



EXPEDITIONSPROGRAMM Nr. 6

FS POLARSTERN

Reise 7

ARKTIS III

1985

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLARFORSCHUNG

Columbus-Center · D-2850 Bremerhaven · Bundesrepublik Deutschland

April 1985

Expedition Programme No. 6

R V P O L A R S T E R N

Cruise 7

A R K T I S III

1985

Coordinator

Prof. Dr. Gotthilf Hempel

Assistant Coordinator

Dr. Rainer Gersonde

Bremerhaven 1985

I Introduction

The RV "Polarstern" leaves Bremerhaven for her third Arctic expedition on May 4. The expedition is subdivided into three legs and will be interrupted for a month-long docking period in Bremerhaven after the first leg. The major research projects can be summarized as icebreaking trials and measurements on sea ice; oceanographic, geological and bathymetric investigations in Fram Strait area.

The first leg of ARK III expedition, which ends on May 31 in Bremerhaven, will take the RV "Polarstern" to the region of Svalbard and northern Fram Strait (Fig. 1). In these areas an extensive program of icebreaking trials will be performed in different types of sea ice. In combination with this program investigations on the physical and structural properties of sea ice will be carried out. The general aim of the meteorological programs planned is the testing of new measurement techniques and instruments, which will be used in 1986 during the winter expeditions of RV "Polarstern" to Antarctica (ANT V/2 and V/3 expeditions). As part of these tests instruments will also be installed on the sea ice. Furthermore biological investigations of phytoplankton and zooplankton activities near the sea ice edge will be carried out. The scientific projects on the sea ice can be supported by two helicopters and one hydrocopter.

The second leg will be devoted to oceanographic investigations. On one section between Norway and Svalbard and on two tracks across the Fram Strait, the spreading of water masses between the Arctic Ocean and the Norwegian - Greenland Seas will be measured (Fig. 1). These investigations are part of an ongoing, international, long-term program which also include the use of moorings. Biological studies on the phyto-, zooplankton and zoobenthos will be coordinated with the oceanographic program. The second leg ends in Longyearbyen (Svalbard) on July 29 for the exchange of scientific personnel.

The third leg of the ARK III expedition starts in Longyearbyen on July 30 and focusses on geological and bathymetric studies in the Fram Strait (Fig. 1). In combination of earlier studies of RV "Polarstern" (ARK II/4) investigations of the depositional history (paleoceanography and -climatology) of this sea region during Quaternary times will be continued and supplemented by geophysical measurements. Sediment sampling will be carried out on two cross sections of the Fram Strait and in the area of Molloy Deep. The bathymetric survey of the Fram Strait using a SEABEAM system will also be continued. The biological programs on planktonic and benthonic organisms, which were started during leg 1 and leg 2 will be resumed and supplemented by studies on bacteria in sediments and sea ice. On the return track back to

Bremerhaven, where RV "Polarstern" is expected to arrive on August 22, a mooring with sediment traps will be recovered near Bear Island to replace it in the Lofoten Basin.

During the ARK III expedition meteorologists from the Deutsche Seewetteramt will be on board to conduct full three hourly WMO-observations and to issue short and medium range forecasts about the weather and the sea ice situation.

The expedition will comprise scientists and technicians from various German universities and research institutes, including members of the Alfred Wegener Institute. Their scientific programs are financially supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft and the Bundesminister für Forschung und Technologie. Guest Scientists from Norway, Danmark, Sweden, the USA, and the Netherlands will also participate.

II Research Programmes

Leg 1 (Bremerhaven - Bremerhaven)

- 1.1 Icebreaking Trials
 - 1.1.1 Friction and Ice Impact Forces at the Forebody
 - 1.1.2 Model and Full-Scale Correlation of Icebreaking in various Ice Conditions
 - 1.1.3 Manoeuvring Tests in Ice
 - 1.1.4 Pressure Conditions in the Bow Thruster Channel during Operation in Ice
 - 1.1.5 Determination of the Friction Coefficient between Ice and Ship
 - 1.1.6 Ice Loads on Propeller Nozzles
 - 1.1.7 Ice Loads Acting on the Ship's Hull
 - 1.1.8 Evaluation of Transverse Acting Ice Forces on a Ship's Hull
 - 1.1.9 Temperature Distribution and Stresses due to low Temperatures

- 1.2 Investigations on Sea Ice
 - 1.2.1 Mechanical Properties of Ice
 - 1.2.2 Physical and Structural Parameters of Sea Ice
 - 1.2.3 Ice Thickness Measurements
 - 1.2.4 Geometry and Degree of Consolidation of Ridges
 - 1.2.5 Remote Reconnaissance and Tracking of Growlers
 - 1.2.6 Mechanical Properties of Artificially Reinforced Ice

- 1.3 Meteorology
 - 1.3.1 Internal Atmospheric Boundary Layers near the Ice Edge
 - 1.3.2 Correlation between Sea Salt Concentration in the Air and Whitecaps
 - 1.3.3 Determination of the Aerodynamic Roughness of Sea Ice Surface
 - 1.3.4 Survey of Convection Structures

- 1.4 Oceanography
 - 1.4.1 Current Profiling with a Doppler Sonar

- 1.5 Processing of SEABEAM-Data

- 1.6 Biology
 - 1.6.1 Phytoplankton
 - 1.6.2 Growth Strategies of Zooplankton

Leg 2 (Bremerhaven - Longyearbyen)

- 2.1 Oceanography
- 2.2 Sea Ice
- 2.3 Biology
 - 2.3.1 Zooplankton on a Section between Norway and Svalbard
 - 2.3.2 Phytoplankton and Growth Strategies of Zooplankton
 - 2.3.3 Macrozoobenthic Communities
- 2.4 Actuopaleontology and Sediment Trap Experiences
- 2.5 Bathymetrie
 - 2.5.1 Sediment Echo Sounder
 - 2.5.2 SEABEAM Survey
- 2.6 Processing of Geophysical Data

Leg 3 (Longyearbyen - Bremerhaven)

- 3.1 Marine Geology
 - 3.1.1 Sedimentology
 - 3.1.2 Actuopaleontology and Sediment Trap Experiences
- 3.2 Marine Geophysics
 - 3.2.1 Marine Magnetics
 - 3.2.2 Heat Flow Measurements
- 3.3 Bathymetrie
 - 3.3.1 Sediment Echo Sounder
 - 3.3.2 SEABEAM Survey
- 3.4 Biology
 - 3.4.1 Phytoplankton and Growth Strategies of Zooplankton
 - 3.4.2 Macrozoobenthic Communities
 - 3.4.3 Bacteria and Decomposition in Arctic Sediments and Sea Ice

Leg 1 (Bremerhaven - Bremerhaven)

1.1 Icebreaking Trials

The first icebreaking trials with the R.V. "Polarstern" took place in May 1984, offshore from Labrador, Canada (ARK II/1 expedition). Although it was possible to carry out the research tasks in the weak summer ice on the Labrador Coast, the results cannot be generalized due to the too weak ice. Follow-up ice-breaking trials in winter ice of sufficient hardness (400 -500 kPa bending strength) are necessary to confirm the knowledge acquired and to evaluate the icebreaking in practice.

1.1.1 Friction and Ice Impact Forces at the Forebody (HSVA)

The two measuring devices installed in the forebody of the "Polarstern" for the purpose of determining the ice induced impact and friction forces on the ship's hull plating, gave satisfactory results during the expedition to Labrador in 1984. To certify the results also in hard winter ice and to base the conclusions on at least two series of measurements, ice impact and ice friction measurements in various ice conditions (drift ice, level ice, ridges and multiyear ice) should be carried out. The normal and the tangential forces should be measured by the triaxial load cells in order to determine the friction coefficient.

Through simultaneous video observations, a reference should be established between the friction coefficient and the snow layer on the ice, the size of the impacting ice floes and a possible wetting of the ice surface.

1.1.2 Model and Full-Scale Correlation of Icebreaking in various Ice Conditions (HSVA)

To investigate the transferability of model test results to fullscale, definite comparisons are necessary. Through measurements at various power levels in previously established ice conditions, the basic full-scale data should be collected. For this purpose, trials in level ice, pack ice, mush ice and ice ridges are planned. Most of these tests should be carried out in sea territories covered with ice of highest possible strength. In addition to the data acquisition on board (speed, propulsive power, propeller thrust, etc.) and the systematic ice thickness recordings, the ice strength, salt content and temperature profile will also be established.

For the exact registration of the icebreaking speed, a special measuring system, which measures the speed of the ship versus the ice cover, has been developed. This system is to be tested and then put into operation.

Subsequent to the trials, model tests are intended to be carried out in HSVA's ice basin, in which the ice conditions encountered during the expedition are to be simulated.

1.1.3 Manoeuvring Tests in Ice (HSVA)

Manoeuvring tests employing simple means are to be carried out in level ice. The documentation of the path line (zig-zag, turning circle) at various rudder angles should be carried out by means of aerial photography from one of the helicopters. The path line should be measured using these photographs. Additionally, the determination of the propulsive power and the ice properties are intended.

1.1.4 Pressure Conditions in the Bow Thruster Channel during Operation in Ice (HSVA)

The tests with the transverse thrusters during the trials on ARK II/1 expedition showed that the screen in front of the intake openings rapidly became blocked with ice floes and the indicator device on the bridge did not definitively register the thruster failure. These tests also showed that the pressure measurements within the cross tube delivered suitable signals to establish the operating condition and the load on the transverse thruster.

Further, these tests should provide information on the usefulness of the existing transverse channel for the water supply to the air-water jet system.

In the meantime, the cross tube screens have been removed. The effect of this action should also be examined.

1.1.5 Determination of the Friction Coefficient between Ice and Ship (HSVA)

The friction coefficient on the ship's hull plating during navigating in ice with and without a layer of snow is to be determined in special tests, for which flat steel plates having the same various coatings as the ship's hull (Inerta 160, roughened Inerta 160) have been prepared. These steel plates are to be pulled under a block of ice by means of a carriage on

rails, whereby, the horizontal forces of the ice are measured. The friction coefficient is the quotient of the weight of the ice and the horizontal forces. This friction coefficient will be compared with the values obtained by means of the measuring devices installed in the forebody of the ship (s. 1.2.1).

1.1.6 Ice Loads on Propeller Nozzles (GL)

During icebreaking manoeuvres high loads are acting on the propellers as well as on the engines. The propulsion plant can be protected effectively against ice loads via nozzles, with the understanding that the nozzles themselves are able to withstand them. With respect to ice loads the nozzles had been designed on the basis of model values with any verification of the full-scale version. Therefore, it was an essential part of the last year ice-breaking related research voyage to measure the actual ice loads on the propeller nozzles.

Several strain gauges had been installed at the starboard nozzle at such positions where according to theory large stresses were expected. These gauges as well as all cables were protected against ice impacts by specially shaped steel plates. A comprehensive data set was recorded under various ice conditions. The first analysis indicates that the loads on the nozzles were relatively low due to the ice conditions encountered. Although valuable information can be deducted from the experimental results no information is obtained on the possible maximum loads.

Therefore, more data have to be collected during ARK III/1 cruise under harder ice conditions.

1.1.7 Ice Loads Acting on the Ship's Hull (GL)

The actual icebreaker specifications are based on empirical and semiempirical data gained from ice navigation in the baltic sea, which cannot be transferred to arctic conditions. Regarding large ships designed for navigation in ice, an extrapolation can lead to considerably high technical and economical risks.

During the last year's ARK II cruise a lot of data had been recorded regarding the local strength of a ship's hull under ice loads.

A first evaluation of the data leads to loads in the region of half of the design loads. Much higher loads are represented in canadian and finnish publications. Task of this year expedition is the recording of more data in harder ice conditions for comparison of the above mentioned values.

1.1.8 Evaluation of Transverse Acting Ice Forces on a Ship's Hull (GL)

Very little is known about transverse ice forces, occurring during navigation in heavy pack-ice, under ice drift when the ship is lying at the fast ice edge or under freeze in conditions, but high loads are expected here.

During the 1985 expedition two different measuring devices should be tested for long term measurements, especially for the planned hibernation in the Antarctic for 1986. Furtheron, useful data regarding the actual ice pressures are obtained for the crew. Long-dated, the recorded data will be used for the dimensioning of ships designed for navigation in ice.

1.1.9 Temperature distribution and Stresses due to low Temperatures (GL)

All structural parts of "Polarstern" which may be exposed to very low temperatures - i.e. hull, decks and superstructures - are made of fine grain steel which has a good ductility even at low temperatures. From an economic point of view, the use of fine grain steel should be reduced to a minimum. Therefore, the actual temperature distributions and the corresponding stresses on the structure must be accurately known. On the 1984 cruise significant dynamic loads due to ice impacts were found in the superstructure.

Stresses created by temperature gradients could not be measured under the given weather conditions. Therefore, long term measurements over a time period of approx. 2 years will be carried out in the Antarctic and Arctic.

1.2 Investigations on Sea Ice

1.2.1 Mechanical Properties of Ice (HSVA, CRREL)

Since the mechanical properties of ice such as the bending strength, compressive strength, and elasticity modulus are important limiting quantities when breaking ice with ships, it is necessary that they will be established in all icebreaking tests.

The bending strength and the elasticity modulus should be derived from the temperature and salinity measurements. In addition, the bending strength and elasticity modulus will be determined directly from several cantilever beams. The uniaxial compressive strength will be examined on a stationary measuring device at HSVA. For this purpose, deep-frozen ice cores will be transported back to Germany.

1.2.2 Physical and Structural Parameters of Sea Ice (AWI, CRREL)

The main objective is to investigate physical and structural parameters of sea ice. Rheological behaviour, compressive strength, velocities and attenuation of compressional and shear waves as well as thermal conductivities of sea ice samples will be examined in detail. Our major goal is to relate the macroscopic physical properties to structural characteristics such as crystal size, brine pocket geometry and distribution and orientation of c-axis. In addition microbiological investigations will be carried out, with major emphasis on the occurrence and small scale distribution of diatoms in the sea ice.

1.2.3 Ice Thickness Measurements (HSVA, CRREL)

The thickness of the ice broken by the "Polarstern" will be measured by drill holes as well as by an impuls radar device. The latter procedure makes a continuous record of the ice thickness possible.

1.2.4 Geometry and Degree of Consolidation of Ridges (HSVA)

The geometry and the degree of consolidation of all ridges broken by the "Polarstern" under test conditions, must be established before each test. The geometry should, on the one hand, be determined by means of drilling and mechanical measurements, and, on the other hand, by means of a Colour Sonar Device manufactured by MESOTECH. As soon as the latter procedure is proven reliable, the mechanical measurements can be abandoned. The degree of consolidation (the ratio between the thickness of the frozen-together ice floes and the total thickness of the ridge) is to be determined by means of a Bore Hole Jack.

