

**Arbeiten der AWI-Forschungsstelle Potsdam
in Antarktika, 1994/95**

**Studies of the AWI Research Department Potsdam
in Antarctica, 1994/95**

**Herausgegeben von / Edited by
Ulrich Wand**

**mit Beiträgen der Expeditionsteilnehmer
with contributions of the participants**

**Ber. Polarforsch. 215 (1996)
ISSN 0176 - 5027**

Vorwort

Mitarbeiter des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung, Forschungsstelle Potsdam, waren im Südsommer 1994/95 an folgenden Expeditionen in die Antarktis beteiligt:

36th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-36)
European Expedition to the Shackleton Range (EUROSHACK)
Antarktisexpedition Schirmacheroase (SCHIRMACHEROASE 1994/95).

Während an den Expeditionen JARE-36 und EUROSHACK jeweils ein Mitarbeiter der Forschungsstelle als Gastwissenschaftler teilnahm, lagen die wissenschaftliche Planung, Organisation und Durchführung der Expedition SCHIRMACHEROASE 1994/95, die logistisch von der Russischen Antarktischen Expedition (RAE) unterstützt wurde, in den Händen der AWI-Forschungsstelle Potsdam. Diese Expedition umfaßte insgesamt elf Teilnehmer, darunter sechs Mitarbeiter der Forschungsstelle, ein russischer Gastwissenschaftler, sowie eine aus vier Teilnehmern bestehende Geodätengruppe der Technischen Universität Dresden.

Die Arbeitsgebiete der hier berichtenden Expeditionsteilnehmer lagen im kontinental-antarktischen Sektor zwischen 30°W und 52°E und verteilen sich im einzelnen auf folgende Regionen: Shackleton Range (EUROSHACK), Schirmacheroase und Umfeld im zentralen Dronning-Maud-Land (SCHIRMACHEROASE 1994/95) sowie Lützow-Holm-Bucht/Prince Olav Coast und Napier Mts./Enderby Land (JARE-36). Im Mittelpunkt der Untersuchungen standen atmosphärenchemische (Deuterium in Luftfeuchte) (JARE-36), sedimentgeologische (lakustrine Sedimente), biogeochemische/limnologische, geophysikalische (Gravimetrie, Geomagnetik, seismische Eisdickenmessungen) und geodätische (Referenznetz "Antarktis") (SCHIRMACHEROASE 1994/95) sowie glazialgeologische und paläoglazialogische Forschungsarbeiten (EUROSHACK).

Im vorliegenden Heft geben die Expeditionsteilnehmer einen Überblick über die wissenschaftlichen Ziele und den Verlauf der genannten Expeditionen; erste Ergebnisse der Arbeiten werden vorgestellt.

An dieser Stelle sei all den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus Logistik, Verwaltung und wissenschaftlichen Arbeitsgruppen des Alfred-Wegener-Instituts gedankt, die bei der Vorbereitung dieser Expeditionen tatkräftige Unterstützung geleistet haben.

Der Herausgeber

Inhalt

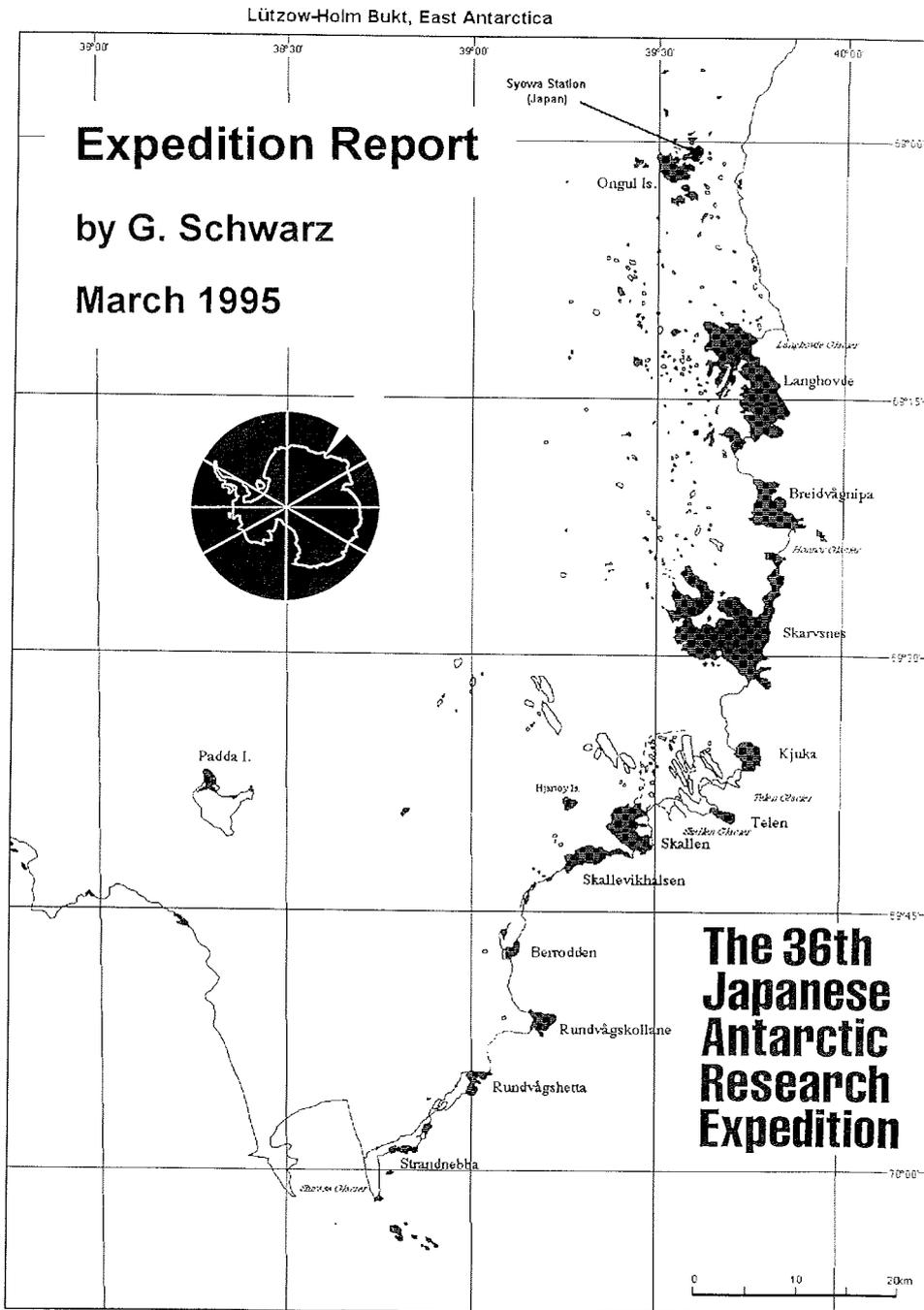
	Seite
Vorwort	
G. SCHWARZ	
The 36th Japanese Antarctic Research Expedition: summer party from November 1994 to March 1995 (Expedition Report)	1
U. WAND, M. SCHWAB, W.A. SAMARKIN & D. SCHACHTSCHNEIDER	
Sedimentgeologische Arbeiten während der Expedition Schirmacheroase 1994/95 des AWI, Forschungsstelle Potsdam	73
W. KORTH	
Geodätische Arbeiten in der Ostantarktis, Region Schirmacheroase, Februar bis April 1995	123
D. FRITZSCHE	
Geophysikalische Untersuchungen in der Umgebung der Schirmacheroase, Februar bis April 1995	127
W.-D. HERMICHEN	
Untersuchungen zur jüngeren Klima- und Glazialgeschichte der Shackleton Range (Antarktika) im Rahmen der Expedition EUROSHACK (November 1994 – März 1995)	137

The 36th Japanese Antarctic Research Expedition: summer party from November 1994 to March 1995

Günter Schwarz

1	PREFACE	3
2	TRAVELLING	3
3	WORKING SCHEDULE IN TOKYO.....	4
4	SYMPOSIUM AT NAGOYA UNIVERSITY.....	4
5	NATIONAL INSTITUTE OF POLAR RESEARCH	4
6	JARE - A SHORT HISTORIC RETROSPECT.....	5
7	ICEBREAKER "SHIRASE"	8
	7.1 Mission.....	8
	7.2 Characteristics.....	8
	7.3 Itinerary 1994/95.....	8
8	SCIENTIFIC PROGRAM OF JARE 36.....	12
	8.1 Shipboard observations.....	12
	8.2 Summer field work in the vicinity of Syowa	12
	8.3 February 1995 to January 1996 at Syowa and its vicinity	14
	8.4 At and en route to and from Dome F	15
	8.5 Particular events and observations.....	15
9	AWI PART IN JARE 36.....	21
	9.1 Scientific background	21
	9.2 Equipment and instructions	23
	9.2.1 Main measures and parts:	23
	9.2.2 Sampler handling:.....	23
	9.2.3 Some construction details	27
	9.3 Sampling.....	32
	9.3.1 Sampling of air moisture.....	32
	9.3.2 Sampling of precipitation.....	43
	9.3.3 Water probes from lakes and ponds.....	43
	9.4 Data collection.....	43
	9.4.1 Meteorological data	43
	9.4.2 Aerological data.....	52
	9.4.3 Satellite data, images and charts.....	61
	9.5 Additional activities.....	61
	9.5.1 December 21st, 1994 on the inland ice at S16	61
	9.5.2 December 22nd, 1994, assistance at S21	61
	9.5.3 February 25/26th, Napier Mountains.....	63
10	REMARKS AND DISCUSSION.....	63
11	PROSPECTS.....	64
12	SUPPLEMENT	71
13	ACKNOWLEDGEMENTS.....	71
14	REFERENCES.....	71

第36次日本南極地域観測隊



The 36th Japanese Antarctic Research Expedition: summer party from November 1994 to March 1995

by expedition member

Günter Schwarz

exchange scientist from Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (AWI),
Research Unit Potsdam, P.O.B. 600149, D-14401 Potsdam, Germany

Main topic: "*Deuterium in polar air moisture*", funded by the
Deutsche Forschungsgemeinschaft under grant-No. Ge 782/1-2

1 PREFACE

During the application for a project fund from the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) in 1992 arose the great opportunity to participate in the 36th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE 36). Especially the Japanese Dome F deep drilling project and the sledge tracks to there and return confirmed very well with our intention to measure the deuterium content in air moisture in several altitudes over the Antarctic continent. The growing co-operations between the AWI and the National Institute of Polar Research (NIPR) in Tokyo, the Japan Meteorological Agency (JMA) and some University Institutes in Japan favoured this plan and made the realization possible.

Foreign scientists are very rare in JARE, and with JARE 36 took place the first participation of a German. Because of this fact also some more details about equipment, organization, history and aims of JARE and the NIPR in particular are given in the following.

2 TRAVELLING

• **journey there**

Outward flight via London to Tokyo at November 6, 1994.

November 14, 1994 the icebreaker "Shirase" leaves Tokyo.

From Nov. 28 till Dec. 2 intermediate stay in Fremantle (Western Australia).

Dec. 24 arrival in Syowa Station by helicopter.

• **return journey**

Feb. 3, 1995 departure from Syowa to the ship by helicopter.

March 21, 1995 "Shirase" enters Sydney Cove (Circular Quay).

Return flight via London at April 13, 1995.

April 14 arrival in Berlin Tegel.

• **accommodations**

Tokyo: guest house of the NIPR

Ship: observers cabin 4

Syowa: lakeside hotel and living block 10, nearby the main building

3 WORKING SCHEDULE IN TOKYO

November 1994

07th: Noon	Arrival at Narita Airport
Afternoon	Introduction in NIPR
08th: Morning	Meeting with the director of NIPR
	Meeting with the leader and sub-leader of JARE 36
Noon	Departure to Nagoya for attending ISPTA (s. below)
Afternoon	Presentation of a paper at ISPTA
09th: Morning	Attend the ISPTA
Afternoon	Attend the ISPTA
Night	Return from Nagoya to Tokyo
10th: Morning	Meetings with Prof. Watanabe, Dr. Aoki and Dr. Kamiyama
Afternoon	Introduction in the Science and International Affairs Bureau at the Ministry of Education, Science and Culture
11th: Morning	Preparations for JARE 36 with Dr. Kamiyama and Mr. Furukawa
Afternoon	Customs Immigration Office for exiting from Japan
14th: Morning	Boarding "Shirase"
High Noon	Departure from Tokyo to Antarctica via Australia

4 SYMPOSIUM AT NAGOYA UNIVERSITY

The "International Symposium on Polar and Tropical Atmospheres" (ISPTA) was hosted by the Solar Terrestrial Environment Laboratory at Nagoya University during November 7 - 11, 1994.

Professor Yasunobu Iwasaka, conference chairperson, pointed out that in the past there were few conferences for studying relation between tropical and polar region atmospheres. But long-range transport of atmospheric materials between low and high latitudes, and chemical-dynamically processes relating with it seem to be essential factor characterising the atmosphere.

A short contribution was given by the author about "Seasonal patterns of stable isotope distribution in Antarctic precipitation" and much resonance was received.

The program and abstracts of ISPTA are available from the author on request.

5 NATIONAL INSTITUTE OF POLAR RESEARCH

The National Institute of Polar Research (NIPR), established 1973 in Tokyo as one of the Inter-University Research Institutes of the Ministry of Education, Science and Culture (Monbusho) for conducting polar research in Japan. It has a staff of about 120 members with two major tasks. The first is to promote comprehensive scientific research in various disciplines in the polar regions. The second is to administer the scientific programs and logistic support of JARE. NIPR is responsible for maintaining three Antarctic stations (Syowa, Mizuho, and Dome F) and one station in the Arctic (Rabben at Ny Ålesund, Spitsbergen). The Information Science Center is equipped with powerful data processing facilities, the Multipurpose Satellite Data Receiving System and a polar information retrieval system.

Research programs in NIPR are grouped into five basic disciplines:

- (a) upper atmosphere physics,
- (b) meteorology, glaciology and oceanography,
- (c) earth sciences including geology, geomorphology, solid earth geophysics and meteoritics,
- (d) biology and
- (e) polar region engineering.

6 JARE - A SHORT HISTORIC RETROSPECT

The history of Japanese Antarctic exploration started with the cruise of the small schooner "Kainan Maru" (Opener-up of the South) in 1911/12 and is closely connected with the name Shirase (for details see HAMRE, 1933).

Mr. Nobu Shirase, lieutenant of the Japanese Army, was the leader of this first expedition. He led a dog-sledge party over the Ross Ice Shelf, leaving the Bay of Whales, reaching 80°05' S, 156°37' W on January 28, 1912. At the same time the "Kainan Maru" surveyed the western part of the Ross Sea and part of Edward VII Peninsula, and found Kainan Bay and Okuma Bay. The Northeast side of The Ross Ice Shelf was named the Shirase Coast by the New Zealand Placenames Committee in 1961, in commemoration of the expedition. Today the name Shirase also is bearing by the icebreaker operating for JARE by Japanese Maritime Self-Defence Force.

Under leadership of Professor T. Nagata JARE 1 was sent on board the "Sôya", a small ice-resistant vessel of Japanese Maritime Safety Agency, to the Antarctic in 1956. On January 29, 1957 the Japanese Syowa Station was established at 69°00' S, 39°35' E on the East Ongul Island, Lützow-Holm Bay. But afterwards "Sôya" had no chance to come out of the fast-ice and the Soviet icebreaker "Ob" rescued her. In the next summer JARE 2 failed to occupy Syowa because of adverse sea-ice conditions. The members of JARE 1 were evacuated from Syowa by a small aircraft and the US American icebreaker "Burton Island" helped "Sôya" to escape from the strong ice.

In 1961 Japan was one of the original signatories of the Antarctic Treaty.

Syowa Station was closed between 1962 and 1965 because of the decommissioning of the re supply ship "Sôya". The icebreaker "Fuji" (7,760 t in standard displacement) was built, carrying two large Sikorsky S-61A and one Bell 47G helicopters together with about 500 t of cargo and was equipped with shipboard observation facilities.

So Syowa was reopened on February 1, 1966 by JARE 7 and the facilities at the station were expanded to include about thirty buildings, fifty vehicles and two airplanes. Today's main parts of Syowa are shown in Figs. 1 and 2.

In July 1970 Mizuho Station was established at 70°42' S, 44°20' E, 2230 m a.s.l., about 270 km southeast of Syowa and occupied year-round between 1976 and 1985. This station now plays an important role as a supply and air base for observations in inland area.

The commissioning of the icebreaker "Shirase" in 1983 made it possible for JARE to expand the area of its activities and to establish the Asuka Station at 71°32' S, 24°08' E, 930 m a.s.l., north of the Sør Rondane Mountains. Geological field work was done there in summer seasons and research parties overwintered at Asuka from 1987 to 1990.

On February 1, 1995 the inland station Dome F was established at 77°19' S, 39°42' E, 3810 m a.s.l. The first time in 1995 nine members of JARE 36 will stay there over winter and proceed the Japanese deep ice drilling project.

With them presently 40 personnel of the JARE 36 wintering party are engaged in scientific research in the Antarctic.

Usually JARE members are not only affiliated to NIPR but also to several University Institutes, Maritime Safety Agency, Communications Research Laboratory, Ministry of Posts and Telecommunications, Geological Survey of Japan, and Japan Meteorological Agency.

Highlights of former expeditions were rocket observations of aurora, finding of the "ozone hole", an oversnow traverse to the South Pole and inland area, studies of bedrock geology and petrology of metamorphic rocks, and discovery of the Yamato Meteorites in the vicinity of the Yamato Mountains.

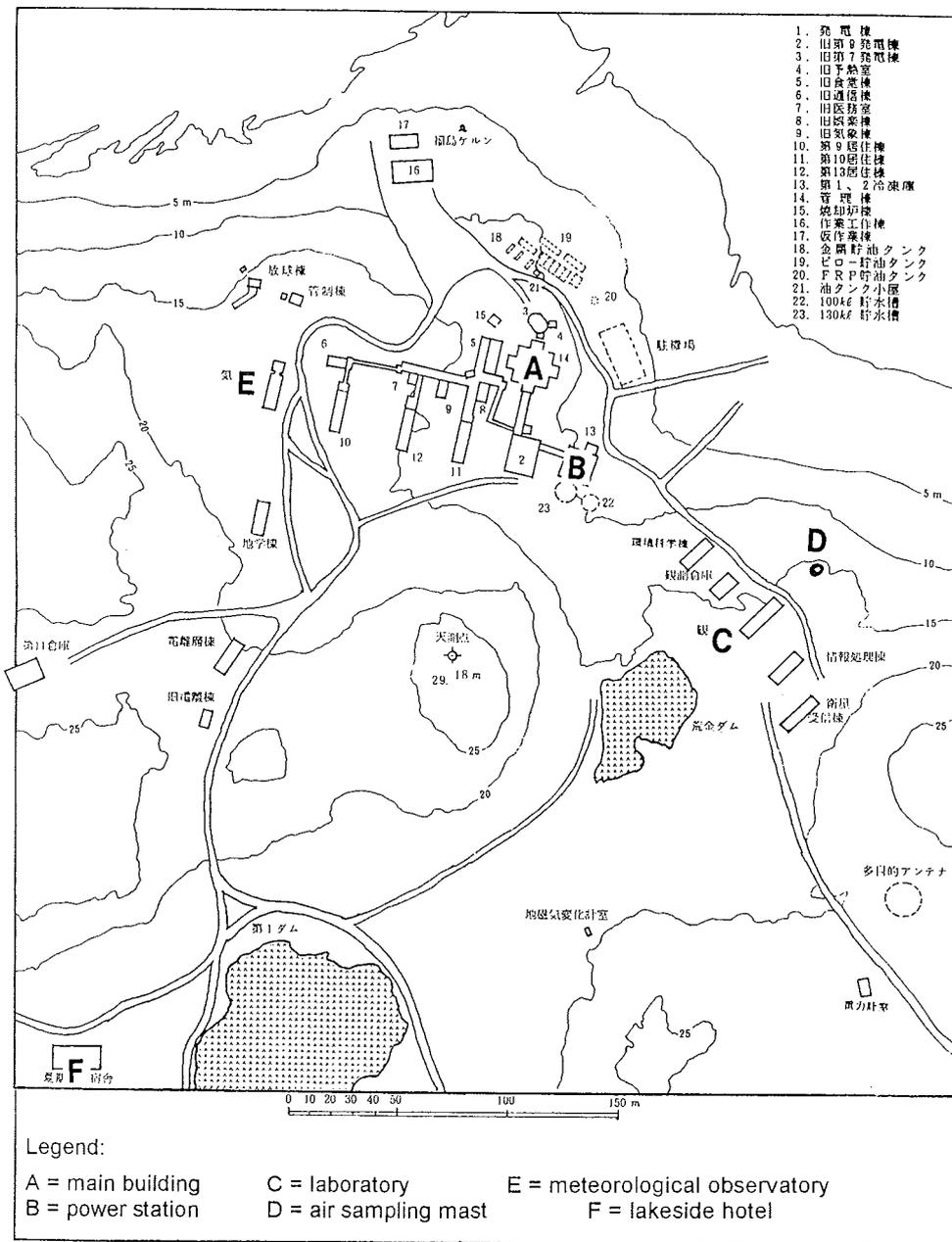


Fig. 1: Main parts of Syowa

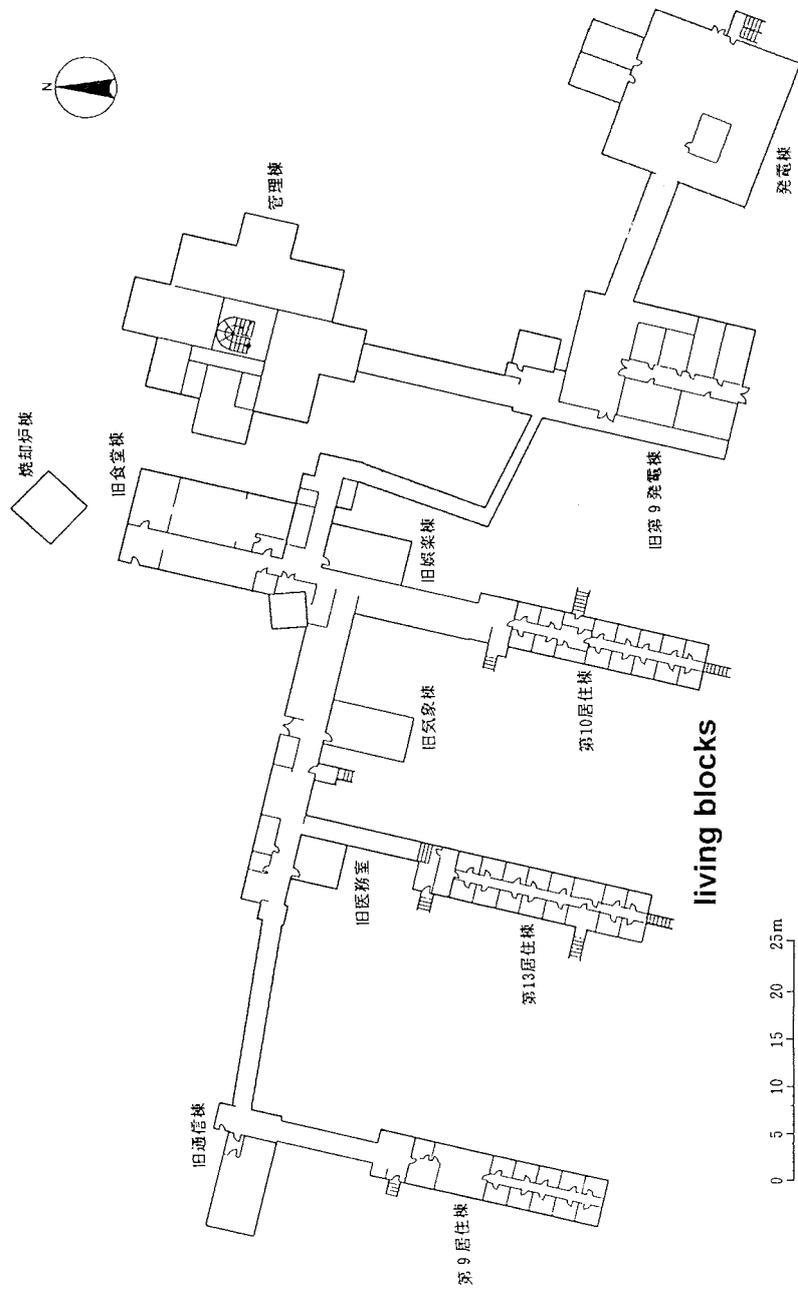


Fig. 2: The heart of Syowa

7 ICEBREAKER "SHIRASE"

7.1 Mission

Carrying observation members and supplies to the base in Antarctica.
Conducting all sorts of ocean observations in the Antarctic area and on the way to and from Antarctica.

7.2 Characteristics

Being able to break continuously the ice of about 1.5 m thickness at 3 knots and to operate and control rapidly the engines by diesel-driven generator (AC-R-DC system).

Electronic computer system for meteorological analysis and engine operating and controlling.

Anti rolling device, helicopter loading equipment, atmospheric and marine research apparatus.

Particular

Ship name: Shirase (AGB 5002), diesel-electric powered icebreaker

Nickname: White Queen, signed: W/Q

Call sign: JSVY

Standard displacement 11,600 t

Displacement (normal) 17,600 t

(full load) 19,000 t

Length 134 m

Maximum width 28 m

Depth 14.5 m

Draft (maximum) \approx 9.8 m

Ship's officers & crew 174 men

Observation party \approx 60 men

Speed (maximum) 19 knots

Range 25,000 miles at 15 knots

Engine Electrical Diesel

Propeller shaft 3

Shaft horsepower 30,000 PS

Aviation (helicopter) large class 2 Sikorsky S-61A

small class 1 Hughes OH-6D

Armament None, except small arms

For picture, side sketch and sailing schedule see Figs. 3, 4, and 5.

7.3 Itinerary 1994/95

Arrival	Place	Departure
	Tokyo	14 November 1994
28 November 1994	Fremantle	3 December 1994
11 December 1994	Antarctic Treaty Area	14 March 1995
21 March 1995	Sydney	27 March 1995
13 April 1995	Tokyo	

For co-ordinates determined by GPS or NNSS and some other details of the cruise see Tab. 1.

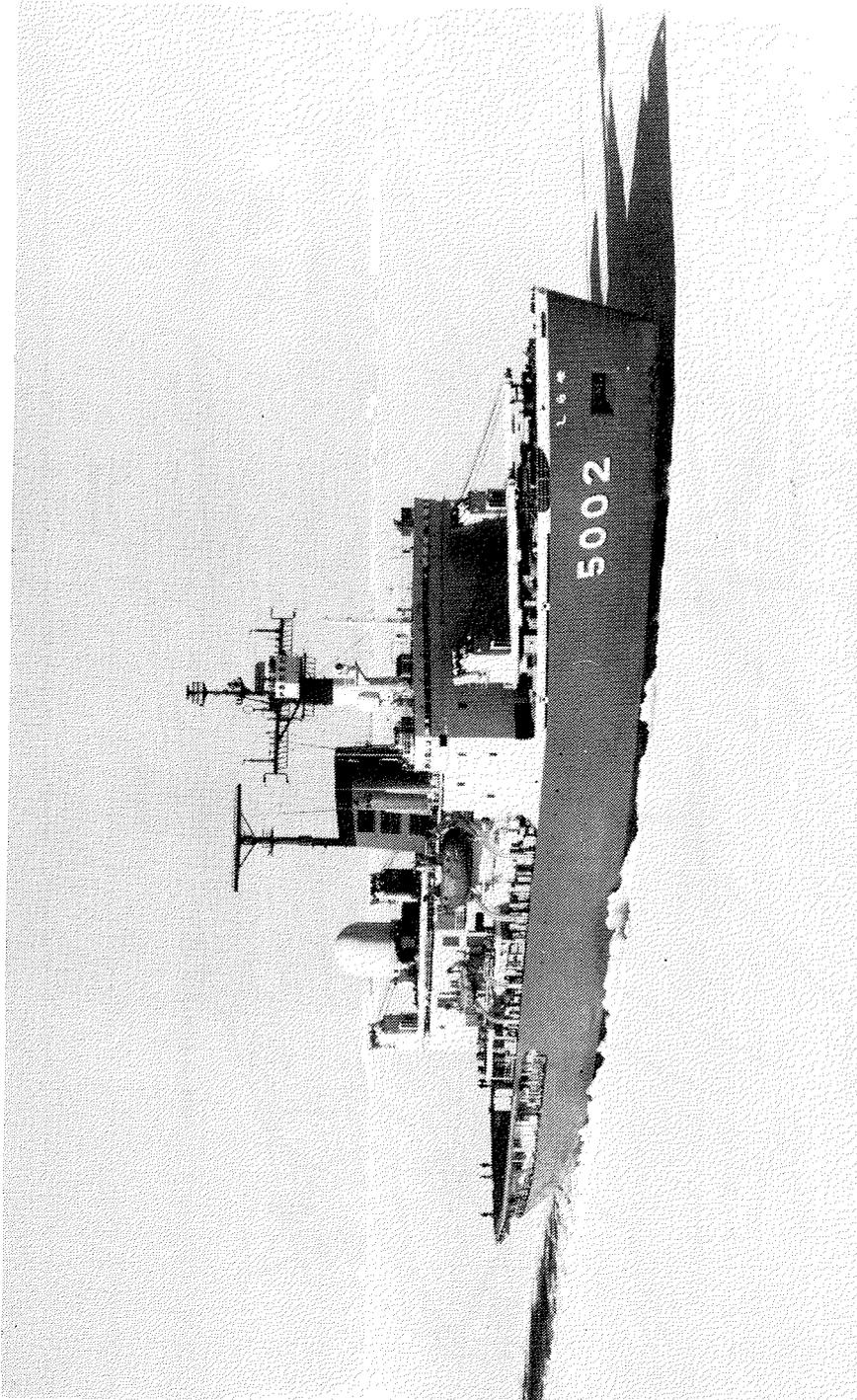


Fig. 3: Picture of "Shirase"

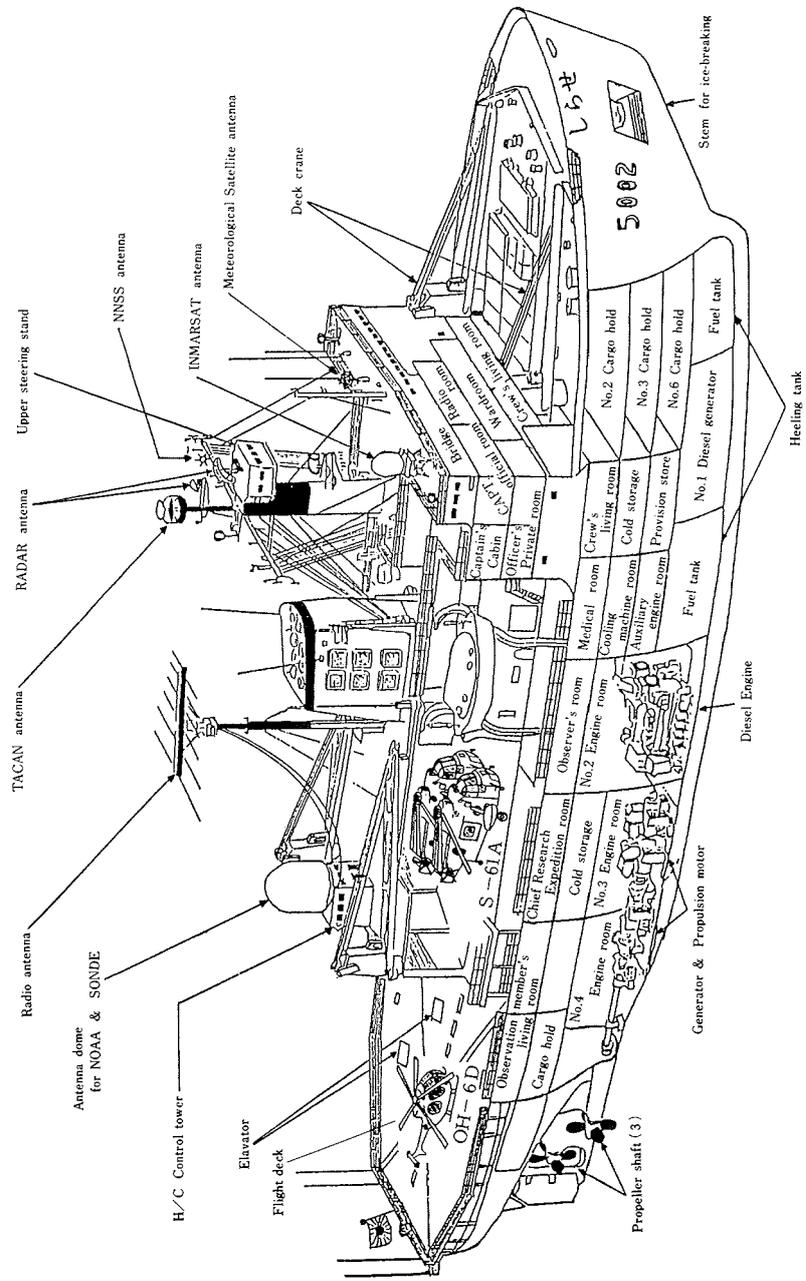


Fig. 4: Side sketch of "Shirase"

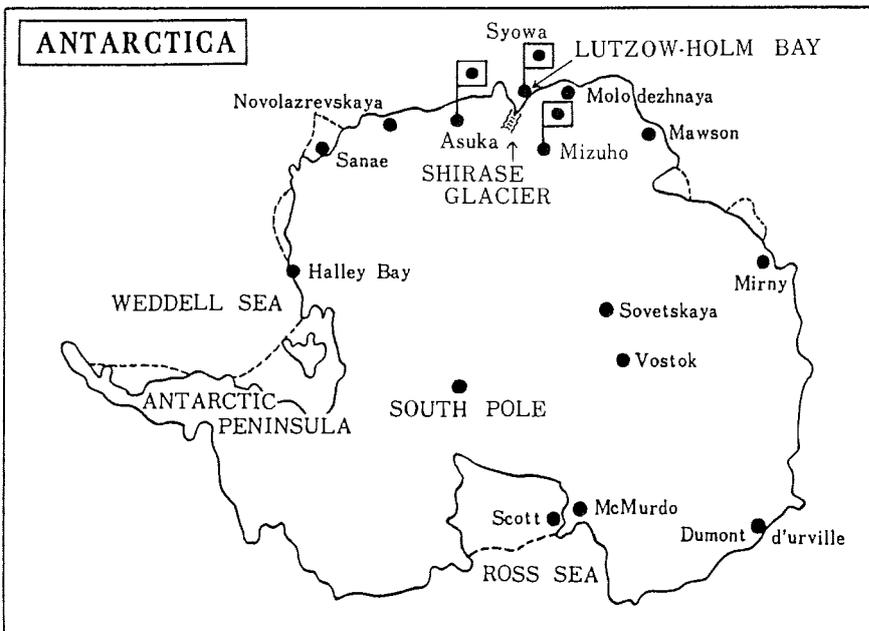
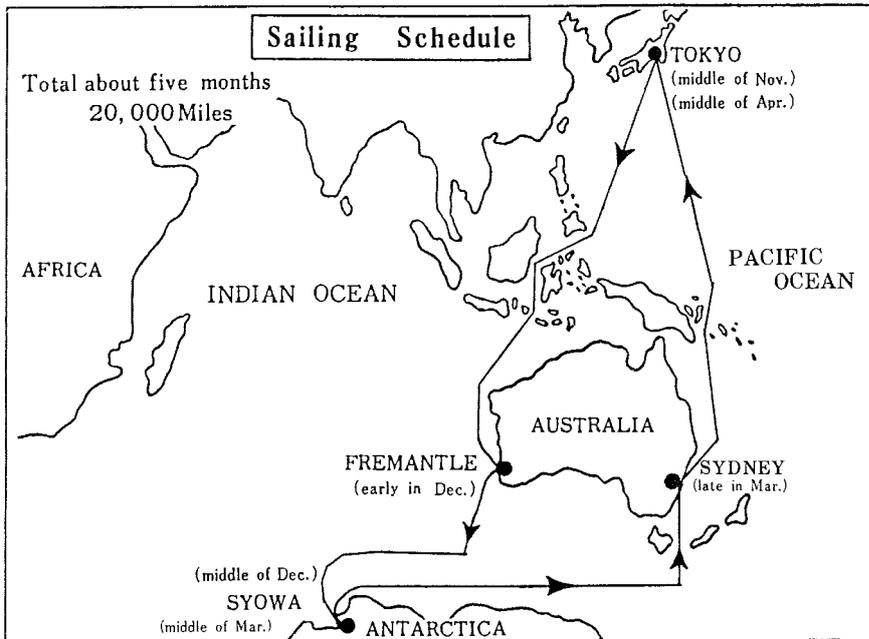


Fig. 5: Sailing schedule and station map

8 SCIENTIFIC PROGRAM OF JARE 36

8.1 Shipboard observations from November 1994 to March 1995

8.1.1 Upper atmosphere physics

Ionosphere by VLF phase measurement (12.8 and 13.0 kHz), TEC measurement (150 and 400 MHz).

8.1.2 Marine meteorology including atmospheric chemistry

Surface synoptic observations by ordinary marine-meteorological instruments. Aerological sounding at 00:00 and 12:00 GMT by rawin system JMA-D55B and radio-sonde JMA-RSII-56.

NDIR measuring of atmospheric CO₂ concentration and CO₂ partial pressure in sea water.

DASIBI surface ozone monitoring.

Measurement of atmospheric turbidity by sun photometer.

8.1.3 Physical, chemical and biological oceanography

Temperature and salinity measurements by XBT, CTD and salinometer.

Current measurement by surface drifting buoys with XCP (expandable current profiler).

Vertical serial water sampling in Niskin bottles.

Coulometric total carbonate measurement.

Chemical analysis of sea water by continuous flow analyser.

For particular oceanographic activities see Fig. 6 with observation sites during ship cruise.

8.1.4 Marine biology

Measurement of chlorophyll A and diluted oxygen content, pH and particles by continuous surface water sampling and analysing system.

Ecological studies of phytoplankton and zooplankton by NORPAC net.

Ecological studies of fish and benthic animals by beam trawl net and bait traps.

For particular marine biochemical analyses see MIDORIKAWA and TANOUE (1994).

8.1.5 Marine geophysics

Sea gravity measurement by NIPORI-type sea gravimeter.

Geomagnetic survey with three-component fluxgate magnetometer.

8.2 Summer field work in the vicinity of Syowa

The summer season in Syowa Station was preferably used for construction and renovate work. Only few scientific projects were carried out at that time.

8.2.1 Geodesy

GPS and tide measurements.

8.2.2 Geophysics

Gravity measurements around Syowa by a transportable field gravimeter.

8.2.3 Geomorphology and geology

Geological and petrologic survey at Austhovde, Cape Omega, Langhovde, Oku-iwa Rock, Rundvågskollane, Skallen, and on Ongul Islands.

8.2.4 Terrestrial biology

Sampling of mosses at Langhovde, Skarvsnes, and in the vicinity of Syowa.

Micro biological investigation of natural and artificial soil bacteria around Syowa.

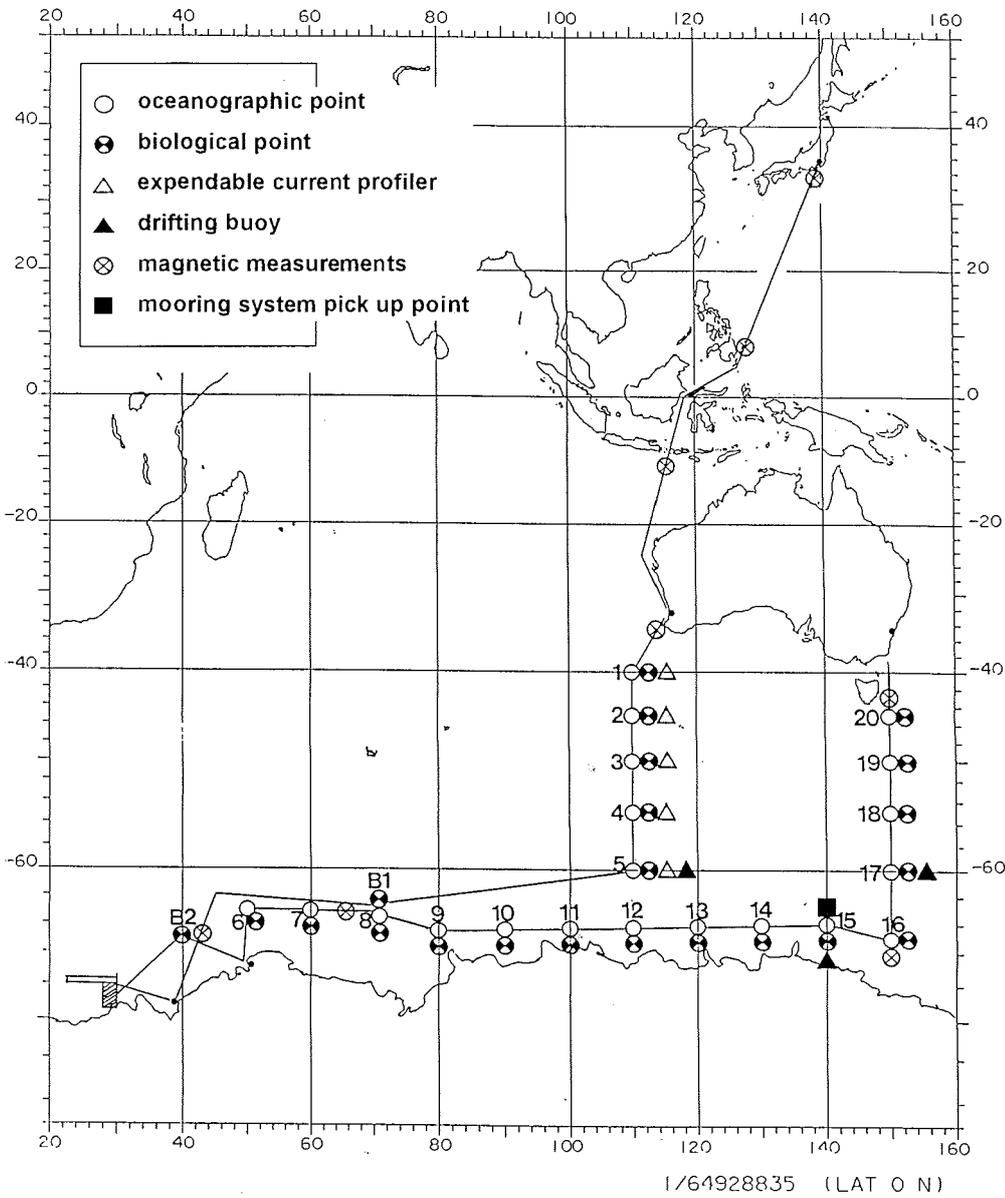


Fig. 6: Oceanographic observation plan by JARE 36

8.3 February 1995 to January 1996 at Syowa and its vicinity

8.3.1 Upper atmosphere physics

Aurora australis by all-sky camera, meridian scanning photometer (630.0 and 577.7 nm, H β), 7 color photometer (427.8, 557.7, 589.6, 630.0, 669.0, 777.4 and 844.6 nm), all-sky SIT TV camera, Fabry-Perrot Doppler imaging system and HF radar system.

Ionosphere by vertical ionosonde (10 kW), HF Doppler measurement, riometer (20, 30 and 45 MHz), imaging riometer (30 MHz), radio wave receiver (JJY signal intensities at 8 and 10 MHz), VLF omega signal recorder (10.2 and 13.6 kHz), VHF Doppler radar (50 and 112 MHz), TEC measurement (150 and 400 MHz, 1.2 and 1.5 GHz).

Natural VLF wave by VLF multi channel intensity recorder (0.35, 0.75, 1.2, 2, 4, 8, 30, 60 and 95 kHz), VLF wide band recorder (0.1 - 100 kHz), VLF direction-finder.

Geomagnetic variation by three-component fluxgate magnetometer, three-component induction magnetometer and proton magnetometer.

EXOS-D satellite data acquisition systems (S band).

8.3.2 Meteorology

Surface synoptic observation (compare copies under 7.4)

Aerological sounding twice a day at 2:30 and 14:30 local time (GMT + 3 h) with rawin system JMA-MOR22, radio-sonde JMA-78 (1680 MHz) and automated meteorological observation system.

Radiation is measured by pyrhelimeter, pyranometer, sun photometer, radiometersonde and Brewer spectrophotometer.

The optical depth is measured by sun photometer type EIKO MS 120.

Ozone measurements with Dobson spectrophotometer and ozone-sonde JMA-RSII-KC79D.

NOAA-11, NOAA-12 and METEOSAT satellite data acquisition systems.

8.3.3 Atmospheric chemistry

Monitoring of CO₂ by NDIR analyser and gas chromatographic monitoring of CH₄. Monitoring of NO₂ by visible spectrometer and of surface ozone by DASIBI ozone monitor.

In-situ CO₂ extraction from the atmosphere for isotope measurements (C-13 and O-18) by a new automatic CO₂ extraction system with liquid nitrogen.

Air sampling with stainless steel bombs under deep cooling and high pressure for CO₂, CH₄, CO, N₂O, CFC, O₂ and their isotope measurements.

Preliminary experiments for balloon-borne stratospheric air sampler with special balloons, radar reflector and rawin sonde to recover by assistance of helicopter.

8.3.4 Biology

Monitoring of soil algae and soil bacteria by sampling in sterilised plastic bottles. Monitoring of SSSI No. 22 by data logger of micro-meteorological observation. Ecological monitoring of lakes by pressure gauge for measuring the water level..

Population census of penguins and Weddel seal.

Sampling and investigation of mosses.

Study of sea ice ecology and flux by a vertical profiling system of primary production.

8.3.5 Human biology and medicine

Physiological adaptation to cold environment by blood examination apparatus.

8.3.6 Oceanography

Tide observation by SWL-7 type tide-gauge and oceanographic observation under sea ice with the CTD (conductivity, temperature, depth) system.

8.3.7 Geophysics

Seismological monitoring of natural earthquakes by electromagnetic short-period seismograph (three components, natural period of pendulum 1 s), electromagnetic long-period seismograph (three components, natural period of pendulum 12 s), and STS-1 three components wide-frequency and high-dynamic range seismograph.

Gravity observation by superconductivity gravimeter GWR Instruments model TT-70 (cooled down to 4 K with liquid helium) and absolute gravimeter (FG5).

GPS observation by Turbo-Rogue GPS receiver.

8.4 At and en route to and from Dome F

8.4.1 Glaciology

Electro-mechanical deep ice drilling.

Ice core analyses by band saw and ECM apparatus.

Glaciological field survey by GPS receiver and Wild T-2 precision theodolite.

Accumulation observation by aid of snow stakes.

Temperature distribution and stratigraphic observation with Pt 100 sensors.

Surface snow temperature measurement with infrared thermometer.

Measurements of density and liquid water content of snow by "Snow Fork".

Surface evaporation and condensation by precision balancing apparatus.

Snow sampling in plastic bottles.

8.4.2 Meteorology

Surface synoptic observations by ordinary meteorological instruments and by automatic weather stations at Mizuho, relay point MD364 (intermediate camp), and Dome F, as well as new installation of AWS systems at H21, MD180, and MD550 (for locations see KAMIYAMA, K. et al., 1994).

8.4.3 Atmospheric chemistry

Air sampling in glass flasks with a special apparatus (NASA program).

8.4.4 Human biology and medicine

Physiological adaptation to cold environment by special tests and blood examination apparatus.

8.5 Particular events and observations

- The sea ice condition was given in a schematic figure on Dec. 14, 1994, to support the operation of Shirase (s. Fig. 7).
- A blizzard was predicted at the end of the year 1994 over Syowa by evaluating NOAA satellite images (s. Figs. 8 and 9).
- On January 16, 1995 the earthquake in Japan, centred at the port of Kobe, was recorded at Syowa by seismic measurements (s. Fig. 10).
- Bone density of expedition members (s. Fig. 11) was measured by ultrasound bone densitometer to find relationships to sunshine intensity, temperature and altitude (especially after long time stay at Dome F). It is known that the bone density decreases with age and vitamin D deficiency and that sun radiation stimulates vitamin D production.

