

DIE ANTARKTIS-EXPEDITION VON MS "POLARBJÖRN" 1982/83 (Sommercampagne zur Atka-Bucht und zu den Kraul-Bergen)

zusammengestellt von Heinz Kohnen

mit Beiträgen von

K. H. Bässler

A. J. Behr

A. Brodscholl

A. Eckstaller

G. Gravenhorst

H. L. Jessberger

H. G. Junghans

H. Kohnen

Ch. Kottmeier

L. Mart

H. Miller (München)

M. Peters

J. Plötz

G. W. Prölss

G. Spaeth

J. Volpp

D. Wagenbach

K. Wallner

K. Weber

P. Winkler

W. Zenk

**Berichte zur Polarforschung Nr. 13 / August 1983
Reports on Polar Research no 13 / August 1983**

Hinweis

Die Berichte zur Polarforschung werden vom Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung in Bremerhaven* in unregelmäßiger Abfolge herausgegeben.

Sie enthalten Beschreibungen und Ergebnisse der vom Institut oder mit seiner Unterstützung durchgeführten Forschungsarbeiten in den Polargebieten.

Die Beiträge geben nicht notwendigerweise die Auffassung des Instituts wieder.

Notice

The Reports on Polar Research are issued by the Alfred-Wegener-Institute for Polar Research, in Bremerhaven*, Federal Republic of Germany. They appear in non-regular intervals.

They contain descriptions and results of investigations in polar regions either conducted by the Institute or with its support.

The papers contained in the Reports do not necessarily reflect the opinion of the Institute.

* Anschrift

Alfred-Wegener-Institut
für Polarforschung
Columbus-Center
D-2850 Bremerhaven
Telefon (0471) 49006/7
Telex 0238695 polar d
Telegramm: Polar Bremerhaven

* Address

Alfred-Wegener-Institute
for Polar Research
Columbus-Center
D-2850 Bremerhaven
Federal Republic of Germany
Phone (0471) 49006/7
Telex 0238695 polar d
Telegram: Polar Bremerhaven

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	4
Summary	5
H. Kohnen, Die Antarktis-Expedition mit der "Polarbjörn" und die Arbeiten bei der Georg-von-Neumayer-Station und in Neuschwabenland	7
H.J. Behr, H. Kohnen, M. Peters, G. Spaeth und K. Weber, Die geologische Expedition zu den Kraulbergen, westliches Neuschwabenland/Antarktika	13
J. Plötz, Entwicklungsbiologie und Ökologie der Parasiten von Robben und Seevögeln	27
Ch. Kottmeier, Dynamische und thermische Struktur von Inversionen über antarktischen Eisflächen	30
L. Mart und G. Gravenhorst, Probennahme von Firn zur Untersuchung auf Schwermetalle	33
D. Wagenbach, H.G. Junghans und J. Volpp, Langzeitmessung atmosphärischer Spurenstoffe an Luft- und Firnproben im Bereich der Georg-von-Neumayer-Station	36
G.W. Prölss, VLF-Atmospherics Messungen an der Georg-von-Neumayer-Station in der Antarktis	45
H.L. Jessberger und K.H. Bäessler, Bericht der Gruppe "Ingenieurglaziologie" über die Arbeiten während der Expedition 1982/83 an der Georg-von-Neumayer-Station	49
H. Miller, München, A. Eckstaller, A. Brodscholl und K. Wallner, Sommerkampagne 1982/83 Gruppe Geophysik	67
P. Winkler, Das oberflächennahe Ozon in der maritimen Atmosphäre	71
W. Zenk, Sea surface temperature distribution on the return leg of Polarbjörn between Cape Town and the Bay of Biscay	76

Zusammenfassung

In der Sommercampagne 1982/83 fand neben der ersten Forschungsfahrt ANTARKTIS-I des FS "Polarstern" eine zweite Antarktisexpedition statt. Hierzu war der kleine norwegische Forschungseisbrecher FS "Polarbjörn" aus Alesund vom Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung gechartert worden. Die Expedition hatte drei Aufgaben zu erfüllen. Wegen der späten Indienststellung der "Polarstern" sollte die neue Überwinterungsmannschaft sehr früh zur Georg-von-Neumayer-Station gebracht werden, um ihr einen möglichst langen Überlappungszeitraum mit der alten Mannschaft zu geben. Ferner wurde die Sommercampagne bei der Georg-von-Neumayer-Station zum großen Teil von der "Polarbjörn"-Expedition betreut, und ein Teil dieser Wissenschaftler war an Bord. Zum dritten war die "Polarbjörn" Träger eines biologischen Programms sowie Basis einer geologischen Expedition in den Bergen des westlichen Neuschwabenlandes. Zur Unterstützung der wissenschaftlichen Arbeiten waren zwei Hubschrauber an Bord.

Die Expedition verließ am 19.12.1982 Rio de Janeiro und erreichte, kaum behindert durch Packeis, am 2.1.1983 die Atka-Bucht. Die neue Überwinterungsmannschaft begann unmittelbar, sich in ihre neuen Aufgaben einweisen zu lassen und diese aufzunehmen. Die Pflichten beinhalten den Betrieb des geophysikalischen Observatoriums, humanbiologische Studien sowie den technischen Betrieb der Station. Auch die Teilnehmer der Sommercampagne begannen schon nach wenigen Tagen mit ihrem wissenschaftlichen Programm. Dieses umfaßte während des Januars Untersuchungen zur atmosphärischen Grenzschicht, den Aufbau der ersten antarktischen Station zur Überwachung der Weltgewittertätigkeit sowie eine glaziologische Bohrung durch das Ekström-Schelfeis. Schon auf der Anfahrt zur Antarktis wie auch später auf dem Rückweg war das Schiff genutzt worden, um auf Meridionalprofilen Ozonmessungen sowie ozeanographische Messungen zur Temperatur und Salinität des Oberflächenwassers durchzuführen.

Wenige Tage nach Erreichen der Atka-Bucht konnte "Polarbjörn" schon Westkurs zum Ausgangspunkt der geologischen Expedition vor den Riiser-Larsen-Schelfeis gehen. Gleichzeitig wurden die biologischen Arbeiten aufgenommen. Das biologische Programm umfaßte die Probennahme von Robben und Seevögeln zum Studium von Parasiten, Pestiziden und Schwermetallen.

Schwerpunkt der Campagne mit der "Polarbjörn" war das geologische Projekt. Durch den Ausfall eines Hubschraubers mußte vom ursprünglichen Arbeitsgebiet der Kottas-Berge (Heimefront) auf die nördlicher liegenden Kraul-Berge umdisponiert werden, die mit Schlittenzügen angefahren und vom Boden aus mit Schneefahrzeugen bearbeitet wurden. Trotz der einschneidenden Änderung des Programmes, können die tektonischen, strukturellen, geochemischen, radiometrischen und paläontologischen Arbeiten in diesem Gebiet als außerordentlich erfolgreich bewertet werden.

Die Expedition mit der "Polarbjörn" nahm mit Abfahrt von der Atka-Bucht am 6.2.1983 ihr Ende. Das Schiff fuhr mit

einem Teil der Sommermannschaft und der alten Überwinterungscrew über Kapstadt nach Deutschland. Andere Expeditionsmitglieder und Überwinterer kehrten auf der "Polarstern" zurück.

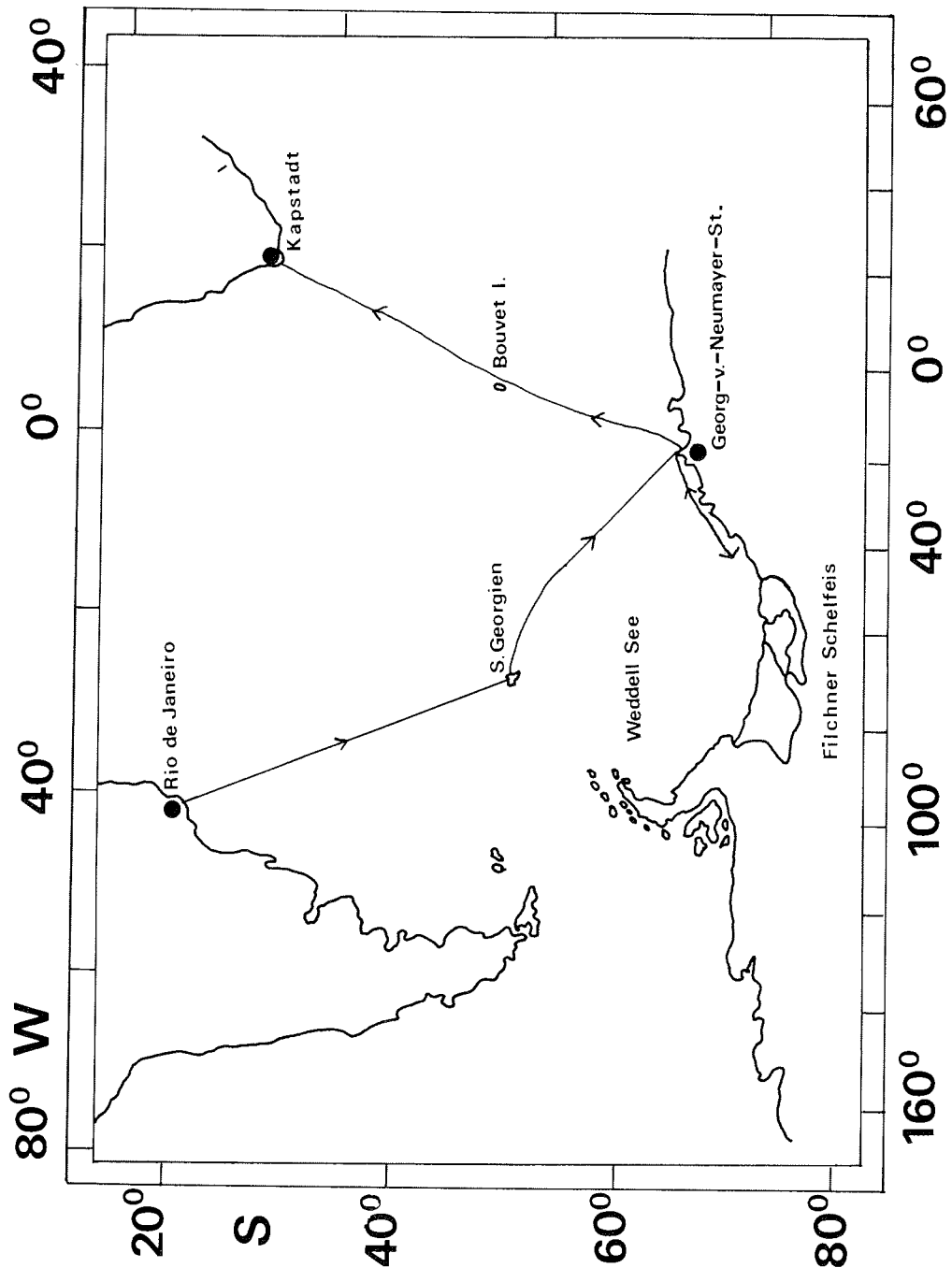
Summary

Besides the first mission ANTARKTIS-I of RV "Polarstern", a second German Antarctic expedition was carried out during the 1982/83 summer season. The Norwegian sealer-icebreaker MS "Polarbjörn" was chartered for this task by the Alfred-Wegener-Institute for Polar Research. The expedition had three major duties. Because of the late completion of "Polarstern" in December 1982, "Polarbjörn" had firstly to carry the new wintering-over personnel to Georg-von-Neumayer-Station early in the season, to give them a sufficient overlap with the old crew. Secondly, the "Polarbjörn"-expedition had to take care of most of the summer campaign at the Georg-von-Neumayer-Station and on the Ekström-Ice-Shelf. Thirdly, "Polarbjörn" was used as platform for a biological project and as base for a geological field party. Two helicopters were stationed on the ship to support the scientific investigations.

The expedition left Rio de Janeiro on December 19, 1982 and reached Atka-Bay on January 2, 1983 hardly held up by pack ice. The new wintering-over personnel immediately moved into its quarters and took up its new duties. These comprise the operation of the geophysical, meteorological and air chemical observatories, human biological studies and the technical services. The members of the summer campaign started their programmes also shortly after arrival. The scientific summer programme consisted of investigations of the atmospheric boundary layer, of the installation of the first Antarctic station for recording the world's lightning activity, and of a glaciological drilling project through the ice shelf. The ship had already been used on her way to the Antarctic as well as later on her way back for studying the atmospheric ozone and for investigating the temperature and salinity distribution in the upper ocean layer.

Shortly after arrival "Polarbjörn" left Atka-Bay already with course to the Riiser-Larsen-Ice-Shelf. The biological programme had started in Atka-Bay comprising investigations of parasites, pestizides and heavy metals in seals, penguins and skuas. The geological field party was launched at the barrier of the Riiser-Larsen-Ice-Shelf. Because of a helicopter accident the field party made a traverse to the Kraul-Mountains of western Neuschwabenland instead to the Heimefront Fjella. Here, the geologists successfully carried out detailed structural, tectonical, geochemical, radiometric and paleomagnetic studies. New informations are expected with regard to the geological development of this area.

The Polarbjörn expedition came to a successful end when leaving Atka Bay on February 6, 1983 for Cape Town. The vessel carried home part of the summer personnel as well as of the old wintering-over crew. Others returned later with "Polarstern".



Route der "Polarbjörn"

DIE ANTARKTIS-EXPEDITION VON MS "POLARBJÖRN" 1982/83
(Sommercampagne zur Atka-Bucht und zu den Kraul-Bergen)

zusammengestellt von Heinz Köhnen

Die Antarktis-Expedition mit der "Polarbjörn" und die Arbeiten bei der Georg-von-Neumayer-Station und in Neuschwabenland

H. Köhnen, Bremerhaven

Zeitplan der Expedition

21.-26.11.1982	Beladung in Bremerhaven
26.11.	Auslaufen Bremerhaven
17.12.	Ankunft in Rio de Janeiro
19.12.	Auslaufen Rio de Janeiro
22.12.	Nachbunkern in Rio Grande do Sul
28.12.	Anlaufen Grytviken
2. 1.1983	Ankunft in der Antarktis bei der Atka-Bucht
2.-3.1.	Entladen
3. 1.	Auslaufen Atka-Bucht
4. 1.	Ankunft am Riiser-Larsen-Schelfeis, Ausfall eines Hubschraubers (Bell 212) und Rückkehr zur Atka-Bucht
6. 1.	Atka-Bucht
7. 1	Ankunft bei 72°32'S, 17°32'W (Ausgangspunkt der geologischen Expedition)
8. 1.	Aufbruch der geologischen Überlandexpedition
9. 1.	Ankunft in den Kraul-Bergen
28. 1.	Rückkehr des Geologenteams zum Schiff
29. 1.	Anlaufen von Halley Bay
31. 1.	Rückkehr zur Atka-Bucht
6. 2	Auslaufen Atka-Bucht
15. 2.	Ankunft in Kapstadt
16. 2.	Auslaufen Kapstadt
13. 3.1983	Ankunft in Bremerhaven

In der antarktischen Sommersaison 1982/83 fand neben der Expedition ANTARKTIS-I mit dem FS "Polarstern" eine zweite Expedition zum Ekström- und Riiser-Larsen-Schelfeis statt. Hierzu war der norwegische Forschungseisbrecher "Polarbjörn" (Heimathafen Alesund) gechartert worden. Das Schiff hat 498 BRT, ist 2500 PS stark und kann 24 Passagiere (11 Mann Besatzung) aufnehmen. Wegen der späten Indienstellung der "Polarstern" hatte diese Expedition die Aufgabe, Programme zu unterstützen, die einen frühen Beginn der Campagne erforderten. Hierzu zählte der Transport eines Teils der neuen Überwinterungsmannschaft zur Georg-von-Neumayer-Station, um einen möglichst langen Überlappungszeitraum mit der Überwinterungsmannschaft 1982 zu gewährleisten. Weiter gehörten zur Expedition Wissenschaftler und Techniker, deren Arbeiten an der Georg-von-Neumayer-Station einen besonders frühen Beginn und eine lange Sommersaison erforderten. Last not least diente die "Polarbjörn" als Plattform und Basis für biologische Arbeiten von Bord des Schiffes aus sowie für geologisch-geophysikalische Feldarbeiten in den Bergen des westlichen Neuschwabenlandes. Auf der Rückreise hatte das Schiff die Aufgabe, einen Teil der Überwinterungsmannschaft 1982 mit nach Kapstadt zu nehmen.

Die 'Polarbjörn' verließ am 26.11.1982 Bremerhaven mit Kurs auf Rio de Janeiro. Die Mannschaft des Schiffes bestand aus:

A. Verpeide,	Kapitän
Froeland, K.	1. Offizier
Boee, P.	1. Steuermann
Nedregaardm R.	Ltd. Ingenieur
Giskehaus, S.	1. Ingenieur
Nybo, O.	Steward
Saunes, G.	Koch
Pettersen, A.	Matrose
Maalseidvaag, A.	Matrose
Ulstein, R.	Matrose
Tverrgrov, A.	Maschinist
Nybo, H.	Messesteward

Die Expeditionsausrüstung, die in Bremerhaven verladen wurde, bestand aus der persönlichen Ausrüstung der Teilnehmer, deren wissenschaftlichem Gerät, einem Laborcontainer (20 ft) für biologische Untersuchungen, einem weiteren Container (20 ft) für die persönliche Ausrüstung und Vorbereitungszwecke, zwei Hubschrauber (Bell 212 und Bell 206L) zur wissenschaftlichen und logistischen Unterstützung sowie der Ausstattung des geologischen Camps. Letztere umfaßte Zelte, Fahrzeuge (4 Ski Doos und 4 Nansen-Schlitten), Energieversorgung, Lebensmittel und allgemeine Campausrüstung, erforderlich für eine autonome Operation von mehreren Wochen.

"Polarbjörn" erreichte am 17.12.1982 Rio de Janeiro, wo die Expeditionsmannschaft, die auf dem Luftwege nach Rio gereist war, an Bord ging. Die Teilnehmer der Expedition waren:

1. Überwinterer (AWI):

Belitz, Hans Jürgen	Meteorologe
Bünting, Peter	Koch
Gosewisch, Wolfgang	Mechaniker
Hochgrebe, Rolf	Arzt
Knopf, Klaus	Elektriker
Köber, Manfred	Funker
Wallner, Klaus	Geophysiker

2. Sommermannschaft:

Reese, H.	Ingenieur (Uni Bochum)
Bässler, K.H.	Ingenieurglazologe (Uni Bochum)
Prölss, G.	Physiker (Uni Bonn)
Plötz, J.	Biologe (AWI)
Kottmeyer, Ch.	Meteorologe (TU Hannover)
Drücker, C.	Mechaniker (AWI)
Kohnen, H.	Glazologe und Fahrtleiter (AWI)
Weber, K.	Geologe (Uni Göttingen)
Wörgötter, S.	Bergführer
Peters, M.	Geologe (Uni Göttingen)
Behr, H.J.	Geologe (Uni Göttingen)
Späth, G.	Geologe (Uni Göttingen)

3. Hubschraubermannschaft (Wiking Helikopter Service):

Quellhorst, U.	Pilot
Shakocius, M.	Pilot
Brietzke, D.	Pilot
Bödeker, R.	Techniker
Michel, W.	Techniker

Die "Polarbjörn" verließ am 19.12.1982 Rio de Janeiro, erreichte Rio Grande do Sul am 22.12.82, um weiteren Treibstoff zu übernehmen, und nahm von dort Kurs auf Südgeorgien und die Antarktis. Die Atka-Bucht wurde in der Nacht vom 1. auf den 2.1.1983 erreicht. Die Atka-Bucht war zu dieser Zeit noch vollständig vom Festeis bedeckt, so daß Entladung und Transport des Stationsmaterials über das Meereis erfolgen mußte. Der Personentransport wurde mittels der Hubschrauber durchgeführt, die noch vor Ankunft bei der Atka-Bucht einsatzbereit gemacht wurden. Die Expedition wurde mit Freude und großer Herzlichkeit von der alten Überwinterungsmannschaft nach der Isolation fast eines Jahres begrüßt. Die Georg-von-Neumayer-Station selbst wurde voll funktionstüchtig und in ausgezeichnetem Zustand - Resultat einer harmonischen und erfolgreichen Überwinterung - angetroffen. In der Zeit vom 2. bis zum 3.1. wurde die "Polarbjörn" entladen, und die neuen Überwinterer übersiedelten in die Georg-von-Neumayer-Station, wo sie von der alten Mannschaft in ihre Aufgaben der kommenden Überwinterung eingewiesen wurden. Auch die Sommermannschaft bezog in diesen Tagen das Sommerquartier und nahm mit Unterstützung der alten Überwinterer unmittelbar ihre Arbeiten auf. Noch am 3.1. konnte das Expeditionsschiff gegen Abend die Atka-Bucht verlassen, um Kurs auf ihr endgültiges Ziel vor dem Riiser-Larsen-Schelfeis zu nehmen.

Die wissenschaftlichen Arbeiten an der Georg-von-Neumayer-Station beinhalten sowohl die Weiterführung des Observatoriumsbetriebes wie auch die Einführung neuer Programme und Techniken.

1. Hohe Atmosphäre (Universität Bonn)

Während der Sommercampagne wurde eine Station zu Registrierung der Weltgewitteraktivität bei der Georg-von-Neumayer-Station errichtet. Es ist die erste Station dieser Art in der Antarktis, die schon im Januar 1983 ihre Arbeit erfolgreich aufnehmen konnte. Zum Ende der Sommersaison wurde die Registriereinrichtung in den permanenten Observatoriumsbetrieb der Georg-von-Neumayer-Station übernommen.

2. Ingenieurglazilogie (Universität Bochum)

Wie in der vorhergehenden Saison 1981/82 wurde die Setzung der Georg-von-Neumayer-Station überwacht und vermessen. Ferner kam der modifizierte Eisbohrer zum Einsatz, der in dieser Saison das Ekström-Schelfeis durchdrang. Dabei konnten Eisbohrkerne über die gesamte Eismächtigkeit von gut 202 m genommen werden. Die Eiskerne sind in Bremerhaven beim Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung gelagert und werden von hier aus zu weiteren Untersuchungen an beteiligte und interessierte Institute verteilt. Der Bohrer selbst blieb unglücklicherweise infolge des rapiden Wasseraufstieges nach Durchstoßen der Schelfeisunterkante im Bohrloch stecken und konnte nicht geborgen werden.

3. Meteorologie (Universität Hannover; Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung, Bremerhaven)

Zur Untersuchung der atmosphärischen Grenzschicht wurde ein neuer, 45 m hoher meteorologischer Mast errichtet. Darüber hinaus wurden Einrichtungen zum Aufstieg von meteorologischen Drachen und Ballons eingeführt. Schon im Januar konnte mit dem Registrierprogramm begonnen werden. Zusammen mit dem alten meteorologischen Mast und der ebenfalls neu installierten Radiosondenstation ist nun die Messung der atmosphärischen Parameter vom bodennahen Grenzbereich bis zu großen Höhen lückenlos gewährleistet. Die neuen meteorologischen Einrichtungen wurden nach der Sommersaison in den Forschungsbetrieb des Observatoriums der Georg-von-Neumayer-Station übernommen. Die Übertragung der Daten erfolgt via Satellit mittels einer Data Collecting Platform (DCP), über die ebenfalls die synoptischen meteorologischen Daten täglich an das WMO-Netz (World Meteorological Organization) abgesetzt werden.

