

10. 05. 84



**EXPEDITION PROGRAMME No. 4**

# **RV POLARSTERN**

**Cruise 5**

# **ARKTIS II**

**1984**

**Z 432**

**4  
1984**



---

**ALFRED-WEGENER-INSTITUTE FOR POLAR RESEARCH**

Columbus-Center · D-2850 Bremerhaven · Federal Republic of Germany

April 1984

Expedition programme No. 4

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

Cruise 5

A R K T I S I I

1984

Ship's tests in sea ice  
Marginal Ice Zone Experiment (MIZEX)  
Fram Strait Transect  
Sedimentation in Boreal Seas  
Crustal structure of the Jan Mayen Ridge

Coordinator

Prof. Dr. Ernst Augstein  
Alfred-Wegener-Institute for  
Polar Research

Bremerhaven 1984



## I. Introduction

The second cruise of RV "Polarstern" which consists of 5 different legs starts on 10 May 1984 and ends on 20 September 1984.

During the first phase, from 10 May to 10 June, the Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt carries out technical tests in the sea ice of the northern Labrador Sea. The second leg, from 12 June to 19 July, covers "Polarstern's" participation in the "Marginal Ice Zone Experiment" (MIZEX) in the Fram Strait region of the Greenland Sea. The physical, chemical and biological programme of this period will be carried on during the third leg from 20 July to 7 August, in the same area. Both of the latter investigations are directed by the Alfred-Wegener-Institute for Polar Research. They are followed by sedimentological studies of the University of Kiel in the Greenland and Norwegian Seas from 8 to 29 August. The final term of the cruise, from 31 August to 20 September, is devoted to seismic explorations of the Jan-Mayen Ridge under the leadership of the University of Hamburg.

The expedition starts and ends at "Polarstern's" home port Bremerhaven. Inbetween the various legs the ship has port calls in Tromsø, Longyearbyen (Svalbard), Tromsø and Aalesund for exchange of personnel and technical gear. During the first three periods at sea research work on ice floes, remote sensing studies and route reconnaissance will be supported by two helicopters.

Public film teams of the "Norddeutscher Rundfunk" and the "British Broad-Casting Corporation" will document the technical tests of the first and the oceanographic and biological measurements of the third phases, respectively.

The following topics of research will be addressed during this "Polarstern" expedition:

First, German, Canadian and US American scientists concentrate on ship's test in order to compare these results with model basin and computational values. In particular the strain on the ship's hull, the performance of the propulsion system and the skin friction will be measured during various sea ice conditions.

Second, oceanographic, sea ice, meteorological and biological phenomena in the marginal ice zone will be investigated. This MIZEX programme is supported by six additional ship's, eight aeroplanes and four helicopters. Scientists and technicians from Germany, the United Kingdom, France, Norway, Sweden, Canada and the United States of America will participate in the MIZEX research

work on "Polarstern". The ship also hosts the international field coordination group and cares for the weather forecast in the operational site.

The MIZEX physical and biological oceanographic measurements will be continued during the third leg on a more or less zonal transect from north of Svalbard to 82°N and 15°W and a mainly meridional course from the latter position to 78°N and the Greenwich meridian. Foreign colleagues from Norway, Sweden, the United Kingdom and the United States of America contribute to these projects.

The geological investigations of the fourth period are following up the last year's programme of the "Sedimentation in Boreal Seas". German, Norwegian and US American scientists will study the actual sedimentation rates and the distribution of sediments in the governing current systems of the North Atlantic Ocean.

The last part of the cruise concentrates on seismic detection of the Earth's crust of the Jan Mayen Ridge. For this purpose measurements will be carried out from ship and buoys as well as from two stations on Jan Mayen Island. The joint experiment will be executed by German, Norwegian and French geophysicists.

Short descriptions of the various subprogrammes of all legs are delineated in the subsequent paragraphs of this booklet. Tables of the time schedule, the participating institutions, the ship's crew and additional personnel are printed in the German version of this issue.

The German research work of the Arctic expedition is mainly supported by the "Deutsche Forschungsgemeinschaft" and the "Bundesminister für Forschung und Technologie".

## II Research Programmes

### 1. First leg - Ship's technical investigations

#### 1.1 Icebraking capabilities of the ship

##### 1.1.1 The validity of the model values with respect to the ship's movements through sea ice (HSVA)<sup>1</sup>

Skin friction considerably contributes to the resistance acting on a ship during ice breaking manoeuvres. This influence grows when the ice is covered with layers of snow. In order to decrease such effects air-water-nozzles

---

<sup>1</sup> Acronyms of institutions are explained in the table "Participating Institutions" in the German version of this booklet"

have been installed in the ship's bow under-water-region. Several tests are planned to estimate of the reduction of frictional resistance by air-water ejection for different speed ranges and various ice conditions.

## 1.2 Ice pressure effects

### 1.2.1 Forces acting on the propeller jets (GL)

Propeller jets on an ice breaker have been implemented on RV "Polarstern" for the first time. Consequently, their technical dimensions are more or less based on theoretical considerations. The actual performance of the jets, the dilation and tension in particular will be checked as well as the time variation of ice thrust on the propeller system.

### 1.2.2 Determination of the strain acting upon the ship's body in sea ice (GL)

The construction of the ship's body occurred largely on the basis of empirical knowledge for open water. These functions must be extended to Arctic and Antarctic sea ice conditions. Therefore, the degree of validity of such assumptions shall be investigated under the following points of view:

- Static and dynamic strain on different parts of the ship's body
- Strain on the ribs and stringers in the bow region and at the sides of the ship
- Strain peaks at selected ribs
- Strain conditions at the welded junctions of alongside ribs to the hull.

### 1.2.3 Frictional and shock strain acting on the hull by sea ice (HSVA)

Facilities for measuring the three components of forces acting on the ship's body have been installed in the front part of "Polarstern". Shock values will be derived for plain surfaces of 0.8 m x 1.3 m. The friction coefficient is to be computed from the ratio of normal and tangential forces. These parameters are of great interest since both of them are rather important for ship's construction purposes and they are actually only vaguely known.

### 1.2.4 Ice effects on the propulsion system (GL)

The action of ice floes on the propellers propagates further to the propeller axes, the bearings, the gear-box and even the engines. Therefore all of these effects will be studied under well defined conditions during ice

breaking manoeuvres. The results of the tests will serve for construction of further ice breaking ships and they should provide reasonable threshold values for the operational limits of "Polarstern".

1.3 Comparison of certain model values with the actual performance of the ship in sea ice manoeuvres (HSVA)

Experiments will be executed in order to correlate the results with model predictions of the ship's movements and forces as well as the moments on the rudder. These investigations provide further information on the transfer functions of model values to the normal size ship and they generally help to verify theoretical concepts of ship building.

1.4 Temperature distribution of and temperature dependent strain on the ship's super-structure (GL)

"Polarstern" has been designed for operations under extremely low temperatures. Therefore, special steel which keeps a high viscosity even in low temperature conditions was chosen for all parts above of two metres below the waterline. Since such building material is much more expensive than customary steel it is worthwhile to find out to which extent the application of the first type of steel may be limited in future time.

1.5. Physial properties of sea ice

1.5.1 Mechanical behaviour of sea ice (NRC)

The proper evaluation of the aforementioned ship's tests requires detailed information on the mechanical properties of the sea ice. The latter will be obtained from temperature and salinity profiles and compression strength measurements of ice probes.

1.5.2 Geometry and rate of consolidation of ice ridges (HSVA)

The geometry of ice ridges shall be determined through bore hole drilling experiments as well as through echo-soundings. If the latter method proves its reliability the first one may be ommitted. The rate of consolidation is obtained with the aid of a bore-hole-jack.

1.5.3 Coefficient of frictional forces at the ship's hull due to sea ice (CRREL)

The coefficient of friction will be determined for various coatings of paint on steel plates. These plates will be towed below ice blocks the frictional resistance of which is measured. The coefficient of friction results from the ratio of weight and retaining force of the ice mass.

1.5.4 Cristall structure of the ice (CRREL)

Size and direction of the C-axis of ice cristalls are measured with the aid of polarized light beams applied to thin ice cuts.

1.5.5 Ice thickness (HSVA)

Drilling methods and radar techniques are to be used for the determination of the sea ice thickness.

1.5.6 Dilation and deformation of sea ice (HSVA)

Dilation and deformation of the sea ice during ice breaking tests by the ship are measured with a special dilation frame and with IRAD-GAGE-sondes. Both detection systems must be frozen into the ice cover.

1.5.7 Mechanical properties of artificially strengthened sea ice (TUHH)

Sea ice will be strengtened by mats of spun glass. The mechanical parameters of the altered sea ice are measured by various methods.

1.5.8 Remote sensing of sea ice (DHI, AES)

Satellite borne microwave ice detection is compared with aircraft photography and eye observations from the ship. This programme serves also for actual navigational requirements of the ship.

2. Second leg - MIZEX 1984

2.1 Scientific background of MIZEX

Observations and model results correspondingly support the assumption that oceanic and atmospheric processes in the marginal ice zone significantly control the variations of the sea ice cover in polar regions. Waves and eddies in the ocean with horizontal dimensions less than 30 km seem to be of primary importance. Actually, the generation and maintenance of these phenomena through atmospheric and oceanic forcing is not satisfactorily understood. Present information suggests that observational facts may only be explained sufficiently by taking non-linear interactions between water, air and sea ice into account. Therefore, the MIZEX field programme aims to measure all foreseeable important properties of the water, the atmosphere and the sea ice.

The special physical and chemical environment seems to favour a striking biological activity at the ice edge. The latter becomes distinctly obvious through a considerable phyto- and zooplankton growth in the upper part of water column during the summer season. Attempts to study

these processes will be made through extensive chemical and biological analyses in parallel to the physical measurements. Additionally the physiological reactions of predominant species will be investigated under controlled environmental conditions in laboratory experiments.

The MIZEX field strategy is based on the agreement that all data will be exchanged among the participants as soon as possible after the end of the field campaign.

## 2.2 Oceanography

### 2.2.1 Hydrography (AWI, DHI, LDGO)

The hydrographic survey of all MIZEX ships covers on the large scale the entire Fram Strait region and during certain periods the net work of some ships resolves rather small scale features at the ice edge. In both grid nets "Polarstern" carries out CTD measurements and hydrocasts on the ice-covered side of the area. RV "Valdivia" of the University of Hamburg complements to a large extent the open water observations.

According to the last year's campaign, the thermohaline structure at the ice edge is characterized by horizontal scales of a few kilometers. Therefore, the ship's programme is supplemented by helicopter supported CTD stations from ice floes. One of the two "Polarstern" aircraft is primarily assigned to this task. Besides the spatial changes of water temperature and salinity short period time variations of these quantities are detected as well during two drift phases at the ice edge each of three days duration and a five day station in the inner pack ice area.

The entire data set is meant to test present sea ice models and to stimulate new improved concepts.

### 2.2.2 Acoustic drifter measurements (LOP)

Horizontal water motions will be measured by floating bodies at the sea surface as well as in deeper layers. The position of the underwater drifters is determined with the aid of hydrophones from at least two ships. One of these listening stations is located on RV "Polarstern". This method enables us to quantify the water mass propagation of lower oceanic layers and thus provides hints about the vertical coupling of ice edge phenomena.

### 2.2.3 Chemical oceanography (BIO, UG, UMIA)

Water samples will be taken from various depths in order to detect the chemical reactions during sea ice melting and sea water freezing. The concentration of chemical substances shall be determined throughout the entire water column. The results will be used to e.g. characterize water masses.

On transects perpendicular to the ice edge the subsequent quantities will be analysed: salinity, oxygen, alkalinity, pH, total carbonate, calcium, sulphate,  $^{16}\text{O} - ^{18}\text{O}$  ratio and tritium. The latter four parameters are especially useful for local meltwater identification. The composition of chemical substances changes through large scale water transports and by mixing processes. The observed concentrations of various chemicals permit indirect conclusions about the origin of the different water mass components forming the mixture. Finally deep water studies help to quantify the mass exchange between the Arctic and Atlantic Oceans and they also contribute to refinements of the chemical budget of the Arctic Ocean.

### 2.3 Sea ice

Sea ice investigations are based on direct measurements on ice floes as well as on microwave remote sensing data from aeroplanes, helicopters and ships. Ice cover and floe size distribution will be documented by eye observations and by airborne photography. The horizontal ice deformation is derived from ice floe radar tracking with the aid of a transponder array.

#### 2.3.1 Physical and chemical sea ice properties (CRREL)

Cristal structure, density, salinity and the mechanical behaviour of sea ice depend on age and origin of the latter, melting and freezing periods and atmospheric influences. Consequently, considerable differences of the chemical and physical properties may exist even between neighbouring ice floes. Statistically significant information of sea ice parameters thus requires analyses of ice probes from a larger number of different floes. This demand will be met by entering ice floes on all longer hydrographic and biological stops from the ship and by additional helicopter missions. The direct measurements are of great importance to the interpretation of the remote sensing signals.

#### 2.3.2 Remote sensing methods (CNES, RSLUK)

Microwave techniques for detecting the ice and snow surface characteristics will be applied from the ship and from helicopters. The backscatter coefficient which determines the received signal depends primarily on the surface roughness and the dielectric constant of the backscattering material.

The shipborne equipment offers e.g. the opportunity to study the dependence of the backscattered signal on the incidence angle of the transmitted beam. While the helicopter data cover a reasonable range of various surface conditions of the area under investigation. Both data sets are used for intercomparison with aeroplane and satellite measurements.

### 2.3.3 Horizontal ice deformation (AWI, SPRI)

Oceanic and atmospheric stresses act among other forces on the floating sea ice. Additionally ice floes interact with each other. The combined effect of all forcing terms leads to a propagation of the entire sea ice field as well as to relative position changes among individual ice floes. Realistic modelling of the sea ice development must simulate both effects sufficiently. In order to test and refine present sea ice models the ice motions will be derived through tracking of transponders on several ice floes by the ship's radar during two three day periods. The radar data will be supplemented by frequent helicopter photographs of the ice distribution. Surface wave measurements and aircraft gust probe flights will also contribute to this programme.

### 2.3.4 Satellite and eye observations (DHI, SWA)

Visible and infrared images of polar orbiting satellites are obtained as frequent as possible on the ship. This information together with eye observations from ship and helicopters will be used for estimates of sea ice cover and ice characteristics. Similar data have proven as valuable means for interpreting airplane remote sensing measurements during last year's campaign.

## 2.4 Meteorology

The thermal and dynamical interactions between the atmosphere and its underlying media forms the core of the meteorological programme. Of nearly equal importance is the horizontal atmospheric advection of momentum, heat and water vapour in the marginal ice zone. A satisfactory treatment of these phenomena requires a rather accurate monitoring of the large scale tropospheric flow and the detailed structure of the atmospheric boundary layer on both sides of the ice edge. Accordingly, the meteorological programme foresees large scale synoptic observations from several ships and special small area studies by single ships and aircraft.