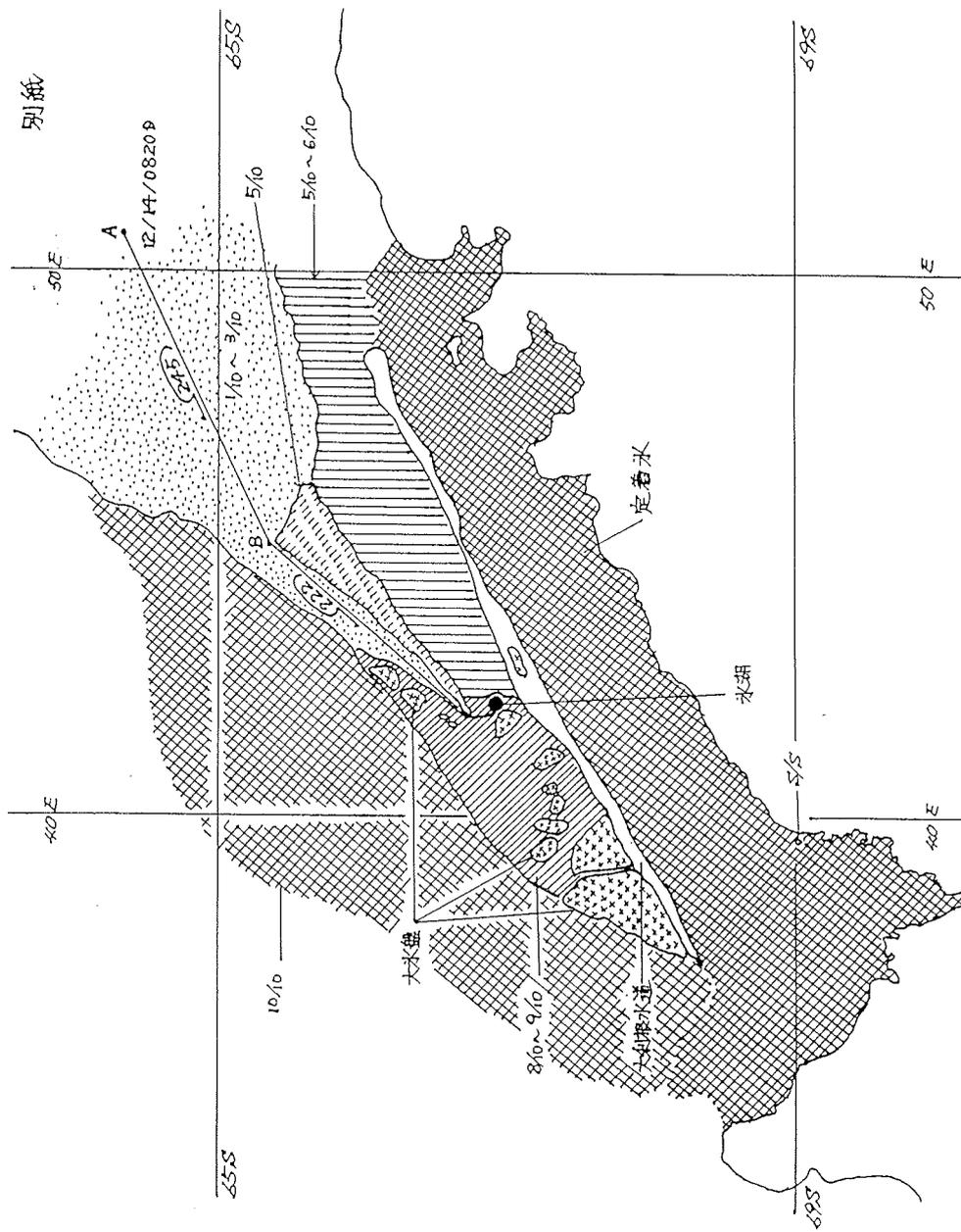


Fig. 7: Sea ice condition scheme

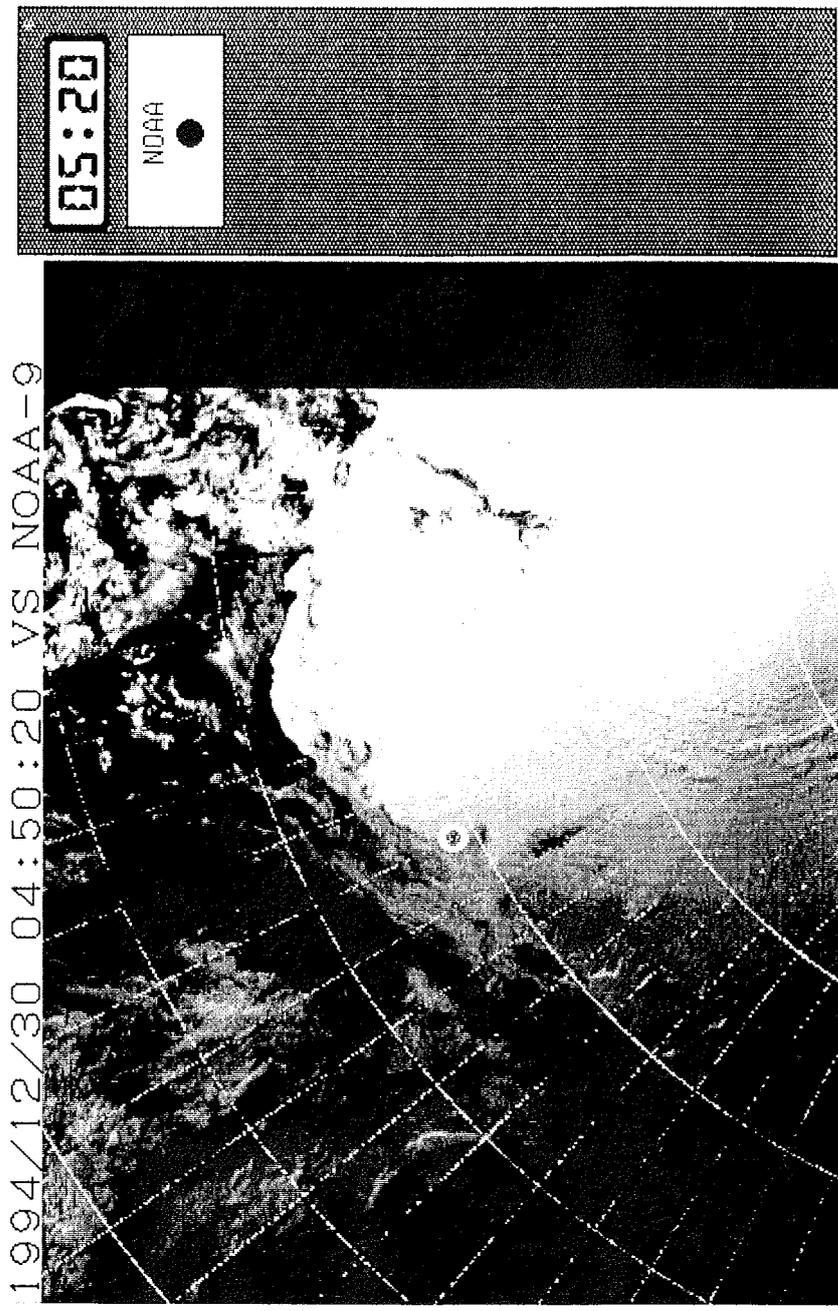


Fig. 8: NOAA satellite image

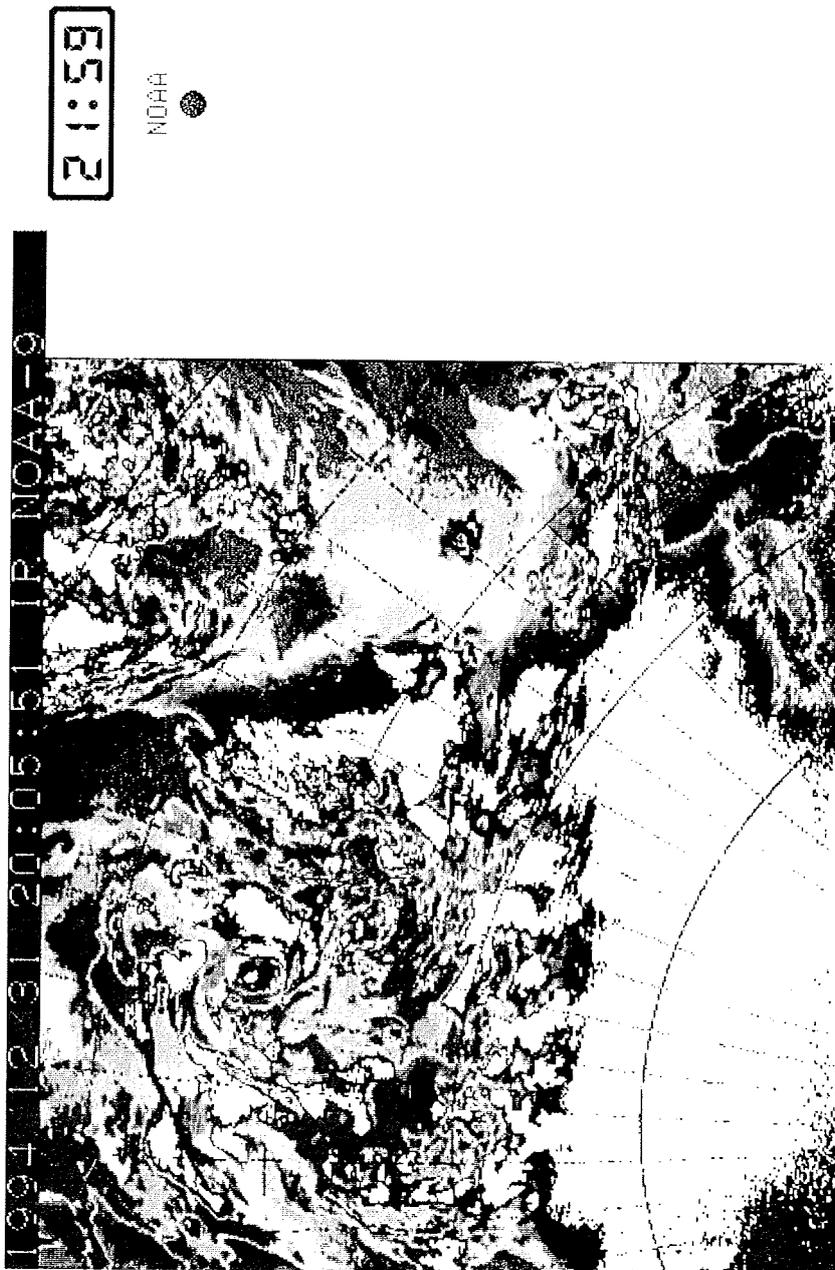
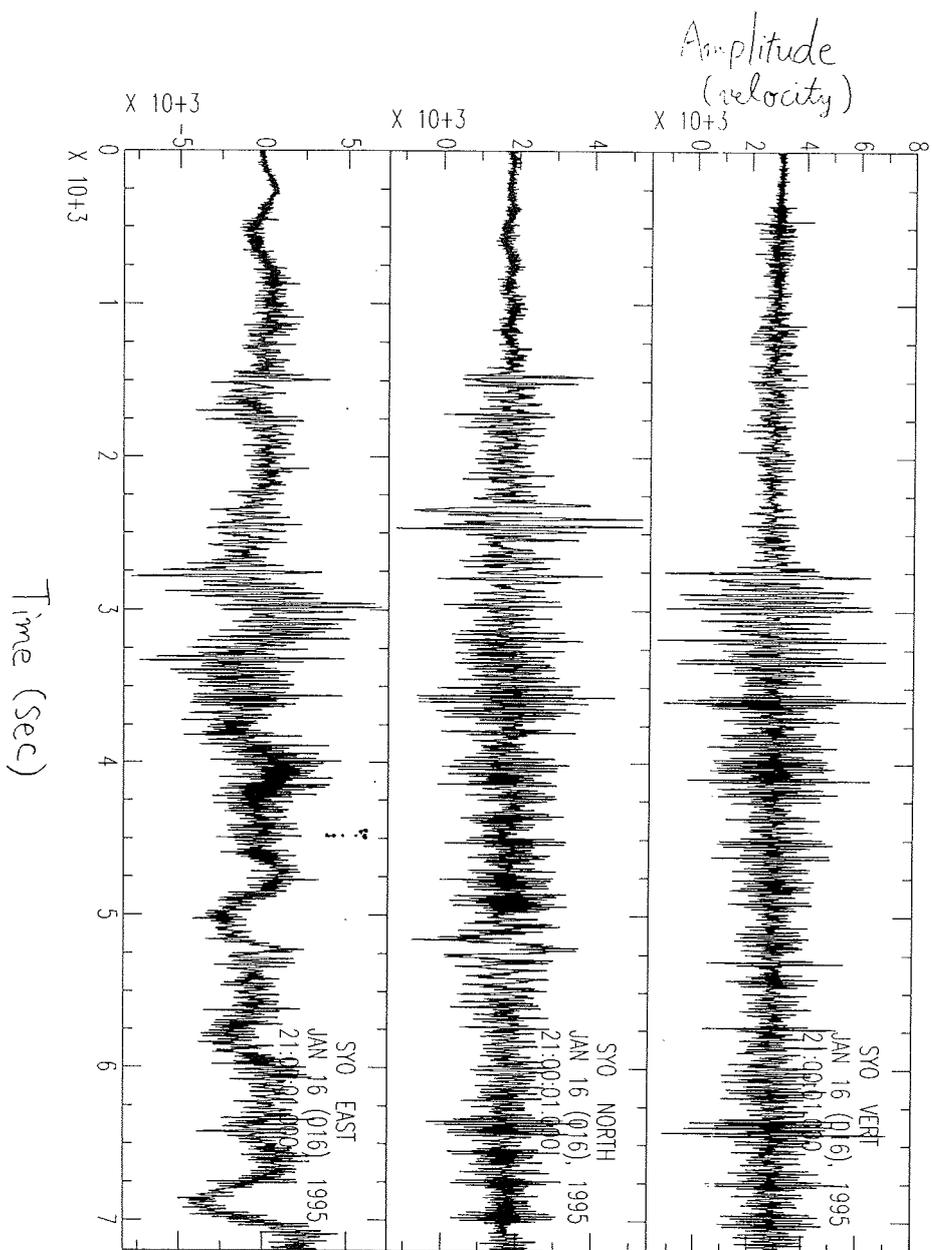


Fig. 9: NOAA satellite image

Fig. 10: Seismic measurement on January 16, 1995



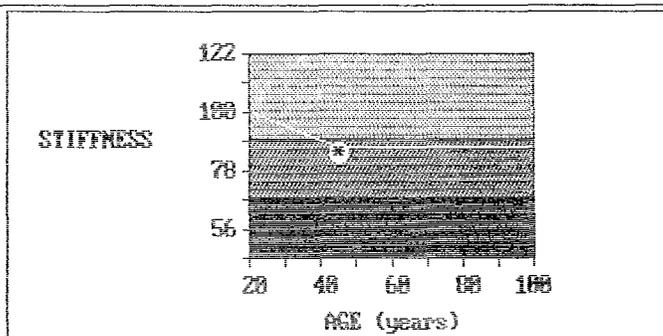
ULTRASOUND BONE DENSITOMETER
JARE35 IN SYOWA STATION

PATIENT ID:
NAME: SCHWARTZ, GUENTER

SCAN: 1.5c 02/27/95
ANALYSIS: 1.5c 02/27/95

ID:

Scan Date: 02/27/95



STIFFNESS	85 ± 3
% Young Adult ²	85 ± 3
% Age Matched ³	98 ± 3
Osteoporotic Centile	4

LUNAR®

Selected Heel: Right

Age (years).....	45	Weight (kg).....	68.0	Ethnic.....	White
Sex.....	Male	Height (cm).....	176	System.....	1123
STIFFNESS.....	85	SOS (a/s).....	1319	BOA (dB/MHz).....	119

Measurement	Young Adult ²		Age Matched ³	
	%	Z	%	Z
Stiffness	85	-1.39	98	-0.14

1 - See appendix E on precision and accuracy. Statistically 68% of repeat scans will fall within 1 SD.
2 - USA Reference Population, Age 20.
3 - Matched for Age, Weight, Ethnic. See Appendices.

Fig. 11: Ultrasound bone densitometer measurement

9 AWI PART IN JARE 36

Conventional sampling of precipitation and air humidity sampling on molecular sieve by special equipment at the Japanese Antarctic stations Syowa, Mizuho and Dome F as well as on board of the icebreaker "Shirase" in collaboration with the JARE 36 summer party 1994/95.

9.1 Scientific background

Investigation of the temporal and spatial distributions of stable isotopes in tropospheric water vapour (air moisture), precipitation, and surface water in Antarctica.

The temporal and spatial variations of the deuterium/hydrogen isotopic ratio of tropospheric air masses circulating above the southern oceans and the Antarctic continental ice sheet have not been systematically investigated so far. These ratio is controlled by condensation processes in higher tropospheric altitudes as well as by evaporation of humidity from the ice/snow/water surfaces into air of the tropospheric boundary layer. The variations of the contents of deuterium and O-18 isotopes of air humidity and precipitation are assumed to be chiefly associated with these processes at respective locations along a traverse profile from the Antarctic coast towards south.

Investigations of the isotopic composition in terms of $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$ of atmospheric humidity and precipitation in different regions show immense temporal and spatial variability. This is explained by the different conditions and sites of the marine origin as well as by the changes of the amount of moisture due to condensation, precipitation and exchanges with other air masses during the transport and, last but not least, by the different conditions over the continental surfaces at the sampling sites.

For regions of the polar ice caps it is known, that wet air masses flowing above the boundary layer pole wards have been cooled down and the heavy isotopes were preferably deposited in the falling snow, so that the remaining humidity becomes lighter. The dry-cold air is streaming backwards down over the ice surface with katabatic winds and contains a humidity mixed with surface evaporates and with evident lower d-values.

Because of regional tropospheric circulation, information about development, transport and condensation over the Antarctic continent is only obtainable by long-term synchronous recording of air humidity in several altitudes up to the free troposphere and precipitation as well as of meteorological and aerological parameters together with the evaluation of weather charts and satellite images.

The installation of automatically controlled air moisture samplers on the inland ice slope of Antarctica is a possibility to take samples from different heights and to solve the question if and how the deuterium content is systematically different between the coast line and the higher continental areas.

Sampling of air humidity can be realised by means of molecular sieve filled in glass sample traps. The new sampling instrument is equipped with a changeable magazine for 12 such sample traps. Two instruments were designed for automatic operation at Dome F and at Mizuho and a third one for manual and automatic operation in the vicinity of Syowa. By this way it became possible to accomplish simultaneous sampling at three locations in different altitudes.

For sampling sites see Fig 12, and for the radar ice thickness measurements shown in there see KAMIYAMA, K. et al., 1994.

The following chapter was mainly written for JARE 36 members, which have taken care of air moisture sampling.

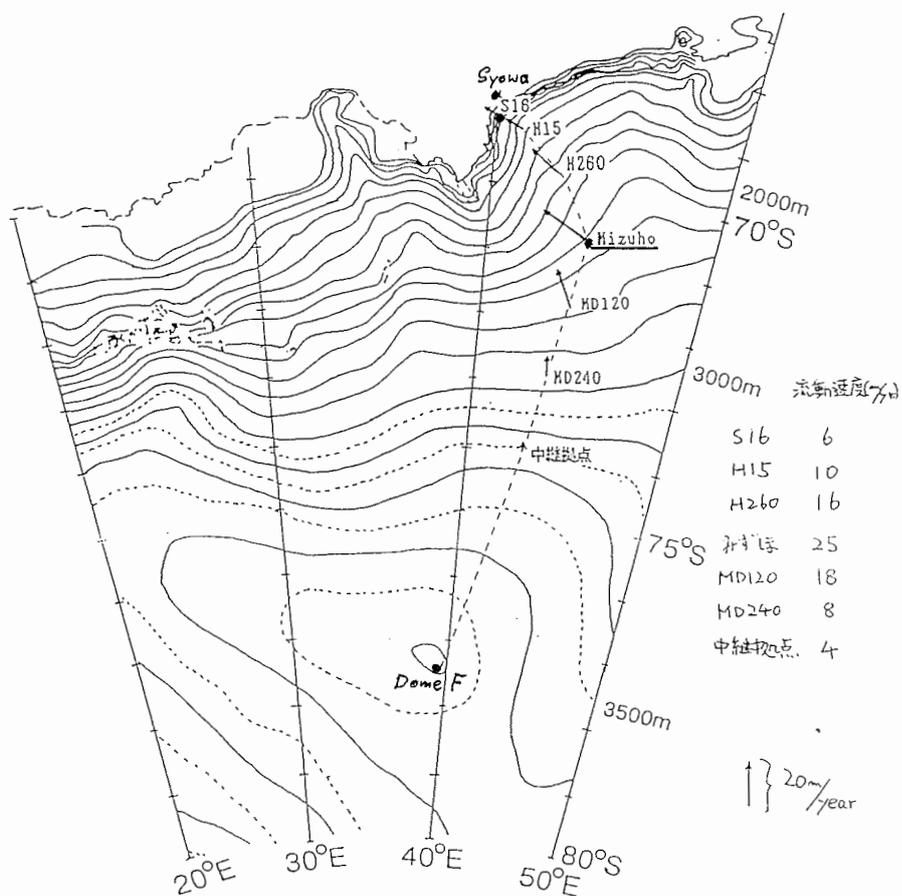
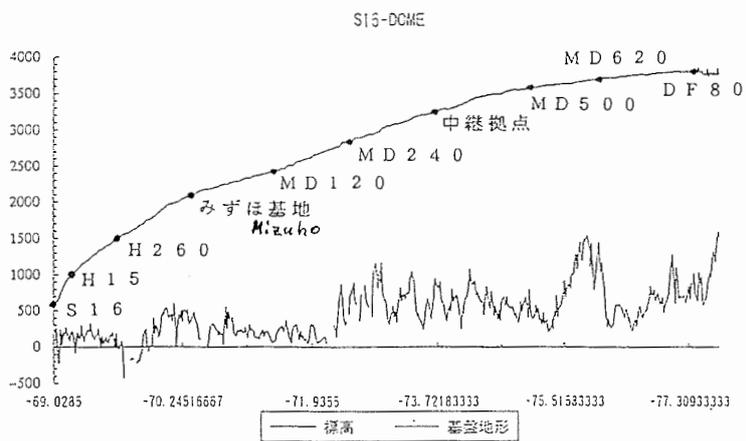


Fig. 12: Air moisture sampling sites

9.2 Equipment and instructions

There exist 3 automatic air moisture samplers, each with changeable magazines for 12 sample traps, filled with molecular sieve (compare Fig. 13). This automatic equipment was developed for the atmospheric water vapour sampling program in collaboration with the 36th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE 36), 1994 - 1996.

9.2.1 Main measures and parts:

Dimension (outside): long 45 x wide 30 x high 18 cm
Weight (with power sources): about 20 kg
Direct current: 15 V by Li-battery-block or DC power supply
Sampling mode: equidistant in time or according particular sampling schemes, controlled by a microprocessor inside, to dial by a laptop or other PC as terminal.

it contains:

14	magnetic valves (Bürkert)
5	primary elements (type G62, Silberkraft)
2	pressure indicators (level control, Miele)
1	micro vacuum pump (DC12/18NK, Fürgut)
1	magazine with 12 sample traps
1	electronic controller

9.2.2 Sampler handling:

Since the apparatus contains a magazine, it is possible to take samples according a distinct time table without manual assistance over some time. However, the magazine has to be changed, when 12 samples will be collected. Also a working check should be advisable then and when.

For this reasons, the apparatus needs sometimes a terminal, i.e. it must be connected with a computer. A particular cable is provided for the connection of the sampler with a laptop or PC. The computer is used as an terminal only and must have suitable software, like WINDOWS or NORTON COMMANDER, to start the communication with the microprocessor of the sampler. Then some menus will be given on the screen. Following this menus, date and time, a timetable for sampling and some services can be set or checked as well as corrected or extended. Also a manual controlled sampling is possible.

Communication procedure in detail:

1. connect sampler and computer with the cable
2. chose the software to use the computer as terminal
WINDOWS / ACCESSORIES / TERMINAL, if not already done, set terminal emulation VT100 or ANSI and communication options: COM 1: 9600,8,N,1 (9600 baud, 8 data bits, no parity check, 1 stop bit, Xon/Xoff) or easy open the terminal file "schwarz.trm", space -----> MAIN-MENU
or c:\NC\nc to open the NORTON COMMANDER, then function key F9 /
Commands = Befehle / Terminal, space -----> MAIN-MENU
3. follow the menus of the microprocessor
4. if all is done, exit the main-menu and the terminal software
5. disconnect sampler and computer

Points 4. and 5. are not essential for perfect sampling, i.e. menus like "clock", "timetable" or "manual control" can be opened to correct or supervise equipment actions.

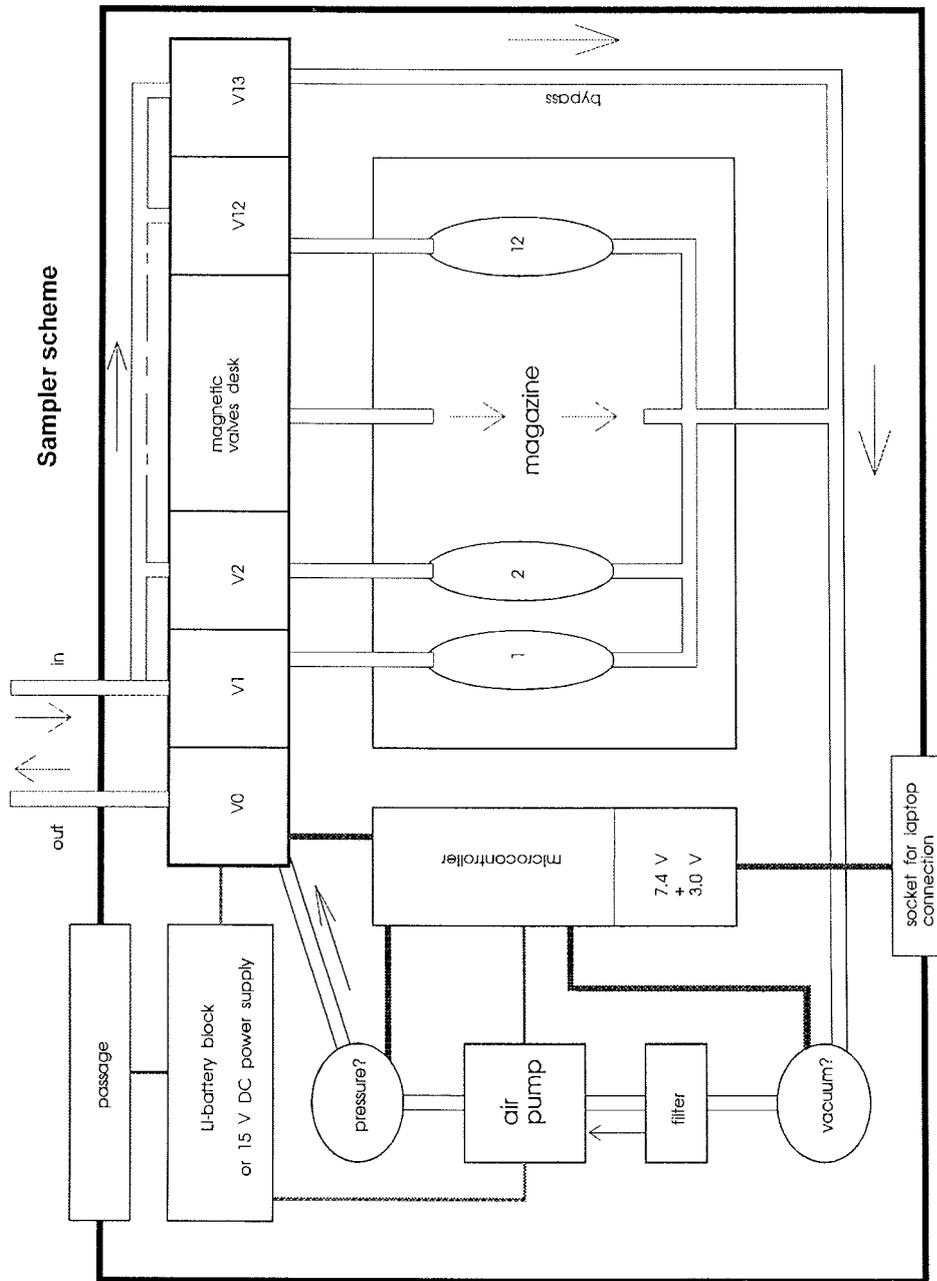


Fig. 13: Sampler scheme

Installation:

1. Look for a suitable place to install the sampler - preferable in a not so cold room away from the power station or other air wasting sources, at least not in the prevailing wind direction from such sources.
2. Fix the sampler box vertically.
3. Remove the small black air in/out caps and use silicon tube without fold for air inflow from outside the room.
4. Remove the red cap and plug in the cable to connect with a laptop or PC.
5. Execute some checks of the valves and the pump (see menu service / manual control).
Don't forget to close all valves and to switch off the pump before leaving this menu!
6. Disconnect the sampler and put on the red cap again.

Normal work:

The equipment was tested in a climate room at -30°C and during a first field campaign in February 1994 at Ny-Ålesund, Spitsbergen. All possible preparations, timetable inputs etc. are done in advance. Therefore only magazine exchange and supervising (see menu manual control) are necessary.

Magazine exchange:

1. Open the front lid of the sampler by aid of a screw-driver (turning left).
2. Use the stick-key to untie the magazine by turning left.
3. Put off the lid slab of the new magazine, exchange the magazines, put on the lid slab on the used magazine.
4. Turn the stick-key right until stop to tighten the magazine in the sampler.
5. Close the front lid by turning the screw-driver right and connect with a laptop.
6. Execute the menu exchange magazine and check the timetable and the clock.
7. Disconnect.

Trouble shooting:

If there is no or no complete noise during sampling time (usually the magnetic valves make a "click" at reaction and the pump sounds silent), then the manual control should be used to check the reactions of the valves and the pump. Try to close and open the hanging valves many times and check also the DC voltage or increase the voltage up to maximal 15 V. Should that not be helpful then locate the sampler in a warm room, open the front lid and try it again after an hour or so. If still the pump will not work then an exchange is necessary. If a magnetic valve will not work then there are the possibilities to disable this probe (see menu) or to exchange the valve.

Since the protocol part of the software is not complete till now, hand-written remarks should be given, especially in the cases of changing the timetable or of serious troubles.

To document defects of the sampler, there is also the possibility to record the menus by aid of "Mitschnitt" (Alt+F1) in the Term90 program of the NORTON COMMANDER. You only have to put in a file name (*.LOG). With "Mittschnitt-pause" (Alt+F2) a break is possible and advisable when the menu manual control is running for a while.

In WINDOWS / TERMINAL is there another possibility to copy the buffer in a text file by "Select All" + "Copy" (now is the buffer in the clipboard). Choose the NOTEPAD or other text editor like WORD for WINDOWS, select "Paste" and "Save As ..." by giving any name.

Additional remarks to the menus:

MAIN-MENU

Clock:

Date and time should not be changed, because the three samplers are pretended to collect air moisture synchronously at different sites and altitudes. Time in use: GMT + 3 h (local time at Syowa station)

Timetable:

This table serves as an editable time schedule for sampling and allows to check how many probes are done, busy, waiting or not used. The timetable for JARE 36 is already prepared and should not be changed.

One exception could arise - the new initiation after exchange of controller battery (see initialise) deletes the timetable and demands new entries (a copy of the prepared timetables is enclosed!).

In the case of a new entry there is the possibility to select the same sampling time in following days by "repeat" > 0 (how often) and "interval" (days) > 0. The input 00 for "repeat" leads to a next independent entry.

All entries will be sorted according ascending time. Between the entries must be a minimal spare time of one minute. The maximal sampling duration is 23 hours and 59 minutes.

Example timetable Mizuho (repeat = 11, interval = 02, i.e. only 1 entry!):

TIMETABLE MAGAZINE 1

```
=====
      start time          duration
probe  yy.mm.dd  hh:mm:ss  hh:mm  status
-----
   1    95.01.09   18:00:00   18:00   done
   2    95.01.11   18:00:00   18:00   done
   3    95.01.13   18:00:00   18:00   done
   4    95.01.15   18:00:00   18:00   done
   5    95.01.17   18:00:00   18:00   done
   6    95.01.19   18:00:00   18:00   done
   7    95.01.21   18:00:00   18:00   done
   8    95.01.23   18:00:00   18:00   done
   9    95.01.25   18:00:00   18:00   done
  10    95.01.27   18:00:00   18:00   done
  11    95.01.29   18:00:00   18:00   done
  12    95.01.31   18:00:00   18:00   done
-----
```

- Protocol:** Is only prepared but still not used.
- Service:** Leads to the service menu.
- Exit:** Quit the program.

SERVICE MENU

Reset timetable:

Deletes the time tables of all magazines and should never be used during JARE 36.

Disable probes:

If a magnetic valve does not work, then is there the option to disable this probe position till it will be enabled again after reactivating or exchange of the valve, i.e. it influences not only the actual magazine but also all the following ones.

Exchange magazine:

Delete the timetable magazine 1 and the following timetable numbers will be reduced by 1.

This action is necessary after magazine exchange, because only timetable magazine 1 will be executed.

Manual control:

Should be opened then and when to check the perfect sampling (two valves must be opened and the pump sign must turn) or out of sampling time to check the function of the valves by opening and closing and the pump by switching on and off.

The pressure and vacuum indications are not true (were designed for defect searching) and the voltage and current flow are not measured.

Don't forget to close all valves and to switch off the pump before leaving this menu!

Initialise:

Is already done and should only be used when an exchange of the 7.4 V battery of the controller had to be done. Doing this the valves must make "click" (14 times) and the timetable will be reset. Therefore it demands also new settings of sampling time (see timetable menu) and a check of the clock.

Sampling course:

At the time according the timetable, valves 0 (exit) and 13 (bypass) will be opened, the pump starts and the silicon tube will be spoiled for 3 minutes. During this 3 minutes no actions in the menus are possible and also the pump and valve signs are inactive in the menu manual control. After this, the proper water collection begins by closing valve 13 and opening valve 1, 2, 3, ... or 12 (entrance) and will stop according the duration input in the timetable.

Notice, that two valves must be opened!

0 and 13 during spoiling time (not visible in the menu manual control!),

0 and one of the valves 1 to 12 during sampling time.

The "clicks" of the valves can acoustically be recognised and there must be also the silent noise of the pump!

9.2.3 Some construction details

Program:

The software is programmed in the E-Prom of the micro controller and is available in the terminal mode of a laptop.

Normally the processor is sleeping. In three cases it will wake up:

1. when the connection plug is in the outer socket,
2. when the front lid is open, and
3. when it is sampling time.

To be economical with battery power, it is advised to close the front lid and to disconnect.

Batteries:

1. Lithiumthionylchlorid battery block (15 V / 150 Ah) for the pump and the valves
2. two 3.6 V Li-batteries for the controller
3. two 3 V Li-batteries for the processor and the clock of the controller

If the voltage for the controller at plug J1 (orange two pole plug with red wire = + and blue wire = -) decreases below 5 V, please exchange both red Li-batteries or connect 7.5 V over the condenser by aid of DC power supply. Afterwards an initialise is necessary, the timetable must be set new, and the clock should be checked. That is necessary in each case when the current for the controller was switched off for a moment.

Power supply:

With "Power Max" for the 100 V up to 220 V transformation and "Votcraft" rectifier to supply 12 VDC by a CANNON plug (s. J6 under plugs and Fig. 14).

Attention: Don't change the polarity of the rectifier!

For continuous working with power supply a passage is prepared on the top of the box. Exchange the seal by a rubber ring, extract the plug from the wires and bring the wires through the passage, solder on the plug again (notice the polarity) and plug in.

Unfortunately it was realised now that magnetic valves works better with higher voltage.

Therefore it is advised to use another DC power supply with 14 to 15 V!

Plugs (see Fig. 14):

- J1: orange (2 poles) - battery for the micro controller (7.4 V)
- J2: orange (4 poles)
- J3: from outside, for the connection with a laptop (6 poles)
- J4: black (34 poles in two rows), on the multiplex card
- J5: black (10 poles in two rows), on MPP for connection with MUX
- J6: metallic (9 poles in two rows - CANNON), for connection with the battery block or power supply
- J7: flat plug
- J8: flat plug
- J9: black (10 poles in two rows - 4 poles still unused), GND = blue
- J10: black (10 poles in two rows) on MUX

Spare parts at Dome F:

- 2 additional magazines
- 1 cable for the connection between sampler and laptop
- 40 m silicone tube
- 1 transformer (100 V up to 220 V)
- 1 DC power supply (Voltcraft)
- 2 condensers (Cap electro, 15000 μ F, 16 VDC)
- 2 Li-batteries (Lithium-thionyl-chlorid cell, 3.6 V)
- 4 Li-batteries "VARTA" (3 V)
- 2 pumps "FÜRGUT" (12 VDC)
- 2 magnetic valves "BURKERT"
- 1 stick-key
- 1 filter
- 3 deep temperature springs for pumps
- 2 diodes for pumps
- 2 pump holders
- 1 tube connector
- 4 magazine lid slab screws
- 1 plastic bag with spare screws etc.
- 2 rubber seal rings for the passage
- 1 level switch (pressure or vacuum)
- 3 BUZ 11, GDS, V328

Spare parts at Syowa:

- 1 Li-battery-block "SILBERKRAFT" (15 VDC, 150 Ah), only used 24 h at S16
- 1 cable for the connection between sampler and laptop
- 20 m silicone tube
- 1 pump "FÜRGUT" (12 VDC)
- 2 Li-batteries "VARTA" (3 V)
- 1 diode for the pump
- 1 BUZ 11, GDS, V328
- 3 deep temperature springs for the pump

The timetables are given for Syowa and Dome F in the following two pages.

Sampler 2 - Syowa - with magazines 4, 7, and 8

TIMETABLE MAGAZINE 1

=====

probe	start time		duration	status
	yy.mm.dd	hh:mm:ss	hh:mm	
1	94.12.25	21:00:00	12:00	done
2	94.12.27	21:00:00	12:00	done
3	94.12.29	21:00:00	12:00	done
4	94.12.31	21:00:00	12:00	done
5	95.01.02	21:00:00	12:00	done
6	95.01.07	21:00:00	12:00	done
7	95.01.09	21:00:00	12:00	done
8	95.01.11	21:00:00	12:00	done
9	95.01.13	21:00:00	12:00	done
10	95.01.15	21:00:00	12:00	done
11	95.01.17	21:00:00	12:00	done
12	95.01.18	21:00:00	12:00	done

TIMETABLE MAGAZINE 2

=====

probe	start time		duration	status
	yy.mm.dd	hh:mm:ss	hh:mm	
1	95.01.19	21:00:00	12:00	done
2	95.01.20	21:00:00	12:00	done
3	95.01.21	21:00:00	12:00	done
4	95.01.22	21:00:00	12:00	done
5	95.01.23	21:00:00	12:00	done
6	95.01.24	21:00:00	12:00	done
7	95.01.25	21:00:00	12:00	done
8	95.01.26	21:00:00	12:00	done
9	95.01.27	21:00:00	12:00	done
10	95.01.28	21:00:00	12:00	done
11	95.01.29	21:00:00	12:00	done
12	95.01.31	21:00:00	12:00	done

TIMETABLE MAGAZINE 3

=====

probe	start time		duration	status
	yy.mm.dd	hh:mm:ss	hh:mm	
1	95.02.15	15:00:00	23:59	done
2	95.03.17	15:00:00	23:59	done
3	95.04.16	15:00:00	23:59	waiting
4	95.05.16	15:00:00	23:59	waiting
5	95.06.15	15:00:00	23:59	waiting
6	95.07.15	15:00:00	23:59	waiting
7	95.08.14	15:00:00	23:59	waiting
8	95.09.13	15:00:00	23:59	waiting
9	95.10.13	15:00:00	23:59	waiting
10	95.11.12	15:00:00	23:59	waiting
11	95.12.12	15:00:00	23:59	waiting
12	96.01.11	15:00:00	23:59	waiting

Sampler 3 - Dome F - with magazines 3, 5 and 6

TIMETABLE MAGAZINE 1

=====

probe	start time		duration	status
	yy.mm.dd	hh:mm:ss	hh:mm	
1	95.01.17	15:00:00	23:59	done
2	95.01.18	15:00:00	23:59	done
3	95.01.19	15:00:00	23:59	done
4	95.01.20	15:00:00	23:59	done
5	95.01.21	15:00:00	23:59	done
6	95.01.22	15:00:00	23:59	done
7	95.01.23	15:00:00	23:59	done
8	95.01.24	15:00:00	23:59	done
9	95.01.25	15:00:00	23:59	done
10	95.01.26	15:00:00	23:59	done
11	95.01.27	15:00:00	23:59	done
12	95.01.28	15:00:00	23:59	done

TIMETABLE MAGAZINE 2

=====

probe	start time		duration	status
	yy.mm.dd	hh:mm:ss	hh:mm	
1	95.02.15	15:00:00	23:59	done
2	95.03.02	15:00:00	23:59	done
3	95.03.17	15:00:00	23:59	done
4	95.04.01	15:00:00	23:59	waiting
5	95.04.16	15:00:00	23:59	waiting
6	95.05.01	15:00:00	23:59	waiting
7	95.05.16	15:00:00	23:59	waiting
8	95.05.31	15:00:00	23:59	waiting
9	95.06.15	15:00:00	23:59	waiting
10	95.06.30	15:00:00	23:59	waiting
11	95.07.15	15:00:00	23:59	waiting
12	95.07.30	15:00:00	23:59	waiting

TIMETABLE MAGAZINE 3

=====

probe	start time		duration	status
	yy.mm.dd	hh:mm:ss	hh:mm	
1	95.08.14	15:00:00	23:59	waiting
2	95.08.29	15:00:00	23:59	waiting
3	95.09.13	15:00:00	23:59	waiting
4	95.09.28	15:00:00	23:59	waiting
5	95.10.13	15:00:00	23:59	waiting
6	95.10.28	15:00:00	23:59	waiting
7	95.11.12	15:00:00	23:59	waiting
8	95.11.27	15:00:00	23:59	waiting
9	95.12.12	15:00:00	23:59	waiting
10	95.12.27	15:00:00	23:59	waiting
11	96.01.11	15:00:00	23:59	waiting
12	96.01.26	15:00:00	23:59	waiting

9.3 Sampling

9.3.1 Sampling of air moisture on molecular sieve

*aboard (see Tab. 2, for co-ordinates see Tab. 1)
at Antarctic stations (see Tab. 3 and Fig. 12)*

For glaciological observations during JARE 33 according Fig. 12, see KAMIYAMA, K. et al 1994.

Syowa (25/12/1994 ~ 31/01/1995)

- 69°00' S, 39°35' E, about 20 m a.s.l. (for sampling site see Fig. 1),
- a 40 m long Teflon tube was drawn from the laboratory to the air probe mast,
- sampling nearly each second day, but diurnal during 17/1 ~ 28/1,
- each 12 h (21:00 ~ 09:00), with
- one sampler and three 12 traps magazines, power-supply,
- manual and automatically controlled sampling.

Mizuho (9/1~ 31/1/1995)

- 70°42' S, 44°20' E, 2230 m a.s.l. (see Fig. 12),
- installation in an black plastic sack on an antenna mast in 2 m height,
- sampling each second day 18 h (18:00 ~ 12:00),
- one sampler with one 12 traps magazine, battery-block,
- automatically controlled sampling.

Dome F (17/1~ 28/1/1995)

- 77°19' S, 39°42' E, 3810 m a.s.l. (see Fig. 12),
- first installation only on the snow surface, later in an warm room with silicone tube towards outside,
- sampling diurnal each 24 h (15:00 ~ 15:00),
- one sampler and three 12 traps magazines, battery-block and power-supply,
- manual and automatically controlled sampling.

This sampling will be continued at Dome F and Syowa by kindly assistance of JARE 36 over wintering members (see Tab. 3).

cryogenic sampling

Air humidity samples collected on molecular sieve are suitable for deuterium but not for the very important O-18 measurements, because there can occur isotopic exchanges between the oxygen atoms of the zeolithe and the water. Therefore it was intended to establish a cryogenic sampling too. The principal possibility was given in Syowa Station and cryogenic sampling by aid of liquid nitrogen was performed manual in a simple way (see Tab 4).

Syowa (28/12/1994 ~ 1/2/1995)

- so often as possible (see Tab. 4)
- in dependence on absolute humidity and availability of liquid nitrogen from 5 to maximal 12 h (09:00 ~ 21:00)
- one DEWAR vessel with liquid nitrogen, two sampling traps in exchange, probe vials, one air pump with 12 V DC power-supply
- manual controlled sampling

In addition, the trapped water of the CO₂ and CH₄ analysing equipment can be used for isotopic analyses and was and will be furthermore kindly provided by JARE members.

Tab. 1:
Coordinates of ship cruise, part A (Tokyo to Syowa)

Date & GMT	Latitude		Longitude		Course	Speed kt	LMT
	°		° East				
Tokyo	35	39	139	46	230		
14/11/94 04:00	34	45	138	44	160	12,8	13:00
14/11/94 12:00	33	50	139	9	200	15,8	21:00
15/11/94 12:00	28	9	136	19	202	15,9	21:00
16/11/94 12:00	22	48	133	47	202	15,7	21:00
17/11/94 12:00	17	15	131	28	208	16,0	21:00
18/11/94 12:00	11	39	128	58	198	16,1	21:00
19/11/94 12:00	5	43	126	28	235	16,4	21:00
20/11/94 12:00	1	55	120	56	236	16,5	21:00
21/11/94 12:00	-3	32	118	33	219	16,3	21:00
22/11/94 12:00	-9	2	115	40	186	15,0	21:00
23/11/94 12:00	-14	48	114	35	186	14,7	21:00
24/11/94 12:00	-20	14	113	36	186	14,2	21:00
25/11/94 12:00	-25	36	112	36	168	14,7	21:00
26/11/94 12:00	-30	8	114	23	150	9,8	21:00
27/11/94 12:00	-31	56	115	37	123		21:00
Fremantle	-32	1	115	41			
03/12/94 12:00	-33	41	114	26	204	15,0	20:00
04/12/94 12:00	-38	32	111	31	202	12,5	19:00
05/12/94 12:00	-41	39	110	1	190	12,5	19:00
06/12/94 12:00	-46	15	109	50	180	15,5	19:00
07/12/94 12:00	-51	35	109	18	206	15,0	19:00
08/12/94 12:00	-55	58	105	39	217	15,7	19:00
09/12/94 12:00	-59	15	98	43	264	9,7	19:00
10/12/94 12:00	-59	39	88	22	271	14,5	19:00
11/12/94 12:00	-60	41	78	34	248	14,4	18:00
12/12/94 12:00	-62	31	70	18	40	0,5	17:00
13/12/94 12:00	-62	31	57	33	273	15,3	17:00
14/12/94 12:00	-64	52	47	30	232	12,6	16:00
15/12/94 12:00	-67	40	41	29	217	5,4	15:00
16/12/94 12:00	-68	4	40	45	239	0,7	15:00
17/12/94 12:00	-68	4	40	40	253	0,0	15:00
18/12/94 12:00	-68	11	39	41	222	2,8	15:00
19/12/94 12:00	-68	48	38	45	168	1,0	15:00
20/12/94 12:00	-68	59	39	2	118	0,1	15:00
21/12/94 12:00	-69	1	39	9	137	0,0	15:00
22/12/94 12:00	-69	4	39	21	102	0,0	15:00
23/12/94 12:00	-69	4	39	21	102	0,0	15:00
24/12/94 12:00	-69	0	39	34	330		15:00
Syowa	-69	0	39	37	18		

Tab. 1 (continued):

Coordinates of ship cruise, part B (Syowa to Sydney)

Date & GMT	Latitude		Longitude		Course	Speed kt	LMT
	°	'	° East				
Syowa	-69	0	39	37			
25/01/95 12:00	-69	6	39	31	339	0,0	15:00
01/02/95 12:00	-69	5	39	25	292	0,4	15:00
13/02/95 12:00	-69	3	39	17	299	2,4	15:00
14/02/95 12:00	-68	58	39	0	317	0,0	15:00
15/02/95 12:00	-68	46	38	45	340	1,2	15:00
16/02/95 12:00	-68	21	38	40	333	0,1	15:00
17/02/95 12:00	-68	20	38	24	351	0,3	15:00
19/02/95 12:00	-67	56	38	20	10	2,7	15:00
20/02/95 12:00	-66	47	39	0	132	0,0	15:00
21/02/95 12:00	-66	21	47	49	242	5,7	15:00
22/02/95 12:00	-66	1	48	47	61	2,6	15:00
23/02/95 12:00	-66	22	48	32	88	4,7	15:00
24/02/95 12:00	-66	30	49	54	351	3,6	15:00
25/02/95 12:00	-66	36	49	56	358	6,0	15:00
26/02/95 12:00	-66	16	49	4	214	15,3	15:00
27/02/95 12:00	-66	51	47	54	80	0,0	15:00
28/02/95 12:00	-66	51	47	58	119	0,0	15:00
01/03/95 12:00	-65	59	48	30	66	12,0	15:00
02/03/95 12:00	-65	20	52	28	96	5,4	15:00
03/03/95 12:00	-64	6	62	38	54	14,3	16:00
04/03/95 12:00	-63	2	73	8	97	15,8	16:00
05/03/95 12:00	-63	43	85	52	111	17,0	17:00
06/03/95 12:00	-64	1	88	58	100	17,1	18:00
07/03/95 12:00	-64	13	111	16	90	16,0	19:00
08/03/95 12:00	-64	2	122	44	89	14,2	19:00
09/03/95 12:00	-64	20	134	38	99	12,3	20:00
10/03/95 12:00	-64	44	140	47	81	13,3	21:00
11/03/95 12:00	-64	11	148	38	8	2,0	21:00
12/03/95 12:00	-61	46	148	41	20	8,1	22:00
13/03/95 12:00	-59	20	150	15	331	10,7	22:00
14/03/95 12:00	-56	17	150	14	348	9,0	22:00
15/03/95 12:00	-55	17	151	32	16	1,0	22:00
16/03/95 12:00	-50	34	150	12	360	13,8	22:00
17/03/95 12:00	-45	2	151	34	1	16,9	22:00
18/03/95 12:00	-39	2	152	25	19	11,0	22:00
19/03/95 12:00	-34	30	153	22	339	10,8	22:00
20/03/95 00:00	-33	48	151	16	278	8,0	10:00
Sydney 23:00	-33	52	151	12			09:00

Tab. 2:
Air moisture samples during ship cruise

Trap No.	Weight g	Start	Stop	GMT + h	Duration h	Air volume l
131	134,93	15/11/94 12:00	16/11/94 07:30	9	19,50	2574
120	141,74	17/11/94 07:30	17/11/94 20:00	9	12,50	1650
121	143,79	19/11/94 09:00	19/11/94 19:30	9	10,50	1386
17	137,75	21/11/94 05:35	21/11/94 11:50	9	6,25	825
116	140,43	23/11/94 07:00	23/11/94 22:30	9	15,50	2046
136	126,69	25/11/94 08:30	25/11/94 15:30	9	7,00	924
135	135,65	27/11/94 10:45	27/11/94 17:45	9	7,00	924
125	124,77	05/12/94 08:00	05/12/94 22:45	7	14,75	1947
123	141,45	08/12/94 07:30	08/12/94 19:30	7	12,00	1584
117	142,08	12/12/94 19:30	13/12/94 10:00	5	14,50	1914
28	102,27	15/02/95 15:00	16/02/95 15:00	3	24,00	3600
29	104,31	20/02/95 15:00	21/02/95 15:00	3	24,00	3600
30	101,75	25/02/95 15:00	26/02/95 15:00	3	24,00	3600
32	100,52	02/03/95 15:00	03/03/95 15:00	3	24,00	3600
33	110,00	07/03/95 15:00	08/03/95 15:00	3	24,00	3600
36	102,93	12/03/95 15:00	13/03/95 15:00	3	24,00	3600
27	101,34	17/03/95 15:00	18/03/95 15:00	3	24,00	3600

Tab. 3:

Air moisture samples on molecular sieve

Trap	MNr.	Probe	Weight	Start	Stop	h	Station
39	04/03	04/01	101,51	25/12 21:00	26/12 09:00	12	Syowa
38	04/02	04/02	100,55	27/12 21:00	28/12 09:00	12	Syowa
42	04/06	04/03	106,15	29/12 21:00	30/12 09:00	12	Syowa
40	04/04	04/04	103,67	31/12 21:00	01/01 09:00	12	Syowa
41	04/05	04/05	100,50	02/01 21:00	03/01 09:00	12	Syowa
37	04/01	04/06	102,80	07/01 21:00	08/01 09:00	12	Syowa
43	04/07	04/08	107,71	11/01 21:00	12/01 09:00	12	Syowa
48	04/12	04/09	109,92	13/01 21:00	14/01 09:00	12	Syowa
44	04/08	04/10	104,51	15/01 21:00	16/01 09:00	12	Syowa
47	04/11	04/11	108,75	17/01 21:00	18/01 09:00	12	Syowa
46	04/10	04/12	110,33	18/01 21:00	19/01 09:00	12	Syowa
75	07/03	07/01	106,97	19/01 21:00	20/01 09:00	12	Syowa
74	07/02	07/02	106,88	20/01 21:00	21/01 09:00	12	Syowa
76	07/04	07/04	114,55	22/01 21:00	23/01 09:00	12	Syowa
77	07/05	07/05	115,85	23/01 21:00	24/01 09:00	12	Syowa
73	07/01	07/06	107,48	24/01 21:00	25/01 09:00	12	Syowa
81	07/09	07/07	106,87	25/01 21:00	26/01 09:00	12	Syowa
79	07/07	07/08	105,33	26/01 21:00	27/01 09:00	12	Syowa
15	07/12	07/09	96,40	27/01 21:00	28/01 09:00	12	Syowa
14	07/11	07/11	96,58	29/01 21:00	30/01 09:00	12	Syowa
13	07/10	07/12	95,39	31/01 21:00	01/02 09:00	12	Syowa
34	03/03	03/01	101,95	17/01 15:00	18/01 15:00	24	Dome F
35	03/02	03/02	98,36	18/01 15:00	19/01 15:00	24	Dome F
31	03/06	03/03	101,05	19/01 15:00	20/01 15:00	24	Dome F
25	03/12	03/09	100,46	25/01 15:00	26/01 15:00	24	Dome F
26	03/11	03/11	99,69	27/01 15:00	28/01 15:00	24	Dome F
2	01/03	01/01	98,55	09/01 18:00	10/01 12:00	18	Mizuho
9	01/02	01/02	102,90	11/01 18:00	12/01 12:00	18	Mizuho
5	01/06	01/03	98,46	13/01 18:00	14/01 12:00	18	Mizuho
12	01/04	01/04	97,17	15/01 18:00	16/01 12:00	18	Mizuho
7	01/05	01/05	94,50	17/01 18:00	18/01 12:00	18	Mizuho
10	01/01	01/06	124,39	19/01 18:00	20/01 12:00	18	Mizuho
3	01/09	01/07	97,62	21/01 18:00	22/01 12:00	18	Mizuho
6	01/07	01/08	92,01	23/01 18:00	24/01 12:00	18	Mizuho
11	01/12	01/09	102,70	25/01 18:00	26/01 12:00	18	Mizuho
4	01/08	01/10	98,97	27/01 18:00	28/01 12:00	18	Mizuho
1	01/11	01/11	102,89	29/01 18:00	30/01 12:00	18	Mizuho
8	01/10	01/12	96,43	31/01 18:00	01/02 12:00	18	Mizuho

Tab. 3 (continued):

Air moisture samples on molecular sieve

Trap	MNr.	Probe	Weight	Start	Stop	h	Station
134	08/03	08/01	145,07	15/02 15:00	16/02 15:00	24	Syowa
126	08/02	08/02	132,51	17/03 15:00	18/03 15:00	24	Syowa
130	08/06	08/03	107,85	16/04 15:00	17/04 15:00	24	Syowa
122	08/04	08/04	132,62	16/05 15:00	17/05 15:00	24	Syowa
118	08/05	08/05	129,15	15/06 15:00	16/06 15:00	24	Syowa
127	08/01	08/06	134,33	15/07 15:00	16/07 15:00	24	Syowa
132	08/09	08/07	123,08	14/08 15:00	15/08 15:00	24	Syowa
119	08/07	08/08	144,87	13/09 15:00	14/09 15:00	24	Syowa
133	08/12	08/09	145,42	13/10 15:00	14/10 15:00	24	Syowa
128	08/08	08/10	125,88	12/11 15:00	13/11 15:00	24	Syowa
129	08/11	08/11	120,00	12/12 15:00	13/12 15:00	24	Syowa
124	08/10	08/12	117,77	11/01 15:00	12/01 15:00	24	Syowa
51	05/03	05/01	107,32	15/02 15:00	16/02 15:00	24	Dome F
50	05/02	05/02	111,43	02/03 15:00	03/03 15:00	24	Dome F
54	05/06	05/03	107,67	17/03 15:00	18/03 15:00	24	Dome F
52	05/04	05/04	109,60	01/04 15:00	02/04 15:00	24	Dome F
53	05/05	05/05	108,11	16/04 15:00	17/04 15:00	24	Dome F
49	05/01	05/06	111,33	01/05 15:00	02/05 15:00	24	Dome F
57	05/09	05/07	108,10	16/05 15:00	17/05 15:00	24	Dome F
55	05/07	05/08	107,50	31/05 15:00	01/06 15:00	24	Dome F
60	05/12	05/09	108,30	15/06 15:00	16/06 15:00	24	Dome F
56	05/08	05/10	105,06	30/06 15:00	01/07 15:00	24	Dome F
59	05/11	05/11	109,43	15/07 15:00	16/07 15:00	24	Dome F
58	05/10	05/12	108,94	30/07 15:00	31/07 15:00	24	Dome F
63	06/03	06/01	109,96	14/08 15:00	15/08 15:00	24	Dome F
62	06/02	06/02	107,30	29/08 15:00	30/08 15:00	24	Dome F
66	06/06	06/03	116,82	13/09 15:00	14/09 15:00	24	Dome F
64	06/04	06/04	102,45	28/09 15:00	29/09 15:00	24	Dome F
65	06/05	06/05	102,75	13/10 15:00	14/10 15:00	24	Dome F
61	06/01	06/06	107,83	28/10 15:00	29/10 15:00	24	Dome F
69	06/09	06/07	112,33	12/11 15:00	13/11 15:00	24	Dome F
67	06/07	06/08	105,68	27/11 15:00	28/11 15:00	24	Dome F
72	06/12	06/09	104,09	12/12 15:00	13/12 15:00	24	Dome F
68	06/08	06/10	114,25	27/12 15:00	28/12 15:00	24	Dome F
71	06/11	06/11	106,30	11/01 15:00	12/01 15:00	24	Dome F
70	06/10	06/12	104,75	26/01 15:00	27/01 15:00	24	Dome F