Die Wissenschaftler der Überwinterungsmannschaft 1983 übernahmen mit Übergabe der Station Anfang Februar den wissenschaftlichen Betrieb der Georg-von-Neumayer-Station, bestehend aus geophysikalischen, luftchemischen und meteorologischen Beobachtungen und erweitert um die oben skizzierten Neueinführungen. In dieser Saison kam außerdem ein neues luftchemisches Observatorium hinzu, über das an anderer Stelle berichtet wird. Ebenfalls neu ist ein umfangreiches

physiologisches Programm, das vom Stationsarzt durchgeführt wird.- Dieses Programm hat die Wirkung des Hormons 'Melatonin' auf den Schlaf - Wachrhythmus der Überwinterer zum Inhalt. Es wird angenommen, daß die Produktion dieses sog. Schlafhormons vom Hell - Dunkelverlauf der Tageszeiten abhängig ist, was sein Studium besonders während der extremen Tag - Nachverhältnisse einer vollständigen Überwinterung interessant macht.

Erwähnt werden sollte hier noch, daß die "Polarbjörn"-Expedition Messungen für andere Institutionen sozusagen als Serviceleistung übernommen hatte. Dieser Programmteil umfaßte einmal Ozonmessungen (Deutscher Wetterdienst, Hamburg) auf der Fahrt von Bremerhaven in die Antarktis und zurück, sowie ozeanographische Messungen des Oberflächenwassers (Temperatur und Salinität) (Institut für Meereskunde, Kiel) auf dem Fahrtabschnitt Kapstadt - Bremerhaven.

Mit Ankunft an der Atka-Bucht wurde das biologische Programm (AWI, Bremerhaven) aufgenommen. Die Untersuchungen wurden von Bord der "Polarbjörn" und, wenn erforderlich, mit Hubschrauberunterstützung vor dem Ekström- und dem Riiser-Larsen-Schelfeis durchgeführt. Ab 5.2.1983 wurden die Arbeiten von der "Polarstern" aus weitergeführt. Das Programm umfaßte die Probennahme von Weddell- und Krabbenfresserrobben, Kaiser- und Adeliepinguin sowie von Skuas. Die Tiere werden hinsichtlich des Befalls von Parasiten und des Gehaltes von Pestiziden und Schwermetallen untersucht. Die Sektionen der Tiere wurde an Bord vorgenommen, wo ebenfalls schon mit den Laboranalysen begonnen wurde.

Die geologische Kampagne in den Kottas-Bergen des westlichen Neuschwabenlandes war ursprünglich wegen der großen Distanz von der Küste von ca. 400 km und wegen der zu überbrückenden Spaltenregionen als reine Hubschrauberoperation geplant. Die große Bell 212 sollte den Transport vom Schiff zu den Bergen und die kleinere Bell 206L die Unterstützung der Wissenschaftler in den Bergen übernehmen. Wegen des unglücklichen Unfalles und Ausfalles der Bell 212 am 5.1. mußte kurzfristig auf eine reine Überlandexpedition umdisponiert werden. Hierzu erforderliche ergänzende Ausrüstungsgegenstände wie Ski Doos, Schlitten, etc. wurden am 6.1. bei der Georg-von-Neumayer-Station eingeholt, die sich hier auch als logistische Basis für solche Unternehmungen gut bewährte. Ausgangspunkt der geologischen Kampagne war eine von Festeis bedeckte Bucht vor dem Riiser-Larsen-Schelfeis bei $72^{\circ}13'S$, $16^{\circ}22'W$. Hier wurden die Schlittenzüge aus je einem Ski Doo und einem Nansen-Schlitten zu einer autarken Überlandexpedition zusammengestellt. Jeder Schlittenzug, besetzt mit je zwei Teilnehmern, beförderte etwa 0,5 to Ausrüstungsmaterial. Fahrzeuge wie auch die beladenen Schlitten wurden von dem verbliebenen Hubschrauber auf die ca. 25 m hohe Schelfeiskante geflogen, von wo aus die Expedition am 8.2. ihren Anfang nahm. Ziel waren jetzt nicht mehr die Kottas-Berge, sondern die nur 150 km entfernten Kraul-Berge. Das geologische Programm war wegen der nun beschränkten logistischen

Möglichkeiten auf diese Region umgestellt worden, die vorher nur einen Teilaspekt des Gesamtprojektes darstellte. Die Expedition erreichte trotz Behinderung durch ein weites Spaltenfeld schon am 9.1. ihr Ziel, wo unmittelbar mit den Arbeiten begonnen wurde. Das Programm umfaßte tektonische, strukturgeologische, geochemische und radiometrische Untersuchungen (Universität Aachen; Universität Göttingen) sowie paläontologische Probenahmen (AWI, Bremerhaven; Universität Göttingen) an den vermutlich jurassischen Bergen des Kraul-Gebietes. Ziel der Untersuchungen ist, die Genese und geologische Geschichte dieses Komplexes mit all ihren Veränderungen detailliert zu erfassen. Da es sich bei den Bergen größtenteils um basaltische Vorkommen handelt, ist die kombinierte Anwendung geologischer, geochemischer, radiometrischer und geophysikalischer Verfahren besonders erfolversprechend. Außerdem wird von den paläomagnetischen Untersuchungen Aufschluß über die plattentektonische Vorgeschichte dieses Teiles der Antarktis erwartet.

Insgesamt wurden während der Kampagne etwa 1000 km zurückgelegt. Nachschub von Energie und Lebensmitteln vom Schiff aus zum Camp am Berg 'Plogen' wie auch der Rücktransport von Probenmaterial konnte sehr effektiv per Helikopter erfolgen. Das Programm konnte am 27.1. erfolgreich und erschöpfend beendet werden, und die Expedition erreichte am 28.1. wieder die "Polarbjörn". Das Schiff hatte während dieser Zeit vor der Schelfeiskante gelegen und das biologische Programm unterstützt.

Am 29.1. wurde Halley angelaufen, um hier bei der neuen Basis 80 000 l Flugtreibstoff für unsere zukünftigen Flugoperationen zu lagern. Halley soll als Depot für die Luftbrücke zwischen der Georg-von-Neumayer- und der Filchner-Station dienen. Wir hatten dabei die gute Gelegenheit, die im Bau befindliche Halley Station zu besichtigen. Am 31.1. kehrte "Polarbjörn" zum vereinbarten Treffen mit "Polarstern" zur Atka-Bucht zurück. In der Zeit vom 1. bis 5.2. wurden die biologischen Arbeiten in der Atka-Bucht fortgeführt sowie ergänzende geologische Probenahmen auf den Nunataks südöstlich der Georg-von-Neumayer-Station ermöglicht. Ferner wurden die logistischen Ausbauarbeiten an der Station unterstützt.

Die Rückreise nach Kapstadt begann am 6.2., führte an der Bouvet Insel vorbei und erreichte am 15.2. Kapstadt, wo die Expeditionsteilnehmer das Schiff verließen und auf dem Luftwege in die Bundesrepublik zurückkehrten. Ein Teil der ursprünglichen Expeditionsteilnehmer (Biologie, Meteorologie, Ingenieurglazologie) war an der Georg-von-Neumayer-Station zurückgeblieben bzw. auf "Polarstern" übergewechselt, um mit diesem Schiff zu einem späteren Zeitpunkt zurückzufahren. Dafür trat ein Teil der Überwinterungsmannschaft 1982 mit "Polarbjörn" die Heimreise an. Einige davon hatten dankenswerterweise die Arbeiten der Expedition in den Bergen wie auch vor dem Riiser-Larsen-Schelfeis unterstützt.

Am 13.3.1983 kehrte "Polarbjörn" nach erfolgreicher Saison nach Bremerhaven zurück.

Die geologische Expedition zu den Kraul-Bergen, westliches Neuschwabenland/Antarktika

- Bericht über ihren Verlauf und erste Ergebnisse -
H.J. Behr, Göttingen; H. Kohnen, Bremerhaven; M. Peters, Göttingen; G. Spaeth, Aachen und K. Weber, Göttingen

1. Verlauf der Expedition

Im DFG-Schwerpunktprogramm "Antarktischforschung" waren für den Südsommer 1982/83 geologische, vor allem auf die tektonischen und Metamorphose-Verhältnisse gerichtete Untersuchungen in den Heimefrontfjella (Kottas-Bergen) im westlichen Neuschwabenland geplant, und zwar im Rahmen einer vom Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung ausgerichteten Expedition. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollten zur Lösung der Probleme beitragen, die unter dem Rahmenthema "Geodynamik der Gebirgsgürtel am pazifischen Rand Gondwanas" zusammengefaßt sind; die von uns vorgesehenen Studien sollten speziell das geodynamische Geschehen am Westrand Ostantarktikas in dem besagten Gebiet mit aufklären helfen.

Nach Ankunft an der Atka-Bucht mit MS "Polarbjörn" am 2.1.1983 begann die geologische Expedition am 3.1.1983, 23.30 Uhr, mit der Weiterfahrt auf demselben Eisbrecher in die östliche Weddell See zur Ausgangsposition ($72^{\circ}06, 92'S$; $15^{\circ}23,48'W$) für den Start zur Heimefront-Kette. Beim ersten Erkundungsflug über die Schelfeiskante des Riiser-Larsen-Schelfeises am 4.1.1983 fiel der große Hubschrauber (Bell 212) irreparabel aus; damit entfiel die wichtigste logistische Stütze für die Expedition zu dieser Gebirgskette, und der Plan, die Heimfrontfjella zu erreichen, mußte aufgegeben werden.

In kürzester Frist wurde das Programm umgestellt: Als neues Arbeitsgebiet wurden die nördlichen Kraul-Berge (Vestfjella), etwa 140 km von der Schelfeiskante des Riiser-Larsen-Schelfeises entfernt, ausgewählt (Abb. 1). Sie waren die einzige Region, die unter den nun noch gegebenen logistischen Möglichkeiten, d.h. mit Ski Doos und Nansen-Schlitten, unterstützt durch den kleineren Hubschrauber (Bell 206, Long ranger), zu erreichen waren.

Der geologische Aufbau dieser Berge war uns in groben Zügen durch eine Veröffentlichung norwegischer Forscher bekannt (HJELLE und WINSNES, 1972); die knappen Ausführungen

Prof. Dr. H.J. Behr, Prof. Dr. K. Weber, Dipl.-Geol. M. Peters, Geologisch-Paläontologisches Institut, Goldschmidtstr. 3, 3400 Göttingen
Dr. H. Kohnen, Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung, Columbus-Center, 2850 Bremerhaven
Prof. Dr.-Ing. G. Spaeth, Lehr- und Forschungsgebiet für Geologie - Endogene Dynamik, Lochnerstr. 4-20, 5100 Aachen

ließen aber noch zahlreiche Fragen offen, so daß sich uns hier ein lohnendes Betätigungsfeld für eine mehrwöchige Feldkampagne bot. Diese Programmänderung verlangte eine Rückkehr zur Atka-Bucht (5./6.1.1983), um an der Georg-von-Neumayer-Station die Ausrüstung für eine Schlittentraverse zu ergänzen; so waren insbesondere neben den schon vorhandenen zwei Schlittenzügen je zwei weitere Ski Doos und Nansen-Schlitten nötig.

Am 7.1.1983 wurde die Ausgangsposition bei $72^{\circ}32,75'S$ und $17^{\circ}32,14'W$ für die Traverse über das Riiser-Larsen-Schelfeis zu den Kraul-Bergen erreicht. Nach Erkundungsflügen wegen der Spaltensituation auf dem Schelfeis, nach dem Verladen der Ski Doos und Schlitten auf das Meereis und von dort mit dem Hubschrauber über die etwa 30 m hohe Schelfeiskante erfolgte am 8.1.1983 der Start zur Expedition in die Kraul-Berge. Daran waren unter der Leitung von H. Kohnen neben den vier Geologen - Behr, Peters, Spaeth und Weber - der Bergführer W. Wörgötter, der Funker A. Feuerer und der Mechaniker C. Drücker beteiligt. Die Expedition wurde mit 4 Ski Doos und 4 Nansen-Schlitten, letztere mit je 500 kg Gepäck beladen, durchgeführt.

Neben der rund 140 km langen Schlittenreise über das Riiser-Larsen-Schelfeis, verbunden mit einem Zeltbiwak in der Nacht vom 8. zum 9.1.1983, wurden am Abend des 9.1. nach Überschreiten des Inlandeis-Randes das Bergmassiv des Plogen und damit die nördlichen Kraul-Berge erreicht. Die Route bis zum Plogen war im Abstand von 500 m mit Fahnen abgesteckt, um die Rückfahrt bei schlechten Witterungsbedingungen (Schneedrift, whiteout) zu sichern. Die einzige Schwierigkeit auf der Anreise stellte eine etwa 3 km breite Spaltenzone nahe dem Inlandeis-Rand dar. Nach sorgfältiger Sondierung des Spaltenfeldes durch zwei Expeditionsteilnehmer auf Skiern wurde diese Spaltenzone von den Schlittenzügen gefahrlos überquert.

Für die Festlegung der Route, wie auch später für die Geländearbeiten, erwiesen sich die von Schrägluftbildern hergestellten topographischen Karten (1:250.000) des Norwegischen Polarinstituts, die einzigen uns zur Verfügung stehenden Karten mit größerem Maßstab, und auch die z.T. ebenfalls vorhandenen Schrägluftbilder als sehr hilfreich.

Am 9.1.1983 wurde abends an der Westflanke des Plogen das Zeltlager (Camp Schwabenland) bei $73^{\circ}13'S$ und $13^{\circ}49'W$ errichtet (Abb. 2). Dieser markante Berg, eher ein Bergmassiv als ein Nunatak, liegt zentral in den nördlichen Kraul-Bergen.

Von hier aus wurden in der Zeit vom 10.1. bis 26.1.1983 durch tägliche Ausflüge mit einem oder zwei Schlittenzügen die Felswände der Bergmassive Plogen und Basen und die Nunataks in einem Umkreis von ca. 35 km erreicht und geologisch bearbeitet. Diese Logistik ermöglichte im Vereine mit den recht günstigen Wetterverhältnissen - nur an drei Tagen herrschte in dieser Zeitspanne Schneefall oder Schneedrift - an jedem dieser 17 Tage geologische Geländearbeit.

Bei günstigem Flugwetter, also Wetter mit ausreichender Sicht, was allerdings nur etwa während der Hälfte dieser Zeit herrschte, führte der verbliebene Hubschrauber Versorgungsflüge zwischen dem Camp und dem Schiff durch; er konnte auch an drei Tagen im Camp stationiert werden und ermöglichte durch die Befliegung der Massive Plogen und Basen die Aufnahme von Schrägluftbildern der z.T. sehr hohen Felswände dieser Bergstöcke. Der besondere Wert der Hubschrauberflüge zwischen Camp und Schiff bestand aber vor allem darin, daß auf diese Weise eine große Menge (fast zwei Tonnen) an Gesteinsproben zum Schiff transportiert wurde, was mit den Schlittenzügen allein nicht möglich gewesen wäre.

Das Zeltlager wurde am Morgen des 27.1.1983 abgebrochen und danach die Rückreise über das Riiser-Larsen-Schelfeis angetreten; sie erfolgte auf der Route der Anreise und brachte keine Schwierigkeiten mit sich. Nach einem Zeltbiwak in der Nacht vom 27. zum 28.1.83 und der Weiterfahrt bei zunehmend schlechterem Wetter wurde MS "Polarbjörn" am 28.1. in den frühen Abendstunden an der alten Anlegestelle erreicht.

Nach einem Abstecher zur Halley Bay Station des British Antarctic Survey (29./30.1.1983) zwecks Anlage eines Treibstoffdepots langte das Schiff am 31.1.1983, abends, wieder in der Atka-Bucht an. Zwei Hubschrauberflüge (1. und 3.2.1983) von dort aus zu den Nunataks Passat und Boreas im nördlichen Neuschwabenland, ca. 200 km südöstlich der Atka-Bucht, wo zu Vergleichszwecken Gesteinsproben und Bohrkerne gewonnen wurden, ergänzten das geologische Programm.

2. Geologie der Kraul-Berge

Die Kraul-Berge (Vestfjella) bestehen aus ca. 20 Nunataks, bzw. Gruppen von Nunataks, die sich im westlichen Neuschwabenland über eine Entfernung von etwa 130 km in NNE-SSW-Richtung erstrecken. Nach Westen ist den Kraul-Bergen das ca. 150 km breite Riiser-Larsen-Schelfeis vorgelagert. Mit 1132 m bildet der Dagvola-Nunatak die höchste Erhebung der Region. Die Schwabenland-Expedition 1982/83 führte in den NE-Teil der Kraul-Berge (Abb. 2), wo die folgenden Nunataks geologisch untersucht wurden: Basen (584 m), Plogen (898 m), Fossilryggen (731 m), Pukkelryggen (832 m), Salryggen (912 m) und Dagvola (1132 m).

Die Geologie der Kraul-Berge war durch Arbeiten von JUCKES (1968, Südteil der Kraul-Berge) und HJELLE und WINSNES (1972) in großen Zügen bekannt. Die Kraul-Berge bestehen ganz überwiegend aus basischen Vulkaniten, Sills und Dykes sowie untergeordnet permischen Sedimenten. Im SW-Teil der Kraul-Berge, im Gebiet der Utpostane-Nunataks findet sich nach HJELLE und WINSNES (1972) ein ausgedehnter (ca. 130 km³) Intrusivkörper von Olivingabbro.

2.1. Permische Sedimente

Permische Sedimente sind im Bereich des 2 km langen und nur wenige hundert Meter breiten Fossilryggen aufgeschlossen. Es handelt sich hier um mindestens 50 m mächtige, flach liegende Schelfsedimente, bestehend aus schräggeschichteten, hellen, feldspatführenden Sandsteinen in Wechsellagerung mit schwarzen, kohligen Schiefern. Diese Wechselfolge wird von kohligen Schwarzschiefern überlagert, die reich an Pflanzenresten sind. Dunklere Sandsteinhorizonte besitzen ein ausgeprägt bioturbates Gefüge mit Grabgängen und Wurm Spuren. Schrägschichtung und Strömungslineare auf Schichtflächen der Sandsteine weisen auf west- bis südwest-gerichteten Sedimenttransport. Die Pflanzenreste der kohligen Schwarzschiefer repräsentieren mit *Glossopteris*, *Gangamopteris* und *Vertebraria* eine charakteristische Gondwanaflora. In die Schwarzschiefer eingeschaltet finden sich dunkle stromatolithische Karbonatlinsen.

Die permischen Sedimente werden von zahlreichen Doleritgängen intrudiert. In diesen basischen Gängen finden sich an verschiedenen Stellen Einschlüsse von Sandsteinen und Schwarzschiefern, die ebenso wie die Sedimente in der unmittelbaren Umgebung der Gänge kontaktmetamorph verändert sind.

2.2. Vulkanische Gesteine

Die vermutlich mehr als 1000 m mächtigen vulkanischen Gesteine der nördlichen Kraul-Berge bestehen aus basaltischen Laven und Pyroklastika, die von zahlreichen Sills und Dykes intrudiert werden.

Auf der Nordwest- und Nordostseite des Plogen wurden darin außerdem zwei Sandsteinhorizonte gefunden, die über eine Entfernung von etwa 3 km verfolgt werden konnten. Es handelt sich um helle Quarzite und dunkle, tuffitische Sandsteine, die wenige Zentimeter bis etwa 3 m mächtig sind und fluviatile Ablagerungen auf einer ehemaligen vulkanischen Landoberfläche darstellen. Zusammensetzung und Mächtigkeit dieser Sandsteine ändern sich über kurze Entfernung. Die Anschnitte in den Felswänden lassen fluviatile Rinnenfüllungen erkennen.

Die einzelnen LavafloWS sind einige Dezimeter bis Zehnermeter mächtig. Die Oberfläche einzelner FloWS besitzt häufig eine rötliche Färbung, und an verschiedenen Stellen konnten Stricklaven darauf beobachtet werden. Diese Merkmale sowie die Einschaltungen fluviatiler Sandsteine und das Fehlen von Pillowlaven deuten auf terrestrische Vulkanite. Die Ergebnisse erster chemischer Gesteinsanalysen unterstützen die Zuordnung zu kontinentalen Basalten.

Die meisten der LavafloWS sind blasenreich. Diese ehemaligen Gasblasen sind mit Quarz, Kalzit, Chlorit, Epidot, Prehnit und Pumpellyit mineralisiert. Sulfidische Mineralisationen fehlen. Röhrenförmige Blasenzüge (vesicles) in den unteren

Partien vieler Flows sind häufig schräg gestellt und erlauben dadurch, die Fließrichtung der Laven zu rekonstruieren.

Pyroklastika bilden mächtige, massige Bänke. Ihr Volumenanteil an der Gesamtfolge konnte nicht abgeschätzt werden, weil die bis zu 400 m hohen Steilwände des Basen- und Plogmassivs nicht begangen werden konnten und die pyroklastische Natur dieser Gesteine auf größere Entfernung nicht sicher erkennbar ist. Wo diese Pyroklastika im Aufschluß erreichbar sind, heben sich die größeren Vulkanitfragmente farblich nur undeutlich von der umgebenden Matrix ab.

Ein weiterer Vulkanittyp konnte aufgrund der Geländebefunde bisher genetisch noch nicht interpretiert werden. Es handelt sich um massige, bis etwa 30 m mächtige Laven von großer horizontaler Ausdehnung ohne erkennbare Fluidalgefüge. Diese Lagen sind frei von oder sehr arm an Blasen und bestehen makroskopisch ganz überwiegend aus Feldspatkristallen, wodurch der Eindruck eines Kristalltuffs entsteht. Der Verfestigungsgrad dieses Materials ist geringer als der der Flows. Diese Vulkanite werden durch senkrecht orientierte, stark lithifizierte zylindrische Körper von 3 bis 10 cm Durchmesser und mehreren Metern Länge charakterisiert, die oft in großer Häufigkeit im Abstand von einigen Dezimetern angetroffen wurden. In ihrem Inneren finden sich meist konzentrisch angeordnete, in der Längsachse der Körper gestreckte Blasenzüge. Wir haben diese Pipes als Entgasungsröhren gedeutet, die bei der Entgasung und Kompaktion eines ursprünglich lockeren, gasreichen Kristalltuffs angelegt wurden. Umfangreiches Probenmaterial wurde aus diesen ungewöhnlichen Gesteinen entnommen, um durch mineralogische und mikrostrukturelle Untersuchungen die Genese klären zu können.