### 2.4.1 Surface observations and aerology (AWI, SWA)

The personnel of the ship's meteorological station - supported by others - conducts reduced hourly and full three hourly WMO observations. Radiosondes with OMEGA wind finding will be launched in three hourly and occasionally in 90 minute sequences. The aerological programme will be intensified during a not yet exactly determined 5 day period in July. Then 4 ships form two nearly equilateral triangles of about 150 km side length, one on the ice side and the other on the open water side of the ice edge. By this configuration one hopes to investigate the influences of the ice margin on the low level atmospheric flow.

#### 2.4.2 Turbulent fluxes at the sea surface and vertical wind velocity distribution in the lower 200 m of the atmosphere (AWI)

The turbulent vertical momentum and heat fluxes are measured with a SONIC device at the front boom of the ship. Sensors for mean values of wind speed and direction, air temperature, air pressure and the sea surface radiation temperature are installed there as well. The vertical profile of the three dimensional windvector in the lowest 200 meters is monitored with the aid of a Doppler SODAR. This technique is based on the backscatter of sound signals from atmospheric inhomogeneities.

All these instruments are supposed to be operated intensively on the ship's transects perpendicular to the ice edge and during the drift stations.

#### 2.4.3 Meteorological stations on ice floes (MIH)

The sea ice motion is largely caused by the surface wind velocity which itself depends on the low level horizontal pressure gradient. The vertical heat fluxes together with net radiation at the sea surface on the one hand control melting and freezing processes in the ocean. Both of these mechanisms are on the other hand influenced by the characteristics of the sea ice cover. Such backcoupling effects are therefore important for the development and motion of the sea ice as well as for the momentum and heat budgets of the lower atmosphere and the upper ocean. They also play a key rôle in the generation of atmospheric wave disturbances through strong temperature gradients across the ice edge.

Some of the quoted phenomena will be studied by rather accurate measurements of the horizontal gradients of air pressure, air temperature and wind velocity. For this purpose three automatic stations will be installed on ice floes in a triangle configuration of about 80 km side length on ice floes. A fourth grid point is formed by the RV "Polarstern". Since all stations are tracked by the ARGOS satellite positioning system up to 10 times per day the drift velocity of the ice floes can also be computed. The final data base consists of time series of 5 minute averages which hopefully cover the entire experimental period of four weeks.

#### 2.4.4 Aircraft boundary layer investigations (AWI, DFVLR)

Systematic and reliable measurements of the vertical turbulent momentum, heat and water vapour fluxes at the sea surface on both sides of the ice edge require the application of a gust probe equipped aircraft. Therefore, the "Falcon 20" of the DFVLR will be operated to fulfill this task by flying low level patterns, parallel to the ice edge over sea ice and over open water. The sea ice distribution and the surface roughness shall be derived

from an infrared radiometer and a radar altimeter, respectively. The near surface missions will occasionally be supplemented by flights just below the inversion lid of the atmospheric boundary layer in order to provide a complete data set for boundary layer model testing. A further concern of the aircraft missions is the investigation of low level stratus clouds. For this purpose the liquid water content and the droplet size distribution will be determined together with radiation fluxes and aerosol parameters.

The "Falcon 20" is stationed at Longyearbyen (Svalbard). Its missions will be closely correlated with the measurements on "Polarstern".

## 2.5 Biology

The marginal ice zone is characterized by a high biological productivity which seems to be related to the physical and chemical state of the ocean. Comprehensive biological probing and chemical analysis together with an intensive hydrographic survey is planned to study the background of the quoted observational facts. The following topics will be primarily addressed: a) Determination of the organic particulate substances of phyto- and zooplankton, b) phytoplankton production in the given chemical and physical environment, c) secondary production of herbivorous copepods in different water masses through in-situ as well as through other laboratory experiments.

### 2.5.1 Phytoplankton investigations (IfMK, NPS, RWTH, SFB 94)

#### 2.5.1.1 Primary production

The phytoplankton production will be estimated on the basis of its  $^{14}\text{C}$ -assimilation and oxygen production for different light depths with the aid of an incubation device. The diurnal changes of the intensity of light will be monitored through a photocell installed on the ship's deck. The depth changes of solar light and water temperature are simulated in different water boxes. The contribution of the  $\mu$ -plankton is separated by filtering of the water samples and then estimating the  $^{14}\text{C}$ -rates of the filtrates.

Additionally, dominant species of phytoplankton will be bred in isolated cultures. From autecological experiments under well controlled light- and temperature conditions the primary production, partition and N- and P-absorption will be estimated.

The vertical profile of the light conditions in the natural water column is measured with a quantameter from the ship in open water and from ice floes in pack ice areas.

### 2.5.1.2 Particulate organic matter and phytoplankton

The particulate organic matter of the water mass which is predominantly located in phytoplankton, forms the main nutrient basis of pelagic herbivorous organisms. The size spectrum of organic matter is measured with a coulter counter. The chlorophyll content serves as an index of the biomass of phytoplankton while carbon and nitrogen are taken as measures for the suspending nutrients. Both parameters are separately estimated for nano - ( $< 20 \mu$ ) and microplankton ( $> 20 \mu$ ). The detailed vertical distribution of phytoplankton results from fluorescence measurements.

### 2.5.1.3 Nutrients

Besides the physical environmental state the growth of phytoplankton is critically determined by the availability of nutrients. The latter will be quantified by analysing water samples from various depths with respect to  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$  and  $\text{SiO}_2$  content.

### 2.5.2 Zooplankton studies (AWI, BNL, DAL, IfMK)

#### 2.5.2.1 Herbivorous zooplankton and microzooplankton in the water column

The total stock and the depth distribution of secondary producers reflect the energy transfer from phyto- to zooplankton. Within the framework of these investigations distinction is made between the larger species ( $> 200 \mu$ ) and the microzooplankton ( $< 200 \mu$ ).

#### 2.5.2.2 Production of herbivorous zooplankton

The production of zooplankton will be studied indirectly through the following methods:

- The activity of the digestive enzymes Amylase and Trypsin indicates whether the copepods Calanus are still resting in a wintering-over-stage with reduced development or not
- The state of development of female gonads gives hints to which extent this species stay in a phase of reproduction
- The rate of development of certain copepod stages will be investigated through moulting experiments. For this purpose individuals of different stages of development will be incubated under in-situ conditions and the moulted organisms will be counted
- In case of mature gonads the egg production of female Calanus finmarchicus and Calanus glacialis is strictly correlated with the nutrient supply. Since the females are not growing in this stage the egg production can be taken as a measure of the net-production under the

observed nutrient conditions. Results are obtained from 24 hour incubation studies of selected females from bongo net hauls under in-situ conditions as well as for different water temperatures with optimized food supply

- The production rate may finally be concluded from the energy budget of the zooplankton ensemble. If the food consumption and the assimilation and metabolism energy are known, the residual energy which is available for growth can be calculated. This method requires feeding experiments with natural phytoplankton and particulate organic matter concentrations. In parallel the respiration of copepods will be determined. Microscopying and biochemical treatment (C/N-analysis) of fecal pellets offers information about the food conversion. The ratio of fecal pellets and copepods additionally indicates the ingestion rate.

#### 2.5.2.3 Regeneration of nutrients

During longer periods of static stability of the upper oceanic layer - e.g. caused by sea ice melting - the phytoplankton production may be limited due to lack of nutrients. This deficit can to some extent be compensated through the nutrient production caused by zooplankton ingestion. Particularly, the nitrogen input by this process will be studied with the aid of the ammonium and urea excretion by dominant zooplankton species.

### 3. Third leg - Fram Strait Transect

#### 3.1 Physical and chemical Oceanography (DHI, SIO, GPhIB, UW)

At the northern part of Fram Strait warm saline Atlantic waters are recirculated towards the south along the East Greenland Shelf. Different processes cause a mixing of the water masses originating from the Arctic and Atlantic Oceans and thus influence the transport of heat, salt and matter through this junction of the Atlantic and Arctic Oceans.

In some aspects the Arctic Ocean, the Greenland, Norwegian and Island Seas may be considered as a single thermohaline system in which deep and bottom waters are to be formed and circulated internally. The mass transport through Fram Strait with a sill depth of 2600 m seems to be of major importance to the understanding of the formation- and spreading processes in the Greenland Sea.

Recent work of the ships HUDSON (1982), METEOR (1982) and POLARSTERN (1983) has revealed a rather complicated circulation pattern south of 80°N which is presumably due to bottom topography and to various mixing processes in this region. Since the transport of salt and heat

strongly influences density changes it is worthwhile to supplement the high-quality CTD and nutrient data of the preceding MIZEX leg of this cruise by measurements north of 80°N and east of the Yermak Plateau, in particular.

Most of the existing hydrographic data in this region result from drifting ice-camps which do not cover the deeper parts of the water column. Older ship measurements generally do not meet the present quality requirements. The hydrographic data from CTDs and rosette samplers will be augmented by natural and man-made tracer values to quantify e.g. the deep internal circulation. Temperature and salinity measurements are principally sufficient for water mass identification but further evidence from chemical data serves as a valuable back-up information.

Depending on the local ice situation and the circumstances encountered during the operations water samples will be collected at up to 24 levels for chemical, radiochemical and biological analyses together with CTD profiles. Observations are planned on transects from Whalers Bay north of Svalbard to the Lena Trough and from there to the north-eastern Greenland Shelf and finally along the axis of the trough between Svalbard and Greenland to 78°30'N. On-board processing will help to determine an appropriate station spacing to resolve the occasionally small horizontal scales at intermediate and greater depths.

At the end of this phase two moorings from the East Greenland Shelf will be recovered.

### 3.2 Biology - Vertical distribution of crustacean-plankton (AWI)

The vertical distribution of zooplankton, namely ostracods, amphipods, mysids, euphausiids, decapods, isopods and various copepods and their relationship to water temperature and salinity will be investigated. At defined positions where plankton samples were taken in 1983, hauls will be repeated this year in order to compare both results.

In particular we want to test the validity of the hypotheses that certain hydrographic conditions favour the development of special pelagic communities the composition of which reflects the given living conditions.

The animals are caught with a multinet which can be opened and closed at five defined depths. These depths will be chosen according to the actually observed hydrographic state. Thus, each haul provides five samples with well known physical environmental conditions.

The experimental plan foresees catches in open water, at the ice edge and in the pack ice region. We plan to sample in the eastern Atlantic water and in the western Polar water of the Fram Strait. Analyses shall be made for the continental shelf and for deep water areas.

The analysis concentrates on the ostracods. But in principle all species will be categorized, the ratio of their sexes and the stage of their development has to be determined. Finally we want to find out if and to which extent temperature, salinity and light conditions influence the composition of species, the appearance of certain development stages, the observed ratio of sexes and the vertical movement of animals. The vertical distribution of phytoplankton will be observed as well. It serves as an important background information for the zooplankton studies.

#### 4. Fourth leg - Geology in the Norwegian and Greenland Seas

##### 4.1 Introductory remarks

Structure and history of the depositional environment of the Norwegian and Greenland Seas and of the Arctic Ocean comprise a large number of oceanographic problems which are of concern to several disciplines of the marine geosciences. The cruise of RV "Polarstern" during summer 1984 is devoted to investigations of the geological structure of the basement of this region (Vesterisbank, Jan Mayen Ridge, Fram Strait), the depositional history of this region (Fram Strait, East Greenland Current) and to process controlling of the actual depositional environment (sediment traps in the Lofoten and Greenland basins, plankton tows in the Fram Strait, studies of stable light isotopes in polar water masses). 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 waters into the Arctic-Subarctic marine realm, and the export of cold 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.

"Polarstern" will depart Tromsø in Aug 8, 1984 towards the southern Lofoten Basin where a mooring system with a sediment trap has to be recovered (Fig. 1 in German text). This mooring system will be serviced en route and then redeployed in the Bear Island Trough. The ship will continue its northern course into the Fram Strait where a detailed bathymetric survey (Seabeam survey) shall be started this year. During the one week stay in the Fram Strait area plankton and water samples will be taken. Finally, a mooring system with a sediment trap and current meters will be deployed in order to be recovered

1985. The ship will then steam to a position in the southern Greenland Basin where a mooring with 2 sediment traps and current meters has been planted in 1983. This system will be serviced and redeployed. During the last days of this cruise structure and sediment cover of Vesterisbanken - a giant seamount north of Jan Mayen - will be studied. "Polarstern" has a port call at Aalesund/Norway for an exchange of personnel on August 29, 1984.

#### 4.2 Plankton and water column studies (GPI, IfMK)

The distribution of geologically important plankton organisms in the Norwegian-Greenland Sea and in the Fram Strait is not well known. Therefore, plankton and water samplings (particulate matter, C/N-ratios, chlorophyll) are planned as often as possible. Besides investigations of the particulate matter we will also take water samples to determine the stable O- and C-isotope ratios.

#### 4.3 Moorings systems with sediment traps (GPI, WHOI)

During "Polarstern's" cruise ARKTIS I mooring systems with sediment traps and current meters have been deployed in the southern Lofoten and Greenland Basins. These instruments are able to monitor seasonal variations of the particle flux. This is achieved by collecting individual samples in separate traps the opening time sequence of which can be set in advance. The seasonal variability of the particle flux can henceforth be studied when the samples have been recovered. The mooring with one sediment trap which has been deployed in 1983 in the southern Lofoten Basin will be moved after recovery into the deep-sea area off the Barents Trough. A further mooring will be deployed in the Fram Strait. And finally a mooring in the southern Greenland Basin (2 sediment traps and current meters) will be recovered, serviced and redeployed.

#### 4.4 Marine geology of the Fram Strait (GPI, GIB, PS, NRL)

Fram Strait connects the abyssal plains of the Arctic Ocean and the Norwegian-Greenland Sea permitting a relatively free deep-water exchange since 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. 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. Water samplings (particulate matter: concentrations, compositions) will enable us to describe the dependency of biogenic sediment components on the water mass distribution. The latter is to be characterized by means of stable isotopes.

#### 4.5 Geology of Vesterisbanken (GPI, IGK)

Vesterisbanken is a majestic submarine sea mount on top of a paleogene ocean crust north of Jan Mayen. Its structure and origin is only poorly known. During this cruise we will map the morphology of this seamount in detail by means of the Seabeam-system. The distribution of sediments along the flanks of this seamount and on the ocean floor adjacent to it will be detected by means of seismic reflection profiling. Coring and dredging will be applied to sample the sediment cover of Vesterisbanken.

#### 4.6 Investigations of living benthic foraminifers (GPI, IfMK)

Based on material of the "Polarstern" cruise ARKTIS I in August 1983 selected forms of large living benthic foraminifers will be studied in detail with respect to their life mode and feeding strategies. For this purpose we attempt to carry out in-vivo investigations of foraminifers on undisturbed sediment surfaces which are to be collected by means of a box corer. The relationship to the habitats of macroinvertebrates will be determined (microhabitation). For the in-vivo observations we shall use a specially developed cooling system and specific sampling techniques are required for sampling of large benthic foraminifers.