1.2.5 Remote Reconnaissance and Tracking of Growlers (NHL)

Transmitters are to be frozen into selected drift ice floes (growlers) which can be plotted and tracked via the receiving station on board the "Polarstern" (SUPER-SAR). At the same time, the speed, length, width, surface structure and strength of the drifting object will be determined.

1.2.6 Mechanical Properties of Artificially Reinforced Ice (TUHH)

In the high latitudes in the arctic regions one tries hard to exploit the treasures of the soil like oil and gas. Today men construct roads, runways and islands out of ice for exploration.

To expand the use of ice there must be reinforcements for the properties of ice as a structural material are poor.

To reinforce the ice, glass-fiber mats are to be frozen into the ice. Thereafter, the resulting bending strength and elasticity modulus will be determined in cantilever beam tests as a function of the loading rate.

1.3 Meteorology

1.3.1 Internal Atmospheric Boundary Layers near the Ice Edge (AWI)

Variations of the thermal and dynamical conditions at the sea surface close to the ice edge yield marked differences of the vertical structures within the oceanic and atmospheric boundary layers. By this, atmospheric disturbances may arise, strongly dependent on the direction of air flow in the lower atmosphere.

During on - ice winds warm and moist air masses are advected from an aerodynamically smooth surfaces to a colder and rougher ice edge region. Unstably or neutrally stratified air becomes stable over the relatively cold packice. Simultaneously the wind velocity decreases due to the greater roughness of the underlying surface. These processes result in the development of an internal boundary layer with a relatively small slope due to the stabilizing effects.

The reverse is true when air masses are drifting from the ice to the open water. Cold and dry air accumulates heat and water vapour at lower regions and accelerates due to the smaller roughness of the sea surface. In those cases the water- air temperature differences are normally positive so that convective elements may arise. By this, the internal boundary layer is growing much faster over the water than over the packice.

The aim of this programme is to test new equipment for the investigation of internal boundary layers at both sides of the ice edge and of the relevant physical processes.

The measuring systems to be applied consist of:

- 1 Doppler - SODAR - system
- 1 radiosonde system
- 1 data acquisition system for mast and boom measurements

1.3.2 Correlation between Sea Salt Concentration in the Air and Whitecaps (AWI)

During the transects of "Polarstern" through open water the coverage of the sea surface with whitecaps will be determined. Whitecaps depend on meteorological parameters as wind velocity and stability of the lower atmosphere. The aim of these observations is the correlation between sea salt concentration of the air and whitecaps during different meteorological situations.

The measurements will be carried out by means of an optical system with a realtime registration of whitecap coverage. This technique was developed at our Institute. The spatial resolution lies within a range of $\sim 10^{-1}$ m. The sea salt concentration will be measured by filter technique and microscopic counting of aerosols.

1.3.3 Determination of the Aerodynamic Roughness of Sea Ice Surfaces (IMH)

The shearing stress exerted by the moving atmosphere on the ice surface, depends on the wind velocity and the roughness of the ice surface. The aerodynamic roughness proves to be a characteristic of the shape of the wind profile and the temperature profile above the ice surface. Therefore exact wind and temperature measurements are taken by means of a 12 m mast, erected on the ice. The entire measuring system, containing mast, instruments and power supply is very mobil and rapidly brought up. At the intended location the mast is attached, instrumentated, erected and anchored. The measured data are transmitted by telemetry to the "Polarstern" and immediately analyzed. The assembly and disassembly of the system takes one hour each for three persons. During the measurements the system needs no survey. At first the introduced measuring method is tested thoroughly under arctic conditions and the instruments are compared between each other as well as with ship's own instruments.

To get statistically valuable results corresponding to the ice situation the length of a measuring interval is about half a day, depending on the weather and the logistic possibilities. The results of the roughness determinations from the mast data will

be classified and their correlation to the large scale weather situation (geostrophic wind determined by weather charts, thermal stability by upper air soundings) will be investigated. By means of satellite pictures and photographs of the actual ice structure the possibility of a spatial extrapolation will be checked.

1.3.4 Survey of Convection Structures (IMH)

Within the scope of the expedition ARK III/1 it is proposed to investigate the meteorological conditions of cellular and helical convection structures. This expedition is particularly suitable since well organized convective structures occur preferably over sea due to the homogeneous boundary layer conditions. The mobility of RV "Polarstern" as a starting platform for upper air soundings bears the advantage of a good spatial and temporal resolution of measurements. The investigations include temporarily limited intensive measurements with upper air soundings in short intervals as well as routine soundings during the entire cruise. When the ship is on station a period of intensive measurements with soundings in rapid succession will give information about the influence of the convection structures on a momentary vertical wind sounding. Further periods of intensive measurements carried out when the ship is moving aim at determining the spatial distribution of the convective and dynamic conditions of structured convection. The short interval measurements aim at distinguishing features of cellular and helical convection respectively.

1.4 Oceanography

1.4.1 Current Profiling with a Doppler Sonar (AWI)

A Doppler current profiler for remote measurements of current profiles in the upper 200 m of the ocean will be tested.

The system (AMETEK DCP 4400) is a pulsed three beam 115 kHz sonar. Time gated measurements of the Doppler frequency shift are made from the water mass scattered signal. Resolved into 63 contiguous depth bins the frequency shift data are passed into a central processing unit, which is connected to the main computer aboard "Polarstern". Doppler frequency shift due to the motion of the ship can be removed and current profiles will be computed relative to the bottom or to the upper layer of the ocean.

The operating performances in arctic waters will be tested in various operating modes.

1.5 Processing of SEABEAM-Data (AWI)

The post-processing of SEABEAM-data on RV "Polarstern" shall be carried out in real-time on the board-computer VAX11/750. A special output-interface was installed by General Instrument in SEABEAM-system. After the realisation of the hardware-link between the SEABEAM-system and the VAX-computer, programs now must be developed to read, analyse, store and process the SEABEAM-data. These programs will be implemented and tested during the first leg of the ARK III cruise. It will be necessary to test whether different real-time-processes run into conflicts on the VAX.

The behaviour and the quality of the SEABEAM measurements shall be tested and analysed especially during ice-breaking. Therefore it is planned to register SEABEAM-data continuously during the cruise on Magtapes. The post-processing of these data will be carried out later.

Furtheron it is planned to implement and to test additional graphic programs for the SEABEAM-postprocessing on the board-computer.

1.6 Biology

1.6.1 Phytoplankton (RWTH, UG)

The phytoplankton production will be estimated on the basis of its ^{14}C -assimilation in samples from the 100 %- to the 1 % light depth in the euphotic zone. For this purpose, the in situ conditions are simulated in a deck incubator and a laboratory incubator. Additionally, experiments concerning the maximal photosynthesis rate are intended to be carried through. The phytoplankton biomass will also be determined using the chlorophyll-a analysis. Additionally the species composition of phytoplankton populations will be determined and supported by a HPLC-analysis of the major pigments. The HPLC techniques will also be used to estimate the grazing pressure of the zooplankton. The latter experiment will be coordinated with the investigations on growth strategies of zooplankton (1.6.2). These investigations will be carried out during all three legs of ARK III expedition to observe seasonal changes.

Limited to the first leg of ARK III expedition simultaneous production measurements of isolated dominant species that can be cultivated on board but not during a longer period in the laboratory are planned. Moreover, autecological experiments with

quantitatively important species shall be carried out under well controlled light and temperature conditions with the aim to obtain further information about primary production, generation time and other biological production parameters like chlorophyll-, protein- and CHN-contents.

The vertical profile of the light conditions in the natural water column is measured with a quantameter in the packice zone and the open water.

1.6.2 Growth Strategies of Zooplankton (AWI / IPÖ)

Productivity of zooplankton is expressed in terms of somatic growth of the subadult developmental stages and gonad maturation, egg- and spermatophore production of the adults. The four species investigated here have their maximum abundance in somewhat overlapping but largely separate hydrogeographical areas of the Arctic Sea:

- Calanus finmarchicus: in the reach of atlantic water
- Calanus glacialis: in arctic water, also in heavy pack ice
- Calanus hyperboreus: off the coast of East Greenland.

Metridia longa is for comparison an omnivore feeder which can be met in all watermasses mostly in 100 to 200 m depth, while the Calanus-species tend to accumulate in the phytoplankton-rich surface layer.

Therefore, differences in generation cycles and growth strategies of the species can be suggested.

In order to pursue this question, it is most suitable to observe growth and development of the species over a season from the onset of the phytoplankton bloom in spring, correlated moulting to adults, egg production and juvenile development, until the end of summer, when overwintering begins.

The actual point of time at which maturation, start and end of egg production, as well as the onset and development stage of overwintering take place is assumed to be different for the species in question, as these factors are responsible for the separation of niches in the pelagic ecosystem. Besides, feeding mainly as a herbivore (Calanus species) or omnivore (Metridia) should also have consequences for the developmental strategy followed during the life cycle of these zooplankton species, constituting the largest share in biomass. For these reasons this scientific program will be carried out during all three legs of ARK III expedition.

The productivity of zooplankton species shall be investigated in several experimental set-ups:

1. Adult females will be incubated on board during a 24 h period under conditions as close to the in situ situation as possible.
2. From additional egg experiments, a new generation shall be reared from egg to adult, if possible. Stage duration and dry weights will be determined.
3. The activity of digestive enzymes in the fifth copepodite stage and the state of gonad maturation give clues to the question at what time and in which stage overwintering is initiated.
4. Changes in Algae density in the culture media of the copepods shall reveal optimal food conditions for growth and reproduction of the animals.
5. Frequency of the species in question and stage distribution shall be derived from the multinet catches.

Leg 2 (Bremerhaven - Longyearbyen)

2.1 Oceanography (IfMH, AWI, UOW, RNL)

The climatic role of higher latitude oceans is dominated by deep convection. It allows for an effective exchange of heat, water and gases between the cold waters of the ocean and the atmosphere. This interaction causes water mass transformations which consist of two components: The small and mesoscale process of water mass formation and the large-scale spreading.

The second cruise leg focusses on the spreading of water masses of the Arctic Ocean and of the Norwegian-Greenland Seas. A key-area for this study is the Fram Strait between Svalbard and Greenland which is about 500 km wide and 3.000 m deep, being the only connection between the Arctic Ocean and the World Ocean. Transports through Fram Strait account for 75 % of the water exchange and 90 % of the heat exchange in the Arctic Ocean budget. The hydrography is characterized by the close proximity of ice-covered polar waters and Atlantic waters in the surface layers and of deep waters from the Arctic Ocean and the Greenland Sea at depth below 1.000 m. These frontal structures in the Fram Strait cause mixing-induced recirculation patterns which in turn affect the transport considerably.

The physical oceanography programme is aimed at estimating water mass transports through Fram Strait for several years. Moored current meters and sea level recorders are used in combination with repeated zonal sections of temperature, salinity and radioactive tracers (Fig. 2). This cruise leg is part of an ongoing cooperation between the universities of Hamburg, Heidelberg (FRG), Washington, Miami (USA), Bergen (Norway) and the German Hydrographic Institute. The Programme consists of the recovery and replacement of mooring and a CTD/Rosette sampling scheme in the area between 78° and 80° N.

In addition to the Fram Strait work a standard hydrographic section between Norway and Svalbard will be carried out to continue a time series of Atlantic water flow onto the Barents Shelf (Fig. 1).

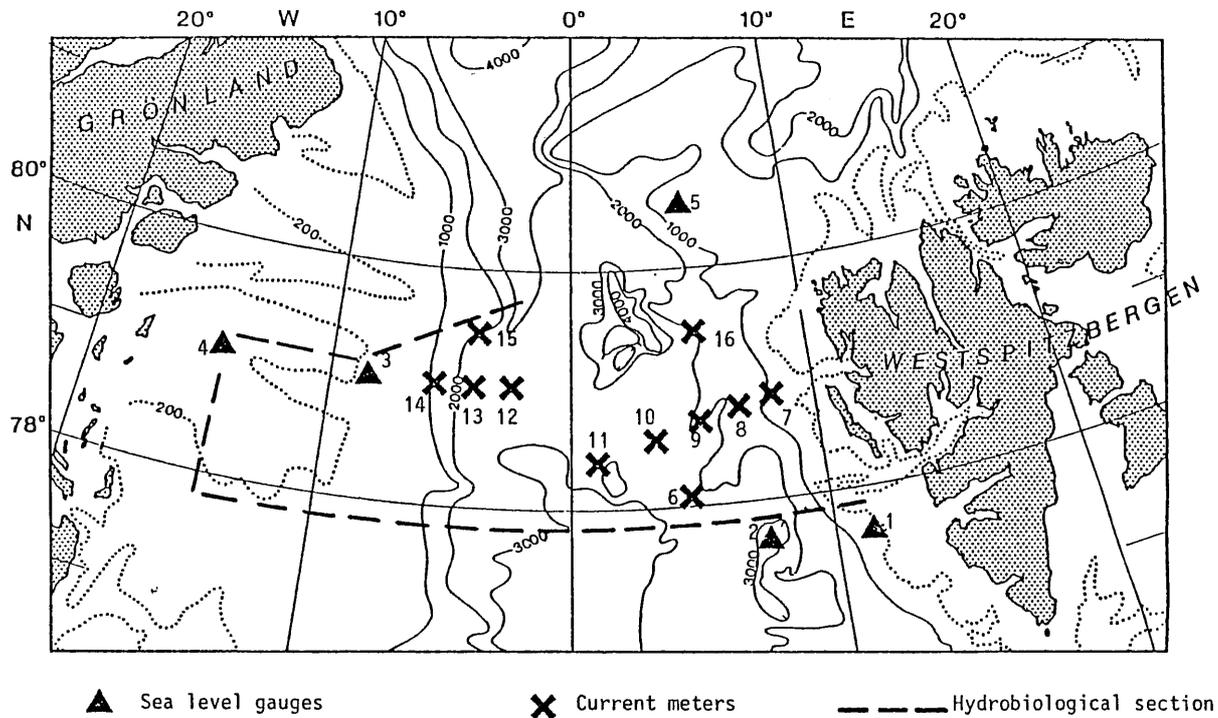


Fig. 2: Map of work of ARK III/2 expedition

2.2 Sea Ice (NPI)

The transport of ice and exchange of water through the Fram Strait are the most important terms in the Arctic Ocean heat budget. As a part of the monitoring programmes for the study of this budget an inverted echo sounder will be mounted on top of the current meter mooring which are going to be deployed in the central core of the ice stream. The instrument is designed to register the ice thickness every four minutes over a period of one year.

To estimate the cross-stream ice thickness distribution a drilling programme will be performed. This will add to the series taken across the strait annually since 1981. As an extra control of the automatic ice thickness registrations a special intense sea ice survey will be carried through at the location where the inverted echo sounder will be deployed. Ice keels will be surveyed with the aid of a portable echo sounder.

Information on the ice drift speed will be obtained from the current Arctic Ocean Buoy Programme which include an annual deployment of three Norwegian ice drift buoys (ICEXAIR) upstreams in the Transpolar Current emerging through the Fram Strait.