2.3. Dykes und Sills

Die Vulkanite der Kraul-Berge und auch die permischen Sedimente des Fossilryggen werden von zahlreichen sowohl steil stehenden (Doleritdykes) als auch flachliegenden (Doleritsills) basischen magmatischen Gängen intrudiert. 151 Dykes wurden kartiert und ihre Raumlage und Mächtigkeit eingemessen. Die Mächtigkeit der Dykes beträgt meist mehrere Meter, sie kann aber auch im Zentimeter- und Zehnermeter-Bereich liegen. Ihrer Raumlage nach lassen sie sich zwei Systemen zuordnen, von denen das vorherrschende System NNE-SSW streicht und steil nach ESE bis WNW einfällt, während das untergeordnete System WNW-ESE streicht und steil nach SSE bis NNW einfällt. Orientierung und Mächtigkeit des Dykes erlauben Angaben über Richtungen und Mindestbeträge der Krustendehnung im Verlauf der Intrusionstätigkeit. Erste chemische Analysen lassen, trotz mancher Verschiedenheiten im makroskopischen Bild, keine markanten Unterschiede im Chemiesmus der Dykes, Sills und Flows erkennen.

2.4. Verschiebungsflächen und Klüfte

Bei den Verschiebungsflächen, die weit weniger häufig sind als die Dykes, handelt es sich durchweg um Abschiebungen, die meist die gleiche Raumlage wie die steilen Gänge haben und häufig mit ihnen zusammenfallen. In diesem Fall ist die abschiebende Bewegung dann auf die Salbänder der Gänge konzentriert, und die Gänge selbst sind oft sehr stark bruchhaft deformiert. Ort- und Raumlage dieser Abschiebungen sowie die Verschiebungsbeträge wurden eingemessen. Ebenso wie die Dykes sind die Abschiebungen Ausdruck einer Dehnungstektonik, die jedoch die magmatische Tätigkeit überdauert hat.

Die untersuchten Lavaflows sind stark geklüftet. Neben jüngsten hangparallelen Ablösungsflächen (Exfoliation) gibt es zahlreiche Klüfte, die als Ausdruck einer tektonischen Deformation gedeutet werden können. Um eventuelle genetische Zusammenhänge zwischen der Klufftektonik und der Bildung von Dykes und Abschiebungen studieren zu können, wurden an der Westflanke des Ploggen 1400 Kluffmessungen durchgeführt.

Kluffsysteme kontrollieren aber auch die morphologische Entwicklung. Für das Ploggenmassiv kann festgestellt werden, daß die turmartige Verwitterung und Auflösung der Westflanke des Massivs durch die vier häufigsten Kluffstellungen bestimmt wird.

2.5. Alteration und Mineralisation der Vulkanite

Während die Dykes und Sills aus relativ frischen basischen Magmatiten bestehen, sind die Flows unterschiedlich, im allgemeinen stark alteriert. Alle Feldspäte sind deutlich saussuritisiert, wobei, wie erste mikroskopische Befunde zeigen, Epidot, Pumpellyit, Prehnit und Chlorit neu gebildet wurden. Besonders auf dem Basen-Massiv konnten die Vergrünungsbereiche gut studiert werden. Hier finden sich konzentrische bis gestreckte, über 100 m zu verfolgende Bereiche, in denen die Magmatite zum Teil vollständig epidotisiert und chloritisiert sind. Im Zentrum dieser vergrünten Höfe finden sich Kristalldrusen mit einer reichen Mineralisation aus wasserklaren Bergkristallen bis zu einigen Zentimetern Länge und ungewöhnlich großen Prehnitaggregaten. Neben großen Kalzitkristallen und Chloritaggregaten tritt auch Epidot und selten Hämatit als Drusenfüllung auf. Sulfidische Mineralisationen fehlen völlig. Wir deuten diese vergrünten und mineralisierten Bereiche als hydrothermale Alteration.

2.6. Salzausblühungen

Die Oberflächen der an Steilwänden aufgeschlossenen Vulkanite werden verbreitet von weißen Ausblühungen überzogen. Diese gelegentlich bis zu mehreren Zentimeter dicken Krusten sind an Gefügeauflockerungen im Gesteinsverband wie Klüfte, Grenzflächen zwischen Lavaflows und blasenreiche Zonen gebunden, wurden auch unter Schuttblöcken als dicke Bodenaus-

blühungen gefunden. Mineralogisch handelt es sich um Thaumassit, Thenardit, Mirabilit, Gips und amorphes SiO_2 (Hyalinopal) in z.T. ornamentalen Formen. Die Ausblühungen entstehen als Folge des trockenen Klimas und der raschen Verdunstung vagabundierender Kluft- und Porenwässer.

2.7. Alter der Magmatite

Von den Doleritdykes bzw. -sills liegen zwei K/Ar-Gesamtgesteinsalter vor, die von REX (1967) bestimmt wurden. Danach besitzen diese Gesteine mit 168 ± 6 Ma und 172 ± 6 Ma jurassisches Alter. HJELLE und WINSNES (1972) geben für einen Doleritgang des Fossilryggen ein von KRYLOW bestimmtes K/Ar-Alter von 220 Ma an. Ebenfalls von KRYLOW wurde ein K/Ar-Alter an einem Lavaflow der nördlichen Kraul-Berge bestimmt, das sich auf 400 Ma Jahre belief (HJELLE und WINSNES 1972). Daraus ergab sich die Vermutung über ein alt-paläozoisches Alter der Flows und ein mesozoisches Alter der Doleritgänge. Die starke Alteration der Flows sowie ihr geringer K_2O -Gehalt legen jedoch den Verdacht nahe (JUCKES 1968, HJELLE und WINSNES 1972), daß das Alter von 400 Ma nicht zutreffend ist. Um diese Frage zu prüfen, wurden von uns Proben für radiometrische Altersbestimmungen entnommen.

Wir haben während unserer Geländearbeit intensiv nach Anhaltspunkten für das Alter der Vulkanite gesucht. Die permischen Sedimente des Fossilryggen geben darüber keine direkten Informationen, da dort keine Flows vorkommen und über die Distanz von mehr als 30 km vom Fossilryggen zum Basen und Plogen nicht geschlossen werden kann, ob die permischen Sedimente über oder unter den Vulkaniten liegen. In einem Mandelstein-Flow des westlichen Pukkelryggen wurden jedoch Xenolithe von feldspatführenden Sandsteinen und kohligem Schieferen gefunden, die makroskopisch große Ähnlichkeit mit den permischen Sedimenten des Fossilryggen besitzen. Sollte diese Vermutung durch petrographische Vergleichsuntersuchungen und Sporenanalysen bestätigt werden, so würde dies bedeuten, daß die basischen Magmatite des Pukkelryggen von den permischen Sedimenten unterlagert werden. Damit würde ein jurassisches (zumindest aber post-permisches) Alter der Flows wahrscheinlich sein. Dies ist auch die vorläufige Arbeitshypothese für unsere weiteren Überlegungen.

Weitere Anhaltspunkte über das Alter der Vulkanite erhoffen wir uns aus paläomagnetischen Untersuchungen. Da die jurassischen Pollagen recht gut bekannt sind (das Gebiet der Kraul-Berge lag im Jura bei etwa 45° südlicher Breite und etwa im Bereich des 330-sten Längengrades), lassen sich aus der paläogeographischen Position zum Zeitpunkt der Entstehung der Flows und Dykes auch Hinweise über deren Alter gewinnen.

3. Geodynamische Stellung der Vulkanitserien der Kraul-Berge

Ausgehend von der Arbeitshypothese eines jurassischen Alters der mächtigen Vulkanitserien der Kraul-Berge, lassen sich diese als Pendant der Ferrar-Vulkanite Viktorialands und der Karroo-Vulkanite Südafrikas interpretieren. Zeitgleiche basische Vulkanite sind auch aus anderen Teilen des ehemaligen Superkontinents Gondwana bekannt, der bis zum Jura eine aus Südamerika, Afrika, Indien, Madagaskar, Australien und Antarktika bestehende Landmasse bildete, die im Laufe des Jura auseinanderzubrechen begann. Ausdruck dieses Aufbrechens und beginnenden Auseinanderdriftens sind die großen Mengen überwiegend basischer Magmen, die aus dem oberen Erdmantel an die Erdoberfläche aufdrangen. Die Vulkanite der Kraul-Berge können einem Riftsystem zugeordnet werden, das vermutlich mit der Öffnung der Weddell See in Zusammenhang steht. Nach den refraktionsseismischen Untersuchungen von HINZ und KRAUSE (1982) finden sich westlich des Riiser-Larsen-Schelfeises am Ostrand der Weddell See seismische Strukturen, die als typische Riftstrukturen zu deuten sind. Diese sind durch seewärts einfallende Reflektoren gekennzeichnet, die bis in etwa 8 km Tiefe nachgewiesen werden konnten, und die deutlich höhere seismische Geschwindigkeiten besitzen als diskordant darüber liegende Sedimente. Die Lithologie dieser als "Explora-Wedge" bezeichneten Sequenz ist zwar nicht bekannt. Nach der Interpretation von HINZ und KRAUSE (1982) ist jedoch anzunehmen, daß es sich um Vulkanite jurassischen Alters handelt. Dieser "Explora-Wedge" wird als Bestandteil einer etwa 150 km breiten, NE-SW verlaufenden Riftzone gedeutet, welche sich in die südöstliche Weddell See fortsetzt und bis zum Dufek-Massiv reicht. Dieses besteht aus ausgedehnten basischen Intrusionen (layered mafic intrusions) jurassischen Alters.

Nach unserer vorläufigen Interpretation setzt sich dieses Rift im Bereich der Kraul-Berge nach Osten auf den antarktischen Kontinent fort. Seine östliche Begrenzung ist nicht bekannt. Aufgrund des subaärischen Charakters der Vulkanite repräsentieren diese möglicherweise ein frühes Riftstadium über einer nur mäßig ausgedünnten kontinentalen Kruste.

In den Kraul-Bergen scheint somit ein früher Abschnitt der Geschichte des Gondwana-Zerfalls dokumentiert zu sein, den wir durch die Untersuchung des von uns gesammelten Probenmaterials weiter aufzuklären hoffen.

Literatur

- HINZ, K. and KRAUSE, W. (1982): The Continental Margin of Queen Maud Land/Antarctica: Seismic Sequences, Structural Elements and Geological Development. Geol. Jb., E23, 17-41, 18 Fig., 2 Tab., Hannover.
- HJELLE, A. and WINSNES, T. (1972): The Sedimentary and Volcanic Sequence of Vestfjella, Dronning Maud Land. IUGS, Serie B. No. 1, 539-546, Universitetsforlaget, Oslo.
- JUCKES, L.M. (1968): The Geology of Mannefallknausane and Part of Vestfjella, Dronning Maud Land. Brit. Antarct. Surv. Bull., No. 18, 65-78, London.
- REX, D.C. (1967): Age of a Dolerite from Dronning Maud Land. Brit. Antarct. Surv. Bull., No. 11, 101, London.



Abb. 1 Lage des Arbeitsgebietes - nördliche Kraul-Berge - im westlichen Neuschwabenland

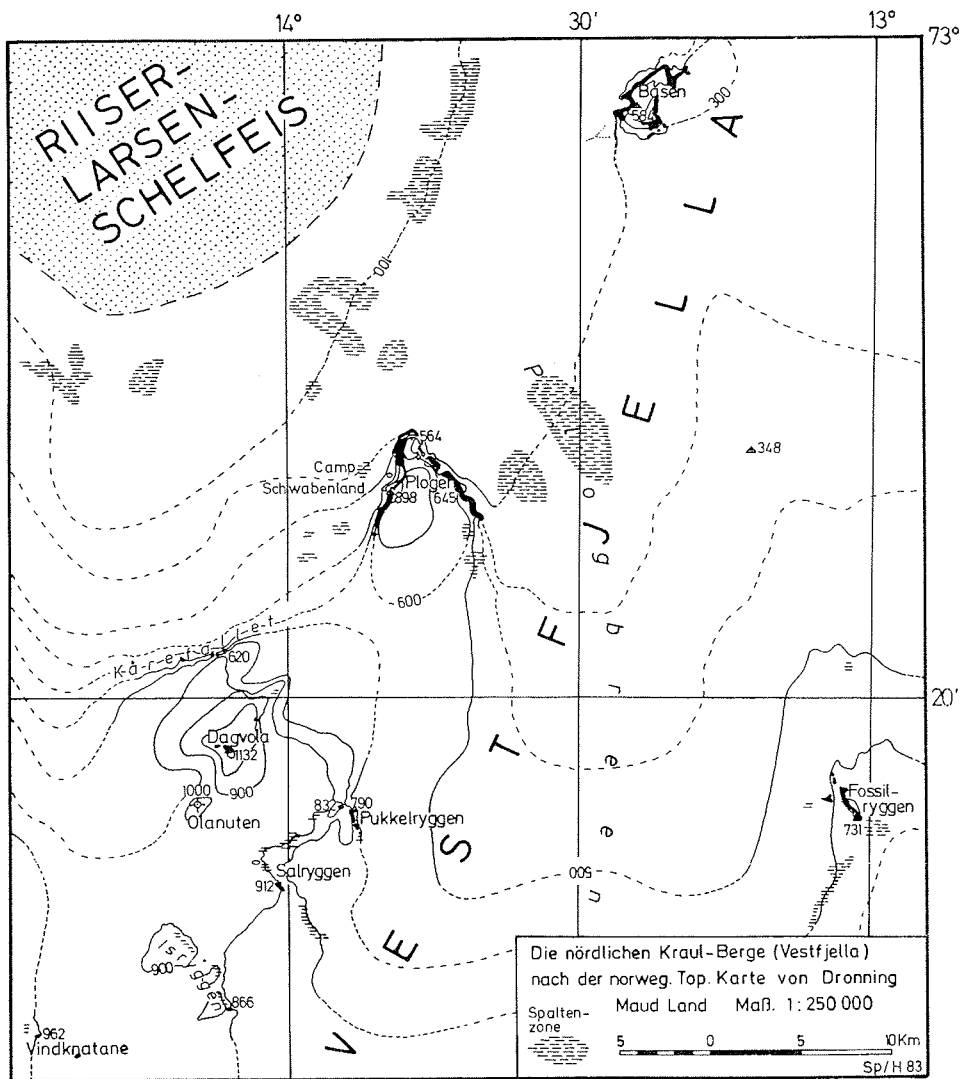
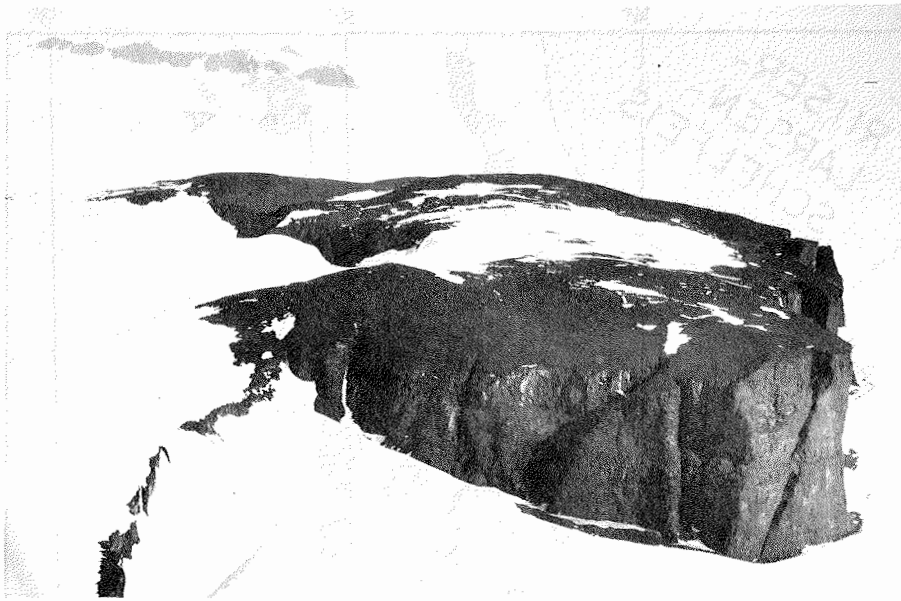
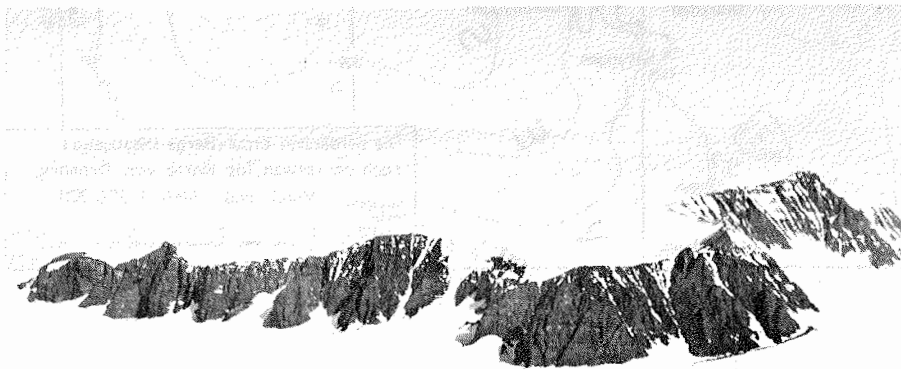


Abb. 2 Die nördlichen Kraut-Berge im westlichen Neuschwabenland/Antarktika und die Lage von Camp Schwabenland an der W-Flanke des Ploger-Massivs



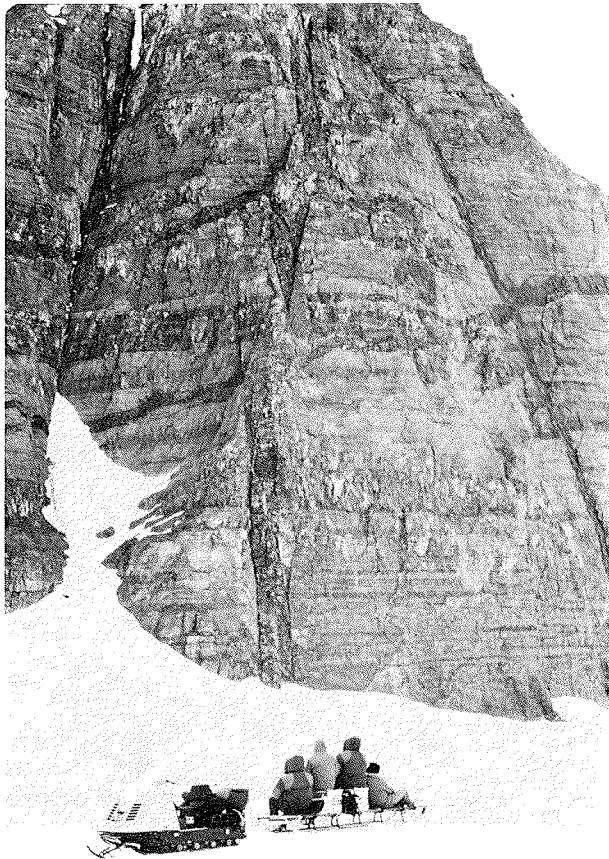
Blick über den Basen zum etwa
25 km entfernten Ploggen



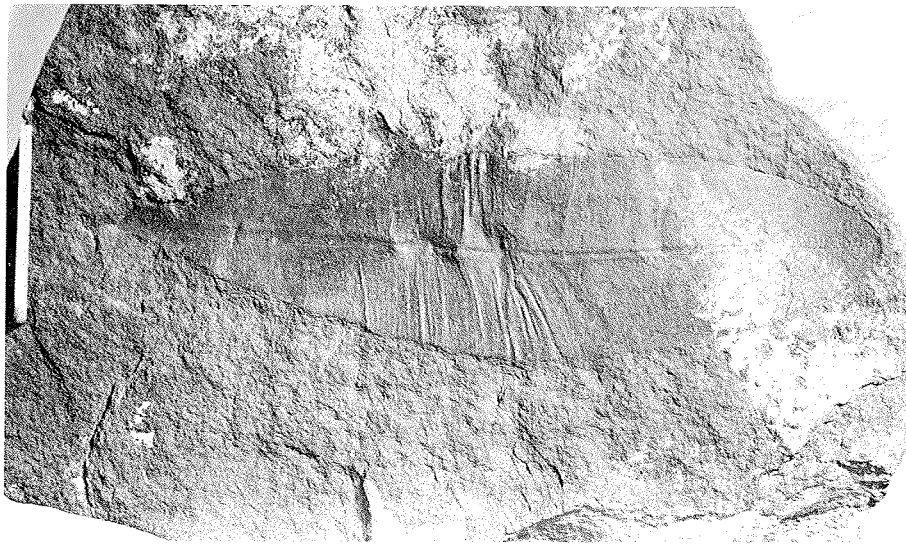
Ploggen von Norden



Camp "Schwabenland 1" am Fuße des Ploggen



Lavaflows, Dykes und Sills, Ploggen



Glossopteris, Fundpunkt: Fossilryggen



Wastl Wörgötter beim Bohren von Proben
für paläomagnetische Untersuchungen Fotos: K. Weber

Entwicklungsbiologie und Ökologie der Parasiten von
Robben und Seevögeln
J. Plötz, Bremerhaven

Das Forschungsvorhaben befaßt sich mit der Wirtswechselbiologie von Robben- und Vogelparasiten.

Marine Endoparasiten benötigen zur Entwicklung mindestens einen obligaten Zwischenwirt, in dem die Larvenstadien bis zur Invasionsreife heranwachsen. Außerdem können paratenische Zwischenwirte in den Wirtszzyklus eingeschaltet sein, die als Beutetiere der Robben und Vögel eine Übertragung auf diese Endwirte überhaupt erst ermöglichen. Daher ist der Entwicklungsgang dieser Parasiten mit der Nahrungskette im antarktischen Ökosystem eng gekoppelt.

Die freien Eilarven und die Larven in poikilothermen Zwischenwirten sind der extrem niedrigen Wassertemperatur ausgesetzt. Der Einfluß der Temperatur auf die Larvenentwicklung und letztlich auf die Reproduktion der Parasiten im antarktischen Lebensraum werden untersucht.

Zum Studium der Entwicklungszyklen wurden auf "Polarbjörn" und "Polarstern" folgende Arbeiten durchgeführt:

1. Sammeln von Robben und Vögeln
2. Untersuchungen auf Parasitenbefall
3. Experimente zur Entwicklung von Nematodenlarven.

Zu 1.

Liste der gesammelten Robben und Vögel ANT I 1982/83

Art	gesammelt auf		gesamt
	"Polarbjörn"	"Polarstern"	
Weddellrobbe	4	4	8
Krabbenfresserrobbe	3	6	9
Pelzrobbe	-	2	2
Kaiserpinguin	4	-	4
Adeliepinguin	6	-	6
Südl. Skua	12	1	13
Riesensturmvogel	2	-	2
Antarktissturmvogel	-	12	12
Schneesturmvogel	1	1	2
Silbersturmvogel	-	1	1
Scheidenschnabel	-	2	2

Die Vögel wurden seziert oder sofort eingefroren. Die Robben wurden vom Meereis oder vom Schiff aus erlegt und mit dem Hubschrauber transportiert bzw. direkt an Bord gehievt. Sie wurden sofort gewogen, gemessen und seziert. Einige Organproben mußten bereits auf dem Eis genommen werden.

