctic Treaty, Law of the Sea Convention and Rio Convention on Biological Diversity; DIVERSITAS programme) by identifying key components of the Antarctic pelagic ecosystem and the criteria for the appearance, maintenance, evolution and anthropogenic modification of biodiversity.

The project will benefit of the interdisciplinary collaboration that we have developed with international Antarctic scientific programs (especially Italy, Germany and France) in which we are involved.

Scientific programme: Sampling fish larvae and (small) fish on the AWI krill sampling grid in the Lazarev Sea for population dynamical, ecophysiological and genetical analysis (aim 2 of the PELAGANT project). Targets are the genera *Trematomus* and *Pagothenia* (Fam.

Nototheniidae – cod icefishes), but fish samples from other taxa will also be kept for the preparation of a molecular data bank (aim 1 of the PELAGANT project) and exchange with colleagues (dr. H. Wilcock, dr. Ph. Koubbi, dr. T. Patarnello, etc). Samples will be obtained from stratified and targeted krill sampling collected by AWI scientists. Small samples will be stored in 95% ethanol. Large samples will be subsampled for tissue (stored in 95% ethanol) and stored with the proper labels in formalin bags.

7. International Whaling Commission - SO GLOBEC collaboration (Baleen whale visual and acoustic survey, year-round acoustic monitoring and fine scale ecology collaborative project)

D. Thiele (IWC SC and Deakin University), J. Hildebrand (Scripps IO), S. Moore (IWC SC and NOAA)

Rationale:

This project forms an integral part of the ‘ARPs around the Antarctic’ program – an Antarctic research initiative comprising circum-Antarctic year round acoustic monitoring and nested regional and local investigations of cetacean feeding ecology. This initiative aims to examine variability in baleen whale distribution and movements with linkages to patterns in biological and physical events and processes. The program is conducted over a range of temporal and

spatial scales to allow integration of parallel data series in order to gain an understanding of the implications of global environmental change for local, regional and Antarctic-wide populations and species.

The circum-Antarctic program relies on collaboration with a range of national Antarctic research programs in order to cover all regions. The German SO GLOBEC program on the Polarstern provides the only platform for this work in the Weddell Sea.

Major questions to be addressed:

Seasonal variability in distribution, movements and calling rates of baleen whales in the study area and region, and linkages to physical and biological processes

Feeding ecology and dynamics of baleen whales (at grid and patch scale)

Genetic relationships between baleen whales in study area and other Antarctic populations

Methods:

Visual survey for cetaceans from bridge and/or upper deck platform in daylight hours on transit and transects within the krill grid (distribution data). Deployment of acoustic expendable sonobuoys on transit and within krill grid box (record whale calls along and around ship track to horizon real time). Deployment of ARPs (2 – 3) this voyage (record whale calls continuously all year). Retrieval of ARPs (last voyage in series) . Small boat/zodiac work in areas of concentrations of feeding whales (tissue biopsy/photo identification/video (feeding and habitat). Associated krill and biological oceanographic (krill patch scale) surveys from main vessel while zodiac/small boat work conducted. Establish a photo identification catalogue of individual whales (for mark recapture studies) for the study area and Weddell Sea region

Links to other projects:

The baleen whale project is dependent upon a multidisciplinary science program and therefore is strongly linked to other science programs on the cruise which measure physical and biological events and processes (i.e. particularly krill survey and patch dynamics, deep oceanography, biological oceanography, productivity, seabird surveys, current ADCP etc.). The baleen whale project is also linked to a wider series of Antarctic research programs through other national SO GLOBEC and CCAMLR collaborations and forms a core component of work proposed under the ICCED initiative (OCEANS).

Logistical requirements:

- Dry laboratory space ~100 sqft. Including table/bench top for pressure cases/electronics and laptop computer, 110VAC/60Hz power, various storage of equipment/tools in draws/shelves, etc, space for one ARP/sonobuoy technician. Desk space for sonobuoy PC desktop or laptop computer and recording equipment.
- Nearby (10-15 meters) protected area for two ARP frames. Area needs to be accessible to both dry lab and launch deck area. This area can be within dry lab area, depending on available space. If not in dry lab area, need bulkhead feed through for electrical/communications cable. Need to be able to tie down ARP frames to prevent movement during transit. Access to ARPs needed at least 24 hrs prior to launch. ARPs are roughly 1.5m x 1.5m x 1.5m and weight approximately 300 kg dry (see web site for description/pictures: <http://cetuc.ucsd.edu/equipment/equipment.php>).
- GPS location, time and water depth information recorded needed at time of launch. GPS time (visual) feed to dry lab requested (not required) prior to launch.
- Standard instrument launch gear (release hook, tag lines, articulated crane or A-Frame and winch) needed.
- Instruments can be readied before arrival to drop site depending on instrument storage locations and sea conditions. However, one-hour preparation time is typical, and after deployment acoustic communication through the water is needed to confirm instrument touch down to seafloor. Instruments drop ~ 30m/min.

- Connect EdgeTech Acoustic communication box to 12 kHz ship hull transducer if available, otherwise, over-the-side transducer will need to be deployed and ship hold station after instrument deployment.
- Dry/accessible storage for 3 pallet-boxes of 48 each sonobuoys. Each pallet weighs approximately 500 kg.
- RG-8 cable run from dry lab to ship's mast. Mount sonobuoy antenna on ship's mast prior to departing port.
- Time (~1hr ea.) for an occasional acoustically 'quiet' time (ship stop?) a few km's away from deployed sonobuoy for increased signal-to-noise on sonobuoy recordings.

Visual and biopsy

- Laboratory space in office area next to Met lab behind bridge for three people (power for three laptops)
- Storage for camera/video, crossbow (darting gun) equipment in same laboratory
- Use of bridge and/or upper bridge platform for observations
- Power and gps feed inside bridge for observation (laptop based program requires gps feed)
- Use of zodiac/small boat for tissue biopsy darting, photo identification and sonobuoy deployment when feeding concentrations of baleen whales are located (2 days ship time required for this work and slowing vessel to obtain footage/sound recordings of important sightings – i.e. Feeding concentrations, unusual species)
- 1 additional day of ship time to have vessel track through large open water areas within ice in Weddell Sea to survey for blue whales on way to and from study area (from South Sandwich ~26°W and southeast)
- Fine scale krill (acoustic and net tows) and biological oceanography measurements on tracks in areas where baleen whales are feeding (if krill group can do this)

8. MAX-DOAS-Messungen atmosphärischer Spurengase zur SCIAMACHY-Validierung

B. von Harling (IfU)

Einführung:

Ein wichtiger Aspekt der Umweltforschung ist die Kenntnis von Spurengasen sowie deren Konzentration und Verteilung in der Atmosphäre. Besonders interessant sind dabei etwa NO₂, H₂O, HCHO, IO und SO₂ in der Troposphäre sowie O₃, NO₂, BrO, OClO, H₂O, HCHO, O₄ und IO in der Stratosphäre. Entsprechende Messungen werden beispielsweise mit Satelliten vorgenommen, wie etwa durch das Instrument SCIAMACHY auf dem am 1.3.2002 in einen polaren Orbit gestarteten ENVISAT. Zur Überprüfung und zur Bestimmung der Genauigkeit der vom Satelliten gelieferten Daten sind aber erdgestützte Instrumente unerlässlich, die an der Umlaufbahn des Raumfahrzeugs entsprechenden Orten Kontrollmessungen durchführen. Im Fall von SCIAMACHY bieten sich dabei Messungen auf der FS Polarstern an, deren Generalkurs auf Fahrt zu und von der Antarktis natürlich der polaren Umlaufbahn von ENVISAT entspricht.