2.3 Biology

2.3.1 Zooplankton on a Section between Norway and Svalbard (FSF)

The programme consists of three components:

- (i) Distribution of Arctic zooplankton: The horizontal and vertical distribution of some groups of zooplankton (Amphipoda, Euphausiacea, Pteropoda, Ostracoda, dominant species of Copepoda) will be studied in relation to hydrographic data in a section from the North Cape of Norway to South of Spitzbergen (Fig. 1).
- (ii) Different vertical distribution of sexes and its ecological problems: During an earlier expedition (1983) in the Arctic we found in the samples only females, never males of the genus Themisto. Probably both sexes generally occur in different water-layers and meet only for a short season at the same depths. So we suggest that males and females of said genus have a different vertical distribution. To prove this we intend to take additional samples in the upper 30 cm of the surface layer.

- (iii) Taxonomy of Hyperliidea (Amphipoda) in the North Atlantic: Three species of the genus Themisto are very important in the zooplankton of the North and Arctic Atlantic. The taxonomy of one species, Themisto abyssorum, is dubious due to the great variations of morphological characters. During the expedition as many specimens as possible will be sampled for electrophoretic and morphological investigations. The animals will be examined according to taxonomic-morphological criteria and deep-frozen for later biochemical analysis in the laboratory.

2.3.2 Phytoplankton and Growth Strategies of Zooplankton
(AWI/IPÖ, UG)

This study, which has been started during leg 1 of ARK III expedition, will be continued (compare 1.6.1 and 1.6.2).

2.3.3 Macrozoobenthic Communities (AWI/IPÖ)

The distribution of the macrobenthic organisms in Fram Strait is hitherto only partly known, especially in the area of or nearby the shelf of East Greenland. During this leg of the "Polarstern"-cruise ARK III, qualitative samples will be taken by means of an Agassiz trawl (aperture 3 x 1 m) at about 20 stations in different depths ranging from 100 to 3.000 m. On the ship, the samples will be roughly sorted in order to make first statements on the structure of the different communities.

As complement to the Agassiz trawl catches, corresponding samples will be taken by a giant box corer during the following leg. They will provide quantitative data which allow a comparison with other areas.

In the long run, the spectrum of the ecological strategies (feeding types etc.) and their relative importance in the different communities will be investigated. The relationship between structural features like dominant ecological strategy, diversity, size distribution of the organisms etc. and some environmental factors (water depth, temperature, sediment type, ice cover) will be evaluated. The results will hopefully contribute to a comparison of arctic and antarctic marine ecosystems.

2.4 Actuopaleontology and Sediment Trap Experiences (GIK)

The distribution of planktonic foraminifera and stable isotope composition of organic matter in polar regions is not well known. Therefore, plankton samplings with a multinet are planned. We will also filter large water samples for the determination of the particulate matter content of the water column.

Sediment traps will be deployed to monitor the seasonal variations of the particle flux in the water column. This is achieved by collecting individual samples in separate bottles the opening time sequence of which can be set in advance. The traps on the eastside of the Fram Strait shall monitor the extrem seasonality of particle sedimentation in the "warm" West Spitzbergen current. With the traps on the westside we want to determine particle sedimentation in a water column with ice coverage.

2.5 Bathymetrie

2.5.1 Sediment Echo Sounder (GIK, FWG)

The uppermost sediment layers will be mapped by a 3.5 KHz echo sounder system on all track lines. These data will be the base for the selection of sediment sampling station during leg 3 of ARK III expedition.

2.5.2 SEABEAM Survey (AWI)

During this leg continuous recording of SEABEAM measurements is scheduled. These data, recorded on magtape, shall later be post-processed at the AWI, but they will contribute to the development and construction of the Fram Strait SEABEAM map. Data registration of the SEABEAM system must be stopped, when the ship is on station.

During the expedition ARK II/4 a Global-Positioning-System-receiver type TI 4100 (GPS) of the University of Hannover, was installed on RV Polarstern and had been proved as a useful system for precise positioning on the ocean. During this leg first successful experiences were collected and published.

A new GPS-receiver, type MAGNAVOX T-set, will be installed in June 1985 on "Polarstern" for a continued use for precise navigation. For the link between the GPS-receiver and the VAX board-computer new programs have to be developed and modifications on existing programs must be carried out. The complete post-processing software must be adapted to the GPS-navigation data. GPS-positioning in the current situation allows the use of this system only for 10-12 hours/day in the 2d-mode.

We will compare in-situ the coordinates of the integrated navigation system INDAS-V with the MAGNAVOX GPS-receiver data. These examinations will be carried out in cooperation with the University of Hannover. For an optimal use of the GPS more programs for data analysis and data reduction must be developed. It is a goal to plot in real time on board position-corrected trackplots.

2.6 Processing of Geophysical Data (IGH)

For a fast control of the ocean-bottom-seismograph recorded data (quality, seismic range) during a running seismic survey, an immediate processing on board is desired.

The control is possible by seismogram sections which will be gained by using a unit for digitizing, the board computer and a plotter. For this the following steps are necessary:

1. Digitizing of the refraction seismic data by help of the board computer VAX 11/750,
2. Demultiplexing of digitized data and storing on magnetic tape,
3. Adapting of plot programs for representing time-series,
4. Adapting of special positioning programs for refraction seismics, (using the direct and multiple water sound from OBS-records, restriction to really necessary positioning data).

The major objectives of the planned work are:

- a) processing of data the cruise ARK II/5, 1984 (test of the above planned operations 1-4) and
- b) preparation of future survey with RV "Polarstern".

Leg 3 (Longyearbyen - Bremerhaven)

3.1 Marine Geology

3.1.1 Sedimentology (GIK, FWG, GIB, GIS, GPIB, ITG, AWI)

Investigations of the depositional history of the current systems in Fram Strait have been started with a cruise of RV "Polarstern" in summer 1984.

The Fram Strait connects the abyssal plains of the Arctic Ocean and the Norwegian-Greenland Sea permitting a relatively free deep-water exchange since the Oligocene between these two ocean basins of the northern hemisphere. Structure and geology, bathymetry, depositional processes in this geologically and climatologically important deep sea channel are only poorly known.

The most important processes which have influenced the geological history of these deep-sea basins besides plate tectonics are related to the import of warm surface and bottom waters into temperate zones of the world ocean. This water mass exchange is an important mechanism in maintaining the climate zonation of the northern hemisphere. Furthermore, it has considerable consequences for biological, chemical, physical and geological processes in the subbasins of the Norwegian-Greenland Sea.

During this expedition we want to continue the investigations started during summer 1984. Special interest will be paid to a detailed bathymetric survey of this area which - underlain by ocean crust - is anomalously deep in comparison to other ocean basins. Magnetic anomalies which one might expect after normal ocean spreading in this area, have not yet been resolved and the exact location of the plate boundaries in this region must still be identified.

We hope to deduce the history of the water exchange between the Arctic Ocean and the Norwegian-Greenland Sea and especially of the ice cover in the western Fram Strait from the sediment compositions. Stratigraphic changes of sediment compositions will be used to reconstruct the paleo-oceanographic history of this sea region during Quaternary times.

For the reconstruction of the depositional history of the Fram Strait sediments will be taken along two profiles crossing the Fram Strait. Also a detailed sampling in the Molloy Deep is planned. Undisturbed surface samples can be taken with a giant

box core and up to 15 m long sediment sections can be obtained with gravity or piston corers. On board we will open the cores, describe and sample the sediments; first microscopic analysis are planned.

3.1.2 Actuopaleontology and Sediment Trap Experiences (GIK, WHOI)

To study the distribution of planktonic foraminifera plankton sampling will be undertaken with a multi-net. Water samples we will take for the determination of the concentration on particulate matter in the water column (2.4).

During "Polarstern" cruise in summer 1984 mooring system with sediment traps and current meters have been deployed south of Bear Island and in the Fram Strait. These instruments are able to monitor the seasonal variations of the particle flux. The mooring in the Fram Strait will be recovered, serviced and redeployed. And finally the mooring near the Bear Island will be moved after recovery into the Lofoten Basin.

3.2 Marine Geophysics

3.2.1 Marine Magnetism (AWI, GUB)

The new marine magnetism Gradiometer System (Geometrics G-811G) will be used with "Polarstern" for the first time. Therefore an extensive testprogram will be carried out in order to test system response under various conditions. The measurements proper will be carried out with the aim of resolving fine structure of magnetic anomalies near the ridge axis and over the Molloy deep. Magnetic measurements will be carried out in parallel with SEABEAM profiling.

3.2.2 Heat Flow Measurements (AWI)

Heat flow measurements will be carried out in parallel with geologic ocean bottom sampling. The available instrument (Woods Hole DHF-6) will be tested extensively at first and hopefully used routinely during later parts of this leg.

3.3 Bathymetrie

3.3.1 Sediment Echo Sounder (GIK, FWG)

As on the previous leg profiling with the 3.5 kHz echo sounder system will be pursued continuously (compare 2.5.1).

3.3.2 SEABEAM Survey (AWI, NRL)

A first detailed SEABEAM-survey in the Molloy F.Z. was carried out during the "Polarstern"-expedition ARK II/4 in 1984. In continuation of this survey and following the plan for a precise SEABEAM-map of the Fram Strait, an other part of the Molloy F.Z. will be surveyed during this leg. Due to the expected water depths of about 3.000 meter in this area, profile intervals of 1 nm are recommended.

Positioning and navigation are done from the integrated data acquisition and navigation system INDAS-V and with the new satellite-based navigation system GPS/NAVSTAR, which gives reliable navigation data 10 - 12 hours per day. The accuracy in the actual constellation is about ± 20 m.

The work area for the SEABEAM-survey should directly adjoin to the north part of the first survey. In this case the post-processing would be much easier. The post-processing of SEABEAM-data shall be carried out in a near real-time process. Soon after the finish of the survey, post-processed bathymetric map will be available.

3.4 Biology

3.4.1 Growth Strategies of Zooplankton (AWI/IPÖ)

The studies which have already been carried out during the first and second leg of ARK III expedition will be resumed (compare 1.6.2 and 2.3.2)

3.4.2 Macrozoobenthic Communities

In the Fram Strait area, box cores will be taken during this leg. The quantitative data provided by these samples from different depths between 200 and 3.000 m will complete the results of the qualitative Agassiz trawl catches (compare 2.3.3).

For the biological investigations, the samples will be washed on sieves of 0.5 and 1 mm mesh size. The macrobenthic organisms will be collected and preserved in 4 % buffered formalin or, in certain cases, by deep-freezing.

The box corer is an efficient means for sampling the sessile epi- and endofauna. The data can be used for calculation of absolute abundance and biomass. So, it will be possible to compare quantity and structure of the macrobenthos with other areas.

3.4.3 Bacteria and Decomposition in Arctic Sediments and Sea Ice (IfMB)

Biomass, species composition and the ecological requirements of the bacterial populations of the sediments will be investigated especially in the area of the East Greenland Current. For this purpose sediment samples from various depths have to be collected by core grabs mainly to get surface sediment layers. With the same material the heterotrophic activity of the microbial populations will be investigated. Decomposition of particulate substrates will be analyzed dependent on temperature. The investigations will be supplemented by studies on the activity of free extracellular enzymes.

In order to get data of the bacterial population and microbial decomposition activity in the arctic sea ice similar experiments are planned with ice samples.

The microbiological data will be compared with those obtained by previous work in the Antarctic Sea.



Expeditionsprogramm Nr. 6

F S P O L A R S T E R N

Reise 7

A R K T I S III

1985

Koordinator

Prof. Dr. Gotthilf Hempel

Koordinationsassistent

Dr. Rainer Gersonde

Bremerhaven 1985

I Einführung

Am 4. Mai 1985 läuft FS "Polarstern" von Bremerhaven zu ihrer dritten Arktisexpedition aus. Die Expedition ist in drei Fahrtabschnitte gegliedert und wird nach dem ersten Fahrtabschnitt durch einen einmonatigen Werftaufenthalt in Bremerhaven unterbrochen. Die Forschungsschwerpunkte der Expedition ARK III lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: schiffstechnische Testfahrten und Messungen im Meereis (ARK III/1), Untersuchungen zur Ozeanographie, Geologie und Bathymetrie im Bereich der Fram Straße (ARK III/2, ARK III/3).

Der erste Fahrtabschnitt, der am 31. Mai wieder in Bremerhaven endet, führt FS "Polarstern" in den Raum Spitzbergen und die nördliche Fram Straße (Abb. 1), wo bei unterschiedlichen Eishaltbedingungen umfangreiche schiffstechnische Testfahrten durchgeführt werden. Damit kombiniert finden Untersuchungen zur Physik und Struktur des Meereises statt. Die geplanten meteorologischen Programme dienen hauptsächlich dem Funktionstest neuer Meßverfahren und Geräte, die in 1986 während der Winter-Expeditionen in der Antarktis (ANT V/2 und V/3) eingesetzt werden sollen. Dabei werden auch Meßeinheiten auf dem Meereis installiert. Daneben finden auch einige Untersuchungen zur Biologie des Phyto- und Zooplanktons im Bereich des Meereisrandes statt. Die wissenschaftlichen Programme auf dem Meereis werden durch zwei Helikopter und einen Hydrokopter logistisch unterstützt werden.

Der zweite Fahrtabschnitt, der nach der einmonatigen Werftliegezeit am 3. Juli 1985 in Bremerhaven beginnt, ist schwerpunktmäßig der Ozeanographie gewidmet. Auf einem Profil zwischen Nordkap und Spitzbergen sowie auf zwei Schnitten quer zur Fram Straße sollen hydrographische Messungen zum Austausch von Wassermassen zwischen dem Arktischen Ozean und dem Nordatlantik durchgeführt werden (Abb. 1). Diese Messungen sind Teil eines internationalen Langzeitprogramms, bei dem auch eine Reihe von Strommesserverankerungen eingesetzt werden. Auf das ozeanographische Meßnetz abgestimmt finden Studien zur Verteilung von Phyto- und Zooplankton sowie des Benthos statt. Dieser Fahrtabschnitt endet am 29. Juli 1985 in Longyearbyen (Spitzbergen), wo die wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer gegen die des folgenden dritten Abschnittes, der am 30. Juli beginnt, ausgetauscht werden.

Der Fahrtabschnitt ARK III/3 ist geowissenschaftlich orientiert. Dabei werden die 1984 während ARK II/4 begonnenen Untersuchungen zur quartären Ablagerungsgeschichte (Paläoozeanographie, -klimatologie) im Bereich der Fram Straße (Abb. 1) und zu den heute im Europäischen Nordmeer wirksamen Ablagerungsprozessen fortgeführt und durch geophysikalische Messungen ergänzt. Die Sedimentprobenahme konzentriert sich auf zwei Schnitte über die Fram Straße hinweg und auf den Bereich des Molloy-Tiefs. Weitergeführt wird ebenfalls die bathymetrische Vermessung der Fram Straße mit dem SEABEAM-System. Die im ersten bzw. zweiten Fahrtabschnitt begonnenen biologischen Untersuchungen zur Verteilung von planktischen und benthischen Organismen werden hier fortgesetzt.