Folgendes Material wurde gesammelt: Schädel, Hirn, Skelett, Fell, Lunge, Leber, Herz, Niere, Milz, Gonaden, Embryonen,

Muskulatur, Darm, Fett, Blut, Urin, Kot. Die Proben werden für verschiedene Forschungsvorhaben benötigt:

- Parasitologische Untersuchungen (Plötz, AWI)
- Nahrungsökologische Untersuchungen (Drescher, Plötz AWI)
- Rückstandsuntersuchungen auf Schwermetalle, chlorierte Kohlenwasserstoffe und Petrolkohlenwasserstoffe (Schneider, AWI)
- Reproduktionsstatus im Verhältnis zum Alter bei Robben Anatomie und Histologie der Lunge und anderer Organe (Welsch, Kiel; Drescher, AWI)
- Biochemische Untersuchungen zur Populationsgenetik (Schneppenheim, Kiel)
- Biochemische Untersuchungen zur Melatoninsynthese (Dubbels, Bremen)
Enzymsysteme des Blutes (Scheil, Düsseldorf)
- Neuronale Funktionsanalyse durch Gangliosidextraktion (Hilbig, Hohenheim)
- Fluorgehalte in Organen, Exkreten und Exkrementen (Adelung, Kiel; Siebert, Würzburg)
- Darmflora bei Robben (Wuthe, Kiel)
- Makroskopische Anatomie des Bewegungsapparates, mikroskopische Hirnanatomie bei Robben und Pinguinen (Oelschläger, Frankfurt)

Zu 2.

Robben: Von allen Tieren wurde der Schlund-Magentrakt sowie Lunge, Leber und Herz untersucht, der Darmtrakt wurde eingefroren.

Lunge, Leber und Herz waren nicht befallen. Der Schlund und besonders der Magen aller Robben wies Nematodenbefall auf. Der häufigste Nematode ist Contracaecum osculatum (Anisakidae). Hinsichtlich der Befallsintensität wurde festgestellt, daß Weddellrobber wesentlich stärker infestiert sind als Krabbenfresserrobber. Diese Befallsunterschiede werden auf das unterschiedliche Nahrungsspektrum der Robben zurückgeführt. Genauere qualitative und quantitative Aussagen über den Parasitenbefall des gesamten Magen-Darmtraktes werden später erbracht. Parallel dazu sollen Nahrungsanalysen durchgeführt werden.

Vögel: Von den gesammelten Tieren wurden einige sofort untersucht. Die Adelpinguine wiesen starken Cestodenbefall auf, der bei zwei Tieren zum Darmverschluss führte. Der Nematodenbefall scheint nach vorläufigen Ergebnissen geringer zu sein. Häufigster Nematode ist Stegophorus macronectes (Acuariidae), dessen Entwicklungszyklus und Larvenstadien unbekannt sind. Die gesammelten Seevögel sind Nahrungsspezialisten mit unterschiedlichem Beutespektrum. Daher werden interessante parasitologische Befunde vermutet.

Zu 3.

Weibchen des robbenparasitären Nematoden Contraceum osculatum wurden isoliert, der Uterus freipräpariert und die Eier in Seewasser bei $1 \pm 2^{\circ}\text{C}$ aufbewahrt. Parallel dazu wurden Kontrollen bei $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ angesetzt. Die Embryonalentwicklung im Ei wurde untersucht.

Bei Temperaturen um 0°C verläuft die Entwicklung sehr langsam, nach ca. 50 Tagen ist das frühe Kaulquappenstadium erreicht. Hingegen ist bei Temperaturen um 15°C nach ca. 20 Tagen das Erst- und Zweitlarvenstadium entwickelt. Die Zweitlarve überdauert im Ei. Erste Infestationsversuche wurden an verschiedenen Krebsen vorgenommen, die Ergebnisse stehen noch aus. Hierfür werden embryonierte Nematodeneier sowie Krebse und Fische im Labor- und im Aquariencontainer gehältert.

Dynamische und thermische Struktur von Inversionen über antarktischen Eisflächen
Ch. Kottmeier, Hannover (Projektleiter R. Roth, Hannover)

Zielsetzung

Mit Hilfe von Meßverfahren, die eine Bestimmung vertikaler Temperatur-, Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsprofile von der Eisoberfläche bis in ca. 300 m Höhe erlauben, sollten Temperaturinversionen an der Georg-von-Neumayer-Station untersucht werden. Die Arbeiten beinhalteten die dazu notwendigen technischen Installationen, u.a. den Aufbau und die Instrumentierung eines 45 m hohen Meßmastes.

Die wissenschaftlichen Fragestellungen sind:

1. Erfassung typischer Inversionsfälle. In Fallstudien sollen die physikalischen Gesetzmäßigkeiten ermittelt werden, die hinsichtlich der Windscherung und der thermischen Stabilität die Inversionsstruktur bestimmen. Die Bearbeitung der Meßdaten umfaßt die Berechnung der jeweiligen Gradientrichardsonzahlen, der Schichtrichardsonzahl und der Froudezahl als mögliche Kennzahlen zur Trennung verschiedener Strömungssituationen (turbulent, laminar, schießend, fließend).
2. Untersuchung der Grenzschichtströmung mit und ohne Inversionen als Komponente mesoskaliger Zirkulationen. Unter Verwendung des Datenmaterials soll eine Typisierung der Grenzschichtströmung an der Georg-von-Neumayer-Station erfolgen (katabatisches Abfließen, rein synoptisch geprägte Grenzschicht, Kombination von beiden).
3. Inversionsstatistik nach den Parametern
 - Inversionshöhe
 - Inversionsstärke (Temperaturzunahme bis Obergrenze)
 - Wetterlage
 - Strömungsrichtung.Diese Untersuchung ist als längerfristiges Programm mit Hilfe der Registrierungen am 45 m-Mast während der Überwinterung 1983/84 begonnen worden.

Durchführung

Technische Vorarbeiten

Die technischen Arbeiten, insbesondere der komplette Aufbau des 45 m-Mastes im Januar und die Instrumentierung im Februar beanspruchten erheblichen Arbeitsaufwand. Mit Hilfe alter und neuer Überwinterer sowie anderer Expeditionsteilnehmer konnten diese Arbeiten wetterbegünstigt wie geplant durchgeführt werden. An Arbeitsleistungen wurden erbracht:

- Abspannfundamente mit Verformungsmeßgerät 90 Mannstunden,
- Mastfußfundament 35 Mannstunden,
- Mastaufbau mit Abspannungen (Rohbau) 130 Mannstunden,

- Ausrichten des Mastes, Vorspannungen der Seile 20 Mannstunden,
- Mastbefeuerung, Windgeber und Thermometermontage in 30 m und 45 m Höhe nebst Verkabelungen 50 Mannstunden,
- Transportvorrichtung für eine Meßsonde bis 45 m Höhe 30 Mannstunden.

An den Arbeiten wirkten maßgeblich mit: K.H. Bässler, H.J. Belitz, J. Janneck, A. Eckstaller, J. Kipfstuhl, G. König, Ch. Kottmeier, S. Mannhardt, H. Reese, U. Stuckenberg.

An weiteren technischen Arbeiten wurde der Aufbau der Fesselballon- bzw. Drachen-Sondierstation und der Aufbau der Laboreinrichtungen (Datenerfassung) durchgeführt.

Messungen

In gezielten Messungen wurden mit Hilfe Fesselballon- und Drachen-getragener Meßsonden Vertikalprofile der Temperatur und der Windkomponenten bis in Höhen zwischen 200 und 550 m Höhe aufgenommen, von denen 70 Profile für eine Auswertung verwertbar sind.

Von der zweiten Februarhälfte liegen zusätzlich tägliche Radiosonden und ω -Wind-Messungen vor.

Die Dauerregistrierungen am 45 m-Mast begannen am 10.2. und laufen seitdem bis auf einige Betriebsstörungen (Stationsgenerator) kontinuierlich. Die Aufzugsmessungen am 45 m-Mast wurden insoweit betrieben, daß die Meßanlage als erprobt und funktionstüchtig gelten kann. Mit diesem Verfahren wurden weitere 20 Vertikalprofile gewonnen.

Für den gesamten Zeitraum können zusätzlich Messungen der Energiebilanzstation des meteorologischen Observatoriums herangezogen werden.

Alle während der Expedition gewonnenen Meßdaten (ohne Energiebilanz- und Radiosondenmessungen des Observatoriums sind das ca. 80.000 Meßwerte) liegen als Ausdruck auf Papier und auf Magnetbändern vor.

Stand der Auswertungen

Die vor der wissenschaftlichen Auswertung notwendige technische Bearbeitung wurde während des Stationsaufenthalts in Angriff genommen. Sämtliche Fesselballon- und Drachenson-dierungen erfordern beträchtliche Vorauswertung. Die während des Aufstiegsbetriebs erfolgten Höhenänderungen des Ballons legen für jeden einzelnen Meßpunkt notwendige Warte- und Mittelungsintervalle fest, die anhand des Meßprotokolls zu berücksichtigen sind. Bei Sonden- und bei Mastmessungen sind die im Labor ermittelten Kalibrierfaktoren anzuwenden.

Für verschiedene Meßserien ist die wissenschaftliche Auswertung begonnen worden.

Zunächst eine markante Wettersituation legt eine unerwartete Hypothese zur Erscheinungsform des katabatischen Windes an der Station nahe: Bisher war man davon ausgegangen, daß nur das sekundäre Maximum in der Windrichtungsverteilung (z.B. Sommerkampagne 1980/81 Sektor Süd mit 9.1%) katabatischem Abfließen entspricht. Diese Annahme würde den katabatischen Wind als anteilmäßig unbedeutenden Effekt ausweisen.

Die Profilanalyse bei einer Wettersituation mit kurzfristig einsetzendem Sturm mit Windgeschwindigkeiten bis 22 m/s belegt, daß es sich hierbei um wahrscheinlich katabatisch advehierten Impuls handelt, der durch den Abstand von über 100 km zum Plateauabfall der inneren Antarktis bereits in die zirkumpolare Ostdrift einbezogen ist. Das bedeutet, daß auch bei Ostwind (Maximum der Windrichtungsverteilung, z.B. im Südsommer 1980/81 mit 35.6% nach Reinwarth), der bisher als rein synoptisch geprägt angesehen wurde, z.T. katabatischer Wind herrscht.

Kann diese Hypothese weiter erhärtet werden, so hat sie eine Reihe von Konsequenzen für den Zusammenhang zwischen synoptischen Bedingungen und Kaltluftabfluß von der Innerantarktis.

Probennahme von Firn zur Untersuchung auf Schwermetalle
L. Mart, H.W. Nürnberg, Jülich und G. Gravenhorst, Grenoble

Aufgabenstellung

Ziel unserer Teilnahme am Antarktis-Programm sind Untersuchungen zu folgenden Punkten:

1. Bestimmung von Schwermetallgehalten (Zn, Cd, Pb, Cu, Ni und Co) im Schnee der Atka-Bucht
2. Beeinflussung dieser Gehalte durch sea-spray
3. Saisonale und "langzeitliche" Abhängigkeit der Gehalte
4. Feststellung, ob die Atka-Bucht auch ohne die Georg-von-Neumayer-Station überhaupt zu den "unbelasteten" Gebieten der Antarktis zählt
5. Schwermetallbelastung der Umgebung durch die Station selbst
6. Aussagen zum Ferntransport von Schwermetallen
7. Schwermetalle im Schmelzwasser (Trinkwasser) der Station.

Zu den Programmpunkten 1, 2, 3, 5 und 7 konnten während des Aufenthaltes vom 31.1. bis 2.3.1983 Proben von Schnee und Firn gesammelt werden, deren Analysen im Laufe des Jahres 1983 zumindest teilweise die gestellten Fragen beantworten werden. Z. Zt. der Niederschrift dieses Manuskripts waren die Eisproben noch unter Zollverschluss, so daß außer vor Ort durchgeführten Leitfähigkeitsmessungen keine vorläufigen Ergebnisse dargestellt werden können. Die anzuwendende Analysenmethode für den extremen Spurenbereich, erwartet werden wenige Nanogramm pro Kilogramm, ist eine fortgeschrittene Version der inversiven Differentialpuls-Voltammetrie an rotierender Quecksilberfilmelektrode (in situ auf Kohleglassubstrat) für Zn, Cd, Pb, Cu (1,2); Ni und Co werden nach adsorptiver Anreicherung ihrer Dimethylglyoxim-Chelate am hängenden Quecksilbertropfen mit differentieller Pulsvoltammetrie bestimmt (3).

Probenahme und Messungen
ad 1

Eine Probenahme per Kernbohrung schied aus, da die z. Zt. betriebenen Metallbohrer eine unkontrollierbare Kontamination der Oberfläche des Bohrkernes verursachen, zumindest für einen Teil der obengenannten Spurenmetalle. Außerdem zerbrechen die Kerne oft in Einzelstücke, was ihre saubere Handhabung zusätzlich erschweren würde.

Die günstige Lage von zwei Schneeschächten zur Probenahme wurde anhand der 1982 gemessenen Windverteilung bestimmt. Sie wurden in 6.5 km (Schacht A) und 3.5 km (Schacht B) in südlicher Richtung von der Station gegraben, da hier die geringste Beeinflussung durch die Station zu erwarten war. Um die Kontamination der Schachtwände möglichst gering zu halten, wurde als Werkzeug nur ein Spaten und eine Schaufel aus poliertem Edelstahl eingesetzt, sowie bei der Vorbereitung und Probenahme Reinraumkleidung angelegt.

Die Abmessungen des mit Sperrholzplatten abgedeckten Schachtes (A) waren 2 x 4 m an der Oberfläche, in vier Stufen verjüngend auf 1 x 1 m in 7 m Tiefe. Von 0.2 bis 6 m Tiefe wurden 60 Proben zur Bestimmung der Leitfähigkeit genommen. Aus den Werten und der Grobstratigraphie konnte eine provisorische Datierung der Schichten vorgenommen werden. Hauptziel in diesem Schacht war die Probenahme von unkontaminiertem Schnee, d.h. von Schneeschichten jünger als das Jahr 1980, Beginn der Aktivitäten in der Atka-Bucht. Selbstverständlich wurden auch die oberen Schneeschichten beprobt als Beitrag zu Punkt 5. Von 0.3 bis 4.3 m Tiefe wurden 23 Proben entnommen. Dazu wurden hochgereinigte Plexiglaszylinder in die zuvor mit einem Polycarbonat-Schaber abgestochene Schachtwand eingetrieben. Wegen der zunehmenden Härte des Firms wurden ab 4.2 bis 6.1 m Tiefe insgesamt 7 Blöcke, Kantenlängen 25 - 30 cm, mit Hilfe des Spatens abgestochen und unter entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen steril verpackt in vorgereinigten Polyäthylenhüllen. Ihre Masse bietet Reserve für eine sichere Weiterverarbeitung unter Reinraumbedingungen.

Aus dem Kontrollschacht (B) wurde die Probenahme über eine Tiefe von 2.8 m mit 5 Plexiglas-Röhren, sowie die Aufnahme des Leitfähigkeitsprofils wiederholt.

ad 2

Nach einer längeren Ostwinddrift (Hauptwindrichtung) wurde ein Leitfähigkeitsprofil in der Achse Nord-Süd und Ost-West aufgenommen. Gleichzeitig wurden 25 Oberflächenproben von Driftschnee in Weithalsflaschen zur Spurenmetallbestimmung gesammelt. Die Leitfähigkeitsergebnisse zeigten an, daß die Achse Süd verlängert werden mußte, um von Seesalz möglichst unbelastete Proben zu sammeln. So wurden 4 Proben in 20 km Entfernung (Ski Doo) und 7 Proben in 30 km Entfernung (Hubschrauber) südlich von der Station gesammelt. Zur weiteren Aufklärung dieses Punktes steht Schnee mit sehr unterschiedlichen Salinitäten aus Schacht A, B sowie C zur Verfügung.

ad 3

Sofern vorhanden, läßt sich eine saisonale und begrenzt zeitliche Abhängigkeit aus den Schachtproben feststellen. Das zeitliche Profil ist im Augenblick auf ca. 7 Jahre begrenzt.

ad 5

In einer Entfernung von 1 km in Richtung West von der Station wurde ein dritter Schacht (C) gegraben, Tiefe 4 m. Wie schon beschrieben, diente auch hier die Grobstratigraphie und das Leitfähigkeitsprofil zur provisorischen Datierung der Schneeschichten. Mit der Station in Hauptwindrichtung sind hier die größten Kontaminationseinflüsse durch die Station in den oberen Schichten zu erwarten. 5 Plexiglaszylinder wurden zur Probennahme von 0.1 bis 2.3 m Tiefe

eingeschlagen. Zur Vervollständigung der Untersuchungen zu Punkt 1 wurde auch in diesem Schacht unkontaminierter Schnee aus einer Tiefe von 3 bis 3.8 m entnommen. Der Beginn des Stationsbaues sollte in den ersten zwei Metern festzustellen sein.

Weiterhin werden die Oberflächenproben aus der Achse Ost-West (Punkt 2) Hinweise auf die aktuelle Belastung durch die Station geben.

ad 7

Versuchsweise wurde zweimal Schnee an der Schmelze und auch Trinkwasser von der Station gesammelt.

Durch die 1982 und 1983 vorgenommene Probenahme kann keine definitive Antwort zu Punkt 4 und 6 gegeben werden. Immerhin liegt in 200 km Entfernung und vor allem in Hauptwindrichtung die Station Sanae als potentielle Kontaminationsquelle. Bis dato veröffentlichte Spurenmetallgehalte in antarktischen Schnee bieten keine Anhaltspunkte, weil sie z. Zt. von den Autoren selbst als falsch zurückgenommen werden. Klärung kann durch einen Hubschrauberflug zur Firnprobennahme etwa 200 km in Richtung Süd gebracht werden.

Literatur

- 1) L. Mart, H.W. Nürnberg, P. Valenta. Prevention of contamination and other accuracy risks in voltammetric trace metal analysis of natural waters. Part III: Voltammetric ultratrace analysis with a multicell-system designed for clean bench working. Fresenius Z. Anal. Chem. 300 (1980) 350-362.
- 2) L. Mart. Seasonal variations of Cd , Pb, Cu and Ni levels in snow from the eastern Arctic Oceans. Tellus 35B (1983) 131-141.
- 3) B. Pihlar, P. Valenta, H.W. Nürnberg. A new high performance analytical procedure for the voltammetric determination of nickel in routine analysis of waters, biological materials and food. Fresenius Z. Anal. Chem. 307 (1981) 337-346.

Langzeitmessung atmosphärischer Spurenstoffe an Luft und Firnproben im Bereich der Georg-von-Neumayer-Station
D. Wagenbach, H.G. Junghans und J. Volpp, Heidelberg

I. Aufgabenstellung und wissenschaftliche Ziele

Detaillierten Untersuchungen atmosphärischer Spurenstoffe (Aerosol, Spurengase, Radioaktivität) an der Georg-von-Neumayer-Station kommen deshalb besondere Bedeutung zu, weil die Antarktis wegen ihrer großen Entfernung zu kontinentalen Spurenstoffquellen, Daten globaler Relevanz liefert (großräumiger Transport, Backgroundkonzentrationen). Darüberhinaus können die hier gewonnenen aktuellen Zeitreihen atmosphärischer Aerosolkomponenten (Element-Isotopenzusammensetzung) den in recenten Firnschichten dokumentierten Depositionszyklen dieser Spurenstoffe gegenübergestellt werden. Die so gewonnenen Informationen zur Genese von Spurenstoffprofilen im Firn des Eckström-Eisschelfs werden wiederum zur Interpretation der Spurenstoff- und Isotopendaten aus den zukünftigen Bohrkernuntersuchungen in den antarktischen Randgebieten benötigt (Rückübersetzung der Profile in luftchemische, meteorologische und glaziologische Zeitabläufe).

Entsprechend der obigen Zielsetzung wurden für ein längerfristiges Observatoriumsprogramm folgende Spurenstoffmessungen an Luftproben ausgewählt:

a) Indikatoren für großskaligen Luftmassentransport

- interhemisphärische Mischung
 ^{85}Kr (Programm Dr. W. Weiß), $^{14}\text{CO}_2$
- Zustrom kontinentaler Luftmassen
 ^{210}Pb , ^{222}Rn
- Zustrom aus stratosphärischem Reservoir
 ^7Be , ^{10}Be , ^{137}Cs , $^{14}\text{CO}_2$

b) Lokale Aerosolquellen

- Aitkenkernzahl (Programm Prof. Jaenicke, Mainz)
- Seesalzkerne

Diese Probenahmen (bzw. kontinuierlichen Aufzeichnungen) bilden in Verbindung mit den meteorologischen Parametern den Grundrahmen für alle weiteren Aerosol- und Gasprobenahmen zur allgemeinen Erfassung der natürlichen Schwankungsstruktur von Backgroundkonzentrationen; dafür sind bisher vorgesehen:

- Spurenelementzusammensetzung von Aerosolproben (maritime, kontinentale, hochangereicherte Komponenten)
- $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ Isotopie des atmosphärischen CO_2
- Spurengassammlung (Kohlenwasserstoff u.a., Programm Dr. J. Rudolph, K.f.A. Jülich)
- Aitkenkerne, Gesamtteilchenkonzentration und Größenverteilung (Programm Prof. Jaenicke, Mainz)

II. Technische Realisierung und Aufbauarbeiten an der Georg-von-Neumayer-Station

Hauptaufgabe war es, im Reinluftsektor der Station einen Laborcontainer einzurichten, in dem im ganzjährig autonomen Betrieb alle notwendigen Luftprobennahmen und Aufzeichnungen durchführbar sind.

Zentrale Probleme sind hierbei: Energieversorgung der Spurenstoffstation, Vermeidung von Probenkontamination durch die Georg-von-Neumayer-Station, Sammlung repräsentativer Aerosolproben, insbesondere bei starker Drift. Zusätzlich war die Infrastruktur zu den parallel vorgesehenen Sammlungen von Neu- und Oberflächenschneeproben und deren in situ Seesalzbestimmung einzurichten. Zu beiden Aufgaben sollte bereits im Südsommer 1981/82 und während der anschließenden Überwinterung ein Pilotprogramm durchgeführt werden (Berichte zur Polarforschung 6, 1982), unerwartete Organisations- und Koordinationsmängel während der Expedition "Eiswarte" beschränkten leider die verwertbare Erfahrungs- und Ergebnisausbeute auf ein Minimum. Entsprechend dem Stand Südsommer 1982/83 ergibt sich die technische Ausstattung der Spurenstoffstation aus der folgenden Zusammenstellung:

Standort des Laborcontainers:

Während der Überwinterung 500 m, im Südsommer 1500 m südlich der Hauptstation, jeweils auf einem 2,5 m hohen verfestigten Schneehügel.