Das DOAS-Messinstrument:

Die vom Satelliteninstrument angewandte Methode zur Messung atmosphärischer Spurengase ist das bewährte Differential Optical Absorption Spectroscopy Prinzip (DOAS). Hierbei macht man sich zunutze, dass durch die Atmosphäre fallendes Sonnenlicht an Gasmolekülen gestreut wird und danach der Gasart und -menge entsprechende, mehr oder minder tiefe Absorptionslinien in dessen Spektrum sichtbar sind. Davon kann auf die vorhandenen Gase und deren Konzentration in der Atmosphäre geschlossen werden. Bei erdgestützten

Messungen kann die Beobachtung von Sonnenlicht aus verschiedenen Richtungen auch Aufschluss über die Höhenverteilung der Spurengase geben: bei vertikal einfallendem Licht sind stratosphärische Absorber bestimmend, weil hierbei der Lichtweg durch diese hohe Atmosphärenschicht am längsten ist. Bei eher horizontal einfallendem Licht ist der Lichtweg durch die Troposphäre länger und deren Absorber kommen verstärkt vor. Dies ist das sogenannte Multi-Axis-DOAS.

Das zur Validierung verwendete Instrument auf der FS Polarstern wendet entsprechend dem Satellitengerät natürlich ebenfalls das DOAS- bzw. das MAX-DOAS-Prinzip an. Da manche der interessanten Spurengase wie etwa BrO, SO₂ sowie HCHO aber nur im ultravioletten, andere wie H₂O sowie IO nur im visuellen Spektralbereich absorbieren und da in beiden Bereiche unterschiedliche Anforderungen an die spektrale Auflösung gestellt werden, besteht das schiffsgestützte Instrument aus zwei separaten Systemen für UV und Vis. Beide benutzen Schwenkteleskope für MAX-DOAS, das UV-System jedoch drei statt des einen für Vis, da der UV-Anteil des Sonnenlichts geringer und die Belichtungszeit bei Aufnahme eines UV-Spektrums daher länger als im Vis ist. So kann die Messzeit reduziert werden.

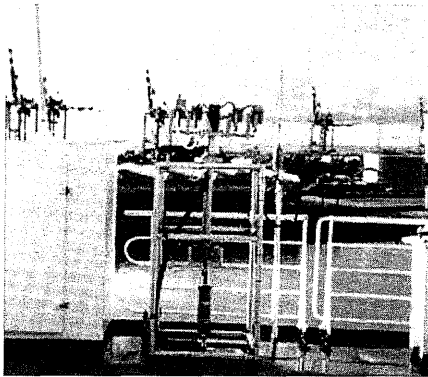


Bild 1) Das Teleskopsystem des MAX-DOAS-Instruments auf der Backbordseite des Beobachtungsdecks der FS Polarstern. Je zwei Schwenkteleskope sind auf beiden Seiten eines zentralen Verteilerkastens sichtbar. Unter dem Verteiler ist das Kardangelenk, dann das Gegengewicht und eine einfache pneumatische Dämpfung zu sehen.

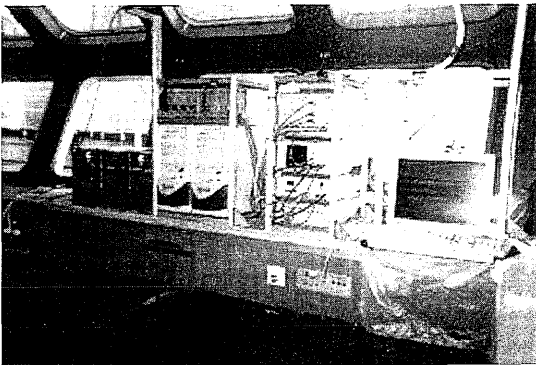


Bild 2) Fast direkt unter den Teleskopen, auf der Backbordseite der Beobachtungsgalerie, sind die Spektrographen, Computer, Elektronik, Versorgung u.ä. untergebracht. Die Metallrahmen dienen zu Transport und Befestigung der Einheiten.

Die an Deck an einem kardanisch gelagerten Gestell montierten vier verwendeten Teleskope sind baugleich und haben in ihren Gehäusen neben den notwendigen Fahrmotoren auch Schutzblenden und HgNe- sowie Halogen-Lampen zur Kalibrierung des Systems. Das einfallende Licht wird bei den drei UV-Teleskopen jeweils per siebenadrigem Lichtleiter zu nur einem Spektrometer geführt. Dort bilden die Adern drei übereinanderliegende Eintrittspalte von je ca. $1200 \mu\text{m} \times 170 \mu\text{m}$. Die entstehenden Spektren werden auf unterschiedliche Bereiche der angeschlossenen zweidimensionalen CCD-Kamera mit 1024×256 Pixeln abgebildet und zur späteren Auswertung aufgenommen. Dieses System ermöglicht die simultane Aufnahme von Spektren aus drei unterschiedlichen Blickrichtungen. Das Licht vom Vis-Teleskop wird von einem einfachen Lichtleiter zu einem Spektrographen mit einer 2048-Pixel-Detektorzeile für das erzeugte Spektrum gebracht. Dieses System beobachtet nacheinander verschiedene Blickrichtungen. Das ganze Instrument ist weitgehend automatisiert und sammelt 8-10 GB an Messdaten pro Monat.

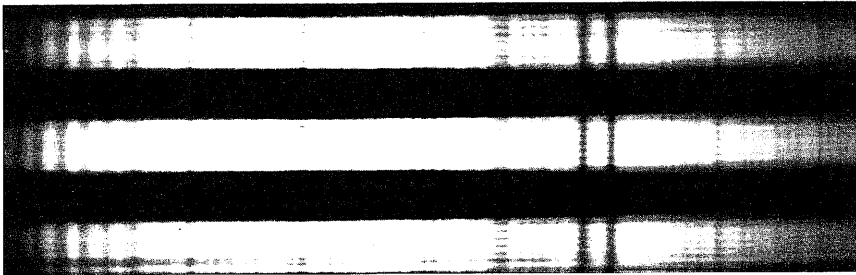


Bild 3) Aufnahme von drei UV-Spektren auf einem CCD-Detektor. Die einzelnen Adern der Lichtleiter von den Teleskopen sind zu erkennen.

Ergebnisse:

Bei Messungen auf der Fahrt ANT XIX der FS Polarstern mit dem Vorgänger des jetzigen Geräts (gleiche Geräte, aber anderes System der Teleskopeinheiten für MAX-DOAS) wurden z.B. die Konzentrationen von BrO und NO₂ während der Fahrt von Bremerhaven nach Kapstadt ermittelt. Die Maxima der jeweiligen Werte traten während der Kanal-Durchfahrt auf: 3.1 ± 1.1 parts per trillion für BrO und 0.36 ± 0.13 parts per billion für NO₂. Dies war aufgrund der Luftverschmutzung über Europa zu erwarten. Daneben zeigte sich eine Antikorellation zwischen Brom- und Stickstoffdioxid auf dieser Fahrt: Wahrscheinlich bildet sich eine Reservoirsubstanz aus beiden Gasen (siehe auch Diplomarbeit von Herrn J. Boßmeyer). Derartige Ergebnisse sollen auch durch Messungen von der Fahrt ANT XXI bestätigt und erweitert werden. Außerdem sollen natürlich Erkenntnisse über andere messbaren Spurengase gesammelt werden. Neben derartigen hauptsächlich zur Validierung des Satelliteninstruments durchgeführten Messungen sind aber auch Messungen in der Antarktis wichtig für die Atmosphären- und Klimaforschung.

Ähnliche Messungen auf Fahrten der FS Polarstern sind schon in den Jahren 1990, 1993, 2001/2002 und 2002/2003 vom Heidelberger Institut für Umweltphysik mit gutem Erfolg durchgeführt worden.

9. Geochemische Untersuchungen zum Eintrag von organischem Kohlenstoff auf Sedimente des östlichen Weddellmeeres (Lazarevsee)

E. Sauter (AWI)

(Anmerkung: Abbildungen im englischen Teil, s. u.)