### 5. Fifth Leg - Geophysics at the Jan Mayen Ridge

#### 5.1 Seismic studies in the region of the Jan Mayen Ridge (IGH, GPI, IfMK, UBJ, COB)

##### 5.1.1 Aims

The investigations have mainly two objectives:

First, the deeper crustal structure of the Jan Mayen Ridge will be detected mainly by refraction seismic methods with small shot-point distances and high resolution.

Second, reflection seismic techniques serve for obtaining high resolution values of the near sea bottom sediments. There will be a good chance to establish a stratigraphical connection to the DSDP-Sites 346, 347 and 349.

The results of both methods will complement site surveys for future drillings in the area of the Jan Mayen Ridge during the second Atlantic mission of the ODP-ship.

The investigations shall provide informations to:

- An accurate determination of seismic wave velocities within the crust and the upper mantle - the extension of the lower boundary of the Jan Mayen Block
- The transition of perhaps continental into oceanic crust in the Norwegian Basin
- The structure, nature and importance of the "seaward dipping reflectors"

#### 5.1.2 Working programme

##### 5.1.2.1 Refraction seismics

In the region of the Jan Mayen Ridge and its eastern flank 4 refraction profiles are planned each of about 120 km in length (see Fig. 2 in German text). One profile crosses the DSDP-Sites 356 and 347 on the ridge and then points into the deep Norwegian Basin. To achieve the deep penetration to the upper mantle, explosives will be applied. Air gun bursts cover the upper part of the crust. Each profile line is occupied by ocean bottom seismographs (OBS) spaced in distances of about 30 km in order to guarantee sufficient resolution of the underground structure.

The profiles will be covered by dense shooting intervals of about 1,5 km. Only by this method the variations of the seismic velocities - vertically and laterally - can be determined with high enough accuracy. During quiet periods micro earthquakes can be detected by the continuously recording OBS'es. A telemetric buoy system which will be anchored in the middle of each profile controls the seismic programme. The band-width of 1 kHz of the system enables us to observe the water sound with high accuracy for satisfactory positioning.

##### 5.1.2.2 Detection of the seismic signals on Jan Mayen

The explosions at sea and possibly micro earthquakes will be measured by an additional seismic station on Jan Mayen in parallel to the records of the Norwegian Seismic Observatory on the island. Two observers (one Norwegian and one German) will be transferred to the island with "Polarstern"'s launch.

#### 5.1.2.3 Reflection seismic

High resolution reflection seismic measurements will be added to the refraction programme, especially in the region of the DSDP sites 346, 347 and 349 and on the slope of the ridge. Seismic energy will be generated by air gun and pinger (6 kHz). The 3,5 kHz sounder of "Polarstern" will be applied as well. The bottom topography will be recorded by the ship's Seabeam system.

#### 5.1.2.4 Sedimentology, Paleontology

Finally, sedimentological and paleontological studies will be carried out. After departing the port of Aalesund a number of short box cores will be taken for in-vivo investigations of living benthic foraminifers. When the seismic studies at the Jan Mayen Ridge have been completed a series of long sediment cores will be taken along a transect trailing along 70°N between the Jan Mayen Ridge and the East Greenland continental margin to study the Quaternary history of the East Greenland Current regime.

Expeditionsprogramm Nr. 4

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

Reise 5

A R K T I S I I

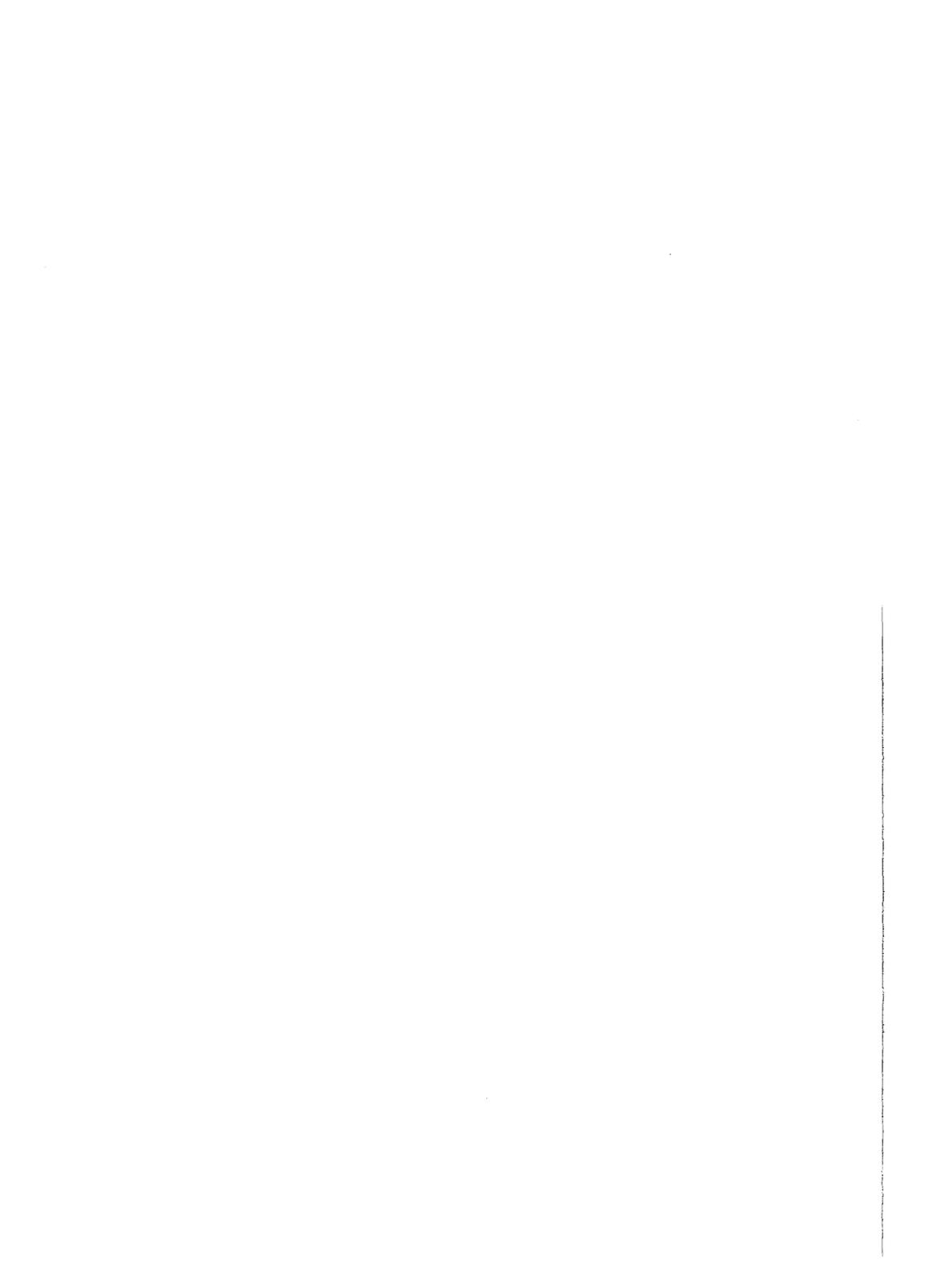
1984

Schiffstechnische Erprobungen  
Marginal Ice Zone Experiment (MIZEX)  
Fram-Straßen-Schnitt  
Sedimentation in Borealen Meeren  
Krustenstruktur des Jan-Mayen-Rückens

Koordinator

Prof. Dr. Ernst Augstein  
Alfred-Wegener-Institut  
für Polarforschung

Bremerhaven 1984



## I. Einführung

Die zweite Arktisreise des FS "Polarstern", die am 10. Mai 1984 beginnt und am 19. September 1984 endet, besteht aus fünf Fahrtabschnitten.

Der erste, vom 10. Mai bis zum 10. Juni, führt das Schiff zu technischen Erprobungen in das Meereis der nördlichen Labrador-See unter der Leitung der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt. In der zweiten Phase, vom 12. Juni bis 19. Juli, nimmt "Polarstern" mit physikalischen, chemischen und biologischen Messungen am "Marginal Ice Zone Experiment" (MIZEX) im Framstraßenbereich der Grönlandsee teil. Sie setzt die ozeanographischen und biologischen Untersuchungen in der dritten Periode, vom 20. Juli bis zum 7. August, in dem selben Gebiet fort. Beide der letztgenannten Abschnitte werden vom Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung geleitet. Ihnen folgt, vom 8. bis 29. August, eine sedimentologische Untersuchung der Universität Kiel in der Grönländischen und Norwegischen See mit Schwerpunkt westlich der Lofoten. Den Abschluß der Reise bilden reflexions- und refraktionsseismische Aufnahmen des Jan-Mayen-Rückens, die vom 30. August bis zum 19. September von der Universität Hamburg vorgenommen werden.

Die Reise beginnt und endet in Bremerhaven. Zwischen den einzelnen Fahrtabschnitten werden zum Personalaustausch sowie zum Be- und Entladen wissenschaftlicher Geräte drei norwegische Häfen in folgender Reihenfolge angelaufen: Tromsø, Longyearbyen (Svalbard), Tromsø und Aalesund. Während der ersten drei Expeditionsphasen werden Arbeiten auf dem Eis, Fernmeßprogramme und die Fahrtroutenerkundung durch zwei Hubschrauber unterstützt.

Die schiffstechnischen Erprobungen des ersten und die biologisch-ozeanographischen Forschungsarbeiten des dritten Fahrtabschnittes werden von Filmmannschaften des Norddeutschen Rundfunks bzw. der British Broadcasting Corporation aufgenommen und für Fernsehsendungen aufbereitet.

Die wissenschaftlichen Arbeiten dieser Expedition gliedern sich folgendermaßen:

Während der ersten Periode werden unter Mitarbeit deutscher, kanadischer und amerikanischer Wissenschaftler die aus Rechnungen und Modellversuchen abgeleiteten Eigenschaften des Schiffes beim Einsatz im Eis überprüft. Dazu gehören u. a. die Belastung des Schiffkörpers, das Verhalten der Antriebsanlage und der Reibungswiderstand der Außenhaut bei unterschiedlichen Eisverhältnissen.

Im zweiten Abschnitt werden ozeanographische, eisphysikalische, meteorologische und biologische Phänomene am Rand und im Innern des sommerlichen Meereises untersucht. Dieses Programm wird im Rahmen des MIZEX in Zusammenarbeit mit 6 weiteren Schiffen und 8 Flugzeugen durchgeführt. An ihm sind auf "Polarstern" Arbeitsgruppen aus Deutschland, England, Frankreich, Norwegen, Schweden, Kanada und den USA beteiligt. Ferner beherbergt das Schiff die Einsatzleitung der internationalen Kampagne und übernimmt die Wetterberatung im Meßgebiet.

Die ozeanographischen und biologischen Messungen der MIZEX-Periode werden in der dritten Expeditionsphase auf einem möglichst weit nördlich gelegenen, nahezu in zentraler Richtung liegenden Schnitt und einer Meridional-traverse durch das ostgrönländische Meereis vervollständigt. Auch an diesem Projekt sind ausländische Kollegen aus Norwegen, Schweden, Großbritannien und den USA beteiligt.

Die geologischen Studien der vierten Phase bilden eine Fortsetzung des 1983 ebenfalls unter Beteiligung der "Polarstern" begonnenen Programms zur Erforschung der Sedimentation in borealen Meeren. In einem gemeinsamen Projekt untersuchen deutsche, norwegische und amerikanische Geologen die aktuelle Sedimentation und die Sedimentverteilung im Bereich der vorherrschenden nordatlantischen Stromsysteme.

Der letzte Teil dieser Reise dient der Erforschung der Erdkrustenstruktur im Gebiet des Jan-Mayen-Rückens mit seismischen Methoden. Neben Messungen vom Schiff und Bojen sind auch Registrierungen künstlicher Beben auf der Insel Jan Mayen an der dort vorhandenen festen Station und mit Hilfe einer mobilen Anlage vorgesehen. Das Programm wird gemeinsam von deutschen, norwegischen und französischen Geophysikern ausgeführt.

Die einzelnen Teilprojekte der Expedition werden nach Fahrtabschnitten gegliedert in den folgenden Kapiteln dieses Heftes skizziert. Den Abschluß bilden Tabellen, die den Fahrplan des Schiffes, die beteiligten Institutionen und die Namenslisten des Schiffspersonals sowie der teilnehmenden Wissenschaftler und Techniker beinhalten.

Die deutschen Forschungsarbeiten dieser Expedition werden vorwiegend durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und den Bundesminister für Forschung und Technologie gefördert.

## II. Forschungsprogramme

### 1. Erster Fahrtabschnitt - Schiffstechnische Versuche

#### 1.1 Eisbrecheigenschaften des Schiffes

##### 1.1.1 Überprüfung der Modellwerte zur Fahrt des Schiffes durch Eis (HSVA)<sup>1</sup>

Die Forschung und Entwicklung der Eisbrechertechnologie beruht hauptsächlich auf Versuchen in Eistanks. Dabei verbleibt eine Unsicherheit bezüglich der Übertragbarkeit der kleinmaßstäblichen Versuchsergebnisse auf die Großausführung des Schiffes. Aus diesem Grunde dient der erste Teil dieses Fahrtabschnittes vornehmlich der Klärung, in welchem Maße die für "Polarstern" erhaltenen Modellergebnisse mit den Verhältnissen in der Natur übereinstimmen. Zu diesem Zweck wird die Eisbrechleistung des Schiffes bei verschiedenen Leistungsstufen in ebenem Eis mit unterschiedlicher Schneebedeckung, in Eis mit Preßbrücken sowie im Packeis gemessen.

##### 1.1.2 Reibungsverminderung zwischen Schiff und Eis (HSVA)

Ein erheblicher Widerstand beim Eisbrechen mit Schiffen ergibt sich durch die Reibung an der Außenhaut des Schiffes. Der Effekt nimmt zu, falls das Eis mit Schnee bedeckt ist. Zur Verminderung dieses Widerstandsanteils beim Eisbrechen sind Luft-Wasser-Düsen im Vorschiff der "Polarstern" eingebaut. Die Wirkung der Luft-Wasser-Strahlen auf den Widerstand beim Eisbrechen soll bei verschiedenen Eisverhältnissen und für mehrere Geschwindigkeitsstufen ermittelt werden.

#### 1.2 Eisdruckbelastung

##### 1.2.1. Beanspruchung des Propeller-Düsenringes bei Fahrt im Eis (GL)

Die Verwendung großer Propellerdüsen bei eisbrechenden Schiffen wurde bei "Polarstern" erstmals versucht. Dementsprechend mußten bei der Dimensionierung Annahmen gemacht werden, die noch nicht in der Wirklichkeit überprüft werden konnten. Deshalb werden Eisbrechversuche im grönländischen Küstenbereich durchgeführt, um die Dehnungen und Spannungen an besonders beanspruchten Stellen des Düsenringes durch Dehnungsmeßstreifen festzustellen. Diese Messungen liefern nicht nur die Belastungsgrößen sondern auch die Verteilung der Eisstoßkräfte als Funktion der Zeit.