Tab. 4:

Air moisture samples by cryogenic trapping

A = trap of the CO ₂ NDIR equipment, alcoholic cooling mixture, -57 °C								
B = trap of the CH ₄ gas chromatograph, alcoholic cooling mixture, -57 °C								
C = special trap for cryogenic sampling, liquid nitrogen, -198 °C								
No.	Type	Start		Stop		Hours	l Air	ml Water
1	A	21/12/94	14:30	28/12/94	21:00	174,50	1571	1,6
2	B	19/12/94	21:50	29/12/94	17:30	235,67	412	0,2
3	C	30/12/94	11:15	30/12/94	22:20	11,08	1330	0,6
4	A	28/12/94	21:00	31/12/94	00:00	51,00	459	0,4
5	C	31/12/94	09:20	31/12/94	20:45	11,42	1370	1,0
6	C	01/01/95	14:00	01/01/95	19:00	5,00	900	0,9
9	C	02/01/95	08:00	02/01/95	15:15	7,25	1522	2,2
10	C	02/01/95	15:30	02/01/95	20:15	4,75	712	1,1
11	A	31/12/94	00:30	04/01/95	11:15	106,75	961	1,3
12	C	05/01/95	08:00	05/01/95	20:00	12,00	2160	1,9
13	A	04/01/95	11:15	06/01/95	22:15	59,00	531	0,2
14	C	07/01/95	13:30	07/01/95	21:00	7,50	1125	0,5
15	C	08/01/95	09:30	08/01/95	17:30	8,00	1440	1,8
16	C	09/01/95	08:50	09/01/95	18:50	10,00	1800	2,1
17	C	10/01/95	09:30	10/01/95	18:45	9,25	1665	2,0
18	A	06/01/95	22:20	12/01/95	09:20	131,00	1179	1,4
19	C	12/01/95	09:20	12/01/95	21:20	12,00	2160	2,6
20	C	13/01/95	10:30	13/01/95	20:30	10,00	1800	2,1
21	C	15/01/95	08:30	15/01/95	19:00	10,50	1890	1,1
22	C	17/01/95	07:30	17/01/95	20:00	12,50	1875	1,9
23	C	18/01/95	09:10	18/01/95	20:40	11,50	2070	2,2
24	C	19/01/95	11:40	19/01/95	20:40	9,00	1620	2,2
25	C	20/01/95	09:20	20/01/95	20:50	11,50	2070	1,9
26	C	21/01/95	09:20	21/01/95	19:00	9,67	1740	1,9
27	C	22/01/95	09:20	22/01/95	13:20	4,00	720	0,8
28	C	22/01/95	14:50	22/01/95	20:50	6,00	1080	1,3
29	C	23/01/95	10:20	23/01/95	20:50	10,50	1575	1,3
30	A	13/01/95	23:50	24/01/95	11:00	251,17	2261	2,6
31	C	24/01/95	09:20	24/01/95	20:50	11,50	2070	1,9
32	C	25/01/95	10:20	25/01/95	20:50	10,50	1890	1,5
33	A	24/01/95	11:10	26/01/95	11:45	48,58	437	0,2
34	C	28/01/95	06:30	28/01/95	19:00	12,50	2250	2,0
35	C	29/01/95	10:30	29/01/95	19:00	8,50	1530	1,1
36	C	30/01/95	10:30	30/01/95	19:00	8,50	1530	1,3
37	C	31/01/95	09:50	31/01/95	20:50	11,00	1980	1,3
38	C	01/02/95	09:20	01/02/95	21:20	12,00	2160	1,7

Tab. 5:
Precipitation samples

No.	Code	Date & Time	Conductivity μS/cm	Remarks
1	11	31/12/94 18:00		from store
2	12	31/12/94 18:00	19,2	
3	A1	01/01/95 08:30	18,0	
4	A2	01/01/95 08:30	18,0	
5	13	01/01/95 10:30	27,1	
6	14	01/01/95 14:00	25,4	
7	A3	01/01/95 15:30	24,5	
8	A4	01/01/95 15:30	24,5	
9	15	01/01/95 18:00	23,5	
10	A5	02/01/95 08:00	13,3	
11	A6	02/01/95 08:00	13,3	
12	16	02/01/95 08:00	12,7	
13	17	02/01/95 08:00	14,3	
14	A7	02/01/95 10:00	8,2	
15	A8	02/01/95 10:00	8,2	
16	18	02/01/95 10:00	8,2	
17	A9	02/01/95 14:00	6,6	
18	A10	02/01/95 17:00	6,1	
19	B1	02/01/95 17:00	6,1	
20	19	02/01/95 17:00	6,1	
21	20	02/01/95 17:00	6,1	
22	B2	17/01/95 21:30	11,0	on the roof
23	B3	17/01/95 23:50	12,8	on the roof
24	30	19/01/95 10:00	7,2	on the roof
25	31	19/01/95 13:00	6,4	
26	B6	19/01/95 18:00	5,9	
27	B7	19/01/95 18:00	5,9	
28	B8	19/01/95 18:00	5,9	
29	C1	22/01/95 08:00	10,1	on the roof
30	32	22/01/95 08:00	4,0	
31	33	22/01/95 13:00	7,7	
32	34	22/01/95 18:00	2,2	minimum
33	D5	23/01/95 09:30	3,6	
34	D6	25/01/95 08:00		few snow
35	26	25/01/95 20:00	7,2	
36	27	26/01/95 08:00	3,7	
37	D7	28/01/95 09:30		hoar-frost

Tab. 6:

Water samples from lakes and ponds

No.	Date	Sampling site	m a.s.l. Temp.		Conductivity μS/cm
				°C	
A	14/01/95	Lake Ou	11	5,5	499,5
B	14/01/95	NW 42,3	26	6,0	615,3
C	14/01/95	S 47,6	30	7,0	243,3
23	14/01/95	Ou, W		7,0	517,1
1	27/12/94	S10 (NE)	28	5,0	144,9
2	27/12/94	S10 (SW)	28	7,0	150,4
3	27/12/94	Kamome	25	9,0	721,4
4	27/12/94	Midori	24	1,5	170,5
5	27/12/94	Taratine SE	26	5,7	248,2
7	27/12/94	S12	17	4,2	98,3
8	07/01/95	near Jagaimo	29	4,0	1192,6
9	28/12/94	S Eboshi	28	8,0	150,1
10	28/12/94	Minami	26	10,0	1510,4
11	04/01/95	Eboshi	25	6,0	290,5
12	04/01/95	Minami	25	10,0	1576,7
13	04/01/95	west of Taratine	28	10,0	412,4
14	28/12/94	Jagaimo	34	4,0	339,8
15	11/01/95	north of Midori	34	17,0	1232,8
16	11/01/95	SW of tomato pond	31	5,5	1887,6
17	04/01/95	at S10	25	1,5	172,1
18	04/01/95	Taratine NW	26	8,0	186,6
19	04/01/95	south of S10	25	6,4	370,5
20	04/01/95	tomato pond	35	10,0	1433,6
21	04/01/95	lake side		5,4	70,6
25	15/01/95	sea side	3	2,0	171,0
28	16/01/95	near heliport 3	16	15,0	1272,4
29	16/01/95	near Jagaimo	25	17,0	2272,6
35	27/01/95	south of Eboshi	20	6,0	257,6
38	31/01/95	Ocean water	0	4,2	2262,0
43	26/01/95	Suribati, Skarvsnes *)	-33	-8,0	133000,0
44	26/01/95	Funazoko, Skarvsnes *)	-23	-17,5	161500,0
40	25/02/95	Mt. Riiser-Larsen area	30	1,4	54,3
46	25/02/95	Mt. Riiser-Larsen area	10	2,1	546,7
47	25/02/95	Mt. Riiser-Larsen area	80	3,9	1293,7
RL1	26/02/95	Mt. Riiser-Larsen area	30	0,7	21,9
RL2	25/02/95	Mt. Riiser-Larsen area	20	0,1	23,1
RL3	25/02/95	Mt. Riiser-Larsen area	60	4,5	747,5

*) elder measures of temperature and conductivity at 5 and 8.5 m depth

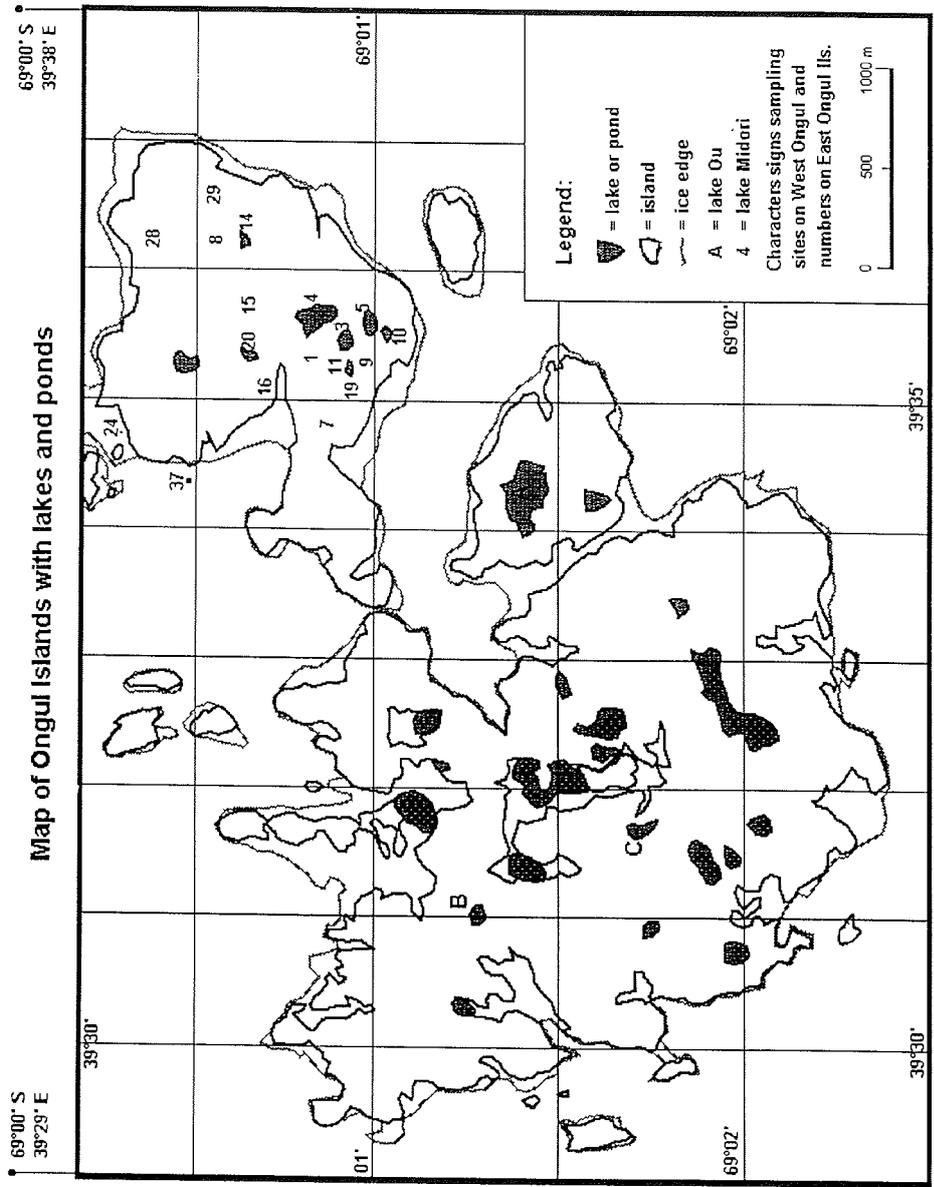


Fig. 15: Water sampling sites on Ongul islands

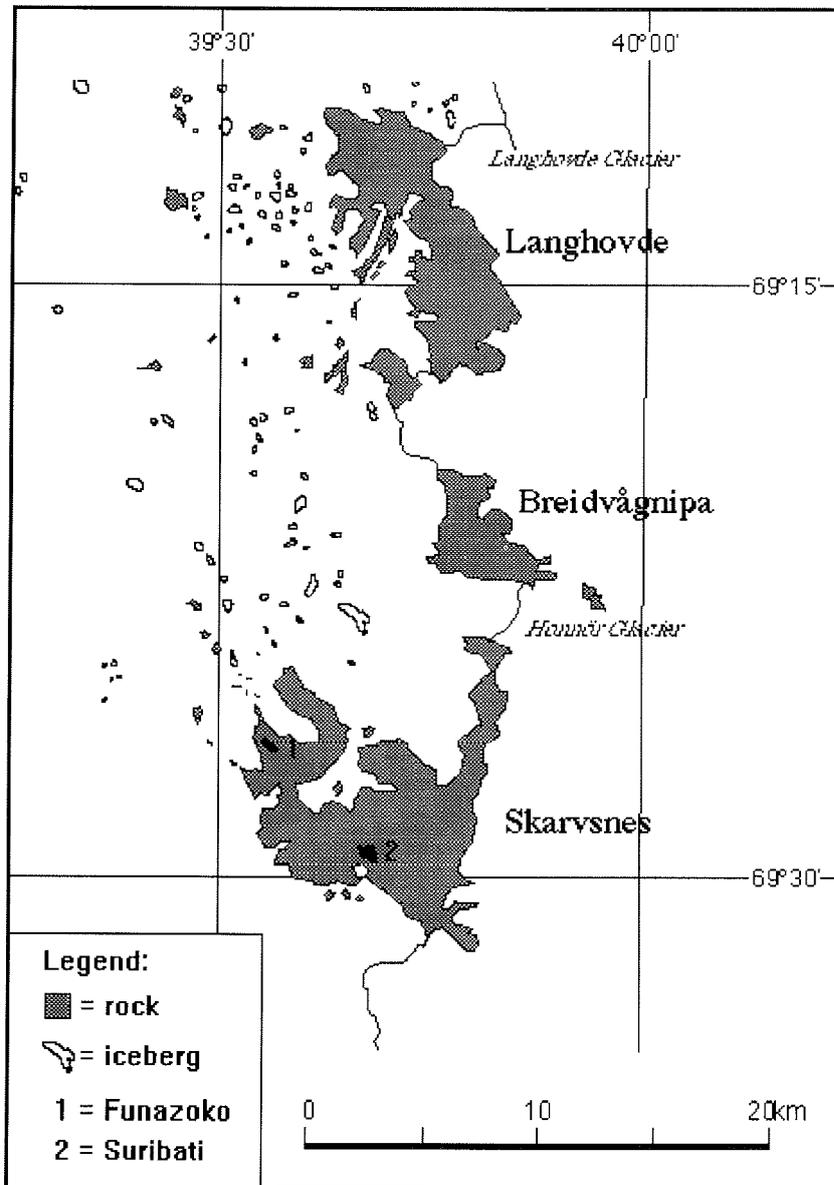


Fig. 16: Sampling sites at Skarvsnes

9.3.2 Sampling of precipitation

Precipitation sampling was done according to the weather events (Tab. 5). When there was melted enough water, the electrical conductivity could be measured in the station and corrected to 20 °C.

9.3.3 Water probes from lakes and ponds

To discuss isotopic patterns of atmospheric water vapour in regard to the water cycle and to atmospheric circulation, it is essential to know the isotopic composition of possible sources.

Therefore water samples were collected from the almost ice free lakes and ponds of the Ongul Islands and Skarvsnes (see Tab. 6, Figs. 15 and 16, derived from JARE 35 computer maps).

The electric conductivity was measured in situ and in the laboratory without temperature compensation. For comparability a temperature correction was done to 20 °C for all samples, except for Skarvsnes.

9.4 Data collection

For scientific evaluation of isotopic measurements several meteorological and aerological data as well as data and images from satellites are necessary. Therefore, it was asked for respective information supply from JARE, JMA, and "Shirase".

9.4.1 Meteorological data

Because of the special binary NEC data format it was impossible to get all data on floppy disk in a readable IBM MS-DOS format (e.g. ASCII). Thanks the efforts of one JARE 36 member, the main meteorological data from Syowa were available on disk at last. He wrote a special computer program for text file output. But the problem remains, that NEC formatted diskettes (1.2 MB) cannot be read by IBM MS-DOS type computers. Only special Japanese NEC or Epson computers with distinct floppy disk drives are able to convert this disks into other formats.

Even there exist NEC preformatted floppy disks (e.g. KAO, MF 2HD 256B*26 formatted) unable to format new or in an other format.

Following corrected meteorological data per hour were received on disk from Syowa Station:

air pressure at station and sea level, temperature and dew point (e.g. Fig. 17), relative humidity, wind direction and speed, sunshine duration and radiation intensity for the period from 1/12/1994 to 12/02/1995.

Full data sets were received from Syowa for the period from 19/12/1994 to 1/02/1995 on paper copy only. Examples per day and per month are given in Tabs. 7 and 8. The monthly sheets contain in the upper columns:

1 day | air pressure at station and at sea level | mean, maximal, and minimal air temperature | water vapour pressure, mean, and minimal relative humidity | cloud amount (0...10), sunshine duration and radiation | then five columns for precipitation and snow thickness are not used | mean wind velocity, maximal wind velocity and direction of continuous 10 min means, and maximal wind velocity and direction of a single measurement | verbal weather description at day and night | general weather symbols | day |.

Then below the last day: | mean values for decades and the whole month | a 16 parts wind rose with percentage of wind | hours of astronomic sunshine duration and observed percentage | minimal pressure equal or below 970 hPa, day and time |.

In the columns on the bottom: | number of days with maximal, mean, and minimal temperature below 0 °C , below -20 °C, and days with a maximal temperature equal or above 0 °C | following columns are not used | days with maximal wind velocity above or equal 10, 15, and 30 m/s | days with mean wind velocity below 1,5 and above or equal 8.5 m/s | days with no sunshine, with snowfall, with fog, with thunderstorm |

The daily sheets contain:

| day | air pressure at station and at sea level, a code number for the pressure tendency, and the pressure difference to 3 hours before | air temperature, dew point, water vapour pressure, relative humidity | wind direction and velocity | sunshine duration and radiation | then four columns for precipitation, snow thickness, and accumulation are not used | code for present weather in regard to one hour before, a general weather symbol, a symbol for atmospheric phenomena, and the visibility in km | cloud amount (0...10) total, and in low, medium, and high layers, cloud description with amount, type, moving direction in 8ths of the wind rose, and height in 100 m |.

Then below the last hour (24:00) mean values are given for the whole day in the same manner like in the monthly sheet. But extrema are signed here additionally with the corresponding time. The mean cloudiness (the column before the empty columns for precipitation, accumulation, and evaporation) is calculated from only 4 dates, i.e. 3:00, 9:00, 12:00, and 18:00.

The columns on the bottom are for periods of special events and verbal weather descriptions.

All times are local times at Syowa Station, i.e. UTC + 3 h.

The visibility was estimated by aid of characteristic natural items, i.e. by rocks or islands with known distance (s. Fig. 18).

Information about amount of precipitation, snow thickness, accumulation, ablation (evaporation), etc. was not provided.

For the future sampling period and in the cases of precipitation also hourly meteorological data will be kindly supplied by JMA members of JARE 36.

Hourly AWS data from Mizuho camp includes only temperature and wind speed. These data are available for the period from 5/01/95 to 4/02/95 as text file on floppy disk (see Fig. 19).

3hourly meteorological data (air pressure | temperature | wind direction and speed | visibility | cloud amount in tenth | weather symbol | cloud kind) were received on floppy disk from Dome F (Y. Taguchi, JARE 35) for the period from 21/11/1994 till 21/01/1995 (see Fig. 20).

The meteorological data from the ship were received for the period from 14/11/1994 to 20/03/1995 on paper copy only (see Tab. 9). Data storage media of the "Shirase" computer centre are hard disks and magnetic tapes, and it is unable to use these by PC.

The data in these sheets are in following order:

| GMT | LMT | wind direction in ° and velocity in knots | visibility in km | present weather phenomena | general weather symbol | cloud types | cloud amount (0 ... 10) | height of >5/8 clouds in 100 feet | air pressure | pressure tendency | air temperature | dew point | relative humidity | water temperature | wave period in s and height in m | swell of ocean in direction (°), period (s), and height (m) | roll left and right in ° | co-ordinates | course in ° and speed in knots |. In the rows on the bottom are in the left columns periods of weather events, in the middle columns extrema and time, and in the right column remarks and/or verbal weather description.

Tab. 8: Monthly meteorological observation data at Syowa

日付		平均気圧		気温		平均湿度		平均日照時間		降水		風		天候		概況		大気現象		
付	日	hPa	hPa	℃	℃	hPa	%	hr	hr	mm	mm	ms/s	風向	風速	天候	概況	大気現象			
付	日	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最大	平均	最大	風向	風速	天候	概況		
1	934.0	936.6	-4.0	-1.9	-6.1	2.7	58	46	9.3	12.2	29.8	8.9	135.1	NE	13.0	NE	空—晴	+		
2	931.4	934.0	-2.7	-2.8	-6.0	3.9	83	59	10.0	0.1	17.7	12.9	138.4	NE	21.9	NE	空—晴	+		
3	934.9	937.5	-1.5	1.0	-3.7	4.0	73	53	9.3	10.5	29.1	7.4	133.9	NE	17.2	NE	空—晴	+		
4	930.3	932.9	-1.2	0.9	-4.1	3.6	63	55	10.0	—	19.8	10.5	25.6	ENE	13.0	ENE	空—晴	+		
5	927.6	930.1	-1.4	0.5	-3.4	3.8	69	58	10.0	12.4	30.0	13.3	25.3	ENE	13.0	ENE	空—晴	+		
6	932.7	935.3	-0.5	0.6	-1.8	4.3	73	64	9.8	3.6	23.8	13.8	25.3	ENE	12.9	ENE	空—晴	+		
7	923.5	926.0	0.3	2.2	-1.0	4.0	64	52	10.0	3.2	23.9	8.3	22.9	ENE	23.8	ENE	空—晴	+		
8	954.3	956.8	-0.2	1.8	-2.8	3.9	64	47	10.0	2.4	21.6	8.3	22.9	ENE	23.8	ENE	空—晴	+		
9	956.9	959.4	-2.2	-0.4	-4.1	3.8	73	53	9.3	6.4	23.9	13.3	23.3	E	27.3	E	空—晴	+		
10	926.8	929.3	-1.3	-0.1	-3.1	4.0	73	63	9.0	14.4	32.1	6.0	17.8	NE	21.3	NE	空—晴	+		
11	926.9	929.5	-1.9	0.6	-5.7	3.3	62	48	0.8	18.1	34.4	4.7	17.9	E	22.6	E	晴			
12	930.9	933.5	-2.7	1.4	-6.2	2.4	48	37	2.0	18.0	34.6	8.3	10.3	ENE	23.6	ENE	晴			
13	926.9	929.4	-2.8	0.4	-6.8	2.5	50	36	5.0	20.9	32.8	2.6	6.6	ENE	8.5	ENE	晴			
14	928.5	931.1	-4.9	-3.2	-7.2	2.8	65	51	0.0	23.0	34.9	7.6	12.2	NE	14.7	NE	晴			
15	932.0	934.6	-1.6	-3.0	-7.7	3.0	69	60	7.3	12.1	30.6	10.1	15.9	NE	13.8	NE	空—晴			
16	928.1	930.6	-1.8	0.9	-4.0	3.5	65	53	10.0	5.2	23.8	5.7	15.0	NE	18.0	NE	空—晴			
17	926.8	929.3	-0.7	2.4	-4.5	3.3	57	37	9.8	20.1	33.6	3.4	7.2	ENE	8.9	ENE	薄曇			
18	926.1	928.6	-1.0	2.0	-3.9	3.9	69	51	9.8	16.0	31.5	2.0	3.9	NW	4.4	NW	薄曇			
19	931.0	933.6	-2.8	-1.2	-4.2	4.2	85	76	10.0	0.6	23.7	4.3	7.1	NNE	8.6	NNE	雪—晴			
20	936.5	939.1	-1.9	0.2	-3.5	4.3	81	69	10.0	8.9	29.6	2.6	4.8	NNE	6.5	NNE	空—晴			
21	934.6	937.2	-2.7	-0.8	-5.0	3.4	66	58	9.5	18.1	32.5	2.9	7.5	NNE	10.1	NNE	空			
22	930.6	933.2	-2.1	0.8	-6.5	3.0	58	47	8.3	20.6	34.8	3.4	8.6	ENE	10.3	ENE	晴—晴			
23	930.0	932.6	-3.0	0.8	-7.1	3.0	62	39	8.0	19.7	33.3	1.2	2.9	NNE	3.8	NNE	晴—晴			
24	923.3	930.9	-3.5	-0.1	-7.7	3.3	71	49	2.0	21.9	35.0	2.1	4.7	W	6.0	W	晴—晴			
25	925.4	928.0	-4.5	-0.9	-8.8	3.2	71	49	2.5	20.7	33.8	3.3	6.2	NNE	7.5	NNE	晴—晴			
26	929.8	932.3	-3.5	-0.4	-9.2	3.3	70	57	0.0	23.0	34.9	3.6	8.0	ENE	9.6	ENE	晴			
27	931.2	933.8	-1.4	1.4	-5.5	3.5	64	54	5.0	22.5	33.6	5.0	9.0	ENE	11.4	ENE	晴			
28	931.7	934.2	-0.5	2.1	-3.8	3.6	60	49	2.0	23.0	34.7	5.1	11.1	ENE	13.2	ENE	晴			
29	937.0	939.6	-1.8	1.1	-5.0	3.6	67	53	0.3	20.9	34.4	1.9	4.1	NNE	5.0	NNE	晴			
30	934.5	937.1	-2.1	-0.6	-3.7	3.8	73	63	8.3	5.4	23.6	5.6	9.6	NE	12.6	NE	晴			
31	923.5	926.0	-1.3	-0.4	-2.5	4.5	81	70	10.0	—	16.8	14.8	17.9	NE	22.3	NE	雪			
平均	929.2	931.8	-1.6	0.2	-3.6	3.8	69	9.4	65.5	25.2	12.4	1.1	1.2	2.7	14.7	34.1	13.3			
中旬	929.4	931.9	-2.5	0.1	-5.4	3.3	65	6.5	142.9	31.0	4.4	4.4	3.6	(西)	風向不明	(夜)	5.9			
下旬	931.1	933.7	-2.4	0.3	-5.9	3.5	68	5.1	195.8	31.6	4.4	4.4	0.3	0.9	3.9	3.5	2.2	1.2	(5.8)	
月	930.0	932.5	-2.2	0.2	-5.0	3.5	67	6.9	404.2	29.3	7.2	7.2	0.3	0.9	3.9	3.5	2.2	1.2	(5.8)	
年																				

Tab. 9: Meteorological data from "Shirase"

1994年12月4日

観測時刻 GMT LMT	風		天気	雲量	雲高 m	雲種	風速 kt	風向	風浪 周期:波高	水電	湿度	露点	気圧 hPa	方位	うねり 周期:波高	動揺 左 右	磁位	記事			
	向	速																			
2000	1720	370	17	0	CU, SC	5	1025	1016.9	15.9	9.0	63	16.1	24.0	240	08	3.0	10	7	38-23S 112-55E	208° 14.3	
0100	0800	310	21	30	CU, SC	5	1045	1016.9	16.1	10.2	67	16.5	0.3	145	240	08	3.0	10	7	38-28S 112-47E	208° 14.8
0200	0900	260	20	30	CU, SC	7	1070	1016.9	16.4	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	38-41S 112-39E	208° 15.4
0300	1000	240	20	30	CU, SC	7	1090	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
0400	1100	220	20	30	CU, SC	7	1110	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
0500	1200	200	20	30	CU, SC	7	1130	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
0600	1300	210	20	30	CU, SC	7	1150	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
0700	1400	210	20	30	CU, SC	7	1170	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
0800	1500	210	20	30	CU, SC	7	1190	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
0900	1600	210	20	30	CU, SC	7	1210	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
1000	1700	210	20	30	CU, SC	7	1230	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
1100	1800	210	20	30	CU, SC	7	1250	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
1200	1900	210	20	30	CU, SC	7	1270	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
1300	2000	210	20	30	CU, SC	7	1290	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
1400	2100	210	20	30	CU, SC	7	1310	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
1500	2200	210	20	30	CU, SC	7	1330	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
1600	2300	210	20	30	CU, SC	7	1350	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
1700	2400	210	20	30	CU, SC	7	1370	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
1800	0100	210	20	30	CU, SC	7	1390	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
1900	0200	210	20	30	CU, SC	7	1410	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
2000	0300	210	20	30	CU, SC	7	1430	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
2100	0400	210	20	30	CU, SC	7	1450	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
2200	0500	210	20	30	CU, SC	7	1470	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
2300	0600	210	20	30	CU, SC	7	1490	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
2400	0700	210	20	30	CU, SC	7	1510	1016.9	16.6	10.1	70	16.6	0.4	140	240	08	3.0	10	7	37-44S 112-38E	208° 15.4
平均(最小)																					

要素	最大風速	最高気圧	最高気温	最高湿度
極値	kt	hPa	°C	%
極小	kt	hPa	°C	%

要素	最大風速	最高気圧	最高気温	最高湿度
極値	kt	hPa	°C	%
極小	kt	hPa	°C	%

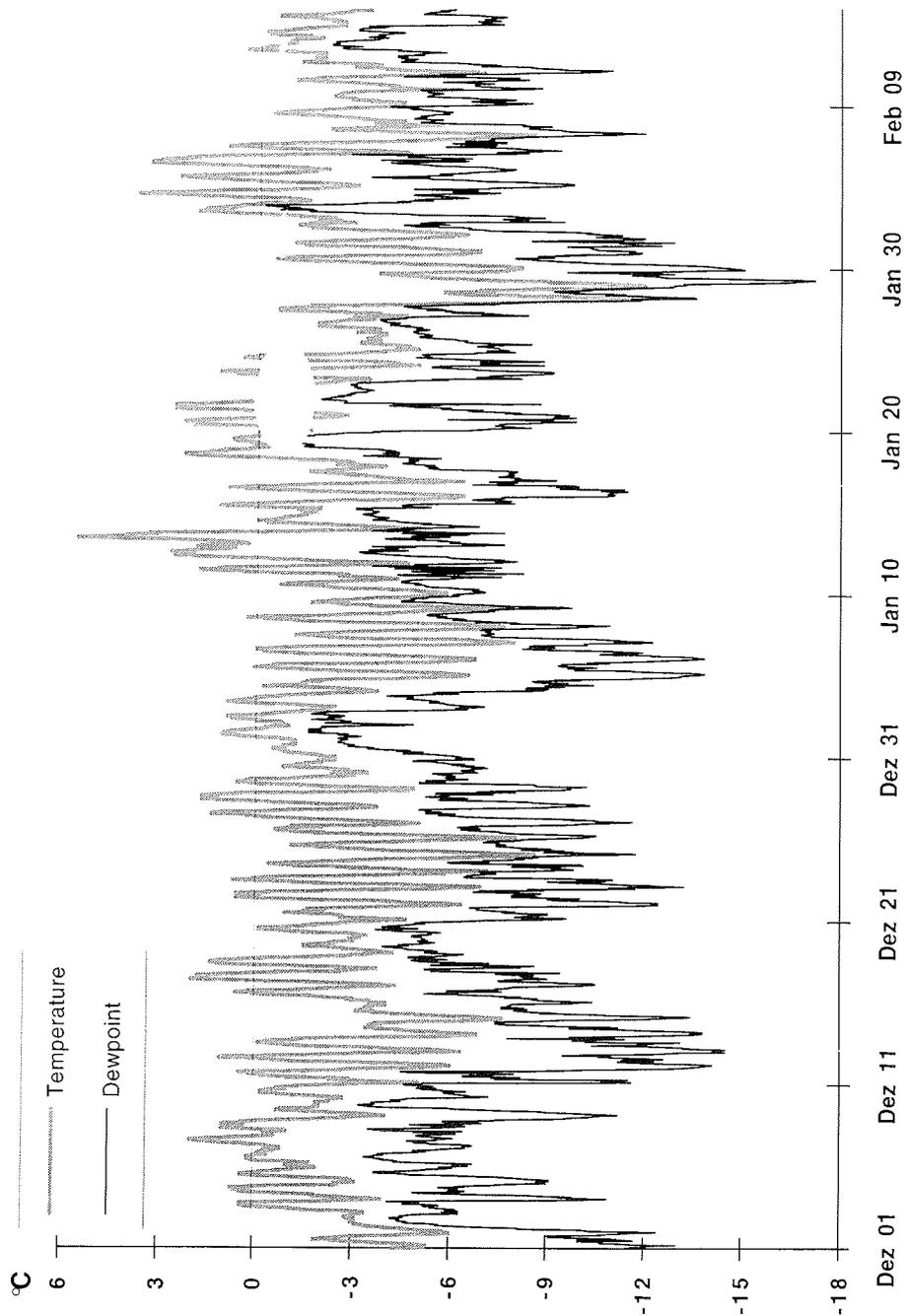
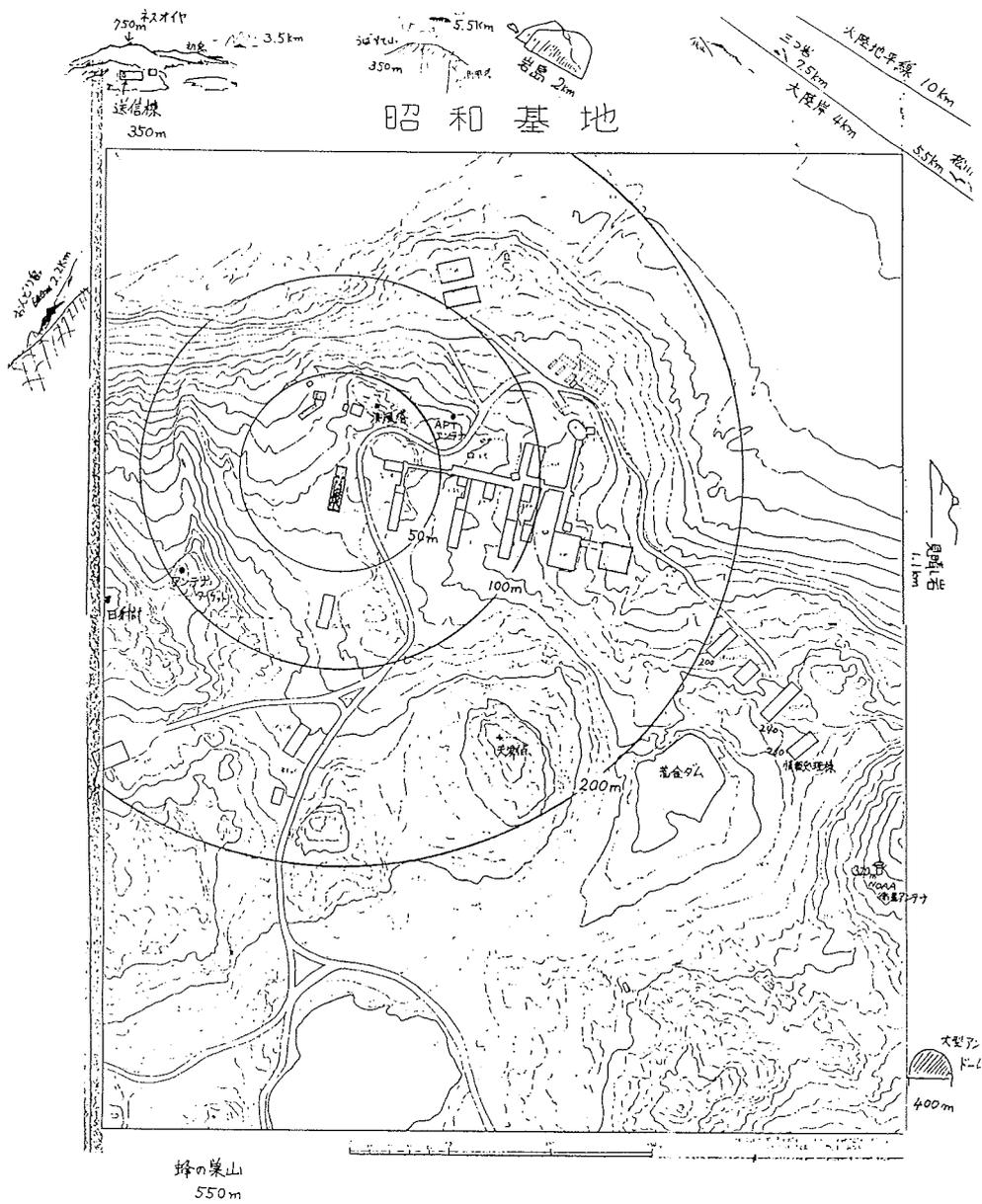


Fig. 17: Temperature and dewpoint at Syowa 1994/94



JARE 31

Fig. 18: Fixpoints in the vicinity of Syowa

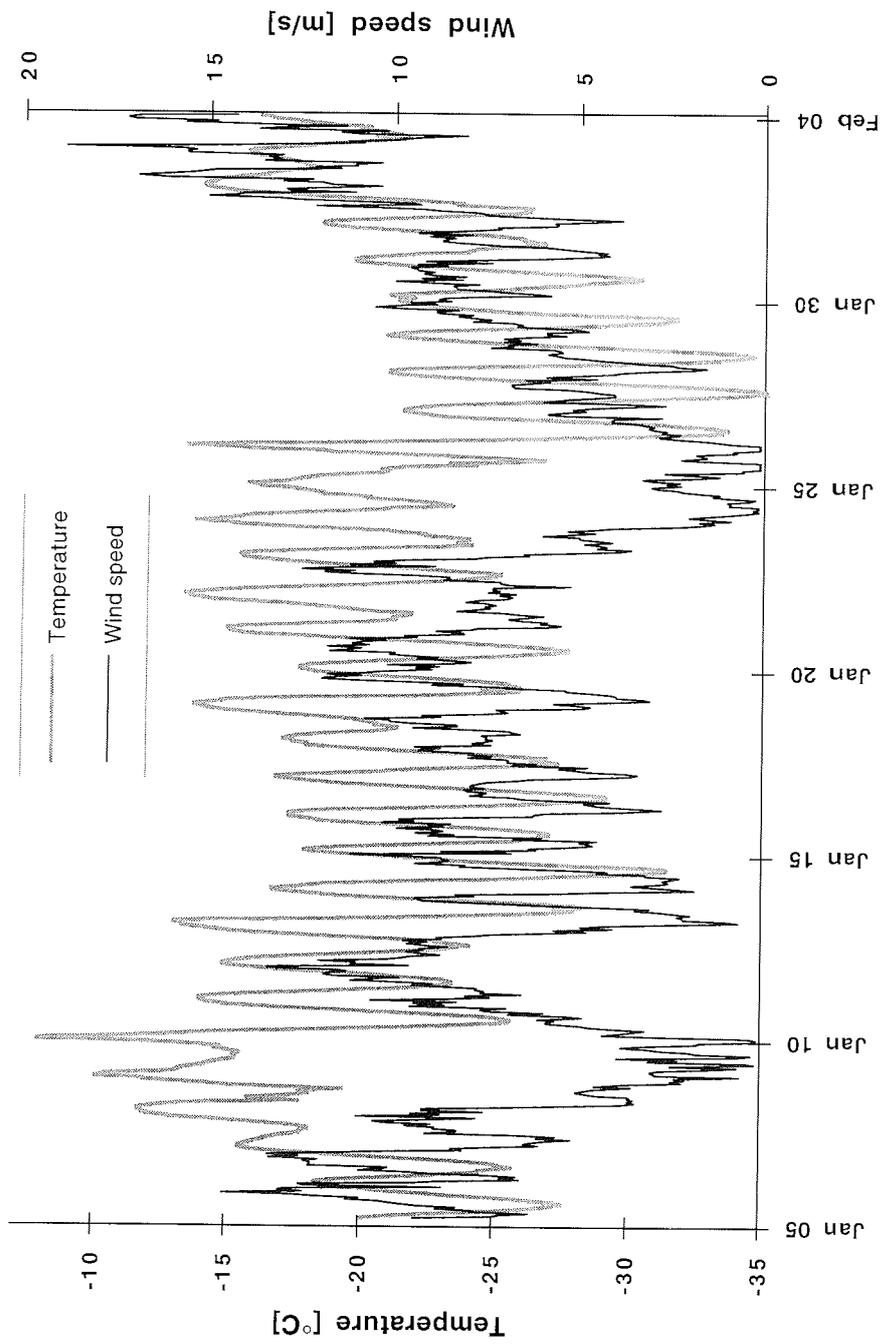


Fig. 19: AWS data from Mizuho 1995

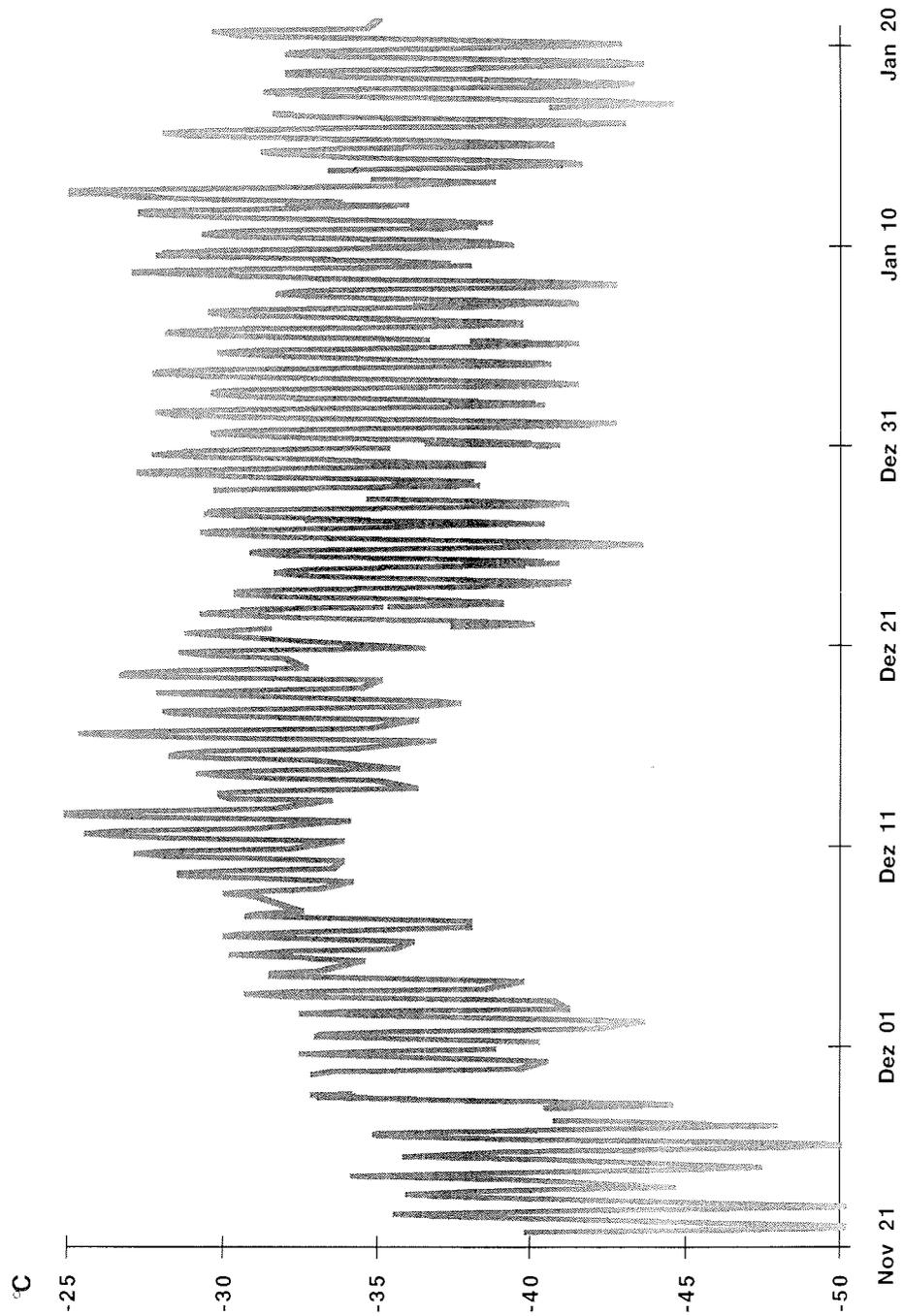


Fig. 20: Temperature at Dome F 1994/95

9.4.2 Aerological data

Standardised aerological data from Syowa Station were received on floppy disk:

- at 2:30 for four days in December (25, 27, 29, and 31/12/94);
- at 2:30 and 14:30 daily from 1/01/95 till 31/01/95 (main sampling period);
- afterwards only 2:30 data from sampling days will be expected (see timetables or Tab. 3)

Each second the rawinsonde sends information, received, assembled, and transformed in three data files by the surface station system. The data file structures are as following:

name: **SMDDhhmm.WIN**,

with M = month (1, 2, ..., C), DD = day, hh = hour, mm = minute.

I W I code I pressure in 0.1 hPa I height in m I wind direction I

wind speed in 0.1 m/s I

code = 8192 for significant points; code = -24576 for last point;

values = -32767 for no date

I A I code I seconds I azimuth in 0.1° I elevation in 0.01° I pressure (§) I height I

surface distance in 10 m I

(§) This column is new in 1995, because rawinsondes of the type RSII-80 were used till December 1994. From January 1995 sondes of type RSII-91 have been launched.

code = 0, 1, 2, ... for number of corrections; code = 32 for point not used;

code = e.g. 128 for last point; values = -32767 for no measurement

Height is calculated under consideration of earth curvature.

If height exceeds 30000 m, then the meter above are negative, beginning with -1 and so on.

name: **SMDDhhmm.ITM**,

with M = month (1, 2, ..., C), DD = day, hh = hour, mm = minute.

I I I standard pressure level I seconds I height I temperature in 0.1 °C I rel.

humidity in % I dew point temperature difference (t-td) in 0.1 °C I wind direction

I wind speed in 0.1 m/s I ascent speed in m/min I.

values = -32767 for no measurement

Dew point temperature difference is calculated from temperature t and relative humidity U by the formula

$$t - td [^{\circ}\text{C}] = \{(t + 243.5)^2 * \ln(U / 100)\} / \{(t + 234.5) * \ln(U / 100) - 4303.4\}.$$

I T I ... same values for tropopause.

I M I pressure in 0.1 hPa I height in m I wind direction I wind speed in 0.1 m/s I for the layer of strongest wind.

name: **SMDDhhmm.SON**,

with M = month (1, 2, ..., C), DD = day, hh = hour, mm = minute.

I S I seconds I height I standard pressure level I temperature in 0.1 °C I rel.

humidity in % I dew point temperature difference (t-td) in 0.1 °C I ascent speed

in m/min I sun correction factor I.

code = 4096 for significant points;

code = 12288 for tropopause;

code = -28672 for last point;

values = -32767 for no measurement

The formulas $DH = T_{\text{mean}} * R / 9.80665 * \ln(P1 / P2)$ respectively

$H2 = H1 + 14.6355 * (T1 + T2) * \ln(P1 / P2)$ were chosen for height calculations.

Examples for aerological data from Syowa are shown in Figs. 21, 22, and 23.