Darüber hinaus soll auch die Bakterienaktivität in arktischen Sedimenten und im Meereis behandelt werden. Auf der Rückfahrt nach Bremerhaven, wo FS "Polarstern" am 22. August einlaufen soll, wird bei der Bären Insel eine Verankerung mit Sedimentfallen aufgenommen, die anschließend im Lofoten Becken wieder ausgesetzt wird.

Während der gesamten Expedition sind Mitarbeiter des Deutschen Seewetteramtes an Bord, die dreistündlich eine vollständige WMO-Observation durchführen und die Fahrt- bzw. Schiffsleitung hinsichtlich zu erwartender Wetter- und Eisverhältnisse beraten.

Der Teilnehmerkreis der Expedition setzt sich aus Wissenschaftlern und Technikern verschiedener deutscher Universitäts- und Forschungsinstitute einschließlich des Alfred-Wegener-Instituts zusammen. Ihre Forschungsarbeit wird vorwiegend durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und den Bundesminister für Forschung und Technologie gefördert. Als Gäste nehmen auch Wissenschaftler aus Norwegen, Dänemark, Schweden, USA und den Niederlanden an der Expedition teil.

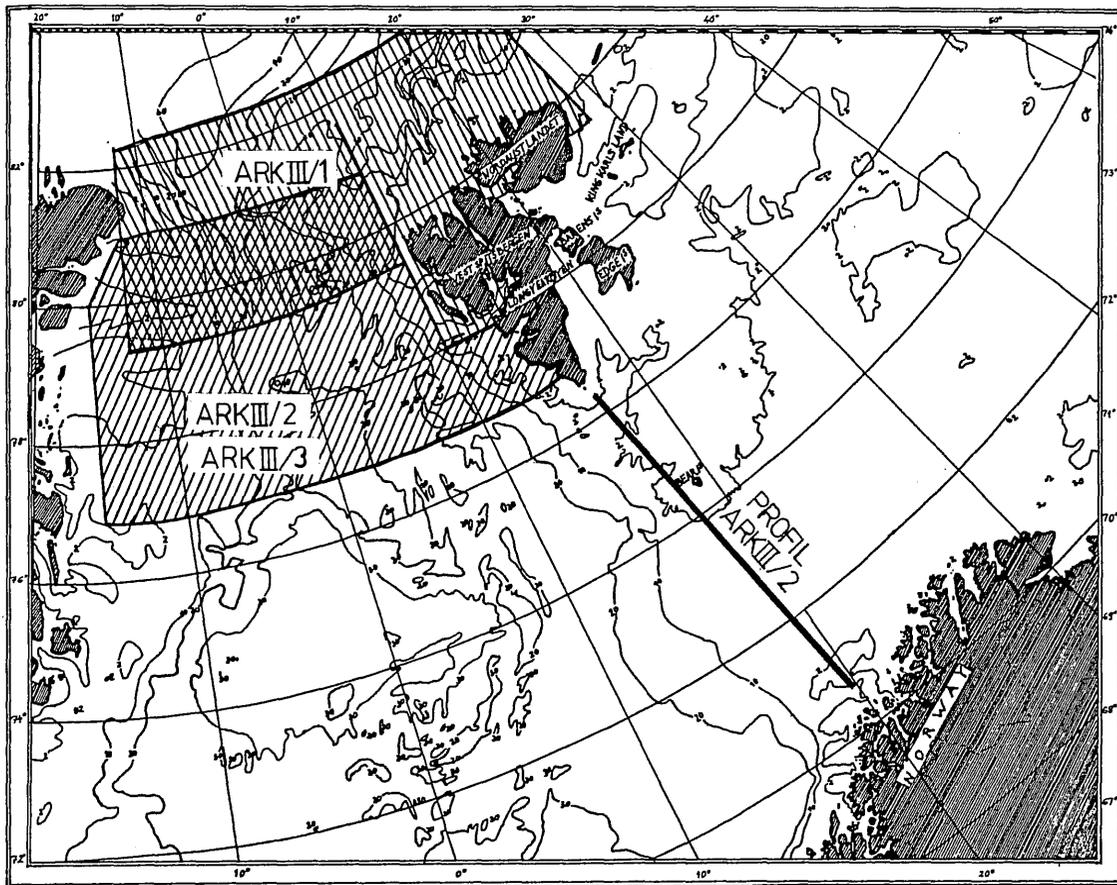


Abb. 1: Geplante Untersuchungsgebiete der Fahrtabschnitte 1, 2 und 3 der ARKTIS III Expedition

II Forschungsprogramme

1. Fahrtabschnitt (Bremerhaven - Bremerhaven)

- 1.1. Eisbrechtechnische Versuche
 - 1.1.1. Reibungs- und Stoßbelastung im Vorschiffsbereich
 - 1.1.2. Korrelation Modell-Großausführung
 - 1.1.3. Manöveriererversuche im Eis
 - 1.1.4. Druckverhältnisse im Bugstrahlkanal bei Betrieb im Eis
 - 1.1.5. Bestimmung des Reibungskoeffizienten zwischen Eis und Schiff
 - 1.1.6. Beanspruchung des Düsenringes im Eis
 - 1.1.7. Ermittlung der Belastung des Schiffskörpers bei Eisfahrt
 - 1.1.8. Ermittlung der auf die Seiten des Schiffskörpers wirkenden Eiskräfte bei Eispressung
 - 1.1.9. Ermittlung der Beanspruchungen im Aufbaubereich unter Berücksichtigung der Materialtemperaturen
- 1.2. Meereisuntersuchungen
 - 1.2.1. Mechanische Eigenschaften des Eises
 - 1.2.2. Physikalische und strukturelle Eigenschaften des Eises
 - 1.2.3. Eisdickenmessung
 - 1.2.4. Geometrie- und Konsolidierungsgrad von Preßeisrücken
 - 1.2.5. Fernerkundung und Verfolgung von Growlern
 - 1.2.6. Mechanische Eigenschaften von künstlich verstärktem Eis
- 1.3. Meteorologie
 - 1.3.1. Interne atmosphärische Grenzflächen am Eisrand
 - 1.3.2. Korrelation zwischen Seesalz in der Atmosphäre und "white caps"
 - 1.3.3. Bestimmung der aerodynamischen Rauigkeit von Meereisflächen
 - 1.3.4. Vermessung von Konvektionsstrukturen
- 1.4. Ozeanographie
 - 1.4.1. Strömungsmessungen mit einem Doppler-Sonar
- 1.5. SEABEAM-Datenverarbeitung
- 1.6. Biologie
 - 1.6.1. Phytoplankton
 - 1.6.2. Zooplankton-Wachstum

2. Fahrtabschnitt (Bremerhaven - Longyearbyen)

- 2.1. Ozeanographie
- 2.2. Meereisuntersuchungen
- 2.3. Biologie
 - 2.3.1. Zooplankton auf einem Schnitt Nordkap-Spitzbergen
 - 2.3.2. Phytoplankton und Zooplankton-Wachstum
 - 2.3.3. Makro-Zoobenthos
- 2.4. Aktuopaläontologie und Sedimentfallen-Experimente
- 2.5. Bathymetrische Vermessungen
 - 2.5.1. Sedimentecholot
 - 2.5.2. SEABEAM
- 2.6. Verarbeitung geophysikalischer Daten

3. Fahrtabschnitt (Longyearbyen - Bremerhaven)

- 3.1. Marine Geologie
 - 3.1.1. Sedimentologie
 - 3.1.2. Aktuopaläontologie und Sedimentfallen-Experimente
- 3.2. Marine Geophysik
 - 3.2.1. Magnetik
 - 3.2.2. Wärmestromdichte-Messungen
- 3.3. Bathymetrische Vermessungen
 - 3.3.1. Sedimentecholot
 - 3.3.2. SEABEAM
- 3.4. Biologie
 - 3.4.1. Phytoplankton und Zooplankton-Wachstum
 - 3.4.2. Makro-Zoobenthos
 - 3.4.3. Bakterien in Sedimenten und Meereis

1. Fahrtabschnitt (Bremerhaven - Bremerhaven)

1.1. Eisbrechtechnische Versuche

Im Mai 1984 fanden vor der Küste Labradors eisbrechtechnische Versuche mit FS "Polarstern" statt (Expedition ARK II/1). Bei weichem Sommereis konnten zwar die Forschungsaufgaben abgearbeitet werden, die Ergebnisse leiden aber an dem zu weichen Eis und können daher noch nicht verallgemeinert werden. Um die Erkenntnisse zu erhärten und in der Praxis des Eisbrechens zu verwerten, bedarf es dieser weiteren eisbrechtechnischen Forschungsreise im Wintereis von ausreichender Härte (400 - 500 kPa Biegefestigkeit).

1.1.1. Reibungs- und Stoßbelastung im Vorschiffsbereich (HSVA)

Die beiden im Vorschiff untergebrachten Meßtaschen von je ca. 1 m² Meßfläche zur Bestimmung der Stoß- und Reibungsbelastung der Schiffsaußenhaut durch Eis haben sich während der Expedition ARK-II/1 sehr gut bewährt. Um die Ergebnisse auch in hartem Wintereis abzusichern und die Schlußfolgerungen mindestens auf zwei Meßreihen aufzubauen, sollen Eisstoß- und Eisreibungsmessungen in verschiedenen Eisverhältnissen (Treibeis, ebenes Festeis, Preßeisrücken und mehrjähriges Eis) durchgeführt werden. Hierbei werden durch die dreiaxialen Kraftmeßdosen Normal- und Tangentialkräfte gemessen, aus deren Verhältnis der Reibungsbeiwert gebildet wird.

Durch gleichzeitige Videobeobachtung soll zusätzlich ein Bezug hergestellt werden zwischen Reibungskoeffizient und Schneeauflage auf dem Eis, Größe der anstoßenden Eisscholle und möglicher Benetzung der Eisoberfläche.

1.1.2. Korrelation Modell-Großausführung (HSVA)

Für die Überprüfung der Übertragbarkeit von Modellversuchsergebnissen auf die Großausführung sind gezielte Vergleiche nötig. Durch Meßfahrten mit unterschiedlichen Leistungsstufen in zuvor möglichst exakt bestimmten Eisverhältnissen soll das Basisdatenmaterial für die Großausführung gesammelt werden. Hierzu sind Meßfahrten geplant im ebenen Eis, Packeis, Eisbrei und aufgetriebenem Eis. Die Untersuchungen sollen nach Möglichkeit in Eis mit relativ hoher Festigkeit durchgeführt werden.

Neben der Meßdatenerfassung an Bord (Geschwindigkeit, Antriebsleistung, Propellerschub usw.) und der systematischen Eisdicken- erfassung werden auch die mechanischen Eigenschaften des Eises bestimmt.

Zur genaueren Registrierung der Schiffsgeschwindigkeit beim Eisbrechen ist ein Meßsystem entwickelt worden, das von Bord des Schiffes gegen die Eisdicke mißt. Dieses System soll erprobt und dann eingesetzt werden.

Im Anschluß an die Expedition sind im Eistank der HSVA Modellversuche vorgesehen, bei denen die während der Expedition angetroffenen Eisbedingungen modellgemäß nachgebildet werden.

1.1.3. Manövrierversuche im Eis (HSVA)

Manövrierversuche sollen mit einfachen Mitteln im ebenen Eis durchgeführt werden. Die Dokumentation der Bahnkurven (Zick-Zack-Kurven und Drehkreise) bei verschiedenen Ruderwinkeln soll photographisch vom Hubschrauber aus vorgenommen werden. Aus derartig gewonnenen Bildern sollen die Bahnkurven aufgemessen werden. Zusätzlich ist die Bestimmung der Antriebsleistung und der Eiseigenschaften vorgesehen.

1.1.4. Druckverhältnisse im Bugstrahlkanal bei Betrieb im Eis (HSVA)

Die Versuche mit den Querstahlern während der Expedition ARK-II/1 haben gezeigt, daß die Gitter vor den Einlauföffnungen sehr schnell durch Schollen blockiert werden und die Anzeigeräte auf der Brücke das Versagen der Querstrahler nicht eindeutig anzeigen. Sie haben auch gezeigt, daß Druckmessungen am Querrohr auswertbare Signale über den Betriebszustand und die Belastung der Querstrahler liefern. Diese Druckmessungen sollen gezielt für den Betrieb der Querstrahler eingesetzt werden. Darüber hinaus sollen sie Aufschluß über die Nutzbarkeit des vorderen Querkanals für die Wasserversorgung der Luft-Wasser-Düsen Anlage geben.

Die Querrohrgitter wurden mittlerweile entfernt. Die Wirkung der Maßnahme soll ebenfalls überprüft werden.

1.1.5. Bestimmung des Reibungskoeffizienten zwischen Eis und Schiff (HSVA)

Der Reibungskoeffizient an der Schiffsaußenhaut bei Fahrt durch Eis mit und ohne Schneeauflage wird in besonderen Versuchen ermittelt, für die ebene Stahlplatten in gleicher Weise wie die Außenhaut des Schiffes mit verschiedenen Anstrichen versehen werden (Inerta 160 glatt, Inerta 160 matt). Diese Stahlplatten werden auf einem Schienenwagen unter einem Eisblock fortgezogen, wobei die horizontale Haltekraft des Eisblocks gemessen wird. Der Reibungskoeffizient ist der Quotient aus Gewicht des Eises und der Haltekraft. Dieser Reibungskoeffizient wird mit den durch die Meßtaschen gewonnenen Werte (s.a. 1.1.2.) verglichen.

1.1.6. Beanspruchung des Düsenringes im Eis (GL)

Beim Durchgang großer Eisschollen durch die Propeller treten extreme Belastungen sowohl der Propeller als auch der gesamten Maschinenanlage auf. Die Antriebsanlage kann dagegen durch Propellerdüsen wirksam geschützt werden. Voraussetzung ist, daß die Düsen selbst den auftretenden Belastungen standhalten. Deshalb mußten bei der festigkeitsmäßigen Auslegung der Düsen Lastannahmen getroffen werden, die nur unter realen Betriebsbedingungen verifizierbar sind. Das Forschungsvorhaben dient dazu, die tatsächlichen Beanspruchungen der Propellerdüsen der "Polarstern" zu ermitteln und daraus Lastannahmen für die Bemessung großer Propellerdüsen eisgehender Schiffe zu entwickeln. Zu diesem Zweck werden, wie bereits während der Messfahrt 1984, an besonders hoch beanspruchten Stellen eines Düsenringes Dehnungen bei unterschiedlichen Eisbedingungen gemessen. Die Auswertung der vorjährigen Messungen hat ergeben, daß die Düse aufgrund der angetroffenen Eisverhältnisse nicht im erwarteten Maße belastet worden ist und damit Aussagen über mögliche Maximalbelastungen nicht getroffen werden konnten.