Infrastruktur:

- Stromversorgung über zwei Firnstarkstromkabel bei völliger Entkoppelung von ohmscher und induktiver Last (2 bzw. 6 KVA) zur Vermeidung elektrischer Störungen
- Zwangsbelüfteter Ansaugkamin (Lufteintritt 7 m über Grund)
- Kleine Meteorologie zur Steuerung der Probennahme
- Datenaufnahme und Steuerung der Probennahme über HP 85-Prozessrechner in Verbindung mit Data Logger HP 3497 (auch bei einem Totalausfall des Rechners oder des Data Loggers kann das gesamte Meßprogramm ohne Komplikationen durchgeführt werden, da zusätzliche Schreiber und eine Rechner-unabhängige Probennahmesteuerung vorhanden ist). Das HP-85-Data Loggersystem ist so konzipiert, daß zusätzliche Meßparameter ohne weitere Maßnahmen analog oder digital gespeichert und die jeweilige Meßapparatur vom Rechner auch gesteuert werden kann. Dies ist insbesondere

vorteilhaft für eine konditionierte Probennahme in Abhängigkeit von meteorologischen oder apparativen Parametern. Die Spurenstoffstation ist aber jetzt bereits in der Lage, auch für weitere Meßvorhaben die Datenerfassung und -speicherung bereitzustellen. Abb. 1 zeigt schematisch den derzeitigen (1983) Ausrüstungsstand der Station mit der jeweiligen inneren Verknüpfung der einzelnen Bausteine.

- Staubfreier Arbeitsplatz für die Probenverarbeitung.
- Nutzungsmöglichkeit als Kältelabor zur Firn- und Bohrkernverarbeitung.
- Kernzähler (TSI) (Programm Prof. Jaenicke, Mainz) zur Kontaminationskontrolle der Luftprobennahme.

Probennahme:

- Radonmonitor (kontinuierliche Auswertung im Feld)
- CO₂ Sammelapparatur zur ¹³C Isotopenbestimmung, Wochenproben
- CO₂ Sammelapparatur zur ¹⁴C Isotopenbestimmung, 2 Proben pro Monat
- High-volume Aerosolfilter (20.000 m³), 2 Proben pro Monat
Durchsatz 180 m³/h, Whatman 541 Cellulosefilter, hochgereinigt, in völlig inertem Halterungssystem kontinuierliche Aufzeichnung von Volumenstrom (absolut geeicht), Differenzdruck, Ausblastemperatur, Rückschlagventil zur Vermeidung von Gegenströmung bei Pumpenstillstand, externe Kühlung der Pumpen, gefilterte Pumpenabluft
- Low-volume Aerosolfilter (10-500 m³) 3-4 Proben pro Monat entsprechend wie high-volume ausgestattet, verwendbare Filter: 70, 47 und 25 mm Cellulose oder Membranfilter,
Durchsatz entsprechend 18-3 m³/h, max. Differenzdruck bis 800 mb.

Obiger Aufbau der Station ist u.a. das Ergebnis aus einem 6-monatigen Test der Biwakschachtel unter hochpolaren Bedingungen auf dem Monte Rosa, 4500 m. Diesen mühevollen Erprobungskampagnen hat in dankenswerterweise das Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung großzügig finanzielle Unterstützung gewährt und damit zum bisherigen problemlosen Antarktiseinsatz der Spurenstoffstation wesentlich beigetragen.

Zur Schneeprobennahme im Observatoriumsbetrieb wurde für monatliche Oberflächenproben an der Spurenstoffstation ein spezieller Schneepegel eingerichtet, die Ermittlung der saisonalen Seesalzdeposition anhand von adhoc gesammelten Oberflächen- und Neuschneeproben erfolgt an der Georg-von-Neumayer-Station an einem Meßplatz zur Bestimmung der elektrolytischen Leitfähigkeit.

b) Schneeproben

Im Normalfall ist für den begleitenden Betrieb der Spurenstoffstation im Südsommer nur jeweils die Schneeakkumulation aus der letztjährigen Niederschlagsperiode unter Berücksichtigung stratigraphischer Merkmale zu sammeln. Da aus dem Schneeschacht bei der Expedition 1981/82 trotz mehrfacher Hinweise zum Teil Proben ohne Tiefenorientierung geborgen wurden, mußte diesmal nochmals ein Schneeschacht bis 5 m Tiefe beprobt werden.

Meßprogramm: Stab. Isotope zur saisonalen Einordnung, Feinstratigraphie von Seesalz, nachträgliche Aufnahme von Schneestrukturparametern im Heimatlabor, statische Leitfähigkeit kontinuierlich, radioaktive Aerosole, Spurenelementprofile, soweit nicht durch eine Probenkontamination sinnlos. Aliquote Teile dieser Proben gehen an die Bayerische Akademie der Wissenschaften (O. Reinwarth). Zur Interpretation von Spurenelementprofilen tiefer Bohrkerne der Atka-Bucht nach rheologisch, glaziologischen Gesichtspunkten wurde, gemäß unseres angekündigten Fahrtprogramms, Oberflächenschnee und Flachbohrkerne auf einem Ost-West- sowie Nord-Südschnitt geborgen (Bohrtiefe bis 5 m). Wegen fehlender Transportlogistik konnten nur Profile im Bereich von 14 km beprobt werden. Eine Bohrung unweit der Nunataks ca. 200 km im Süd-Osten der Station mußte nach 3 m wegen Festsitzen des Bohrgeräts eingestellt werden, zudem enthielt der Kern aus ungeklärten Gründen große Mengen an infiltriertem Schmelzwasser. Ein Flug bis 30 km landeinwärts erfolgte trotz der hierbei vorgesehenen Möglichkeit zur Schneeprobenahme ohne jede vorherige Information, so daß die jetzt vorhandenen Profile nicht bis in relevante Entfernungen entlang der Hauptfließlinien ausgedehnt werden konnten. Eine Wiederholung dieses Programms erscheint deshalb wünschenswert. Die bereits im Feld vorgenommenen Seesalzbestimmungen von harten Oberflächenschneestrukturen zeigen jedoch den erwarteten starken Gradienten mit Abstand von der Eiskante in Nord-Süd-Richtung, das Profil in Ost-West-Richtung also parallel zur Hauptwindrichtung, reflektiert dagegen vorwiegend lokale Erosionseffekte (siehe Abb. 2). Neben einem Langzeittest verschiedener Neuschneesammelvorrichtungen wurden zusätzlich Schneeproben in einem Rasterfeld zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit von Probenahmen an Schneeoberflächen entnommen.

Für die Abschätzung des unlöslichen (mineralischen) Staubanteils im Firn des Eckström-Eisschelfs wurden noch aus 1.5 m Tiefe großkalibrige Schneeböcke geborgen.

III. Feldprogramm im Südsommer 1982/83 zur Probennahme von atmosphärischen Spurenstoffen und Firnproben

a) Luftproben

Nach der Inbetriebnahme der Spurenstoffstation konnten im Februar noch folgende Proben gezogen werden:

- fünf high-volume Aerosolfilter bis zu 18.000 m³ für ¹⁰Be, ⁷Be, ²¹⁰Pb, ¹³⁷Cs und Spurenelementverteilung
- sieben low-volume Membranfilter (Polycarbonat, Polyvinylidenfluorid und PTFE) 50-400 m³ für Spurenelementverteilung und Mikroskopie
- eine ¹⁴CO₂ Probe
- drei ¹³CO₂ Proben
- kontinuierliche Messung der Radonkonzentration, von der schon eine erste Auswertung vorliegt: der Vergleich mit den meteorologischen Parametern zeigt eine deutliche Korrelation zwischen Windrichtung und einigen kurzzeitigen Änderungen der Radonkonzentration.

Allerdings gibt es auch Änderungen in der Radonkonzentration, die in keinem offensichtlichen Zusammenhang mit dem lokalen Wettergeschehen stehen, z.B. der drastische Abfall am 17.2.83 und anschließende allmähliche Anstieg. Bei derartigen nicht-lokalen Effekten, deren Ursachen wohl in der großräumigen Zirkulation zu suchen sind, sollte versucht werden, über eine zirkumpolare Druckfeldanalyse die Trajektorien der jeweiligen Luftmassen zurückzuverfolgen. Der Beitrag des Ozeans, (geschätzt werden 1 dpm/m³), sollte vor allem durch die Messungen im Südwinter während geschlossener Eisdecke als Konzentrationsabnahme sichtbar werden.

- Gesamtkonzentration und Größenverteilung der Aitkenkernzahlen (bei diesem Programmpunkt wegen häufiger Reparaturen keine vollständigen Zeitreihen).
- Zusätzlich Spurengasproben (flask-samples) für K.f.A. Jülich (Dr. J. Rudolph).
- Die ⁸⁵-Probennahme (Februar 3 Wochen) erfolgt im Observatoriumsbetrieb auf der Georg-von-Neumayer-Station (nicht kontaminationsgefährdet), auf den Fahrtabschnitten Kapstadt - Atka-Bucht sowie Atka-Bucht - Rio war zur Sicherstellung eindeutiger Ergebnisse ebenfalls die ⁸⁵Kr-Probennahme alle 5° geographischer Breite durchzuführen.

IV. Überwinterungsprogramm

Pro Monat werden von dem Überwinterungsteam an der Spurenstoffstation z. Zt. folgende Probennahmen durchgeführt:

- 2 high-volume Aerosolfilter mit bis zu 20.000 m³
- 2 low-volume Aerosolfilter mit bis zu 500 m³
- 4 ¹³CO₂ Proben
- 2 ¹⁴CO₂ Proben
- 3 ⁸⁵Kr Proben
- 2 Spurengasproben
- Betreuung der kontinuierlichen Aufzeichnung der meteorologischen Parameter, Radon und des Teilchenzählers (mit Diffusionsbatterie)
- 1 Oberflächenschneeprobe am Schneepegel (Tiefe 20 cm)
- Neuschneesammlung, soweit definierbar, Registrierung der Seesalzdeposition an Oberflächenschneeproben

Danksagung

Unserem Feinmechanikermeister Rainer Fletterer, sowie allen Kollegen der Mechanik und Elektronikwerkstatt des Instituts für Umweltp Physik danken wir besonders für ihren engagierten Einsatz während des mehr als einjährigen Aufbaus der Spurenstoffstation. Der Stationsausbau wurde durch Mittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft, des Alfred-Wegener-Instituts und der Firma Hewlett-Packard gefördert.

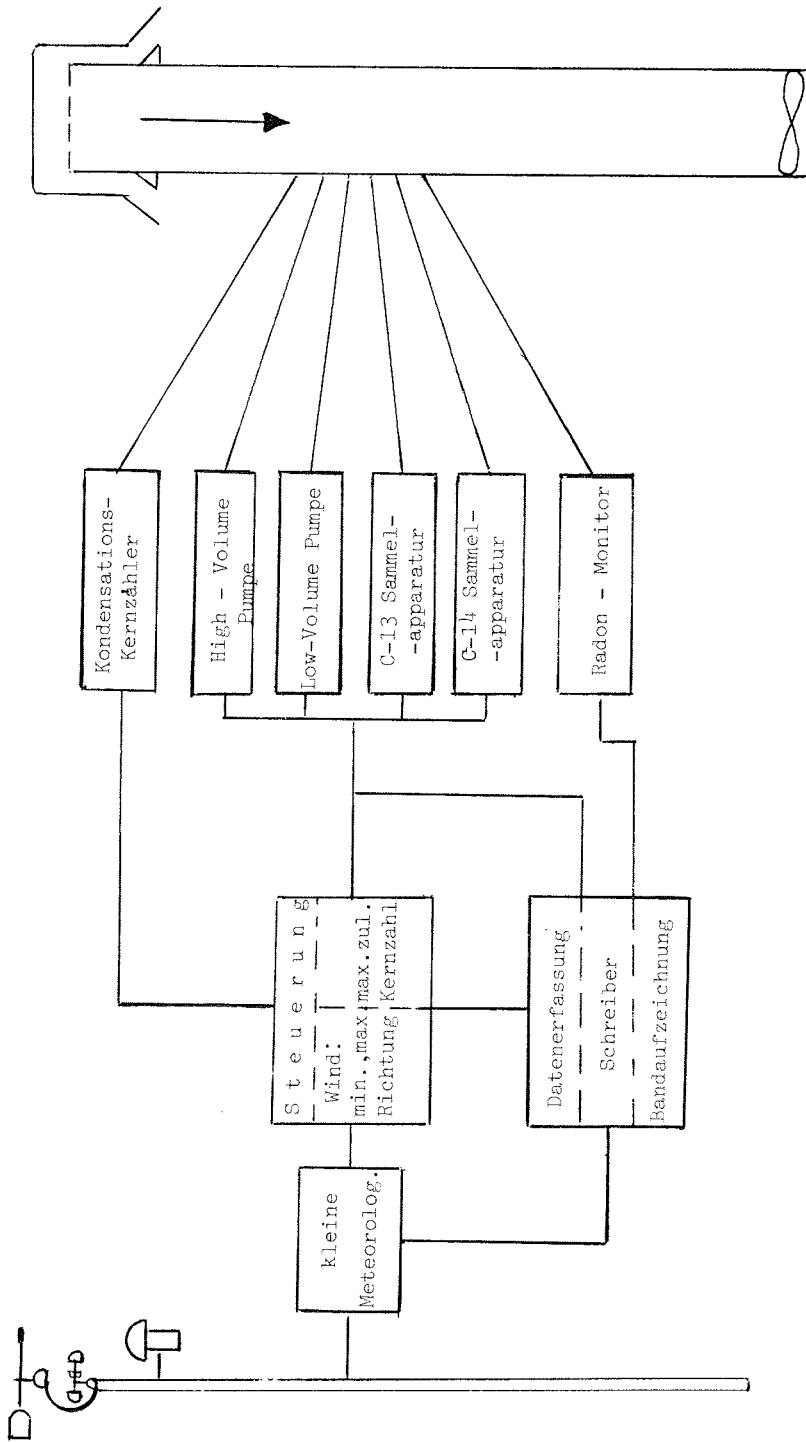


Abb.1: Aufbau der Spurenstoffstation, Stand 1983

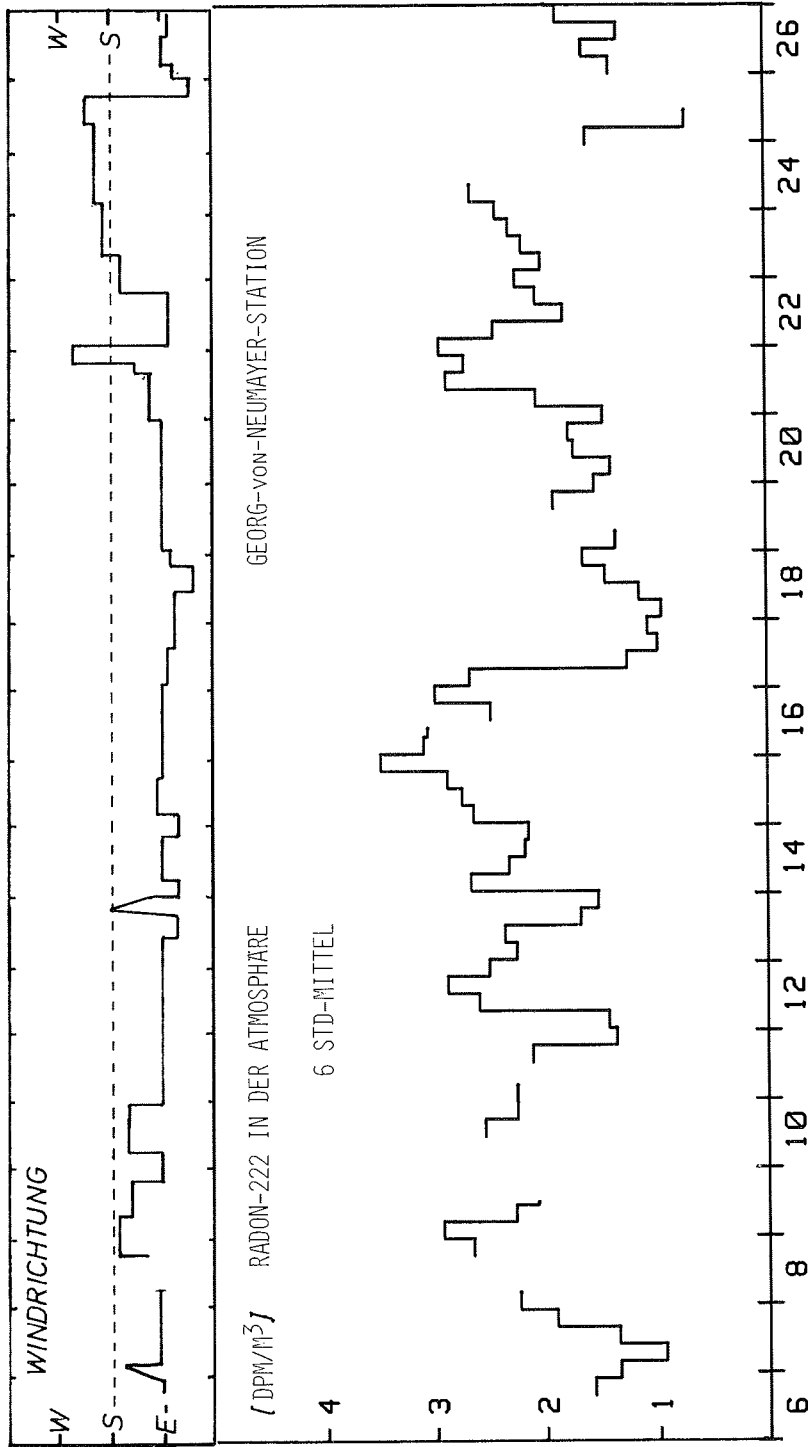


ABB. 2: ATMOSPHERISCHE RADON-222 AKTIVITÄT UND WINDRICHTUNG VOM 6. -26. FEBRUAR 1983

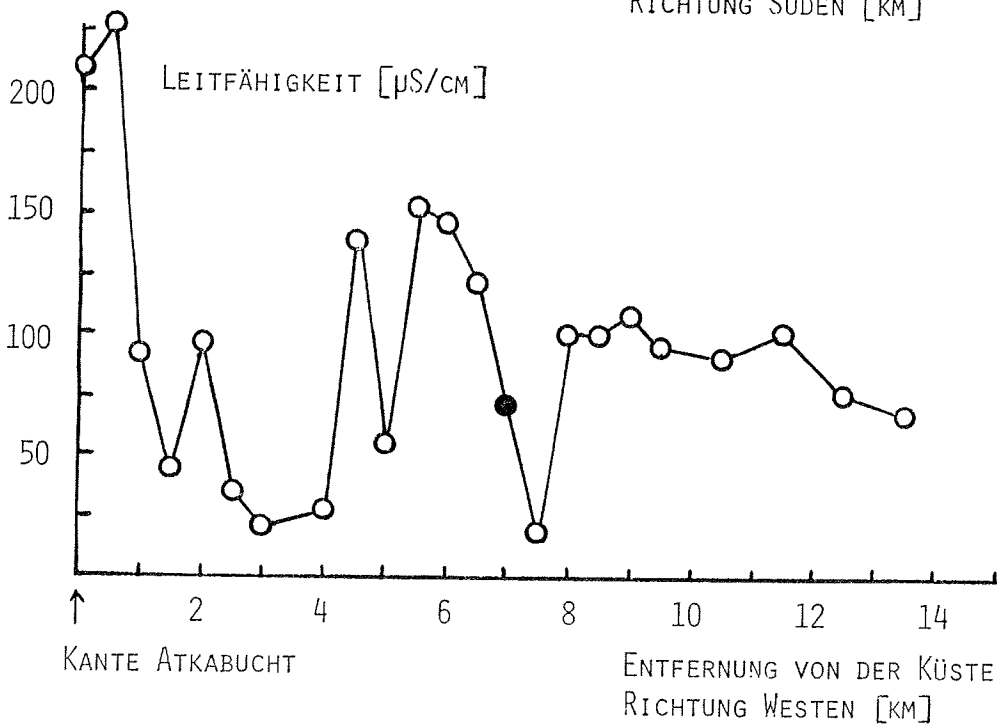
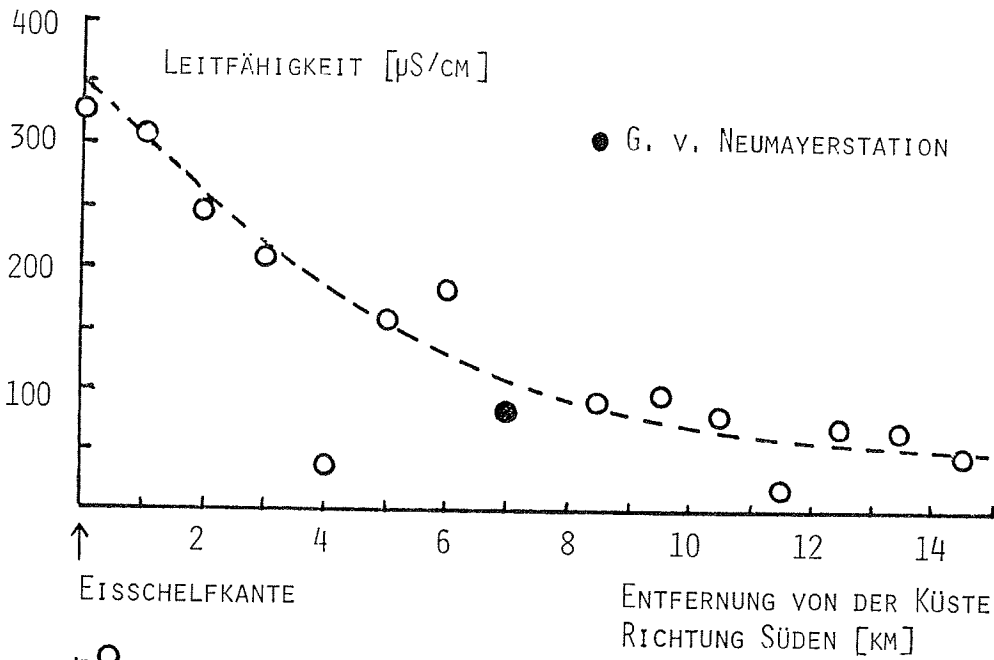


Abb. 3 Ionengehalt (entspricht hier Seesalzgehalt) verfestigter Oberflächenschneeproben im Nahbereich der Georg-von-Neumayer-Station
oben : Nord - Süd Schnitt
unten: Ost - West Schnitt
Beide Profile schneiden sich an der Station ● .

VLf-Atmospherics Messungen an der Georg-von-Neumayer-Station
in der Antarktis
G.W. Prölss, Bonn

I. Einführung

Wesentliches Ziel dieses Projektes ist die Erfassung und Analyse der Atmospheric Aktivität am Orte der Georg-von-Neumayer-Station in der Antarktis. Messungen dieser Art erlauben die großräumige Gewittertätigkeit im Bereich des Südatlantiks und der angrenzenden Festlandsgebiete zu bestimmen. Dabei bildet die Georg-von-Neumayer-Station ein wichtiges Glied in einer Kette von Beobachtungsstationen, die bisher aus Empfangsstationen in Berlin, Tel Aviv und Pretoria besteht.