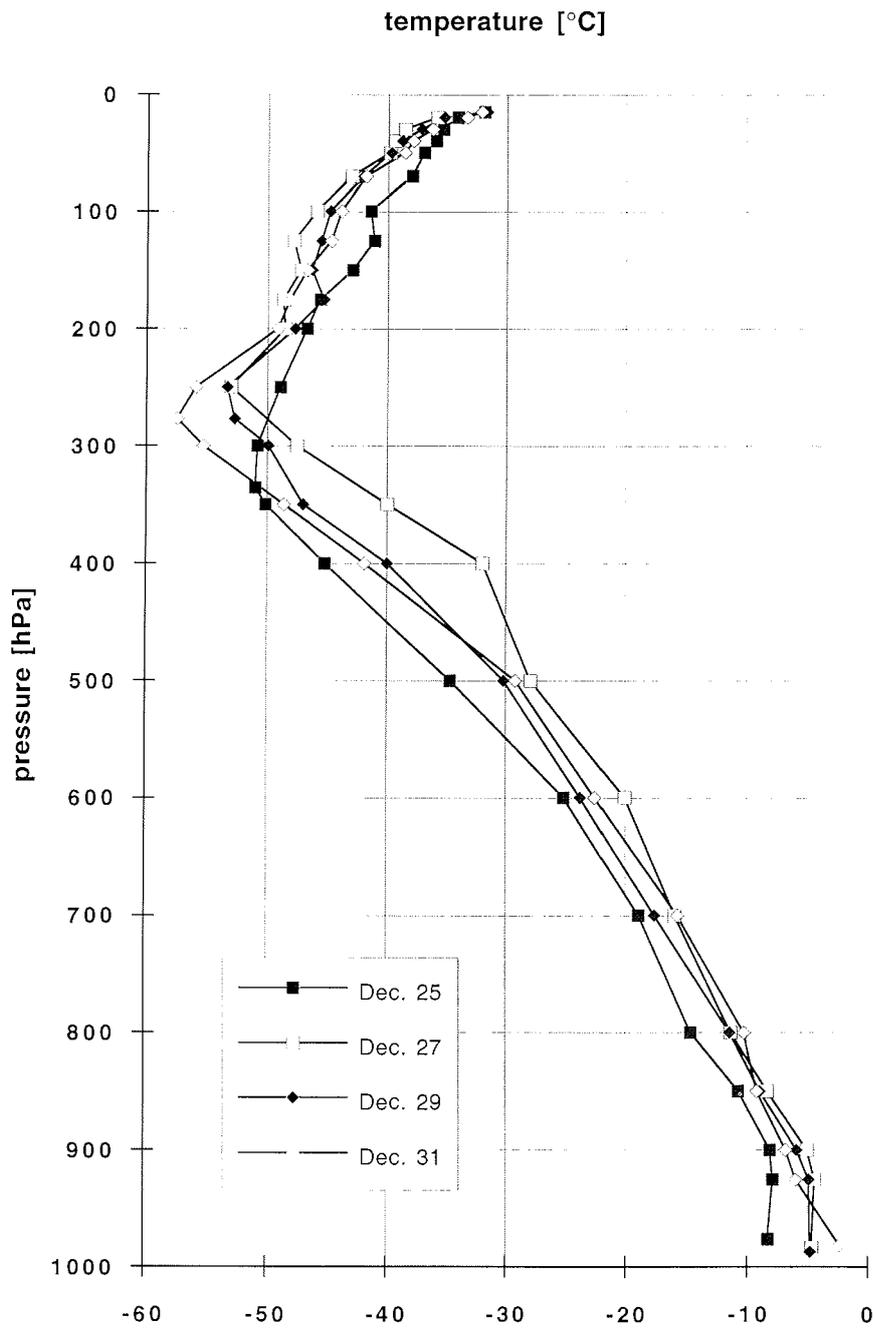


Fig. 21: Temperature distribution over Syowa in December 1994

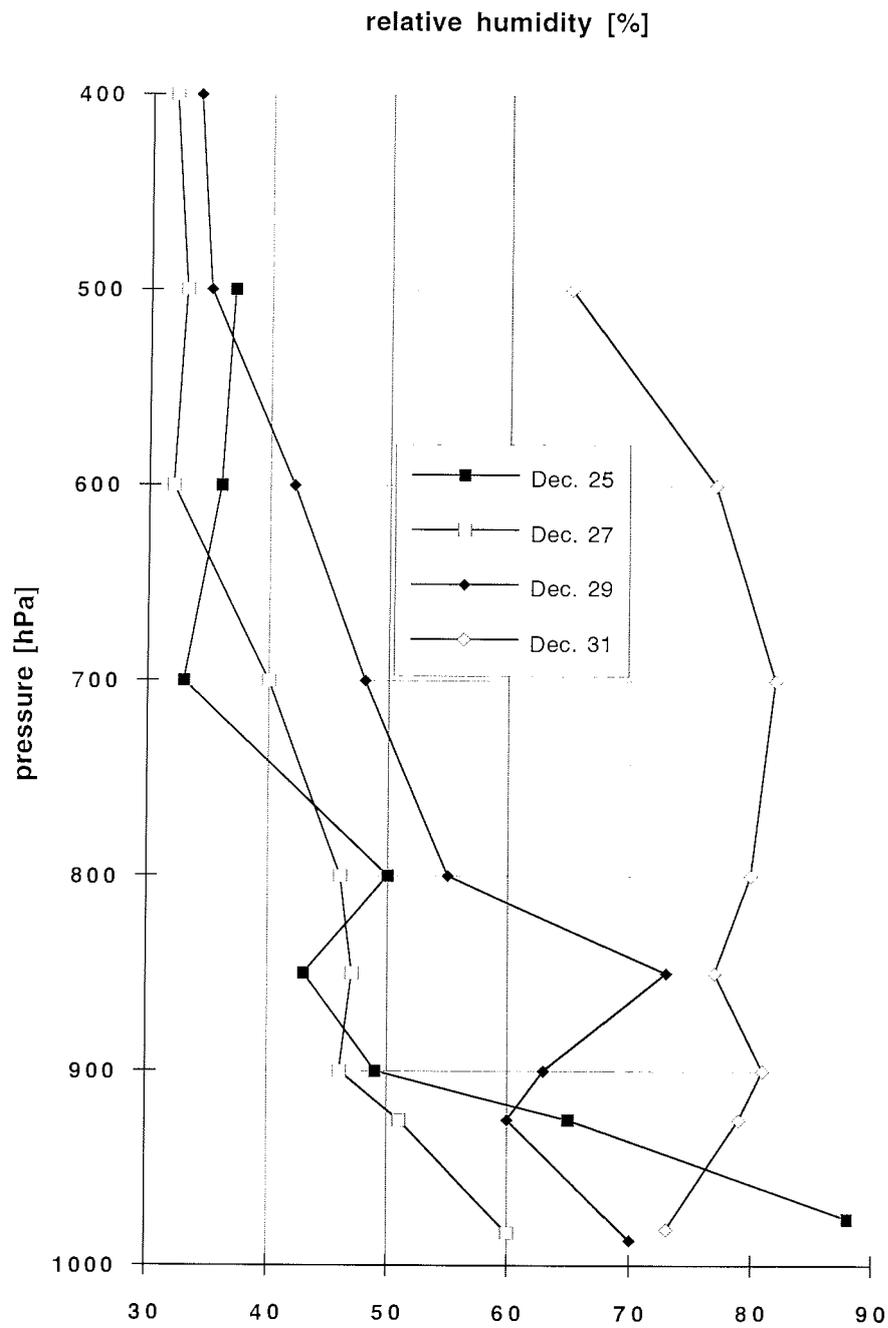


Fig. 22: Distribution of relative humidity in December 1994

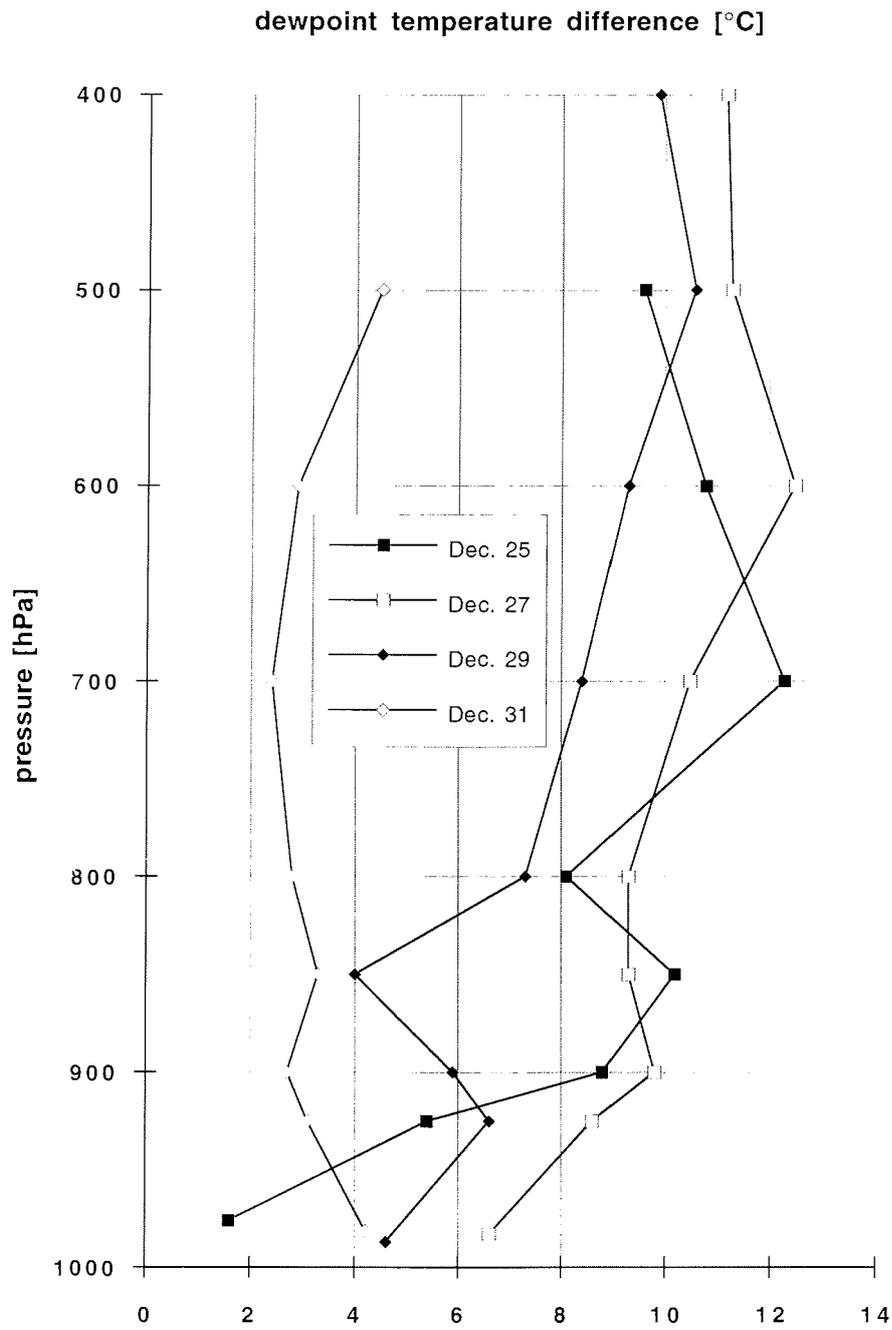


Fig. 23: Dewpoint temperature differences at standard pressure levels

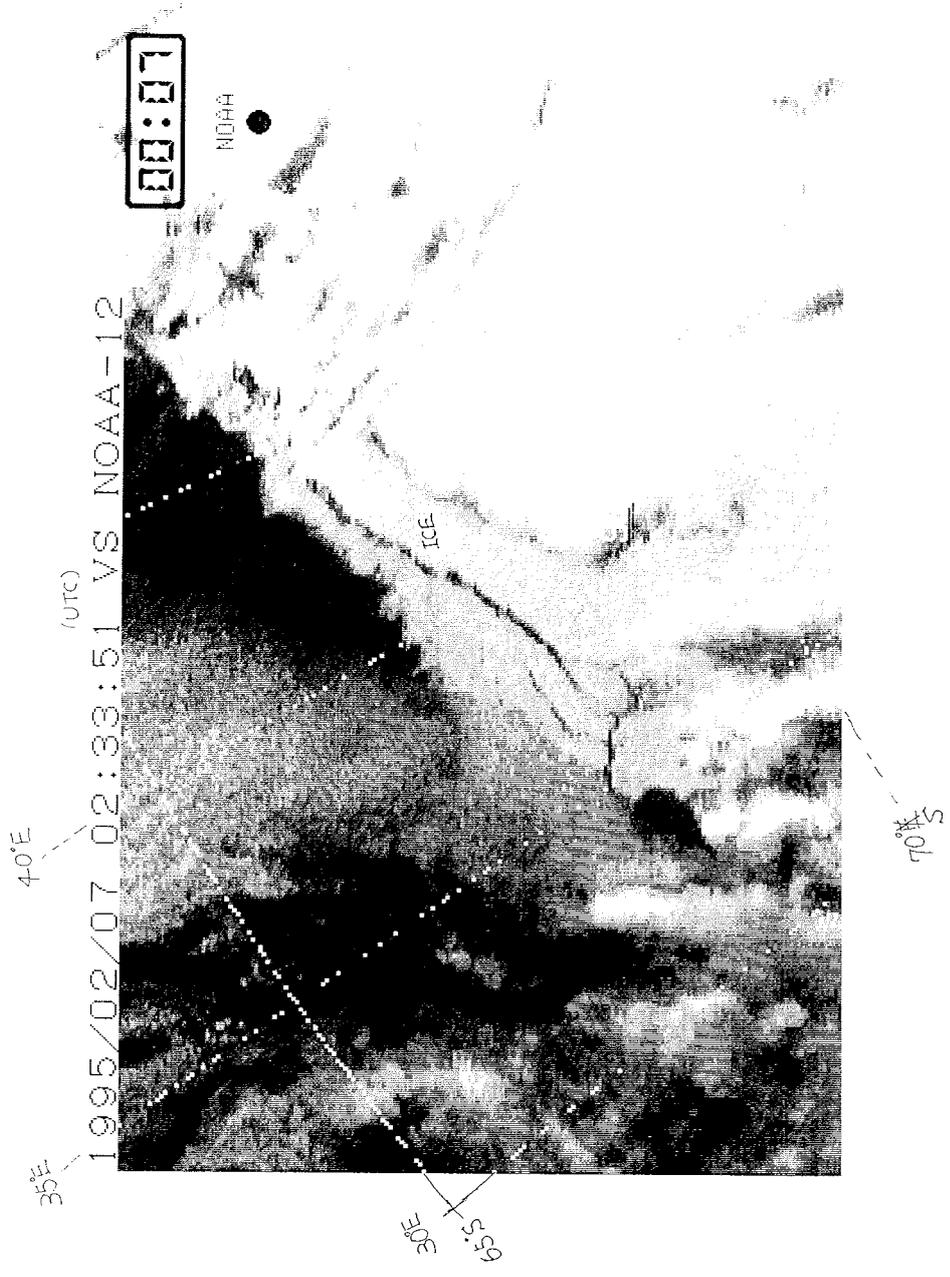


Fig. 24: NOAA-12 satellite image on 07/02/95

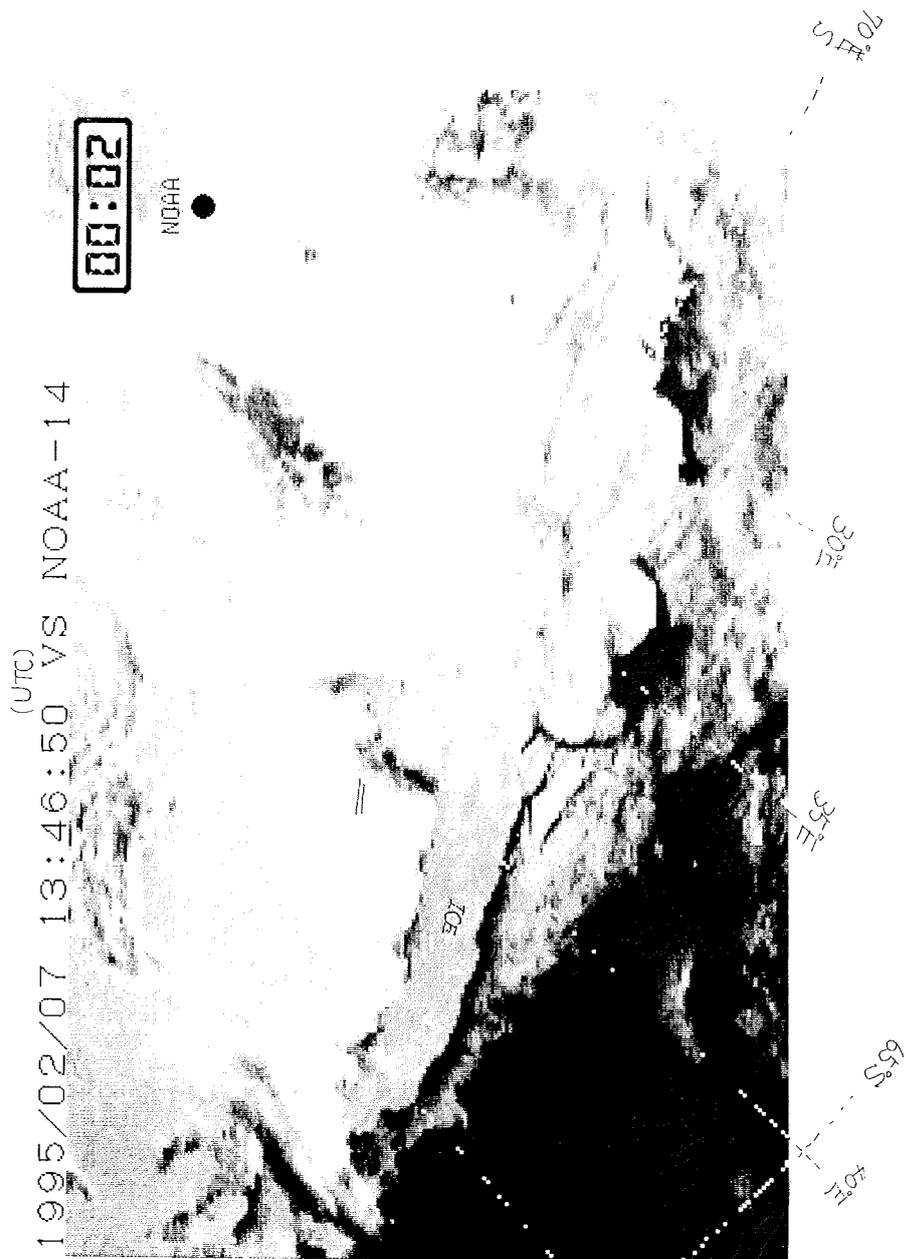


Fig. 25: NOAA-14 satellite image on 07/02/95

Tab. 10:

Example of weekly NAVY-NOAA ice center data

```
R 092215Z MAR 95~1 ZYB PSN 428863H31
FM NAVICECEN SUITLAND MD//NIC//
TO RUYNJPN/MSO DOP JMSDF JA
INFO RUYNJDK/COMNAVFORJAPAN YOKOSUKA JA//N31//
RUYNJTF/NAVPACMETOCFAC YOKOSUKA JA//NPMOF/JJJ//
RULSHAC/VICECEN SUITLAND MD//NIC//
ZEN/JDS SHIRASE
BT
! CLAS //N03140//
SECTION 01 OF 02
MSGID/GENADMIN/NAVICECEN/0003/MAR//
SUBJ/ICEEDGE SUPPORT//
RMKS/1. ICE EDGE ANALYZED FROM VICINITY 6900S5/02945E0 TO
6850S9/03020E5 6830S7/03040E7 6820S6/03200E5 6820S6/03240E9
6810S5/03335E4 6815S0/03430E0 6815S0/03535E6 6815S0/03630E2
6810S5/03710E1 6825S1/03850E6 6830S7/03905E7 6825S1/03925E9
6815S0/03935E0 6815S0/04015E0 6810S5/04045E3 6805S9/04115E1
6800S4/04130E8 6745S2/04130E8 6745S2/04200E6 6740S7/04300E7
6740S7/04430E1 6725S0/04500E9 6710S4/04445E7 6650S7/04530E2
6650S7/04615E6 6635S0/04745E0 6635S0/04900E3 6630S5/04940E7
6605S7/05015E1 6550S6/05120E8 6550S6/05240E1 6545S0/05325E5
6540S5/05435E7 6540S5/05530E3 6545S0/05610E2 6555S1/05700E2
6605S7/05720E4 6615S8/05745E1 6620S4/05830E6 6630S5/05900E4
6635S0/05950E9 6630S5/06000E6 6625S9/06045E5 6635S0/06125E4
6625S9/06220E0 6615S8/06335E7 6615S8/06420E2 6625S9/06500E1
6640S6/06600E2 6650S7/06645E1 6710S4/06745E2 6700S3/06910E6
6700S3/06945E4 6700S3/07035E5 6720S5/07155E8 6735S1/07300E0
6745S2/07340E4 6800S4/07410E2 6750S8/07500E2 6740S7/07550E7
6720S5/07610E4 6705S8/07630E6 6650S7/07705E9 6640S6/07735E2
6645S1/07830E8 6640S6/07910E7 6630S5/07925E3 6615S8/08000E8
6550S6/08100E9 6550S6/08150E4 6600S2/08225E7 6620S4/08230E3
6630S5/08215E6 6640S6/08205E5 6655S2/08210E1 COAST VICINITY
6700S3/08230E3. RESUMING FROM COAST VICINITY 6635S0/08535E1
TO 6615S8/08550E8 6600S2/08615E0 6540S5/08650E9 6540S5/08740E0
6530S4/08830E9 6525S8/08910E8 6515S7/09000E9 6500S1/09040E3
6445S9/0145E9 6445S9/0925E6 6430S3/09400E3 6425S7/09530E7
6410S1/09540E8 610S1/09700E6 6415S6/09800E7 6415S6/09925E5
6425S7/10035E9 6430S3/10200E3 6435S8/10200E3 6445S9/10335E2
6450S5/10445E4 6500S1/10610E8 6455S0/10735E6 6500S1/10915E6
6500S1/11040E6 6450S5/11245E3 6445S9/11410E7 6440S4/11500E7
6455S0/11550E2 6500S1/11745E8 6520S3/11850E5 6530S4/12000E3
6535S9/12135E2 6535S9/12305E1 6530S4/12355E6 6530S4/12445E6
6525S8/12600E9 6520S3/12720E2 6540S5/12825E8 6535S9/12910E3
6535S9/12945E1 6520S3/13100E5 6525S8/13150E0 6525S8/13240E0
6520S3/13400E8 6510S2/13530E2 6515S7/13645E9 6540S5/13800E2
*
```

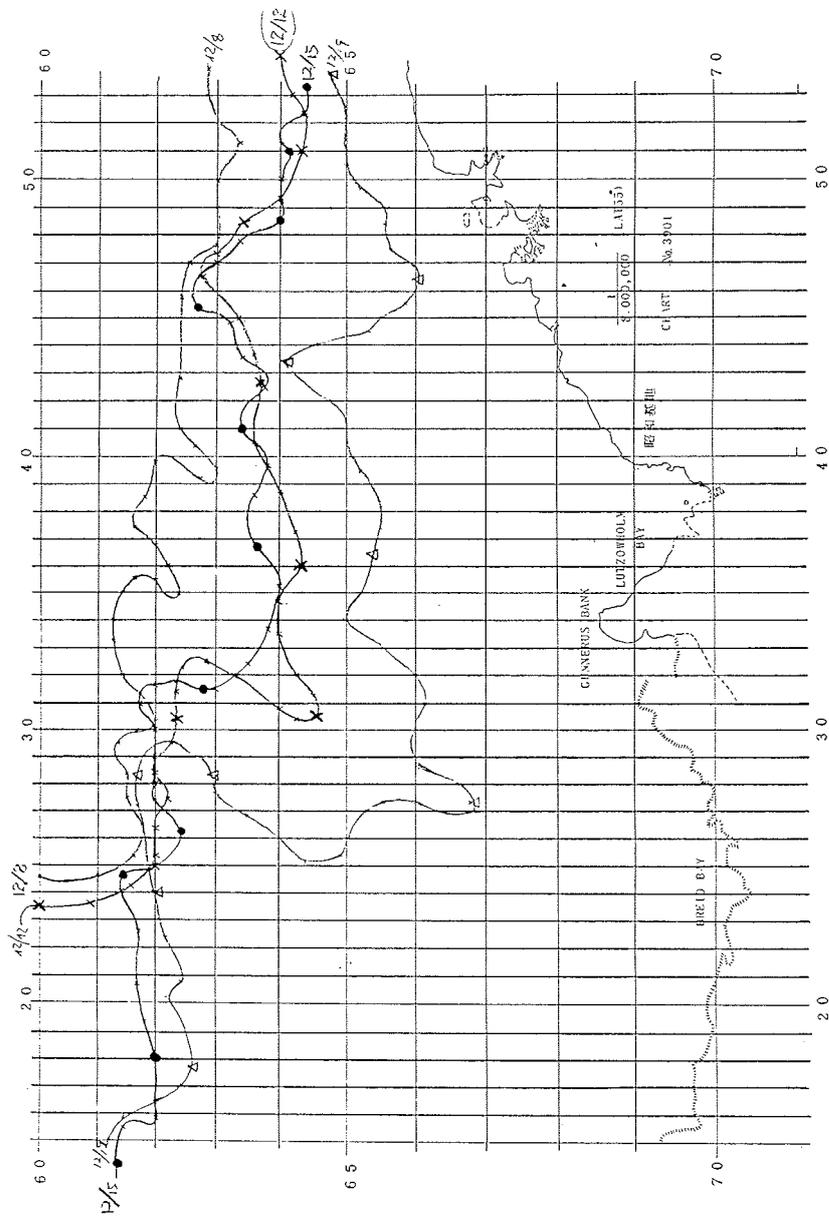


Fig. 26: Boundaries between ice covered and open sea

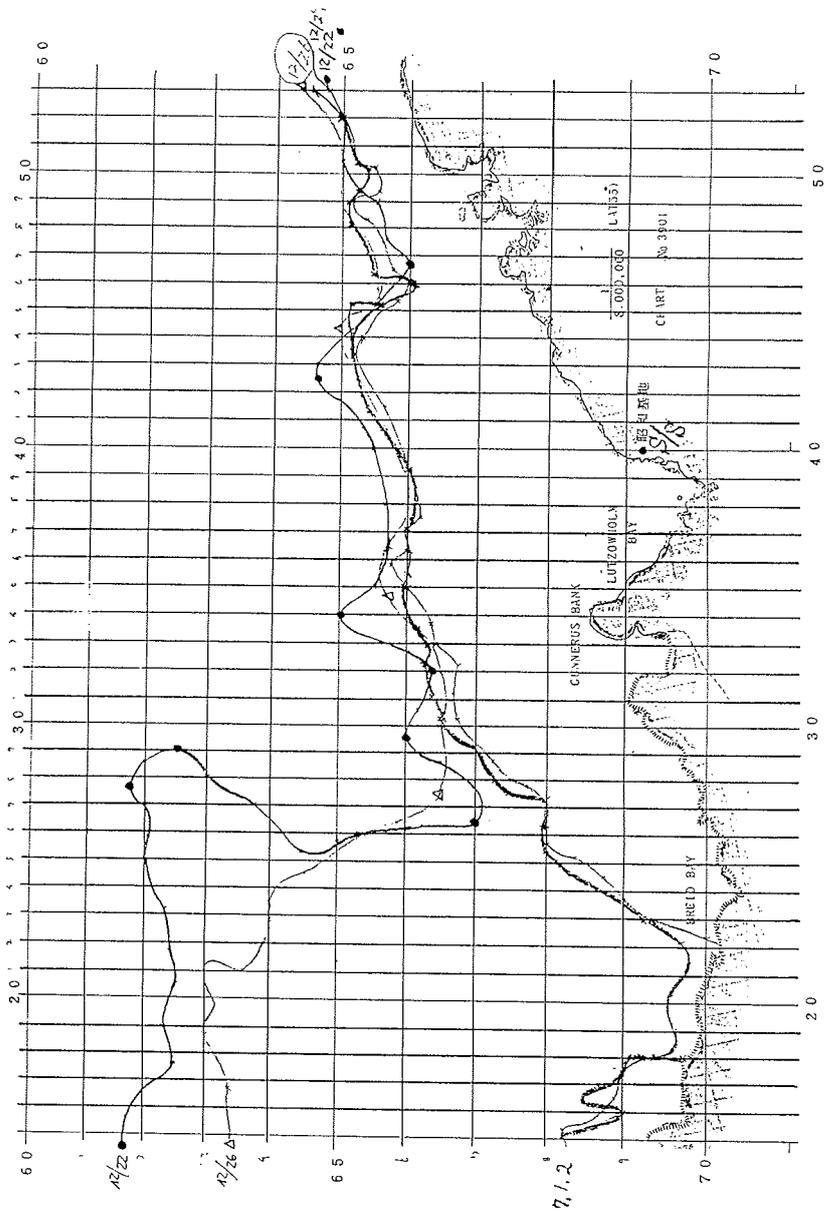


Fig. 27: Boundaries between ice covered and open sea

Ship's aerological data (received from rawinsonde type RS2L-80) are available at standard pressure levels as paper copies with English headlines from following days:

27, 28, and 29/12/1994, 2/1, 1/2, 16/2, 23/2, 25/2, 3/3, 7/3, 14/3, and 18/3/1995.

Additionally, backward trajectories were ordered from the German Weather Service for January 1995 in several standard pressure levels over the Antarctic air moisture sampling sites.

9.4.3 Satellite data, images and charts

Satellite data received by JARE belongs to the Japanese NASA, the Japanese National Space Development Agency (NASDA), and its Earth Observation Center. Therefore it is very difficult to use this data afterwards and only a few images could be seen and partially have been evaluated at Syowa. The hint was given on the ERS Mission Control Centre of the European Space Agency ESOC in Darmstadt (Fax No. 06151-90-3401).

On 95/12/13 the MOS1 visible band showed the fast ice edge at about 68°25' S and open sea at 65° S and northwards (after an image from K. Watanabe - Biologist, JARE 35).

On February 7th the NOAA-12/14 satellite images showed the ice edge at about 68°40', but open sea already at 67°20' (see Figs. 24 and 25).

The borderlines between ice covered and open sea were also derived from weekly NAVY-NOAA Joint Ice Center data (e.g. Tab. 10) by meteorological staff of "Shirase" (see Figs. 26 and 27).

Additionally, satellite images were stored up from the World Wide Web computer network by co-workers of the AWI Potsdam, and will be available for evaluation afterwards. Furthermore valuable information is expected from the SCAR programmes FROST and ITASE.

9.5 Additional activities

9.5.1 December 21st, 1994 on the inland ice at S16

Assistance at transportation work for Dome F.

Testrun of an automatic air moisture sampler (69° 01.78' S, 40° 03.15' E, 591 m a.s.l., see Fig. 12).

9.5.2 December 22nd, 1994, assistance at S21

Purpose

Shallow-depth snow temperature monitoring program to detect melt water infiltration from the snow surface by snow temperature measurements and compare it with satellite data.

Observation site

S21 at 69° 01.36' S, 40° 15.51' E, 727 m a.s.l.

Working at S21

- Drilled 10 m bore hole by SPIRE hand auger.
- Installed 6 sensors (Pt 100) in several depths in the bore hole.
- Connected these sensors with datalogger (snow temperatures in the hole will be recorded every hour).
- Stratigraphic observations of the core were done (positions of ice layers and snow types).

Responsibility

Dr. T. Kameda, glaciologist, JARE 36

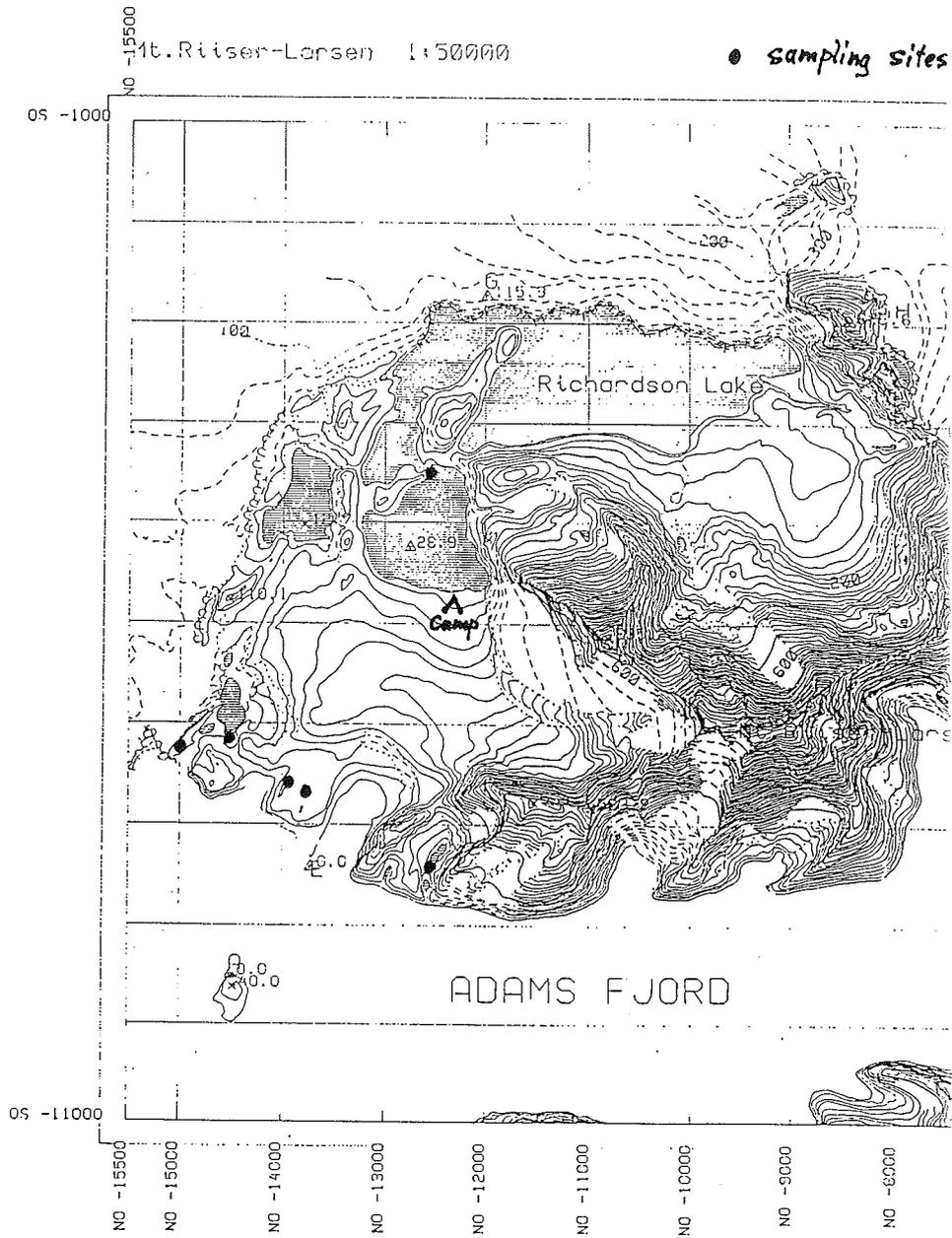


Fig. 28: Field map of Mt. Riiser-Larsen area with water sampling sites

9.5.3 February 25/26th, Napier Mountains

A short field campaign was held on February 25/26 in the Napier Mountains at the west side base of mount Riiser-Larsen. This opportunity was used for sampling water from ponds and lakes for isotopic and chemical analyses and measuring their electric conductivity in situ (corrected values in Tab. 6). The results of latter measurements are given together with relative map co-ordinates of the sampling sites (compare Fig. 28) in Tab. 11.

Tab. 11: Riiser-Larsen samples

Code	Temperature	Cond.	OS	NO
40	1.4	33	-7200	-14500
46	2.1	340	-7300	-15000
47	3.9	850	-7600	-14000
RL1	0.7	13	-4500	-12600
RL2	0.1	13.5	-8400	-12500
RL3	4.5	500	-7700	-13800

The absolute co-ordinates derived from a GPS corrected map are 66° 45.7' S and 50° 36.1' E for the camp site.

10 REMARKS AND DISCUSSION

• technical

Because of weak points in the electronic controlling the new equipment could not fully satisfy. While the sampler positioned at Mizuho worked autarky without mistakes, the samplers at Dome F and Syowa had to control manual then and when. Often the processor clock was not in time and had to be set new. The reasons of some mismatching are mainly connected with the processor's sleep. But all problems could be managed by manual control with the kindly assistance of JARE 36 members.

• scientific

The planned samplings and measurements could be done without exception. Furthermore the opportunity was used at Syowa Station to take water vapour samples by cryogenic trapping. So also a mass spectrometric analysis of O-18 will be possible.

Meteorological and aerological data were supplied, and the most important values are available already in computer files for later evaluation of isotopic analysis results.

Thank the co-operation readiness of Japanese scientists the isotopic investigations of air moisture and precipitation over Antarctica will be continued and expanded too, on elder snow and precipitation samples collected by former JAR Expeditions (e.g. AGETA, 1993).

It is expected, that all these activities together will lead to valuable results and new insights about regional atmospheric circulation and recent isotopic input patterns to Antarctica.

• general

The technical and general research and living conditions aboard and at Syowa Station were sufficient for the expedition purpose. A lack of information was not avoidable for a foreigner unfamiliar with Japanese language. Only Japanese news, radio and tele transmissions were received, contacts to other Antarctic stations are very rare, and private phone calls usually have been impossible without KDD credit card. But no serious problem arose from this facts.

11 PROSPECTS

The Antarctic sampling program of air moisture and precipitation for isotopic investigations is continued at Syowa and Dome F by kindly assistance of JARE members. On this way it is expected to get information about normal seasonal variations and about anomalies caused by extreme weather conditions.

At the moment two new automatic sampling instruments are under preparation and will be supplied for JARE 37. Furthermore variants of cryogenic sampling of air moisture as well as the use of high resolution FTIR spectra for isotopic investigations in polar regions are under consideration now.

In the period of the forthcoming joint Japanese/German data evaluation, the results of the analyses of snow samples, accumulation or ablation rate, surface snow temperature, as well as the measurements of evaporation/condensation ratios with a precision balancing apparatus by JARE 35 and 36 members would be very helpful.

The analysis of the isotopic ratios and ionic composition of water samples will be performed by mass spectrometry, ion chromatography and atom absorption spectroscopy in German laboratories and supplied for use in Japan too.

A research stay at the NIPR in Tokyo is planned for close co-operative evaluation of the isotopic investigation program to be performed during the summer party of JARE 36, when samples of air humidity, precipitation, snow and water were be collected.

Before the starting time of this invitation, the results of the mass spectrometric isotope analyses of the samples will be available.

These data have to be connected with meteorological and aerological parameters and have to be discussed with weather charts, satellite images and trajectories. Extensive data assemblage, judgement and selection together with detailed statistical and logical treatments are therefore necessary.

For relevant interpretations in regard to the specific humidity input by local circulation patterns of air masses over Antarctica and also to paleoclimate reconstruction it will be aspired to establish appropriate models. These may be empirical, thermodynamic, kinetic or regional/general circulation models. If they are fit for the interpretation of the isotopic distributions over Antarctica, then they will be useful.

In close relation to the NIPR research programs this work will provide contributions to the "Antarctic Atmospheric Chemistry Program" by "drawing a meridional cross section of the Antarctic atmosphere" as well as to the "Deep Ice Drilling" project at the Dome F area by new insights between the isotopic patterns of the present and the past.

Collective scientific papers of both institutes, the AWI Potsdam and the NIPR Tokyo, will be published in appropriate international journals and the highlights will be presented on scientific meetings and conferences.

Time Schedule:

May - Aug. 1995:	analyses of air moisture and water samples
Aug. - Oct. 1995:	data assemblage
Nov. - Dec. 1995:	statistical treatment and modelling
Jan. - March 1996:	discussions and first publications
Feb. - Dec. 1996:	continuation of isotopic investigations

Tab. 12:
File structure for meteorological observation data at Syowa

READ.ME

by Y. Yamamoto 1995.03.10

HH : OBS TIME : 観測時刻
P(ST) : STATION PRESSURE : 現地気圧
P(SE) : SEA-LEVEL PRESSURE : 海面気圧
A : 3HR TREND OF PRESSURE : 前3時間気圧変化傾向
PP : 3HR VARIATION OF PRESSURE : 前3時間気圧変化量
TEMP : AIR TEMPERATURE : 気温
TD : DEW-POINT TEMPERATURE : 露点温度
E : VAPOUR PRESSURE : 蒸気圧
HU : RELATIVE HUMIDITY : 相对湿度
DD : WIND DIRECTION : 風向 (16方位)
FF : WIND SPEED : 風速
SUN : SUNSHINE DURATION : 日照時間
RAD : SOLAR RADIATION : 全天日射量

----- FILE FORMAT ----- 1DAY = 73*30 -----

SYOWA STATION 1994.FEB. 1

HH	P(ST) hPa	P(SE) hPa	A	PP hPa	TEMP C'	TD C'	E hPa	HU %	DD 16	FF m/s	SUN t	RAD MJ/m2
1	984.0	986.6			-5.9	-8.4	3.3	83	3	0.4	-	0.00
2	984.1	986.7			-5.4	-7.8	3.4	83	0	0.0	-	0.00
3	984.5	987.1	1	0.8	-5.1	-7.9	3.4	81	0	0.2	-	0.00
4	984.7	987.3			-6.2	-8.7	3.2	82	0	0.0	-	0.06
5	985.0	987.6			-7.2	-9.2	3.1	86	11	2.5	-	0.16
6	985.2	987.8	1	0.7	-6.2	-8.4	3.3	84	0	0.0	-	0.35
7	985.5	988.1			-6.8	-9.0	3.1	85	11	0.4	-	0.62
8	985.9	988.5			-5.9	-8.6	3.2	81	0	0.0	-	0.86
9	986.3	988.9	8	1.1	-4.6	-8.3	3.3	75	11	1.2	0.1	1.22
10	986.8	989.4			-4.0	-8.2	3.3	73	14	1.1	1.0	2.06
11	987.4	990.0			-3.1	-8.5	3.2	66	13	3.0	1.0	2.35
12	987.7	990.3	3	1.4	-2.5	-9.7	2.9	58	13	2.7	1.0	2.36
13	987.7	990.3			-1.9	-10.5	2.8	52	2	1.8	1.0	2.16
14	987.9	990.5			-1.8	-9.6	3.0	55	3	2.5	1.0	2.39
15	988.0	990.6	1	0.3	-1.4	-8.4	3.3	59	1	2.2	1.0	2.36
16	988.2	990.8			-1.2	-7.4	3.5	63	14	3.9	0.9	1.92
17	988.2	990.8			-2.0	-9.1	3.1	58	15	2.5	0.2	1.05
18	988.1	990.7	0	0.1	-2.6	-6.8	3.7	73	2	2.2	-	0.70
19	987.9	990.5			-2.2	-7.1	3.6	69	3	2.1	-	0.53
20	988.0	990.6			-2.6	-6.6	3.7	74	16	2.6	-	0.31
21	987.7	990.3	6	-0.4	-2.6	-6.6	3.7	74	4	0.6	-	0.14
22	987.6	990.2			-2.8	-6.6	3.7	75	1	2.1	-	0.06
23	987.2	989.8			-3.2	-8.6	3.2	66	5	1.8	-	0.00
24	986.6	989.2	8	-1.1	-3.9	-11.0	2.6	58	2	2.4	-	0.00

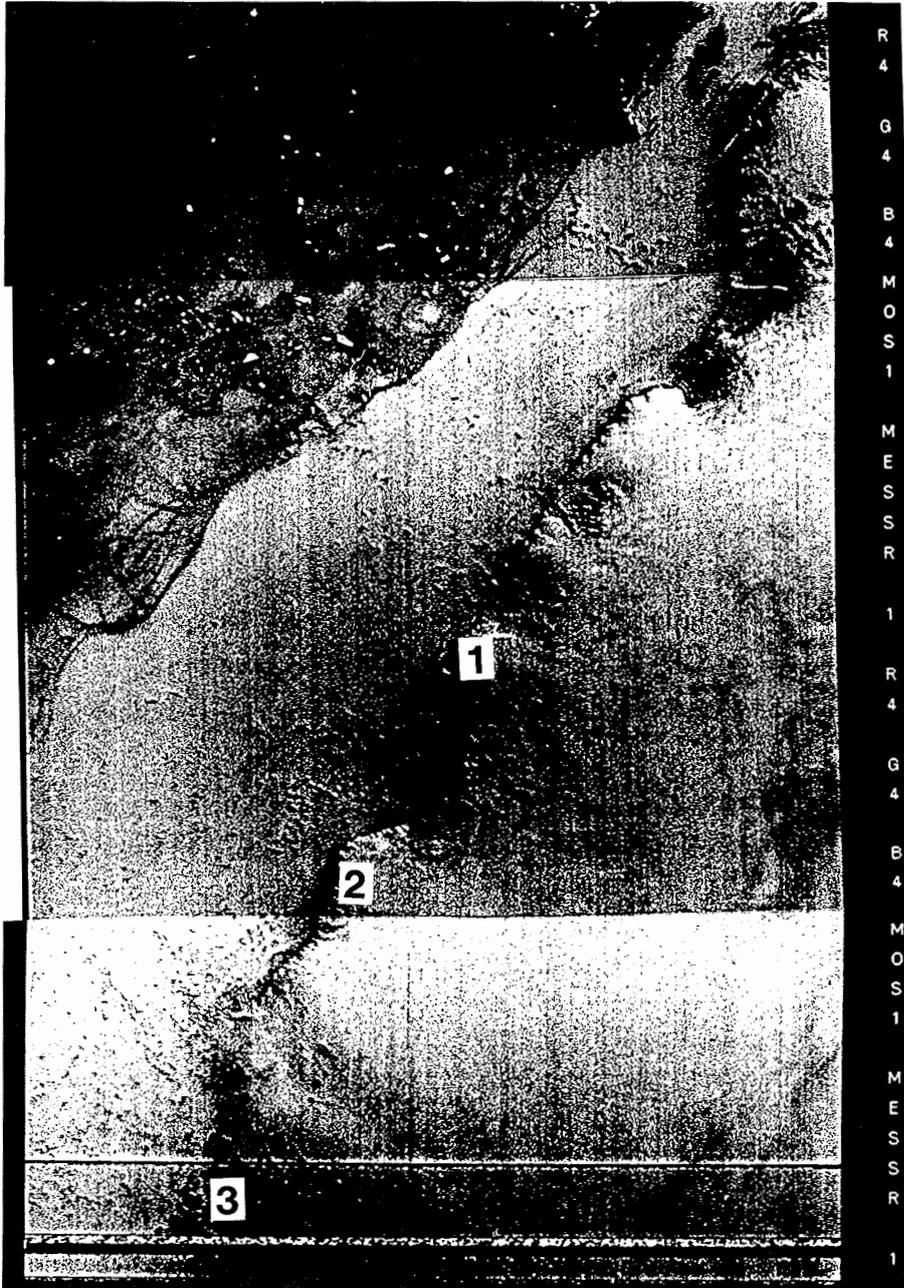


Fig. 29: MOS1 satellite image from 09/02/94 (061-1, Band 4)

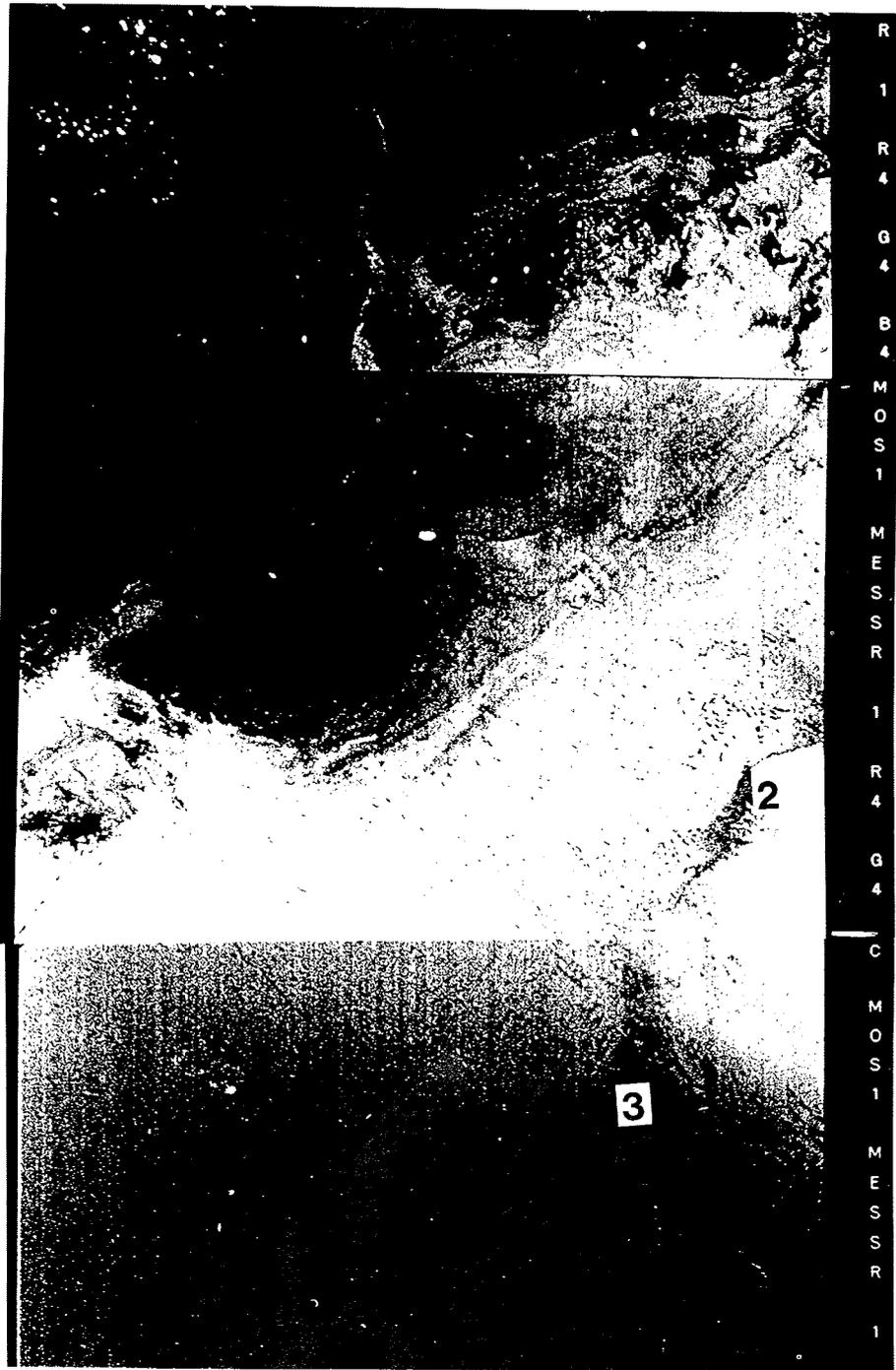


Fig. 30: MOS1 satellite image from 10/02/94 (062-1, Band 4)

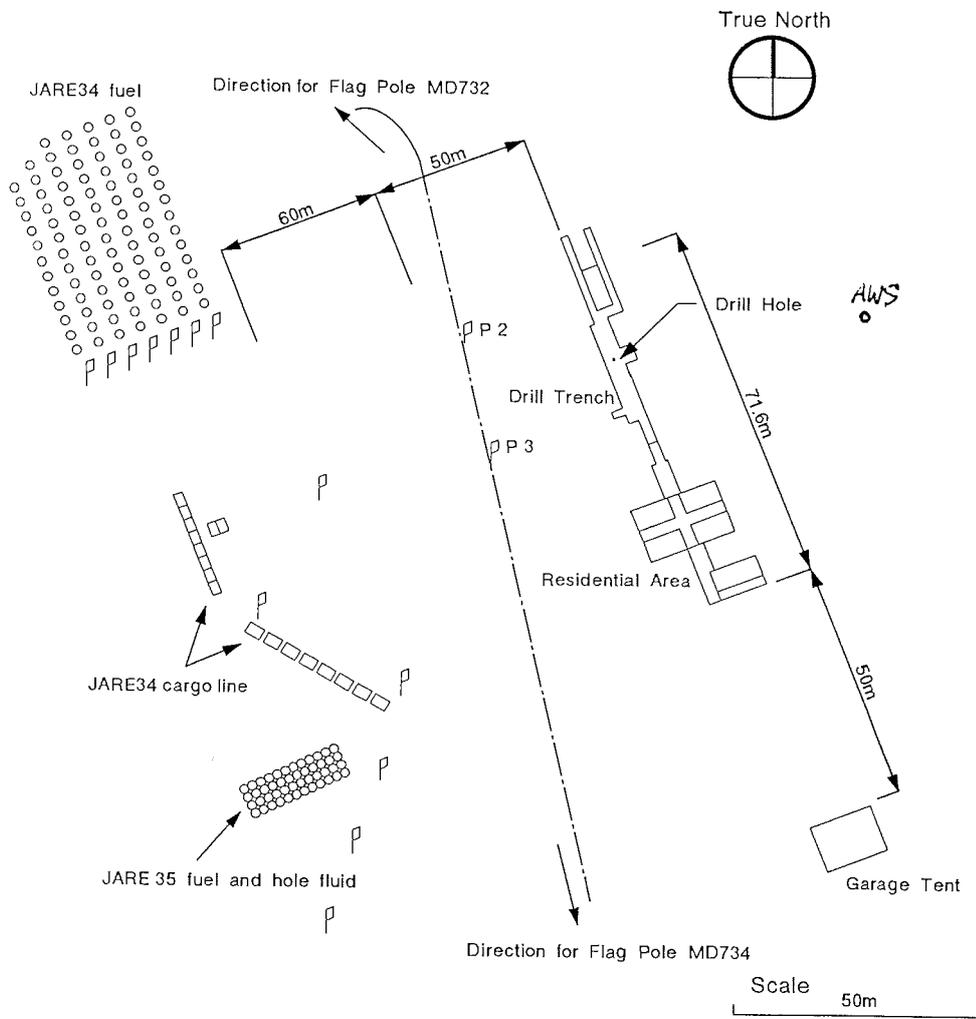
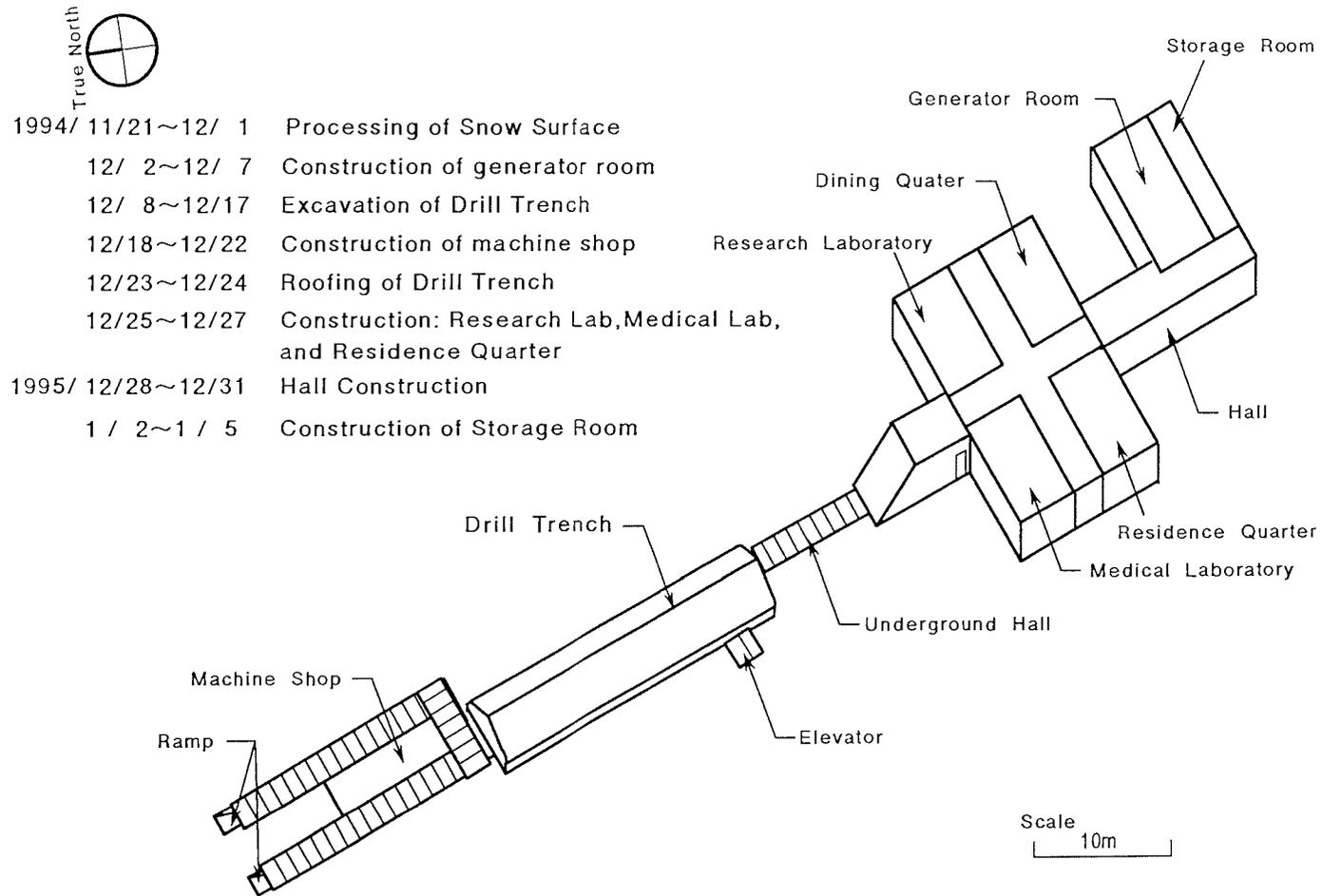


Fig. 31: Construction sketch of Dome F station

Fig. 32: The heart of Dome F



二酸化炭素濃度の経年変化 (昭和基地)
JARE 25-JARE 34

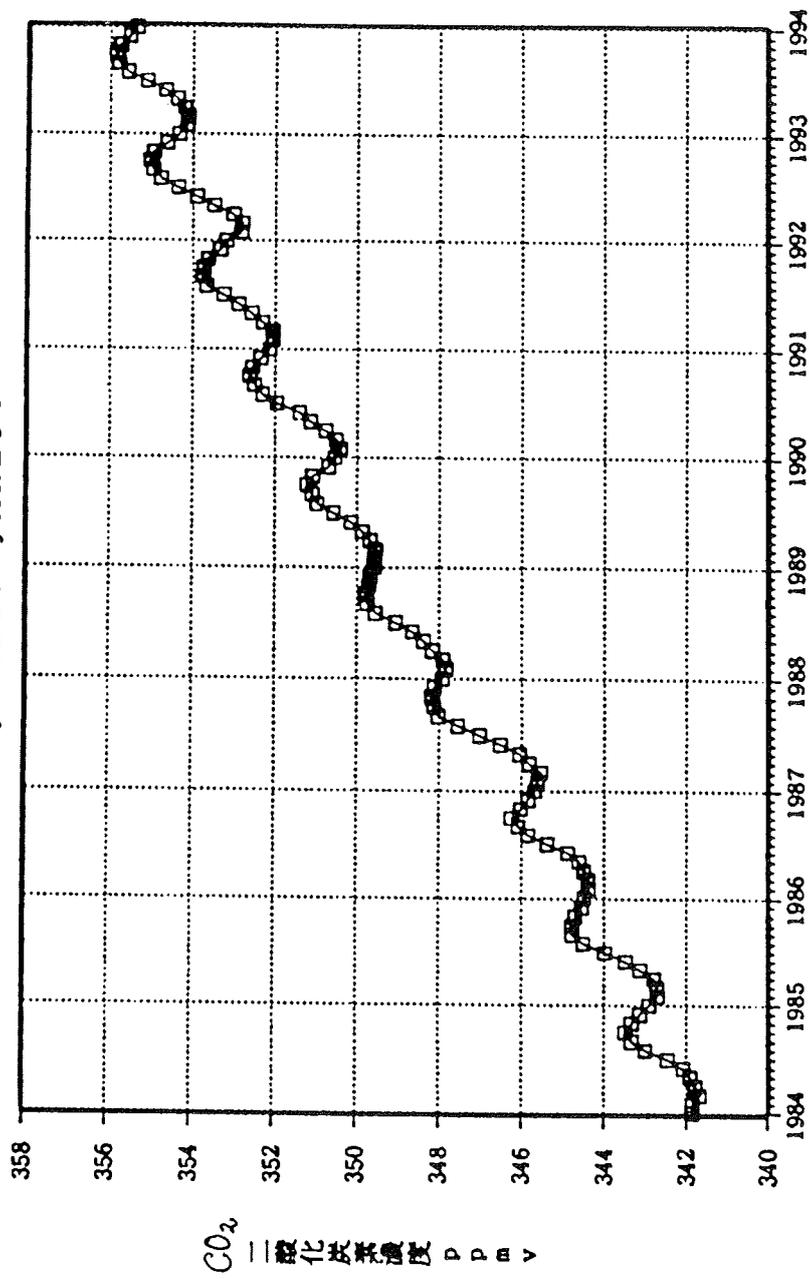


Fig. 33: Atmospheric CO₂ variation at Syowa station

12 SUPPLEMENT

Following last minute data, images and information were received:

- meteorological data from Syowa for the period from 1/01/94 to 31/01/95 surprisingly on floppy disk (Tab. 12),
- two satellite images by T. Shiraiwa (JARE 35), showing the changing sea ice condition off Syowa (Figs. 29 and 30, with 1 = Cape Omega, 2 = Cape Tama, and 3 = Syowa, and distances 1-3 = 80 km, and 2-3 = 52 km),
- two construction sketches of Dome F Station (Figs. 31 and 32, by Takeshi Saito, JARE 35),
- annual atmospheric CO₂ variation and continuous increase at Syowa from 1984 to 1994 (see Fig. 33, copied from Expedition Report JARE 34, NIPR, Tokyo 1994), together with the additional information, that the maximal CO₂ concentration reached nearly 358 ppm in October 1994 (M. Koide, JARE 35).