---

<sup>1</sup> Abkürzungen der Institutsbezeichnungen sind in der Tabelle "Beteiligte Institute" erläutert

### 1.2.2 Ermittlung der Belastung des Schiffskörpers im Eis (GL)

Die Dimensionierung des Schiffskörpers und der lokalen Konstruktion der Schiffsseiten eisgehender Schiffe erfolgt nach Vorschriften, die auf empirischen oder semiempirischen Werten beruhen. Für arktische Bedingungen muß hierbei nach vorliegenden Erfahrungen auf offener See extrapoliert werden. In diesem Vorhaben sollen die bei den Berechnungen der Schiffskonstruktion getroffenen Annahmen nach folgenden Gesichtspunkten überprüft werden:

- Statische und dynamische Belastung und Beanspruchung des gesamten Schiffskörpers
- Belastung der Spant/Stringersysteme sowohl im Vorschiff als auch in den Seiten
- Lokale Belastungsspitzen und Beanspruchungen einzelner Spantelemente
- Beanspruchungsverhältnisse in den Schweißverbindungen zwischen Längsspannten und Außenhaut. Diese Untersuchungen sollen bei Fahrt unter verschiedenen Eisbedingungen durchgeführt werden.

### 1.2.3 Reibungs- und Stoßbelastung durch Eis an der Außenhaut (HSVA)

Im Vorschiffsbereich der "Polarstern" sind bereits in der Bauphase Meßtaschen vorgesehen worden. In zwei dieser Meßtaschen werden kurz vor der Forschungsreise Dreikomponenten-Kraftmeßeinrichtungen eingebaut.

Mit dieser Anlage sollen zum einen die Stoßkräfte von Eisschollen auf 0,8 m x 1,3 m große Außenhautflächen gemessen und zum anderen die Reibungskoeffizienten aus dem Verhältnis von Normal- zu Tangentialkräften ermittelt werden. Beide Parameter sind von großer Aktualität, weil sie auf die Dimensionierung eisbrechender Schiffe großen Einfluß haben und über sie noch keine gesicherten Informationen vorliegen.

### 1.2.4 Einfluß des Eises auf die Propulsionsanlage (GL)

Als Folge der Eisschollenwirkung auf die Propeller werden neben den Propellern auch die Propellerwellen und ihre Lagerung, die Schiffsdrucklager, die Untersetzungsgetriebe und Kupplungen und bei gedrücktem Betrieb in der Eisbrechfahrt auch die Hauptmotoren hoch belastet.

Diese Belastung der Propulsionsanlage, insbesondere die Fortpflanzung von Eisstößen am Propeller über die Propellerwelle, Getriebe und Kupplung zum Antriebsmotor sowie die Auswirkung seiner elastischen Aufstellung auf die einzelnen Komponenten und das Betriebsverhalten der

Hauptmotoren soll unter definierten Bedingungen der Eisbrechfahrt ermittelt werden. Daraus lassen sich Entwurfskriterien für neue eisbrechende Schiffe definieren und Aussagen über die Betriebssicherheit der "Polarstern" bei Eisfahrten machen.

### 1.3 Korrelation Modell-Großausführung bei Manövrierversuchen im Eis (einschl. Ruderkraftmessungen) (HSVA)

Die Übertragbarkeit von Manövrierversuchen mit freifahrenden Schiffsmodellen auf die Großausführung ist noch nicht hinreichend bekannt. Dies gilt sowohl für die Schiffsbewegungen als auch für die auf das Ruder wirkenden Kräfte und Momente. Die Hauptursache für diese Schwierigkeiten liegen zum einen in den unterschiedlichen Propulsionseigenschaften des Modells und der Großausführung und zum anderen in der von einander abweichenden Antriebscharakteristik.

Die Meßergebnisse mit der "Polarstern" lassen im Vergleich mit ihrem Modell gesicherte Aussagen zur Korrelation Modell-Großausführung erwarten. Sie dienen ferner zur Absicherung rein theoretischer Ansätze.

### 1.4 Ermittlung der Temperaturverteilung und der temperaturbedingten Beanspruchung im Deck- und Aufbaubereich (GL)

Beim Bau der "Polarstern" war in Anbetracht der im Winter in den Polargebieten auftretenden extrem niedrigen Temperaturen für den der Luft ausgesetzten Bereich des Schiffskörpers bis etwa 2 m unter der Konstruktionswasserlinie und für die Aufbauten Feinkornstahl (Güte E) vorgesehen worden, dessen hohe Zähigkeit selbst bei niedrigen Temperaturen erhalten bleibt.

Da Feinkornstahl wesentlich teurer ist als üblicher Schiffbaustahl, besteht aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten Interesse daran, den Einsatz des hochwertigen Stahls auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken.

Die geplanten Untersuchungen sollen wirklichkeitsnahe Grundlagen zur Dimensionierung und Auswahl der Stahlgüte für verschiedene Schiffstypen liefern.

### 1.5 Physikalische Eigenschaften des Eises

#### 1.5.1 Mechanische Eigenschaften des Eises (NRC)

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

Die Biegefestigkeit und der E-Modul sollen aus dem Temperatur- und Salzgehaltsprofil abgeleitet werden. Dagegen wird die ein- und zweiachsige Druckfestigkeit im bordeigenen Eislabor auf einer Druckfestigkeits-Prüfmaschine ermittelt. Zur Bestimmung der dreiachsigen Druckfestigkeit werden Eisproben eingefroren und mit einer stationären Prüfmaschine in Hamburg untersucht.

#### 1.5.2 Geometrie- und Konsolidierungsgrad von Preßeisrücken (HSVA)

Die Geometrie und der Konsolidierungsgrad aller 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 Horizontal-Echolotmessung 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.

#### 1.5.3 Bestimmung des Reibungskoeffizienten zwischen Eis und Schiff (CRREL)

Der Reibungskoeffizient an der Schiffsaußenhaut bei Fahrt durchs Eis mit und ohne Schneeeauflage wird in besonderen Versuchen ermittelt, für die ebene Stahlplatten in gleicher Weise wie die Außenhaut des Schiffes mit verschiedenen Anstrichen versehen werden (Inerta 160, Antifaulring, Inerta 160 aufgeraut, Stahl unbehandelt). 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.

#### 1.5.4 Kristallstruktur des Eises (CRREL)

Die Kristallstruktur des Eises im Untersuchungsgebiet wird hinsichtlich ihrer Kristallgröße und Ausrichtung der C-Achse anhand von Dünnschliffen im polarisierten Licht bestimmt.

#### 1.5.5 Eisdickenmessung (HSVA)

Die Dicke des vom Schiff gebrochenen Eises wird sowohl mechanisch durch Bohrlöcher als auch durch Impuls-Radar-Geräte gemessen. Letztere ermöglichen eine kontinuierliche Aufzeichnung der Eisdicke.

#### 1.5.6 Dehnungs- und Verformungsmessungen im Eis (HSVA)

Dehnungen und Spannungen im Eis während der Eisbrechversuche werden mit neu entwickelten Meßgeräten (Dehnungsmeßrahmen und IRAD-GAGE-Spannungssonden) gemessen, wobei beide Geräte in der Eisdecke eingefroren werden.

#### 1.5.7 Mechanische Eigenschaften von künstlich verstärktem Eis (TUHH)

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

#### 1.5.8 Eisfernerkundung (DHI/AES)

Aufgabe dieses vom DHI und dem kanadischen Atmospheric Environment Service (AES) gemeinsam betriebenen Projektes ist ein Vergleich der aus Luftaufnahmen und durch passive Mikrowellen von Satelliten aus beobachteten Eisverhältnisse mit unmittelbar vom Schiff aus gewonnenen Informationen. Ferner sollen die Fernerkundungswerte der Eisverhältnisse genutzt werden, um die Navigation zu erleichtern.

### 2. Zweiter Fahrtabschnitt - MIZEX 84

#### 2.1 Wissenschaftlicher Hintergrund des MIZEX

Beobachtungen und Modellrechnungen ergeben übereinstimmend, daß Variationen der polaren Meereisbedeckung in starkem Maße von den ozeanischen und atmosphärischen Prozessen in der Eisrandzone abhängen. Unter diesen scheinen Wellen und Wirbel im Wasser, deren horizontale Ausdehnung kleiner als etwa 30 km ist, besonders wirksam zu sein. Über die Anregung dieser Störungen durch atmosphärische und ozeanische Kräfte gibt es zur Zeit zwar Hypothesen, aber noch keine abgesicherte Theorie. Die uns vorliegenden Informationen lassen vermuten, daß eine befriedigende Erklärung der Beobachtungen nur unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen Wasser, Eis und Luft möglich ist. Darum ist für MIZEX ein Meßprogramm entwickelt worden, das die gleichzeitige Erfassung der voraussehbar wichtigen Größen in Wasser, Eis und Luft vorsieht.

Die besonderen physikalisch-chemischen Umweltbedingungen in der Eisrandzone führen dort ferner zu einer auffälligen biologischen Aktivität. Letztere drückt sich vor allem in einer starken sommerlichen Phyto- und Zooplanktonentwicklung in der oberen Wassersäule aus. Um die noch nicht bekannten Hintergründe dieser Befunde zu erhellen, wird parallel zu den physikalischen Messungen

eine große Zahl von Proben genommen und biologisch und chemisch analysiert. Ferner werden physiologische Reaktionen dominanter Spezies des Zooplanktons unter verschiedenen Umweltbedingungen im Labor untersucht.

Die Konzeption des MIZEX beruht auf der Voraussetzung, daß die von den teilnehmenden Arbeitsgruppen auf Schiffen, an Eisstationen und von Flugzeugen gewonnenen Daten zur wissenschaftlichen Analyse zusammengefaßt werden. Diese Planung schließt jedoch sinnvolle Untersuchungen mit Teilmengen des gesamten Meßwertsatzes nicht aus.

## 2.2 Ozeanographie

### 2.2.1 Hydrographie (AWI, DHI, LDGO)

Die hydrographischen Messungen der beteiligten Schiffe überdecken zum einen großräumig das gesamte Framstraßengebiet, und sie werden zum anderen an mehreren Stellen um den Eisrand herum zu engmaschigen Netzen verdichtet. "Polarstern" führt in beiden Fällen die CTD-Messungen und die Wasserprobennahme auf der eisbedeckten Seite des Meßgitters aus. Die entsprechenden Arbeiten im offenen Wasser werden überwiegend vom FS "Valdivia" der Universität Hamburg übernommen.

Nach den Meßergebnissen der letztjährigen Kampagne sind Temperatur- und Salzgehaltsstrukturen in horizontalen Dimensionen von wenigen Kilometern charakteristisch für die thermohalinen Zustandsänderungen im Bereich der Eiskante. Um diese Variabilität zu erfassen, werden die Schiffsstationen durch CTD-Messungen von Eisschollen ergänzt, die mit Hilfe von Hubschraubern angefliegen werden. Eine der auf "Polarstern" stationierten Maschinen wird in erster Linie für diesen Zweck eingesetzt.

Neben den räumlichen Schwankungen der Temperatur und des Salzgehaltes werden kurzperiodische zeitliche Änderungen dieser Größen während zwei dreitägiger Driftphasen am Eisrand und einer fünftägigen Station im Innern des Packeises von "Polarstern" aus registriert.

Mit Hilfe des gesamten Datensatzes sollten sowohl vorhandene Rechenmodelle zur Meereisentwicklung überprüft als auch neue Konzepte gefunden werden.

### 2.2.2 Strömungsmessungen mit akustischen Driftkörpern (LOP)

Neben den Oberflächenströmungen werden die Horizontalbewegungen auch in unterschiedlichen Tiefen mit Hilfe von schwebenden Driftkörpern gemessen. Dazu wird deren Position mehrmals täglich durch Hydrophone von mindestens zwei Schiffen aus bestimmt. Eine dieser Peilstationen soll auf "Polarstern" eingerichtet werden. Diese Meßmethode gibt Aufschluß über die Verlagerung tiefer liegen-

der Wasserkörper und liefert damit Informationen über die vertikale Kopplung der beobachteten Strömungsvorgänge in Eisrandnähe.

### 2.2.3 Chemie des Meerwassers (BIO, UG, UMIA)

Wasserproben aus verschiedenen Tiefen werden analysiert, um die chemischen Reaktionen beim Gefrieren von Seewasser und beim Abschmelzen des Eises festzustellen, die Konzentration ausgewählter Stoffe in der gesamten Wassersäule der Framstraße zu bestimmen und chemische Substanzen zur Charakterisierung von Wassermassen heranzuziehen.

Auf Schnitten senkrecht zur Eiskante werden Salzgehalt, Sauerstoff, p-H-Wert, Alkalinität, Kohlenstoff, Calcium, Schwefel, das Sauerstoffisotopen-Verhältnis  $^{16}\text{O} - ^{18}\text{O}$  und Tritium bestimmt. Die letzten vier Größen dienen speziell zur Schmelzwasseridentifikation. Die Zusammensetzung der chemischen Substanzen im Wasser ändert sich durch Transport- und Vermischungsvorgänge, so daß sie Hinweise auf Herkunft der verschiedenen Bestandteile einer Wasserprobe liefert. Analysen des Tiefenwassers geben insbesondere Aufschlüsse über den Massenaustausch zwischen Arktischem und Atlantischem Ozean, sie tragen darüber hinaus zu verbesserten Abschätzungen des chemischen Stoffhaushaltes im Arktischen Ozean bei.

### 2.3 Meereis

Meereisuntersuchungen werden direkt durch Probennahme auf dem Eis und indirekt durch Mikrowellenfernerkundung von Flugzeugen, vom Schiff und von Hubschraubern aus betrieben. Die Eisbedeckung und die Größenverteilung der Schollen wird durch regelmäßige Augenbeobachtungen und durch Photographieren dokumentiert. Aufschluß über die Deformation des Eisfeldes durch horizontale Bewegungen liefert die fortlaufende Ortsbestimmung ausgewählter, mit Radartranspondern besetzter Eisschollen.

#### 2.3.1 Physikalische und chemische Eigenschaften des Eises (CRREL)

Der kristalline Aufbau, die Dichte, die Salzgehaltsverteilung und das rheologische Verhalten des Meereises hängen vom Alter, dem Entstehungsgebiet, den atmosphärischen Einwirkungen, dem Wechsel von Gefrieren und Abtauen etc. ab.

Diese vielfältigen Einflüsse bewirken eine hohe Variabilität in der physikalischen und chemischen Struktur des Meereises. Folglich müssen Eisproben von möglichst vielen Schollen gewonnen werden, um statistisch signifikante Meereisparameter angeben zu können. Darum soll während der längeren Schiffsstationen und mit Hilfe von Hubschraubern umfangreiches Material in verschiedenen

Abständen zur Meereiskante gesammelt und analysiert werden. Die direkten Messungen dienen auch zur Verbesserung der Interpretation von Fernerkundungsdaten.