Der Grundgedanke des Experimentes ist in Abb. 1 skizziert. Blitze führen zur Abstrahlung elektromagnetischer Wellen in einem weiten Frequenzbereich. Ein Großteil dieser Energie wird im Nahfeld des Blitzes absorbiert. Nur im Bereich der Längstwellen (3-30 KHz) erlaubt der natürliche Wellenleiter Erde-Ionosphäre eine großräumige Ausbreitung der Impulse. Dabei können diese "Atmospherics" bei genügender Empfindlichkeit der Empfangsgeräte noch in 10.000 km Entfernung nachgewiesen werden.

Will man aus solchen Messungen den Ort des Gewitterherdes ermitteln, so muß sowohl die Richtung der einfallenden Strahlung als auch deren Dispersion bestimmt werden. Die Richtungsmessung erfolgt mit Hilfe einer Peilantenne, die Dispersion wird an Hand von drei diskreten Frequenzen (5, 7 und 9 KHz) bestimmt. Berücksichtigt man bei der Entfernungsbestimmung sowohl die Amplituden- als auch die Laufzeitdispersion, so ergibt sich eine Informationsredundanz, die dazu benutzt werden kann, zusätzliche Aussagen über die Eigenschaften des Wellenleiters (insbesondere über die Höhe der reflektierenden Ionosphärenschicht) zu machen. Dabei wird die Analyse der empfangenen Atmospheric von einem Tischrechner gesteuert, der auch die Speicherung der Ergebnisse übernimmt. Eine detaillierte Beschreibung der Methodik findet sich in Volland et al., J. Geophys. Res. 88, 1503, 1983.

II. Versuchsaufbau

Die Meßapparatur wurde in fünf Kisten verpackt mit der Polarbjörn wohlbehalten zur Georg-von-Neumayer-Station verschifft. Dort erfolgte die Unterbringung der Meßgeräte - bestehend aus einem Längstwellenempfänger und -analysator, einem HP-Tischrechner, einem Oszillographen und einem Netzgerät - im Laborraum der Station. Nach ihrem Zusammenbau wurde die Antenne zunächst ca. 20 m nordöstlich vom Stationseingang auf einer Schneeaufwerfung aufgebaut. Dieser Ort hatte den Vorteil eines freien Empfangsfeldes nach Norden und war zudem leicht zugänglich. Der mitgeführte Antennenfuß und Abspannseile an spezialangefertigten Häringen verliehen dem Aufbau ausreichende Stabilität.

Die Einnordung der Antenne erfolgte mit Hilfe des Sonnenstandes zum Zeitpunkt des mittäglichen Meridionaldurchgangs (ca. 12:43 UT am 15.1.) und wurde mit Kompaßmessungen überprüft, wobei letztere Methode nur in größerer Entfernung von der Station zuverlässige Werte lieferte. Diesen Messungen zur Folge sollte die Ausrichtung der Antenne auf $+1^\circ$ genau sein. Die vier Antennenkabel (Stabantenne, Rahmenantenne 1 und 2 und Antennenheizung und -erde) wurden über Reiter zum Schacht IV der Röhre 2 verlegt und von dort in das Labor geführt. Die geräteseitige Verbindung erfolgte über einen Antennenkasten, der u.a. ein problemloses Angleichen der Signalstärken über Dämpfungsglieder ermöglicht. Die Länge der verlegten Kabel beträgt ca. 100 m.

Eine erste Überprüfung des Gesamtsystems ergab einerseits seine volle Funktionsfähigkeit, andererseits aber auch einen zu hohen Rauschpegel. Dieses Problem wurde dadurch gelöst, daß alle Systemmassen (Antennenmasse, Kabelabschirmungsmasse, Chassismassen) an Netzmasse gelegt wurden und gleichzeitig der HP-Rechner räumlich getrennt vom VLF-Atmospherics Analysator aufgestellt wurde. Nicht beseitigt werden konnten dagegen die oft erheblichen Störungen durch den Funkverkehr und das zeitweilige Ansteigen des Rauschpegels durch den Betrieb anderer Laborgeräte. Durch eine Änderung des Steuerprogramms konnte hier wenigstens erreicht werden, daß Systemausfälle weitgehend vermieden wurden.

Wegen anstehender Bauarbeiten wurde am Ende der Meßkampagne eine Verlegung des Antennenstandortes notwendig. Als endgültige Empfangsplattform wurde Schacht V ausgewählt, wo ein bereits vorhandenes U-Eisen ein problemloses Anflanschen des Antennenrohres ermöglichte. Die Qualität der Messungen wurde durch diesen Wechsel in keiner Weise beeinflusst.

III. Erste Ergebnisse

Eine erste Auswertung der Meßergebnisse weist auf einen deutlichen Tagesgang in der Anzahl der empfangenen Atmosphericics hin. So ergeben sich während der Tageszeit Empfangsraten, die bei 1 Atmosphericics pro Minute liegen, in der Nacht wird der 10-fache Wert beobachtet. Dies hängt zweifellos mit den wesentlich besseren ionosphärischen Übertragungsbedingungen während der Nachtstunden zusammen. Trägt man Ort und Intensität der georteten Gewitterherde in eine Weltkarte ein, so ergibt sich ein Bild, wie es in Abb. 2 dargestellt ist. Dreiecke kennzeichnen die Orte von Gewittertätigkeit und die Länge der Zeiger deren Intensität. Zusätzlich wird die jeweilige Ortszeit durch die Orientierung des Zeigers angegeben. Ausgewählt wurden Daten, wie sie zwischen dem 27.1. und dem 31.1.1983 jeweils zwischen 0^{30} und 11^{30} UT (funkfreie Zeit) und im Empfangsfernfeld (Entfernung > 2000 km) gemessen wurden. Die gezeigten Rohdaten sind dabei nur hinsichtlich von 180° -Spiegelungseffekten korrigiert worden; eine Optimierung des Wellenausbreitungsmodells war dagegen noch nicht möglich, was die beträchtlichen Streuungen der Daten erklärt. Trotzdem sind Aktivitätsschwerpunkte für den

hier gezeigten Beobachtungszeitraum durchaus erkennbar. So dominiert die Gewitteraktivität im südamerikanischen Raum. Schwächere Herde finden sich im Bereich des subtropischen Südatlantiks und im südafrikanischen Raum. Präzisere Aussagen werden allerdings erst möglich sein, wenn es gelingt, mit Hilfe von Kreuzpeilungen die jeweiligen ionosphärischen Verhältnisse genauer zu beschreiben. In diesem Zusammenhang kommt den Meßdaten der Empfangsstation Pretoria besondere Bedeutung zu.

Danksagung. Leiter des hier beschriebenen Projektes ist Prof. Dr. H. Volland. Ihm und Dr. J. Schäfer sei für ihre Unterstützung herzlich gedankt. Besonderer Dank gebührt auch dem Expeditionsleiter Dr. H. Kohlen für seine ausgezeichnete logistische Betreuung des Projektes und den gesamten Mannschaften der Georg-von-Neumayer-Station für ihre stete Hilfsbereitschaft.

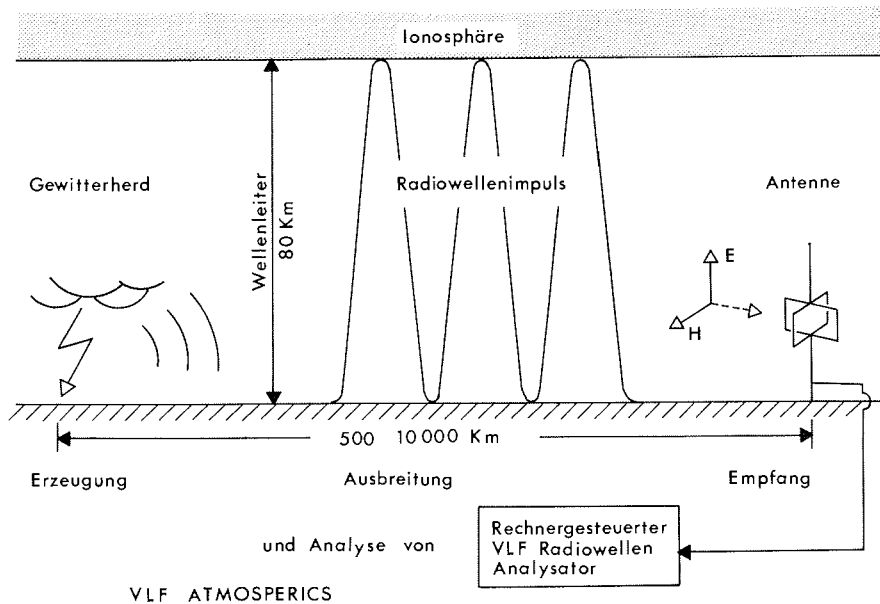


Abb. 1 Prinzip der Erfassung von Gewitteraktivität mit Hilfe von Atmospherics Messungen

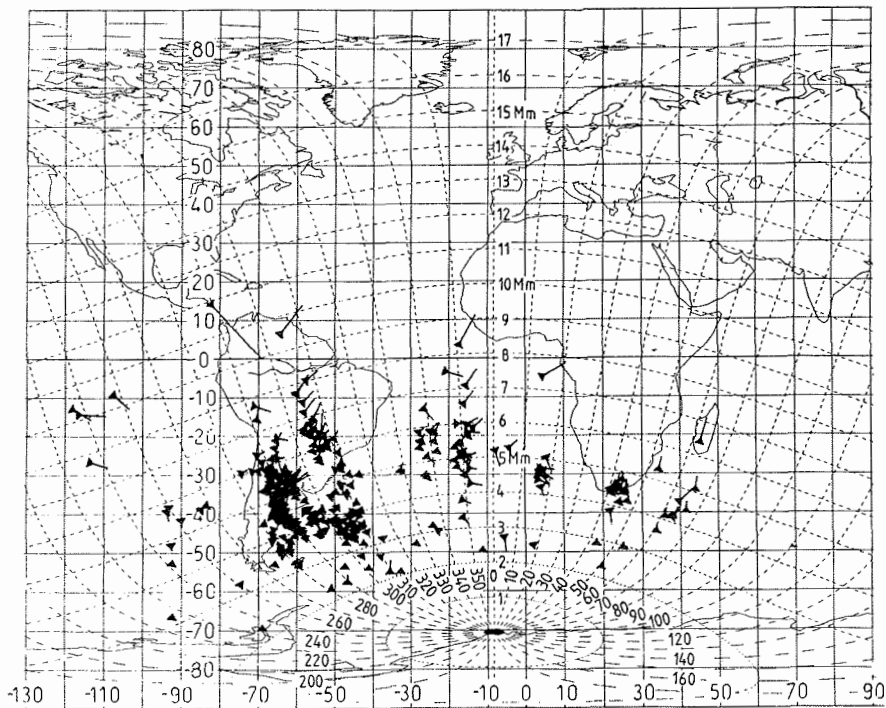


Abb. 2 Verteilung der beobachteten Gewitteraktivität im Zeitraum 27.-31.1.1983 jeweils zwischen 0:30 und 11:30 UT. Dreiecke kennzeichnen den Ort der Gewitterherde, die Zeigerlänge deren Intensität und die Zeigerorientierung die jeweilige Ortszeit. Das gestrichelte Koordinatensystem beschreibt Orte gleicher Entfernung und gleicher Richtung bezüglich der Georg-von-Neumayer-Station. Berücksichtigt wurde nur das Empfangsfernfeld (> 2000 km); außerdem wurden die Daten hinsichtlich von Spiegelungseffekten korrigiert. Dagegen ist das Atmospheric Ausbreitungsmodell noch nicht optimiert, was die Streuung der Daten erklärt.

Bericht der Gruppe "Ingenieurglaziologie" über die Arbeiten
während der Expedition 1982/83 an der Georg-von-Neumayer-Station
H.L. Jessberger und K.-H. Bässler, Bochum

1. Messungen zum Verformungsverhalten der Station

Die Georg-von-Neumayer-Station wurde im Südsommer 1980/81 errichtet. Sie besteht aus zwei schneeüberdeckten Stahlröhren von rd. 50 m Länge, in deren Schutz sich Container für den Aufenthalt des Personals sowie die zum Betreiben der Station notwendigen Einrichtungen befinden.

Im Bereich der Station und an den Röhren sind mehrere Meßsysteme angeordnet, mit deren Hilfe in Langzeitbeobachtungen das Verformungsverhalten der Röhren studiert werden soll, um aus der zeitabhängigen Verformung der Station zum einen auf die Standsicherheit der Station sowie gleichzeitig auf die Verformungseigenschaften der darunterliegenden Firn- und Eisschichten schließen zu können. In Bild 1 ist der Grundriß der Station mit den für die folgenden Erläuterungen wichtigen Angaben zu den einzelnen Meßsystemen eingetragen.

Um die Höhenmessungen auf ein vergleichbares Niveau beziehen zu können, wurde ein Bezugspunkt geschaffen, der als die mittlere Höhe des jeweiligen Fußpunktes von vier sogenannten Festpunkten festgelegt ist. Diese vier Festpunkte liegen außerhalb des unmittelbaren Stationsbereiches und sind damit von den Lasten aus der Station weitgehend unabhängig. Auf Bild 1 ist die Grundidee dieses Bezugspunktes für Höhenmessungen skizziert. Im Laufe der Zeit hat sich herausgestellt, daß wegen der Schneedrift auf der Lee-Seite der Station die dort liegenden Festpunkte F 2 und F 3 gegenüber den anderen beiden Festpunkten F 1 und F 4 mit einer größeren Schneehöhe belastet sind und damit geringfügig größere Setzungen zeigen. Trotzdem hat sich dieses Konzept des Bezugspunktes bestens bewährt.

Die Setzung der Station wird an den in Bild 1 angegebenen Meßpegeln P 5 bis P 10 jeweils im Südsommer durch Höhengnelllements bestimmt. Die während dieser Expedition durchgeführten Messungen, deren vorläufige Auswertung bereits vorliegt, können zusammen mit den Meßergebnissen aus dem Vorjahr mit einer von Dörr [1] erarbeiteten Setzungsvoraussage verglichen werden, die auf theoretischen Betrachtungen sowie den in Laborversuchen bestimmten Firneigenschaften beruht. Außerdem liegen der Setzungsvorhersage Annahmen zum Lastansatz aus Eigengewicht und Nutzlast der Station sowie des umgebenden Schnee- und Firnbereiches zugrunde. Aus Bild 2a ist zu erkennen, daß die Rechenwerte gut durch die Messungen bestätigt werden. Allerdings zeigt sich die Tendenz, daß die Rechnung etwas geringere als die gemessenen Setzungen vorhersagt, vermutlich bedingt durch tatsächlich höhere Lasten als der Rechnung zugrunde gelegt. Zum Vergleich ist in Bild 2b der von Dörr für eine Stütze der Filchner-Station berechnete zeitliche Setzungsverlauf dargestellt. Man erkennt, daß nach 1 Jahr mit einer Setzung von etwa 0,5 m zu rechnen ist. Leider war es aus logisti-

schen Gründen während dieser Kampagne nicht möglich, die von uns im Vorjahr an der Filchner-Station eingebauten Meßsysteme abzulesen. Es ist jedoch notwendig, daß im nächsten Südsommer diese Messungen durchgeführt werden, um für die Folgejahre bzw. auch für ähnliche Konstruktionen an anderer Stelle eine Möglichkeit zur exakten Vorhersage der Setzungen zu erhalten.

Die unmittelbar nach Herstellung der Röhren der Georg-von-Neumayer-Station begonnenen Messungen zur Konvergenz der Röhren wurden auch in diesem Jahr fortgesetzt. Das Ergebnis ist in Bild 3 zusammen mit einem Querschnitt durch die Stationsröhre aufgetragen. In Ergänzung zu früheren Darstellungen (z.B. in [2]) ist im Diagramm auf Bild 3 für die beiden Meßquerschnitte der zeitliche Verlauf der Firstsenkung Δc aufgetragen, der aus geometrischen Beziehungen zwischen den Meßwerten der Konvergenzmessungen im oberen Bereich der Röhre berechnet wurde. Es hatte sich nämlich durch Inaugenscheinnahme feststellen lassen, daß nicht nur eine Firstsenkung, sondern auch eine Sohlenhebung zu verzeichnen ist.

Diese Konvergenzmessungen sowie die oben beschriebenen Messungen zum Setzungsverhalten der Station werden durch die Schneeauflast auf der Station und neben der Station deutlich mitgeprägt. Deshalb ist es notwendig, daß die Schneehöhe über dem Röhrenfirst von Zeit zu Zeit genau ermittelt wird. Das Ziel dieser gemeinsam mit der Firma Christiani und Nielsen durchgeführten Schneehöhenaufnahme über der Station ist in Bild 4 wiedergegeben. Man erkennt aus dieser Darstellung deutlich, daß Unterschiede in der Schneeüberlagerung vorliegen. So zeigt sich z.B. deutlich im Bereich der Schneeschmelze die größte Schneeüberdeckung.

Neben der Belastung ist ein weiterer Faktor für das Verformungsverhalten der Station die Temperatur am Außenmantel der Röhren. Aus diesem Grund wurden während der letzten Expedition in Röhre I zwei Meßquerschnitte für die Temperaturmessung angelegt, wobei die Temperaturfühler möglichst nahe an den Stationsröhren in unmittelbarer Nähe der Meßpunkte für die Konvergenzmessungen befestigt sind. Das Ergebnis der ersten Messungen ist in Bild 5 eingetragen. Querschnitt III liegt im Bereich der Generatorstation und Querschnitt V im Bereich des Funkcontainers. Daher ist erklärlich, daß in Verbindung mit der höheren Wärmeabstrahlung der Generatorstation dort im First die höchsten Temperaturen gemessen wurden. Diese Beobachtung war schon früher gemacht und beschrieben worden [3], da zur jeweiligen Konvergenzmessung auch Temperaturmessungen zur Ermittlung eines Korrekturgliedes durchgeführt werden.

2. In situ-Messungen zum Verformungsverhalten von Schelfeis

Die langfristig angelegten Verformungsmessungen an den Bauwerken der deutschen Antarktisstationen können auch herangezogen werden, das Verformungsverhalten des Schelfeises insgesamt kennenzulernen, wozu z.B. auch die in Bild 1

angegebenen Meßpegel und Festpunkte dienen. In Weiterführung dieser Aufgabenstellung sind im Vorjahr Nullmessungen mit einem Neigungsmeßgerät sowie mit einem Setzungsmeßgerät in tieferen Bohrlöchern im Bereich der beiden deutschen Stationen durchgeführt worden. Für die Neigungsmessung wird das Neigungsmeßgerät "Digitilt" verwendet, das auf dem Prinzip eines biaxialen Servo-Beschleunigungsaufnehmers beruht, und das im vorliegenden Fall in einem Kunststoffrohr geführt wird und eine sehr hohe Meßgenauigkeit zuläßt (s. Bild 6). Diese Meßverrohrung wird unmittelbar nach Herstellung der Bohrung eingestetzt. Mit der Zusatzeinrichtung "spiral checking" wird eine mögliche gegenseitige Verdrehung der einzelnen Führungsrohre erfaßt. Auf Bild 6 ist das vorläufige Ergebnis dieser Messungen an der 74 m tiefen Bohrung in der Nähe der Georg-von-Neumayer-Station wiedergegeben. Hier sind die Verschiebungen der in eine horizontale Lage projizierten 10 m-Punkte dargestellt. Mit der Annahme, daß sich der Fußpunkt nicht verschoben hat, ergibt sich, daß im vergangenen Jahr eine Verschiebung in ost-nordöstlicher Richtung stattgefunden hat. Der notwendige Vergleich mit den an der Oberfläche geodätisch gemessenen Verschiebungen einschließlich Interpretation steht noch aus.

Im unteren Bereich der Bohrung zeigt sich auf ca. 20 m eine Zick-Zack-Verformung, die vermutlich durch eine wellenförmige Verformung der Verrohrung verursacht ist, die auf den fehlenden Kontakt zwischen Eis und Verrohrung zurückzuführen ist. Bei zukünftigen Meßlöchern wird diese Ungenauigkeit durch Abstandshalter bzw. durch Auffüllung des Ringraumes mit Schnee gezeigt.

Zur Erfassung des zeitlichen Zusammendrückungsverhaltens innerhalb verschiedener Tiefenbereiche im Schelfeis kommt ein Setzungsmeßgerät "Magnetic Probe Extensometer" zum Einsatz. Das Schema des Meßsystems ist auf Bild 7 dargestellt. Bei diesem System wird der eigentliche Meßkopf in das verrohrte Bohrloch abgelassen, das mit einem gewellten Kunststoffrohr ausgekleidet ist, in dessen Wellen in bestimmten Abständen Metallringe eingelassen sind. Die Lage dieser Ringe, die durch die Haftung zwischen umgebendem Firn oder Eis und dem Wellrohr die Deformationsbewegungen des Eises mitmachen, wird mit dem Meßkopf exakt eingemessen. Aus nach bestimmten Zeitabständen wiederholt durchgeführten Messungen kann das Deformationsverhalten des umgebenden Firn- und Eisbereiches über die gesamte Höhe des Bohrloches erfaßt werden.

In der 50 m-Bohrung neben der Georg-von-Neumayer-Station wurde im Vorjahr die Nullmessung durchgeführt. Die ersten Meßergebnisse der Wiederholungsmessung nach 1 Jahr sind auf Bild 7 aufgetragen. Aus der Darstellung läßt sich die Zusammendrückung über die Tiefe innerhalb eines Jahres erkennen. In diesem Bild ist auch die mittlere Zusammendrückung des Firns an den Festpunkten F 1 bis F 4 zwischen Fußpunkt und Kopfplatte [4] im betrachteten Tiefenbereich in den Kurvenzug eingetragen. Die mittlere Zusammendrückung des Firns an den Festpunkten stimmt exakt mit den mittels Setzungsmeßgerät ermittelten Werten überein.

3. Durchführung glaziologischer Bohrungen

Ein Schwerpunkt im Programm der Expedition 1982/83 lag in dem Einsatz des Eisbohrers, mit dem eine Bohrtiefe von mindestens 200 m erreicht werden sollte. Aufbauend auf den Erfahrungen des Vorjahres [5] sowie angeregt durch Erfahrungsaustausch mit ausländischen Kollegen waren einige Modifikationen, insbesondere auch im Hinblick auf das Antitorque-System, erarbeitet worden. Während der diesjährigen Bohrarbeiten hat sich allerdings herausgestellt, daß sich das schon im Vorjahr eingesetzte und auf die Entwicklung von Rufli zurückgehende Antitorque-System auch bis in Tiefen von über 200 m bestens bewährt.

Das gesamte Bohrsystem wurde bereits im Bericht der Vorjahresexpedition [2] kurz vorgestellt, Einzelheiten finden sich an anderer Stelle [5]. Bei der während der Expedition eingesetzten Version des Bohrers (System II, Winde II) waren verschiedene Verbesserungen vorgenommen worden, die sich auf Handhabung und Bohrtechnik, in erster Linie jedoch auf eine erhebliche Gewichtsverminderung bezogen. So soll lediglich in Bild 8a das Schaltpult für die Steuerung des Bohrers und der Winde (System II) und in Bild 8b das untere Ende des Bohrrohrs mit Bohrkronen gezeigt werden.