13 ACKNOWLEDGEMENTS

I am greatly acknowledged to the Headquarters for Japanese Antarctic Research Expedition at the Ministry of Education, Science and Culture in Tokyo, which made possible my participation in JARE 36.

To the directors and the staff of NIPR many thanks for assistance, help and co-operation, in particular Prof. T. Yamanouchi and Dr. M. Wada.

For kindly meteorological and aerological data supply I thank Dr. Tom. Ito and the JARE members of JMA as well as the meteorological staff of "Shirase".

The leaders, sub-leaders and members of JARE 35 and JARE 36 as well as the crew of "Shirase" supported my work and my life on board and at Syowa from November 1994 till March 1995 in each kind. Therefore I am greatly obliged to them.

Last but not least I direct my acknowledgements to the DFG for project funding.

14 REFERENCES

AGETA, Y.: Annual variation of oxygen isotopic contents of drifting snow and the isotopic contents of deposited snow layers at Mizuho Station, Antarctica. *Antarctic Record* **37** (1), 24-31 (1993)

HAMRE, I.: The Japanese South Polar Expedition of 1911-1912: A Little-known Episode in Antarctic Exploration. *Geographical J.* **82**, 103-115 (1933)

KAMIYAMA, K. et al.: Glaciological Data Collected by the 33rd Japanese Antarctic Expedition in 1992. *JARE Data Reports* No. **194** (Glaciology 21), NIPR, Tokyo 1994

MIDORIKAWA, T. and TANOUE, E.: Detection of a strong ligand for copper in sea water and determination of its stability constant. *Anal. Chim. Acta* **284**, 605-619 (1994)

SEDIMENTGEOLOGISCHE ARBEITEN WÄHREND DER EXPEDITION SCHIRMACHEROASE 1994/95 DES AWI, FORSCHUNGSSTELLE POTSDAM

U. Wand, M. Schwab, W.A. Samarkin und D. Schachtschneider

1	EINLEITUNG	74
1.1	Wissenschaftliches Programm	74
1.2	Zeitlicher Ablauf	76
2	ARBEITEN IN DER UNTERSEEREION/GRUBERBERGE	77
2.1	Untersuchungen am Untersee	77
2.1.1	Gewinnung lakustriner Sedimente	78
2.1.2	Bathymetrische Messungen	84
2.1.3	Hydrologische Arbeiten	86
2.1.4	Biogeochemische Untersuchungen an Wasser und Sedimenten	97
2.1.5	Ablationsmessungen an der Eisdecke	103
2.2	Aufbau einer automatischen Wetterstation	105
2.3	Sonstige Arbeiten	106
2.3.1	Sammlung von Niederschlagsproben	106
2.3.2	Untersuchungen am Stirnsee	107
2.3.3	Sammlung von Algenproben	108
3	ARBEITEN IN DER SCHIRMACHEROASE	108
3.1	Untersuchungen an Binnenseen.....	108
3.1.1	Gewinnung lakustriner Sedimente aus den Seen Sub und Glubokoje	109
3.1.2	Biogeochemische Untersuchungen an den Seen Glubokoje und Sub	113
4	ZUSAMMENFASSUNG	117
5	DANKSAGUNG	117
6	LITERATUR	118

SEDIMENTGEOLOGISCHE ARBEITEN WÄHREND DER EXPEDITION SCHIRMACHEROASE 1994/95 DES AWI, FORSCHUNGSSTELLE POTSDAM

Ulrich Wand^{*}, Markus Schwab^{*}, Wladimir A. Samarkin^{**} und Dirk Schachtschneider^{***}

* Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Forschungsstelle Potsdam, Telegrafenberg A43, D-14473 Potsdam

** Russische Akademie der Wissenschaften, Institut für Bodenkunde und Photosynthese, 142 292 Pushchino, Rußland

*** Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Fachbereich Geowissenschaften, Friedrich-Ludwig-Jahn-Str. 17, D-17489 Greifswald

1 EINLEITUNG

1.1 Wissenschaftliches Programm

Im Südsommer 1994/95 wurden von einer aus 5 Teilnehmern (darunter ein russischer Gastwissenschaftler) bestehenden Expeditionsgruppe des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung, Forschungsstelle Potsdam, in der Ostantarktis im Gebiet der Schirmacheroase (70°45'S/11°40'E) und der Gruberberge/Wohlthatmassiv (71°S/13°E) (Abb. 1) Feldarbeiten im Rahmen eines längerfristigen paläolimnologischen Forschungsprogramms durchgeführt. Die Zielsetzung dieses Programms besteht darin, Beiträge zur Klärung der Umwelt- und Klimaentwicklung seit dem Spätquartär in der Randzone Ostantarktikas zu liefern.

Im Mittelpunkt der Feldarbeiten standen die Gewinnung von Sedimentkernen in ausgewählten periglazialen Seen der Schirmacheroase und der Gruberberge sowie begleitende limnologische und biogeochemische Studien an diesen Seen. Im Rahmen eines Pilotprojektes waren bereits in der Saison 1991/92 in dieser Region durch Mitarbeiter des AWI-Potsdam erste umfangreiche Probennahmen von Seesedimenten erfolgt (siehe WAND et al. 1994). Die zwischenzeitliche Bearbeitung dieses Kernmaterials lieferte Anregungen für eine erneute Beprobung einiger Seen mit einer gegenüber der damaligen Kampagne besseren und inzwischen in verschiedenen polaren Seen (Arktis und Antarktis) erfolgreich eingesetzten Kernentnahmetechnik.

Es wurden solche Seen für eine erneute Beprobung ausgewählt, bei denen aus den Voruntersuchungen während des Pilotprojekts einerseits relativ hohe Sedimentmächtigkeiten (max. 2–3 m), was eine gute zeitliche Auflösung ermöglicht, zu erwarten waren und andererseits in den unteren Sedimentabfolgen anomal hohe Radiokohlenstoff-Alter des organischen Materials ermittelt worden waren. Aus den seinerzeit gewonnenen Sedimentproben ließen sich bisher leider keine schlüssigen Aussagen über die

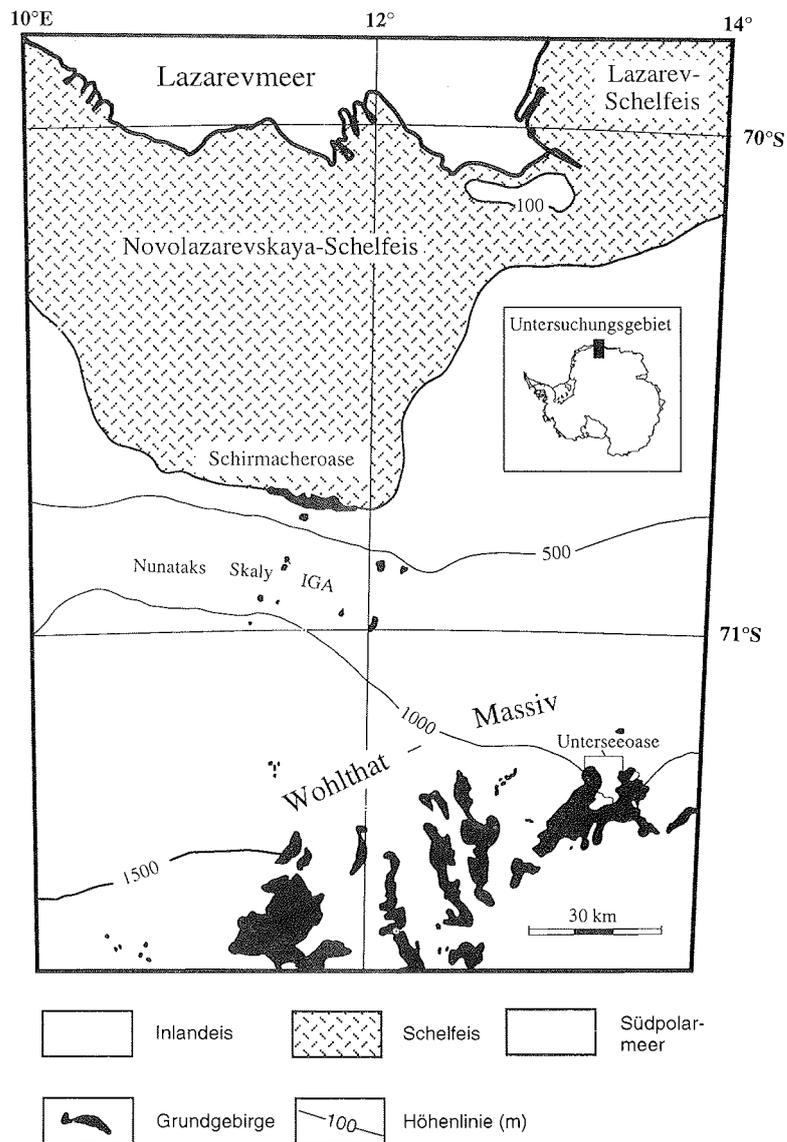


Abb. 1: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes im zentralen Königin-Maud-Land, Ostantarktika

Schichtungsverhältnisse treffen (z.B. existiert ein zeitlicher Hiatus zwischen den altersmäßig, stark differierenden Profilabschnitten oder gibt es einen kontinuierlichen Übergang?). Zur Klärung solcher Fragen war es deshalb das Ziel, in den betreffenden Seen die Sedimentsequenz lückenlos zu kernern.

1.2 Zeitlicher Ablauf

Die Expeditionsausrüstung der deutschen Teilnehmergruppen wurde am 07.12.1994 in Bremerhaven auf den russischen Forschungseisbrecher M/V "Akademik Fjodorow" verladen.

Die sieben AWI-Mitarbeiter der Expedition "Schirmacheroase 1994/95", eine aus vier Teilnehmern bestehende Gruppe von Geodäten der Technischen Universität Dresden und die Mitarbeiter des deutsch-russischen Umwelt-Sanierungsprojektes Schirmacheroase, gingen am 11.01.1995 in Cape Town an Bord der M/V "Akademik Fjodorow". Wegen eines Seerechtsstreites, während dessen Dauer das Schiff zeitweilig arrestiert wurde, konnte die "Akademik Fjodorow" erst am 23.01.95 mit Ziel Antarktis auslaufen.

Am 30.01.95 erreichte das Forschungsschiff die Schelfeisbarriere an der Prinzessin-Astrid-Küste (66°S, 12°E). Mittels zwei Helikopterflügen (Mi-8) wurden die Expeditionsteilnehmer der Seesedimentgruppe sowie der erste Teil der Expeditionsausrüstung zum Untersee im Wohlthatmassiv (ca. 200 km südlich der Schelfeisbarriere) geflogen. Aufgrund von Treibstoffmangel konnte ein dritter geplanter Flug nicht durchgeführt werden.

Die Probennahmeausrüstung (Bohrausrüstung zur Sedimentbeprobung) mußte zunächst mit einem russischen Schlittenzug (01.02.-02.02.) über das Schelfeis zur Station Nowolasarewskaja (Schirmacheroase) und anschließend per deutschem Schlittenzug zum Wohlthatmassiv transportiert werden. Auf Grund technischer Probleme (Kettenfahrzeugreparaturen, Ersatzteilmangel) verzögerte sich der für die erste Februar-Dekade geplante Schlittenzug zum Untersee auf Anfang März (02.-03.03.).

In der Zeit vom 31.01. bis 03.03. wurden nach Errichtung eines Zeltlagers von der Expeditionsgruppe "Seesedimente" am Untersee bathymetrische Messungen, hydrologische Arbeiten, Vermessungsarbeiten, Ablationsmessungen an der Eisdecke des Untersees, Untersuchungen an einem weiteren See ("Stirnsee", inoff. Name) durchgeführt und verschiedene Proben wie frische Niederschläge (Schnee), organisches Material, alte Seeablagerungen in der Umrandung des Untersees und Salzausblühungen gesammelt. Vom 04.03.-12.03. erfolgten die Gewinnung von Sedimentkernen vom Seeboden, die Entnahme von Wasserproben und biogeochemische Untersuchungen am Wasser und Sediment des Untersees. Nach Abbruch des Zeltlagers am Untersee (13.-14.03.) erfolgte die Umsetzung der Expeditionsgruppe per Schlittenzug in die ca. 100 km nördlich gelegene Schirmacheroase (15.-17.03.).

Während der Feldarbeiten im Ostteil der Schirmacheroase waren die Expeditionsteilnehmer in der russischen Station "Nowolasarewskaja" (17.-31.03.) und während der Arbeiten im mittleren Teil der Oase in der indischen Station "Maitri" (01.-04.04.) untergebracht.

Vom 05.04. bis 08.04. wurde die Expeditionsausrüstung für den Rücktransport in Containern verpackt. Die Container und ein Teil der Expeditionsteilnehmer wurden mit einem russischen Schlittenzug (10.–12.04.) zur Schelfeisbarriere transportiert. Das gewonnene Probenmaterial und die noch in der Station verbliebenen Expeditionsteilnehmer wurden per Hubschrauber (Mi 8) am 12.04. zur M/V "Akademik Fjodorow" geflogen.

Die Rückfahrt nach Cape Town erfolgte in einer ersten Etappe (12.–23.04.) auf der M/V "Akademik Fjodorow", die noch verschiedene logistische Aufgaben zur Versorgung der russischen Stationen "Molodjoshnaja", "Mirny" und "Drushnaja" zu erfüllen hatte. Nach dem Umsteigen der russischen Expeditionsteilnehmer des Sommercamps "Drushnaja" vom russischen Schiff "Michail Somow" auf die M/V "Akademik Fjodorow" am 23.04. in der Prydz Bay (65°S/76°E) gingen die deutschen Expeditionsteilnehmer an Bord der "M. Somow". Nach der Versorgung der Station "Molodjoshnaja" (67°S/46°E) durch die beiden russischen Expeditionsschiffe (26.–27.04.) trat die "M. Somow" die Rückreise nach Cape Town an, während die "Akademik Fjodorow" noch in der Antarktis verblieb. Am 07.05. lief die "M. Somow" im Hafen von Cape Town ein. Die Expeditionsteilnehmer traten am 10.05. von Cape Town den Rückflug nach Deutschland an. Die Expeditionsausrüstung und das Probenmaterial wurden an Bord der "M. Somow" und der "Akademik Fjodorow" nach Bremerhaven transportiert, wo sie Ende Mai bzw. Mitte Juni eintrafen.

2 ARBEITEN IN DER UNTERSEEREGION/GRUBERBERGE

2.1 Untersuchungen am Untersee

Im zentralen Dronning-Maud-Land, ca. 200 km südlich der Barriere des Nowolasarewskaja-Schelfeises, liegen die Gruberberge (zentrales Wohlthatmassiv; 71°40'S/12°30'E), in denen sich die Unterseeoase befindet. Sie schließt im weiteren Sinn neben dem Untersee auch den Obersee ein (siehe Abb. 1). Die Unterseeoase liegt in einer Hochgebirgsregion und umfaßt ein Gebiet von etwa 15 km (E–W) x 20–25 km (N–S) (HAENDEL & KAUP 1986). Das sich in E–W-Richtung erstreckende Hochgebirge bildet für das von Süden nach Norden abfließende Inlandeis (Muschketowgletscher) eine Barriere, die östlich und westlich umflossen wird.

Der ca. 6,5 x 2,5 km große Untersee (563 m ü. NN) nimmt eine Fläche von 11,4 km² ein (LOOPMANN et al. 1986). Er wird von den bis zu 2810 m hohen Bergen (Ritschergipfel) des zentralen Wohlthatmassivs im E, S und W halbtrogförmig umschlossen. Die Flanken der steilen Felshänge sind bis zu etwa 300 m Höhe über dem jetzigen Niveau des Untersees von Moränen bedeckt. Nach Norden öffnet sich der Unterseetalrog, und der Untersee wird hier durch den im umgekehrten Richtungsinne (nach Süden) fließenden Anutschingletscher begrenzt, welcher sich aus den das Wohlthatmassiv westlich und östlich umfließenden Gletscherströmen bildet. Mit der während dieser Expedition festgestellten maximalen Wassertiefe von 169 m – die bisher gemessene größte Tiefe betrug nach LOOPMANN et al. (1986, 1988) 147 m – ist der Untersee neben dem Radoksee (Prince-Charles-Mts.) der zweittiefste Süßwassersee Ostantarktikas.

2.1.1 Gewinnung lakustriner Sedimente

Die in antarktischen periglazialen Seen abgelagerten Sedimente stellen neben dem antarktischen Inlandeisschild ein weiteres wichtiges kontinentales Umweltdatenarchiv dar. Die Analyse lakustriner Sedimentsequenzen mit Hilfe verschiedener geologischer, geochemischer und isotopengeochemischer Methoden verspricht eine relativ hochauflösende Rekonstruktion der Umwelt- und Klimaentwicklung des jeweiligen Untersuchungsraumes seit dem Spätquartär (z.B. BIRNIE 1990; BRONGE 1992; BJÖRCK et al. 1991a, b, 1993; VERKULICH & MELLES 1992; MÄUSBACHER et al. 1989; MÄUSBACHER 1991; ZALE & KARLÉN 1989; BIRD et al. 1991; LYONS et al. 1985; TATUR & DEL VALLE 1986; MELLES et al. 1994a, b).

Aus dem Untersee wurden erstmals Sedimentkerne während der eingangs erwähnten Expedition 1991/92 gewonnen (WAND et al. 1994). An diesen Kernen erfolgten geochemische, stratigraphische und sedimentologische Voruntersuchungen. Für eine detaillierte Rekonstruktion der postglazialen Entwicklungsgeschichte des Untersuchungsgebietes waren diese Kerne aufgrund der damals zur Verfügung stehenden, unzureichenden Probenahmetechnik jedoch nicht geeignet. Vor allem das Fehlen einer kompletten Sedimentsequenz (von der Seesedimentoberfläche bis zu der im Liegenden befindlichen Moräne) sowie die während dieser Pilotphase teilweise unsichere Tiefenzuordnung (gerätebedingt) der Kerne, machten eine erneute Beprobung des Untersees notwendig. Grundlage für die Auswahl der neuen Bohrlokationen waren die ersten Untersuchungsergebnisse der Expedition 1991/92.

Probenahmetechnik

Die Koordinaten der Probenahmepunkte wurden mittels Satellitennavigationssystem GPS (Global Positioning System) mit einer Genauigkeit von etwa ± 100 m bestimmt. Außerdem erfolgte die Positionsbestimmung zu markanten Geländepunkten mittels Bandmaß, Schrittmaß und Ski-Doo-Kilometerzähler. Zusätzlich erfolgte am Untersee die Einmessung der Bohrpunkte mit dem Tachymeterautomaten RECOTA (VEB Carl Zeiss Jena) durch J. PERLT vom Institut für Planetare Geodäsie der Technischen Universität Dresden.

Die Entnahme von Sedimentkernen und Wasserproben sowie die bathymetrischen Messungen erfolgten von der geschlossenen, bis zu 4,8 m mächtigen Eisdecke aus. Die verwendeten Probennahme- und Meßgeräte waren so dimensioniert, daß sie durch ein Eisbohrloch von 0,20 m eingesetzt werden konnten. Die Eisdecke wurde mit Hilfe eines Motorbohrers (Jiffy Power Drill) aufgebohrt. Der Bohrfortschritt lag in Abhängigkeit von der Eisbeschaffenheit bei durchschnittlich ca. 0,30 m/min. Die Wassertiefe wurde mit einem Echolot ermittelt.

Die Entnahme der Seesedimentkerne erfolgte mit verschiedenen, von der österreichischen Firma UWITEC entwickelten und für den Einsatz in hohen Breiten modifizierten Bohrgeräten. Als Arbeitsbühne dient eine Aluminium-Plattform (Grundfläche 3,5 x 2,7 m), die wahlweise mit Kufen (für Arbeiten auf zugefrorenen Seen) oder aufblasbaren Schwimmkörpern (offene Seen) versehen werden kann. Über einer rechteckigen Öffnung in der Plattform wird ein 4 m hoher Dreibock aufgestellt. An den Beinen des Dreibocks

wird je eine Seilwinde montiert. An einem der Stahlseile sind Markierungen zur Feststellung der Tiefe des jeweiligen Kerngerätes in der Wassersäule angebracht. Zusätzlich erfolgt die Tiefenmessung mittels eines mechanischen Zählwerks, das mit einer Seilrolle gekoppelt ist.

Die verschiedenen Kerngeräte werden an Stahlseilen per Handkurbel über die Seilwinden zum Seeboden hinabgelassen und nach der Probenahme gehoben. Die verfügbare Seillänge gestattet prinzipiell Arbeiten bis zu max. 300 m Wassertiefe. Die verschiedenen Varianten von Kernentnahmegeräten werden ausführlich von MELLEES et al. (1994b) beschrieben.

Während der Expedition "Schirmacheroase 1994/95" kamen zwei Kernentnahmegeräte zum Einsatz. Ein spezielles Schwerelot (SL) der Fa. UWITEC wurde für die Entnahme ungestörter, oberflächennaher Sedimente aus großen Wassertiefen verwendet. Das Eindringen in das Sediment erfolgt durch das Eigengewicht des Geräts, wobei die Eindringtiefe bis zu einem gewissen Grad durch die Fallhöhe in der Wassersäule festgelegt werden kann. In den Kernfänger wird ein 60 cm langes (Außendurchmesser 63 mm; Innendurchmesser 59 mm), austauschbares Plastikrohr (PVC-Liner) gesetzt, in welchen das zu beprobende Seesediment aufgenommen wird. An dem Kerngerät ist mittels Seilen und Gummibändern an der Wandung des Liners ein Tennisball befestigt. Die Seile sind beim Eindringen in das Sediment über einen Haken am oberen Teil des SL gespannt. Nach dem Eindringen in den Untergrund wird durch die Entlastung des Drahtseiles der Tennisball durch elastische Gummizüge über die untere Lineröffnung gezogen und der Liner an der Basis durch den Tennisball hermetisch verschlossen. Das obere Linerende wird beim Heben des SL durch den Wasserdruck und das Eigengewicht eines in der Vertikalen beweglichen Deckels verschlossen. Auf Grund der definierten Länge des Liners beträgt der maximal mögliche Kerngewinn 60 cm. Besonders geeignet ist dieses SL für gut sortierte, fein-körnige Sedimente. In stark biogenen bzw. wasserreichen, sehr weichen Sedimenten erfordert das Arbeiten mit diesem Gerät eine gewisse Übung, um die Wasser-/Sedimentgrenzfläche zu erfassen. In stark bindigen bzw. grob-körnigen Sedimenten ist ein Eindringen durch den großen seitlichen Widerstand des Tennisballs auf ca. 20 cm beschränkt.

Das Kolbenlot (KOL) wurde zur Gewinnung von langen Sedimentkernen eingesetzt. In ein wahlweise 3 m oder 2 m langes Stahl-Kernrohr werden PVC-Liner, wie sie bei dem Schwerelot verwendet werden, eingeführt. Am unteren Ende des KOL wird eine Kernschneide mit einem pneumatischen oder auch wahlweise mechanischen Kernfänger ("Apfelsine") angeschraubt. Am oberen Ende wird das KOL durch einen Gewindeaufsatz abgeschlossen. Auf diesen wird eine Schwerstange (je nach Sedimenttiefe können Verlängerungsstücke verwendet werden) aufgeschraubt. Über die oberste, am Fuß mit einer dicken Stahlplatte versehene Stange, werden die Schlaggewichte geführt, die zum Einschlagen des Kernrohrs in das Sediment erforderlich sind.

Über die drei Seilwinden werden die zur Kernentnahme notwendigen Seile per Hand bedient. An einem Stahl-Geräteseil (5 mm Durchmesser) wird das Kernrohr zum Seeboden hinabgelassen und auch wieder gehoben. Das Eindringen in den Untergrund erfolgt durch Rammen mit einem über die Schlagstangen geführten, an einem Plastikseil von 8 mm Durchmesser

befestigten Metallgewicht (20, 40 oder 50kg), das über eine Rolle läuft und manuell bewegt wird. Ein Stahl-Kolbenseil (Durchmesser 5 mm) dient zum Auslösen des Kolbens, welcher den zur Sicherung des ungestörten Sedimentkernes notwendigen Unterdruck beim Eindringen in das Sediment im Kernrohr erzeugt. Durch Festlegen des Kolbenseils beim Herablassen des Kernrohres wird der Kolben festgelegt. Durch das Eindringen des um den Kolben gleitenden Kernrohres baut sich im Liner der notwendige Unterdruck auf. Beim Heben des Kolbenlotes in der Wassersäule verschließt der Kernfänger das Kernrohr. Eine vollständige Aufnahme der Seesedimente in das Kernrohr ist gewährleistet.

Als Kernfänger kamen zum einen ein das Kernrohr dicht verschließender pneumatischer Kernfänger aus Gummi (Packerprinzip), zum anderen ein Stahllamellen-Kernfänger ("Apfelsine") zum Einsatz. Der pneumatische Kernfänger wird nur bei einem mit Sediment vollständig gefüllten Liner ausgelöst. Der Kolben besitzt am Kopf einen Stutzen, welcher bei mit Sediment gefüllten Kern einen Hohlraum im Kopf des um den Kolben gleitenden Kernrohres ausfüllt. Eine Öffnung zwischen Liner und Kernrohr wird durch den Stutzen verschlossen, das zwischen Kolben und Kernrohrspitze befindliche Wasser wird unter Druck in den Hohlraum zwischen Liner und Kernrohr gepreßt und verschließt die Gummimanschette. Nachteil dieses Kernfängers ist, daß zum Auslösen des Fängers der Liner mit Sediment gefüllt sein muß, also bei zu geringer Sedimentdicke oder Bohrhindernissen (z.B. größeren Gesteinsbrocken) der Fänger unvollständig schließt und der Kern deshalb beim Heben aus dem Liner gleiten kann. Probleme beim Einsatz des Stahllamellen-Kernfängers können sich bei sehr weichen, wasserreichen Sedimenten ergeben, da diese von den Lamellen des Kernfängers nur schlecht zurückgehalten werden, so daß das Sediment leicht aus dem Liner gleiten kann.

Sämtliche Sedimentproben und soweit möglich auch die Kerne (die Liner bestehen zwar aus durchscheinendem PVC, lassen aber feinere Sedimentstrukturen nicht erkennen) wurden im Feld nach der Probennahme sedimentologisch beschrieben (Farbe nach der MUNSELL SOIL COLOR CHART 1954, Konsistenz, Strukturen, Vorkommen von organischen Bestandteilen wie beispielsweise Wassermosresten, Zusammensetzung, Korngrößencharakteristik, Schichtgrenzen und -übergänge) und teilweise fotografisch dokumentiert.

Probenlagerung und -transport

Von jeder Probennahmestation wurden, soweit die Konsistenz des Sediments es zuließ, die Kerne im Plastikliner belassen und transportiert. Die mit Sediment gefüllten Liner wurden mit einem konventionellen Rohrschneider auf max. 1 m Länge gekürzt, an beiden Enden mit Plastikkappen verschlossen und diese mittels Kunststoffklebeband luft- und wasserdicht versiegelt.

Vor allem für die oberflächennahen, einen hohen Wassergehalt besitzenden und damit in Schichtung und Struktur instabilen Schichten und Laminae aus vorwiegend organischem Material (Algenmatten und Bakterien-schlämme) ergab sich die Notwendigkeit, die Kerne vor Ort in 1 bis 2 cm dicke Scheiben zu schneiden. Das Sediment wurde in gewogene und beschriftete Plastik-Dosen (50 ml Volumen) gefüllt.

Damit wurde in diesen instabilen Sedimentbereichen eine größere Durchmischung und damit verbundene Zerstörung der Schichtung und Strukturen infolge der Abtrennung des Wasseranteils vom Sediment beim Transport (starke Bewegungen und Vibrationen) verhindert. Außerdem sind an den einzelnen luft- und wasserdicht verschlossenen Proben Wassergehaltsbestimmungen und andere Untersuchungen möglich.

Weitestgehend wurden zusätzlich zu den im Liner transportierten Sedimentkernen parallel Kerne gezogen, diese in 1 bis 2 cm dicke Scheiben geschnitten und ebenfalls in gewogene Plastikdosen abgefüllt. Diese tiefendefinierten Proben stehen im Falle eventueller Lagerungsstörung während des Transportes der Kerne im Liner als Reserve zur Untersuchung zur Verfügung.

Alle lakustrinen Sedimentproben wurden vom Zeitpunkt der Entnahme bis zur Lagerung im AWI Potsdam unter gering positiven Temperaturen gelagert und transportiert. Im Zeltlager am Untersee erfolgte die Lagerung in beheizbaren, isolierten und temperaturkontrollierten Aluminiumkisten, in der Schirmacheroase in frostfreien Lagerräumen der russischen Station Nowolasa-rewskaja. Während des Transports an Bord der M/V "Akademik Fjodorow" und im AWI Potsdam wurden die Kerne bis zur analytischen Untersuchung in Kühlräumen bei Temperaturen um +4°C aufbewahrt.

Seesedimentgewinn

Aus dem Untersee wurden an zwei Stellen Seesedimentproben entnommen (Tabelle 1; Abb. 2 und 3). Die Bohrlotation 1215 wurde im Bereich des während der Expedition 1991/92 vermuteten (siehe WAND et al. 1994) und im Rahmen der bathymetrischen und hydrologischen Untersuchungen dieser Expedition (siehe Abschnitte 2.1.2 und 2.1.3) näher untersuchten anoxischen Beckens im Südteil des Untersees angesetzt. Erstmals konnte im Untersee mit dieser in 99,6 m Wassertiefe niedergebrachten Bohrung die im Liegenden der Seesedimente befindliche Moräne beprobt werden. Über dem grauen, tonig bis grobsandigen, Gesteinsbruchstücke enthaltenden Moränenmaterial folgt eine Wechsellagerung grauer Fein- bis Grobsande, welche in ihrem obersten Bereich eine Zunahme an organischem Material aufweist. Die darüber liegenden olivgrüngrauen, oberflächennahen Sedimente bestehen vorwiegend aus teilweise schluffig/siltigen Schlämmen mit organischem Material. Sie weisen einen schwachen H₂S-Geruch auf und entgasen nach der Entnahme stark (siehe Abschnitt 2.1.4).

Die Bohrung an Station 1216 wurde im nördlichen Teil des Untersees, außerhalb des anoxischen Beckens, in 120 m Wassertiefe niedergebracht. In diesem Bereich ist der Wasserkörper bis zum Seeboden mit Sauerstoff übersättigt, so daß hier ein anderes Sedimentationsmilieu herrscht. Auch in dieser Bohrung konnte die im Liegenden befindliche Moräne beprobt werden. Über dem olivblaugrauen, steinig-kiesig bis tonigen Moränenmaterial folgen kiesige Grobsande, welche zum Hangenden fein- bis mittelsandig werden. Die oberflächennahen Schichten werden von tonig-siltigen Sedimenten gebildet, welche von einer etwa mm-dicken Algenschicht bedeckt werden.

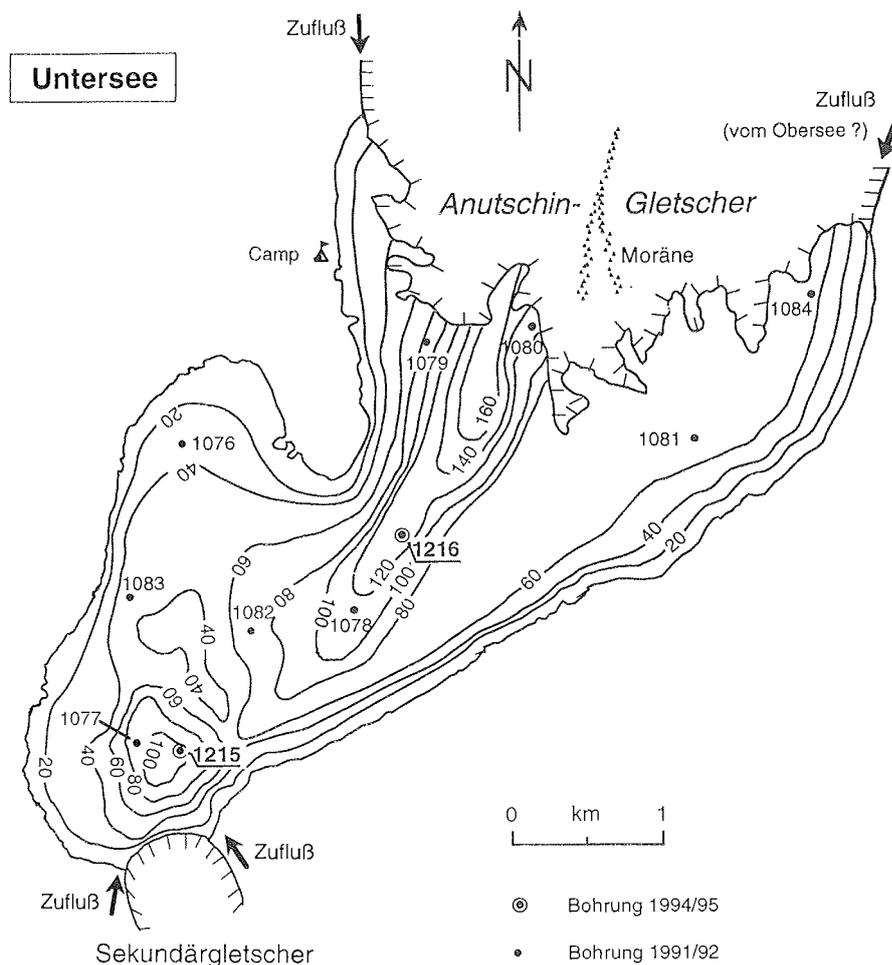


Abb. 2: Karte des Untersees mit Bohrlokationen, detaillierter Bathymetrie der Expedition 1994/95 und Lage des Feldcamps

Wie schon während der Erstbeprobung des Untersees 1991/92 konnte auch während dieser Probenahme im Untersee die generelle Zunahme der Seesedimentdicke und Korngrößenabnahme zum Südrand hin festgestellt werden. Mit der sedimentologisch-geochemischen Untersuchung der Proben aus den durch die Expedition 1994/95 erfolgreich untersuchten beiden kontrastierenden Sedimentationsräumen des Untersees, ergänzt durch die aus 12 Stationen während der Expedition 1991/92 gewonnenen und im AWI Potsdam vorliegenden Proben ist eine Rekonstruktion der Entwicklungsgeschichte des Untersees mit einer guten zeitlichen Auflösung über den Zeitraum seit der Entstehung des Sees bis hin zur Gegenwart zu erwarten.

Abb. 3: Sedimentgewinn Untersee

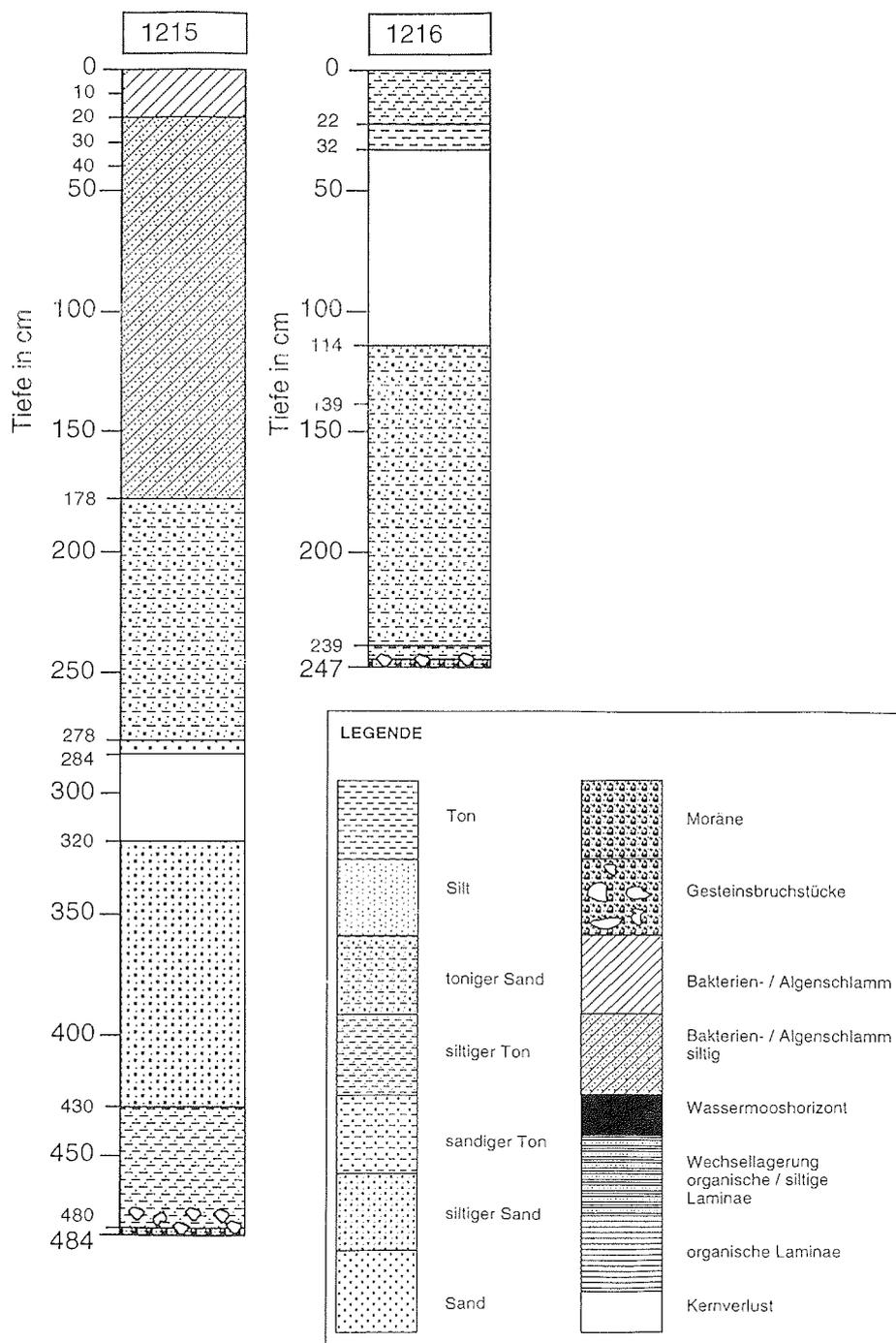


Tabelle 1: Lakustriner Sedimentkerngewinn aus dem Untersee (Gruberberge, Wohlthatmassiv) (Abkürzungen am Ende der Tabelle)

Kern-Nr. Station-Einsatz	See	Position*		Wasser- Tiefe [m]	Datum	Gerät	Gewinn [cm]
		Länge	Breite				
PG1215 - 1	Untersee	13°25,3'	71°21,2'	99.6	07-03-95	KOL	0 - 64
		13°25,3'	71°21,2'	99.6	08-03-95	KOL	20 - 78
							108 - 284
		13°25,3'	71°21,2'	99.6	09-03-95	KOL	320 - 484
		13°25,3'	71°21,2'	99.6	09-03-95	SL	0 - 45
- 5		13°25,3'	71°21,2'	99.6	09-03-95	SL	0 - 50
PG1216 - 1	Untersee	13°27,4'	71°20,4'	120.0	11-03-95	SL	0 - 17
		13°27,4'	71°20,4'	120.0	11-03-95	SL	0 - 22
		13°27,4'	71°20,4'	120.0	12-03-95	SL	0 - 31
		13°27,4'	71°20,4'	120.0	12-03-95	SL	0 - 30
		13°27,4'	71°20,4'	120.0	12-03-95	SI	0 - 32
		- 6		13°27,4'	71°20,4'	120.0	14-03-95
Summe Σ							8,25 m

SL = Schwerelot (gravity corer), KOL = Kolbenlot (piston corer)

* Koordinatenbestimmung mittels GPS

2.1.2 Bathymetrische Messungen

Die erste bathymetrische Karte des Untersees wurde von LOOPMAN et al. (1988) vorgelegt, obwohl dieser See bereits während der Deutschen Antarktischen Expedition 1938/39 (RITSCHER 1942) entdeckt worden war. In der dazwischen liegenden Zeit wurden bei seltenen Aktionen russischer und (ost)deutscher Polarforscher im Unterseegebiet (KOSENKO & KOLOBOV 1970; HERMICHEN et al. 1985; SIMONOV et al. 1985) nur vereinzelte Tiefenlotungen im Untersee durchgeführt. Während der Sommerkampagne 1991/92 der AWI-Forschungsstelle Potsdam zur Gewinnung von Sedimentkernen aus Seen des zentralen Königin-Maud-Landes wurde auch der Untersee in die Untersuchungen einbezogen (WAND et al. 1994). Dabei zeigte sich, daß die von LOOPMANN et al. (1988) veröffentlichte bathymetrische Karte teilweise revisionsbedürftig ist. So wurde im Südteil des Untersees, in der Nähe des Sekundärgletschers (Abb. 4), ein Teilbecken mit einer Wassertiefe von fast 100 m entdeckt, was seinerzeit (vielleicht wegen eines zu großen Meßpunkt- abstandes) übersehen worden war. In diesem Teilbecken gelang überraschend der Nachweis einer anoxischen Tiefenwasserschicht mit Schwefelwasserstoff-Führung (WAND et al. 1994). Eine genaue Tiefenkartierung war seinerzeit aus zeitlichen und technischen Gründen nicht möglich. Dies sollte während der Sommerkampagne 1994/95, über die hier berichtet wird, nachgeholt werden. Neben der bathymetrischen Feinaufnahme der anoxischen Teilsenke – der Punktabstand entlang der Profile betrug hier nur 50 m – war auch die Erfassung der morphologischen Abgrenzung dieser Senke (durch eine Schwelle) von den noch tieferen oxischen Teilen des Untersees von Interesse.

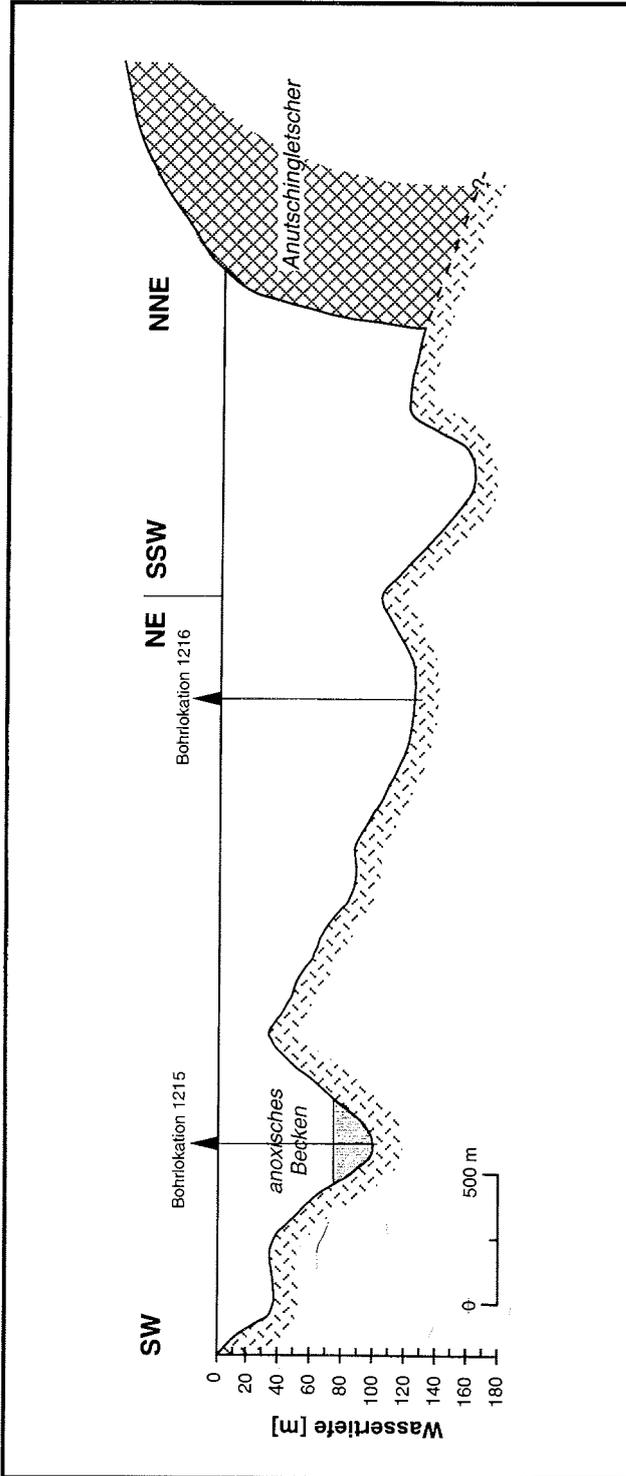


Abb. 4: Längsprofil durch den Untersee mit Lage der Bohrstellen für die Sedimentkernentnahme

Da der Untersee permanent eisbedeckt ist, mußten die bathymetrischen Arbeiten von der Eisdecke aus durchgeführt werden. Das hatte den Vorteil, daß die Position der Meßpunkte geodätisch genau eingemessen werden konnte. Dazu wurde ein Tachymeterautomat (Typ RECOTA, VEB Carl Zeiss Jena) benutzt. Für die Tiefenmessungen stand ein Echolot (FURUNO, Modell 6300, Hersteller: FURUNO Electric Co. Ltd. Nishinomiya/Japan) zur Verfügung. Da der Geber des Echolots nur im Wasser funktioniert, mußte die Eisdecke mit Hilfe eines Motorbohrers (Jiffy Power Drill, Model 30; Gestängedurchmesser 20 cm) aufgebohrt und der Geber bis unter die Eisunterkante abgesenkt werden. An wenigen Meßstellen wurde eine Differenz von max. 5m (im Tiefenbereich um 100 m) zwischen der mittels Echolot gemessenen Wassertiefe und direkten Lotungen festgestellt. Das ist wahrscheinlich Ausdruck einer relativ unruhigen Morphologie des Seebodens; denn der Geber strahlt das Signal in einem konstanten Winkel kegelförmig nach unten, und die angezeigte Wassertiefe stellt einen Mittelwert der Tiefenverteilung über einer kreisförmigen Fläche (Größe abhängig von der Wassertiefe) des Bodens dar.

Die Eisbohrungen wurden entlang von Längs- und Querprofilen durchgeführt, wobei der Abstand der Bohrpunkte je nach gewünschter Auflösung zwischen 50 und 300 m variierte. Das dichteste Meßpunkt-Raster wurde bei der Tiefenkartierung des anoxischen Teilbeckens gewählt. Insgesamt wurde an 118 Stellen des Untersees die Wassertiefe (Angaben unter Eisoberkante) ermittelt. Dabei ergab sich mit 169 m ein neuer Tiefenrekord; bisher wurde als maximale Wassertiefe 146,8 m (LOOPMANN et al. 1986, 1988) angegeben. Die neue detailliertere Bathymetrie ist eine wichtige Grundlage für künftige limnologische, sedimentologische und hydrologische Arbeiten.

2.1.3 Hydrologische Arbeiten

Meßmethodik

Nach der bathymetrischen Kartierung des Untersees wurden an verschiedenen ausgewählten Stellen namentlich des anoxischen Teilbeckens die Änderungen der hydrologischen Parameter pH-Wert, Eh-Wert, Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit und gelöster Sauerstoff mit der Wassertiefe untersucht (Tabellen 2 bis 7). Bereits während der Schirmacheroasen-Kampagne 1991/92 im Rahmen der Expedition ANT-X/2 des AWI Bremerhaven waren derartige Messungen am Wasserkörper des Untersees durchgeführt worden, die übrigens den Nachweis der Existenz einer anoxischen Tiefenwasserschicht im SE-Teil des Sees erbrachten (siehe WAND et al. 1994).

Für die Messungen wurden Mikroprozessor-Meßgeräte (OXI 196, pH 196T, Lf 196) und Tiefensonden der Fa. WTW (Wissenschaftlich-Technische Werkstätten) Weilheim benutzt und die o.g. Parameter simultan in verschiedenen Wassertiefen (bis maximal 100 m) in situ gemessen. Die Sauerstoff-Tiefenarmatur war zusätzlich mit einem Batterierührer BR 190 (WTW) versehen, um eine konstante Anströmgeschwindigkeit zu garantieren. Vor jedem Meßeinsatz wurden die Elektroden für die Sauerstoff- und pH-Messungen geeicht, wobei die Eichparameter stets im zulässigen Bereich lagen. Jede der drei Tiefensonden verfügte außerdem über einen Temperaturmeßfühler (vor allem zur internen Temperaturkorrektur von Meßwerten), so daß an jedem Meßpunkt drei Temperaturwerte anfielen.

Die Genauigkeit der Temperaturmessung wird mit $\pm 0,2\text{K}$ angegeben, was die teilweise relativ große Streuung der Meßwerte im selben Tiefenbereich erklärt.

Tabelle 2: Hydrologisches Tiefenprofil im Untersee, anoxisches Teilbecken (Meßstelle B2)
Wassertiefe 77 m, Meßdatum: 01.03.1995

Wassertiefe [m]	pH-Wert	gel. Sauerstoff [mg/l]	elektr. Leitfähigkeit [$\mu\text{S/cm}$]	Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		
10,0	10,94	17,6	555	0,3	0,4	0,4
40,0	10,93	18,9	555	0,3	0,4	0,4
45,0	10,92	18,5	555	0,3	0,4	0,5
46,0	10,92	18,5	555	0,3	0,4	0,5
47,0	10,92	18,4	556	0,3	0,4	0,5
48,0	10,92	18,5	557	0,3	0,4	0,6
49,0	10,89	19,2	564	2,3	2,3	2,8
50,0	10,90	19,9	569	3,7	3,7	3,8
51,0	10,89	19,9	568	3,8	3,8	3,9
52,5	10,89	19,9	568	3,8	3,8	3,9
55,0	10,88	20,1	568	3,8	3,8	3,9
57,5	10,88	20,2	568	3,8	3,8	3,9
60,0	10,88	20,4	568	3,8	3,8	3,9
62,5	10,88	20,5	568	3,8	3,8	3,9
65,0	10,88	20,7	568	3,8	3,8	4,0
67,5	10,88	20,8	568	3,8	3,8	3,9
70,0	10,87	20,9	568	3,8	3,8	3,9
71,0	10,87	20,9	568	3,8	3,8	3,9
72,0	10,87	20,9	568	3,8	3,8	4,0
73,0	10,82	20,4	565	3,9	4,0	4,1
74,0	10,77	19,9	565	4,0	4,0	4,1
75,0	7,43	0,7	580	4,5	4,5	4,6
76,0	7,32	0,2	581	4,5	4,5	4,6
77,0	7,32	0,1	565	4,5	4,5	4,7

Oxischer Wasserkörper (außerhalb des anox. Teilbeckens)

Außerhalb des anoxischen Teilbeckens im SE-Teil wurden bisher keine weiteren Bereiche einer Wasserschichtung im Untersee gefunden. Der See ist offenbar an allen anderen Stellen völlig durchmischt, wie vor allem die hydrologischen Profile der Messungen vom Januar 1992 zeigen. Auch eine Messung an der tiefsten Stelle des Untersees (169 m) während der 1995er Kampagne brachte kein anderes Resultat. Allerdings konnte hier aus technischen Gründen nur bis 100 m Wassertiefe gemessen werden (Tabelle 7). Die Parameter Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit und Gehalt an gelöstem Sauerstoff zeigen innerhalb der oxischen Wassersäule keine signifikanten Gradienten. Die Wassertemperatur ist über das gesamte Tiefenprofil praktisch konstant und liegt im Südsommer bei $0,4^{\circ}\text{C}$. Um wenige Zehntel Grad höhere Temperaturen können lokal, z.B. in Flachwasserbereichen, auftreten (siehe KAUP et al. 1988). Der pH-Wert des Unterseewassers ist mit Werten zwischen 10,9 und 12,1 auffallend hoch, was bereits bei früheren Messungen (vgl. HAENDEL & KAUP 1986; KAUP et al. 1988; WAND et al. 1994) festgestellt wurde.