Wissenschaftliche Ziele und Stand der Forschung

Die AWI-Geochemiegruppe unternimmt eine bipolare Vergleichsstudie über den Eintrag von organischem Kohlenstoff C_{org} auf den Meeresboden des polaren Nord- und Südatlantiks. Ziel ist es, Informationen über Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede im Export und der Einbettungseffizienz von C_{org} zu erhalten und Relationen zwischen Kohlenstoff- und Silikatkreislauf in hohen südlichen und nördlichen Breiten zu erarbeiten.

Die frühdiagenetischen Prozesse im Oberflächensediment sind eng mit der Sedimentation von partikulärem organischem Material (POM) verbunden. Remineralisation und Einbettung von C_{org} ist ein massgeblicher Faktor für das geochemische Milieu des Oberflächensediments und hat somit wesentliche Implikationen sowohl für die benthischen Lebensbedingungen als auch für die Überlieferung von Kohlenstoff in tiefere Sedimenthorizonte. Somit ist die Quantifizierung des C_{org} -Eintrages relevant im Bezug auf die benthische Ökologie, das Verständnis frühdiagenetischer Prozesse, paläoozeanographische Interpretationen sowie geochemische Stoffbudgets. Damit wird ein Betrag zum Kohlenstoffzyklus in Gegenwart und Vergangenheit geleistet. Die besondere Sensitivität der Polargebiete ist seit Jahrzehnten bekannt.

Dennoch wurden Sedimente polarer Ozeane bisher kaum in C_{org} -Budgets einbezogen.

Der größte Anteil des organischen Kohlenstoffs, der auf oligo und mesotrophe Sedimente herabrieselt, wird sehr dicht unterhalb der Sediment/Wasser-Grenzfläche remineralisiert. Dabei wird gelöster Sauerstoff als Haupt-Elektronenakzeptor verbraucht und wirkt auch als finales Oxidanz bei anaeroben Abbauketten. Damit stellt die Messung der Sauerstoff-Tiefenverteilung im Sediment-Porenwasser eine geeignete Methode zur Bestimmung des C_{org} -Flusses und von -Abbauraten dar.

Neben der Quantifizierung oxidischer Respirationsraten mittels *in situ*- oder Labor-Inkubationsexperimenten, bieten O_2 -Mikrosensoren eine adequate Methode zur Bestimmung des diffusiven Stoffflusses über die hochauflösende Messung der Sauerstoff-Tiefenverteilung im Porenwasser. Um Probenahme-Artefakte (z.B. aufgrund von Dekompressionseffekten) zu vermeiden, ist es sehr wünschenswert, die Messung der O_2 -Mikroprofile *in situ*, d.h. am Meeresboden durchzuführen.

Für hohe Breiten, jenseits von 60° N oder S existieren nur sehr wenige, meist *ex situ* gemessene Daten. Für den tiefen Südatlantik existieren nach unserer Kenntnis bis jetzt überhaupt keine *in situ*-Daten. Dementsprechend gibt es kaum Daten über die Menge an remineralisiertem bzw. fixiertem organischem Kohlenstoff im Oberflächensediment des Südozeans. Demgegenüber besteht schon eine bessere Kenntnis des südatlantischen Silikatkreislaufs.

Der Südozean ist außerdem von besonderem Interesse im Bezug auf die eiszeitliche Klimaschicht sowie die Bildung Antarktischen Tiefenwassers. Dies ist eine zusätzliche Motivation dafür, die für den Abbau bzw. Erhalt von C_{org} und Opal relevanten Mechanismen und Prozesse in dieser Region zu verstehen.

Um die Kopplung zwischen C_{org} und Si-Einträgen und ihrer Remineralisation zu verstehen, ist es hilfreich, die Ozeane der hohen nördlichen und südlichen Breiten zu vergleichen. Schlüter et al. verglichen Höhe und räumliche Verteilung des C_{org} und BSi-Flusses des polaren Nord- und Südatlantiks. Dort werden auch Einflüsse durch Eisbedeckung diskutiert und benthische Stoffeinträge mit Sinkstoff-Fallendaten verglichen. In beiden Polargebieten werden im

Bereich saisonal eisfreier Flächen (z.B. Sommerpolynias) erhöhte Stoffflüsse beobachtet. Insgesamt sind in beiden Polarregionen vergleichbare C_{org} -Flüsse gefunden, wohingegen sehr deutliche Unterschiede im Bezug auf den Silikatkreislauf festgestellt werden konnten. Auf der Basis verschiedener Datenquellen deutet dieser erste Vergleich auf die Entkopplung von Silikat- und Kohlenstoffkreislauf im nördlichen Nordatlantik hin. Allerdings wurden im Norden und Süden unterschiedliche Messmethoden angewandt: Qualitativ hochwertige *in situ* Fluss-Daten konnten bislang nur im Norden gemessen werden.

Während dieser Expedition wird daher das Hauptaugenmerk auf die *in situ* Messung von O_2 -Mikroprofilen in der östlichen Weddellsee (Lazarevsee, Fig. 1) gelegt, ergänzt um ein Sediment- und Bodenwasser-Beprobungsprogramm. Die maximal 14 Stationen liegen auf drei Transekten, einschließlich eines Hochproduktionsgebietes (57° - 62° S/ 0 - 20° E), welches von Modellergebnissen vorhergesagt und während der ANT XX/2 *in natura* entdeckt wurde. Durch *in situ* Messungen kann hoffentlich gezeigt werden, in wieweit die Sedimente die erhöhte Primärproduktion in der oberen Wassersäule widerspiegeln.

Eingesetzte Methoden

a) In situ Messung von Mikroprofilen

In dieser Studie werden *in situ* Mikroprofile mithilfe eines autonom arbeitenden Mikroprofilers (Fig. 2a) gemessen. Das Gerät vermag O_2 -, pH- und H_2S -Mikrosensoren (Fig. 2b) sowie eine Widerstandselektrode mit einer Vertikalauflösung von minimal 0.1 mm ins Oberflächensediment zu fahren. Der Profiler wird normalerweise mit einem Freifall-Lander (Fig. 2c) zum Meeresboden gebracht, welcher zusätzlich z.B. mit einer Videokamera, einem Strömungsmesser und/oder einem Wasserschöpfer ausgestattet werden kann. Im Fall schwieriger Eis- und Seegangbedingungen ist es ausserdem möglich, den Profiler in einem draht-geführten Gestell an den Meeresboden zu bringen.

b) Weitere Beprobung

Die *in situ*-Messungen werden ergänzt durch die Beprobung von Sediment, Poren- und Bodenwasser für die Bestimmung weiterer Parameter wie C_{org} -Gehalt, C/N-Verhältnis und Nährstoffprofilen. Zu Sediment-Gewinnung wird ein konventioneller Multicorer eingesetzt, während Wasserproben aus der bodennahen Wassersäule mittels eines speziell entwickelten Bodenwasser-Schöpfers genommen werden (Fig. 3).

Schließlich ist geplant, den Meeresboden um jede Station während des An- und Ablaufens mittels Hydrosweep und Parasound hydroakustisch zu charakterisieren. Dies dient in erster Linie zur Informationen über Tiefe und Bodentopographie. Zudem sollen akustische Daten später mit Sedimentparametern korreliert werden.

9a Geochemical investigations on the organic carbon flux onto sediments of the eastern Weddell Sea (Lazarev Sea)

The AWI geochemistry group participates ANT XXI/4 in the context of a bipolar study to compare organic carbon (C_{org}) fluxes reaching the seafloor of the polar North and South Atlantic. It is aimed to obtain information about similarities and differences in export of C_{org} to the seafloor, burial efficiency of organic matter, and the link between the carbon and silica cycle in high southern and northern latitudes.

Early diagenetic processes in surface sediments are closely linked to the sedimentation of particulate organic matter (POM). C_{org} remineralization and burial within surface sediments determines the geochemical milieu and, thus, both affects the conditions of benthic life as well as the long-term fixation of carbon exported from surface waters. Therefore, the quantification of C_{org} fluxes is of major interest for benthic ecology, early diagenetic modeling, paleoceanographic interpretation, and geochemical budgets, which, in turn, are an important

aspect of a quantitative understanding of the carbon cycle at present and in the past. The sensitivity of the earth's polar regions in this respect has been recognized since many years. The sediments of polar seas are hitherto rarely included in organic carbon flux budgets.