Die wichtigsten Kenndaten des Bohrers sind nachfolgend zusammengestellt:

Länge des Bohrrohres einschl. Motor, Getriebe und Antitorque-System:	4,70 m	
Durchmesser des Bohrloches:	117 mm	
Kerndurchmesser:	75 m	
Bohrmotor 450 W; 140 Amp; 3000 rpm; Getriebeübersetzung 1:17 (175 rpm an der Krone)		
Windenmotor 3000 W; 140 Apm; 3000 rpm; Untersetzungsgetriebe 1:213		
Bohrmast Länge 5,50 m		
Kabel (7-adrig)	System I	System II
∅ mm	9,7	10,7
Gewicht kg/1000 m	370	125
Gesamtgewicht	550 kg	220 kg

Mit diesem Bohrsystem war es gelungen, innerhalb von 16 Tagen eine Bohrtiefe von über 200 m zu erreichen. Der Bohrfortschritt gegen die Tiefe ist auf Bild 9 dargestellt. Auf Bild 9 sind auch die Ergebnisse der im Abstand von 10 m durchgeführten Temperaturmessungen aufgetragen. Hier

stellt sich der grundsätzlich bekannte Temperaturverlauf in einem Schelfeis dar. Allerdings ist zu beachten, daß die Lufttemperatur an der jeweiligen "frischen" Bohrlochsohle gemessen wurde, wobei zur Vermeidung einer zu großen Zeitverzögerung des eigentlichen Bohrens eine Verweildauer des Meßinstrumentes von nur etwa 15 Minuten zugelassen werden konnte. Dies bedeutet, daß die in Bild 9 angegebenen Temperaturen vermutlich zu hoch sind. Diese Vermutung wird dadurch bestätigt, daß in einer nach Beendigung der Bohrung durchgeführten Meßreihe, für die die Zeitbegrenzung nicht bestand, etwa um 1°C tiefere Temperaturen gemessen wurden. Ausgehend von diesen Erfahrungen werden in den Folgejahren die Temperaturmessungen in Bohrlöchern so durchgeführt, daß der Temperaturgeber mit einer Anpreßvorrichtung an die Bohrlochwandung gedrückt wird.

Die beim Bohren gewonnenen Eiskerne waren bis in eine Tiefe von 69 m einwandfrei. Danach kam eine Zone von ca. 30 m, in der die Bohrkerns weitgehend zerbrochen waren. In größerer Tiefe konnten vereinzelt wieder gute Kerne gezogen werden. Über ähnliche Erfahrungen war erst kürzlich von zwei Forschergruppen berichtet worden [6], [7]. Es ist zu beachten, daß bei einer Tiefe von ca. 90 m die Zugfestigkeit des Eises etwa der Auflastspannung entspricht. Damit ist infolge der Druckentlastung beim Bohren das Eis ab dieser Tiefe äußerst spröde und empfindlich. Der Schwerpunkt der weiteren Entwicklungsarbeit am Bohrsystem liegt in der Verbesserung des Bohrkopfes einschließlich Bohrkrone mit dem Ziel, die Kernqualität zu verbessern. Weiterhin geht es um Sicherstellen einer einwandfreien Führung des Bohrrohres im Bohrloch, um Verkantungen und damit Schädigungen des Eiskernes zu vermeiden.

Die einzelnen sorgfältig verpackten Eiskerne wurden im Kühlcontainer des Versorgungsschiffes zur eingehenden Untersuchung an den verschiedenen deutschen Forschungsinstituten nach Deutschland transportiert.

Als das Schelfeis nach 16 Bohrtagen durchbohrt war, drückte der Wasserüberdruck von fast 17 bar das Bohrröhr nach oben, das in einer Tiefe von ca. 60 m steckenblieb. Der Wasserspiegel stieg noch bis 36,7 m an, bevor das Wasser im Bohrloch gefror.

4. Verankerung für den 45 m-Mast

Das Meteorologische Institut der TU Hannover hat für die Beobachtung der Bewegungen in höheren Luftschichten von der Firma C+S Antennas, England, einen 45 m hohen Gittermast beschafft. Die Verankerung der Abspannseile für diesen Mast war von uns entwickelt, hergestellt und während der Expedition montiert worden.

Aufgrund der angesetzten Windlasten ergaben sich aus der statischen Berechnung die in Bild 10 angegebenen Kräfte, die über das Fundament unter dem Mast sowie über insgesamt 6 Verankerungspunkte in den Schnee und Firn übertragen werden

mußten. Das von uns entwickelte Verankerungssystem besteht zur Aufnahme der Vertikallast entsprechend Bild 11 aus einem Zugglied mit einem Pfropfen aus verdichtetem und vorbelastetem Schnee. Die Löcher für das Zugglied mit 10 cm Durchmesser und 4 m Länge werden mit dem SIPRE-Bohrer gebohrt. Zur Aufnahme der Horizontallast aus den Abspannseilen wurde eine Druckplatte angeordnet.

Da es sich um eine Permanentverankerung handelt, ist an einem Verankerungspunkt eine Vorrichtung zur langfristigen Beobachtung von möglichen vertikalen und horizontalen Verschiebungen des Ankerkopfes installiert worden (s. Bild 12). Außerdem werden von den Überwinterern gleichzeitig mit den Verschiebungsmessungen an diesem Verankerungspunkt mittels eines Zugkraftaufnehmers die aus den Abspannseilen ankommenden Zugkräfte gemessen, so daß eine realitätsbezogene Auswertung der über eine längere Zeitperiode einzuholenden Verschiebungsdaten möglich sein wird. In diese Auswertung werden die aktuellen Wetterdaten sowie die Setzungsmessungen am Flachfundament des Mastes einbezogen, so daß hiermit eine wichtige Ergänzung zu den bereits seit über 2 Jahren laufenden Beobachtungen an anderen Bauwerken im bzw. auf dem Eis gegeben ist.

5. Zusammenfassung und Würdigung

In diesem Bericht wird ein Überblick gegeben über die wichtigsten Ergebnisse unserer wissenschaftlichen Arbeiten im Rahmen der deutschen Antarktisexpedition 1982/83, bei der die während der beiden vorausgegangenen Expeditionen begonnenen Forschungsarbeiten weitergeführt sowie neue Fragestellungen aufgegriffen wurden. Im Mittelpunkt steht dabei immer die Erfassung der zeit- und temperaturabhängigen mechanisch-reologischen Eigenschaften von Schnee, Firn und Eis, und zwar einmal als glaziologische Grundlagenforschung im Hinblick auf die Massenbilanz von Schelfeisbereichen und zum anderen bezogen auf die anwendungsorientierte Aufgabe, auf und im Eis der Antarktis verschiedenartige Bauwerke wie Flach- und Tiefgründungen, Verankerungen, Stollen und Schächte standsicher zu errichten.

Um in Verfolgung dieses doppelten Zieles den heutigen Erkenntnisstand zu erreichen, waren wir auf vielfältige Unterstützung durch die anderen an den Expeditionen teilnehmenden Wissenschaftler angewiesen. Besonders hervorzuheben ist außerdem die pünktliche und zuverlässige Durchführung der Messungen durch die bisher 3 Überwinterungsmannschaften. Diesen Kollegen und Freunden, daneben auch allen Mitarbeitern des Bochumer Grundbau-Lehrstuhls, allen voran Herrn Heinrich Reese, der schon zweimal die Strapazen der Expeditionsteilnahme auf sich genommen hat, sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Schließlich danken wir dem AWI und der DFG für die finanzielle und logistische Unterstützung unserer Arbeit.

Literaturverzeichnis

- [1] Dörr, R.: Zeitabhängiges Setzungsverhalten von Gründungen in Schnee, Firn und Eis am Beispiel der deutschen Georg von Neumayer- und Filchner-Station in der Antarktis. Schriftenreihe des Instituts für Grundbau, Wasserwesen und Verkehrswesen, Ruhr-Universität Bochum, Serie Grundbau, Heft 7, 1983.
- [2] Jessberger, H.L., Dörr, R.: Bericht der Gruppe "Ingenieurglaziologie" über die Arbeiten während der Expedition Eiswarte 1981/82. Berichte zur Polarforschung.
- [3] Jessberger, H.L., Dörr, R.: Ergebnisse der Temperaturmessungen an der G. v. Neumayer-Station, aufgenommen in Verbindung mit den Konvergenzmessungen, Bochum 1982, Interner Bericht.
- [4] Jessberger, H.L., Dörr, R.: Large scale investigations of the deformation behaviour of layers of ice shelves. Annals of Glaciology 3, 1983, p. 156.
- [5] Jessberger, H.L., Dörr, R.: Recent experiences with a modified Rufli ice drill. Symposium and Workshop on Ice Drilling Technology, 1982, Calgary.
- [6] Gillet, F., Donnon, D., Girard, C., Manouvrier, A., Rado, C., Ricou, A.: Ice core quality in electro-mechanical drilling. Symposium and Workshop on Ice Drilling Technology, 1982, Calgary.
- [7] Holdsworth, G.: The canadian Rufli-Rand electro-mechanical core drill and reaming device. Symposium and Workshop on Ice Drilling Technology, 1982, Calgary.

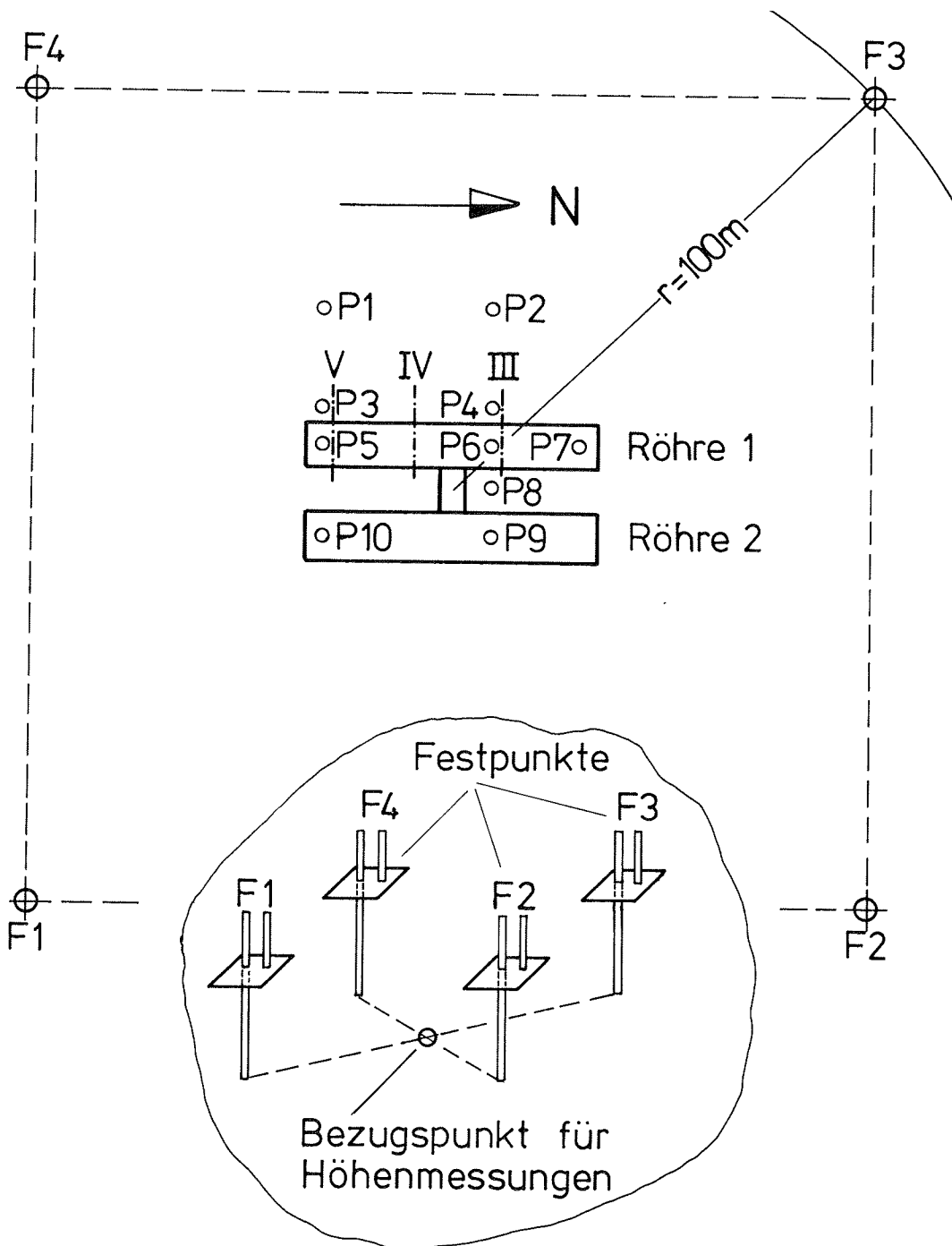


Bild 1 Lageplan der Georg-von-Neumayer-Station mit Lage einiger Meßsysteme.

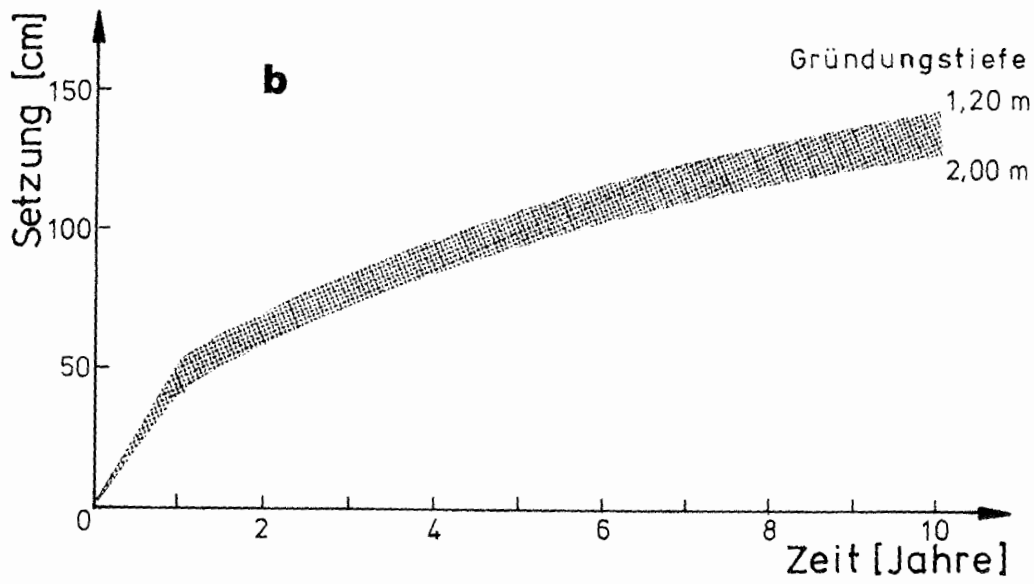
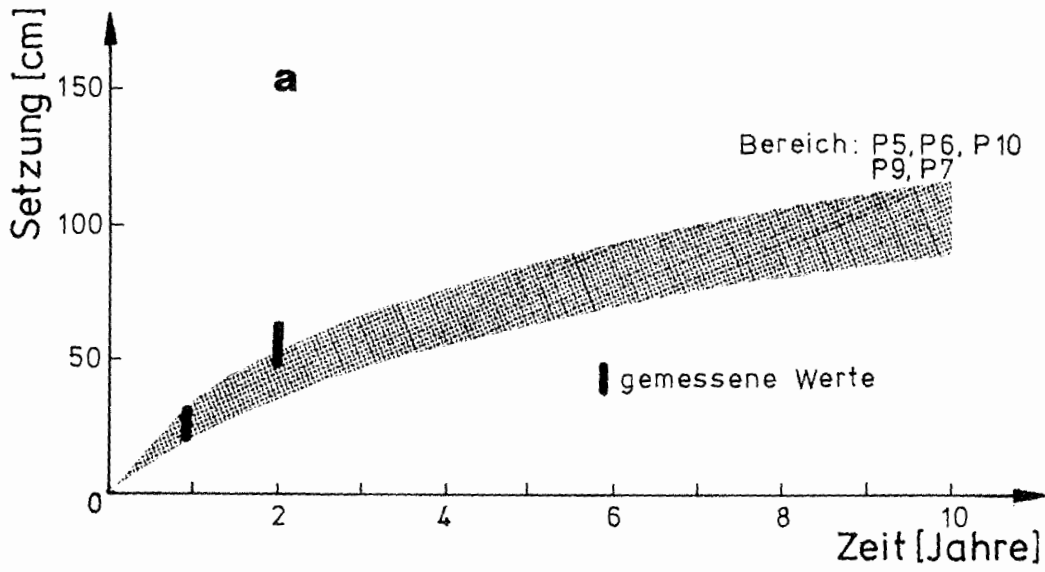


Bild 2 Zeit-Verformungsverhalten,
 a) Georg-von-Neumayer-Station
 b) Filchner-Station.

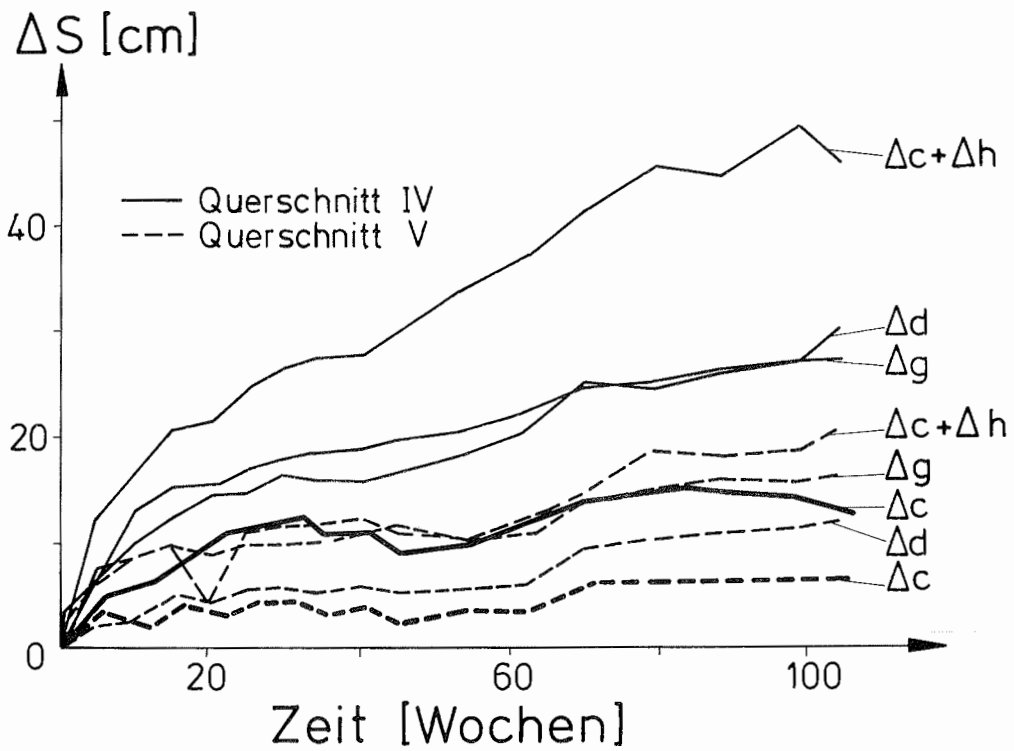
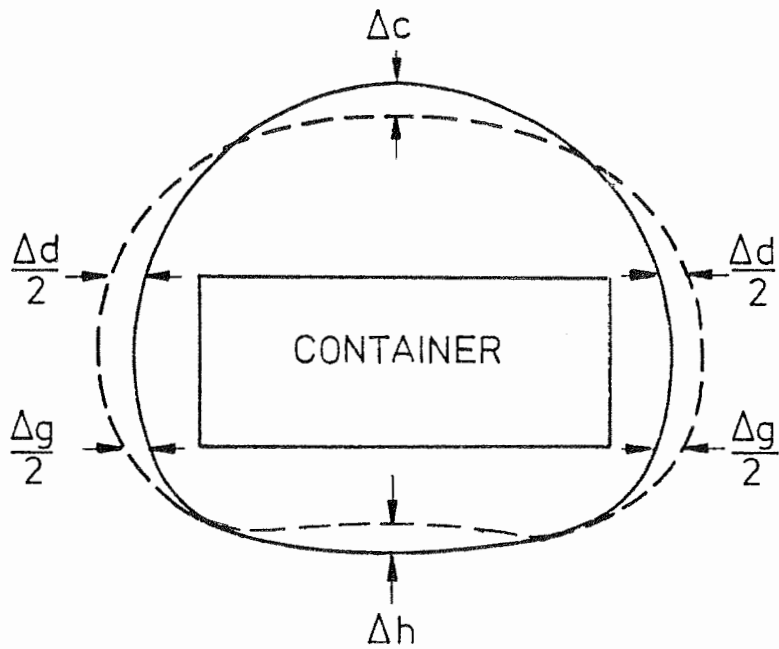


Bild 3 Ergebnis der Konvergenzmessungen über 2 Jahre an einer Röhre der Georg-von-Neumayer-Station.

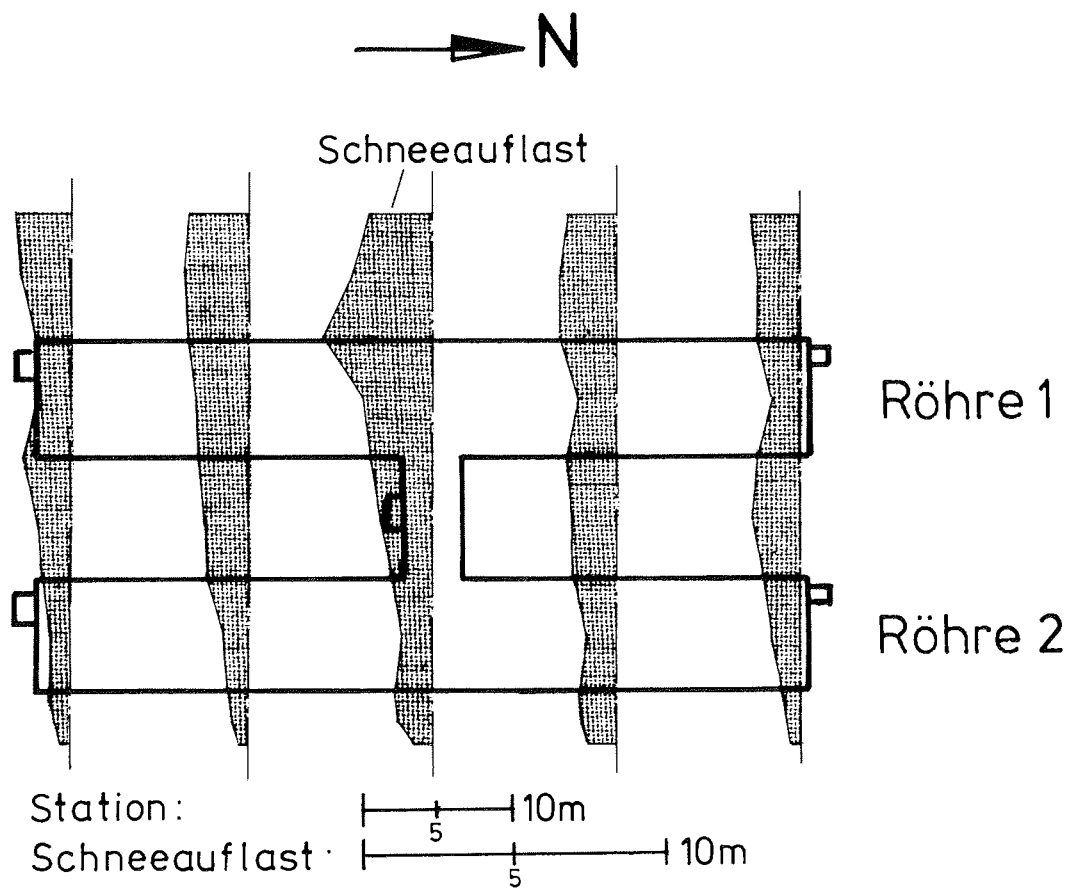


Bild 4 Schneehöhen über der Georg-von-Neumayer-Station, Stand Februar 1983.