### 2.3.2 Indirekte Meereiserkundung (CNES, RSLUK)

Indirekte Messungen der Eis- oder Schneeoberfläche werden mit Hilfe rückgestreuter Mikrowellensignale von zwei Anlagen auf dem Schiff und ebenfalls von zwei auf Hubschraubern geflogenen Geräten vorgenommen. Der Rückstreuoeffizient ist in erster Linie abhängig von der Oberflächenrauigkeit und der Dielektrizitätskonstante des rückstreuenden Materials.

Die Schiffsmessungen werden u. a. genutzt, um die Winkelabhängigkeit des Signals bei unterschiedlichen Oberflächenbedingungen festzustellen. Die Beobachtungen vom Hubschrauber liefern einen guten Querschnitt über die in dem Gebiet vorliegenden Eisverhältnisse. Beide in Bodennähe gewonnenen Datensätze dienen außerdem zum Vergleich mit den in größeren Höhen aufgenommenen Flugzeugmessungen. Damit kann eine durch räumliche Zwischenschritte abgestützte Beziehung zwischen direkt gemessenen Werten an der Eisoberfläche und den Daten hochfliegender Fernerkundungssysteme hergestellt werden.

### 2.3.3 Verformung der Meereisdecke (AWI, SPRI)

Auf das Meereis wirken u. a. die Schubspannung der Atmosphäre und des Wassers; ferner stehen die einzelnen Eisschollen untereinander in Wechselwirkung. Als Folge dieser Anregungen verlagert sich das Eisfeld als Ganzes und es verändern sich auch die Positionen einzelner Schollen zueinander. Realistische Modelle der Meereisentwicklung müssen beide Bewegungsanteile simulieren. Zu ihrer Überprüfung und Verfeinerung wird die Verformung des Meereises mit Hilfe von Radartranspondern auf einigen Eisschollen während zwei dreitägiger Perioden am Meereisrand vermessen. Die Radarbeobachtungen werden durch regelmäßiges Photographieren der Eisverteilung vom Hubschrauber und durch Seegangsmessungen ergänzt. Weitere Daten anderer Gruppen sind für die wissenschaftliche Auswertung eingeplant.

### 2.3.4 Satelliten- und Augenbeobachtungen (DHI, SWA)

Die Bilder der polarumlaufenden Satelliten im sichtbaren und infraroten Spektralbereich werden regelmäßig an Bord von "Polarstern" aufgenommen. Sie werden - ergänzt durch Augenbeobachtungen vom Schiff und von den Hubschraubern - zur Abschätzung der arealen Eisbedeckung und der Charakterisierung der Eisarten verwandt. Derartige Eisbeobachtungen haben sich 1983 als wertvolle Hintergrundinformation zur Interpretation der Flugzeugmessungen erwiesen.

## 2.4 Meteorologie

Den Kern des meteorologischen Meßprogramms bildet die quantitative Erfassung der thermischen und dynamischen Wechselwirkung zwischen der Atmosphäre und dem Untergrund. Von nahezu gleicher Bedeutung ist die horizontale Advektion von Impuls, Wärme und Wasserdampf in der Eisrandzone. Um beide Vorgänge richtig einschätzen und in Modellen darstellen zu können, müssen u.a. das großräumige atmosphärische Feld und die Beschaffenheit der Grenzschicht über Wasser und Eis bekannt sein. Diesen Aufgaben gemäß gliedern sich die meteorologischen Messungen in großräumige synoptische Beobachtungen mehrerer Schiffe und in spezielle kleinräumige Einsätze einzelner Schiffe und Flugzeuge.

### 2.4.1 Bodenbeobachtungen und Aerologie (AWI, SWA)

Das Personal der Wetterwarte führt unterstützt durch andere am meteorologischen Programm Beteiligte stündlich eine reduzierte und dreistündlich eine vollständige WMO-Observation durch. Ferner wird üblicherweise in dreistündlicher, gelegentlich jedoch auch 90-minütlicher Folge ein Radiosondenaufstieg mit OMEGA-Windbestimmung gestartet. Das aerologische Programm hat seinen Schwerpunkt während einer nach Wetterbedingungen noch festzulegenden fünftägigen Phase im Juli. Dann bilden 4 Schiffe zusammen Dreiecke von etwa 150 km Seitenlänge jeweils auf der Eis- und der Wasserseite der Meereiskante. In dieser Anordnung soll der Einfluß des Eisrandes auf die atmosphärische bodennahe Strömung erfaßt werden.

### 2.4.2 Turbulente Flüsse an der Meeresoberfläche und vertikale Windgeschwindigkeitsverteilung in den unteren 200 Metern (AWI)

Die turbulenten vertikalen Impuls- und Wärmeflüsse werden, so oft wie möglich, mit einer SONIC-Anlage am Bugausleger des Schiffes gemessen. Letzterer trägt auch Sensoren, mit denen kontinuierlich die Mittelwerte der Lufttemperatur, des Luftdruckes, des Windgeschwindigkeitsvektors und der Oberflächenstrahlungstemperatur aufgenommen werden. Zur zeitlich und in der Vertikalen hoch aufgelösten Erfassung des dreidimensionalen Windvektors wird auf dem Peildeck der "Polarstern" ein Doppler-SODAR installiert, das nach dem Rückstreuverfahren arbeitet.

Mit allen hier genannten Geräten soll sowohl während der Traversen des Schiffes senkrecht zur Eiskante als auch auf den Driftstationen intensiv gemessen werden.

### 2.4.3 Meteorologische Stationen auf Eisschollen (MIH)

Die Eisdrift wird wesentlich vom bodennahen Wind hervorgerufen, der seinerseits durch das horizontale Druckgefälle in der entsprechenden Luftschicht angetrieben wird.

Die vertikalen Wärmeflüsse sowie die Ein- und Ausstrahlung an der Meeresoberfläche steuern das Schmelzen und die Neubildung des Eises. Beide Vorgänge hängen wiederum von der Eisbedeckung der Meeresoberfläche ab. Derartige Rückkopplungsprozesse sind darum sowohl für das Verständnis der Eisentwicklung und der Eisdrift als auch zur Berechnung des Impuls- und Wärmehaushaltes der unteren Luft- und der oberen Wasserschichten von Bedeutung. Sie spielen bei der Ausbildung atmosphärischer Wellen durch starke Temperaturgegensätze zwischen eisbedeckten und eisfreien Wasserflächen eine zentrale Rolle.

Einige der angeführten Zusammenhänge sollen aus Messungen horizontaler Gradienten des Luftdruckes, der Temperatur und des horizontalen Windvektors aufgeklärt werden. Zu diesem Zweck werden drei automatisch registrierende Stationen mit entsprechenden Sensoren in einem 80-km-Dreieck auf Eisschollen installiert; einen vierten Meßpunkt bildet "Polarstern". Die Positionen der Stationen werden mit Hilfe von Satelliten (System ARGOS) etwa zehnmal pro Tag bestimmt, so daß auch die Driftgeschwindigkeit der Eisschollen berechnet werden kann. Die Meßsysteme an den Stationen liefern fortlaufend über fünf Minuten gemittelte Daten, sie sollen möglichst während der gesamten Expeditionsdauer - vier Wochen lang - eingesetzt werden.

#### 2.4.4 Grenzschichtuntersuchungen mit dem Flugzeug (AWI, DFVLR)

Systematische Messungen der vertikalen turbulenten Wärme-, Wasserdampf- und Impulsflüsse am unteren Rand der Atmosphäre beiderseits des Eisrandes lassen sich zuverlässig nur mit einem für diesen Zweck ausgerüsteten Flugzeug vornehmen. Deshalb wird die "Falcon 20" der DFVLR bei unterschiedlicher Anströmrichtung der Eiskante die turbulenten Flüsse auf niedrig liegenden Flugstrecken parallel zum Eisrand messen. Zusätzlich sollen die Eisverteilung und Oberflächenrauigkeit aus den Daten eines Infrarotradiometers bzw. Radarhöhenmessers abgeleitet werden. In einigen Fällen sind weitere Messungen am oberen Rand der atmosphärischen Grenzschicht vorgesehen, um den Datensatz zur Überprüfung von Grenzschichtmodellen zu erweitern.

In weiteren Flugzeugmissionen werden die Strahlungseigenschaften der im oberen Bereich der Grenzschicht häufig auftretenden Stratuswolken erforscht. In diesem Zusammenhang spielt neben dem Flüssigwassergehalt und dem Tropfenspektrum das Aerosol eine wichtige Rolle, so daß auch alle diese Größen registriert werden.

Die Flugzeugeinsätze erfolgen von Longyearbyen (Svalbard) aus, sie werden jedoch mit dem Meßprogramm auf "Polarstern" zweckmäßig und eng abgestimmt.

## 2.5 Biologie

Die Eisrandgebiete sind durch eine hohe biologische Produktivität ausgewiesen, die offenbar mit den physikalischen und chemischen Gegebenheiten im Ozean zusammenhängen. Um diese Beziehung zu klären, sollen umfangreiche biologische und nährstoffchemische Analysen in Korrelation mit hydrographischen Messungen in der Eisrandzone durchgeführt werden. Folgende Ziele stehen im Vordergrund: a) Abschätzung der partikulären organischen Substanz des Phyto- und Zooplankton, b) Erforschung der Produktion des Phytoplanktons in Abhängigkeit von den physikalischen und chemischen Umweltbedingungen, c) Studium der Sekundärproduktion herbivorer Copepoden in den verschiedenen Wassermassen unter in-situ-Bedingungen und mit Hilfe von Laborexperimenten.

### 2.5.1 Phytoplanktonuntersuchungen (IfMK, NPS, RWTH, SFB 94)

#### 2.5.1.1 Primärproduktion

Die Primärproduktion des Phytoplanktons soll anhand der  $^{14}\text{C}$ -Assimilation und der Sauerstoffproduktion aus Wasserproben unterschiedlicher Lichttiefen in einem Inkubationsgerät gemessen werden. Dazu wird der Tagesgang der Lichtstärke über eine Photozelle an Deck simuliert. Die Tiefenabhängigkeit des Sonnenlichtes ist stufenweise in nebeneinander liegenden Kammern ebenso einzustellen wie die dazugehörenden Wassertemperaturen. Um die Anteile des  $\mu$ -Planktons zu isolieren, werden Wasserproben durch Siebe filtriert und die  $^{14}\text{C}$ -Aufnahmeraten der Filtrate bestimmt.

Schließlich ist geplant, dominante Arten des Phytoplanktons bereits an Bord als isolierte Kulturen anzulegen. Durch autökologische Laborexperimente werden dann unter kontrollierten Licht- und Temperaturbedingungen die Raten der Primärproduktion, Teilung, N- und P-Aufnahme ermittelt.

Das natürliche Lichtangebot im offenen Wasser und im Packeisgebiet wird tiefenabhängig mit einem Quantameter vom Schiff oder von Eisschollen aus gemessen.

#### 2.5.1.2 Die partikuläre organische Substanz und Phytoplankton

Die partikuläre organische Substanz des Wassers, die überwiegend im Phytoplankton gebunden ist, bildet das Nahrungsangebot der Herbivoren im Pelagial. Ihr Größenspektrum wird mit dem Coulter Counter gemessen. Den Chlorophyllgehalt als Index für die Biomasse des Phytoplanktons und die Masse des Kohlenstoffs und Stickstoffs als Maß für den Nahrungsgehalt der suspendierten Substanzen werden nach Teilchengröße in Nano- ( $<20 \mu$ ) und Mikroplankton ( $>20 \mu$ ) getrennt.

Die vertikale Feinverteilung des Phytoplanktons soll aus Fluoreszenzmessungen abgeleitet werden.

### 2.5.1.3 Nährstoffe

Neben den physikalischen Umgebungsbedingungen hängt das Wachstum des Phytoplanktons wesentlich vom Nährstoffangebot ab. Letzteres wird durch chemische Analysen der Stoffe  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$  aus den Wasserproben unterschiedlicher Tiefe quantifiziert.

### 2.5.2 Zooplanktonuntersuchungen (AWI, BNL, DAL, IfMK)

#### 2.5.2.1 Herbivores Zooplankton und Mikrozooplankton in der Wassersäule

Der Gesamtbestand und die Tiefenverteilung der Sekundärproduzenten spiegeln den Energiefluß vom Phyto- zum Zooplankton wider. Unterschieden wird zwischen dem in Vertikal- und Schrägholz mit dem Hydrobios Multinetz (Maschenweite: 200  $\mu$ ) gefangenen größeren Zooplankton und dem aus Wasserproben analysierten Mikrozooplankton (< 200  $\mu$ ).

#### 2.5.2.2 Produktion des herbivoren Zooplanktons

Die Produktion des Zooplanktons soll auf mehreren Wegen untersucht werden:

- Aus der Aktivität der Verdauungsenzyme Amylase und Trypsin läßt sich feststellen, ob die Copepodidstadien der Gattung Calanus sich noch im Überwinterungsstadium und damit in einem Zustand reduzierter Aktivität befinden
- Am Reifezustand der weiblichen Gonaden ist zu erkennen, ob diese Art in der Reproduktionsphase ist
- Entwicklungszeiten bestimmter Copepodidstadien sollen in Häutungsexperimenten untersucht werden. Hierbei werden Exemplare ausgesuchter Stadien über 24 Stunden bei in-situ-Temperaturen inkubiert und die Anzahl der sich dabei gehäuteten Individuen bestimmt
- Die Eiproduktion der Weibchen von Calanus finmarchicus und C. glacialis ist eine direkte Funktion des Nahrungsangebotes, Gonadenreife vorausgesetzt. Da die Weibchen selbst nicht mehr wachsen, ist die Eierzeugung ein Maß für die Nettoproduktion und die Nahrungsbedingungen in den unterschiedlichen Wassermassen. Zur Bestimmung der Eiproduktion werden Weibchen aus Bongonetzfängen aussortiert und über 24 Stunden bei in-situ Bedingungen inkubiert. Da die Eiproduktion auch stark von der Temperatur abhängt, soll gleichzeitig die maximale Eiproduktion bei unterschiedlichen Temperaturen und optimalem Futterangebot bestimmt werden.

- Die Produktion kann schließlich auch aus dem Energiebudget abgeschätzt werden. Bei Kenntnis der aufgenommenen Nahrungsmenge und der für die Assimilation und den Stoffwechsel benötigten Energie läßt sich die für das Wachstum zur Verfügung stehende Energie als Rest berechnen. Dazu sind Fütterungsexperimente geplant, in denen die natürliche Phytoplankton- und Partikelkonzentration gegeben ist. Gleichzeitig wird die Respiration der Copepoden bestimmt. Die mikroskopische und biochemische Untersuchung (C/N-Analyse) der Kotballen gibt Aufschluß über die Nahrungsverwertung. Die Menge der produzierten Kotballen pro Copopode ist ein zusätzliches Maß für die Ingestion.