Auf der Expedition Arktis III/1 sollen nun weiterführende Daten unter härteren Bedingungen gesammelt werden.

1.1.7. Ermittlung der Belastung des Schiffskörpers bei Eisfahrt (GL)

Die festigkeitsmäßige Auslegung eisgehender Schiffe erfolgt nach Vorschriften, die hinsichtlich der anzusetzenden Belastungen auf überwiegend empirischen Daten basieren. Die vorliegenden Erfahrungen sind für arktische Einsatzbedingungen nicht repräsentativ, so daß Extrapolation im Rahmen der Entwicklung zukünftiger großer Frachtschiffe zur Erschließung polarer Regionen technische und wirtschaftliche Risiken bergen.

1.1.8. Ermittlung der auf die Seiten des Schiffskörpers wirkenden Eiskräfte bei Eispressung (GL)

Eispressung, wie sie beispielsweise beim Festsitzen im schweren Packeis, bei Eisdrift gegen das an einer Festelskante liegende Schiff oder beim Einfrieren des Schiffes auftreten, verursachen Belastungen der Seitenkonstruktion, über deren Höhe bislang nur geringe Erkenntnisse vorliegen. Aufgrund von Erfahrungen ist davon auszugehen, daß der Querverband des Schiffskörpers in solchen Situationen hoch beansprucht wird.

Im Verlauf dieser Expedition sollen zwei unterschiedliche Meßsysteme auf ihre Eignung für eine langfristige Erfassung derartiger Beanspruchungen in Vorbereitung auf die für 1986 geplante Überwinterungsphase unter realistischen Einsatzbedingungen getestet werden. Die Meßsysteme sollen darüber hinaus

der Schiffsführung die Möglichkeit zur Beurteilung der Eisdrücke in aktuellen Situationen geben. Langfristig sollen die registrierten Daten Erkenntnisse zur festigkeitsmäßigen Auslegung großer eisgehender Frachtschiffe liefern.

1.1.9. Ermittlung der Beanspruchungen im Aufbaubereich unter Berücksichtigung der Materialtemperaturen (GL)

Beim Bau der "Polarstern" ist in Anbetracht der in Polargebieten auftretenden extrem niedrigen Lufttemperaturen für den Überwasserbereich (Außenhaut, Decks, Aufbauten) kaltzäher Feinkornstrahl verwendet worden, welcher erheblich teurer ist als normaler Schiffbaustahl. Deren Einsatz ist deshalb aus wirtschaftlichen Gründen auf das notwendige Maß zu beschränken. Die geplanten Untersuchungen sollen Grundlagen zur Dimensionierung und Auswahl der Stahlgüte für zukünftige eisgehende Schiffe liefern.

Die Arktis II-Expedition 1984 hat bestätigt, daß bedeutende dynamische Beanspruchungen im Aufbaubereich der "Polarstern" bei Eisfahrt auftreten. Aufgrund der angetroffenen Wetterbedingungen konnten temperaturbedingte Beanspruchungen seinerzeit jedoch nicht gemessen werden. Deshalb ist vorgesehen, eine Langzeitmessung über 2 Jahre in der Arktis und Antarktis durchzuführen.

1.2. Meereis-Untersuchungen

1.2.1. Mechanische Eigenschaften des Eises (HSVA, CRREL)

Da die mechanischen Eigenschaften des Eises wie Biegefestigkeit, Druckfestigkeit und Elastizitäts-Modul wichtige Einflußgrößen beim Eisbrechen mit Schiffen sind, ist es erforderlich, diese bei allen Eisbrechversuchen zu bestimmen.

Die Biegefestigkeit und der E-Modul sollen aus dem Temperatur- und Salzgehaltsprofil abgeleitet werden. Zusätzlich werden Biegefestigkeit und E-Modul unmittelbar an einigen Biegebalken ermittelt. Dagegen wird die einachsige Druckfestigkeit auf einer stationären Prüfmaschine bei der HSVA in Hamburg untersucht. Hierzu werden Eisproben im tiefgefrorenen Zustand mit nach Deutschland transportiert.

1.2.2. Physikalische und strukturelle Eigenschaften des Eises (AWI, CRREL)

An Meereis mit unterschiedlichem Gefüge werden sowohl physikalische Messungen als auch strukturelle Untersuchungen durchgeführt. Im einzelnen sollen das rheologische Verhalten, die Druckfestigkeit, die Geschwindigkeiten und die Dämpfungen der Longitudinal- und Transversalwelle und die Wärmeleitfähigkeit betrachtet werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Untersuchung der Abhängigkeiten dieser physikalischen Eigenschaften von strukturellen Größen, wie Kristallgröße, Salzgehaltsverteil-

lung und Ausrichtung der C-Achsen. Als weiterer Gesichtspunkt kommt die Mikrobiologie im Meereis hinzu, wobei insbesondere das Auftreten und die Verteilung von Diatomeen untersucht wird.

1.2.3. Eisdickenmessung (HSVA, CRREL)

Die Dicke des vom Schiff gebrochenen Eises wird sowohl mechanisch durch Bohrlöcher als auch elektronisch durch Impuls-Radar gemessen. Letzteres Verfahren ermöglicht eine kontinuierliche Aufzeichnung der Eisdicke.

1.2.4. Geometrie- und Konsolidierungsgrad von Preßeisrücken (HSVA)

Die Geometrie und der Konsolidierungsgrad von Preßeisrücken, die von der "Polarstern" unter Versuchsbedingungen durchbrochen werden, müssen vorher bestimmt werden. Die Geometrie soll einerseits durch Bohrung und mechanische Vermessung und andererseits durch das Colour Sonar Gerät der Firma MESOTECH bestimmt werden. Sofern sich das letzte Verfahren als zuverlässig erweist, kann später auf die mechanische Vermessung verzichtet werden. Der Konsolidierungsgrad (Verhältnis der Dicke der zusammengefrorenen Eisschollen zur Gesamtdicke des Presseisrückens) wird mit einem "Bore-Hole-Jack" bestimmt.

1.2.5. Fernerkundung und Verfolgung von Growlern (NHL)

In ausgewählte mehrjährige Treibeissschollen (Growler) sollen Sender eingefroren werden, die über eine Empfangstation an Bord der "Polarstern" (SUPER-SAR) geortet und verfolgt werden. Dabei wird gleichzeitig die Geschwindigkeit, Länge, Breite, Oberflächenstruktur und Festigkeit des treibenden Objektes bestimmt.

1.2.6. Mechanische Eigenschaften von künstlich verstärktem Eis (TUHH)

In den arktischen Gebieten wird immer intensiver nach Erdöl und Erdgas gesucht. Eis wird dort als Baustoff bislang für Straßen, Flugzeuglandeplatz sowie für Eisinselfen zur Exploration angewendet.

Um den Anwendungsbereich für Eis als Baustoff zu erweitern, muß das Eis verstärkt werden, da die Eigenschaften des Eises allein als Baumaterial nicht ausreichend sind.

Zur Verstärkung werden Glasfasermatten im Eis eingefroren. Die danach sich ergebenden Biegefestigkeiten und Elastizitäts-Module werden in Biegebalkenversuchen als Funktion der Belastungsraten ermittelt.

1.3. Meteorologie

1.3.1. Interne atmosphärische Grenzflächen am Eisrand (AWI)

Die abrupten Änderungen der thermischen und dynamischen Bedingungen an der Meeresoberfläche im Bereich des Eisrandes bewirken markante Unterschiede zwischen dem vertikalen Aufbau der ozeanischen und atmosphärischen Grenzschichten in eisbedeckten und eisfreien Arealen. Dadurch entstehen in der Atmosphäre Störungen, die stark von der Richtung der bodennahen Luftströmung relativ zum Eisrand abhängen.

Bei Winden, die vom Meer zum Eis wehen, wird warme und feuchte Luft von einer dynamischen glatten auf eine kältere und rauhere Unterlage transportiert. Die zumeist statisch labile oder neutrale bodennahe Dichteschichtung wird über dem kälteren Packeis stabilisiert, und gleichzeitig vermindert die verstärkte Reibung die Geschwindigkeit. Durch diese Vorgänge bildet sich über dem Eis eine interne Grenzfläche aus, die aufgrund der bodennahen Stabilisierung jedoch nur einen geringen Neigungswinkel aufweist.

Strömt die Luft vom Eis zum offenen Wasser, kehren sich die Verhältnisse um. Die relativ kalte, wasserdampfende Luft nimmt über dem wärmeren Meer Wärme und Wasserdampf auf und wird wegen der geringeren Reibung beschleunigt. Aufgrund der zumeist großen positiven Wasser-Luft-Temperaturdifferenzen entstehen über dem Wasser geordnete konvektive Strukturen. Die interne Grenzfläche wird deshalb mit zunehmender Entfernung zum Eisrand sehr viel stärker aufwachsen als im vorher beschriebenen Fall.

Ziel der Messungen ist der Einsatz neuer Geräte zur Untersuchung der Grenzflächen und der physikalischen Vorgänge beiderseits des Eisrandes. Hierfür werden eingesetzt und erprobt :

- 1 Doppler- SODAR-System
- 1 Radiosonden- Meßanlage
- 1 Bodenwertanlage mit PCM- Datenerfassung der Mast und Bugausleger-Messungen

1.3.2. Korrelation zwischen Seesalz in der Atmosphäre und "white caps" (AWI)

Während der Hin- und Rückfahrt der Polarstern zum Einsatzgebiet soll die Bedeckung der Meeresoberfläche mit Meeresschaum ("white caps") ermittelt werden, die im wesentlichen von meteorologischen Größen wie Windgeschwindigkeit und Stabilität der bodennahen Grenzschicht abhängt. Ziel dieser Untersuchungen ist die Bestimmung der Korrelation zwischen Seesalzaerosolkonzentration und den "white caps" bei unterschiedlichen Bedingungen.

Bei der Durchführung des Projektes wird ein automatisch registrierendes optisches Meßverfahren erstmals eingesetzt, das am Institut entwickelt wurde. Das System ermittelt kontinuierlich während der Fahrt die Meeresschaumbedeckung mit einer räumlichen Auflösung von $\sim 10^{-1}$ m. Die Bestimmung der Salzaerosolkonzentration erfolgt mit Hilfe eines Filterverfahrens und anschließender mikroskopischer Auszählung.

1.3.3. Bestimmung der aerodynamischen Rauigkeit von Meereisflächen (IMH)

Die von der bewegten Atmosphäre auf eine Eisoberfläche ausgeübte Schubspannung hängt von der Windgeschwindigkeit und der Rauigkeit der Eisoberfläche ab. Die aerodynamische Rauigkeit ergibt sich als Kenngröße aus der Form des Windprofils und des Temperaturprofils über der Eisfläche. Hierzu sind genaue Wind- und Temperaturmessungen mit Hilfe eines 12 m hohen Mastes auf dem Eis vorgesehen.

Der Einsatz dieses Mastes und der Meßgeräte soll sehr mobil und kurzfristig möglich sein. Dazu wird der fertig instrumentierte Mast an dem jeweiligen Standort als Ganzes hochgekippt und dann fertig abgespannt. Die Meßdaten werden mit Telemetriesendern zu "Polarstern" übertragen und dort sofort anschließend mit vorbereiteten Auswerteprogrammen ausgewertet. Der Auf- und Abbau der Meßanlage erfordert jeweils für drei Arbeitskräfte ca. 1 Stunde. Während der Meßzeit soll die Anlage ohne Personal arbeiten.

Die vorgesehene Meßmethode soll zunächst unter den arktischen Bedingungen durch ausführliche Funktionstests erprobt werden. Hierzu wird die Telemetrestrecke variiert und ein Vergleich der Meßgeräte untereinander und auch mit den bordseitigen Geräten erfolgen.

Die eigentlichen Meßzeiten sollen je nach Wettersituation und logistischen Möglichkeiten jeweils ca. 1/2 Tag betragen, um statistisch abgesicherte Ergebnisse zu der jeweiligen Eissituation zu erhalten. Die Ergebnisse aus den direkten Rauigkeitsbestimmungen mit Hilfe der Mastmessungen sollen klassifiziert werden und die Zuordnung zur großräumigen Wettersituation (geostrophischer Wind aus Wetterkarten, thermische Stabilität aus den Radiosondenaufstiegen) überprüft werden. Anhand von Satellitenbildern und Photographien der Eisstruktur wird die Möglichkeit der räumlichen Extrapolation untersucht.

1.3.4. Vermessung von Konvektionsstrukturen (IHM)

Es ist beabsichtigt, die meteorologischen Bedingungen bei zellularen und walzenförmigen Konvektionsstrukturen zu untersuchen. Da aufgrund der homogenen Grenzschichtbedingungen über dem Meer bevorzugt geordnete Konvektionsstrukturen auftreten und das Schiff als Startplattform für Radiosondierung bewegt werden

kann, ist eine räumliche und zeitliche Vermessung dieser Strukturen möglich.

Die Untersuchungen umfassen zeitlich begrenzte Intensivmessungen mit Radiosondenaufstiegen in kurzen Abständen sowie regelmäßige Aufstiege mit größerem zeitlichen Abstand. Mit Hilfe einer der Intensivmeßphasen sollen durch die dichte Folge von Radiosondenaufstiegen Aufschlüsse über den Einfluß der Konvektionsstrukturen auf eine momentane Vertikalwindsondierung gewonnen werden, wenn FS "Polarstern" auf Station liegt. Weitere Intensivmessungen, die während der Fahrt durchgeführt werden sollen, haben das Ziel, die räumliche Verteilung der konvektiven und dynamischen Bedingungen bei strukturierter Konvektion zu bestimmen.

Die Messungen mit geringer zeitlicher Auflösung dienen zur Abgrenzung der Bedingungen von geordneter bzw. ungeordneter Konvektion.

1.4. Ozeanographie

1.4.1. Strömungsmessungen mit einem Doppler-Sonar (AWI)

Ein Doppler-Strömungsmesser zur kontinuierlichen Aufzeichnung von Strömungsprofilen bis 200 m Wassertiefe soll erprobt werden.

Das Gerät (AMETEK DCP 4400) ist ein dreistrahliges, gepulstes 115 kHz Sonar. Das rückgesteuerte Signal wird zeitlich aufgelöst und die Dopplerverschiebung für 63 Tiefenschichten gemessen. Die Rohdaten werden von einem Kleinrechner aufbereitet, der mit dem Bordrechner verbunden ist. Dopplerverschiebungen infolge der Eigenbewegungen des Schiffes werden eliminiert und Strömungsprofile relativ zum Boden oder zur obersten Wasserschicht werden erstellt. Die Einsatzmöglichkeiten des Gerätes in Gewässern hoher Breiten sollten unter verschiedenen Betriebsarten getestet werden.