Most of the organic carbon arriving at meso and oligotrophic sediments is remineralized right below the sediment/water interface, consuming dissolved oxygen as a primary electron acceptor. In addition, oxygen functions as a final oxidant for anaerobic pathways. Thus, the measurement of the pore-water oxygen distribution provides a suitable tool for the determination of C_{org} fluxes through the sediment/water interface and of C_{org} remineralization rates. Beside the quantification of oxic respiration rates by *in situ* chamber or laboratory core incubation, O_2 microelectrodes have proven to be an appropriate tool to determine diffusive oxygen fluxes via the measurement of the pore water O_2 depth distribution in very high resolution. In order to avoid sampling and pressure artifacts during core retrieval it is highly desirable to measure O_2 microprofiles *in situ*, i.e. at the sea floor.

Only little data, mostly measured *ex situ*, exist for high latitudes beyond 60° N or S. Regarding the deep southern South Atlantic, there are, to our knowledge, no *in situ* measured flux data at all. Little is known also about the total amount of organic carbon remineralized and fixed within surface sediments of the Southern Ocean. In contrast, there is a broader knowledge about the silica cycle of the Southern Ocean.

The Southern Ocean is also of particular interest in respect of the glacial climate history and for the formation of Antarctic bottom water. Thus, it is also important to understand mechanisms and processes supporting conservation or degradation of C_{org} and opal in the sediments of this region.

To understand the coupling between C_{org} and Si fluxes and their remineralization, it is helpful to compare both northern and southern high latitude oceans. Schlüter et al. investigated comparatively magnitude and spatial distribution of C_{org} and BSi fluxes for both polar regions of the Atlantic. The relation to ice-related features is considered as well as the relation of benthic fluxes to particle-trap data. In both polar regions enhanced fluxes were observed at seasonally recurrent ice-free areas like summer polynyas. C_{org} fluxes were found to be of similar magnitude at both polar regions whereas striking differences could be observed in respect to the biogenic silica cycle. This first comparison suggested the decoupling of silica and organic carbon cycles at least for the northern North Atlantic. Although, the methods applied in the north and south, respectively, are not identical: High quality C_{org} flux data basing on *in situ* measurements are only available for the north.

During this cruise the main focus is put on the *in situ* measurement of O_2 microprofiles and a complementing sediment and bottom water sampling program in the eastern Weddell and the Lazarev Seas, respectively (Fig. 1). The up to 14 stations are situated on three transects including a high productivity area between 57° and 62°S / 0° and 20°E predicted by model results and recently confirmed by field measurements. *In situ* measurements of this cruise will reveal to which amount the sediments in this area reflect the higher production above.

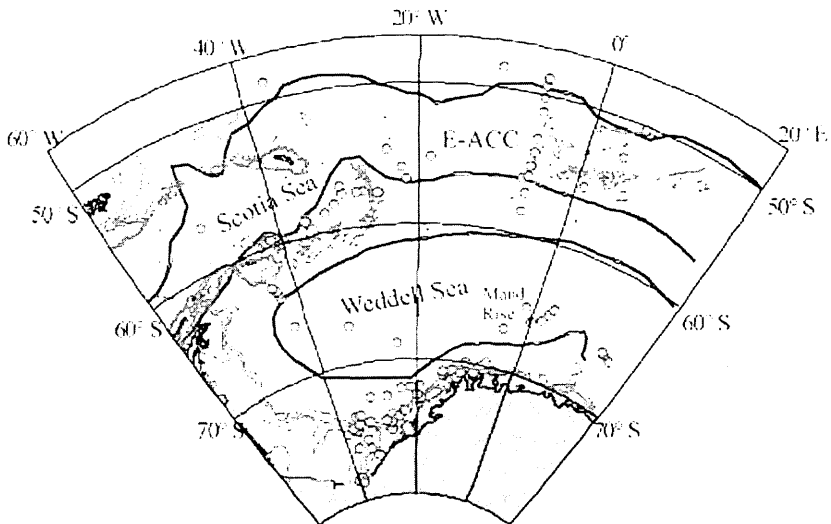


Fig. 1: Proposed stations: ▲ Transect 1
 ▲ Transect 2
 ▲ Transect 3 (grey circles: locations of previous silica flux studies).

Methods applied

a) In situ measurement of microprofiles

In this study in situ microprofile measurements will be performed by means of an autonomously working microprofiler (Fig. 2) able to drive microsensors (Fig 2) for O_2 , pH, and H_2S as well as a resistivity probe into the sediment with a minimal vertical resolution of 0.1 mm. The profiler can either be mounted into a free falling lander system (Fig. 2) co-equipped e.g. with a video camera, an acoustic doppler velocimeter and/or a water sampler. In case the lander deployment is too difficult due to ice or sea stage, the microprofiler can be mounted into a wire-driven frame (Fig. 2).

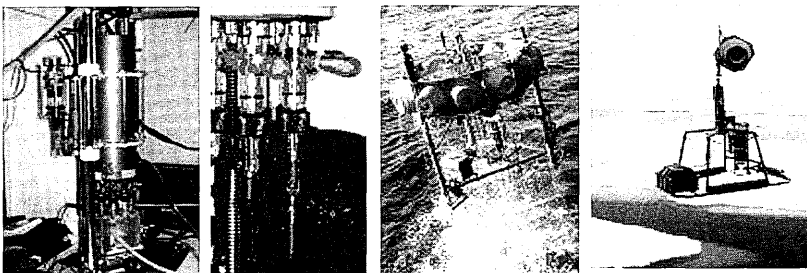


Fig. 2 (left to re): Microprofiler. Microsensors, free falling lander, wire-driven profiler

b) Additional sampling procedures

In situ measurements will be complemented by sediment, pore and bottom water sampling to determine other geochemical parameters like C_{org} , C/N ratio and nutrient profiles. Sediment sampling will be performed by a multicorer whereas water samples from the near-bottom

zone will be taken by a special bottom water sampler allowing the collection 6 levels within the lower most two meters (Fig. 3). The sea floor surrounding the sampling and measuring locations will be characterized hydroacoustically while approaching and leaving the site using Parasound and Hydrosweep. This is to have control about water depth and bottom topography and to later correlate acoustic data with surface sediment parameters.

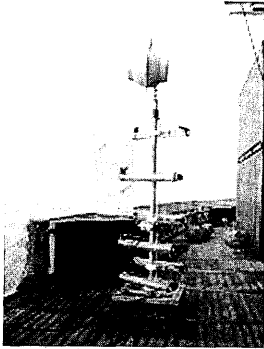


Fig. 3: Bottom water sampler

10. Journalistische Dokumentation

P. Demmler (München)

Antarktisforschung ist im Wissenschaftsjournalismus nach wie vor ein gefragtes Thema. Mein Vorhaben bei ANT XXI/4 ist die vollständige Dokumentation der Fahrt. Sie soll die Öffentlichkeit in Wort und Bild über Forschungsziele, Durchführung und ggf. erste Ergebnisse, sowie über die Bedeutung der AWI-Antarktisforschung im allgemeinen informieren. Grundlage bilden Fachliteratur, Forschungsprogramminformationen, Kommunikation mit Wissenschaftlern vor und während der Reise, sowie eine professionelle Fotoausrüstung. Geplant ist eine Verwertung in Form von illustrierten Artikeln für natur- und populärwissenschaftliche Printmedien.

Meine Beiträge sollen folgende Aspekte behandeln. Die endgültige Schwerpunktsetzung erfolgt in Absprache mit dem jeweiligen Auftraggeber.