### 2.5.2.3 Nährstoffregeneration

Nach Phasen längerer statischer Stabilität der oberen Wasserschichten - z. B. bedingt durch Abschmelzvorgänge - wird das Phytoplanktonwachstum vor allem durch die angebotenen Nährstoffe limitiert. Andererseits setzt das Zooplankton beim Fressen auch wieder Nährstoffe frei. Der Beitrag des Zooplanktons zum Stickstoffbedarf des Phytoplanktons soll durch die Ammonium- und Harnstoffausscheidung dominanter Spezies und aus der Nährstoffaufnahme des Phytoplanktons festgestellt werden.

## 3. Dritter Fahrtabschnitt - Framstraßenschnitt

### 3.1 Physikalische und chemische Ozeanographie (DHI, SIO, GPHIB, UW)

In der Framstraße, am nördlichen Ausgang der Grönland-See, wird das warme und salzreiche Atlantikwasser rezirkuliert und fließt entlang des Ost-Grönland-Schelfs nach Süden. Verschiedene Prozesse vermischen die Wassermassen atlantischer und arktischer Herkunft, die Wärme, Salz und verschiedene Stoffe durch diese nördlichste Verbindung zwischen Atlantik und Arktischem Ozean transportieren.

Der Arktische Ozean, die Grönländische, Norwegische- und Isländische See bilden in mancher Hinsicht ein einheitliches thermohalines Gesamtsystem, in dem Tiefen- und Bodenwasser hauptsächlich intern gebildet werden. Da der wesentliche Transport zwischen ersterem und dem anderen Becken durch die Fram-Straße mit einer Schwellentiefe von etwa 2600 m erfolgt, hängt das Verständnis der Bildungs- und Ausbreitungsprozesse der Wassermassen in der Grönland-See von genauen Daten aus dem arktischen Quellgebiet nördlich der Schwelle ab.

Die Ergebnisse der Reisen von HUDSON 1982, METEOR 1982 und POLARSTERN 1983 haben für das Gebiet südlich von 80°N ein sehr kompliziertes Bild der vertikalen und horizontalen Zirkulation ergeben, das stark geprägt wird von der Topographie und unterschiedliche Vermischungsprozesse

voraussetzt. Da der Transport von Salz und Wärme sich sehr stark in den lokalen Dichteänderungen bemerkbar macht, sollen die hochgenauen CTD- und Nährstoffdaten des vorangehenden MIZEX-Abschnittes für das Gebiet nördlich von 80°N ergänzt werden.

Bislang stammen hydrographische Daten aus diesem Gebiet fast überwiegend von driftenden Eisschollen, die größere Tiefen nicht abdecken. Die wenigen vorhandenen Schiffsdaten sind von reduzierter Qualität. Die hydrographischen Grunddaten von CTD-Sonde und Rosetten-Wasserschöpfern sollen ergänzt werden durch Messungen natürlicher oder antropogener Spurenstoffe, um die Hydrographie dieses Gebietes, wie die interne Tiefenzirkulation, die Wechselwirkung der Wassermassen nördlich und südlich der Fram-Straßen-Schwelle und den Austausch von Wassermassen in mittleren Tiefen zu erforschen. Geringere Veränderungen der Temperatur und des Salzgehaltes beschreiben die vorhandenen Transformations- und Ausbreitungsprozesse zwar eindeutig, dennoch tragen andere, wie z. B. chemische, biologische und radioaktive Größen zu ihrer Absicherung bei.

Abhängig von der lokalen Eislage und den allgemeinen Wetterbedingungen während dieses Fahrtabschnittes werden in bis zu 24 Tiefenstufen Wasserproben in Verbindung mit hochauflösenden CTD-Profilen für chemische, radiochemische und biologische Untersuchungen genommen. Dabei wird ein Schnitt von der Whalers Bay nördlich von Spitzbergen bis zum nördlichen Teil des Lena-Grabens abgelaufen. Die Messungen werden dann fortgesetzt zum nördlichsten Grönland-Schelf, und sie folgen schließlich der Längsachse des Grabenssystem nach Süden bis etwa 78°30'N. Die sofortige Aufbereitung der Daten und Proben an Bord soll eine optimale Stationsverteilung ermöglichen, um die oft kleinen horizontalen Skalen in mittleren und großen Tiefen aufzulösen.

Vor Abschluß des Fahrtabschnittes werden zwei Verankerungen, die auf dem Schelf östlich von Grönland liegen, aufgenommen.

### 3.2

#### Biologie - Vertikalverteilung des Crustaceenplanktons (AWI)

Die Vertikalverteilung planktischer Crustaceen-Ostracoden, Amphipoden, Mysidaceen, Euphausiaceen, Dekapoden, Isopoden und diverser Copepoden und deren Zusammenhang mit Temperatur und Salzgehalt soll untersucht werden. An bestimmten Positionen, die 1983 schon einmal beprobt wurden, soll in diesem Jahr erneut gefangen werden, um die Planktonverteilung zu vergleichen.

Ferner soll die Hypothese überprüft werden, daß sich unter bestimmten hydrologischen Bedingungen verschiedene pelagische Biocönosen ausbilden und die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft Rückschlüsse auf ihre Lebensbedingungen erlaubt.

Die Tiere werden mit einem Plankton-Multinetz (5 Netze/Hol, die sich in beliebiger Tiefe öffnen und schließen lassen, Maschenweite 300  $\mu$ ) gefangen. Die Tiefe, in der die Netze geöffnet oder geschlossen werden, richtet sich nach den hydrologischen Verhältnissen. Sie wird an Bord anhand des Temperatur-Salinitäts-Profiles der Hydrologischen Arbeitsgruppe festgelegt. Auf diese Weise erhält man pro Hol 5 Proben aus den jeweils interessanten Wasserschichten. Der unterste Fang soll in größtmöglicher Tiefe beginnen. Bei der Festlegung der Stationen ist es wichtig, Fänge in einiger Entfernung vom Eis, nahe der Eiskante und evtl. im Packeis zu gewinnen. Ferner sollen Proben aus dem Ost- (Atlantikwasser) und Westteil (Polarwasser) der Framstraße sowie vom Schelf und aus Tiefenwassergebieten analysiert werden.

Die Proben werden folgendermaßen ausgewertet: Alle gefangenen Crustaceen werden nach Arten sortiert und bestimmt. Von den wichtigsten Arten wird das Geschlechtsverhältnis und ihr Entwicklungsstadium ermittelt. Dabei liegt der Bearbeitungsschwerpunkt auf der Gruppe der Ostracoden. Schließlich soll untersucht werden, ob und welche Zusammenhänge sich zwischen Artenzusammensetzung, Auftreten bestimmter Entwicklungsstadien, Geschlechtsverhältnis, Vertikalwanderverhalten der Arten und den physikalischen Größen Temperatur, Salinität, Lichtkompensationstiefe und Tageszeit ergeben. Ergänzend wird die Vertikalverteilung des Phytoplanktons gemessen und zur Bewertung der Zooplanktonbefunde herangezogen.

#### 4. Vierter Fahrtabschnitt - Geologie im europäischen Nordmeer

##### 4.1 Einführende Anmerkungen

Struktur und Geschichte der Ablagerungsräume des europäischen Nordmeeres und des Nordpolarmeeres umfassen eine Vielzahl meereskundlicher Probleme, die verschiedene marin-geowissenschaftliche Disziplinen berühren. Die geologisch-geophysikalischen Programme des Forschungsschiffes "Polarstern" befassen sich im Sommer 1984 mit Untersuchungen der Struktur des Untergrundes (Vesterisbanken, Jan-Mayen-Rücken, Fram-Straße), der Ablagerungsgeschichte (Fram-Straße, Ostgrönlandstrom) und der heute wirkenden Ablagerungsprozesse (Sedimentfallen in den Lofoten- und im Grönland-Becken, Plankton-Fänge in der Fram-Straße, Untersuchungen stabiler Isotopen in Polaren Wassermassen). Die wichtigsten Einflüsse auf Tiefseebecken resultieren neben der Plattentektonik vom "Import" warmer Oberflächenwassermassen in arktisch-subarktische

Meeresräume und vom "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 "Polarstern" wird voraussichtlich am 8. August von Tromsø auslaufen, um zunächst eine Sedimentfallenverankerung im südlichen Lofoten-Becken aufzunehmen (Abb. 1), die auf der Fahrt nach Norden in der Tiefsee vor der Barentssenke wieder ausgelegt werden soll. Von dort wird die Fram-Straße angesteuert, um mit einer detaillierten bathymetrischen Aufnahme (Seabeam-Vermessung) dieses wichtigen Tiefsee-Kanals zu beginnen. Diese Arbeiten - ergänzt durch Plankton- und Wasserproben - werden etwa eine Woche dauern. Schließlich soll dort eine Verankerung mit Strommessern und einer Sedimentfalle ausgebracht werden, die im Jahre 1985 wieder aufgenommen werden soll. Danach läuft "Polarstern" eine Position im südlichen Grönland-Becken an, um die im Jahre 1983 ausgesetzte Sedimentfallenverankerung auszutauschen. In den letzten Tagen dieses Abschnittes soll Vesterisbanken - ein riesiger Guyot - wenig nördlich von Jan Mayen hinsichtlich Form, Struktur und Sedimentbedeckung untersucht werden. Am 27. August läuft das Schiff in Aalesund/Norwegen ein.

#### 4.2 Plankton und Wassersäule (GPI, IfMK)

Verteilungen geologisch wichtiger Punkte im europäischen Nordmeer und in der Fram-Straße sind noch weitgehend unbekannt und sollen mit Hilfe von Multinetzfängen und Untersuchungen von Wasserproben (partikuläre Substanz, C/N-Verhältnis, Chlorophyll) beschrieben werden. Neben den Seston-Untersuchungen sollen auch Wasserproben zur Bestimmung der stabilen O- und C-Isotopenverhältnisse gewonnen werden.

#### 4.3 Sedimentfallen-Verankerungssysteme (GPI, WHOI)

Im Jahre 1983 sind Verankerungssysteme mit Strommessern und Sedimentfallen im südlichen Lofoten-Becken und im südlichen Grönland-Becken ausgelegt worden. Diese Meßsysteme sind dazu vorgesehen, den saisonalen Partikelfluß zu erfassen. Ihr wichtigstes Instrument ist eine neu entwickelte Sedimentfalle, die es erlaubt, den Partikelfluß nach vorgegebenen Zeitabschnitten zu unterteilen, um seine zeitliche Variabilität festzuhalten. Die 1983 im Lofoten-Becken ausgebrachte Verankerung enthält eine Sedimentfalle, die in diesem Jahr vor der Barentssenke verlegt werden soll. In der Fram-Straße soll eine neue Verankerung gesetzt werden und das System im Grönland-Becken wird aufgenommen und nach Entnahme der Proben wieder ausgelegt.

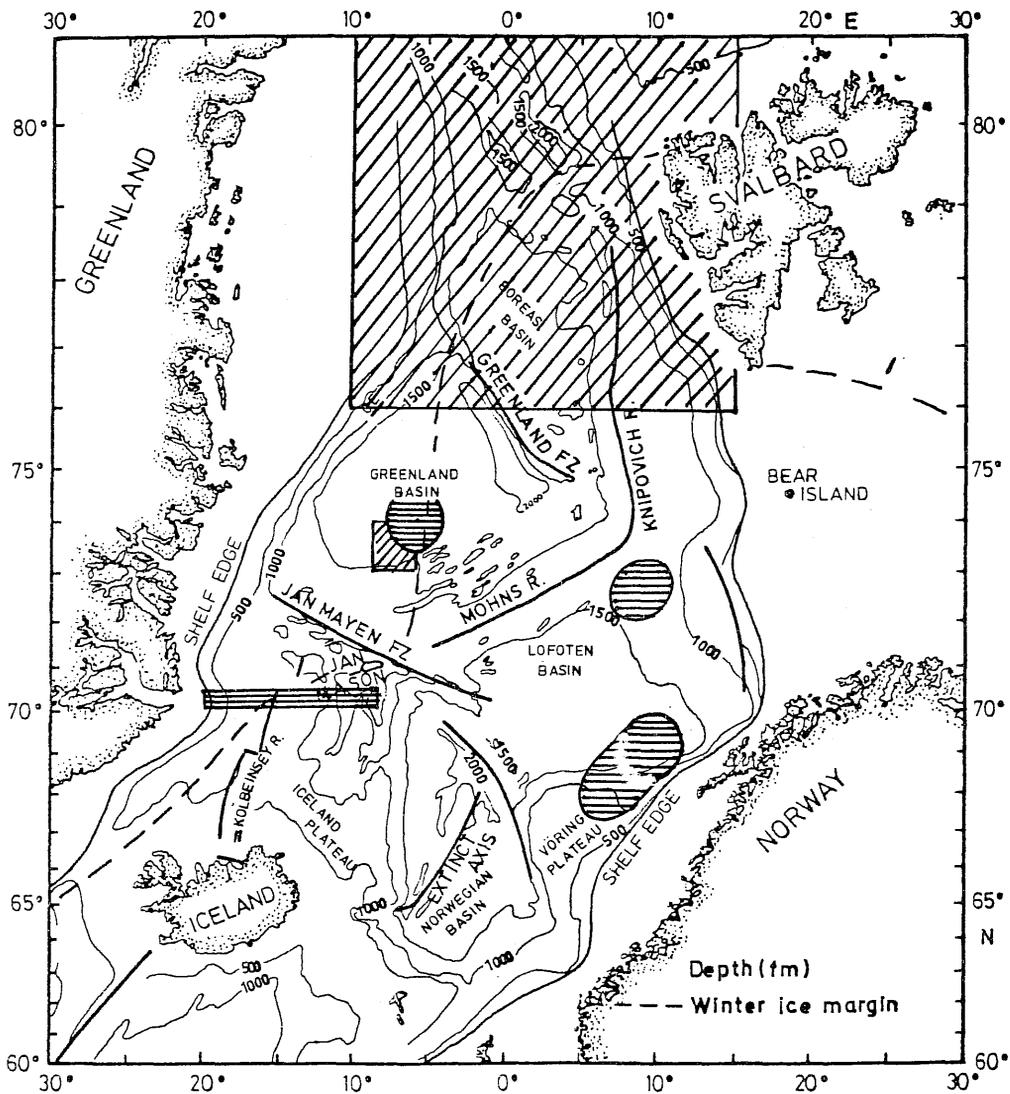


Abb. 1/ Fig. 1: Gerastert: Marin-geologische Arbeitsgebiete

Hatched: Marine geological working areas

#### 4.4 Meeresgeologische Untersuchungen in der Fram-Straße (GPI, GIB, PS, NRL)

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. Von großem Nutzen scheint eine genaue bathymetrische Aufnahme des in einigen Teilbecken abnormal tiefen ozeanischen Untergrundes. Denn das magnetische Streifenmuster der ozeanischen Kruste dieses Gebietes konnte bisher nicht aufgelöst werden, um die Konfiguration der Plattengrenze festzulegen. Wir hoffen, die Geschichte des Wasseraustausches zwischen dem Nordpolarmeer und dem europäischen Nordmeer und der Eisdecke in der westlichen Fram-Straße aus der Sedimentzusammensetzung ablesen zu können. Aus Veränderungen der Sedimentzusammensetzung soll die Paläo-Ozeanographie dieses Seegebietes für das Quartär beschrieben werden. Untersuchungen der Wassersäule auf ihren Gehalt an partikulärem Material werden erlauben, die Abhängigkeit biogener Sedimentkomponenten von der Wassermassenverteilung in der Fram-Straße festzulegen. Wassermasseneigenschaften sollen auch durch die Bestimmung leichter stabiler Isotopenverhältnisse beschrieben werden.