1.5. SEABEAM-Datenverarbeitung (AWI)

Die Nachauswertung der SEABEAM Daten auf Polarstern soll möglichst in Echtzeit mit dem VAX-Bordrechner durchgeführt werden. Hierzu wurde ein entsprechendes Ausgabe-Interface von General Instruments in die SEABEAM Anlage eingebaut.

Nachdem nun auch der Hardware-Anschluß an den Bordrechner installiert wurde, müssen Programme zur Übernahme, Abspeicherung und Verarbeitung der SEABEAM-Messungen entwickelt werden.

Diese Programme sollen während dieses Fahrtabschnittes implementiert und getestet werden. Weiterhin muß geprüft werden, inwieweit sich die aktiven Echtzeitprogramme im VAX-Rechner stören.

Das Verhalten und die Qualität der SEABEAM-Messungen beim Eisbrechen soll während dieses Fahrtabschnittes überwacht und analysiert werden. Es ist daher vorgesehen, SEABEAM-Messungen bei schweren Eisbrechversuchen durchzuführen und die Meßdaten auf Magnetband zu registrieren. Die Messungen sollen kontinuierlich unter ständiger Überwachung durchgeführt werden.

Weiterhin ist es vorgesehen, zusätzliche Graphik-Programme zur SEABEAM-Auswertung auf dem Bordrechner zu implementieren und zu testen.

1.6. Biologie

1.6.1. Phytoplankton (RWTH, UG)

Die Primärproduktion des Phytoplanktons soll mit Hilfe der ^{14}C -Methode im Bereich der euphotischen Zone an Proben aus der 100 %- bis zur 1 %- Lichttiefe ermittelt werden. Dazu werden die in-situ Bedingungen in einem Decksinkubator und einem Laborinkubator simuliert. Zusätzlich sollen Versuche zur Bestimmung der maximalen Photosyntheseleistung vorgenommen werden. Die Bestimmung der Phytoplankton-Biomasse soll auch mit Hilfe der Chlorophyll a-Methode durchgeführt werden. Zusätzlich wird das Artenspektrum in mehreren Wassertiefen bestimmt und durch eine HPLC-Analyse der wichtigsten Pigmente ergänzt. Die HPLC-Analyse soll auch Rückschlüsse auf den "grazing"-Effekt durch Zooplankton geben. Die "grazing" Abschätzung wird in enger Abstimmung mit den Zooplankton-Untersuchungen (s. 1.6.2) durchgeführt. Diese Phytoplankton-Untersuchungen sollen auf allen drei Fahrtabschnitten der ARK III-Expedition stattfinden, um auch saisonale Unterschiede zu erfassen.

Lediglich während des ersten Fahrtabschnittes ist vorgesehen, parallel zu den Primärproduktionsmessungen an natürlichen Planktongesellschaften Produktionsbestimmungen vor allem an solchen bestandsbildenden Arten durchzuführen, die sich während des Zeitraums an Bord, hingegen nicht über einen längeren Zeitraum im Labor kultivieren lassen. Darüber hinaus ist geplant, an quantitativ bedeutsamen Arten autökologische Untersuchungen unter kontrollierten Licht- und Temperaturbedingungen zur Primärproduktion, Generation und anderen produktionsbiologischen Parametern wie Chlorophyll-, Protein- und CHN- Gehalt vorzunehmen.

Schließlich sollen im Packeisgebiet und im offenen Wasser Lichtprofile mit Hilfe eines Quantameters aufgenommen werden.

1.6.2. Zooplankton-Wachstum (AWI / IPö)

Die Produktivität des Zooplanktons drückt sich in somatischem Wachstum der subadulten Entwicklungsstadien, sowie Anlage von Gonaden und Ei- und Spermatozytenproduktion der Adulten aus. Die hier stellvertretend betrachteten vier Copepodenarten haben ihr Verbreitungsmaximum in etwas überlappenden aber weitgehend getrennten hydrogeographischen Gebieten:

- Calanus finmarchicus: im Einflußbereich atlantischen Wassers
- Calanus glacialis : in arktischem Wasser, auch unter schwerem Packeis
- Calanus hyperboreus : im Ostgrönlandstrom
- Metridia longa : ist als omnivore Art in allen Wassermassen anzutreffen, meist in 100-200 m Tiefe.

Es liegt daher nahe, artspezifisch verschiedene Generationszyklen zu vermuten. Generationszyklen lassen sich am besten über eine ganze Wachstumssaison vom Einsetzen der Phytoplanktonblüte und damit korreliert der Häutung zu adulten Tieren, Eiproduktion und Juvenilentwicklung, bis zum Ende des Sommers verfolgen, wenn die inzwischen zu Copepoden IV, V oder VI herangewachsene Frühjahrs-generation mit der Überwinterung beginnt.

Der Zeitpunkt der Reifung der Adulten, des Einsetzens bzw. des Aufhörens der Eiproduktion und ebenso Beginn und Stadium der Überwinterung unterscheiden sich artspezifisch, da dies u.a. die die Nischen der Arten gegeneinander abgrenzenden Faktoren sind. Auch die Lebensweise der Copepoden als vorwiegend Herbivore oder Omnivore dürfte sich auf den Zeitablauf der Entwicklung auswirken.

Aus diesen Gründen erstreckt sich das Forschungsprogramm über alle drei Fahrtabschnitte der ARK-III-Expedition.

Die Produktivität der den größten Anteil der Zooplanktonbiomasse stellenden herbivoren (Calanus) und omnivoren (Metridia) Copepoden im Laufe einer Wachstumsperiode soll anhand verschiedener experimenteller Ansätze ermittelt werden:

1. Adulte Weibchen werden unter in-situ Bedingungen an Bord 24 h inkubiert und die Eiproduktion gemessen.
2. Aus in weiteren Experimenten produzierten Eiern soll die nächste Generation gezüchtet werden, Stadienverweildauer und Trockengewichte bei 0°C Kultivierungstemperatur bestimmt werden.
3. Verdauungsenzymuntersuchungen geben Aufschluß darüber, ob sich die gefangenen Copepoditen noch bzw. schon wieder im Überwinterungsstadium befinden, spätere Gonadenuntersuchungen können weitere Hinweise auf den Reifezustand der Tiere geben.

4. Zusätzlich soll versucht werden, durch Variation der Phytoplanktondichte in den Kulturmedien der Copepoden die für Wachstum und Reproduktion optimalen Nahrungsbedingungen herauszufinden.
5. Die Multinetzfänge werden hinsichtlich Anteil und Stadienverteilung von Metridia longa und den Calanus-Arten ausgewertet.

2. Fahrtabschnitt (Bremerhaven - Longyearbyen)

2.1. Ozeanographie (IfMH, AWI, UOW, RNL)

Die Rolle der Ozeane der höheren Breiten im Klimasystem ist durch die Tatsache geprägt, daß durch tiefenreichende Konvektion die Wassermassen der Kaltwassersphäre bezüglich ihres Wärme-, Stoff- und Gashaushaltes mit der Atmosphäre in effektive Wechselwirkungen treten können. Im Ozean drücken sich diese Wechselwirkungen in Wassermassentransformationen aus. Untersuchungen dazu werden sinnvoll in zwei Komplexe unterteilt: Zum einen geht es um den Vorgang der eigentlichen Bildung durch klein- und mesoskalige Wechselwirkungen, zum anderen geht es um die großskalige Ausbreitung der an der Transformation beteiligten Wassermassen.

Im Rahmen des zweiten Fahrtabschnittes steht die Ausbreitung von Wassermassen des Arktischen Ozeans und des Europäischen Nordmeeres im Vordergrund. Eine für diese Untersuchungen besonders geeignete Region ist die Fram Straße zwischen Grönland und Spitzbergen, die bei einer Breite von 500 km und einer Tiefe von 3000 m die einzige Verbindung zwischen dem Arktischen Ozean und dem Nordmeer/Weltmeer darstellt. Durch diese Enge werden 75 % des Wassertransportes und 90 % des Wärmetransportes in die Arktis bewerkstelligt. Wesentlich dabei ist das enge Nebeneinander von eisbedecktem Polarwasser und atlantischem Wasser an der Oberfläche, sowie von Tiefenwasser aus dem Arktischen Ozean und der Grönlandsee unterhalb von 1000 m Tiefe. Das Nebeneinander führt zu Vermischungsvorgängen, die als "Rezirkulation" die Ausbreitung der Wassermassen durch die Fram Straße wesentlich beeinflussen. Es ist das Ziel der physikalischen Ozeanographie, mit Dauerregistrierungen von Strömung, Temperatur und Wasserstand in Kombination mit engabständigen Schichtungsmessungen in der Fram Straße die Wassermassentransporte zu bestimmen und die längerfristigen Schwankungen des Strömungssystems zu untersuchen. Diese Arbeiten sind Bestandteil eines internationalen Programmes, das seit 1983 läuft. In Kooperation mit der University of Washington, der University of Bergen, University of Miami, dem Deutschen Hydrographischen Institut und der Universität Heidelberg wird ein umfangreiches Netz verankerter Gerätesysteme unterhalten sowie die Verteilung von Temperatur, Salzgehalt und radioaktiven Tracern auf Schnitten zwischen 78 und 80°N über die Fram Straße wiederholt gemessen (Abb. 2). Somit stehen das Auswechseln von Verankerungen und Schichtungsmessungen mit CTD-Sonde und Kranz-wasserschöpfer im Mittelpunkt des Programmes. Die Anreise der "Polarstern" wird genutzt, den fischerei-hydrographischen Standard-Schnitt zwischen dem Nordkap und Spitzbergen zu wiederholen, um auch die langfristigen Schwankungen des Transportes atlantischen Wassers auf die arktischen Schelfe zu verfolgen (Abb.1).

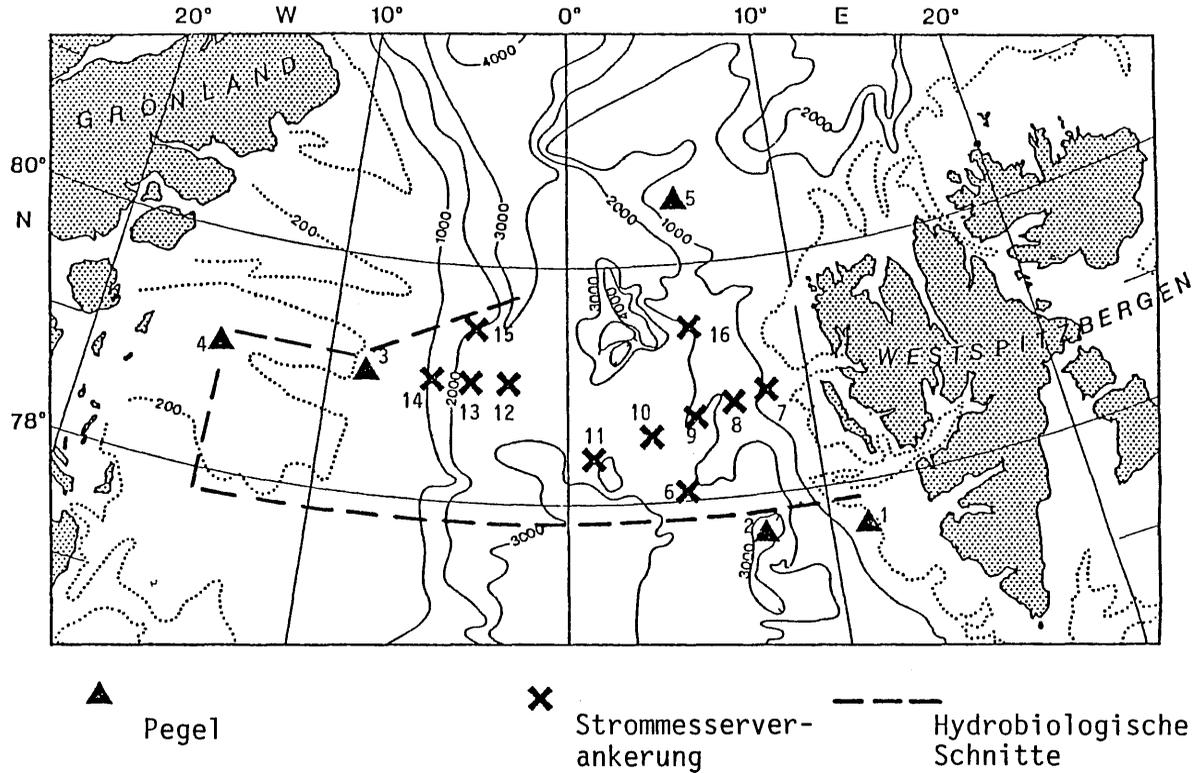


Abb. 2: Arbeitsplan der ARK III/2 Expedition

2.2. Meereis-Untersuchungen (NPI)

Der Eisexport des Arktischen Ozeans und seine Fluktuationen sind Ziel eines ebenfalls längerfristigen Monitoring-Programmes, das in norwegisch-kanadisch-amerikanischer Zusammenarbeit seit 1981 betrieben wird. Für den Sommer 1985 ist die Auslegung eines "Inverted Echosounders" zur Langzeitregistrierung der Eisdicken-Schwankungen geplant. Weiterhin wird mit Hilfe von direkten Eisdicken-Messungen durch Bohrungen und indirekten Messungen mit Hilfe eines transportablen Echolotes ein zonales Profil der Eisdecke in der Fram Straße aufgenommen.

2.3. Biologie

2.3.1. Zooplankton auf einem Schnitt Nordkap-Spitzbergen (FSF)

Das Programm besteht aus 3 Punkten:

- 1) Verbreitung und Verteilung des arktischen Zooplanktons: Auf einem Schnitt zwischen dem Nordkap und Südspitzbergen sollen im Zusammenhang mit ozeanographischen Messungen verschiedene Zooplanktongruppen (Amphipoden, Euphausiaceen, Pteropoden, Ostracoden, dominate Copepodenarten) untersucht werden, um ihre horizontale und vertikale Verteilung in den verschiedenen Wasserkörpern in diesem Gebiet zu analysieren.
- 2) Vertikalverteilung der Geschlechter und ihre ökologischen Probleme: Durch den Einsatz zweier Netzsysteme soll dem Problem nachgegangen werden, ob es innerhalb der Gattung Themisto (Amphipoda: Hyperiidea) eine unterschiedliche Vertikalverteilung beider Geschlechter gibt. Während einer früheren Expedition (1983) wurden erstaunlicherweise nur Weibchen gefangen, die Männchen fehlten völlig in den Proben. Wenn man davon ausgeht, daß beide Geschlechter zu einem bestimmten Zeitpunkt, der sehr kurz sein kann, zusammen kommen müssen, Weibchen und Männchen jedoch nicht gemeinsam gefangen werden, muß vermutet werden, daß sie meist in verschiedenen Schichten leben. Für diese Untersuchungen sollen zusätzlich die oberen 30 cm der Wassersäule abgefischt werden.
- 3) Taxonomie der nordatlantischen Hyperiidien (Amphipoda): Drei Arten der Gattung Themisto spielen im nördlichen und polaren Atlantik eine wichtige Rolle in der Zusammensetzung des Zooplanktons. Jedoch ist die Taxonomie einer Art, Themisto abyssorum, aufgrund varrierender morphologischer Merkmale nicht eindeutig geklärt. Zwischen dem Nordkap und Spitzbergen soll diese Art gesammelt werden, um mit Hilfe elektrophoretischer und morphologischer Untersuchungsmethoden diese Frage zu klären. Die Tiere werden an Bord nach taxonomisch- morphologischen Kriterien sortiert und für spätere biochemische Arbeiten im Labor tiefgefroren.