Die Leitfähigkeit liegt konstant bei 560 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Etwas größere Schwankungen sind im Gehalt an gelöstem Sauerstoff zu beobachten; er variiert zwischen 18 und fast 30 mg/l , liegt aber meist zwischen 20 und 25 mg/l . Der oxische Wasserkörper ist damit stets an gelöstem Sauerstoff übersättigt (bis zu 200%). Das ist sicher eine Folge der permanenten Eisbedeckung des Sees, die ein Entweichen des durch Photosynthese und Schmelzwasser zugeführten Sauerstoffs verhindert. Analoge Verhältnisse wurden aus den Seen der Trockentäler des antarktischen Süd-Victoria-Landes beschrieben (WHARTON et al. 1986, 1987).

Tabelle 3: Hydrologische Messungen im Untersee, anoxisches Teilbecken (Meßstelle B4), Wassertiefe 100 m, Meßdatum: 09.02.1995

Wassertiefe [m]	pH-Wert	gelöster Sauerstoff [mg/l]	elektr. Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Wassertemperatur		
				[$^{\circ}\text{C}$]		
3,0	11,53	18,7	558	0,3	0,3	0,3
5,0	11,52	19,8	559	0,4	0,4	0,4
10,0	11,52	20,1	559	0,4	0,4	0,4
20,0	11,43	20,2	559	0,4	0,4	0,4
30,0	11,42	21,3	559	0,4	0,4	0,4
40,0	11,42	22,1	558	0,5	0,5	0,5
45,0	11,41	22,3	559	0,5	0,5	0,5
46,0	11,41	22,3	559	0,5	0,5	0,5
47,0	11,40	22,2	558	0,5	0,5	0,5
48,0	11,39	22,2	559	0,5	0,5	0,6
49,0	11,33	23,1	575	2,7	2,6	3,5
50,0	11,31	23,6	573	3,8	3,8	3,9
51,0	11,28	23,5	573	3,9	3,9	3,9
52,5	11,27	23,4	569	3,9	3,9	3,9
55,0	11,26	23,4	569	3,9	3,9	4,0
60,0	11,24	23,4	569	3,9	3,9	4,0
62,5	11,22	23,4	569	3,9	3,9	4,0
65,0	11,21	23,3	568	3,9	3,9	4,0
67,5	11,20	23,3	569	3,9	3,9	4,0
70,0	11,19	23,4	568	3,9	3,9	4,0
72,5	11,11	22,6	567	3,9	4,0	4,1
75,0	7,88	1,1	581	4,5	4,5	4,6
80,0	7,56	0,3	584	4,5	4,5	4,6
85,0	7,32	0,3	751	4,5	4,4	4,6
87,5	7,20	0,3	962	4,2	4,2	4,4
90,0	7,12	0,3	1139	4,1	4,1	4,2
92,5	7,05	0,3	1313	3,9	3,9	4,0
95,0	7,01	0,3	1462	3,7	3,7	3,8
97,5	7,00	0,3	1209	3,6	3,6	3,7
99,0	6,99	0,3	1200	3,5	3,6	3,8
100,0	6,99	0,3	1198	3,5	3,6	3,8

Tabelle 4: Hydrologisches Tiefenprofil im Untersee, anoxisches Teilbecken, (Meßstelle B5), Wassertiefe 100 m, Meßdatum: 02.02.1995

Wassertiefe [m]	Wassertemperatur [°C]	elektr. Leitfähigkeit [$\mu\text{S/cm}$]
10,0	0,5	558
20,0	0,5	558
30,0	0,5	558
40,0	0,5	557
45,0	0,6	557
46,0	0,6	557
47,0	0,6	557
48,0	0,6	558
49,0	3,2	570
50,0	3,8	570
52,5	4,0	570
55,0	4,0	568
60,0	4,0	568
70,0	4,1	567
80,0	4,6	584
90,0	4,2	1150
97,5	3,8	1267
100,0	3,8	1272

Anoxisches Teilbecken

In diesem Teil des Untersees ändern sich markant alle gemessenen hydrologischen Parameter (T, pH, Eh, O₂, Leitf.) in Abhängigkeit von der Wassertiefe (Tabellen 2 bis 6), wobei die Verteilungsmuster denen gleichen, die seinerzeit im Januar 1992 gefunden wurden (WAND et al. 1994).

Eine Thermokline mit einem Temperatursprung von 0,5°C auf 3,8°C tritt im Tiefenbereich bei 48–50 m auf. Hier ist der Wasserkörper noch deutlich mit Sauerstoff übersättigt, eine Chemokline fehlt. Unterhalb von 72 m steigt die Temperatur weiter an, durchläuft zwischen 75 und 85 m ein Maximum (4,5°C) und geht danach stetig zurück bis auf ca. 3,6°C unmittelbar über der Sedimentoberfläche (Abb. 5).

Im Tiefenintervall zwischen 74 und 80 m nimmt der Gehalt an gelöstem Sauerstoff in der Wassersäule drastisch ab (Oxykline), um schließlich gegen Null zu gehen (Abb. 5). Die ab 80 m Tiefe bis zum Seeboden gemessenen geringen Sauerstoffgehalte von 0,3 mg/l sind wahrscheinlich meßmethodisch bedingt. In 82 m Tiefe machte sich im Wasser erstmals H₂S-Geruch bemerkbar. Hier erreicht übrigens der Eh-Wert sein Minimum (Abb. 6). Mit zunehmender Wassertiefe nimmt der H₂S-Gehalt (erste Sulfidanalysen deuten dies an) offenbar nicht kontinuierlich zu. Indizien dafür sind die schwankende Geruchsintensität der Wasserproben und die mit der Tiefe nicht stetig zunehmende Menge des als CdS fixierten Sulfidschwefels.

Tabelle 5: Hydrologisches Tiefenprofil im Untersee, anoxisches Teilbecken,
(Meßstelle B7), Wassertiefe 103 m, Meßdatum: 01.03.1995

Wassertiefe [m]	pH-Wert	gelöster Sauerstoff [mg/l]	elektr. Leitfähigkeit [µS/cm]	Wassertemperatur		
				[°C]		
3,0	11,22	17,6	555	0,3	0,4	0,4
5,0	11,22	18,5	555	0,3	0,4	0,4
10,0	11,21	25,5	556	0,3	0,4	0,4
20,0	11,19	25,6	557	0,3	0,4	0,4
30,0	11,18	24,5	557	0,3	0,4	0,4
40,0	11,17	24,6	557	0,3	0,4	0,4
45,0	11,16	23,7	557	0,3	0,4	0,4
46,0	11,16	23,7	557	0,3	0,4	0,4
47,0	11,15	23,9	556	0,3	0,4	0,5
48,0	11,15	24,2	558	0,6	0,7	1,0
49,0	11,13	24,5	569	3,5	3,5	3,8
50,0	11,10	24,7	570	3,8	3,8	3,9
51,0	11,10	24,6	569	3,8	3,8	4,0
52,5	11,09	24,4	569	3,8	3,8	4,0
55,0	11,09	24,3	569	3,8	3,8	4,0
57,5	11,09	24,2	569	3,8	3,8	4,0
60,0	11,09	24,1	568	3,8	3,8	4,0
62,5	11,08	24,1	568	3,8	3,8	4,0
65,0	11,08	23,8	568	3,8	3,8	4,0
67,5	11,08	23,8	568	3,8	3,8	4,0
70,0	11,07	24,1	568	3,8	3,8	4,0
71,0	11,00	23,6	567	4,0	3,9	4,1
72,0	10,99	23,2	567	3,9	4,0	4,1
73,0	10,99	23,2	567	3,9	4,0	4,1
74,0	10,96	23,3	566	4,0	4,0	4,1
75,0	7,62	2,1	583	4,5	4,5	4,6
76,0	7,47	0,6	583	4,5	4,5	4,6
77,0	7,46	0,4	583	4,5	4,5	4,6
78,0	7,43	0,3	583	4,5	4,5	4,6
79,0	7,43	0,3	583	4,5	4,5	4,6
80,0	7,43	0,3	583	4,5	4,5	4,6
82,5	7,31	0,3	591	4,6	4,6	4,7
85,0	7,20	0,3	751	4,5	4,4	4,6
87,5	7,10	0,3	955	4,2	4,3	4,4
90,0	7,01	0,3	1143	4,1	4,1	4,2
92,5	6,96	0,3	1306	3,9	4,0	4,0
95,0	6,91	0,3	1450	3,7	3,8	3,8
97,5	6,87	0,3	1453	3,4	3,6	3,7
100,0	6,88	0,3	1225	3,4	3,6	3,7
101,0	6,88	0,3	1222	3,4	3,6	3,7

Tabelle 6: Hydrologisches Tiefenprofil im Untersee, anox. Teilbecken, (Meßstelle B8),
Wassertiefe 100 m, Meßdatum: 12.02.1995

Wassertiefe [m]	Eh-Wert* [mV]	gelöster Sauerstoff [mg/l]	elektr. Leitfähigkeit [µS/cm]	Wassertemperatur		
				[°C]		
3,0	139	18,4	554	0,3	0,3	0,4
5,0	135	18,4	555	0,3	0,3	0,4
10,0	131	20,4	555	0,3	0,3	0,4
20,0	128	22,5	555	0,3	0,4	0,4
30,0	128	24,6	555	0,3	0,4	0,4
40,0	125	26,7	557	0,3	0,4	0,4
45,0	124	26,3	557	0,3	0,4	0,4
46,0	124	26,4	556	0,4	0,5	0,5
47,0	124	26,4	557	0,5	0,5	0,6
48,0	122	26,4	557	0,6	0,7	1,0
49,0	121	26,7	568	2,1	2,1	2,8
50,0	119	26,3	568	3,7	3,7	3,9
51,0	118	27,5	568	3,8	3,8	3,9
52,5	120	27,3	570	3,8	3,8	3,9
55,0	120	27,1	569	3,8	3,8	4,0
57,5	118	27,0	569	3,8	3,8	4,0
60,0	118	25,1	568	3,8	3,8	4,0
62,5	118	25,1	568	3,8	3,8	4,0
65,0	118	24,7	568	3,8	3,8	4,0
67,5	117	24,8	568	3,8	3,9	4,0
70,0	117	25,6	567	3,9	3,9	4,1
71,0	119	25,5	567	3,9	4,0	4,1
72,0	119	25,5	567	3,9	4,0	4,1
73,0	120	25,5	567	3,9	4,0	4,1
74,0	120	25,4	564	4,0	4,0	4,1
75,0	172	4,2	581	4,4	4,5	4,6
77,5	209	1,1	581	4,5	4,5	4,6
80,0	-47	0,6	583	4,6	4,5	4,6
82,5	-163	0,4	590	4,5	4,5	4,7
85,0	-315	0,3	764	4,5	4,4	4,6
87,5	-312	0,3	950	4,2	4,2	4,4
90,0	-303	0,3	1130	4,1	4,1	4,2
92,5	-293	0,3	1308	3,9	3,9	4,1
95,0	-279	0,3	1460	3,7	3,7	3,8
97,5	-269	0,4	1296	3,6	3,7	3,8
99,0	-268	0,4	1296	3,5	3,6	3,8
100,0	-268	0,5	1296	3,5	3,6	3,8

Anmerkung: Der Eh-Wert ist angegeben gegenüber der bei der Messung benutzten Ag/AgCl-Bezugselektrode. Zur Umrechnung der gemessenen Spannung gegenüber der Normal-Wasserstoffelektrode sind +224 mV (bei einer Meßguttertemperatur von 0 °C) zu addieren.

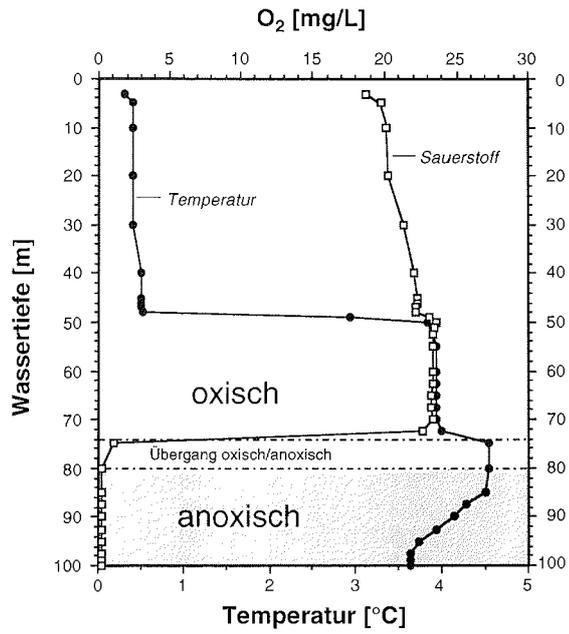


Abb. 5: Temperatur- und Sauerstoffverteilung im Wasserkörper des Untersees, anoxisches Teilbecken, Meßstelle B4 (vgl. Tabelle 3)

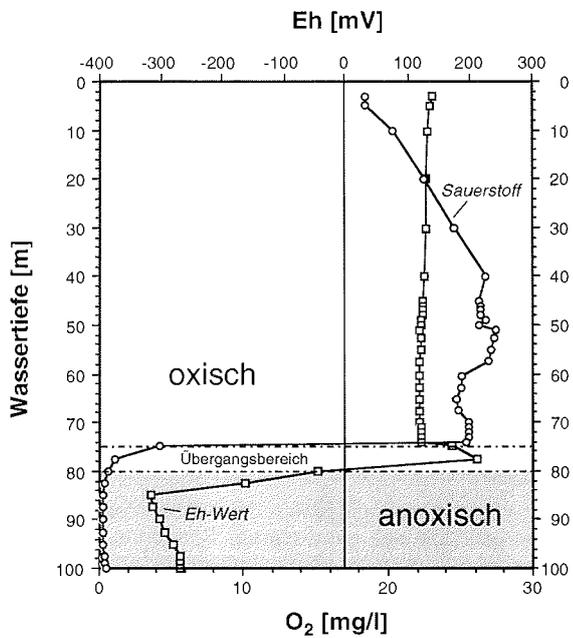


Abb. 6: Veränderung des Eh-Wertes im anoxischen Teilbecken des Untersees, Meßstelle B8 (vgl. Tabelle 6)

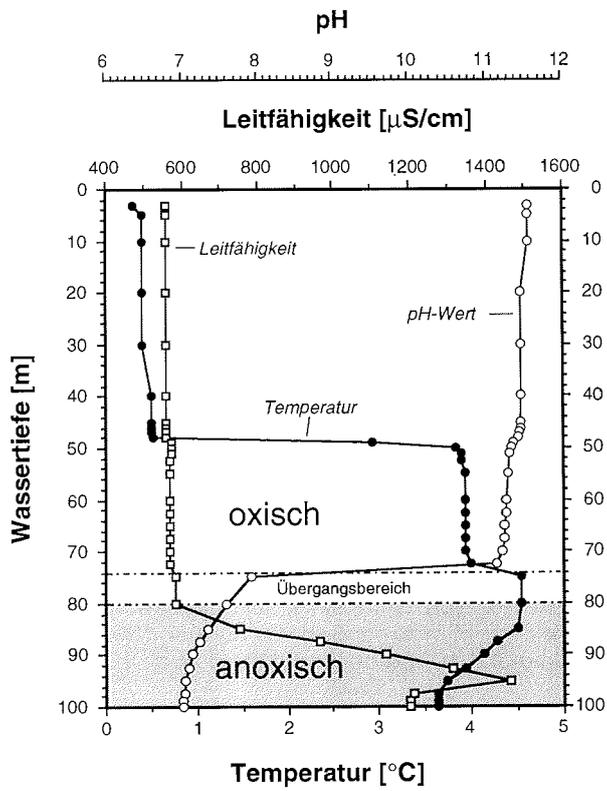


Abb. 7: Veränderung von Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert mit zunehmender Wassertiefe im Untersee, anoxisches Teilbecken, Meßstelle B4 (vgl. Tabelle 3)

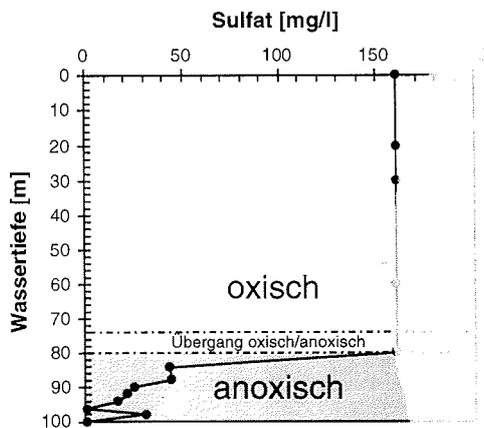


Abb. 8: Veränderung der Konzentration des gelösten Sulfats in der Wassersäule des Untersees, anoxisches Teilbecken

Tabelle 7: Hydrologisches Tiefenprofil im Untersee, oxischer Bereich (Meßstelle G3), Wassertiefe 169 m, Meßdatum: 03.03.1995

Wassertiefe [m]	pH-Wert	gel. Sauerstoff [mg/l]	Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Wassertemperatur		
				[$^{\circ}\text{C}$]		
10	12,10	25,5	555	0,3	0,2	0,4
30	11,91	29,6	556	0,3	0,4	0,5
50	11,81	26,1	556	0,3	0,3	0,5
70	11,63	25,5	556	0,3	0,3	0,5
90	11,52	25,4	556	0,3	0,3	0,5
100	11,45	24,4	556	0,3	0,3	0,5

Die elektrische Leitfähigkeit ist bis in 80 m Tiefe im wesentlichen konstant und liegt in dem für das sauerstoffreiche Wasser des Untersees charakteristischen Bereich (um $560 \mu\text{S}/\text{cm}$). Sie steigt dann aber kontinuierlich bis zu einem Maximalwert von rund $1460 \mu\text{S}/\text{cm}$ bei 95 m an, um anschließend bis zur Basis der Wassersäule wieder leicht abzunehmen (siehe Abb. 7).

Unterhalb einer Wassertiefe von 74 m kommt es zu einer drastischen Abnahme des pH-Wertes aus dem stark alkalischen (pH um 11) in den schwach sauren Bereich (pH minimal 6,9). Im Januar 1992 wurden noch niedrigere pH-Werte (minimal 6,10) gemessen (WAND et al. 1994).

Wasserproben

Aus der Wassersäule des anoxischen Beckens wurden aus 25 verschiedenen Tiefen mit Hilfe eines Kunststoffschöpfers (5 Liter Volumen) der Fa. UWITEC Wasserproben für hydrogeochemische, isotopengeochemische und -hydrologische Analysen entnommen (Tabelle 8). Im anoxischen Tiefenwasser wurde wegen zu erwartender (systematischer ?) Veränderungen in der geochemischen und isotopengeochemischen Zusammensetzung der Wasserinhaltsstoffe eine größere Probendichte gewählt. Die vorher gemessenen hydrologischen Tiefenprofile bildeten dabei die Grundlage für die Probenstrategie. Je nach Erfordernis wurden Aliquote der Proben in verschiedenster Weise für spätere Untersuchungen fixiert. Beim Ansäuern der Proben aus dem anoxischen Bereich wurden mitunter enorme Gasmengen freigesetzt (wohl vorwiegend CO_2 , H_2S und CH_4), was zu einem regelrechten Aufschäumen des Wassers führte.

Für Analysen vor Ort wurde ein tragbares Spektrophotometer DR/2000 von HACH eingesetzt. So konnte z.B. durch Alkalitätsbestimmungen und Sulfatanalysen der Verdacht einer chemischen Stratifizierung bestätigt werden.

Tabelle 8: Analysenschema zur Untersuchung von Wasserproben* aus dem anoxischen Teilbecken des Untersees (max. Wassertiefe 100 m)

Hydrogeochemie	Na, K, Ca, Mg Cl, SO ₄ , Sulfid, Alkalität NO ₃ , PO ₄ , NH ₄ , SiO ₂ REE, Fe, Mn diverse andere Spurenelemente
Isotopengeochemie	δ ³⁴ S-SO ₄ δ ³⁴ S-Sulfid δ ¹³ C-DIC δ ¹³ C-org. δ ¹⁵ N-NH ₄ δ ¹⁵ N-NO ₃ ? ¹⁴ C-DIC
Gelöste Gase	Gasanalyse mit GC δ ¹³ C-CH ₄ , δ ² H-CH ₄ δ ¹³ C-CO ₂ ? δ ¹⁵ N-N ₂ ?

* Falls nötig, wurden die Proben im Feld konserviert (CdCl₂, HgCl₂, Zn-Acetat, Ba-Hydroxid, Formalin)

Mittlerweile liegen erste Übersichtsanalysen (Cl, SO₄, PO₄, NO₃, NH₄, DIC) vor, die das Verteilungsbild ergänzen und präzisieren. Danach beginnt eine leichte chemische Stratifizierung bei 74 m Tiefe, die sich ab 80 m deutlich verstärkt. Dabei ist, abgesehen vom Sulfat, die generelle Tendenz einer Zunahme der genannten Komponenten bis hin zur Wasser/Sediment-Grenze zu beobachten. Sulfat verhält sich gegenläufig (Abb. 8), was hier als Folge bakterieller Sulfatreduktion, bei der H₂S entsteht, interpretiert wird. Das wird bestätigt durch erste Ergebnisse von laborativen Radiotracerexperimenten mit ³⁵SO₄ (W.A. SAMARKIN, mündl. Mitt.).

Während die im oxischen Bereich der Wassersäule entnommenen Wasserproben sehr klar waren, wiesen die Proben aus dem Tiefenintervall zwischen 90 und 100 m eine mehr oder weniger intensive bräunliche Trübung auf. Es handelt sich dabei sehr wahrscheinlich um organisches Material (Bakteriobiomasse?), da das abfiltrierte partikuläre Material in Salzsäure unlöslich ist. Die trüben Wasserproben waren nur sehr schwer filtrierbar; eine Vakuumfiltration von 250 ml Probe durch (vorgeglühte) Whatman GF/F-Filter (0,6–0,7 µm Porenweite) nahm trotz öfteren Filterwechsels bis zu drei Stunden in Anspruch.

Die GF/F-Filter wurden bei 60°C über Nacht getrocknet und anschließend zur Bestimmung des Gehaltes an suspendiertem partikulärem Material (SPM) ausgewogen (siehe WETZEL & LIKENS 1991). Die SPM-Gehalte zeigen folgendes Verteilungsbild: bis zu einer Tiefe von 84 m sind die Gehalte praktisch konstant und betragen durchschnittlich 4,7 mg/l. Bei 86 m Tiefe, d.h. im anoxischen Bereich, ist ein deutlicher Sprung des Gehaltes auf das Dreifache zu verzeichnen, der danach bis zur Wasser/Sediment-Grenze hin auf max. 120 mg/l stetig zunimmt (Abb. 9).

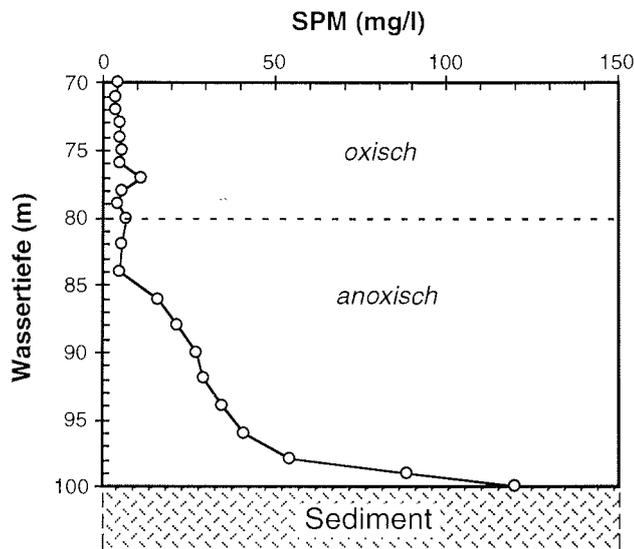


Abb. 9: Gehalte an partikulärem suspendiertem Material (SPM) in der Wassersäule des Untersees (anoxisches Teilbecken)

Zusammenfassend kann festgestellt werden: Bis auf ein relativ kleines, durch eine subaquatische Schwelle abgetrenntes Teilbecken, zeigt der Untersee keinerlei Schichtungsphänomene. In diesem Teilbecken nahe dem SE-Ufer des Sees ist der Wasserkörper dagegen deutlich in eine obere, an gelöstem Sauerstoff übersättigte und in eine untere, anoxische (sauerstofffreie) Wasserschicht, die ab etwa 80 m Wassertiefe beginnt, gegliedert. Im Gegensatz zur oberen Schicht, in welcher (mit Ausnahme der Wassertemperatur) die Parameter pH, Eh, O₂, Leitfähigkeit keine signifikanten Variationen aufweisen, ist die anoxische Schicht durch markante Gradienten dieser Parameter gekennzeichnet. Zwischen beiden Schichten befindet sich eine ca. 6 m mächtige Übergangszone (Oxykline), charakterisiert durch abrupte Änderungen dieser Größen. Trotz der bis zu dreifach höheren Leitfähigkeit (verglichen mit der oberen Schicht) handelt es sich bei der anoxischen Schicht nicht um Salz-, sondern um Süßwasser. In dieser Schicht weisen die Konzentrationen verschiedener Inhaltsstoffe (z.B. Cl, SO₄, PO₄, NO₃, NH₄, DIC) ausgeprägte Gradienten auf. Die Verteilungsmuster werden offensichtlich durch biogeochemische Vorgänge wie Sulfatreduktion und Methanogenese und durch Diffusionsprozesse geprägt. Obwohl bisher ausschließlich im australen Sommer Untersuchungen an dem anoxischen Teilbecken durchgeführt wurden, handelt es sich sehr wahrscheinlich um eine permanente Stratifizierung (Meromixis).

2.1.4 Biogeochemische Untersuchungen an Wasser und Sedimenten

Die Untersuchungen, über die im folgenden berichtet wird, wurden im Rahmen eines Deutsch-Russischen Kooperationsprojektes "Biogeochemische Untersuchungen an Wässern und Sedimenten polarer Seen" durchgeführt.

Antarktische Seen sind, begünstigt durch die autochthone Produktion organischer Substanz und die vernachlässigbare Zufuhr terrigenen organischen Kohlenstoffs unikale Objekte zum Studium des biogeochemischen Kohlenstoffkreislaufs. Viele dieser Seen sind permanent eisbedeckt, in ihnen gibt es praktisch keine Durchmischung, und der Massenaustausch wird hauptsächlich durch Diffusion kontrolliert. Im Wasser und in den Sedimenten antarktischer Seen gehen ungeachtet niedriger Temperaturen aktive biogeochemische Prozesse der Bildung (Primärproduktion) und des Abbaus organischer Substanz, der Bildung von Gasen und diagenetischer Minerale vor sich. Methan kann in der Kohlenstoffbilanz solcher Seen eine wichtige Rolle spielen (SMITH et al. 1993). Über die Geochemie des Methans in antarktischen Seen gibt es aber vergleichsweise nur wenige Untersuchungen (z.B. BURTON 1980; ELLIS-EVANS 1984; FRANZMANN et al. 1991; SMITH et al. 1993). Da die antarktischen Seen auf Grund spezifischer physikalischer Bedingungen häufig geschlossene aquatische Ökosysteme darstellen, sind sie in besonderem Maße geeignet, die interne Wechselwirkung zwischen physikalischen und biogeochemischen Prozessen des Kohlenstoffkreislaufs zu studieren. Biogeochemische Prozesse der Methanbildung in Seen der Schirmacher- und der Unterseeoase wurden bisher nicht untersucht. In das wissenschaftliche Programm der Expedition wurden daher Untersuchungen zur Biogeochemie des Methans in ausgewählten Seen der Schirmacheroase und über biogeochemische Prozesse des Kohlenstoff- und Schwefelkreislaufs im Untersee einbezogen.

Methoden

Zur Bestimmung des Methangehaltes im Wasser wurden 10 ml Wasser aus dem zur Wasserprobennahme benutzten UWITEC-Schöpfer (Volumen 5 Liter) mit Hilfe einer Spritze entnommen und in vorher evakuierte 30 ml-Glasröhrchen mit Butylgummistopfen überführt. Danach wurde zur Bindung von H_2S 1 ml $CdCl_2$ -Lösung (0,1 molar) zugefügt und das Restvakuum durch Einspritzen von Luft kompensiert. Für die Bestimmung des Methangehalts in Sedimentproben wurden jeweils 3 cm^3 Sediment mit Hilfe einer speziellen Spritze (mit abgeschnittener Spitze) entnommen. Die Proben wurden anschließend in 20 ml-Röhrchen übergeführt, die 5 ml $CdCl_2$ -Lösung enthielten, und mit einem Butylgummistopfen verschlossen. Vor der Bestimmung der Methankonzentration wurden die Röhrchen 2 Minuten lang sorgfältig geschüttelt. Der Methangehalt in der Gasphase wurde anschließend mit einem Feld-Gaschromatograph (Modell ChPM-4 der russischen Firma "Chromatograph"), ausgerüstet mit einem Flammionisationsdetektor, gemessen. Der Gaschromatograph war mit einer 2 m langen, mit Porapak Q gefüllten und bei 50°C thermostatierten Edelstahl-Trennsäule (Durchmesser 2 mm) ausgerüstet. Substandards von 10, 100 und 1000 ppm Methan wurden aus einem Standardgas mit 1% CH_4 (10 000 ppm) durch Zumischen von reinem N_2 hergestellt.

Darüber hinaus wurden im Feld experimentelle Arbeiten zur Bestimmung der Intensität einer Reihe biogeochemischer Prozesse durchgeführt, wie Hell- und Dunkelfixierung von CO₂ (Photo- und Chemosynthese organischer Substanz im Wasser), Methanbildung, Methanoxidation und Sulfat-reduktion. Die weitere/abschließende Bearbeitung dieser Proben wird nach Standardmethoden im "Institut für Bodenkunde und Photosynthese" Pushchino (Russische Akademie der Wissenschaften) erfolgen.

Im Feld wurden außerdem aus verschiedenen Horizonten von Seesedimentkernen mit Hilfe einer transportablen mechanischen Presse Porenwässer gewonnen, deren Alkalität unmittelbar danach bestimmt und der gelöste anorganische Kohlenstoff (DIC) mit Ba(OH)₂-Lösung für spätere Kohlenstoffisotopen-Analysen fixiert wurde.

Methan im Wasserkörper

In der bodennahen (anoxischen) Schicht des unter Punkt 2.1.2 und 2.1.3 beschriebenen Teilbeckens im Untersee wurden außerordentlich hohe Gasgehalte bis zu rund 400 ml Gas pro Liter Wasser gefunden. Der maximale Methangehalt betrug 17,4 mmol/l (Tabelle 9), was die bisher bekannte maximale Methankonzentration in antarktischen Seen von 6,2 mmol/l (139 ml/l) im Ace Lake/Vestfold Hills (BURTON 1980; FRANZMANN et al. 1991) bei weitem übertrifft! Mit einem max. Methangehalt von 17,4 mmol/l ist das Wasser des Untersees unter den vorliegenden Temperatur-, Druck und Salinitätsverhältnissen noch untersättigt; der relative Sättigungsgrad wurde zu 77,9% berechnet (P. HARTING, schriftl. Mitt.).

Tabelle 9: Methangehalte im Unterseewasser

Wassertiefe [m]	Methangehalt [µmol/l]
10,0	n.n.
20,0	n.n.
30,0	0,15
50,0	0,22
72,0	0,31
76,0	6,20
80,0	16,00
84,0	2300,00
86,0	4100,00
88,0	6200,00
90,0	7800,00
92,0	10000,00
94,0	12200,00
96,0	14500,00
98,0	16500,00
99,7	17400,00

n.n. - unter der Nachweisgrenze

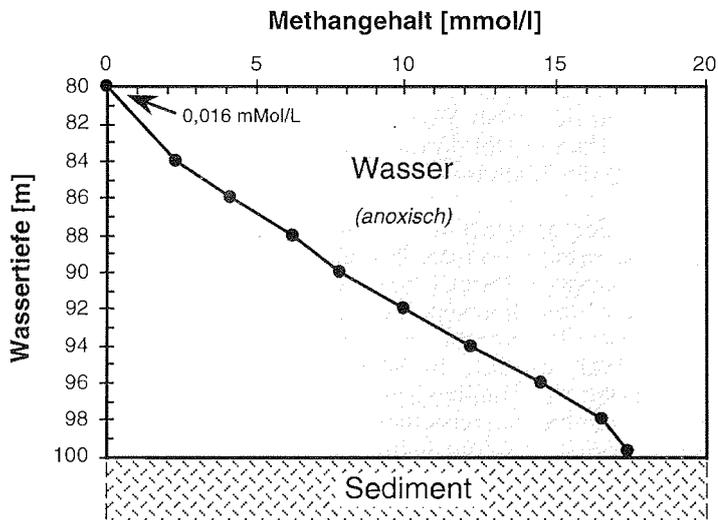


Abb. 10: Gehalte an gelöstem Methan im anoxischen Tiefenwasser des Untersees

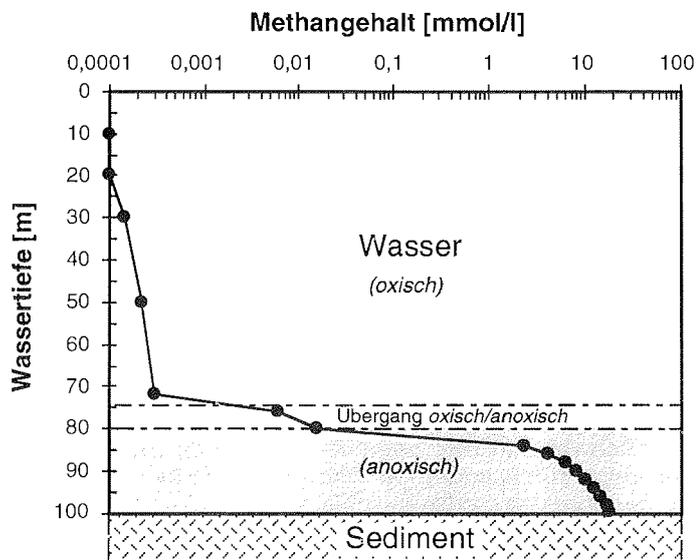


Abb. 11: Verteilung des gelösten Methans in der gesamten Wassersäule des Untersees (anoxisches Teilbecken)

Hohe Methankonzentrationen im Süßwasser- und im marinen Bereich werden häufiger in den oberflächennahen Sedimenten beobachtet als im Wasserkörper. Auch in ausgesprochen methanreichen Seewässern erreichen die Konzentrationen nur wenige mmol/l (siehe WINFREY & ZEIKUS 1979; MOLONGOSKI & KLUG 1980; SMITH et al. 1993). Mit einem Höchstwert von rund 22 mmol/l gilt der ostafrikanische Kivu-See als klassisches Beispiel eines Sees mit exzeptionell hohen Methan- und Kohlendioxidgehalten (DEGENS et al. 1973). Dieser Fakt macht den Untersee zu einem interessanten Objekt für die Untersuchung der Methanogenese namentlich in antarktischen Seen.

Innerhalb der anoxischen Tiefenwasserschicht des Untersees nimmt die Methankonzentration von der bodennahen Zone nach oben hin linear ab (Abb. 10) und beträgt im Bereich der Oxykline bei 84 m Wassertiefe nur noch 2,3 mmol/l. In der Wasserschicht darüber geht die Methankonzentration noch weiter zurück (Abb. 11), ist aber im Vergleich zum atmosphärischen Methanpegel immer noch erhöht. In Wassertiefen <20 m liegt die Methankonzentration unter der Nachweisgrenze des Meßgerätes (siehe Tabelle 9). Der Verlauf der Methankonzentrationskurve in der anoxischen Tiefenwasserschicht spricht dafür, daß die Hauptquelle des Methans in den Sedimentschichten des Untersees liegt und die Konzentrationsverteilung vorwiegend auf Diffusionsprozesse zurückzuführen ist. Wenn biochemische Vorgänge wie Methanproduktion oder -konsumption (-oxidation) in der Wassersäule dominieren, würden sich andere, nichtlineare Konzentrationsverteilungen ergeben (vgl. z.B. MARTENS & BERNER 1977; REEBURGH & HEGGIE 1977; WARD & KILPATRICK 1992; LAMMERS et al. 1995). Im Tiefenintervall 84–80 m geht die Konzentration des gelösten Methans drastisch (um das 250-fache) zurück und verringert sich dann zur Wasseroberfläche hin weiter (um das 100-fache). Eine solche Konzentrationsverteilung des Methans ist ein deutlicher Hinweis auf aktive Methanoxidation im Bereich der Oxykline und in der oxischen Wasserschicht darüber. Das könnte sich auch in den $\delta^{13}\text{C}$ -Werten des Methans widerspiegeln (z.B. COLEMAN et al. 1981; ZYAKUN et al. 1981; OREMLAND & DESMARAIS 1983). Entsprechende Isotopenanalysen sind geplant.

Da neben Methan in der anoxischen Wasserschicht des Untersees auch die Anwesenheit von H_2S festgestellt (Geruch!) werden konnte, wurde eine repräsentative Anzahl von Wasserproben für die Bestimmung der Konzentration und der isotopischen Zusammensetzung des H_2S sowie des gelösten Sulfats fixiert (gelöste Sulfide als CdS oder ZnS). Der Charakter der H_2S -Verteilung (auf Grund visueller Abschätzung der Menge des ausgefällten CdS) und auch die im Feld gemessenen Sulfatgehalte (vgl. Abb. 8) sprechen für eine H_2S -Bildung im Wasser durch bakterielle Sulfatreduktion und für eine Zehrung von Schwefel in der bodennahen Schicht durch Ausfällung von Eisensulfiden oder durch anaerobe Oxidation (photosynthetische Schwefelbakterien) in der obersten Sedimentschicht.

Methan im Sediment

Die Methanverteilung in Sedimenten des Untersees detailliert zu untersuchen war leider nicht möglich, da die Sedimentkerne unmittelbar nach der Entnahme durch die Druckentlastung intensiv degasierten. So ließ sich der mittlere Methangehalt der entnommenen 50 cm langen Sedimentkerne nur grob abschätzen. Da das entweichende Gas (ca. 700 ml, Methangehalt 75%) aufgefangen werden und der restliche Methangehalt im Kern zu 4,5 mmol/dm³ bestimmt werden konnte, dürfte sich die mittlere Methankonzentration in den obersten 50 cm Sediment auf rund 20 mmol/dm³ belaufen.

Alkalität des Wasserkörpers

Der gelöste anorganische Kohlenstoff (DIC = Summe des Gehaltes an gelöstem Kohlendioxid, an Carbonat- und Hydrogencarbonat-Ionen) ist ein wichtiger Bestandteil des Kohlenstoff-Kreislaufs in aquatischen Ökosystemen wie z.B. Seen (vgl. QUAY et al. 1986). In antarktischen Seen stellt er oft das größte Kohlenstoffreservoir dar (z.B. SMITH et al. 1993). Dieses Reservoir wird durch verschiedene Vorgänge beeinflusst wie Eintrag durch Zuflüsse und Gasaustausch mit der Atmosphäre, Fixierung im Sediment sowie Umverteilung durch Primärproduktion, Respiration, Remineralisation, Mischung etc. Auch bei anaeroben Abbauprozessen organischen Materials, beispielsweise der bakteriellen Methanbildung durch Acetatfermentation, entstehen als Nebenprodukte oxidierte C-Verbindungen wie CO₂ und HCO₃⁻.

Der DIC-Gehalt in einer Wasserprobe kann durch die Bestimmung der Säurekapazität bis pH 8,2 und pH 4,3 – auch Alkalität genannt – erfaßt werden (p-Wert bzw. m-Wert); vorausgesetzt, andere schwache Säuren und schwache Basen (Phosphorsäuren, Kieselsäure, Borsäure, organische Säuren, Schwefelwasserstoff etc.) sind nicht in störenden Konzentrationen vorhanden. Diese Voraussetzung ist in natürlichen Wässern jedoch meist gegeben (DEV 1989). Dann gilt:

$$\text{DIC (mmol/l)} = \text{m-Wert (mmol/l)} - \text{p-Wert (mmol/l)}.$$

Für die Alkalitätsbestimmung (titrimetrisch mit HCl) im Feld wurde ein Testbesteck (Aquamerck®) benutzt, das allerdings nur Analysen mit einer Genauigkeit von bestenfalls 0,1 mmol/l gestattete.

Trotz der hohen pH-Werte im oxischen Bereich des Untersees wurden hier nur relativ niedrige p-Werte, die generell unter 0,5 mmol/l und damit nahe der Nachweisgrenze der Methode lagen, gemessen. Auch die m-Werte sind mit Werten unter 1 mmol/l klein. Erst im Bereich der Oxykline, ab 74 m Wassertiefe, ist ein signifikanter Anstieg der Alkalität zu verzeichnen (Tabelle 10). Ein noch markanterer Sprung tritt bei 84 m auf; bei 82 m war erstmals H₂S-Geruch im Wasser zu bemerken. Danach steigen mit zunehmender Wassertiefe die Alkalitätswerte mehr oder weniger kontinuierlich auf max. 28,4 mmol/l unmittelbar über der Sedimentoberfläche an.

Es zeigt sich eine gute Linearität zwischen den im Feld ermittelten Alkalitätswerten und den (allerdings ca. 5 Monate später) an unfixierten Proben direkt (coulometrisch) gemessenen DIC-Gehalten (Abb. 12). In die Alkalitätsbestimmung gehen allerdings weitere, in der anoxischen Tiefenwasserschicht des Untersees vorhandene Komponenten wie Sulfide, Phosphate und Silikate mit ein.

Die Absolutwerte des DIC sind als orientierende Daten zu betrachten, da die analysierten Wasserproben nicht konserviert worden waren. Eine DIC-Analyse an mit HgCl_2 vergifteten Proben, von denen auch die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte am DIC bestimmt werden sollen, ist vorgesehen. Unmittelbar nach der Entnahme wurde außerdem in einigen Wasserproben aus der anoxischen Tiefenwasserschicht (Anoxylimnion) der gelöste anorganische Kohlenstoff durch Zugabe CO_2 -freier $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -Lösung ausgefällt (für ^{14}C - und ^{13}C -Analysen).

Tabelle 10: Alkalität des Unterseewassers

Wassertiefe [m]	Alkalität [mmol/l]	Wassertiefe [m]	Alkalität [mmol/l]
10	n.b.	80	1,4
30	n.b.	82	2,4
50	n.b.	84	10,0
70	0,6	86	10,7
71	0,6	88	13,7
72	0,6	90	19,0
73	0,6	92	21,0
74	1,1	94	24,5
75	1,6	96	24,8
76	1,6	98	24,6
77	1,6	99	28,8
78	1,5	100	28,4
79	1,4		

Alkalität = m-Wert n.b. = nicht bestimmt

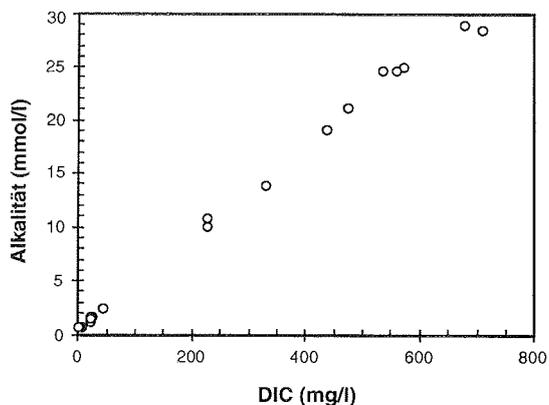


Abb. 12: Beziehung zwischen Alkalität und dem Gehalt an gelöstem anorganischem Kohlenstoff (DIC) im Wasser des Untersees (anoxisches Teilbecken)

2.1.5 Ablationsmessungen an der Eisdecke des Untersees

Unter den kalt-ariden klimatischen Bedingungen der antarktischen Kältewüste ist die Ablation an Schnee- und Eisoberflächen ein nicht zu unterschätzender Prozeß. Bei Untersuchungen über die Wasserbilanz bzw. über die Entwicklungsgeschichte antarktischer Seen muß daher neben Parametern wie Zufluß, Abfluß und Verdunstung an der freien Wasseroberfläche auch die Ablation der See-Eisdecke in die Betrachtung einbezogen werden. Die in vielen antarktischen eisfreien Regionen, den antarktischen Oasen, anzutreffenden Seen sind in der Regel – abgesehen von wenigen hypersalinaren Seen z.B. der Trockentäler im South Victoria Land, der Vestfold Hills oder der Bunger Hills, die auf Grund ihres enorm hohen Salzgehalts teilweise überhaupt nicht zufrieren – maximal 2–3 Monate frei von einer Eisbedeckung. Andererseits gibt es auch Seen, die permanent eisbedeckt sind. Bei solchen Seen mit langzeitiger Eisbedeckung sind, wenn sie zudem noch abflußlos sind, Wasserverluste durch Ablation (Verdunstung) der See-Eisdecke ein wichtiger Faktor in der Wasserbilanz. Die Ablationsraten können dabei Beträge von einigen Dezimetern pro Jahr erreichen (z.B. HENDERSON et al. 1965; CLOW et al. 1988; BROMLEY 1985). Den Mechanismus kann man wie folgt beschreiben: Mit der fortschreitenden, jahreszeitlich bedingten Abkühlung friert Wasser an der Unterseite der See-Eisdecke an, gleichzeitig verdunstet (ablatiert, sublimiert) die Eisdecke an ihrer Oberfläche, so daß dem betreffenden See letztlich mehr oder weniger viel Wasser entzogen wird. Wegen des Ausfriereffekts bleiben die im Wasser gelösten Salze zurück, so daß namentlich bei abflußlosen Seen im Laufe der Zeit der Salzgehalt zunimmt. Ein solcher Prozeß wurde für den Untersee ausgehend von hydrogeochemischen und isotopenhydrologischen Befunden postuliert (siehe HERMICHEN et al. 1985). Allerdings fehlten seinerzeit für diesen See konkrete Angaben über die Größe der Ablationsrate.

In Abhängigkeit von den auf dem antarktischen Kontinent regional variierenden klimatischen Verhältnissen muß auch mit unterschiedlichen Ablationsraten gerechnet werden, so daß Werte aus einer bestimmten Region (z.B. den oben erwähnten Trockentälern, wo an einigen Seen Ablationswerte gemessen wurden) nicht ohne Vorbehalt auf das Unterseegebiet übertragen werden können. Es war deshalb ein weiteres Vorhaben, während der Feldarbeiten am Untersee Ablationspegel in die Eisdecke dieses Sees einzubringen und wenn möglich erste Ablationsmessungen durchzuführen.

Entlang der Längsachse des etwa 6 km langen Untersees wurden Ende Februar 1995 drei Ablationspegel (Abstand voneinander ca. 1,5 km) in die Eisdecke eingebracht (Abb. 13; Tabelle 11). Sie bestehen aus 4 m langen Holzstangen mit einem Durchmesser von 4,5 cm, die fast 3 m tief in das See-Eis eingebohrt und im Bohrloch zusätzlich mit kurzen Querhölzern verankert wurden. Dadurch, daß die Pegel nur kurz über die Eisoberfläche ragen (zum Zeitpunkt der Installation nur reichlich einen Meter), sollen ein Umkippen, z.B. durch Erwärmung während des kommenden Südsommers oder durch starke Vibrationen bei Orkanen, verhindert werden. Der im Eis befindliche Teil der Pegel wurde mit weißem Klebeband umwickelt, um eine stärkere Erwärmung des "dunklen" Holzes bei Sonneneinstrahlung, was zum Tauen im Grenzbereich Pegel/Eis und damit zu einer Neigung der Stangen führen kann, zu vermeiden. Die Pegel tragen am oberen Ende eine mehrfache (dauerhafte) Markierung (Beschriftung A1, A2 und A3 sowie 1, 2 bzw. 3 senkrecht übereinander angeordnete Bohrungen im Holz). Um das spätere

Auffinden der Ablationspegel auf dem doch recht großen See zu erleichtern, wurde deren Position mit einem GPS-Gerät (SCOUT GPS™, Fa. TRIMBLE Navigation) sicher ausreichend genau bestimmt. Als Bezugsmarke für die Messungen dient ein waagerechter Einschnitt in der Holzstange, der 2 cm über der mittleren Eisoberfläche liegt und durch Auflegen eines 2 cm dicken und 1,75 m langen Holzbretts auf die durch windbedingte Eisrippeln ziemlich unebenene Eisoberfläche festgelegt wurde. Dasselbe Brett wurde (und wird) für die nachfolgenden Ablationsmessungen benutzt.

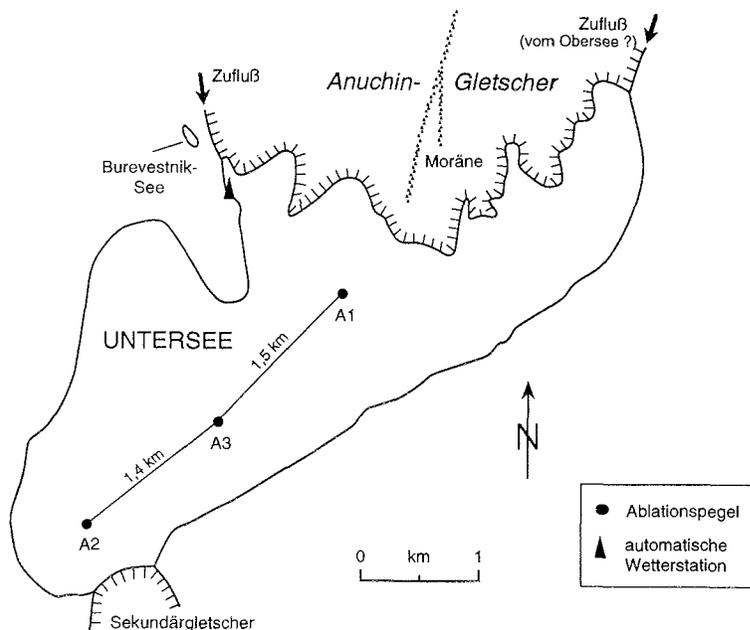


Abb. 13: Lage der Ablationspegel auf dem Untersee

Tabelle 11: Angaben zu den auf der Eisdecke des Untersees installierten Ablationspegeln

Bezeichnung des Pegels	Installationsdatum	Position	Abstand zw. OK Pegel und Meßmarke	Ablationsrate (cm/12 Tage)
A1	27.02.1995	71°20'18,9" S 13°28'40,0" E	1,23 m	1,0
A2	28.02.1995	71°21'20,6" S 13°25'15,5" E	1,11 m	3,0
A3	28.02.1995	71°20'53,1" S 13°26'59,4" E	1.20 m	2,5

Wie Tabelle 11 zeigt, wurden bereits nach 12 Tagen Standzeit der Ablationspegel signifikante Ablationsbeträge gemessen, wobei die Werte vom Süd- zum Nordteil des Untersees abnehmen. Dies hängt offenbar mit der Einwirkung der häufigen, z.T. sehr starken katabatischen Winde zusammen, die vom Polarplateau aus der Richtung des Sekundärgletschers (Abb. 13) kommend nach Norden abfließen und dabei an Stärke abnehmen. Bei den Feldarbeiten auf dem Untersee waren diese lokalen Unterschiede in der Stärke der katabatischen Winde deutlich spürbar. Nimmt man für jeden Pegelstandort eine konstante Ablationsrate an, dann würde sich die jährliche Ablationsrate für den Südteil des Untersees auf maximal 90 cm belaufen. Diese Annahme ist sicher nicht gerechtfertigt, da die Ablationsrate darüber hinaus temperaturabhängig ist (CLOW et al. 1988). Interessant wären auch Untersuchungen über die jahrezeitlichen Veränderungen der Ablationsrate. Genauere Angaben über die jährliche Ablationsrate auf dem Untersee werden aus den Messungen erwartet, die in der Saison 1995/96 durchgeführt werden sollen. Frühere Messungen auf einer geodätischen Traverse ergaben im Südteil des Anutschingletschers eine Ablation von 50–60 cm Eis pro Jahr (D. FRITZSCHE, mündl. Mitt.).