1. Einführung
 - Die Antarktis im globalen Ökosystem und Klima
 - Sinn und Ziele der Südpolarforschung
 - Aktueller Wissensstand zum Antarktischen Krill (Rolle im Ökosystem und Bedeutung für den Menschen (kommerzielle Gewinnung/Verwertung für Aqua- kulturen, Nahrungs- und Pharmaindustrie, medizin. Forschung), sowie ungeklärte Fragen zu Krillbestand und Populationsdynamik (intraannuell, langjährige Veränderungen durch Global Warming)
2. Der Projektverbund LAKRIS
 - Gesamtziel, Einbettung in das internationale Projekt SO - GLOBEC
 - Beteiligte Wissenschaftler und Institutionen
 - Projekte (Ziele, Methoden)
 - Die *Polarstern* (das Schiff als Forschungsplattform)
 - Arbeitsziele des Herbstabschnitts und geplante Fahrten
3. Dokumentation der Forschungsfahrt ANTXXI/4

- Vorbereitungen und Arbeitsgruppen
- Zusammenarbeit der Gruppen
- Kurze Darlegung erster Ergebnisse (ggf., sofern an Bord verfügbar)
- Alltag an Bord: Kommunikation, Freizeit
- Umgebung des Schiffes: See, Eis, Himmel und Fauna

11. Summary of proposed CPR work on Polarstern Leg ANT-XXI-4

J. Kitchner (AAD)

General Purpose

The survey is using the sensitivity of plankton to environmental change as early warning indicators of the health of Southern Ocean, as well as serving as a reference on the general status of the Southern Ocean for other monitoring programs. The SO-CPR survey is an independent project, but together with CPR surveys in the northern hemisphere, it is a major survey and monitoring tool able to support GOOS. The SO-CPR Survey is not officially recognised as part of SO-GLOBEC, but contributes to GLOBEC internationally.

Specific Objectives

1. Map the biodiversity and distribution of zooplankton, including euphausiid (krill) life stages, in the Southern Ocean.
2. To assess the seasonal, annual and long term variability in abundance, species composition and distribution patterns of the Southern Ocean zooplankton communities
3. Similarly, assess the variability of abundance and development of krill larvae produced each year.

Methodology

The CPR can be towed from any vessel at speeds up to 23 knots and in conditions up to Force 12. They can be deployed and retrieved at normal ship's speed, although we often slow the ship to 3-5 knots for the final few metres of retrieval to prevent the CPR hit the stern. The CPR is towed 100 m aft of the ship, within the ship's wash, using wire of at least 12 mm diameter, and can be deployed from an A-frame, gantry, davit or similar. The unit cannot be towed in ice. The recorders can be towed continuously with no interruption to shipping schedules for 450 n miles before retrieval.

They are purely mechanical, as they are driven by water passing over a propeller, and have no electronic components or power supplies that can fail. The mesh is advanced at a fixed rate of 1 cm per 1 nautical mile, regardless of ship's speed.

Ship time & deployments

No dedicated ship time is required. CPR can be deployed and retrieved at normal ship speed, although brief slowing to 3-5 knots is advisable for the final few metres of retrieval. No deviation is required from the scheduled cruise track. For the ANT-XXI-4 cruise, three tows will be conducted on the route south from Cape Town, commencing at 45°S and finishing at the krill survey area - estimated to be three tows. Another three tows are expected to be conducted on the return route to Cape Town commencing on departure from the krill survey area and finishing at 45°S.

Personnel

Mr John Kitchener from the Australian Antarctic Division will participate in the 2004 voyage. He will oversee the deployment of the CPR, service the units and look after samples, as well as training any ship or AWI staff in the use of the CPR so that they can supervise future deployments.

Lab space

Approximately 1 m² of bench is required to service cassettes, plus a sink to wash cassettes at the end of sampling. Occasional use of a fume cupboard is desirable for fixing samples in formaldehyde.

Links

The National Institute of Polar Research is a collaborative member of the SO-CPR Survey. The SO-CPR Survey is associated with the CPR Survey based at the Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science, Plymouth. Data acquired by partners in the SO-CPR survey are shared between partners.

12. Ausbringung von drei Driftbojen während ANT 21/4

C. Haas (AWI)

Im Rahmen des "International Program of Antarctic Buoys" hat sich das Alfred-Wegener-Institut dazu verpflichtet, im Rahmen seiner Möglichkeiten bis zu drei Driftbojen jährlich auf dem Meereis auszubringen. Die Bojen führen dreistündige Messungen der Temperatur und des Luftdrucks sowie der Eisdrift durch.

Während der ANT XXI-4 Expedition ist es wichtig, die Drift des sich bildenden Eises zu kennen. Dazu sollten Driftbojen als Tracer ausgebracht werden.

Ausbringung der Bojen vom Schiff mit Pulka auf stabilen Eisschollen, die eine hohe Überlebenschance im beginnenden Winter haben (z.B. abgebrochene Festeisschollen, oder dickeres junges Eis). Montage der ca. 40 kg schweren Bojen auf dem Schiff, einfaches Platzieren der Bojen auf der Eis/Schneeoberfläche, starten des Meßbetriebs der Bojen durch einen einfach bedienbaren Magnetschalter. Wir bitten darum, dass die Bojen von einem Mitfahrer einer anderen Arbeitsgruppe (technisches Personal der ozeanographischen Arbeitsgruppe) an Bord ausgebracht werden können. Wir werden diesen Mitarbeiter vorher in die Strategien und Hintergründe des Bojenprogramms einweisen und ihm/ihr die sehr einfache Bedienung der Bojen erklären. Wir werden außerdem für die Verschiffung der Bojen Sorge tragen. Anhand der Fahrtroute und Eisbedingungen, die wir mit Hilfe von Satellitendaten beobachten werden, sowie eventuellen Fotos, die von Polarstern aus zur Dokumentation genommen und ans AWI geschickt werden können, werden wir situationsabhängig von Bremerhaven aus entscheiden, ob, wann und wo die Bojen ausgebracht werden sollen.

13. Bordwetterwarte

R. Brauner, H. Sonnabend (DWD)

Operationelles Programm

Die Bordwetterwarte ist mit einem Meteorologen und einem Wetterfunktechniker des Deutschen Wetterdienstes besetzt.

Aufgaben:

1. Beratungen

Meteorologische Beratung von Fahrt- und Schiffsleitung sowie der wissenschaftlichen Gruppen und Fahrtteilnehmer. Auf Anforderung auch Berichte für andere Fahrzeuge, insbesondere im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit.

2. Meteorologische Beobachtungen und Messungen

Kontinuierliche Aufzeichnung meteorologischer Daten mit täglich sechs bis acht umfangreichen Wetterbeobachtungen zu den synoptischen Terminen und deren Weitergabe im WMO-Code (World Meteorological Organization) in das internationale Datennetz GTS (Global Telecommunication System) der WMO.

Weitgehend automatische Durchführung von Radiosondenaufstiegen zur Bestimmung der vertikalen Profile von Temperatur, Feuchte und Wind bis zu etwa 32 km Höhe. Die ausgewerteten Daten werden in WMO-Code umgesetzt und über Satellit in das GTS eingesteuert. Archivierung der Beobachtungsdaten.
Aufnahme, Auswertung und Archivierung von Bildern meteorologischer Satelliten.

Ship's Meteorological Station

Operational Programme

The ships meteorological station is staffed with a meteorologist and a meteorological radiooperator of the Deutscher Wetterdienst (DWD).

Duties

1. Weather consultation

Issuing daily weather forecasts for scientific and nautical management, and for scientific groups. On request weather forecasts to other research crafts, especially in the frame of international cooperation.

2. Meteorological observations and measurements

Continuous recording of meteorological measurements including six to eight extensive synoptic weather observations daily. Coding and feeding these into the GTS (Global Telecommunication System) of the WMO (World Meteorological Organization) via satellite or radio. Archiving of the measured and observed data.

Largely automated rawinsonde soundings of the atmosphere up to about 32 km height. The processed and coded data are inserted onto the GTS of the WMO via satellite.