2.3.2. Phytoplankton und Zooplankton-Wachstum (AWI / IPÖ)

Die Untersuchungen zum Wachstum des Zooplanktons in der Fram Straße wurden auf dem ersten Fahrtabschnitt begonnen und werden hier weitergeführt (s. 1.6.1. und 1.6.2.).

2.3.3. Makro-Zoobenthos (AWI / IPÖ)

Die makrozoobenthische Besiedlung der Fram Straße, vor allem auf und vor dem grönländischen Schelf, ist bislang nur ungenügend untersucht. Auf diesem Fahrtabschnitt der "Polarstern"-Expedition ARK III soll deshalb mit einem Agassiz-Trawl (3 x 1 m Netzöffnung) eine qualitative Bestandsaufnahme durchgeführt werden. Auf ca. 20 Stationen werden unterschiedliche Tiefenstufen zwischen 100 und 3000 m untersucht, wobei der Schwerpunkt auf den arktischen Gebieten bis 1000 m Wassertiefe in der westlichen Fram Straße liegen soll. Die Fänge werden an Bord nach groben Taxa vorsortiert, um erste Aufschlüsse über die Struktur der verschiedenen Lebensgemeinschaften zu erhalten.

Die Ergebnisse der Agassiz-Trawlholts sollen durch quantitative Proben mit einem Großkastengreifer auf dem anschließenden Fahrtabschnitt ARK III/3 ergänzt werden.

Längerfristig soll das Spektrum der funktionalen Lebensformtypen und deren relative Bedeutung in den verschiedenen Gemeinschaften ermittelt werden. Die Abhängigkeit struktureller Merkmale wie dominierender Lebensformtypen, Diversität, Größenzusammensetzung der Organismen etc. von den Umweltbedingungen (Tiefe, Hydrographie, Sediment, Eisbedeckung) wird untersucht. Die Ergebnisse sollen zu einem Vergleich arktischer und antarktischer mariner Ökosysteme beitragen.

2.4. Aktuopaläontologie und Sedimentfallen-Experimente (GIK)

Die Verteilung und Menge planktischer Foraminiferen und die Kohlenstoff-Isotopen-Zusammensetzung organischer Substanz ist für polare Gebiete weitgehend unbekannt. Es sind Planktonfänge mit dem Multinetz geplant, um Material zur Erweiterung unserer Kenntnisse über die regionale Verbreitung und Isotopenzusammensetzung planktischer Foraminiferen und organischer Substanz zu gewinnen. Die Filtration großvolumiger Wassermengen aus unterschiedlichen Tiefenstufen soll es erlauben, die Gehalte an suspendiertem Material in der Wassersäule abzuschätzen.

Zur Bestimmung der saisonalen Partikelsedimentation ist die Installation von Sedimentfallen in der Wassersäule vorgesehen. Mit Verankerungen an der Ostseite der Fram Straße soll der ausgeprägte saisonale Partikelfluß im Bereich des "warmen" West-Spitzbergen-Stroms bestimmt werden. Die Fallen an der Westseite der Fram Straße im Grönland Strom sollen zum ersten Male die Partikelsedimentationen unter weitgehend ständiger

Eisbedeckung erfassen. Die neu entwickelten Fallen erlauben es, den Partikelfluß nach vorgegebenen Zeitabschnitten zu unterteilen, um seine zeitliche Variabilität festzuhalten.

2.5. Bathymetrische Vermessungen

2.5.1. Sedimentecholot (GIK, FWG)

Im Bereich der Fram Straße soll möglichst kontinuierlich das 3.5 kHz-System eingesetzt werden, um die Schichtungsverhältnisse in den oberen Zehnerfrequenzen zu erfassen und geeignete Positionen für Sedimentkernentnahmen während des folgenden Fahrtabschnittes zu finden.

2.5.2. SEABEAM (AWI)

Während des gesamten Fahrtabschnittes sollen kontinuierlich SEA-BEAM-Messungen durchgeführt werden. Die Daten werden auf Magnetbändern gespeichert und nachträglich im AWI ausgewertet. Die SEA-BEAM-Registrierungen müssen jedoch bei Stationsarbeiten des Schiffes aus programmtechnischen Gründen unterbrochen werden.

Die Ergebnisse der einzelnen Profile im Bereich der Fram Straße werden später bei der Endauswertung und bei der Erstellung der bathymetrischen Karte mit berücksichtigt.

Der Einsatz des Global Positioning Systems (GPS) auf FS "Polarstern" hat sich für die Durchführung und Auswertung der SEABEAM-Messungen bereits während der Expedition ARK II/4, August 1984 als äußerst hilfreich erwiesen.

In dem Fahrtabschnitt ARK-III/2 wird zum ersten Mal eine GPS-Anlage des Typs MAGNAVOX-T-Set eingesetzt. Die Messungsdaten werden on-line dem Bordrechner übergeben.

Die hierzu benötigten Verarbeitungsprogramme werden nach entsprechender Vorbereitung im AWI auf dem Bordrechner implementiert und ausgetestet. Die post-processing Programme für die SEA-BEAM-Daten-Auswertung müssen zur Verarbeitung mit GPS-Daten geändert werden.

Es ist weiterhin vorgesehen, in-situ Tests mit dem GPS-Empfänger und Vergleiche mit den INDAS-Positionen durchzuführen. Diese Untersuchungen erfolgen in enger Kooperation mit der Universität Hannover, wo bereits umfassende Erfahrungen mit der Nutzung von GPS-Empfängern vorliegen. Weitere Datenanalyse- und Navigationsprogramme sollen entwickelt werden, um eine optimale Nutzung der GPS-Positionierung zu gewährleisten.

2.6. Verarbeitung geophysikalischer Daten (IGH)

Um eine schnelle Übersicht über seismische Daten (Qualität, seismische Reichweite), die mit Ozeanbodenseismographen (OBS) gewonnen wurden, während eines laufenden Meßprogrammes zu erhalten, wird eine sofortige Bearbeitung an Bord angestrebt.

Die Datenübersicht wird mit Hilfe von Seismogrammontagen gewonnen, die über eine Digitalisierungseinheit, den Bordrechner und einen Plotter erstellt werden können. Dazu sind folgende Arbeitsgänge notwendig:

1. Wandeln refraktionsseismischer Daten am Bordrechner VAX 11/750
2. Demultiplexen der digitalisierten Daten und Abspeichern auf Magnetband
3. Anpassen eines Plot-Programmes zur allgemeinen Darstellung der Zeitserien
4. Anpassung spezieller Positionierungsprogramme der Refraktionsseismik (Nutzung direkter und multipler Wasserschallsignale in den OBS-Registrierungen, Beschränkung auf wirklich benötigte Positionsdaten).

Die vorgesehenen Arbeiten dienen:

- a) zur Nachbereitung der während der Arktis II/5-Expedition 1984 gemessenen Daten (u.a. Test der vorgesehenen Operationen 1-4 und
- b) zur Vorbereitung geplanter Messungen mit FS "Polarstern".

3. Fahrtabschnitt (Longyearbyen - Bremerhaven)

3.1. Marine Geologie

3.1.1. Sedimentologie (GIK, FWG, GIB, GIS, GPIB, ITG, AWI)

Im Sommer 1984 wurden mit "Polarstern" Untersuchungen zur Ablagerungsgeschichte der Stromsysteme in der Fram Straße und zu den heute wirkenden Ablagerungsprozessen begonnen. Die Fram Straße verbindet die Tiefsee-Ebenen des Nordpolarmeeres und des europäischen Nordmeeres und ermöglicht seit dem Oligozän einen relativ freien Wasseraustausch zwischen diesen beiden Ozeanen der nördlichen Hemisphäre. Struktur und geologischer Aufbau, Bathymetrie, Ablagerungsprozesse in diesem für meridionale Austauschprozesse bedeutenden Tiefseekanal sind noch in vieler Hinsicht unerforscht.

Bestimmend für diese Gebiete sind der "Import" warmer Oberflächenwassermassen in arktisch-subarktischen Meeresräumen und der "Export" kalter Oberflächen- und Bodenwassermassen in die temperierten Zonen des Weltmeeres. Dieser ozeanische Massenaustausch trägt erheblich zur Aufrechterhaltung der klimatischen Zonierung auf der nördlichen Hemisphäre bei. Er hat weitreichende Konsequenzen für biologische, chemische, physikalische und geologische Prozesse in den Teilbecken des europäischen Nordmeeres.

Die 1984 begonnenen Untersuchungen sollen auf dieser Expedition fortgesetzt werden. Von großem Nutzen wird eine genaue bathymetrische Aufnahme des in einigen Teilbecken abnormal tiefen ozeanischen Untergrundes sein. Denn das magnetische Streifenmuster der ozeanischen Kruste dieses Gebietes konnte bisher nicht aufgelöst werden, um die Konfiguration der Plattengrenze festzulegen.

Die Geschichte des Wasseraustausches zwischen dem Nordpolarmeer und dem europäischen Nordmeer und der Eisdecke in der westlichen Fram Straße hoffen wir, aus der Sedimentzusammensetzung ablesen zu können. Aus Veränderungen der Sedimentzusammensetzung soll die Paläo-Ozeanographie dieses Seegebietes für das Quartär beschrieben werden. Dazu sollen Probenserien auf zwei Profilen über die Fram Straße gewonnen werden. Detailliert soll zudem das Molloy-Tief beprobt werden. Ungestörte Oberflächenproben lassen sich mit dem Großkastengreifer gewinnen, während mit Schwere- oder Kolbenlot bis zu 10 - 15 m lange Sedimentsäulen hochgeholt werden können.

3.1.2. Aktuopaläontologie und Sedimentfallen-Experimente (GIK, WHOI)

Mit Hilfe von Multinetzfängen soll die Verteilung planktischer Foraminiferen in unterschiedlichen Tiefenstufen bestimmt werden (s.a. 2.4.). Die Filtration großvolumiger Wasserproben soll dazu dienen, die Konzentration partikulärer Substanz in der Wassersäule festzustellen.

Im Jahre 1984 sind Verankerungssysteme mit Sedimentfallen, Strömungsmessern und Trübungsmessern im Gebiet südlich der Bären Insel und in der Fram Straße ausgelegt worden, um die saisonale Partikelsedimentation zu erfassen. Während die Strömungsmesser und der Trübungsmesser etwa in 1-stündigen Intervallen messen, können mit den Sedimentfallen die herabsinkenden Partikel in etwa monatlichen Abständen aufgefangen werden. Die Verankerung in der Fram Straße soll wieder ausgelegt werden, während die andere Verankerung für eine erneute Auslegung im Lofoten Becken vorgesehen ist.

3.2. Marine Geophysik

3.2.1. Magnetik (AWI, GUB)

Das AWI verfügt über ein neues Gradiometer-System (Geometrics G-811G) zur Vermessung der Anomalien des Erdmagnetfeldes. Dieses System wird erstmalig während dieses Fahrtabschnittes eingesetzt. Deshalb wird dem eigentlichen Arbeitsprogramm ein Testprogramm vorgeschaltet. Während dieses Testprogramms wird das System verhalten in Abhängigkeit von Fahrtgeschwindigkeit, Schleplänge und Gradienten des Feldes untersucht, ebenso mögliche Einflüsse des Schiffskörpers. Das daran anschließende Meßprogramm hat zum Ziel, die Feinstruktur der Anomalien im Bereich der Rückenachse und über dem Molloy-Tief zu untersuchen. Eine wichtige Ergänzung dazu stellen die SEABEAM-Vermessungen dar.

3.2.2. Wärmestromdichte-Messungen (AWI)

Begleitend zur geologischen Beprobung der Fram Straße sind Wärmestromdichte und in-situ Wärmeleitfähigkeitsmessungen vorgesehen. Hierfür wird eine neue Sonde (Woods-Hole, DHF-6) eingesetzt, die zunächst erprobt werden und anschließend routinemäßig zum Einsatz kommen soll.

3.3. Bathymetrische Vermessungen

3.3.1. Sedimentecholot (GIK, FWG)

Wie während des vorherigen Fahrtabschnittes soll das 3.5 kHz-System möglichst kontinuierlich betrieben werden (s.a. 2.5.1.)

3.3.2. SEABEAM (AWI, NRL)

Im Anschluß an die Vermessung während der Expedition ARK-II/4 soll einen weiteren Bereich der Fram Straße flächenhaft mit der SEABEAM-Anlage vermessen werden. Bei den in dem vorgesehenen Meßgebiet zu erwartenden Wassertiefen von ca. 3000 m ist ein Profilstand von einer Seemeile sinnvoll.

Die Positionsbestimmungen der "Polarstern" erfolgt teilweise mit der integrierten Navigationsanlage INDAS-V und mit dem neuen Satellitennavigationssystem NAVSTAR/GPS, wobei letzteres nur etwa für 10...12 Stunden täglich zur Verfügung steht.

Je nach Eislage wird das Meßgebiet möglichst nördlich an das im Vorjahr aufgenommene Gebiet direkt anschließen, um bei der Kartenherstellung in den nächsten 2 Jahren ein in sich abgeschlossenes Gebiet bearbeiten zu können.

Es ist vorgesehen, bereits an Bord ein weitgehendes post-processing der SEABEAM-Daten durchzuführen, so daß relativ schnell nach Beendigung der Messungen eine zuverlässige bathymetrische Arbeitskarte zur Verfügung steht.

3.4. Biologie

3.4.1. Phytoplankton und Zooplankton-Wachstum (AWI / IPÖ, UG)

Die in dem ersten und zweiten Fahrtabschnitt begonnenen Arbeiten werden weitergeführt (s. 1.6.1., 1.6.2. und 2.3.2.)

3.4.2. Makrozoobenthos (AWI / IPÖ)

Die qualitativen Agassiz-Trawlfänge in der Fram Straße während des vorangegangenen Fahrtabschnittes ARK-III/2 (s.a. 2.3.3.) sollen durch quantitative Proben mit dem Großkastengreifer ergänzt werden. Sie werden in verschiedenen Tiefen zwischen 200 und 3000 m genommen.