#### 4.5 Geologischer Aufbau der Vesterisbanken (GPI, IKG)

Vesterisbanken ist ein mächtiger unterseeischer Berg, der paläogener ozeanischer Kruste aufsitzt. Sein Aufbau und Ursprung sind noch weitgehend unerforscht. Während dieser "Polarstern"-Reise soll die Tiefenstruktur dieses submarinen Gebirgsstockes genau vermessen und die Verteilung der Sedimente entlang seiner Flanken und in seiner näheren Umgebung aufgenommen werden. Mit Hilfe von Kerngeräten und Dredgen soll die Sedimentdecke der Vesterisbanken beprobt werden.

#### 4.6 Untersuchungen lebender benthischer Foraminiferen (GPI, IfMK)

Ausgehend von Beobachtungen auf der "Polarstern"-Fahrt im August 1983 sollen besondere Anpassungsformen großwüchsiger Benthosforaminiferen untersucht werden, über deren Lebensstellung und Ernährungsweise bisher wenig bekannt ist. Dazu werden "in-vivo"-Untersuchungen von Großkastengreifer-Oberflächen durchgeführt und der Zusammenhang mit den Wohnbauten von Makro-Invertebraten untersucht (Mikro-Habitation). Für die Beobachtungen sind Kühlverfahren zu erproben und zur statistischen Erfassung der großwüchsigen Foraminiferen-Arten sind neue Probenentnahmeverfahren zu entwickeln.

5. Fünfter Fahrtabschnitt - Geophysik am Jan-Mayen-Rücken  
5.1 Seismik im Gebiet des Jan-Mayen-Rückens (IGH, GPI, IfmK, UBJ, COB)

5.1.1 Untersuchungsziele

Die geplanten Untersuchungen haben im wesentlichen zwei Ziele:

Zum einen sollen durch refraktionsseismische Messungen im Gebiet des Jan-Mayen-Rückens mit großer Beobachtungsdichte und hoher Auflösung die tiefere Krustenstruktur aufgezeichnet werden. Zum anderen dienen reflexionsseismische Messungen zur Feinauflösung der bodennahen Sedimente. Dadurch wird der stratigraphische Anschluß an die DSDP-Bohrungen 346, 347 und 349 ermöglicht.

Die Ergebnisse beider Meßverfahren liefern einen weiteren Beitrag zum "Site Survey" für spätere Bohrungen im Gebiet des Jan-Mayen-Rückens innerhalb der 2. Atlantikkampagne des ODP-Bohrschiffes.

Die Untersuchungen sollen Information liefern zu:

- der Verteilung seismischer Wellengeschwindigkeiten im Krustenbereich bis zum Oberen Mantel
- der Tiefenausdehnung des Jan-Mayen-Blocks
- dem Übergang von wahrscheinlich kontinentaler zu ozeanischer Kruste des Norwegischen Beckens
- der Struktur, Natur und Bedeutung der "seaward dipping reflectors".

5.1.2 Arbeitsprogramm

5.1.2.1 Refraktionsseismik

Insgesamt sind 4 refraktionsseismische Profile von je ca. 120 km Länge im Gebiet des Jan-Mayen-Rückens und seiner Ostflanke geplant (vgl. Abb. 2). Ein Profil verläuft von den DSDP-Bohrungen 346, 347 auf dem Rücken bis in das tiefe Norwegische Becken. Um die für die Fragestellung nötige seismische Eindringtiefe bis zum Oberen Mantel zu erhalten, muß - neben der Airgun für flache Eindringung - Sprengstoff als Energiequelle verwendet werden. Jedes Profil soll mit einer dichten Schußfolge von 1,5 km Abstand überdeckt werden. Nur so lassen sich die seismischen Geschwindigkeiten - Vertikal- und evtl. auch Lateralvariationen - hinreichend genau bestimmen. Die ständig registrierenden Ozeanbodenseismographen (OBS) können in den Sprengpausen Mikrobeben aufnehmen. Auf jedem Profil soll eine verankerte Telemetrieboje - gekoppelt mit einem OBS -eingesetzt werden. Damit ergibt

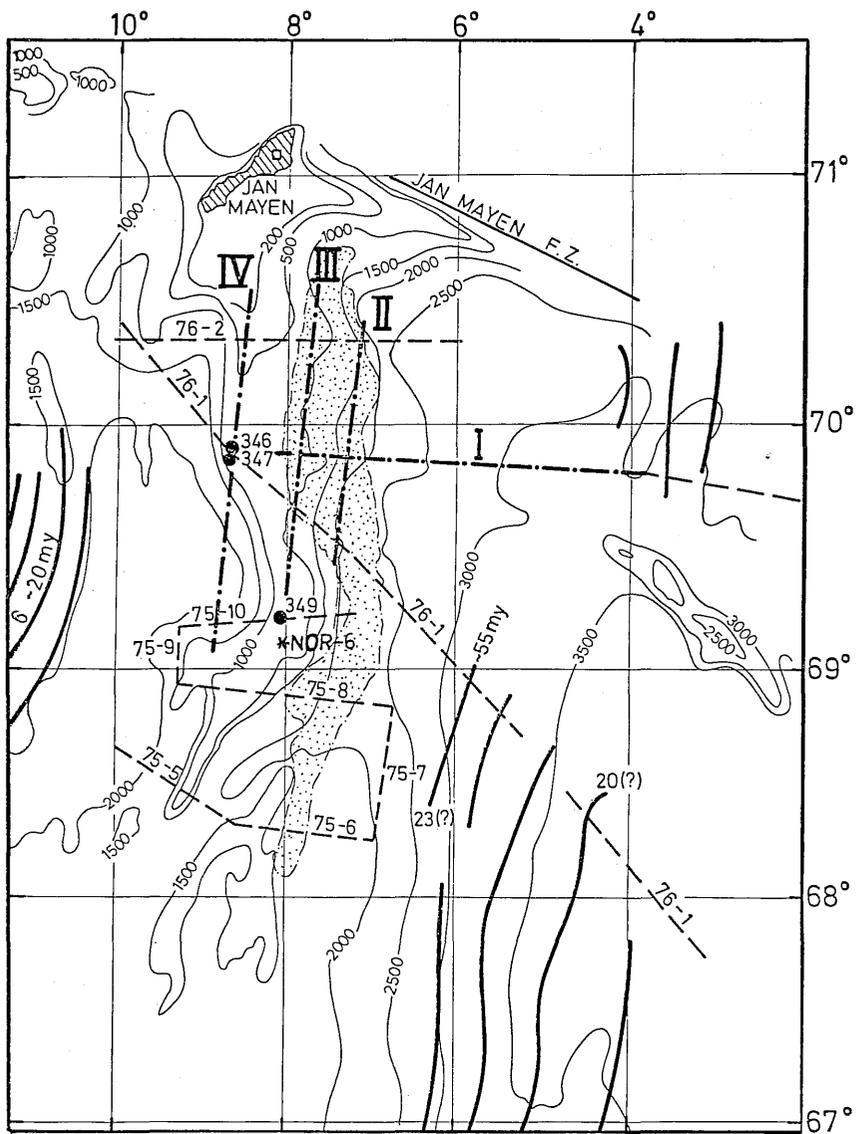


Abb. 2/ Fig. 2: Seismic profiles in the Jan Mayen area

● DSDP drill sites

--- planned refraction profiles + deep towed

□ refraction seismic station reflection system on Jan Mayen

▨ area of maximum sediment thickness and seaward dipping layers

--- BGR reflection seismic lines

I - IV seismic profiles

sich die Möglichkeit, sofort die Energieübertragung in den Untergrund durch Registrierungen an Bord zu kontrollieren. Außerdem können durch die exakte Aufnahme des Wasserschalles (Bandbreite der Bojenapparatur: 1 kHz) die Schußpositionen mit großer Genauigkeit bestimmt werden. Das ist besonders wichtig für die Erfassung von Geschwindigkeitsvariationen seismischer Wellen im Untergrund.

#### 5.1.2.2 Registrierungen der Seesprengungen und Mikrobeben auf der Insel Jan Mayen

Die Sprengungen auf See - und evtl. Mikrobeben - sollen parallel zu den Aufzeichnungen der norwegischen seismischen Station mit einer weiteren Anlage auf Jan Mayen registriert werden. Zwei Beobachter (ein Norweger und ein Deutscher) sollen mit den Geräten auf der Insel abgesetzt werden.

#### 5.1.2.3 Flachseismik

Die flachseismischen Verfahren sollen in Ruhezeiten zwischen der Aufnahme refraktionsseismischer Profile, vor allem im Gebiet der DSDP-Bohrungen 346, 347, 349 und auch am Hang des Rückens eingesetzt werden. Die Energieanregung geschieht mit Airgun (Kompressor von FS "Polarstern") und Pinger (6 kHz). Ferner wird das 3,5 kHz-Lot des FS "Polarstern" genutzt. Gleichzeitig soll - wie auch auf sämtlichen refraktionsseismischen Profilen - flächenhaft die Bodentopographie durch das Sea-Beam-System erfaßt werden.

#### 5.1.2.4 Sedimentologie, Paläontologie (GPI)

Während des letzten Fahrtabschnittes der "Polarstern"-Reise werden in geringem Umfang auch sedimentologische und paläontologische Untersuchungen durchgeführt. Kurz nach dem Auslaufen von Aalesund sollen eine Reihe von Kastengreifern zu "in-vivo"-Untersuchungen der benthischen Foraminiferen in einem hochproduktiven Gebiet entnommen werden. Nach Abschluß der refraktionsseismischen Untersuchungen am Jan-Mayen-Rücken wird eine Suite möglichst langer Sedimentkerne zwischen dem Jan-Mayen-Rücken und dem grönländischen Kontinentalrand für Untersuchungen der quartären Geschichte des Ostgrönlandstromes entnommen.

III. Zeitplan - Time table

	Tage	Datum
<u>1. Fahrtabschnitt - First Leg</u>		
Auslaufen Bremerhaven		10.05.84
Marschfahrt, Schiffstechnische Ver- suche	31	
Einlaufen Tromsö I		10.06.84
Hafenaufenthalt in Tromsö I	2,5	
<u>2. Fahrtabschnitt - Second Leg</u>		
Auslaufen Tromsö I		12.06.84
Marschfahrt	2,5	
Ankunft an Verankerungsposition		15.06.84
Auslegen von 5 Verankerungen im Bereich 78-79 N/2-6W	2,5	
Marschfahrt	0,5	
Ankunft im MIZEX-Gebiet		18.06.84
Ausbringen met. Stationen und Gascard- drifter, Synoptisches CTD-Programm	3,5	
Beginn 1. Minidrift		22.06.84
1. Minidrift am Eisrand	3	
Ende 1. Minidrift		25.06.84
Großskalige Ozeanographie	6	
Beginn 2. Minidrift		01.07.84
2. Minidrift, Transfer zu Kvitbjörn	3	
Ende 2. Minidrift		04.07.84
Meteorologisches Fenster, synoptisches und großräumiges CTD-Programm, Einholen der meteorologischen Bojen	14	
Ablaufen aus dem Meßgebiet		18.07.84
Marschfahrt	1,5	
Einlaufen Longyearbyen		19.07.84
Hafenaufenthalt	1	
<u>3. Fahrtabschnitt - Third Leg</u>		
Auslaufen Longyearbyen		20.07.84
Marschfahrt	1	
Ankunft am Eisrand		21.07.84
Ozeanographie und Biologie im Packeis	9	
Aufnahme von 2 Verankerungen	1	
Ozeanogr.-biologischer Zonalschnitt	4	
Ablaufen vom Meßgebiet		04.08.84
Marschfahrt	2,5	
Einlaufen Tromsö II		07.08.84
Hafenaufenthalt	1,5	

#### 4. Fahrtabschnitt - Fourth Leg

Auslaufen Tromsø II		08.08.84
Marschfahrt	1	
Geologie in der Norwegischen und Grönländischen See	15	
Marschfahrt	2	
Personalaustausch Aalesund		27.08.84
Fischereiwindenerprobung	2,5	
Einlaufen Aalesund		29.08.84
Hafenaufenthalt Aalesund	1,5	

#### 5. Fahrtabschnitt - Fifth Leg

Auslaufen Aalesund		31.08.84
Marschfahrt	2	
Ankunft vor Jan Mayen		02.09.84
Geophysik und Geologie	14,5	
Ablaufen vom Meßgebiet		16.09.84
Marschfahrt	4	
Einlaufen Bremerhaven		20.09.84

Reisedauer insgesamt: 132,5 Tage

IV.