Recording, processing, and storing of pictures from meteorological satellites.

14. Liste der Besatzung/ Ships's Crew

01.	Pahl, Uwe	Master	German
02.	Grundmann, Uwe	1.Offc.	German
03.	Schulz, Volker	Ch.Eng.	German
04.	Thieme, Wolfgang	2.Offc.	German
05.	Spielke, Steffen	2.Offc.	German
06.	Grimm, Sebastian	2.Offc.	German
07.	Baiersdorf, Hansheinrich	Doctor	German
08.	Hecht, Andreas	R.Offc.	German
09.	Erreth, Gyula	1.Eng.	German
10.	NN	2.Eng.	German
11.	Simon, Wolfgang	2.Eng.	German
12.	Holtz, Hartmut	Electr.	German
13.	Dimmler, Werner	Fielax-Elo	German
14.	Verhoeven, Roger	Fielax-Elo	German
15.	Baier, Ulrich	Fielax-Elo	German
16.	Piskorzynski, Andreas	Fielax-Elo	German
17.	Clasen, Burkhard	Boatsw.	German
18.	Neisner, Winfried	Carpenter	German
19.	Kreis, Reinhard	A.B.	German
20.	Schultz, Ottomar	A.B.	German
21.	Burzan, G.-Ekkehard	A.B.	German
22.	Schröder, Norbert	A.B.	German
23.	Moser, Siegfried	A.B.	German
24.	NN	A.B.	German
25.	Hartwig-Labahn, Andreas	A.B.	German
26.	Niehusen, Arne	Apprent.	German
27.	Beth, Detlef	Storekeep.	German
28.	Arias Iglesias, Enr.	Mot-man	Chile
29.	Fritz, Günter	Mot-man	Austria
30.	Krösche, Eckard	Mot-man	German
31.	Dinse, Horst	Mot-man	German
32.	Scholl, Christoph	Apprent.	German
33.	Fischer, Matthias	Cook	German
34.	Tupy, Mario	Cooksmate	German
35.	Möller, Wolfgang	Cooksmate	German
36.	Dinse, Petra	1.Stwdess	German
37.	Schöndorfer, Ottilie	Stwdss/KS	German
38.	Streit, Christina	2.Stwdess	German
39.	Schmidt, Maria	2.Stwdess	German
40.	Deuß, Stefanie	2.Stwdess	German
41.	Tu, Jian Min	2.Steward	China
42.	Wu, Chi Lung	2.Steward	German
43.	Yu, Chung Leung	Laundrym.	Hongk.

15. PARTICIPANTS / FAHRTTEILNEHMER/-INNEN (ANT-XXI/4)

1. Bathmann, Ulrich	AWI (chief scientist)
2. Baumann Ludmilla	AWI
3. Bergström, Bo	BfF
4. Brauner, Ralf	DWD
5. Demmler, Petra	Journalistin
6. Engeler, Alexander	AWI
7. Flores, Hauke	ALTERRA
8. Fuentes, Veronica	AWI
9. Gensheimer, Michael	AWI
10. Glasgow, Debra	IWC
11. Guerra, Citlali	AWI
12. Haraldsson, Matilda	BfF
13. Herrmann, Regine	AWI
14. Hildebrand, J.	SCRIPPS
15. Kitchener, John	AAD
16. Kreibich, Tobias	Uni HB
17. Kruse, Svenja	AWI
18. Marx, Ulrike	AWI
19. Meyer, Bettina	AWI
20. Moore, Sue	NOAA
21. Pakhomov, Evgeny	UBC
22. Rodenhagen, Johannes	FIELAX
23. Sauter, Eberhard	AWI
24. Schöling, Susanne	BfF
25. Siegel, Volker	BfF
26. Sonnabend, Hartmut	DWD
27. Spahic, Susanne	AWI
28. Stübing, Dorothea	Uni HB
29. Teschke, Matthias	AWI
30. van de Putte, Anton	LAE
31. van Franeker, Jan	ALTERRA
32. von Harling, Benedict	IfU
33. Wegener, Jan	AWI
34. NN	BfF
35. NN	Optimare
36. NN	Optimare
37. NN	Optimare
38. NN-Sauter	AWI

16. Institutsliste

ALTERRA	ALTERRA Marine and Coastal Zone Research PO Box 167 1790 AD Den Burg (Texel) The Netherlands
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße 27568 Bremerhaven
BfF	Bundesforschungsanstalt für Fischerei Institut für Seefischerei Palmaille 9 22767 Hamburg
DWD	Deutsche Wetterdienst Geschäftsfeld Seeschifffahrt Bernhard Nocht-Str. 76 D 20359 Hamburg
FIELAX	FIELAX Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Schifferstraße 10 – 14 27568 Bremerhaven
IfU	Institut für Umwelphysik Universität Heidelberg Im Neuenheimer Feld 29 69120 Heidelberg
IWC	International Whaling Comm. Chair of IWC-GLOBEC collaboration Steering Group Research Fellow C/- School of Ecology and Environment Deakin University PO Box 423 Warrnambool, Victoria 3280 Australia
Journalistin	Petra Demmler Hermann-Reutter-Weg 6 80939 München

LAE	Laboratory of Aquatic Ecology Deberiotstraat 32 B-3000 Leuven Belgien
NOAA	Alaska Fisheries Science Center Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration National Marine Fisheries Service 7600 Sand Point Way N.E., Building 4 Seattle, Washington 98115
Optimare	OPTIMARE Sensorsysteme AG Am Luneort 15a 27572 Bremerhaven
Scripps IO	University of California, San Diego Scripps Institution of Oceanography La Jolla, CA 92093-0218
UBC	University of British Columbia Department of Earth and Ocean Sciences 6339 Stores Road Vancouver, B. C. Canada V6T 1Z4
Uni HB	Universität Bremen Postfach 33 04 40 28334 Bremen

Fahrabschnitt ANTXX/5

Kapstadt-Bremerhaven
08.05.2004 - 02.06.2004
Fahrtleitung: Dr. E. Helmke

Zusammenfassung und Fahrtverlauf	56
Struktur und Aktivität bakterieller Tiefseegemeinschaften (AWI)	58
Isomere und enantiomere organische Spurenstoffe –Tracer für Transport und Umsatz im Atlantischen Ozean (AWI)	58
Langzeittrends und saisonale Variabilität der ¹³ C-Isotopie des gelösten anorganischen Kohlenstoffes (DIC) im Oberflächenwasser des Nordatlantiks (IfM)	59
Gehalte und Muster der organischen Nitrate in der Grundsicht (MBL) und dem Oberflächenwasser des Nord- und Südatlantiks (UU)	59
MAX-DOAS-Messungen atmosphärischer Spurengase zur Validierung des SCIAMACHY-Instrumentes auf dem ENVISAT-Satellit (IUPH)	60
Trans-Atlantic top predator communities: diversity and abundance of marine birds and mammals over a range of different climate zones (ALTERRA)	61
Wiss. Personal / Beteiligte Institute / Participating Institutes ANT-XX/5	61
Schiffpersonal / Ship's crew ANTXXI/5	63