2.2 Aufbau einer automatischen Wetterstation

Für die Untersee-Region existieren bisher keine exakten Angaben über die klimatischen Verhältnisse. Eine Forschungsstation gibt es hier nicht, und während vergangener Sommerkampagnen wurden nur sporadisch Temperatur- oder Luftdruckmessungen (unveröff.) durchgeführt. Insbesondere interessiert die Frage, ob hier ein Lokalklima vergleichbar mit dem in der Schirmacheroase herrscht, oder ob auf Grund der südlicheren Lage mit strengeren Klimabedingungen zu rechnen ist. Die Kenntnis vor allem der Temperatur- und Strahlungsverhältnisse ist wichtig, wenn man die Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte des Untersees, des größten innerantarktischen Süßwassersees Ostantarktikas, rekonstruieren will. In den Trockentälern des Süd-Victoria-Landes/Antarctica beispielsweise, wo die dort vorkommenden Seen seit vielen Jahren intensiv untersucht werden, sind eine Reihe automatischer Wetterstationen in Betrieb, die nicht nur für die Limnologen wichtige Klimadaten liefern (SIMMONS et al. 1993).

Um erste meteorologische Meßdaten für das Untersee-Gebiet zu gewinnen, wurde während der Feldkampagne am Untersee eine automatische Wetterstation aufgebaut, die am 10.3.1995 den Meßbetrieb aufnahm. Es handelt sich dabei um eine automatische Wetterstation der Firma Campbell Scientific, die mit einem Datenlogger (CR 10) ausgerüstet ist und von einer Lithiumbatterie mit Strom versorgt wird. Sie verfügt über Sensoren bzw. Geräte, die zur Messung folgender meteorologischer Parameter dienen: Luft- und Bodentemperatur, Windstärke und -richtung, Global- und Nettostrahlung. Es ist vorgesehen, die Registrierung über ein volles Jahr laufen zu lassen und die Station Ende der Saison 1995/96 abzubauen.

Es war ursprünglich beabsichtigt, die Wetterstation auf der Eisdecke des Untersees zu errichten, um vor allem über die Strahlungsbilanz der Seeoberfläche Aufschluß zu erhalten. Da aber die Standsicherheit der Station auf dem See-Eis nicht zu garantieren war (unter anderem müssen die Strahlungssensoren mittels Libelle nivelliert werden), wurde ein Standort am

Seeufer ausgewählt. Dieser befindet sich am NE-Rand der Halbinsel an der NW-Flanke des Untersees (siehe Abb. 13). Die mittels GPS ermittelte Grobposition lautet 71°19'56,8"S/13°27'02,8"E (Höhe: 560 m). Zumindest bis zum Zeitpunkt des Abbruchs des Zeltlagers am 16.03.1995 funktionierte die Wetterstation, auch nach einem dreitägigen Sturm (Windgeschwindigkeiten um 30 m/s), noch einwandfrei.

Nach eigenen Messungen lag die Lufttemperatur während der Feldarbeiten am Untersee (30.1.–16.3.1995) stets unter dem Gefrierpunkt und schwankte zwischen –1 und –15°C. Sie war damit durchschnittlich um etwa 2–3°C niedriger als die in diesem Zeitraum in der Schirmacheroase gemessenen Temperaturwerte.

2.3 Sonstige Arbeiten

2.3.1 Sammlung von Niederschlagsproben

Während der Feldarbeiten am Untersee wurden bei allen aufgetretenen Niederschlagsereignissen Einzelproben für hydrogeochemische (Hauptanionen und -kationen) und isopenhydrologische Untersuchungen ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$) gesammelt. Im Zeitraum zwischen 30.01. und 16.03.1995 gab es fünf Ereignisse (Tabelle 12), allesamt mit nur ganz leichtem Schneefall; Schneestürme traten nicht auf. Die Proben wurden im gefrorenen Zustand (bei etwa –10°C) gelagert und transportiert.

Tabelle 12: Zusammenstellung der am Untersee gesammelten Schneeproben

Proben-Nr.	Datum der Probennahme	Lufttemperatur (°C)	Bemerkungen
UsNS-1	07.02.1995	–3	leichter Schneefall, Windstille, Wolkenbildung in Gipfelregion der Berge
UsNS-2	14.02.1995	–2 bis –3	dito
UsNS-3	21.02.1999	–3	leichter Schneefall nach starkem Wind
UsNS-4	22.02.1995	–3 bis –4	leichter Schneefall, Windstille
UsNS-5	09.03.1995	–2	dito

2.3.2 Untersuchungen am Stirnsee

Der Stirnsee (inoffizieller Name) liegt am Ende eines ca. 3 km langen Seitentals westlich des Untersees, das von dessen Becken durch eine ca. 60 m hohe Schwelle getrennt ist (SIMONOV et al. 1985). Er befindet sich am Fuße eines Sekundärgletschers, dessen Schmelzwässer diesen kleinen See speisen. Er ist offenbar permanent eisbedeckt, und nur im Südsommer kommt es zur Bildung offener Wasserstreifen. Am 15.02.1995 wurde dieser See erstmals angebohrt. Unter einer 3,30 m dicken Eisdecke im Zentralteil des Sees wurde Wasser angetroffen; die Wassertiefe betrug hier 8 m (unter Eisoberkante). An dieser Stelle wurden hydrologische Messungen durchgeführt und zwei Wasserproben entnommen (Tabelle 13). Eine zweite Bohrung (im Südteil des Sees) lieferte nur Infiltrationswasser; offenbar war der See an dieser Stelle bis zum Grund durchgefroren.

Tabelle 13: Wassercharakteristik des Stirnsees (Meß- und Probennahmedatum: 15.02.1995)

Pr.-Nr.	Wassertiefe (m)	Wasser-temperatur (°C)*	gelöster Sauerstoff (mg/l)*	pH-Wert*	elektr. Leitfähigkeit (µS/cm)*
SS-1	4	±0	29,5	8,30	749
SS-2	8 (Grund)	2,0	27,8	8,37	1062

* Messung mit Meßgeräten der Fa. WTW Weilheim/OB im Feldlabor unmittelbar nach der Probennahme. Die Eichwerte bei den pH- und Sauerstoffmessungen lagen im zulässigen Bereich.

Von den Wasserproben, ebenso von einer Eisprobe (Oberflächenprobe) des Sekundärgletschers (SSG-1), sollen Isotopen- ($\delta^{2}\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$) und hydrogeochemische Analysen (Hauptkationen und -anionen) durchgeführt werden. Von den beiden Wasserproben wurden Aliquote (250 ml) zur Bestimmung des DIC-Gehaltes (= gelöster anorganischer Kohlenstoff) und dessen $\delta^{13}\text{C}$ -Wertes abgefüllt und mit HgCl_2 fixiert.

Die Übersättigung mit Sauerstoff (um 200%, berechnet nach Angaben in RUMP & KRIST 1992) und der im alkalischen Bereich liegende pH-Wert sind ein Indiz für biologische Aktivität im Wasserkörper. Vom Grund des Sees konnte eine Probe des Phytobenthos (SSO-1) gewonnen werden. Etwa 60 m über dem heutigen Niveau des Stirnsees wurden während der Expedition 1991/92 Reste einer Algenbank gefunden (leg. W.-D. HERMICHEN), deren ^{14}C -Datierung ein Alter von 8400 ± 130 Jahren ($\delta^{13}\text{C}$ -Wert: $-18,2\%$ PDB) lieferte (Datierung: A. HILLER, Universität Leipzig). Zeugen für die Existenz weiterer Wasserkörper in dem erwähnten Seitental wurden von uns in Form alter Uferlinien (mit geschichteten, z.T. limnische Algen führenden Seeablagerungen) entdeckt. Proben für ^{14}C -Datierungen davon entnommen (siehe folgender Abschnitt).

2.3.3 Sammlung von Algenproben

Im Untersuchungsgebiet wurden verschiedene rezente und subfossile Algenvorkommen beprobt. Obwohl der Untersee durch eine extrem geringe Primärproduktion gekennzeichnet ist (KAUP et al. 1988), sind vor allem im ufernahen Bereich, wo sich im Sommer Wasserstreifen bilden, stellenweise benthische Algengemeinschaften anzutreffen. Am SE-Rand des Untersees waren an einer Stelle in der Eisdecke blättrige Algenreste eingefroren, die sich offenbar vom Seeboden gelöst hatten und durch die Eisdecke getaut waren. Von solchen Algenvorkommen wurden Proben für $\delta^{13}\text{C}$ -Messungen und ^{14}C -Analysen entnommen. Diese Analysen sollen Auskunft geben über die C-Isotopenfraktionierungsvorgänge des organischen Materials bzw. über die Größe des Reservoir effekts (d.h. über die gegenwärtige ^{14}C -Aktivität) in diesem permanent eisbedeckten See. In den Moränenwällen in der Umrandung des Untersees gibt es zahlreiche kleinere und größere, meist sehr flache Moränentümpel (die oft völlig austrocknen). In ihnen ist vielfach ein reiches benthisches Algenwachstum zu beobachten. Dieses wird nachweislich gefördert durch Nährstoffeintrag (Stickstoff und Phosphor) im Zusammenhang mit den in den Moränen nistenden Schneesturmvögeln und Raubmöven (Skuas). Das bestätigen Wasseranalysen der Expedition 1991/92 (WAND et al., in Vorber.). Von mikrobiellen Matten der Moränentümpel wurden ebenfalls Proben für ^{13}C - und ^{15}N -Messungen entnommen. Die Isotopenanalysen sollen Hinweise liefern über biogeochemische Vorgänge in diesem spezifischen aquatischen Milieu (vgl. WAND & MÜHLE 1990; BÖTTGER et al. 1993).

Neben diesen rezenten mikrobiellen Matten wurden bereits während der 1991/92er Expedition (sub)fossile Algenreste im Randbereich des Untersees gefunden (siehe WAND et al. 1994). Die damaligen Funde gaben Anlaß zur Suche nach weiteren solcher Vorkommen. Nunmehr konnten auch in dem Seitental an der E-Flanke des Untersees, in welchem der Stirnsee liegt, ebenfalls alte Seeablagerungen (mit Algenresten) gefunden und beprobt werden. Diese repräsentieren entweder einen früheren Hochstand des Untersees oder sind Reste eines heute nicht mehr existierenden eigenständigen Wasserkörpers. Aus ^{14}C -Datierungen an diesem organischen Material soll das Ereignis, das wahrscheinlich mit einer wärmeren Phase in Zusammenhang steht, zeitlich näher bestimmt werden.

3 ARBEITEN IN DER SCHIRMACHEROASE

3.1 Untersuchungen an Binnenseen

Auf Grundlage der im Rahmen der Expedition 1991/92 erfolgten ersten Sedimententnahme aus elf verschiedenen Seen der Schirmacheroase und den aus ersten Analysen resultierenden Ergebnissen (Sedimentabfolgen, radiometrische Altersbestimmungen) wurden zur ergänzenden und vertiefenden Untersuchung (Klärung unerwartet hoher Radiokohlenstoff-Alter, Schließen stratigraphischer Lücken) im Rahmen dieser Expedition die Seen Glubokoje und Sub zur Beprobung ausgewählt. Bei diesen Seen ist aufgrund des Sedimentationsmilieus und der damit verbundenen relativ hohen Sedimentationsraten eine detaillierte Aufklärung ihrer Entwicklungsgeschichte zu erwarten.

3.1.1 Gewinnung lakustriner Sedimente aus den Seen Sub und Glubokoje

In je einem See der mittleren (See Sub) und einem See der östlichen Schirmacheroase (See Glubokoje) wurden mehrere Bohrungen niedergebracht und Sedimentproben entnommen (Tabelle 14). Beide Seen tauen unter den derzeit herrschenden Klimabedingungen während des Südsommers auf (LOOPMANN et.al. 1986). Zum Zeitpunkt der Beprobung während dieser Expedition waren beide Seen bereits wieder mit einer ca. 40 cm mächtigen geschlossenen Eisdecke bedeckt. Schmelzwasserzuflüsse und -abflüsse waren nicht mehr zu verzeichnen.

In unmittelbarer Nähe zur russischen Station Nowolasarewskaja liegt der See Glubokoje (Abb. 14). Dieser See ist der größte See eines im Ostteil der Oase befindlichen Seensystems. Der Zufluß erfolgt am Westufer durch Überlauf aus dem See Pomornik, der derzeitige Abfluß zum Schelfeis am NE-Rand über einen kleineren See. Bis Ende der siebziger Jahre floß der Glubokoje nach Norden ab (WAND et al. 1994). Die Morphologie des Glubokoje ist durch eine glazial-erosiv angelegte Beckenform geprägt. Der See fällt gleichmäßig zum Zentrum hin ab und stellt mit einer maximalen Wassertiefe um 35 m einen der tiefsten Seen der Schirmacheroase dar. Ausnahme sind die Epischelfseen, welche teilweise tiefer sind (SIMONOV 1971; LOOPMANN et al. 1986). Die Sedimentablagerungen des Sees Glubokoje wurden an 4 Stationen beprobt, wobei jeweils die Grundmoräne erbohrt wurde. Diese stark kompaktierten, tonigen, von Gesteinsbruchstücken durchsetzten Schichten werden zum Hangenden scharf begrenzt von unregelmäßigen Wechsellagerungen aus Sanden, kiesigen Sanden und algenführenden Sanden. Zum Hangenden wird diese Sedimentabfolge durch deutlich laminierte organogene Ablagerungen unterschiedlicher Dicke (ca. 0,1–1 mm) und wechselnden terrigenen Eintrags überlagert. In diesen organischen Ablagerungen sind teilweise Wassermooshorizonte eingeschaltet. Mit zunehmender Wassertiefe ist im See Glubokoje ein deutlicher Anstieg der Sedimentationsrate anhand der zunehmenden Sedimentdicke festzustellen.

Der nahe der indischen Station "Maitri" gelegene See Sub (Abb. 15) befindet sich wie der See Glubokoje in relativ großer Entfernung zum Inlandeis. Morphologisch unterscheidet sich das Seebecken des Sub vom See Glubokoje durch ein flacheres Relief, welches ebenfalls glazial-erosiv angelegt wurde. Mit einer maximalen Wassertiefe von ca. 5 m repräsentiert der See Sub einen der flachen Seen der Schirmacheroase. Der See wird im Südsommer von Schmelzwässern des Inlandeises aus S und W gespeist, ein zeitweiliger Abfluß findet am NW-Ufer statt. An den zwei Probennahmestellen wurde jeweils ein stark kompaktierter Diamiktit, welcher vermutlich die Grundmoräne darstellt, als tiefste Sedimentationseinheit erbohrt. Der Diamiktit wird von geringmächtigen, gut sortierten Sanden überlagert. Diese gehen allmählich in laminierte Algenmatten über, welche bis zu 2 m mächtig werden können. In den Algenmatten nimmt zum Hangenden der terrigene Eintrag zur Sedimentoberfläche hin ab (Abb. 16).

Tabelle 14: Lakustriner Sedimentkerngewinn aus Seen der Schirmacheroase (See Sub und See Glubokoje) (Abkürzungen am Ende der Tabelle)

Kern-Nr. Station-Einsatz	See	Position*		Wasser- Tiefe [m]	Datum	Gerät	Gewinn		
		Länge	Breite				[cm]		
PG1217 - 1	Glubokoje	11°50,16'	70°45,92'	34,0	21-03-95	SL	0 -	47	
- 2		11°50,16'	70°45,92'	34,0	21-03-95	SL	0 -	41	
- 3		11°50,16'	70°45,92'	34,0	21-03-95	SL	0 -	46	
- 4		11°50,16'	70°45,92'	34,0	21-03-95	KOL	50 -	227	
- 5		11°50,16'	70°45,92'	34,0	22-03-95	KOL	0 -	117	
- 6		11°50,16'	70°45,92'	34,0	22-03-95	KOL	0 -	176	
PG1218 - 1	Glubokoje	11°50,14'	70°45,91'	34,8	26-03-95	SL	0 -	40	
- 2		11°50,14'	70°45,91'	34,8	26-03-95	KOL	0 -	159	
- 3		11°50,14'	70°45,91'	34,8	27-03-95	SL	0 -	40	
- 4		11°50,14'	70°45,91'	34,8	27-03-95	SL	KV	KV	
- 5		11°50,14'	70°45,91'	34,8	29-03-95	KOL	0 -	20	
							36 -	147	
PG1219 - 1	Glubokoje	11°50,16'	70°45,88'	29,0	29-03-95	SL	0 -	23	
- 2		11°50,16'	70°45,88'	29,0	29-03-95	SL	0 -	21	
- 3		11°50,16'	70°45,88'	29,0	29-03-95	SL	0 -	22	
- 4		11°50,16'	70°45,88'	29,0	29-03-95	SL	0 -	23	
- 5		11°50,16'	70°45,88'	29,0	29-03-95	KOL	0 -	105	
- 6		11°50,16'	70°45,88'	29,0	30-03-95	KOL	12 -	112	
PG1220 - 1	Glubokoje	11°49,16'	70°45,97'	19,8	30-03-95	SL	0 -	28	
- 2		11°49,16'	70°45,97'	19,8	30-03-95	SL	0 -	31	
- 3		11°49,16'	70°45,97'	19,8	30-03-95	SL	0 -	29	
- 4		11°49,16'	70°45,97'	19,8	30-03-95	SL	0 -	30	
- 5		11°49,16'	70°45,97'	19,8	31-03-95	KOL	20 -	78	
PG1221 - 1	Sub	11°45,20'	70°45,44'	4,00	01-04-95	SL	5 -	58	
- 2		11°45,20'	70°45,44'	4,00	01-04-95	SL	0 -	50	
- 3		11°45,20'	70°45,44'	4,00	02-04-95	SL	0 -	45	
- 4		11°45,20'	70°45,44'	4,00	02-04-95	SL	0 -	30	
- 5		11°45,20'	70°45,44'	4,00	03-04-95	KOL	0 -	179	
- 6		11°45,20'	70°45,44'	4,00	03-04-95	KOL	150 -	223	
- 7		11°45,20'	70°45,44'	4,00	03-04-95	KOL	191 -	241	
PG1222 - 1	Sub	11°45,00'	70°45,47'	3,80	01-04-95	SL	0 -	47	
- 2		11°45,00'	70°45,47'	3,80	01-04-95	SL	0 -	43	
- 3		11°45,00'	70°45,47'	3,80	01-04-95	SL	0 -	44	
- 4		11°45,00'	70°45,47'	3,80	02-04-95	KOL	0 -	82	
Summe							Σ	21,38 m	

SL = Schwerelot (gravity corer), KOL = Kolbenlot (piston corer)
KV = Kernverlust (core loss)

* Koordinatenbestimmung mittels GPS

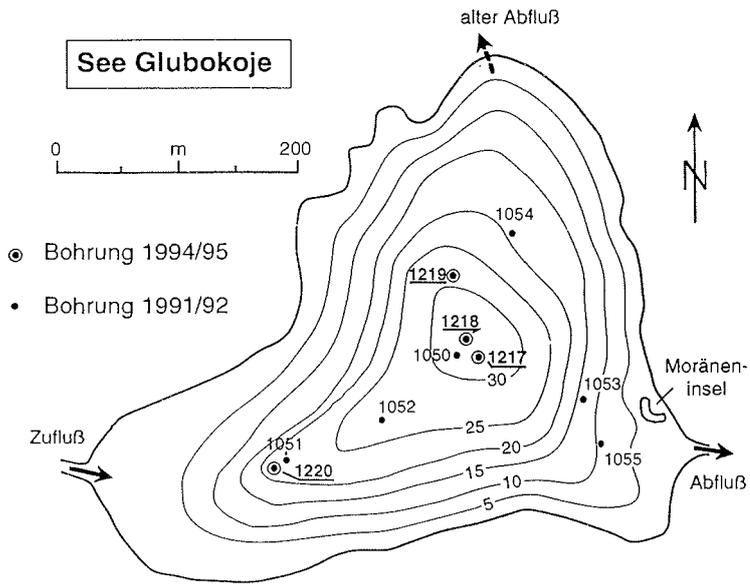


Abb. 14: See Glubokoje mit Bohrlokationen und Bathymetrie

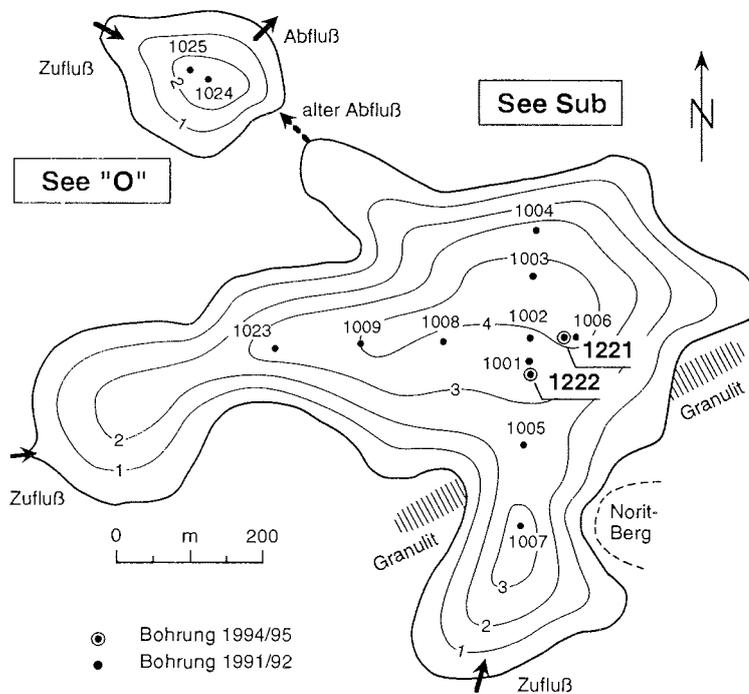
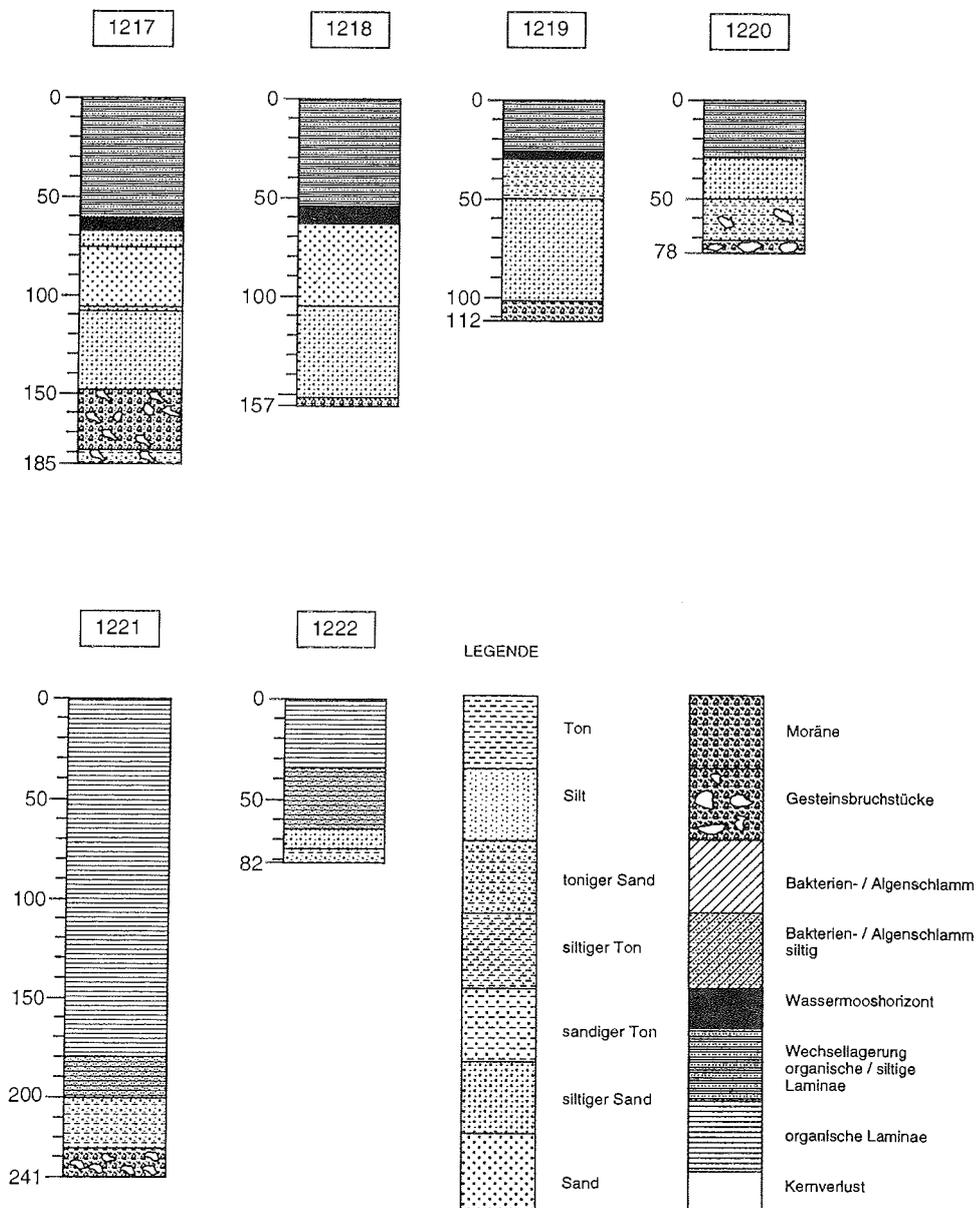


Abb. 15: See Sub mit Bohrlokationen und Bathymetrie

Abb. 16: Sedimentgewinn See Glubokoje (Station 1217 bis 1220) und See Sub (Station 1221 bis 1222) (Tiefen in cm)



3.1.2 Biogeochemische Untersuchungen an den Seen Glubokoje und Sub

Die Methangehalte im Wasser und im Sediment des Sees Glubokoje sind in den Tabellen 15 und 16 zusammengestellt. Der Verlauf der Methankurve (Abb. 17) weist darauf hin, daß im mittleren und unteren Teil des untersuchten Sedimentabschnitt und im bodennahen Wasser Methan dagegen oxidiert wird. Ein ähnliches Verteilungsbild ergab sich für den mit 4,5 m Tiefe vergleichsweise flachen See Sub (Tabelle 17; Abb. 18). Im Beckentiefsten dieses Sees sind bis zu 2 m mächtige organische Ablagerungen (laminierte Algenmatten) ausgebildet. Aus diesen entweichen während der Entnahme von Sedimentkernen Gasblasen, deren vorläufige Analyse einen Methangehalt von rund 70 Vol.-% und einen $\delta^{13}\text{C}$ -Wert des Methans von -54% PDB ergab (H.-M. NITZSCHE, mündl. Mitteilung). Bereits während der Sedimentprobenahme-Kampagne in der Saison 1991/92 (siehe WAND et al. 1994) wurde ein solches Entgasen von Sedimenten im See Dlinnoye in der Schirmacheroase beobachtet und eine Gasprobe gewonnen. Die Analyse dieser Probe lieferte damals einen Methangehalt von 1,7 Vol.-% und einen $\delta^{13}\text{C}$ -Wert des Methans von ca. -25% PDB (!) (H.-M. NITZSCHE, mündl. Mitteilung). Obwohl das Methan in beiden Fällen eindeutig bakterieller Herkunft ist, sind dessen $\delta^{13}\text{C}$ -Werte auffallend hoch. Dies ist sicher darauf zurückzuführen, daß einerseits das organische Substrat für die Methanogenese mit $\delta^{13}\text{C}$ -Werten von durchschnittlich $-12,7\pm 1,3$ (See Sub, $n = 12$) bzw. $-11,9\pm 3,7\%$ PDB (See Dlinnoye, $n = 14$) auffallend ^{13}C -reich ist (siehe WAND & MÜHLE 1990; BÖTTGER et. al. 1993; unveröff. Ergebnisse), andererseits aber auch die bakterielle Oxidation von Methan eine dominierende Rolle spielen kann.

Vergleicht man die Methangehalte und die Alkalität (als Maß für den Gehalt an DIC) (Tabellen 18 und 19; Abb. 19) dieser beiden Seen, die im Unterschied zum Untersee nicht permanent eisbedeckt sind, sondern während des australen Sommers wenige Monate lang eisfrei sind, so unterstreicht das die Bedeutung des Methans in der Bilanz des gelösten Kohlenstoffs auch in saisonal auftauenden antarktischen Seen.

Tabelle 15: Methangehalte im Wasser des Sees Glubokoje

Wassertiefe [m]	Methangehalt [$\mu\text{mol/l}$]
10,0	n.n.
15,0	0,19
20,0	0,22
25,0	0,25
30,0	0,29
34,5	0,33
34,7	0,66
34,8	8,10

n.n. - unter der Nachweisgrenze

Tabelle 16: Methangehalte im Sediment des Glubokoje-Sees

Sediment-Tiefe [cm]	Methangehalt [mmol/l]
0 – 5	0,53
5 – 10	0,99
10 – 15	1,50
15 – 20	1,95
20 – 25	2,13
25 – 30	2,16
30 – 35	2,31

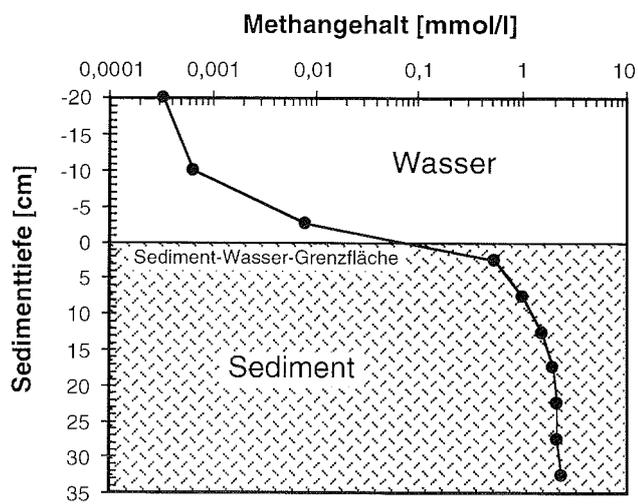
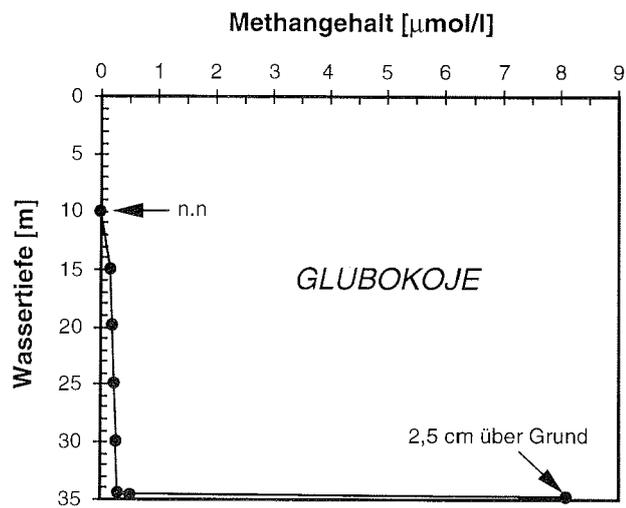


Abb. 17: Methanverteilung im Wasser und in Sedimenten des Glubokoje-Sees

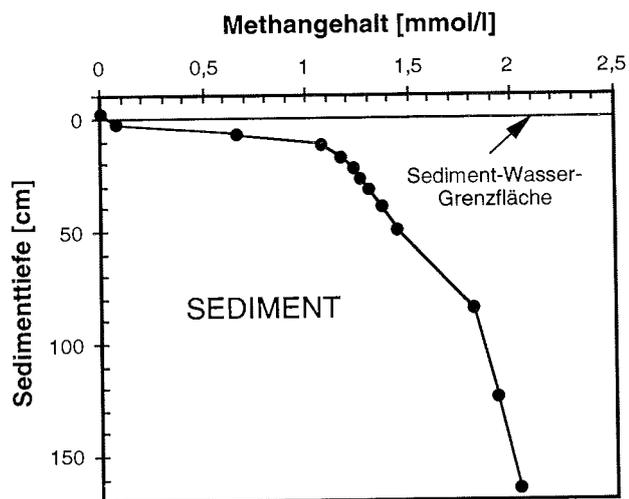


Abb. 18: Methangehalte in den Sedimenten des Sees Sub

Tabelle 17: Methangehalte im Sediment des Sees Sub

Sediment-Tiefe [cm]	Methangehalt [mmol/l]
2 cm ü. Sediment	0,0027
0 – 5	0,08
5 – 10	0,67
10 – 15	1,08
15 – 20	1,18
20 – 25	1,24
25 – 30	1,27
30 – 35	1,31
35 – 45	1,37
45 – 55	1,45
80 – 90	1,82
120 – 130	1,93
160 – 170	2,04

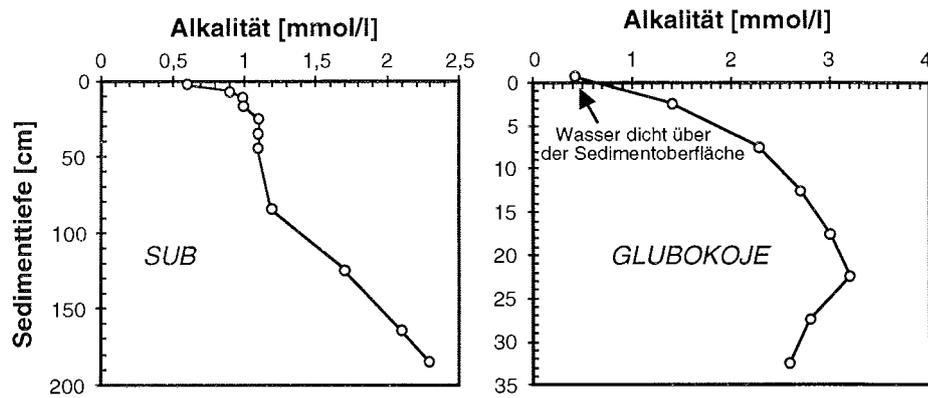


Abb. 19: Alkalität des Porenwassers in Sedimenten der Seen Sub und Glubokoje

Tabelle 18: Alkalität des Porenwassers im Sediment des Glubokoje-Sees

Sediment-Tiefe [cm]	Alkalität [mmol/l]
dicht ü. Sediment	0,4
0 – 5	1,4
5 – 10	2,3
10 – 15	2,7
15 – 20	3,0
20 – 25	3,2
25 – 30	2,8
30 – 35	2,6

Tabelle 19: Alkalität des Porenwassers im Sediment des Sees Sub

Sedimenttiefe [cm]	Alkalität [mmol/l]
0 – 5	0,6
5 – 10	0,9
10 – 15	1,0
15 – 20	1,0
20 – 30	1,1
30 – 40	1,1
40 – 50	1,1
80 – 90	1,2
120 – 130	1,7
160 – 170	2,1
180 – 190	2,3

4 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen eines paläolimnologischen Untersuchungsprogramms in der kontinentalen Ostantarktis wurde bei Feldarbeiten am permanent eisbedeckten Untersee/Gruberberge (71°S/13°E) im Südsommer 1994/95 an zwei Bohrlokationen mit unterschiedlichem Sedimentationsmilieu ein Kerngewinn von insgesamt 8 m aus Wassertiefen von 100 bzw. 120 m erzielt. Das Kernrohr konnte dabei jeweils bis zur Moräne vorgetrieben werden. Umfangreiche bathymetrische Messungen lieferten erstmals ein präzises Bild über die Beckenmorphologie des Untersees und mit 169 m für diesen einen neuen Tiefenrekord (bisher 147 m). Dabei wurde vor allem ein während der 1991/92-er Seesediment-Kampagne entdecktes Teilbecken mit einer ca. 20 m dicken anoxischen Tiefenwasserschicht im Detail kartiert. In diesem Becken erfolgten darüber hinaus hydrophysikalisch-chemische Profilmessungen (Temperatur, pH, Eh, Leitfähigkeit, O₂-Gehalt), die Entnahme von Wasserproben für hydrogeochemische und isotopengeochemische Analysen sowie biogeochemische Untersuchungen am Wasser und Sediment. Es ergaben sich eindeutige Belege für intensive mikrobielle Prozesse der Bildung von Schwefelwasserstoff (durch Sulfatreduktion) und vor allem von Methan. Dieses Gas, dessen Hauptquelle in der oberflächennahen Sedimentschicht des Sees zu suchen ist, erreicht im bodennahen Wasser des Untersees mit max. 17,4 mmol/l eine Konzentration, wie sie bisher in noch keinem antarktischen See gemessen wurde. Die Methanverteilung in der Wassersäule wird hauptsächlich durch Diffusions- und zum gewissen Teil auch durch (bakterielle) Oxidationsprozesse bestimmt. In einem zweiten Untersuchungsgebiet, der Schirmacheroase (70°45'S/11°40'E), wurden aus den Seen Sub und Glubokoje an 2 bzw. 4 Probennahmestellen insgesamt rund 21 Kernmeter lakustriner Ablagerungen entnommen. Biogeochemische Untersuchungen an diesen Seen zeigten, daß hier in den Sedimenten ebenfalls methanbildende Prozesse stattfinden, die allerdings bei weitem nicht die Intensität wie im Untersee erreichen.

5 DANKSAGUNG

Für die technische Unterstützung während der Expedition sind wir Gerald Müller, AWI Potsdam, zu besonderem Dank verpflichtet. Den Leitern der Stationen "Nowolasarewskaja" (Rußland) und "Maitri" (Indien), N.K. Dimitrijew bzw. S.D. Sharma danken wir für die freundliche Aufnahme und bestmögliche Unterstützung während der Arbeiten im Gebiet der Schirmacheroase. James Perlt, TU Dresden, gilt unser Dank für die im Rahmen unseres Expeditionsprogramms erforderlichen Vermessungsarbeiten in der Unterseeregion. Die Herren Dr. H.-M. Nitzsche und Dr. habil. P. Harting, Universität Leipzig, unterstützten uns bei ersten Auswertungsarbeiten dankenswerterweise durch ¹³C-Analysen bzw. Berechnungen zur Methanlöslichkeit im Wasser des Untersees. Allen Kolleginnen und Kollegen, die uns bei der Expeditionsvorbereitung mit Rat und Tat unterstützten, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

6 LITERATUR

- BIRD, M.I., CHIVAS, A.R., RADNELL, C.J. & BURTON, H.R. (1991): Sedimentological and stable-isotope evolution of lakes in Vestfold Hills, Antarctica.– *Palaeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* **84**: 109–130.
- BIRNIE, J. (1990): Holocene environmental change in South Georgia: evidence from lake sediments.– *J. Quat. Res.* **5**: 171–187.
- BJÖRCK, S., HJORT, C., INGOLFSSON, O. & SKOG, G. (1991a): Radiocarbon dates from the Antarctic Peninsula region – problems and potential.– *Quat. Proc.* **1**: 55–65.
- BJÖRCK, S., HÅKANSSON, H., ZALE, R., KARLÉN, W. & LIEBERG JÖNSSON, B. (1991b): A late Holocene lake sediment sequence from Livingston Island, South Shetland Islands, with palaeoclimatic implications.– *Antarctic Science* **3**: 61–72.
- BJÖRCK, S., HÅKANSSON, H., OLSSON, S., BARNEKOW, L. & JANSSENS, J. (1993): Palaeoclimatic studies in South Shetland Islands, Antarctica, based on numerous stratigraphic variables in lake sediments.– *J. Paleolimnol.* **8**: 233–272.
- BÖTTGER, T., SCHIDLOWSKI, M. & WAND, U. (1993): Stable carbon isotope fractionation in lower plants from the Schirmacher and Untersee Oases (central Dronning Maud Land, East Antarctica): Preliminary report.– *Isotopenpraxis Environ. Health Stud.* **29**: 21–25.
- BROMLEY, A.M. (1985): Precipitation in the Wright Valley.– *New Zealand Ant. Rec. (Suppl.)* **6**: 60–68.
- BRONGE, C. (1992): Holocene climatic record from lacustrine sediments in a freshwater lake in the Vestfold Hills, Antarctica.– *Geogr. Annaler* **74A**: 47–58.
- BURTON, H.R. (1980): Methane in a saline antarctic lake. In: TRUDINGER, P.A. & WALTER, M.R. (eds.), *Biogeochemistry of Ancient and Modern Environments*, 243–251.– Springer Verlag, New York.
- CLOW, G.D., MCKAY, C.P., SIMMONS, G.M., Jr. & WHARTON, R.A., Jr. (1988): Climatological observations and predicted sublimation rates at Lake Hoare, Antarctica.– *Journal of Climate*, **1**: 715–728.
- COLEMAN, D.D., RISATTI, J.B. & SCHOELL, M. (1981): Fractionation of carbon and hydrogen isotopes by methane-oxidizing bacteria.– *Geochim. Cosmochim. Acta* **45**: 1033–1037.
- DEGENS, E.T., von HERZEN, R.P., WONG, H.-K., DEUSER, W.G. & JANNASCH, H.W. (1973): Lake Kivu: structure, chemistry and biology of an East African Rift Lake.– *Geol. Rundschau* **62**: 245–277.
- DEV (1989): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung.– VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim.
- ELLIS-EVANS, J.C. (1984): Methane in maritime Antarctic freshwater lakes.– *Polar Biol.* **3**: 63–71.
- FRANZMANN, P.D., ROBERTS, N.J., MANCUSO, C.A., BURTON, H.R. & McMEEKIN, T.A. (1991): Methane production in meromictic Ace Lake, Antarctica.– *Hydrobiologia* **210**: 191–201.

- HAENDEL, D. & KAUP, E. (1986). Hydrochemische Untersuchungen im Unterseegebiet im Zentralen Wohlthat-Massiv (Ostantarktika).– *Geodät. geophys. Veröff., Reihe I*, Heft 13: 72–92.
- HENDERSON, R.A., PREBBLE, W.M., HOARE, R.A., POPPLEWELL, K.B., HOUSE, D.A. & WILSON, A.T. (1965): An ablation rate for Lake Fryxell, Victoria Land, Antarctica.– *Journal of Glaciology*, **6**: 129–133.
- HERMICHEN, W.-D., KOWSKI, P. & WAND, U. (1985): Lake Untersee, a first isotope study of the largest freshwater lake in the interior of East Antarctica.– *Nature*, **315**: 131–133.
- KAUP, E., LOOPMANN, A., KLOKOV, V., SIMONOV, I. & HAENDEL, D. (1988): Limnological investigations in the Untersee Oasis (Queen Maud Land, East Antarctica). In: Limnological studies in Queen Maud Land (East Antarctica), ed. J. MARTIN, 28–42.– Valgus, Tallinn.
- KOSENKO, N.G. & KOLOBOV, D.D. (1970): Obsledonaniye osera Unter-See (Observation of Lake Unter-See).– *Inform. Bjull. Sov. Ant. Eksped.* **79**: 65–69 (in Russisch).
- LAMMERS, S., SUESS, E. & HOVLAND, M. (1995): A large methane plume east of Bear Island (Barents Sea): implications for the marine methane cycle.– *Geol. Rundschau* **84**: 59–66.
- LOOPMANN, A., KAUP, E., HAENDEL, D., SIMONOV, I.M. & KLOKOV, V.D. (1986): Zur Bathymetrie einiger Seen der Schirmacher- und Untersee-Oase (Ostantarktika).– *Geodät. geophys. Veröff., Reihe I*, Heft 13: 60–71.
- LOOPMANN, A., KAUP, E., KLOKOV, V., SIMONOV, I. & HAENDEL, D. (1988): The bathymetry of some lakes of the Antarctic oases Schirmacher and Untersee. In: Limnological studies in Queen Maud Land (East Antarctica), ed. J. MARTIN, 6–14.– Valgus, Tallinn.
- LYONS, W.B., MAYEWSKI, P.A., DONAHUE, P. & CASSIDY, D. (1985): A preliminary study of the sedimentary history of Lake Vanda, Antarctica: climatic implications.– *N.Z. Jour. Mar. Freshwat. Res.* **19**: 253–260.
- MARTENS, C.S. & BERNER, R.A. (1977): Interstitial water chemistry of anoxic Long Island Sound sediments. 1. Dissolved gases.– *Limnol. Oceanogr.* **22**: 10–25.
- MÄUSBACHER, R. (1991): Die jungquartäre Relief- und Klimageschichte im Bereich der Fildeshalbinsel, Süd-Shetland-Inseln, Antarktis.– *Heidelb. Geogr. Arbeiten* **89**: 207 S.
- MÄUSBACHER, R., MÜLLER, J., MUNNICH, M. & SCHMIDT, R. (1989): Evolution of postglacial sedimentation in antarctic lakes (King George Island).– *Z. Geomorphol., N.F.* **33**: 219–234.
- MELLES, M., VERKULICH, S.R. & HERMICHEN, W.-D. (1994a): Radiocarbon dating of lacustrine and marine sediments from the Bunger Hills, East Antarctica.– *Antarctic Science* **6**: 375–378.
- MELLES, M., KULBE, T., OVERDUIN, P.P. & VERKULICH, S. (1994b): The Expedition Bunger Oasis 1993/94 of the AWI Research Unit Potsdam.– *Berichte zur Polarforschung* **148**: 29–80.

- MOLONGOSKI, J.J. & KLUG, M.J. (1980): Anaerobic metabolism of particulate organic matter in the sediments of a hypereutrophic lake.– *Freshwater Biol.* **10**: 507–518.
- OREMLAND, R.S. & DESMARAIS, D.J. (1983): Distribution, abundance and carbon isotopic composition of gaseous hydrocarbons in Big Soda Lake, Nevada: An alkaline, meromictic lake.– *Geochim. Cosmochim. Acta* **47**: 2107–2114.
- QUAY, P.D., EMERSON, S.R., QUAY, B.M. & DEVOL, A.H. (1986): The carbon cycle for Lake Washington – A stable isotope study.– *Limnol. Oceanogr.* **31**: 596–611.
- REEBURGH, W.S. & HEGGIE, D.T. (1977): Microbial methane consumption reactions and their effect on methane distributions in freshwater and marine environments.– *Limnol. Oceanogr.* **22**: 1–9.
- RITSCHER, A. (1942): Deutsche Antarktische Expedition 1938/39 mit dem Flugzeugstützpunkt der Deutschen Lufthansa A.G.M.S. Schwabenland, Band I und II.– Leipzig.
- RUMP, H.H. & KRIST, H. (1992): Laborhandbuch für die Untersuchung von Wasser, Abwasser und Boden.– 2. Aufl., VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim.
- SIMMONS, G.M. Jr, VESTAL, J.R. & WHARTON, R.A. Jr. (1993): Environmental regulators of microbial activity in continental Antarctic lakes. In: E.I. FRIEDMANN (ed.), *Antarctic Microbiology*, 491–541.– Wiley-Liss Inc., New York.
- SIMONOV, I.M. (1971): Oasisy Vostochnoy Antarktity (Die Oasen der Ostantarktis).– Gidrometeoizdat, Leningrad, 176 S. (in Russisch).
- SIMONOV, I.M., STACKEBRANDT, W., HAENDEL, D., KAUP, E., KÄMPF, H. & LOOPMANN, A. (1985): Komplexe naturwissenschaftliche Untersuchungen am Unter- und Obersee, zentrales Dronning-Maud-Land, Antarktika.– *Petermanns Geogr. Mitt. H. 2*: 125–135.
- SMITH, R.L., MILLER, L.G. & HOWES, B.L. (1993): The geochemistry of methane in Lake Fryxell, an amictic, permanently ice-covered, antarctic lake.– *Biogeochemistry* **21**: 95–115.
- TATUR, A. & DEL VALLE, R. (1986): Palaeolimnological and geomorphological investigations on King George Island, West Antarctica (1984–1986).– *Przegląd Geologiczny* **11**: 621–629 (in Polnisch).
- VERKULICH, S. & MELLES, M. (1992): Composition and paleoenvironmental implications of sediments in a fresh water lake and in marine basins of Bunge Hills, East Antarctica.– *Polarforschung* **60**: 169–180.
- WAND, U., HERMICHEN, W.-D., MELLES, M. & SCHWARZ, G. (1994): Untersuchungen zur spätquartären Entwicklungsgeschichte von Seen im zentralen Königin-Maud-Land. In: Die Expedition ANTARKTIS-X mit FS "Polarstern" 1992, Bericht von den Fahrtabschnitten ANT-X/1a und 2 (Hrsg. H. MILLER, mit Beiträgen der Fahrtteilnehmer), *Berichte zur Polarforschung* **152**, pp. 255–279.– AWI, Bremerhaven.

- WAND, U. & MÜHLE, K. (1990): Extremely ^{13}C -enriched biomass in a fresh-water environment: examples from Antarctic lakes.— Proc. Sympos. on Antarctic Research, Potsdam, 11.–14.9.1989, eds. H.-J. PAECH & D. FRITZSCHE, 361–366 (Geodät. geophys. Veröff. Reihe I, H. **16**, 1990), Berlin.
- WARD, B.B., KILPATRICK, K.A., NOVELLI, P.C. & SCRANTON, M.I. (1987): Methane oxidation and methane fluxes in the ocean surface layer and deep anoxic waters.— *Nature* **327**: 226–229.
- WARD, B.B. & KILPATRICK, K.A. (1992): Methane oxidation associated with mid-depth methane maxima in the Southern California Bight.— *Cont. Shelf Res.* **13**: 1111–1122.
- WETZEL, R.G. & LIKENS, G.E. (1991): Limnological Analyses, 2nd edition.— Springer-Verlag, New York–Berlin–Heidelberg usw.
- WHARTON, R.A., Jr., MCKAY, C.P., SIMMONS, G.M., Jr., & PARKER, B.C. (1986): Oxygen budget of a perennially ice-covered Antarctic dry valley lake.— *Limnol. Oceanogr.* **31**: 437–443.
- WHARTON, R.A., Jr., MCKAY, C.P., MANCINELLI, R.C. & SIMMONS, G.M., Jr. (1987): Perennial N_2 supersaturation in an Antarctic lake.— *Nature* **325**: 343–345.
- WINFREY, M.R. & ZEIKUS, J.G. (1979): Microbial methanogenesis and acetate metabolism in a meromictic lake.— *Appl. Environ. Microbiol.* **37**: 213–221.
- ZALE, R. & KARLÉN, W. (1989): Lake sediment cores from the Antarctic Peninsula and surrounding islands.— *Geogr. Annaler* **71A**: 211–220.
- ZYAKUN, A.M., BONDAR, V.A. & NAMSAREV, B.B. (1981): Fractionation of methane carbon isotopes by methane oxidizing bacteria.— *Freiberger Forsch.-Hefte* **C 360**: 19–27.

GEODÄTISCHE ARBEITEN IN DER OSTANTARKTIS, REGION SCHIRMACHEROASE, FEBRUAR BIS APRIL 1995

Wilfried Korth

Technische Universität Dresden, Institut für Planetare Geodäsie,
Mommssenstraße 13, D-01069 Dresden

1 ALLGEMEINES ZUR EXPEDITION

Im Rahmen des BMFT-Verbundvorhabens "Referenznetz Antarktis" war in der Saison 1994/95 eine Gruppe von vier Geodäten vom Institut für Planetare Geodäsie der Technischen Universität Dresden in der Region der Schirmacheroase im Königin-Maud-Land (Ostantarktis) tätig. Zur Gruppe gehörten folgende Expeditionsmitglieder:

Dipl.-Ing. Wilfried Korth (Gruppenleiter)
Dipl.-Ing. Rolf Dach
cand. Ing. Jan Polzin
cand. Ing. James Perl.

Die Unterbringung der Gruppe erfolgte auf vertraglicher Basis in der russischen Antarktisforschungsstation "Nowolasarewskaja". Die Gastfreundschaft und uneigennützigere Hilfsbereitschaft der russischen Stationsbesatzung erwiesen sich im Verlauf der Expedition für die Realisierung des wissenschaftlichen Arbeitsprogrammes als sehr hilfreich. Viele der Arbeiten in der Station und alle Feldaktivitäten fanden in sehr enger Zusammenarbeit mit den gleichzeitig in "Nowolasarewskaja" arbeitenden Kollegen von der AWI-Forschungsstelle Potsdam statt.

2 ERFÜLLUNG DES ARBEITSPROGRAMMS

2.1 Anlage und Messung des GPS-Punktes FOR1

Als wichtigster Programmpunkt war im Rahmen des BMFT-Projektes in der Station "Georg Forster" ein Referenznetzpunkt für GPS-Messungen neu anzulegen. Der alte Festpunkt TP1 in Forster, der bei früheren Kampagnen für GPS- und auch Doppler-Messungen benutzt worden war, entsprach nicht den hohen Anforderungen an die Qualität der Vermarkung. Der neue GPS-Punkt liegt ca. 120 m südlich des "Geodom" (Haus der Geophysiker) am Südrand der Station in unmittelbarer Nähe des "Osero Geodesistow" (Geodätensee). Die Vermarkung erfolgte mit einem der speziell für die Kampagne an der Universität Karlsruhe hergestellten Messingbolzen (GAP95-Vermarkung). Damit konnte die GPS-Antenne direkt auf den Fels aufgeschraubt werden. Die Messungen auf FOR1 begannen am 01.02.95, 00:00 UTC. Damit konnte trotz

der verspäteten Anreise noch die Hälfte der Kampagnenkernzeit (20.01.–10.02.95) beobachtet werden. Erst am letzten Tag des Aufenthaltes, d.h. am 12.04.95, wurde die Meßreihe beendet. Unterbrechungen der routinemäßigen Messungen traten nur selten auf, wenn für andere Arbeiten das Meßregime (z.B. Aufzeichnungsintervall) verändert werden mußte.