Teilnehmende Institutionen - Participating Institutions

1. Fahrtabschnitt - First Leg

Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt GmbH (HSVA)  
Bramfelder Straße 164  
2000 Hamburg 60

Germanischer Lloyd (GL)  
Vorsetzen 32  
2000 Hamburg 11

Deutsches Hydrographisches Institut (DHI)  
Bernhard-Nocht-Straße 78  
2000 Hamburg 4

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt (SWA)  
Bernhard-Nocht-Straße 76  
  
2000 Hamburg 4

Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung (AWI)  
Columbus-Center  
2850 Bremerhaven

Technische Universität Hamburg-Harburg  
Harburger Schloß 20  
2000 Hamburg 90

Vereinigte Tanklager und Transportmittel GmbH (VTG)  
Postfach 10 06 60  
2800 Bremen 1

Helicopter-Service Claus Wasserthal (HSW)  
Kettnerweg 43  
2000 Hamburg 65

Norddeutscher Rundfunk Kiel (NDR)  
Postfach 34 80  
2300 Kiel

US Army Cold Regions Research and Engineering  
Laboratory (CRREL)  
72 Lyme Road  
Hanover, NH 03755  
U S A

Atmospheric Environment Service (AES)  
Ice branch  
365 Laurier Ave.-W.  
Ottawa, Ontario K1A 0H3  
Canada

Transport & Development Center Canada (TDC)  
1000 Sherbrooke St.-W.  
P.O. Box 549  
Place de L'aviation  
Montreal, Quebec H3A 2R3

National Research Council of Canada (NRC)  
Division of Building Research  
Geotechnical Section  
Ottawa, Ontario K1A 0R6  
Canada

Hapag-Lloyd Transport & Service GmbH (HL)  
Geo-Plate-Straße  
2850 Bremerhaven-Kaiserhafen

Max-Planck-Institut für Chemie (MPICH)  
Postfach 30 60  
6500 Mainz

Howaldswerke Deutsche Werft AG (HDW)  
Postfach 6309  
2300 Kiel 14

## 2. Fahrtabschnitt - Second Leg

Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung  
Columbus-Center  
2850 Bremerhaven

Institut für Meereskunde der Universität Kiel (IfMK)  
Düsternbrookerweg 20  
2300 Kiel 1

Meteorologisches Institut der Universität Hamburg (MIH)  
Bundesstraße 55  
2000 Hamburg 13

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt (SWA)  
Bernhard-Nocht-Straße 76  
2000 Hamburg 4

Deutsches Hydrographisches Institut (DHI)  
Bernhard-Nocht-Straße 78  
2000 Hamburg 4

Universität Hamburg, Sonderforschungsberch 94 (SFB 94)  
Bundesstraße 55  
2000 Hamburg 13

Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPIfM)  
Bundesstraße 55  
2000 Hamburg 13

Rheinische Westfälische Technische  
Hochschule Aachen (RWTH)  
Worringer Weg  
5100 Aachen

Helicopter-Service Claus Wasserthal (HSW)  
Kettnerweg 43  
2000 Hamburg 65

Office of Naval Research (ONR)  
Arctic Programs Code 425 AR  
800 N Quincy Street  
Arlington, VA 22217  
U S A

Naval Postgraduate School (NPS)  
Dept. of Oceanography Code 680j  
Monterey, CA 93940

Bigelow Laboratory for Ocean Sciences (BLOS)  
Boothbay, Maine  
U S A

Brookhaven National Laboratory (BNL)  
Building 318  
Upton, NY 11973  
U S A

University of Tennessee (UOT)  
Department of Botany  
Knoxville, Tenn.  
U S A

Lamont-Doherty Geological Observatory (LDGO)  
Palisades, NY 10964  
U S A

University of Kansas (RSLUK)  
Remote Sensing Laboratory  
2291 Irving Hill Drive  
Lawrence, Ks 66045  
U S A

US Army Cold Regions Research and  
Engineering Laboratory (CCREL)  
72 Lyme Road  
Hanover, NH 03755  
U S A

University of Washington (UW)  
School of Oceanography  
Seattle, Washington 98195  
U S A

ERIM (ERIM)  
P. O. Box 8618  
Ann Arbor, Mich. 48107  
U S A

Geophysical Institute  
University of Bergen (GPhIB)  
5014 Bergen  
Norwegen

Laboratoire d'Océanographie Physique (LOP)  
de Musée Naturelle d'Histoire Naturelle  
43 Rue Cuiver  
75231 Paris Cedex 05  
Frankreich

Centre Nationale d'Etudes Spatiales (CNES)  
18 Avenue Edouard Belin  
31055 Toulouse  
Frankreich

Scott Polar Research Institute (SPRI)  
Lensfield Road  
Cambridge CB2 1ER  
Großbritannien

Bedford Institute of Oceanography (BIO)  
P.O. Bix 1006  
Dartmouth, Nova Scotia  
Canada B2Y 4A2  
Kanada

University of Göteborg (UG)  
Schweden

### 3. Fahrtabschnitt - Third Leg

Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung (AWI)  
Columbus-Center  
2850 Bremerhaven

Deutsches Hydrographisches Institut (DHI)  
Bernhard-Nocht-Straße 78  
2000 Hamburg 4

Helicopter-Service Claus Wasserthal (HSW)  
Kettnerweg 43  
2000 Hamburg 65

Geophysical Institut (GPhIB)  
University of Bergen  
5014 Bergen  
Norwegen

Norsk Polar Institutt (NPI)  
Rolfstangveien 12  
1330 Oslo-Lufthavn  
Norwegen

University of Lund (UL)  
Schweden

British Broadcasting Corporation (BBC)  
London  
Großbritannien

New Scientist Commonwealth House (NS)  
1-19 New Oxford Street  
London WCI ING  
Großbritannien

University of Washington (UW)  
School of Oceanography  
Seattle, Wash. 98195  
U S A

Scripps Institution of Oceanography (SIO)  
La Jolla, California  
U S A

#### 4. Fahrtabschnitt - Fourth Leg

Geologisch-Paläontologisches Institut und  
Museum, Christian-Albrechts-Universität (GPI)  
Olshausenstraße 40  
2300 Kiel

Institut für Meereskunde der Christian-Albrechts-  
Universität (IFMK)  
Düsternbrooker Weg 20  
2300 Kiel

Institut für Geophysik (IGK)  
Christian-Albrechts-Universität  
Olshausenstraße 40  
2300 Kiel

Institut für Geophysik (IGH)  
Universität Hamburg  
Bundesstraße 55  
2000 Hamburg 13

Institut für Angewandte Physik (IAP)  
Christian-Albrechts-Universität  
Olshausenstraße 40  
2300 Kieö

Geologisches Institut (GIB)  
Ruhr-Universität Bochum  
Universitätsstraße 150  
4630 Bochum-Querenburg

Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung (AWI)  
Columbus-Center  
2850 Bremerhaven

Norsk Polar Institutt (NPI)  
Rolfstangveien 12  
1330 Oslo-Lufthavn  
Norwegen

Institutt for geologi (IGO)  
Universitetet i Oslo  
Postboks 1047, Blindern  
Oslo 3  
Norwegen

Institutt for biologi og geologi (IBG)  
Universitetet i Tromsø  
Postboks 3085  
9001 Tromsø  
Norwegen

Geologisk institutt, Avd. B (IGB)  
Allegate 41  
5000 Bergen-Universitet

Institutt for kontinentalsokkelundersökelse (IKU)  
Postboks 1883  
7001 Trondheim  
Norwegen

Naval Research Laboratory (NRL)  
Dept. of the Navy, Code 5110  
Washington, D.C. 203/75  
U S A

Prakla-Seismos GmbH (PS)  
Buchholzer Straße 100  
3000 hannover 51

Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI)  
Woods Hole, Massachusettes 02543  
U S A

#### 5. Fahrtabschnitt - Fifth Leg

Institut für Geophysik (IGH)  
Universität Hamburg  
Bundesstraße 55  
2000 Hamburg 13

Geologisch-Paläontologisches Institut (GPI)  
und Museum der Christian-Albrechts-Universität  
Olshausenstraße 40 - 60  
2300 Kiel 1

Institut für Meereskunde (IfMK)  
Christian-Albrechts-Universität  
Düsternbrooker Weg 20  
2300 Kiel 1

Universitetet i Bergen (UBJ)  
Jordskjelvstasjonen  
5014 Bergen-U.  
Norwegen

Centre Oceanologique de Bretagne (COB)  
Boite Postale 337  
292273 Brest Cedex  
Frankreich

V. Schiffspersonal

Stand am 10.05.84 beim Auslaufen in Bremerhaven

Suhrmeyer, L.	Kapitän
Kull, M.	1. Offizier
Stehr, J.	Offizier
Schiel, H.	Offizier
Wiese, F.	Funkoffizier
Geiger, H.	Funkoffizier
Jacobi, Dr.	Schiffsarzt
Müller, K.	Ltd. Ingenieur
Gröhn, H.	1. Techn. Offizier
Hedden, chr.	Techn. Offizier
Delff, W.	Techn. Offizier
Nitsche, P.	Elektriker
Erdmann, R.	Elektriker
Husmann, C.	Elektroniker
Bracht, U.	Elektroniker
Richter, T.	Bootsmann
Marowski, K.	Zimmermann
Rottstock, E.	Masch.-Vorm.
Barth, B.	Masch.-Vorm.
Soage Corra, J.	Matrose
Pousda Martinez, S.	Matrose
Suarez Paisal, A.	Matrose
Sobral Sobral, M.	Matrose
Novo Loveira, J.	Matrose
Abroy Dios, J.	Matrose
Gruhner, S.	Masch.-Wart
Eley, E.	Masch.-Wart
Fabian, H.	Masch.-Wart
Dufner, G.	Masch.-Wart
Tanger, J.	Koch
Klauck, F.	Kochsmaat
Peschke, D.	Steward
Shau Tang Fu	Steward
Fang Shing-Yi	Steward
Bachmann, R.	Stewardess
Wittfeld, E.	Stewardess
Zehle, Chr.	Stewardess
Yang Chiem Chang	Wäscher

## VI.

FAHRTTEILNEHMER - PARTICIPANTS1. Fahrtabschnitt - First Leg

Asmus, K.	AES
Astheimer, U.	AWI
Beckmann, K.-J.	HL
Brahms, R. H.	VTG
Burkat, D.	MPICH
Burmeister, K.-H.	NDR
Dentler, F.U.	SWA
Dimmler, W.	AWI
Evers, K.-U.	HSVA
Frederking, B.	NRC
Freitas, A.	TNSW
Göth, R.	GL
Götze, H.J.	GL
Gow, T.	CRREL
Grabe, G.	TUHH
Groth, H.	GL
Hackbarth, G.	HSVA
Hellmann, J.-H.	HSVA
Henning, K.	HL
Hiller, W.	AWI
Hoffmann, L.	HSVA
Hosemann, G.	NDR
Keating, K.	HSVA
Kirndörfer, J.-G.	NDR
Klehe, H.-J.	HDW
Klimsa, W.	HSVA
Krause, H.	AWI
Lemke, D.	HSVA
Lundström, V.	HSW
Lydorf, U.	HSVA
Mockenhaupt, R.	HSW
Müller, L.	GL
Murdy, D.	NRC
Ohlendorf, H.	SWA
Ramseier, R.	AES
Rauße, F.	TUHH
Sasse, I.	GL
Schüler, O.	TNSW
Schütz, L.	MPICH
Schum, G.	TUHH
Schwarz, J. (Fahrtleiter)	HSVA
Sprunk, B.	HSVA
Strübing, K.	DHI
Tattinclaix, J. C.	CRREL
Timco, G.	NRC
Wasserthal, C.	HSW
Weiß, F.	JASTRAM
Wollf, K.	HSVA
N.N.	AES
N.N.	
N.N.	
N.N.	TDC

## 2. Fahrtabschnitt - Second Leg

Anderson, L.	UG
Augstein, E. (Fahrtleiter)	AWI
Baranski, B.	AWI
Barthel, K.G.	IfMK
Baumann, M.	RWTH
Böhmer, W.	MIH
Bohrer, R.	AWI
Brecht, H. H.	MIH
Bröring, J.	AWI
Buens, I.	SFB 94
Burns, B.	ERIM
Chapuis, E.	CNES
Cowan, A.	SPRI
Darnall, C.	UW
Dentler, F.-U.	SWA
Fily, M.	LOP
Flenner, G.	AWI
Frey, H.	AWI
Gow, A. J.	CRREL
Gradinger, R.	IfMK
Harding, S.	UW
Hirche, H.-J.	AWI
Hoeber, H.	MIH
Horn, D.	ONR
Ito, H.	AWI
Johannessen, O.	GPhIB
Jones, P.	BIO
Kattner, G.	SFB 94
Kelley, P. J.	BLOS
Koltermann, K. P.	DHI
Krause, H.	AWI
Lane, P. V.	BNL
Larson, R.	ERIM
Lenz, J.	IfMK
Lindström, V.	HSW
Manley, T.	LDGO
Menzel, W.	HSW
Mockenhaupt, R.	HSW
Moore, S.	SPRI
Ohlendorf, H.	SWA
Onstott, R.	RSLUK
Richez, C.	LOP
Rick, H. J.	RWTH
Schgounn, C.	CNES
Schriever, D.	MPIfM
Schütt, M.	SFB 94
Schütz, H.	HSW
Shuchmann, R.	ERIM
Sellmann, L.	AWI
Smith, W. O.	NPS
Squire,	SPRI
Strübing, K.	DHI
Tüg, H.	AWI
Tucker III, W. B.	CRREL

Wadhams, P.	SPRI
Wamser, C.	AWI
Wilson, D. L.	UOT
Zemlyak, F.	BIO
N.N.	

### 3. Fahrtabschnitt - Third Leg

Bassek, D.	SWA
Castello, J. P.	SIO
Darnell, C.	UW
Erlingsson, B.	NPI
Field, T. J.	SIO
Foldvik, A.	GPhIB
Frikke, J.	NPI
Gjertz, J.	NPI
Günther, J.	SWA
Haberstroh, D.	AWI
Hallstadius, L.	UL
Hempel, G. (Fahrtleiter)	AWI
Koltermann, K. P.	DHI
Linnelund, B.	NPI
Lundström, V.	HSW
Lüthje, H.	DHI
Lydersen, C.	NPI
Mills, S.	NS
Mockenhaupt, R.	HSW
Muus, D. A.	SIO
Pettersen, L.	NPI
Spies, A.	AWI
Swift, J. H.	SIO
Tøresen, T.	GPhIB
Wöckel, P.	DHI
N.N.	UW
N.N.	BBC
N.N.	BBC
N.N.	BBC

### 4. Fahrtabschnitt - Fourth Leg

Andresen, O.	IGH
Asper, V.	WHOI
Bassek, D.	SWA
Bohrmann, G.	GPI
Bleil, U.	GIB
Cherkis, N. Z.	NRL
Fiedler, H.	GPI
Fischer, G.	GPI
Gehrmann, T.	IGK
Grahl, W.-D.	IGK
Günther, J.	SWA
Heinrich, R.	GPI
Hillermann, E.	IGH
Honjo, S.	WHOI

Jedicke, F.	IGK
Koeve, W.	IfMK
Linke, P.	IfMK
Lutter, U.	IAP
Mühlhan, N.	GPI
Ostermann, D.	WHOI
Qvale, G.	IGO
Reil, W.	PS
Sarntheim, M.	GPI
Schenke, H. W.	AWI
Schreiber, R.	IGK
Schmidt, M.	IAP
Stabell, B.	IGO
Thiede, J. (Fahrtleiter)	GPI
Wefer, G.	GPI
Zahn, R.	GPI
N.N.	AWI
N.N.	AWI
N.N.	IGB
N.N.	IKU
N.N.	IBG
N.N.	NPI

#### 5. Fahrtabschnitt - Fifth Leg

Altenbach, A.	GPI
Andresen, O.	IGH
Avedik, F.	COB
Bassek, D.	SWA
Birgisdottier, L.	GPI
Gebhardt, V.	IGH
Grotkopp, J.	IGH
Günther, J.	SWA
Hillermann, E.	IGH
Klussmann, J.	IGH
Locker, S.	GPI
Lutze, G. F.	GPI
Neuhaus-Steinmetz, H.	IGH
Niemann, V.	IGH
Nuppenau, V.	IGH
Rahal, M.	IGH
Reimers, W.	GPI
Romero, M.	IfMK
Weigel, W. (Fahrtleiter)	IGH
N.N.	COB
N.N. Mechaniker	IGH
N.N. Gast Norwegen	UBJ
N.N. Schießmeister	-