Zusammenfassung und Fahrtverlauf

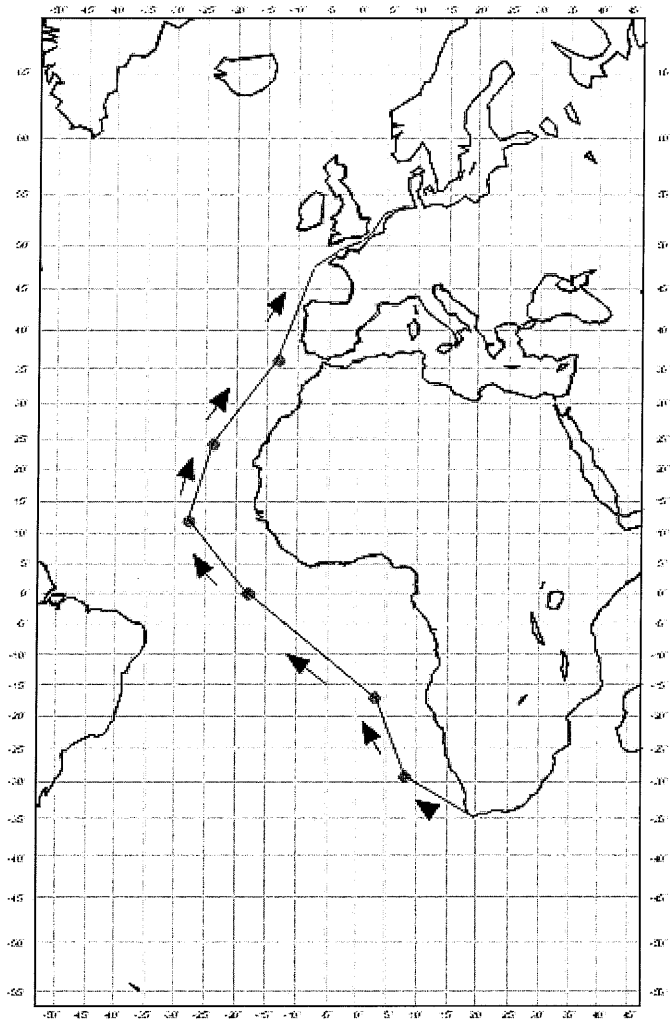
Der letzte Fahrabschnitt (ANT-XXI/5) der 21. Reise des Forschungsschiffes „Polarstern“ in die Antarktis führt von Kapstadt zurück nach Bremerhaven. Die Reise beginnt am 08.05.2004 in Kapstadt und wird am 02.06.04 früh morgens in Bremerhaven enden. Während der Reise werden in 5 unterschiedlichen atlantischen Tiefseebecken sowie der Romanche Tiefe Probenahmen erfolgen.

Ein Teil der bereits auf dem 1. Fahrabschnitt en route gelaufenen Untersuchungen wird auf diesem 5. Abschnitt fortgesetzt. Darunter sind die luftchemischen Untersuchungen von Spurengasen und deren Konzentrationsverteilungen in der Atmosphäre mit Hilfe der „Differenziellen Optischen Absorptions Spektroskopie“ (DOAS) sowie die Untersuchungen der atmosphärischen Tag- und Nachtchemie der organischen Nitrate unter marinen Bedingungen. Letztere Untersuchungen werden sich zusätzlich zur Atmosphäre auch mit dem Austausch zwischen Atmosphäre und Meeresoberfläche befassen.

Im Rahmen eines längerfristigen Beobachtungsprogrammes zur ¹³C-Isotopie des gelösten anorganischen Kohlenstoffes soll auch auf der Rückfahrt Einblick in die Saisonalität und interannuelle Variabilität erhalten werden.

Die auf dem 4. Fahrabschnitt durchgeführten Beobachtungen zur Anzahl und Diversität von Vögeln und Säugern werden ebenfalls auf der Rückreise fortgesetzt, um Vergleiche zwischen polaren und tropischen Regionen ziehen zu können.

Zwei Programme laufen nicht en route sondern benötigen extra Stationszeit und konzentrieren sich auf 6 Tiefseestationen. Das mikrobiologische Projekt hat zum Ziel die genotypische sowie funktionelle Struktur der mikrobiellen Tiefseegemeinschaften in den unterschiedlichen atlantischen Becken zu erfassen. Darüber hinaus sollen Messungen bakterieller Aktivitäten unter *in situ* Bedingungen durchgeführt werden. Die gewonnenen mikrobiellen Daten sollen auch in das chemischen Projekt mit einfließen, welches insbesondere Transport- und Umsatzprozesse im Atlantischen Ozean mit Hilfe von isomeren und enantiomeren organischen Spurenstoffen abschätzen will.



Scale: 1:73382379 at Latitude 0°

Abb. 1:
 RV "Polarstern": Ship's track ANT-XXI/5
 From Cape Town (South Africa), 08.05.2004
 to Bremerhaven (Germany), 02.06.2004

Forschungsprogramme

Struktur und Aktivität bakterieller Tiefseegemeinschaften (AWI)

Im Unterschied zur Tiefseefauna geht man bei der bakteriellen Tiefseeflora von einer geringen Vielfalt aus, allerdings gibt es bisher nur wenige Datensätze, die diese Annahme unterstützen. Weiterhin unbekannt ist, durch welche Faktoren die Diversität der pelagischen und benthischen Tiefseeflora gesteuert wird. Frage ist, in welchem Maße die vertikalen Prozesse und in welchem Maße die horizontal ausgerichteten Wasserströme wie das Antarktische Bodenwasser und Arktische Tiefenwasser die Zusammensetzung der Bakteriengemeinschaften prägen.

Die "Polarstern" Rückfahrt führt über atlantische Tiefseebecken, die unterschiedlich hinsichtlich Hydrographie und Oberflächenproduktion sind, so dass diesen Fragestellungen nachgegangen werden kann. Mit verschiedenen molekularbiologischen Methoden soll versucht werden, Einblick in die Zusammensetzung und evolutionäre Entwicklung der Bakteriengemeinschaften des Kapbeckens, Angolabeckens, Sierra Leone Beckens, Kap Verde-Beckens und Kanarenbeckens zu erhalten. Derartige molekularbiologische Untersuchungen allein können aber keinen Aufschluss über die Funktion der unterschiedlichen Bakterienkomponenten geben. Die Funktion der Bakterien ist in der Tiefsee eng mit ihrer Druckanpassung gekoppelt. Um die Rolle und Bedeutung der unterschiedlichen Bakterientypen am Stoffumsatz in der Tiefsee abschätzen zu können, sollen Aktivitätsbestimmungen unter variierenden Druck- und Temperaturbedingungen bestimmt werden.

In diesem Zusammenhang ist von Interesse, ob barophil/dekompressionsempfindliche Bakterien existieren. Es soll daher Wasser aus großen Tiefen (Romanche Tiefe) mit Hilfe eines Druckwasserschöpfers dekompressionsfrei gewonnen und die Aktivitäten von dekomprimierter und nicht dekomprimierter Bakterienflora verglichen werden.

Isomere und enantiomere organische Spurenstoffe –Tracer für Transport und Umsatz im Atlantischen Ozean (AWI)

Seit Mitte der 80er Jahre untersuchen wir in Abständen von 3-4 Jahren natürliche und anthropogene Spurenstoffe im Atlantik zwischen den beiden Polargebieten. Wir wollen aus der Verteilung von Spurenstoffen im Ozean und zeitlichen Veränderungen auf abgelaufene Transport- und Umsatzprozesse schließen. Mit den Messungen tragen wir zur Verbesserung von Modellen für globale Stoffflüsse bei, die bislang nur begrenzt vorhersagefähig sind.

Zu den Spurenstoffen, die global Beachtung finden, gehören Hexachlorcyclohexane (HCHs). HCHs sind über Jahrzehnte auf allen Kontinenten als Insektizide eingesetzt worden. Ihre Anwendung als technisches Gemisch wurde seit den 70er Jahren nach und nach eingeschränkt und ist seit ca.10 Jahren weltweit verboten. Heute findet man Spuren von HCHs in unterschiedlicher Zusammensetzung in fast allen Regionen der Erde. Das ursprüngliche technische Gemisch besteht aus stereoisomeren Verbindungen, die sich nur auf Grund der Lage von Chlorsubstituenten unterscheiden, trotzdem aber noch deutlich verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften aufweisen. Enantiomere der Hauptkomponente, α -HCH, unterscheiden sich auch biologisch. Entsprechend der Eigenschaften von Stereoisomeren und Enantiomeren und der ablaufenden Prozesse verändern sich Vorkommen und Zusammensetzung der HCHs in der Umwelt oft in überraschender Weise.