Die Proben werden für die biologischen Untersuchungen durch Siebe mit 0.5 und 1 mm Maschenweite geschlämmt. Die makrobenthischen Organismen in den Siebrückständen werden in 4 %-igem gepuffertem Formalin oder, in bestimmten Fällen, durch Tieffrostung konserviert.

Durch den Großkastengreifer wird die sessile Epi- und Endofauna repräsentativ erfaßt. Dies ermöglicht die Berechnung absoluter Abundanz und Biomassen, d.h. es können Aussagen über Menge und Struktur des Makrozoobenthos im Vergleich zu anderen Gebieten gemacht werden.

3.4.3. Bakterien und mikrobielle Dekomposition in arktischen Sedimenten und im Meereis (IfMB)

Die Biomasse, Artenzusammensetzung und die ökologischen Ansprüche der Bakterienpopulation von Sedimenten sollen insbesondere im Bereich des Ostgrönlandstroms untersucht werden. Es ist geplant, Sedimentproben aus unterschiedlichen Tiefen mit Kastengreifern zu gewinnen und davon vorrangig die Oberflächenschicht zu untersuchen. Mit dem gleichen Material sollen auch Bestimmungen zur heterotrophen Aktivität der Bakterienpopulationen durchgeführt werden. Dekompositionsraten an partikulären Substraten werden in Abhängigkeit von der Temperatur bestimmt und darüber hinaus der Anteil des Stoffumsatzes, der auf die Aktivität freier extrazellulärer Enzyme zurückzuführen ist, ermittelt.

Entsprechend den Arbeiten mit Sediment sollen auch Untersuchungen zur Bakterienpopulation und Dekomposition im Meereis durchgeführt werden. Dafür sind Eisprobennahmen vorgesehen.

Ziel der Untersuchungen ist, die mikrobiologischen Daten aus dem arktischen Habitat mit jenen, die früher in der Antarktischen See (Bransfield Straße und nördliche Weddell See) gewonnen wurden, zu vergleichen.

III Beteiligte Institute (Participating Institutions)

	Institutsadresse institute's address	ARK III Fahrabschnitt/ leg
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung Columbus-Center D - 2850 Bremerhaven	1, 2, 3
CRREL	US Army Cold Regions Research and Engeneering Laboratory 72 Lyme Road Hanover, NH 03755, USA	1
FSF	Forschungsinstitut Senckenberg Senckenberganlage 25 D - 6000 Frankfurt 1	2
FWG	Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik Klausdorfer Weg 2 - 24 D - 2300 Kiel 14	3
GIB	Geologisk Institutt, avd. B Allegate 4 Universitetet Bergen N - 5000 Bergen, Norwegen	3
GIK	Geologisch Paläontologisches Institut Olshausenstraße 40 D - 2300 Kiel	2, 3
GIS	Geologiska Institutionen Stockholms Universitet S - 10691 Stockholm, Schweden	3
GL	Germanischer Lloyd Vorsetzen 32 D - 2000 Hamburg	1
GPIB	Geophysical Institute University of Bergen N - 5014 Bergen, Norwegen	2
GUB	Geowissenschaften, Fachbereich 5 Universität Bremen Bibliotheksstraße D - 2800 Bremen	3

Institutsadresse

ARK III
Fahrtabschnitt

HR	Hessischer Rundfunk FS Politik und Gesellschaft Bertramstraße 8 D - 6000 Frankfurt/Main 1	1
HSVA	Hamburgische Schiffbau-Versuchs- anstalt GmbH Bramfelder Straße 164 D - 2000 Hamburg 60	1
HSW	Helicopter Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 D-2000 Hamburg 65	1
IfMB	Institut für Meeresforschung Am Handelshafen 12 D - 2850 Bremerhaven	3
IfMH	Institut für Meeresforschung Universität Hamburg Heimhuder Str. 71 D - 2000 Hamburg 13	2
IGH	Institut für Geophysik Universität Hamburg Bundesstraße 55 D - 2000 Hamburg 13	2
IMH	Institut für Meteorologie und Klimatologie Universität Hannover Herrenhäuser Straße 2 D - 3000 Hannover 21	1
IPÖ	Institut für Polarökologie Christian-Albrechts-Universität Olshausenstraße 40 - 60 D - 2300 Kiel	1, 2, 3
ISVA	Institut of Hydrodynamics and Hydraulic Engeneering Techn. University of Denmark DK - 2800 Lyngby, Dänemark	1
ITG	Institut for teknisk geologi Danmarks Tekniske Högskole DK - 2800 Lyngby, Dänemark	3

	Institutsadresse	ARK III Fahrtabschnitt
NHL	Norsk Hydroteknisk Laboratorium Klaebuveen 153 N - 7034 Trondheim, Norwegen	1
NPI	Norsk Polar Institutt Rolfstangveien 12 N - 1330 Oslo-Lufthavn, Norwegen	2
NRL	Naval Research Laboratory Code 8106 Washington, DC 20 375, USA	3
OLD	Universität Oldenburg Fachbereich 7 (Biologie) Ammerländer Heerstr. 67 - 99 D - 2900 Oldenburg	2
USCA	US Coast Guard 2100 2th Street S.W. Washington DC 20593, USA	1
RWTH	Rheinische Westfälische Technische Hochschule Worringer Weg D - 5100 Aachen	1
SWA	Deutscher Wetterdienst Seewetteramt Bernhard-Nocht-Straße 76 D - 2000 Hamburg 4	1, 2, 3
TUHH	Technische Universität Hamburg-Harburg Eißenendorfer Str. 38 D - 2000 Hamburg 90	1
UG	Universität Groningen Marine Biologie Kerklaan 30 NL - 9750 AA Haren (Gr), Niederlande	1, 2, 3
UOW	University of Washington Seattle, Washington 98 195, USA	2
RNL	Risø National Laboratory Postbox 49 DK - 4000 Roskilde, Dänemark	2
WHOI	Woods Hole Oceanographic Institution Woods Hole Massachussettes 02543, USA	3

IV Fahrtteilnehmer / Participants

I. Fahrtabschnitt / Leg 1

Name name	Vorname first name	Institut institute	
Andrews	Klaus	HSVA	Schiffstechnik
Arslan	Sadik	HSVA	Schiffstechnik
Aune	Dag	NHL	Meereis
Baumann	Marcus	RWTH	Biologie
Belitz	Hans-Jürgen	IMH	Meteorologie
Birke	Norbert	HSVA	Schiffstechnik
Blatt	Joachim	RWTH	Meereis
Buma	Anita	UG	Biologie
Carstens	Torkild	NHL	Meereis
Dentler	Frank-Ulrich	SWA	Meteorologie
Diel	Sabine	AWI/IPÖ	Biologie
Dien	Richard	GL	Schiffstechnik
Evers	Karl-Ulrich	HSVA	Schiffstechnik
Fitter	Jörg	TUHH	Meereis
Flenner	Gunnar	AWI	Ozeanographie
Frankenstein	Guenther	CRREL	Meereis
Gerchow	Peter	HSVA	Schiffstechnik
Goede	Simon	HSVA	Schiffstechnik
Goeth	Ruediger	GL	Schiffstechnik
Gow	Anthony	CRREL	Meereis
Grabe	Günter	TUHH	Meereis
Hartig	Rüdiger	IMH	Meteorologie
Hellmann	Harald	AWI	Meereis
Hellmann	Jens-Holger	HSVA	Schiffstechnik
Herrmann	Jürgen	HR	Film
Hieronymi	Eberhard	GL	Schiffstechnik
Hoffmann	Lutz	HSVA	Schiffstechnik
Jorgensen	Tore S.	NHL	Meereis
Koch	Reinhard	HR	Film
Lohmeyer	Elke	AWI	SEABEAM
Marks	Roman	AWI	Meteorologie
Martinsen	Carl	CRREL	Meereis
Mecklenburg	Jörn	HSVA	Schiffstechnik
Mitzlaff	Alexander	RWTH	Schiffstechnik
Müller	Lutz	GL	Schiffstechnik
Niederhausen	Klaus	HSVA	Schiffstechnik
Ohlendorf	Hans	SWA	Meteorologie
Plump	Ralf	HSVA	Schiffstechnik
Rick	Hans-Josef	RWTH	Biologie
Schwarz	Joachim (Fahrtrl.)	HSVA	Schiffstechnik
Siebers	Thomas	HSVA	Schiffstechnik
Skolik	Dieter	HR	Film
Sohdi	Dev	CRREL	Meereis
Stuckenberg	Hans-Ulrich	IMH	Meteorologie

Name name	Vorname first name	Institut institute	
Tillmann	Urban	RWTH	Biologie
Titgen	Bernd	GL	Schiffstechnik
Tryde	Per	ISVA	Meereis
Tüg	Helmut	AWI	Meteorologie
Venzke	N.C.	USCG	
Wamser	Christian	AWI	Meteorologie
Weiss	Friedrich	HSVA	Schiffstechnik
Wubbold	Joseph	USCG	
Ziebell	Norbert	TUHH	Schiffstechnik
N.N.			Eisbärenwächter
N.N.			Eisbärenwächter
N.N.			Eisbärenwächter
Mahler	Günter	HSW	Hubschrauber
Weise	Günter	HSW	Hubschrauber
Lundström	Volker	HSW	Hubschrauber

2. Fahrtabschnitt / Leg 2

Name name	Vorname first name	Institut institute	
Aargaard	Knut	UOW	Ozeanographie
Berner	Heinrich	GIK	Geologie
Buma	Anita	UG	Biologie
Carstens	Jörn	GIK	Geologie
Darnall	Clark	UOW	Ozeanographie
Diel	Sabine	AWI/IPÖ	Biologie
Doberitz	Rolf	SWA	Meteorologie
Fischer	Gerhard	GIK	Geologie
Gammelsrod	Tor	GPIB	Ozeanographie
Haass	Renate	FSF	Biologie
Hebbeln	Dierck	GIK	Geologie
Heidland	Klemens	AWI	SEABEAM
Hillermann	Elke	IGH	Geophysik
Jahnke	Carola	FWG	Geologie
Jessel	Ingo	IFMH	Ozeanographie
Jürs	Rolf	IFMH	Ozeanographie
Karcher	Michael	IFMH	Ozeanographie
Legutke	Stefanie	IFMH	Ozeanographie
Meincke	Jens (Fahrtleiter)	IFMH	Ozeanographie
Nergaard	Niels	NPI	Meereis
Niemann	Volkmar	IGH	Geophysik
Ohlendorf	Hans	SWA	Meteorologie
Pedersen	Sören B.	RNL	Ozeanographie
Piepenburg	Dieter	AWI/IPÖ	Biologie

Name name	Vorname first name	Institut institute	
Prien	Karl-Heinz	IfMK	Ozeanographie
Schott	Rüdiger	AWI	Ozeanographie
Torresen	Tor	GPIB	Ozeanographie
Vinje	Torgny	NPI	Meereis
Wägele	Heike	ODD	Biologie
Wanninger	H.	AWI	SEABEAM
N.N.		AWI	SEABEAM

3. Fahrtabschnitt / Leg 3

Name name	Vorname first name	Institut institute	
Berner	Heiner	GIK	Geologie
Birgisdottir	Lovisa	GIK	Geologie
Bohrmann	Gerhard	GIK	Geologie
Buma	Anita	UG	Biologie
Cherkis	Normann	NRL	SEABEAM
Diel	Sabine	AWI/IPÖ	Biologie
Doberitz	Rolf	SWA	Meteorologie
Gard	Gunilla	GIS	Biologie
Geldmacher	Ingo-Michael	GUB	Geophysik
Heidland	Klemens	AWI	SEABEAM
Helmke	Elisabeth	IfMB	Biologie
Hinzen	Klaus-Günter	BGR	Geophysik
Honjo	Sus	WHOI	Sedimentfallen
Jahnke	Carola	FWG	Geologie
Kachholz	Klaus-Dieter	GIK	Geologie
Kuhn	Gerhard	AWI	Geologie
Larsen	Birger	ITG	Geologie
Miller	Henry (Fahrtleiter)	AWI	Geophysik
Mühlhan	Norbert	GIK	Geologie
Oberkis	Norman	NRL	SEABEAM
Ohlendorf	Hans	SWA	Meteorologie
Ostermann	Dorinda	WHOI	Sedimentfallen
Piepenburg	Dieter	AWI/IPÖ	Biologie
Ruhland	Götz	GIK	Geologie
Rump	Birgit	GIK	Geologie
Runze	Ortrud	GIK	Geologie
Samtleben	Christian	GIK	Geologie
Schaeffer	Reinhard	GIK	Geologie
Schott	Rüdiger	AWI	Ozeanographie
Spieß	Volkard	GUB	Geophysik
Stabell	Björg	GIK	Geologie
Struck	Ulrich	GIK	Geologie

Name name	Vorname first name	Institut institute	
Wanninger	H.	AWI	SEABEAM
Weber	Wolfgang	GIK	Geologie
Wefer	Gerold	GIK	Geologie
Werner	Friedrich	GIK	Geologie
Weyland	Horst	IfMB	Biologie
N.N.		AWI	Geologie
N.N.		AWI	SEABEAM

V Schiffspersonal / Ship's Crew ARK III/1

Kapitän	Zapff, D.
1.Naut. Offizier	Götting, H.
Naut. Offizier	Greve, P.
Naut. Offizier	Etzel
Naut. Offizier	Oelskers, E.A.
Funkoffizier	Oetting, H.
Funkoffizier	Geiger, H.
Schiffsarzt	Dr. Becker, W.
Ltd. Ingenieur	Walter, J.
Techn. Offizier	Bautze, A.P.
Techn. Offizier	Simon, D.
Techn. Offizier	Erreth, G.
zus.Techn.Offizier	Briedenhahn, C.
Elektroniker	Elvers, H.
Elektroniker	Bracht, U.
Elektroniker	Rehberg, B.
Elektriker	Nitsche, P.
Elektriker	Hoops, K.J.
Bootsmann	Woltin, K.
Zimmermann	Marowsky, K.
Maschinen-Vormann	Schierl, F.
Matrose	Suarez Paisal, A.
Matrose	Sobral-Sobral, M.
Matrose	Meis Torres, A.
Matrose	Soage Curra, J.
Matrose	Novo Loveira, J.
Matrose	Gandera-Rozas, M.
Masch.-Wart	Wittfoth, W.
Masch.-Wart	Ulbricht, W.
Masch.-Wart	Eley, F.
Masch.-Wart	Spuler, B.
Masch.-Wart	Dufner, G.
Koch	Werner, K.
Kochsm./Bäcker	Weber, H.
Kochsm./Koch	Windschüttl, K.H.
Steward	Paulsen, K.
Stewardess	Friedrich, S.
Stewardess	Harmsen, A.
Stewardess	Hoppe, M.
Stewardess	Meyer zu Uptrup, M.
Aufwäscher	Fang Shing-Yi
Aufwäscher	Shau Tung Fu
Wäscher	Line Pin