2.2 GPS-Messungen für das Regionalnetz FORSTER

Zu Beginn der Expedition wurde im zentralen Wohlthatmassiv am Untersee ein Lager für eine Gruppe von Geologen aufgebaut und für insgesamt fünf Wochen betrieben. In dieser Gruppe arbeitete auch ein Geodät mit. Es wurde am Ostrand des Unterseetals ca. 200 m über dem Seenniveau ein GPS-Punkt ebenfalls mit dem GAP95-Spezialbolzen vermarktet und drei Wochen beobachtet. Die Antenne wurde direkt auf den Bolzen aufgeschraubt und ohne Grundplatte verwendet, um eventuelle Sturmschäden ausschließen zu können. Die Stromversorgung erfolgte mit Batterien und zusätzlich mit Solarzellen. Außerdem wurden im Bereich des Untersees weitere zwei Punkte mit GPS bestimmt, um die Traversenmessungen früherer Expeditionen anzuschließen und für zukünftige Arbeiten leicht zugängliche Meßpunkte zu realisieren – der Aufstieg zum Punkt USEE erfordert mindestens 25 bis 30 Minuten, und für den Anschluß klassischer Messungen ist der Punkt schlecht geeignet.

Im Projekt war die Messung einer Reihe von weiteren Regionalnetzpunkten vorgesehen, die etwa jeweils eine Woche beobachtet werden sollten. Mindestens die Punkte auf den Nunatakkern Otrjadnaja, Insel, Skaly AI und ein Punkt in den Skaly IGA sollten so mit GPS bestimmt werden. Ein Teil dieses Arbeitsprogrammes war nicht voll erfüllbar. Ursachen dafür waren die Terminverzögerung bei der Anreise sowie durch den technischen Ablauf bedingte kürzere Meßzeiten (u.a. gemeinsame Organisation und Durchführung der Feldarbeiten mit D. FRITZSCHE von der AWI-Forschungsstelle in Potsdam). Die geplanten Punkte konnten alle erreicht werden, und es wurden GPS-Messungen durchgeführt, die zumindest den Anschluß der Traversen über das Inlandeis mit hoher Genauigkeit ermöglichen. Im Zusammenhang mit den benachbarten Traversenpunkten kann eine Genauigkeit von $\pm 2\text{--}3$ cm relativ zur Station erwartet werden. Im Rahmen der SCAR-GPS-Ergänzungskampagne in der Saison 1995/96 sollen auch in der Schirmacheroase noch einmal Messungen stattfinden. Es ist vorgesehen, dabei die fehlenden Regionalnetzpunkte mit der geforderten hohen Genauigkeit durch mehrtägige GPS-Messungen zu bestimmen.

2.3 Pegelmessungen in einem Epischelfsee

Zwischen der Oase und dem sich im Norden anschließenden Schelfeis befinden sich mehrere Epischelfseen. Diese Epischelfseen sind ganzjährig mit einer 2,5 bis 4 m dicken Eisdecke bedeckt und sind bis zu ca. 150 m tief. Unter dem Schelfeis haben sie Verbindung zum Meer und weisen deshalb Meeresgezeitenbewegungen auf. Die Amplituden dieser Gezeitenbewegungen liegen in der Größenordnung von 1 bis 2 m. Sowohl für Untersuchungen der Gezeiten selbst, als auch für die Realisierung eines Höhenanschlusses sind diese Seen gut geeignet. Im Rahmen des Projektes sollten

in einem dieser Seen Pegelmessungen mit einem Unterwasserdruckpegel ausgeführt werden, um einerseits ein Höhendatum für die Region Forster zu realisieren und um andererseits eine Datenreihe zu gewinnen, die für die Modellierung von Auflastdeformationen der Erdkruste durch Meereszeiten genutzt werden kann. Am 08.02.95 wurden zwei entsprechende Druckpegel WLR-7 im Epischelfsee "Cholodnoje" installiert. Eine frühere Einbringung war aus logistischen Gründen nicht möglich. Für den Kernzeitraum der GPS-Kampagne stehen damit für die Auflastmodellierung keine unmittelbaren Daten zur Verfügung, es können aber die fehlenden 8 Tage, für die GPS-Daten auf dem Punkt FOR1 gewonnen wurden, extrapoliert werden. Für die Zeit vom 08.02.95, 20:00 Uhr, bis zum 06.04.95, 16:00, liegt eine Datenreihe mit einer Aufzeichnungsrate von 10 Minuten vor. Damit können insbesondere kurzperiodische Schwankungen des Wasserstandes (bzw. Eisoberfläche) analysiert werden. Der zweite Pegel registriert mit einer Rate von einer Stunde und soll im Südsommer 1995/96 geborgen werden. Die Höhenübertragung vom Epischelfsee zum Punkt FOR1 erfolgte mittels GPS. Es wurden zwei Tage lang Daten registriert und ausgewertet. Die Genauigkeit des Höhenanschlusses liegt bei 1 bis 2 mm.

2.4 Eishöhenbestimmung auf Traversen

Im Gebiet zwischen der Schirmacheroase und dem Wohlthatmassiv wurden zwischen 1988 und 1991 zwei Traversen angelegt und wiederholt geodätisch vermessen. Eine dritte Trasse führt von der Oase nach Norden zur Schelfeisbarriere. Aus den Messungen der Vergangenheit liegen bereits gute Kenntnisse über die Eisbewegungen in der Region vor. Im Rahmen der Arbeiten in der vergangenen Saison sollten insbesondere Eishöhen alter Signalstandorte nachgemessen werden, um direkt Eismassenbilanzen zu erhalten. Außerdem sollte eine Höhenbestimmung auf den Traversen mittels GPS parallel zur trigonometrischen Höhenmessung erfolgen. Aus diesen Messungen lassen sich Geoidhöhenprofile ableiten und sie bilden die Voraussetzung für eventuelle Nachmessungen nur mit GPS in der Zukunft. Neben der Höhenübertragung entlang der Traversen mit klassischen und satellitengeodätischen Methoden wurden an allen Signalen tachymetrische Aufnahmen mit Rekonstruktion der Signalpositionen früherer Epochen ausgeführt. Bei den im Bearbeitungsgebiet auftretenden Eisbewegungen von bis zu 100 m/Jahr ergaben sich Strecken zu den alten Positionen von bis zu 350 m. Die Messungen konnten mit einem sehr kompakten und leistungsstarken Tachymeter GTS-301 von TOPCON sehr effektiv und unter zum Teil komplizierten meteorologischen Bedingungen problemlos ausgeführt werden. Als Ergebnis liegen sowohl für die Unterseetraverse, als auch für die Inseltrasse Höhen lagemäßig identischer Punkte (Signale) vor.

2.5 Gravimetrische Erdzeitenregistrierungen

Während des Aufenthaltes in der Station wurde ein LaCoste & Romberg D-Gravimeter für die Registrierung von gravimetrischen Erdzeiten stationär erprobt. Als Meßort konnte ein massiver Pfeiler in einem Haus der alten Station "Nowolasarewskaja" genutzt werden. Dieser Pfeiler ist separat gegründet und zusätzlich mit einer "Thermobox" umbaut. Die Messungen erfolg-

ten während des gesamten Aufenthaltes der Gruppe in der Antarktis. Es konnte eine qualitativ gute Meßreihe über insgesamt 54 Tage gewonnen werden, die zur Verifizierung von Gezeitenauflastmodellen genutzt werden soll.

2.6 Eisbewegungsbestimmungen mit GPS

Wegen der hohen Genauigkeit des Verfahrens ist es mit GPS möglich, auch innerhalb einer Saison Eisbewegungen durch wiederholte Messung zu bestimmen. Da auch mit sehr kurzen Meßzeiten Genauigkeiten von wenigen Zentimetern erreicht werden können, reichen auch bei jährlichen Bewegungen von nur 10 Metern Epochendifferenzen von 1–2 Wochen aus. Westlich des Unterseegebietes durchfließt der ca. 30 km breite Deildegletscher das Hochgebirge. Der Input dieses Gletschers in das Untersuchungsgebiet war bislang nicht bestimmt worden. Die Bewegung eines Punktes auf dem Gletscher wurde durch wiederholte GPS-Messungen mit 31,3 m/a in einem Azimut von 27 ermittelt. Die Bewegung eines weiteren Punktes wurde im Bereich des Flugplatzes bestimmt. Der Bewegungsbetrag lag hier aber nur bei weniger als 10 m/a.

GEOPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DER UMGEBUNG DER SCHIRMACHEROASE, FEBRUAR BIS APRIL 1995

D. Fritzsche

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Forschungsstelle Potsdam,
Telegrafenberg A43, D-14471 Potsdam

1	PROBLEMSTELLUNG.....	128
1.1	Wissenschaftliche Fragestellung und Vorarbeiten.....	128
1.2	Aufgabenstellung und Teilnehmer der Expedition 1995.....	130
2	ARBEITSGEBIETE UND ABLAUF DER FELDMESSUNGEN	130
3	ERSTE ERGEBNISSE	131
3.1	Gravimetrische Profildaten.....	131
3.2	Geomagnetische Kartierung ausgewählter Gebiete.....	135
4	DANKSAGUNG	136
5	LITERATUR	136

1 PROBLEMSTELLUNG

1.1 Wissenschaftliche Fragestellung und Vorarbeiten

Das zentrale Dronning Maud Land gilt als Schlüsselgebiet für die Klärung von Fragen der Formierung und der Bildungsbedingungen des Gondwana-Superkontinents sowie in Hinblick auf Ablauf und Struktur seiner jurassischen Fragmentierung (PAECH 1995). Dies ergibt sich aus seiner Stellung im Gondwanakontinent im Kontaktbereich zum südöstlichen Afrika und zu Sri Lanka(?) (PAECH & STACKEBRANDT 1995).

Weiterhin zeigen die aus gravimetrischen Daten abgeleiteten Krustenmächtigkeiten Antarktikas im zentralen Dronning Maud Land einen im Vergleich zum restlichen Kontinent stark ausgeprägten N-S-Gradienten (GROUSHINSKY & SAZHINA 1982). Russische tiefenseismische Sondierungen bestätigen dieses Bild im Gebiet der Schirmacheroase. Hier erfolgt offenbar der Übergang von kontinentaler zur ozeanischen Kruste innerhalb von weniger als 200 km, was einem Anstieg der Mohorovičić-Diskontinuität von 43 km Tiefe im Vorfeld des Wohlthatmassivs auf 28 km an der Kante des Lazarevschelfeises entspricht (KOGAN 1972). Somit ist das Gebiet im Hinblick auf prinzipielle Untersuchungen zur Struktur und Entwicklung passiver Kontinentalränder von besonderem Interesse.

Auskunft über die kontinentale Zerfallskinetik kann das Muster charakteristischer Störungen geben. In eisbedecktem Gebiet können sowohl die strukturellen Trends des Krustenaufbaus, als auch Störungsmuster nur mit geophysikalischen Methoden erkundet werden.

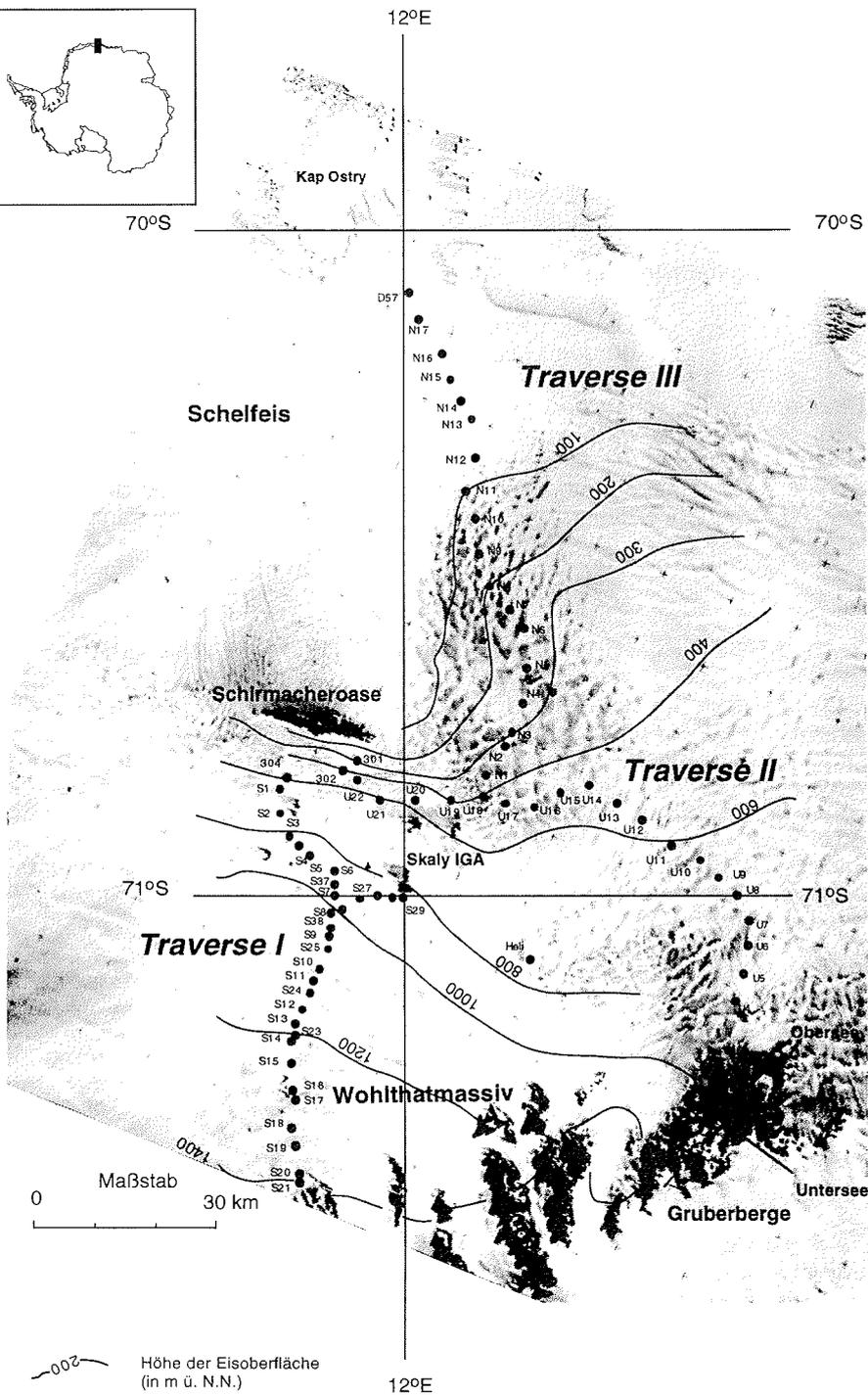
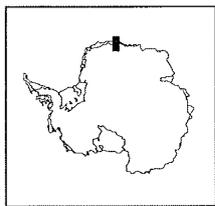
Bodengebundene geomagnetische Profilmessungen (BORMANN et al. 1995) sowie Eisdickenbestimmungen mittels Radar (EMR) (FRITZSCHE 1994) wurden seit 1988 auf drei von der Schirmacheroase ausgehenden, ursprünglich für glaziologische Fragestellungen angelegten Traversen durchgeführt. Auf der Traverse III wurden 1993 von W. ADLER gravimetrische Messungen mit 500 m Punktabstand zwischen der Schirmacheroase und der Schelfeiskante am Kap Ostry durchgeführt (vgl. Abb. 1, Traverse III). Diese gravimetrischen Daten sind in Verbindung mit den Eisdickenmessungen soweit reduzierbar (Bouguer-reduktion), daß Aussagen zum Krustenaufbau möglich werden. Aufgrund der erheblich gesteigerten Datendichte erhält man im Bereich der vermessenen Profile ein weit über die Literatur hinausgehendes Bild. Für das Untersuchungsgebiet zwischen 11°E und 14°E, 71°30'S und Schelfeiskante werden von KOGAN & STROEV (1972) für 17 und von GRUSHINSKY et al. (1972) für weitere 19 Meßpunkte vollständige reduzierbare Meßdatensätze angegeben.

Abb. 1:

Arbeitsgebiet im zentralen Dronning-Maud-Land (Satellitenbild, System KATE-200, Kanal B 600–700 nm vom 20.9.1982 10 58' UT) mit den geophysikalisch untersuchten Traversen und den Bezeichnungen der geodätisch eingemessenen Signale

Fig. 1:

Working area in the central Dronning Maud Land (satellite image system KATE-200, channel B 600–700 nm, Sept. 20th, 1982 10h 58m UT) with profiles geophysically investigated and signatures of geodetically fixed signals



1.2 Aufgabenstellung und Teilnehmer der Expedition 1995

Im Rahmen der von Februar bis Anfang April 1995 durchgeführten Expedition des Alfred-Wegener-Instituts in die Region der Schirmacheroase waren die vorhandenen geophysikalischen Daten durch gravimetrische, in ausgewählten Bereichen auch geomagnetische bodengebundene Profilmessungen auf den Traversen I und II (Abb. 1) zu ergänzen. Weiterhin sollten an ausgewählten Punkten Eisdicken durch seismische Reflexionsmessungen bestimmt sowie ein 10 m langer Firnkern zur Ermittlung der Akkumulationsraten im Nährgebiet des Gletschers südlich der Skaly IGA gewonnen werden. Mit dieser Aufgabenstellung nahmen an der Expedition teil:

Diedrich Fritzsche, Physiker
Jürgen Lubs, KFZ-Mechaniker.

Die geophysikalischen und geodätischen Feldarbeiten (vgl. KORTH, S. 123–126, dieses Heft) waren auf gemeinsamen Schlittenzügen durchzuführen. Dadurch konnten Orts- und Höhenbestimmungen für geophysikalische Meßpunkte unter Mitbenutzung von Meßdaten und GPS-Technik der Geodäten der TU Dresden erfolgen und der logistische Aufwand insgesamt verringert werden.

2 ARBEITSGEBIETE UND ABLAUF DER FELDMESSUNGEN

Gravimetrische Messungen erfolgten im Zeitraum vom 2.3.95 bis 17.3.95 mit einem mittleren Punktabstand von ca. 1 km auf der Traverse II zwischen Untersee und Signal U19 (vgl. Abb. 1). Im Bereich einer aus früheren magnetischen Vermessungen und aus Radar-Eisdickenbestimmungen bekannten Anomalie zwischen den Signalen U8 und U11 wurden zur Ermittlung der Streichrichtung dieser Störungszone östlich und westlich der Traverse parallele Profile geomagnetisch vermessen. Seismische Eisdickenbestimmungen erfolgten an den Signalen U8, U10, U11 und U12, sowie am Signal S8 auf der Traverse I.

Die gravimetrischen Messungen auf der Traverse I wurden im Gebiet zwischen den Skaly IGA und den Skaly Arkticheskogo Instituta (Skaly AI, 71°18' S, 11°29'E) von Signal S3 bis S16 im Zeitraum vom 26.3. bis 3.4.95 mit einem mittleren Punktabstand von wiederum 1 km ausgeführt. Eine Firnkernbohrung von 12,30 m Länge erfolgte am 1.4.95 neben Signal S8. Der Kern repräsentiert vermutlich den Akkumulationszeitraum zwischen 1988 und 1995. An den 57 Kernteilstücken erfolgte vor Ort die Bestimmung der Firndichte. Die Proben stehen in geschmolzener Form für Sauerstoff- und Wasserstoff-Isotopenanalysen zur Verfügung.

Im Gebiet des russischen Flugplatzes wurden zwischen den Signalen 302 und S1 vom 15.–17.2. und 26.2.–1.3.95 geomagnetische Untersuchungen und Radar-Eisdickenmessungen zur Verdichtung vorhandener Daten durchgeführt.

3 ERSTE ERGEBNISSE

3.1 Gravimetrische Profildaten

Die gravimetrischen Messungen erfolgten 1993 mit dem Gravimeter G-744, 1995 mit dem Gerät G-1031, beide von der Firma LaCoste & Romberg. Die Daten wurden nach üblichem Standardverfahren korrigiert und reduziert. Der relative Meßfehler lag immer unter 1 mGal, wie Wiederholungsmessungen an Referenzpunkten zeigen. Der durch Schweredifferenzbestimmung zu Kapstadt ermittelte Absolutwert für den Meßpfeiler im alten Geophysikerhaus der Station Novolazarevskaya betrug 982659,2 mGal. Dieser Pfeiler wurde als Bezugspunkt für die Feldmessungen benutzt.

Die Bouguerreduktion ist wegen fehlender Eisdickenwerte nicht durchgängig über das jeweilige Gesamtprofil möglich. Sie wurde unter den Dichteannahmen von 0,8 g/cm³ für Eis und 2,9 g/cm³ für das darunter liegende Gestein vorgenommen. Die Gesteinsdichte entspricht dem von KOGAN (1972) aus tiefenseismischen Untersuchungen für die obere Kruste des Dronning-Maud-Landes bestimmten Wert, der für die Schirmacheroase und die Skaly IGA durch Gesteinsdichtebestimmungen von HAHNE & WETZEL (1986) und für die Gruberberge durch eigene Bestimmungen als repräsentativ bestätigt werden konnte. Terrainkorrekturen der Bouguerwerte konnten wegen der fehlenden Eisdickeninformation abseits der befahrenen Trassen nicht erfolgen.

Die vorläufigen gravimetrischen Daten sind zur Veranschaulichung der Korrelationen mit subglazialen Geländestrukturen in den Abb. 2 bis 4 mit den Querschnitten durch Inland- bzw. Schelfeis kombiniert für die drei seit 1993 untersuchten Traversen dargestellt. Für die Traversen I und II existieren geomagnetische Daten, die von ST. WAGNER zur Verfügung gestellt wurden und die durch eigene Meßwerte ergänzt in die Abb. 2 und 3 eingingen. Im Bereich der Traverse III wurden geomagnetische Messungen mit nicht der Traverse entsprechendem Profilverlauf durchgeführt. Auf die Darstellung dieser Daten wurde deshalb in Abb. 4 verzichtet.

Die Freiluftanomalien spiegeln die topographische Situation im Subglazial wider. Bemerkenswert ist die starke Abnahme der Freiluftanomalie nördlich des Signals U4 (Abb.3), die den Rand der Eliseev-Anorthositintrusion markieren dürfte.

Auf Traverse III (Abb. 4) ist eine Anomalie etwa zwischen den Signalen N12 und N14 in den Bouguer- und Freiluftanomalien markant, die sich auch in den geomagnetischen (BORMANN et al. 1995) und tiefenseismischen Daten (KOGAN 1972) an ähnlicher Stelle findet. Hier wird eine küstenparallele tiefreichende Störungszone vermutet, die eventuell die Kontinent-Ozean-Plattengrenze darstellen kann.

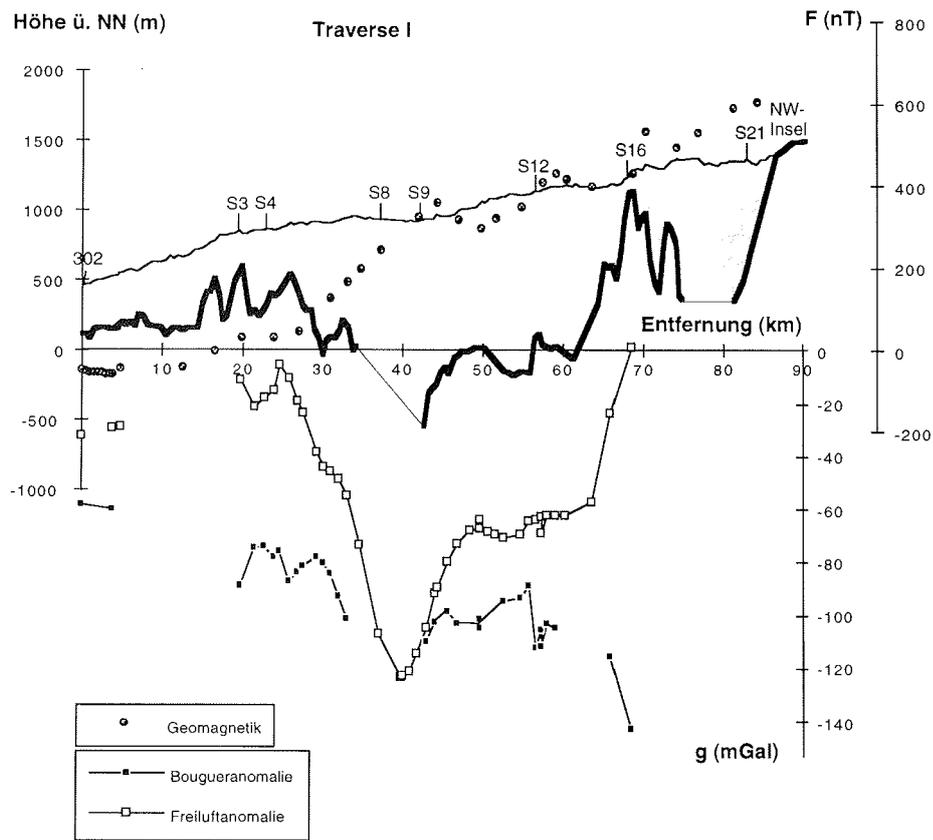


Abb. 2:
 Querschnitt durch das Inlandeis entlang der Traverse I (Eisdicken aus Radarmessungen) in
 Gegenüberstellung zu geomagnetischen und gravimetrischen Profilmessdaten. Lage der geo-
 dätischen Signale vgl. Abb. 1.

Fig. 2:
 Cross-section through the inland ice along traverse I (ice thickness values from radio echo
 soundings) complemented by geomagnetic and gravimetric data. For position of the geodetic
 signals cf. Fig. 1.

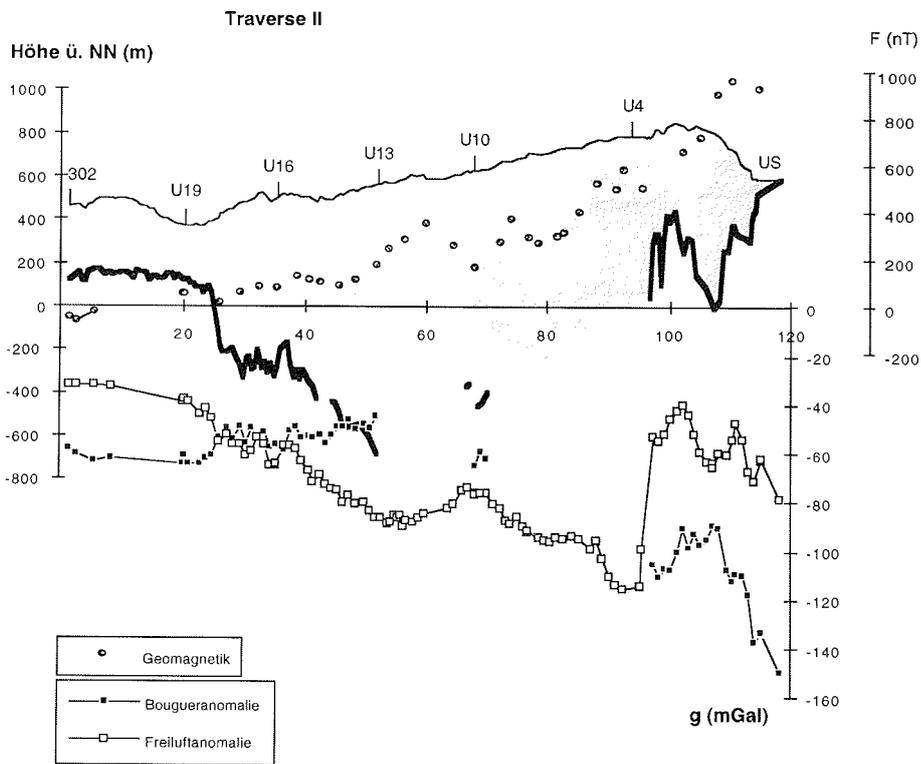


Abb. 3:
Querschnitt durch das Inlandeis entlang der Traverse II zwischen Schirmacheroase und Untersee (US) mit geomagnetischen und gravimetrischen Profileßdaten

Fig. 3:
Cross-section through the inland ice along traverse II complemented by geomagnetic and gravimetric data The Schirmacher Oasis is situated on the left side of the profile, Lake Untersee is marked by US on the right side.

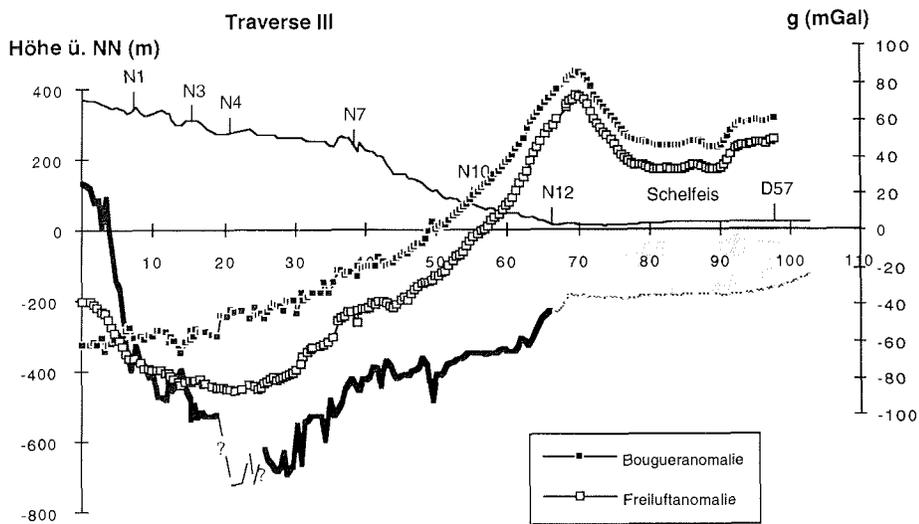


Abb. 4:
 Querschnitt durch das Inland- und Schelfeis entlang der Traverse III von der Schirmacheroase (links) zur Schelfeisbarriere mit gravimetrischen Profilmessdaten

Fig. 4:
 Cross-section through the inland ice and the ice shelf along traverse III complemented by gravimetric data. The Schirmacheroasis is on the left, the ice edge on the right side.

3.2 Geomagnetische Kartierung ausgewählter Gebiete

Geomagnetische Messungen (Totalintensität F) erfolgten mit einem Protonenmagnetometer zur Ergänzung früherer Untersuchungen im Bereich des russischen Flugplatzes und entlang einer Störungszone bei ca. $71^{\circ}00'S / 13^{\circ}20'E$ zwischen den Signalen U8 und U11 auf der Traverse II. Als Referenzstation registrierte ein weiteres Protonenmagnetometer in der Magnetikhütte der Georg-Forster-Station.

Die Ergebnisse der Kartierung der Störungszone auf Traverse II sind in Abb. 5 dargestellt. Sie verläuft etwa E–W, d.h. küstenparallel streichend, was den allgemeinen regionalen Befunden entspricht.

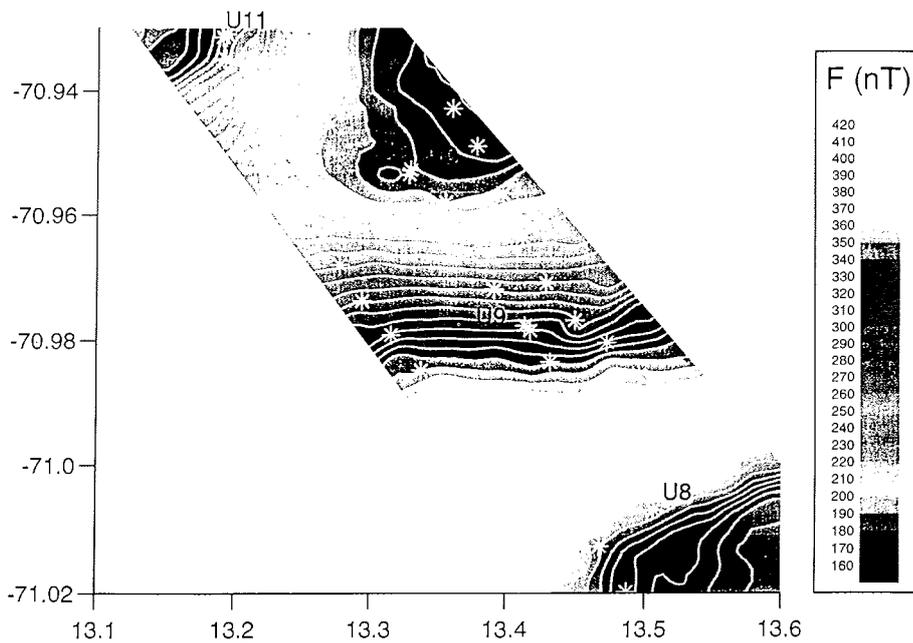


Abb. 5:
Geomagnetische Karte im Bereich U11 bis U8 der Traverse II. Die Totalintensitäten sind auf die Georg-Forster-Station bezogen. Meßpunkte sind durch Sterne gekennzeichnet.

Fig. 5:
Geomagnetic map of the region between signals U11 and U8 at traverse II. Total intensities are given with Georg Forster Station as reference station. Measuring points are marked by asterisks.

4 DANKSAGUNG

Herrn Prof. H. Miller, Alfred-Wegener-Institut Bremerhaven, danke ich für seine stete Unterstützung in fachlicher und ideeller Hinsicht sowie für die Ausleihe von Geräten. Seinem Mitarbeiter Herrn U. Meyer für die stets freundliche Hilfe beim Vorbereiten von Meßgeräten und für die uneigennützig Bereitstellung von Software und Daten.

Bei Herrn A. Rosenberger, Universität Bremen, Fachbereich Geowissenschaften, bedanke ich mich für die Leihe einer seismischen Registrierapparatur.

Den Herren R. Thierbach und D. Damaske, beide Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover, sei für die Überlassung einer EMR-Ausrüstung und eines Protonenmagnetometers gedankt.

Mein ganz besonderer Dank gilt aber meinen Expeditionskameraden, insbesondere den Geodäten der TU Dresden J. Perlt, R. Dach und besonders ihrem Leiter W. Korth, sowie J. Lubs, ohne deren Hilfe und Unterstützung die Feldarbeiten nicht möglich gewesen wären.

5 LITERATUR

- BORMANN P, SCHÄFER U, KOPSCH C, WAGNER ST (1995) Geophysical investigations. In: BORMANN P, FRITZSCHE D (eds.) The Schirmacher Oasis, Queen Maud Land, East Antarctica, and its Surroundings. Petermanns Geographische Mitteilungen, Ergänzungsheft 289, Gotha, pp 39–57.
- FRITZSCHE D (1994) Geodätische und radioglaziologische Untersuchungen im zentralen Königin-Maud-Land. In Miller H (ed) Die Expedition ANTARKTIS-X mit FS "Polarstern" 1992. Berichte zur Polarforschung 152, Bremerhaven, pp221–22 und 225–229.
- GROUSHINSKY NP, SAZHINA NB (1982) Some features of Antarctic crustal structure. In: CRADDOCK, C (ed) Antarctic Geoscience. Univ. Wisconsin Press, Madison, pp 907–11.
- HAHNE K, WETZEL HU (1986) Geologische Kartierung der Nunatakker südlich der Schirmacher-oase/Ostantarktis (31.SAE) - Feldbericht, ZIPE G4, Potsdam 36pp (unveröff.).
- KOGAN AL (1972) Results of deep seismic sounding of the Earth's crust in East Antarctica. In: ADIE (ed) Antarctic Geology and Geophysics. Universitetsforlaget, Oslo, pp 485–489.
- KOGAN AL, STROEV PA (1972) Gravimetricheskie issledovaniya v rayone Sovjetskikh Antarkticheskikh stantsiy Lazarev i Novolazarevskaya (Gravimetric survey in the region of the Soviet Antarctic stations Lazarev and Novolazarevskaya). Trudy gosudarstvennogo astronomicheskogo Instituta im. PK Shternberga, Moscow University, XLIII(2): 3–7.
- PAECH HJ (1995): Zielstellung der geowissenschaftlichen GeoMaud-Expedition (onshore). Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover September 1995 (unveröff.).
- PAECH HJ, STACKEBRANDT W (1995) Geology. In: BORMANN P, FRITZSCHE D (eds.) The Schirmacher Oasis, Queen Maud Land, East Antarctica, and its Surroundings. Petermanns Geographische Mitteilungen, Ergänzungsheft 289, Gotha, pp 59–169.

UNTERSUCHUNGEN ZUR JÜNGEREN KLIMA- UND GLAZIALGESCHICHTE DER SHACKLETON RANGE (ANTARKTIKA) IM RAHMEN DER EXPEDITION EUROSHACK (NOVEMBER 1994 – MÄRZ 1995)

W.-D. Hermichen

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Forschungsstelle Potsdam,
Telegrafenberg A43, D-14471 Potsdam

1 EINFÜHRUNG

Von Dezember 1994 bis Februar 1995 arbeitete im Gebiet der Shackleton Range, Antarktika, die Expedition EUROSHACK (European Expedition to the Shackleton Range) mit 22 Geowissenschaftlern und Technikern aus Deutschland, Großbritannien, Italien und Rußland unter der Federführung von F. Tessensohn, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover (BGR) und M.R.A. Thomson, British Antarctic Survey Cambridge (BAS).

Die Shackleton Range ist ein bis zu 80 km breiter Gebirgszug, zwischen 80°S und 81°S gelegen. Bei 30°W am Ostrand des Filchner-Schelfeises beginnend, erstreckt er sich über 180 km in West-Ost-Richtung. Die östlichsten Ausläufer verschwinden bei 19°W unter der dort ca. 1500 m hohen Oberfläche der Inlandeisdecke. Weniger als 10% der Region sind eisfrei. Die höchsten unvergletscherten Gebirgspartien erreichen ca. 1700 m ü. M. Eine modellhafte Besonderheit des Gebietes Shackleton Range besteht aus glaziologischer Sicht darin, daß an seinem Westrand mit Slessor- und Recovery-Gletscher zwei große Eisströme in einen der größten antarktischen Schelfgletscher, das Filchner-Schelfeis, münden.

Theoretische Modellbetrachtungen lassen erwarten, daß Volumen und Ausdehnung der schwimmenden Schelfgletscher und die Dicke der angrenzenden kontinentalen Gletscherdecke besonders sensibel auf eustatische Meeresspiegel-Änderungen und Klimaschwankungen reagieren (OERLEMANS & VAN DER VEEN 1984). So hat der weltweite Anstieg des Meeresspiegels in der Übergangsperiode Spätpleistozän-Holozän und die damit in Zusammenhang stehende Abnahme der Gletscherdicke besonders am Nordwestrand der Shackleton Range markante Spuren hinterlassen. Die Verringerung der Eislast auf den Rand des antarktischen Kontinents dürfte im Holozän auch zu erheblichen isostatischen Hebungen der entlasteten Krustenteile geführt haben.

2 AUFGABENSTELLUNG

EUROSHACK war vorrangig auf die Aufklärung der geologischen Entwicklung der Shackleton Range im Präkambrium und Paläozoikum gerichtet. Die Expe-

dition bot jedoch auch den logistischen Rahmen für paläoglazilogische/ glazialgeologische Untersuchungen einer Zweiergruppe (A. Kerr, Edinburgh, W.-D. Hermichen, Potsdam).

In Ergänzung zu früheren britischen, sowjetischen und deutschen Untersuchungen mit vorrangig glazialgeologisch-geomorphologischer Orientierung (SKIDMORE & CLARKSON 1972; BARDIN 1981; HÖFLE 1988; HÖFLE & BUGGISCH 1995) beabsichtigte diese Zweiergruppe, Vergletscherungs- und Klimazeugen zu kartieren und zu beproben, um daraus quantitative Informationen über die spätpleistozäne und holozäne Glazial- und Klimageschichte in diesem Randgebiet Ostantarktikas abzuleiten. Aus den genannten früheren Untersuchungen waren in den gegenwärtig eisfreien Gebieten der Shackleton Range Paläoumwelt-Informationen zu erwarten von

- grundeisführenden Moränen aus ehemaligen Eis-Randlagen,
- geschichteten organischen Ablagerungen in Schneesturmvogel-Brutkolonien,
- Sedimenten am Grund von (ehemaligen) Schmelzwasser-Seebecken,
- fossilen Algen aus der Uferzone von (ehemaligen) Schmelzwasserseen,
- exponierten bzw. glazial erodierten Oberflächen des anstehenden Grundgebirges.

3 EXPEDITIONSVERLAUF

23.11. – 14.12.1994:

Anreise der Expeditionsteilnehmer mit der Feldausrüstung incl. zweier Hubschrauber vom Typ "Ecureuil AS 350" (Firma HSF Kassel) per RV "POLARSTERN" (Fahrtabschnitt ANT-XII/2: Punta Arenas, Chile – Südshetland-Inseln – Station Neumayer (D) – Station Halley (GB)).

15.12. – 22.12.1994:

Einrichten eines Zwischenlagers auf dem Brunt-Schelfeis, nahe der Flugpiste von Halley (Position: 75°35'S / 26°25'W). Überführung von Expeditionsausrüstung und -teilnehmern durch mehrere Flüge einer BAS-Twin-Otter sowie Flug der beiden Hubschrauber aus dem Raum Halley in die Shackleton Range, Aufbau des Hauptlagers an den Bernardi Heights, Shackleton Range (80°22'S / 24°57'W, 1150 m ü. M.).

21.12.1994 – 10.2.1995:

Hubschrauber-gestützte Feldarbeiten mehrerer Gruppen im Umfeld von Ausencamps in nahezu allen unvergletscherten Teilen der Shackleton Range.

11.2. – 13.2.1995:

Rückflüge mit Expeditionsausrüstung und -teilnehmern nach Halley, Pack- und Verladearbeiten.

14.2. – 12.3.1995 / März 1995:

Rückfahrt eines Teils der Expeditionsmannschaft mit HMS "BRANSFIELD" von Halley nach Stanley (Falklandinseln). Von dort Flug von der Mt. Pleasant Air Base über Ascension Island nach Brize Norton, Großbritannien (an 12.3.1995). Das Expeditionsgut und die übrigen Expeditionsteilnehmer wurden Anfang März durch RV "POLARSTERN" bei Halley übernommen und kehrten über Punta Arenas (an 19.3.1995) und Santiago de Chile nach Europa zurück.

4 GELÄNDEARBEITEN

Die Gruppe Glazialgeologie arbeitete im westlichen und im zentralen Sektor der Shackleton Range an folgenden Lokationen (vgl. Übersichtskarte Abb. 1; Details bei USGS 1983):

Mt. Gass, Mt. Provender (Haskard Highlands);
Mt. Skidmore (Lagrange Nunataks);
Stephenson Bastion;
Arkell Cirque, Mt. Wegener (Read Mountains);
Charpentier Pyramid, Bernhardi Heights (Herbert Mountains);
Mt. Sheffield.

In den Moränengebieten am Mt. Provender, Mt. Skidmore, Stephenson Bastion, Mt. Wegener, Mt. Sheffield und an der Charpentier Pyramid erfolgten Probenahmen durch Grabungen. Mit einem Bohrhammer wurden 19 Schurfe mit Tiefen zwischen 0,5 m und 1,2 m angelegt, das jeweilige Bodenprofil aufgenommen und insgesamt 38 Tillproben für petrographische und geochemische Analysen entnommen sowie 21 Proben von Grundeis für die Ermittlung der Isotopen-Signatur ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$). Reliktisches Gletschereis als große Grundeiskörper konnte nur bis in Entfernungen <100m vom heutigen Gletscherrand nachgewiesen werden. Die weiter entfernten Moränen enthielten bis zu den untersuchten Maximaltiefen Grundeis nur in Form von Linsen, Adern oder generell als Zement. Die Mächtigkeit der Auftauschicht betrug im Januar 1995 weniger als 30 cm. Für vergleichende Isotopenuntersuchungen erfolgte die Entnahme von mittleren Eisproben aus den rezenten Gletscherrandgebieten in der Nachbarschaft der grundeisführenden Moränen.

Trotz der hohen südlichen Breite und der damit verbundenen niedrigen Jahresmitteltemperatur existieren im NW-Teil der Shackleton Range mindestens drei, bis zu 1,5 km² große "Seen", deren Oberflächen sich morphologisch und in der Kristallstruktur vom glazialen Umfeld deutlich unterscheiden: Der Nostoc-See am Westrand vom Mt. Provender, der Folkerts-See nordöstlich vom Mt. Skidmore und der Lundström-See in einem Trockental nordöstlich vom Mt. Gass. Von diesen Gletscherrand- bzw. Aufeis-Seen wurden bis aus Tiefen von 6 m (maximale Länge des Bohrgestänges) insgesamt 28 Eis- und Schmelzwasser-Proben genommen. Bei keiner der sieben Bohrungen wurde eine größere Schicht freien Wassers angetroffen. Im Zentralteil des Lundström-Seebeckens wurde unter einer 5 m mächtigen See-Eisdecke eine 50 cm dicke Schicht hochsalinaren Eisschlammes erbohrt, der u.a. 30 mg/l partikuläres organisches Material enthielt. Der Seeboden wird hier, wie auch bei trockenengefallenen Schmelzwasserseen im Gebiet Mt. Skidmore, von Moränenmaterial gebildet. Geschichtete Seesedimente

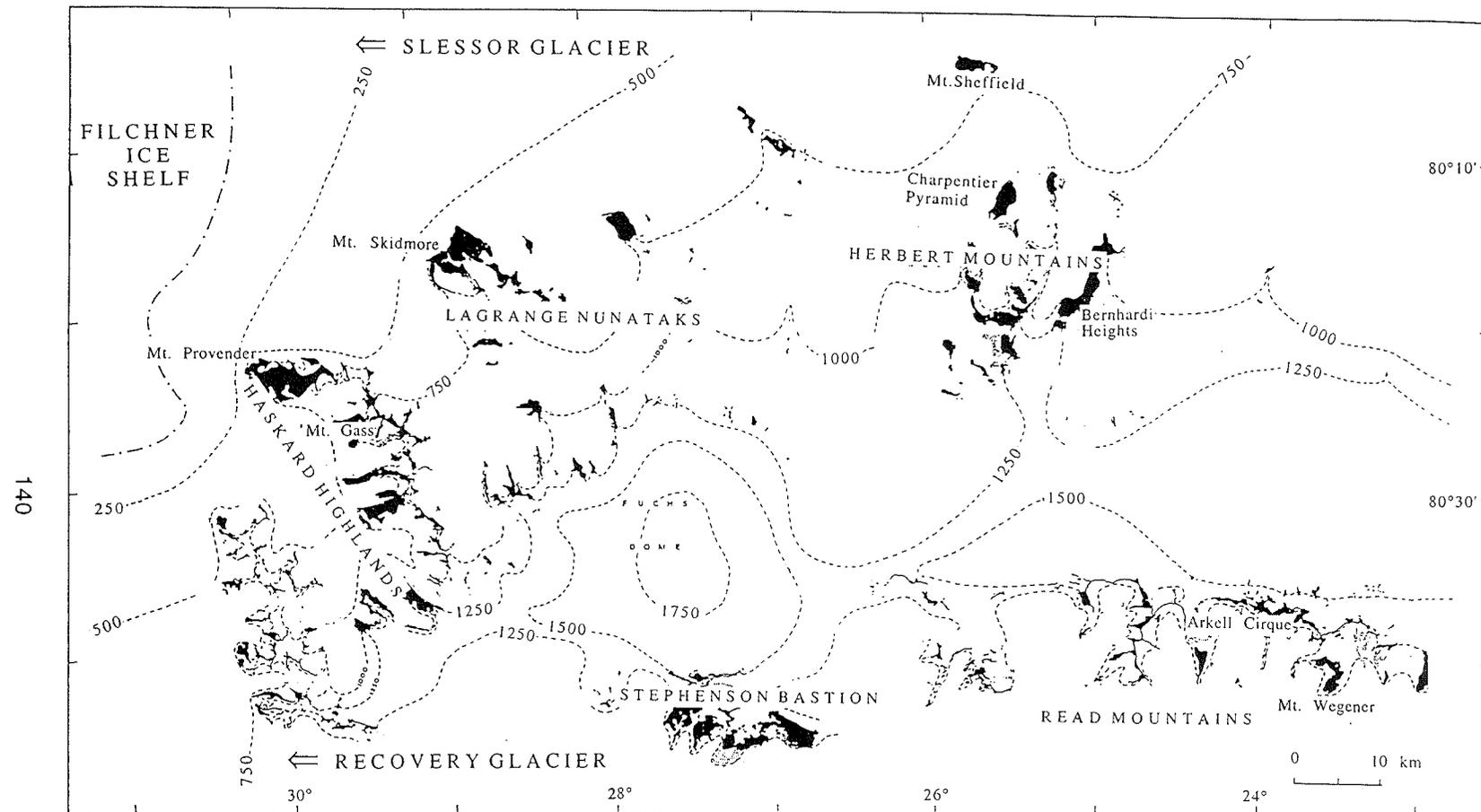


Abb.1:
 Übersichtskarte der westlichen und zentralen Shackleton Range (aus SKIDMORE & CLARKSON 1972, modifiziert) mit Lokalitäten glazialgeologischer Untersuchungen im Rahmen der Expedition EUROSHACK.

Fig. 1:
 Sketch map of the western and central Shackleton Range (after SKIDMORE & CLARKSON 1972, modified) showing locations of glacial-geological studies during the EUROSHACK Expedition.

wurden nirgendwo angetroffen. Sehr wahrscheinlich handelt es sich bei den drei "Seen" um gegenwärtig völlig durchgefrorene Schmelzwasserkörper, deren Sublimationsverluste durch kurzzeitige Aufeisbildung bzw. durch Infiltration von geringen Schmelzwassermengen aus dem glazialen Umfeld (teilweise?) kompensiert werden. Sie sind vermutlich Relikte aus einer Klimaphase mit wärmeren Sommern und merklichen Schmelzwasserflüssen.

In flachen Uferbereichen (Tiefe <30 cm) der Seen entstehen an sonnigen, windstillen Hochsommertagen offene, mehrere Quadratmeter große, streifenförmige Wasserflächen. Das ist auch gegenwärtig der Lebensraum für benthisches Algen (*Nostoc*-Arten). Besonders bemerkenswert ist das Auffinden von insgesamt 24 Vorkommen fossiler Algen in Höhen von bis zu 70 m über dem Niveau der heutigen Seespiegel. Das ¹⁴C-Alter dieses Materials läßt Hinweise auf die holozänen Mächtigkeitsänderungen der regionalen Gletscherdecke erwarten.

Im Gipfelbereich des Mt. Provender (900 m ü. M.) befinden sich die vermutlich südlichsten Brutkolonien von Schneesturmvögeln (*Pagodroma nivea*). Im Januar 1995 hielten sich im Gebiet ca. 20 Vögel auf. Das an den Brutstätten schichtweise abgelagerte organische Material kann Hinweise auf die klimatisch gesteuerte Besiedlungsgeschichte geben (HILLER et al. 1995). Am Mt. Provender wurden 5 Brutplätze für Radiokohlenstoff-Datierungen und isotope-geochemische Untersuchungen beprobt. Die organischen Ablagerungen waren mit <10 cm nur geringmächtig.

Zur Untersuchung der Erosionstätigkeit früherer Gletscher wurden glaziale Erosionsformen an Grundgebirgsaufschlüssen untersucht. Von besonderem Interesse waren alte Erosionsflächen, die in Zusammenhang mit der vermuteten jungtertiären Maximalvergletscherung Antarktikas gestellt werden (HÖFLE 1988). So erfolgte u. a. die Entnahme von 5 Gesteinsproben für Expositions-Altersbestimmungen mit Hilfe kosmogener Nuklide in den Gebieten Mt. Provender, Stephenson Bastion und Arkell Cirque.

5 DANKSAGUNG

Der Autor dankt der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover, dem British Antarctic Survey Cambridge und dem Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Bremerhaven und Potsdam für die Möglichkeit, an der Expedition EUROSHACK teilnehmen zu dürfen.

6 LITERATUR

- BARDIN, V.I. (1981): Glaciogeomorfologicheskije nablyudeniya v gorakh Shacketon (Glazialgeomorphologische Beobachtungen in der Shackleton Range).– *Antarktika* **20**: 73–81.
- HÖFLE, H.-Ch. (1988): Vereisungsgeschichte der Shackleton Range.–*Berichte zur Polarforschung* **58**: 229–234.
- HÖFLE, H.-Ch. & BUGGISCH, W. (1995): Glacial geology and petrography of erratics in the Shackleton Range, Antarctica.– *Polarforschung* **63** (1993, erschienen 1995): 183–201.

- HILLER, A., HERMICHEN, W.-D. & WAND, U. (1995): Radiocarbon-dated subfossil stomach oil deposits from petrel nesting sites: novel paleoenvironmental records from continental Antarctica.– *Radiocarbon* **37**: 171–180 (Proceedings of the 15th International ¹⁴C Conference, Glasgow. Edited by G.T. COOK, D.D. HARKNESS, B.F. MILLER & E.M. SCOTT).
- OERLEMANS, J. & VAN DER VEEN, C.J. (1984): Ice sheets and climate. In: The Ice Sheets of Greenland and Antarctica, Chapter 11, 173–193.– Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.
- SKIDMORE M, J. & CLARKSON, P.D. (1972): Physiography and glacial geomorphology of the Shackleton Range.– *British Antarctic Survey Bulletin* **30**: 69–80.
- USGS (1983) – Antarctica, 1:250,000 Reconnaissance Series. Shackleton Range (SU 26-30/1* (20°W–31°W)).