Vor wenigen Jahren hat man in den tiefen westlichen Randströmen vor Kap Hatteras an der nordamerikanischen Küste erhöhte Konzentrationen von HCHs festgestellt. Sie sind vor ca.

30 Jahren zur Zeit der Anwendungsspitzen für technisches HCH durch atmosphärische Einträge im nördlichen Atlantik entstanden und wurden nach dem Absinken mit atlantischem Tiefenwasser nach Süden transportiert. β -HCH wurde nach atmosphärischen Einträgen im nordöstlichen Pazifiks angereichert und von dort durch Oberflächenströme über die Beringstraße in den Arktischen Ozean geleitet. Anfang der 90er Jahre wurde der westliche Arktische Ozean nach langjährigen Depositionen von gasförmigen α -HCH in der Arktis und dem Rückgang von Primäremissionen zu einer globalen Sekundärquelle für diese Komponente. Erhöhte Gehalte von γ -HCH in Küstengewässern, aber auch gelegentlich in Luftmassen entlegener ozeanischen Regionen, sind Zeichen aktueller Anwendungen des Insektizids Lindan.

Im November 2002 haben wir β -HCH zum ersten Mal im Oberflächenwasser des offenen Südatlantiks signifikant nachweisen können. Es kommt nur zu 10% im technischen HCH-Gemisch vor, reichert sich aber auf Grund seiner physikalischen Eigenschaften und hohen chemischen Persistenz in der Umwelt an. β -HCH war im Gegensatz zu α - und γ -HCH gleichmäßig im Oberflächenwasser zwischen Nord- und Südhemisphäre verteilt, wies aber zwischen Äquator und Kapstadt die höchsten Konzentrationen von allen Isomeren auf. Wir vermuten, dass in der Gegenwart eine diffuse Remobilisierung von β -HCH-Rückständen auf allen Kontinenten stattfindet und zu fluvialen und atmosphärischen Einträgen in allen Ozeanen führt. Wir wollen unsere Ergebnisse vom Herbst 2002 im Frühjahr 2004 überprüfen und auch Einträge der isomeren und enantiomeren HCHs in die atlantische Tiefsee untersuchen, um mit Hilfe dieser Tracer Vertikaltransporte im Ozean besser zu verstehen.

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.

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 Nitratre 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 Wasserprobennahmen, bei der bis zu 200 Liter Wasser gesammelt werden sollen, erfolgt über ein Kartuschen-System mit aktivem Transport des Wassers, welches das bordeigene Pumpsystem anliefern.

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. NO₂, H₂O, HCHO, IO und SO₂ in verschiedenen Höhen ermittelt werden. Außerdem lassen sich die totalen Häufigkeiten sowohl dieser wie auch anderer hauptsächlich stratosphärischer Spurengase, wie z.B. O₃, NO₂, BrO, H₂O, HCHO, O₄ und IO in der Atmosphäre über den Beobachtungsort angeben.

Da einige Spurengase wie etwa BrO, SO₂, HCHO, nur im ultravioletten, andere wie H₂O, IO nur im sichtbaren sowie weitere wie O₃, NO₂, OClO, O₄ 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 x 170 µm 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-Detektorzelle 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 den 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 O₃, NO₂, BrO, OCIO sowie HCHO im UV/Vis liefern. Der Wert der lange erwarteten Satellitendaten und damit der Erfolg des Satelliteninstrumentes wird stark von der in Kontrollmessungen bestimmten Genauigkeit abhängen.

Trans-Atlantic top predator communities: diversity and abundance of marine birds and mammals over a range of different climate zones (ALTERRA)

Alterra has participated in many Antarctic Polarstern cruises, studying top predators (marine birds and mammals) in relation to their Southern Ocean environment. High densities and food requirements of top predator communities characterize the Antarctic seaice zone and various cold frontal areas in the Southern Ocean. The general perception is that these polar ecosystems are relatively rich in marine top predators as compared to those in the pelagic waters of the warmer climate zones.

In order to quantify such difference, I try, on an opportunity basis, to build a comparative database of temperate to tropical waters that could be compared to our extensive Southern Ocean dataset. For this purpose I already participated in the Polarstern's return voyage from Punta Arenas to Bremerhaven after the 2000/2001 Antarctic season. In the upcoming 2003/2004 season a similar opportunity arises because I participate in ANT XX1-4 (SO-GLOBEC. This is an excellent opportunity for me to build further on the database to compare the Southern Ocean top predator communities with a complete range of warmer oceanic climate zones, from subantarctic to temperate Northern hemisphere. Top predator censuses during such cruises have not frequently been made using proper quantitative methods. By staying on board after ANT XXI-4, I will be able to continue bird and mammal censuses using the same rigid standard methodology that is used in the Antarctic. This will result in directly comparable data on top predator communities over a large range of climate zones.

This is not an officially evaluated 'heavy science' project, but merely taking advantage of an opportunity to broaden my view of polar seabird and mammal communities by adding information on predators in other climate zones with little additional cost and effort. For me, it is simply an extension of the Antarctic work on voyage 4 which is done as a part of the Netherlands Antarctic Program (NAAP).

Quantitative results from these studies will be mainly used as comparative information in Antarctic research papers.

Wissenschaftliches Personal /Scientific crew ANTXX/5

Die endgültige Personalliste lag im Nov.2003 noch nicht vor

Beteiligte Institute / Participating Institutes ANT-XX/5

Acronym	Adresse
ALTERRA	ALTERRA-Texel, Marine and Coastal Zone Research POB 167, 1790 AD Den Burg (Texel) Netherlands

AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße 27568 Bremerhaven
DWD	Deutscher Wetterdienst Geschäftsfeld Seeschifffahrt Jenfelder Allee 70 A 22043 Hamburg
Fielax	FIELAX Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Schifferstrasse 10-14 27568 Bremerhaven
IfM	Institut für Meereskunde Universität Kiel Düsternbrooker Weg 20 24105 Kiel
IUPH	Universität Heidelberg Institut für Umweltphysik Im Neuenheimer Feld 69120 Heidelberg
UU	Universität Ulm Abt. Analytische Chemie u. Umweltchemie Albert-Einstein Allee 11 89081 Ulm

Schiffspersonal / Ship's crew ANTXXI/5

Name	Rang
Pahl, Uwe	Master
Schwarze, Stefan	1.Offc.
Schulz, Volker	Ch.Eng.
Spielke, Steffen	2.Offc.
Grimm, Sebastian	2.Offc.
Kohlberg, Eberhard	Doctor
Hecht, Andreas	R.Offc.
Erreth, Gyula	1.Eng.
NN	2.Eng.
Simon, Wolfgang	2.Eng.
Holtz, Hartmut	Electr.
Dimmler, Werner	Fielax-Elo
Verhoeven, Roger	Fielax-Elo
Baier, Ulrich	Fielax-Elo
Piskorzynski, Andreas	Fielax-Elo
Clasen, Burkhard	Boatsw.
Neisner, Winfried	Carpenter
Kreis, Reinhard	A.B.
Schultz, Ottomar	A.B.
Burzan, G.-Ekkehard	A.B.
Schröder, Norbert	A.B.
Moser, Siegfried	A.B.
NN	A.B.
Hartwig-Labahn, Andreas	A.B.
Niehusen, Arne	Apprent.
Beth, Detlef	Storekeep.
Arias Iglesias, Enr.	Mot-man
Fritz, Günter	Mot-man
Krösche, Eckard	Mot-man
Dinse, Horst	Mot-man
Scholl, Christoph	Apprent.
Fischer, Matthias	Cook
Tupy, Mario	Cooksmate
Möller, Wolfgang	Cooksmate
Dinse, Petra	1.Stwdess
Schöndorfer, Ottilie	Stwdss/KS
Streit, Christina	2.Stwdess
Schmidt, Maria	2.Stwdess
Deuß, Stefanie	2.Stwdess
Tu, Jian Min	2.Steward
Wu, Chi Lung	2.Steward
Yu, Chung Leung	Laundry