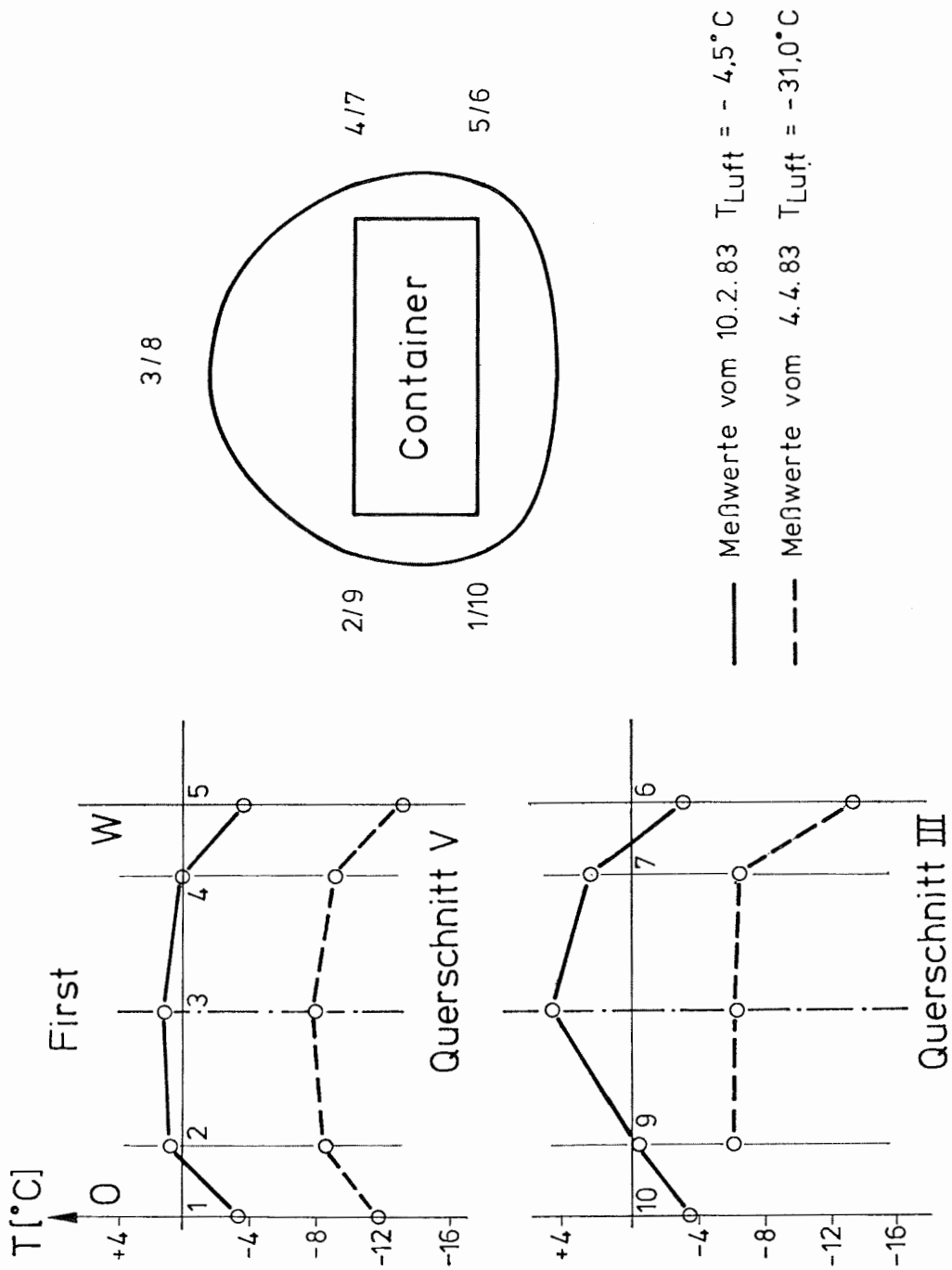


Bild 5 Temperaturmessungen an zwei Querschnitten der Röhre I der Georg-von-Neumayer-Station.

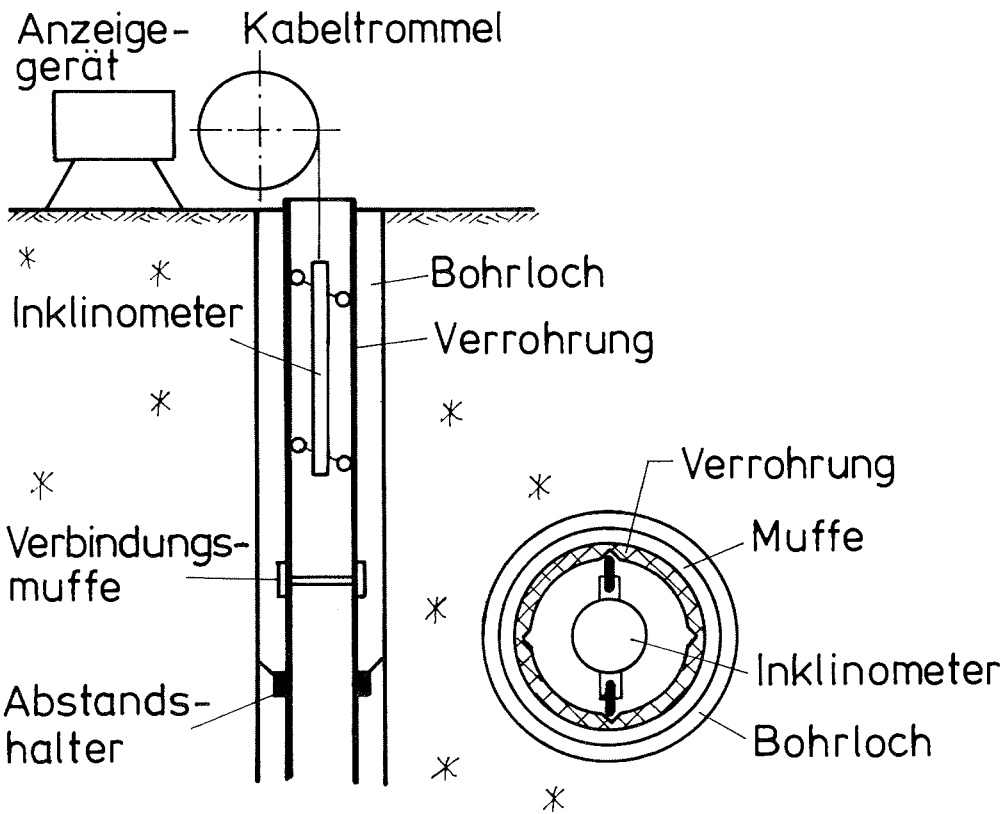
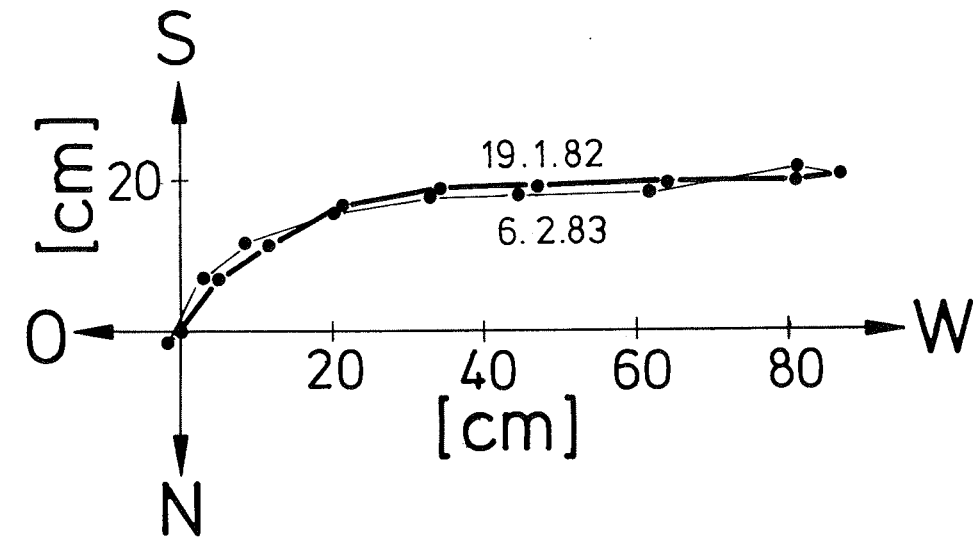


Bild 6 Ergebnisse der wiederholten Neigungsmessungen an einem 73,6 m tiefen Loch an der Georg-von-Neumayer-Station einschl. Prinzipskizze zum Meßsystem.

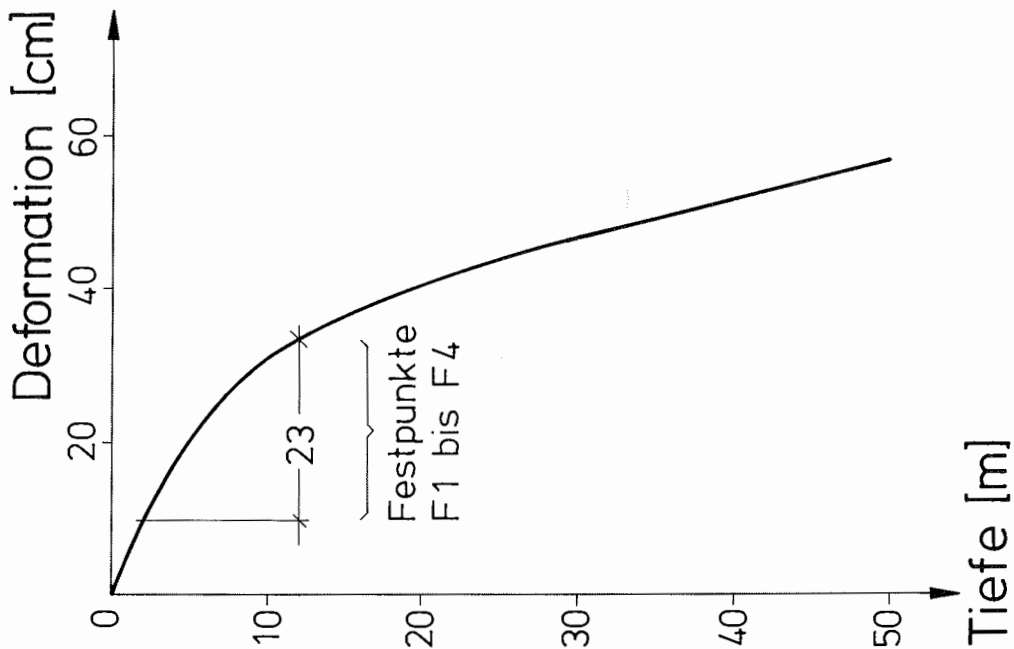
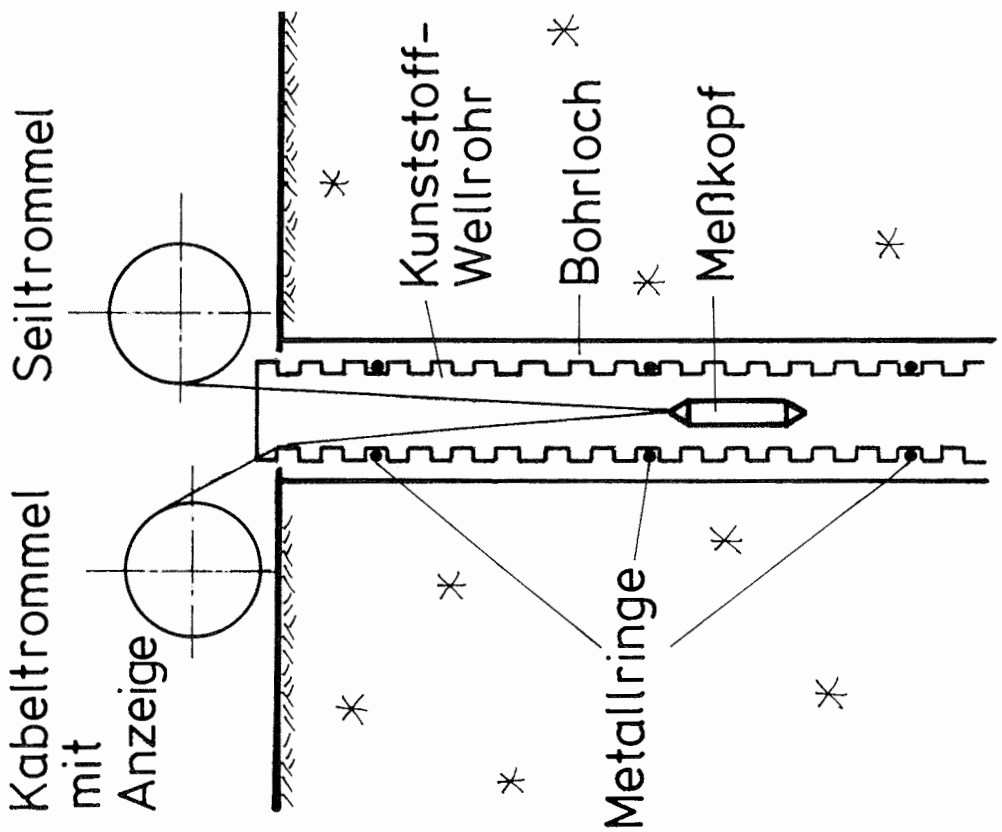
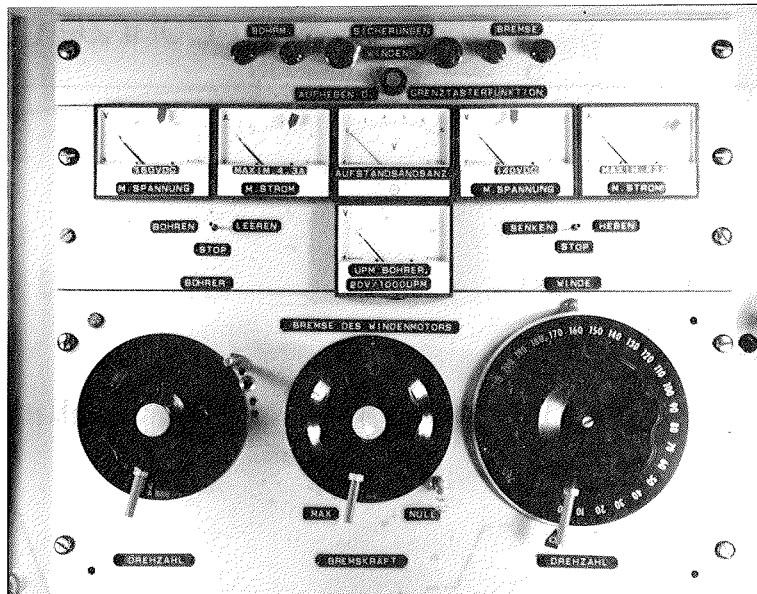


Bild 7 Ergebnisse der Setzungsmessungen der Wiederholungsmessungen nach 1 Jahr an einem 50 m-Loch an der Georg-von-Neumayer-Station einschl. Prinzipskizze des Meßsystems.

a



b

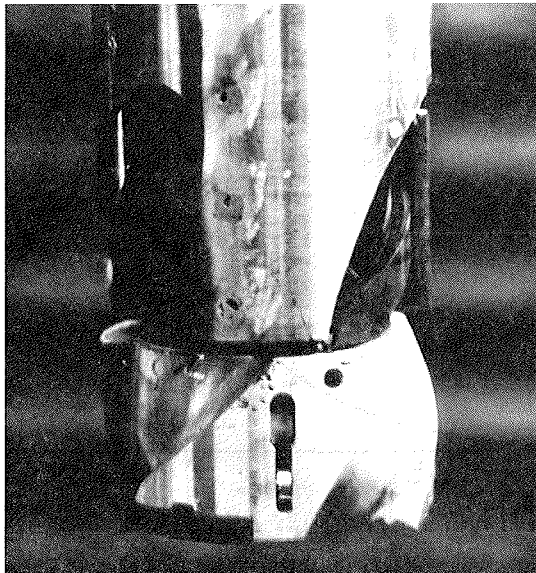


Bild 8 a) Ansicht des Steuerpultes
b) Bohrkopf mit Bohrkronen

Fotos: K.-H. Bässler

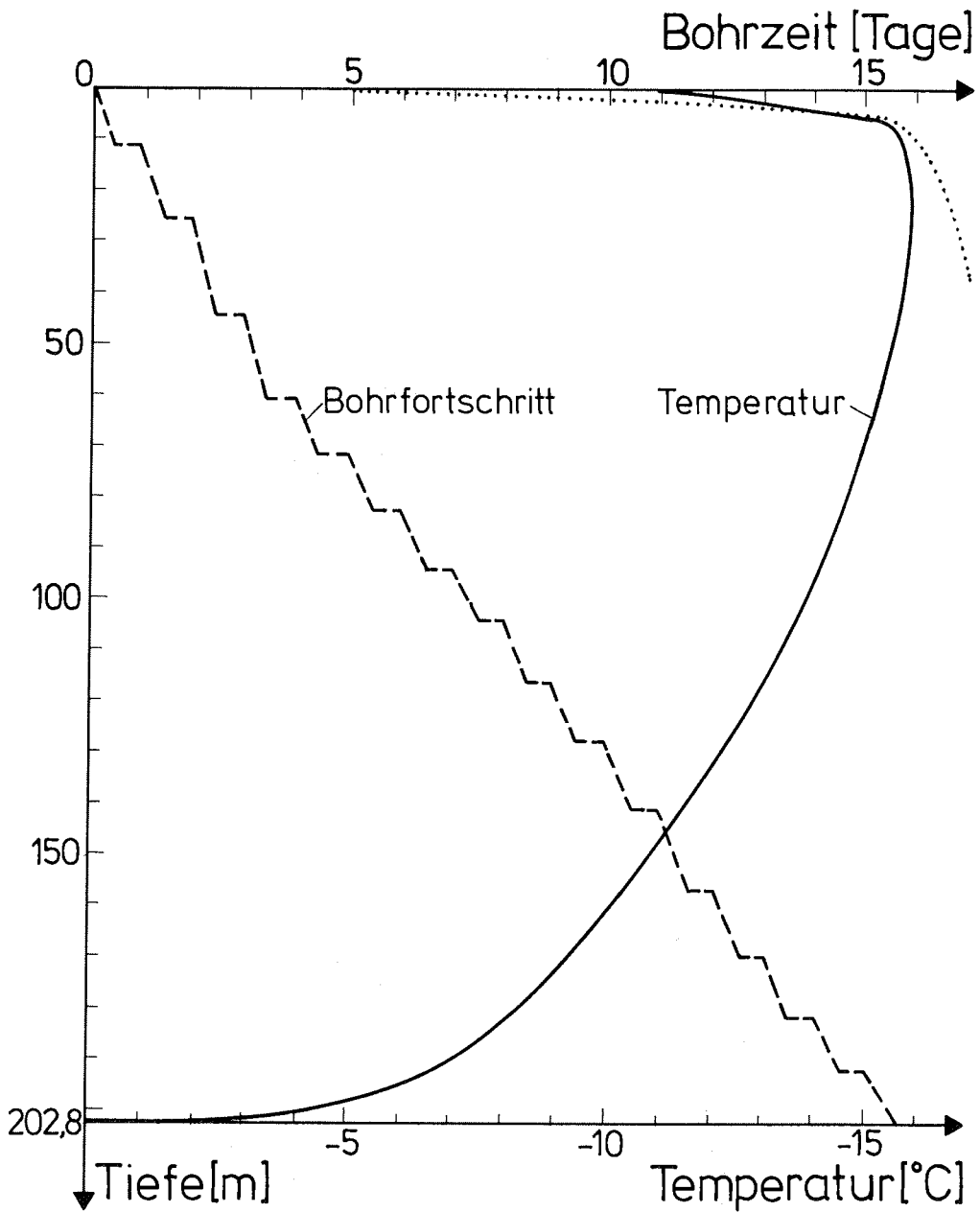


Bild 9 Bohrfortschritt über die Tiefe und Temperaturprofil an dem tiefen Bohrloch an der Georg-von-Neumayer-Station.

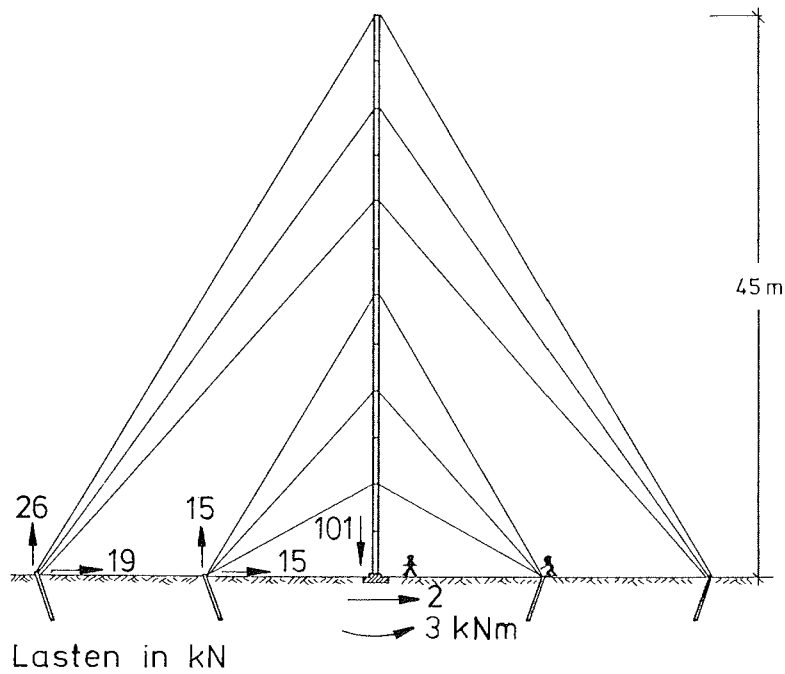


Bild 10 45 m-Mast mit Lastangaben für die Zugverankerungen und die Flachgründung.

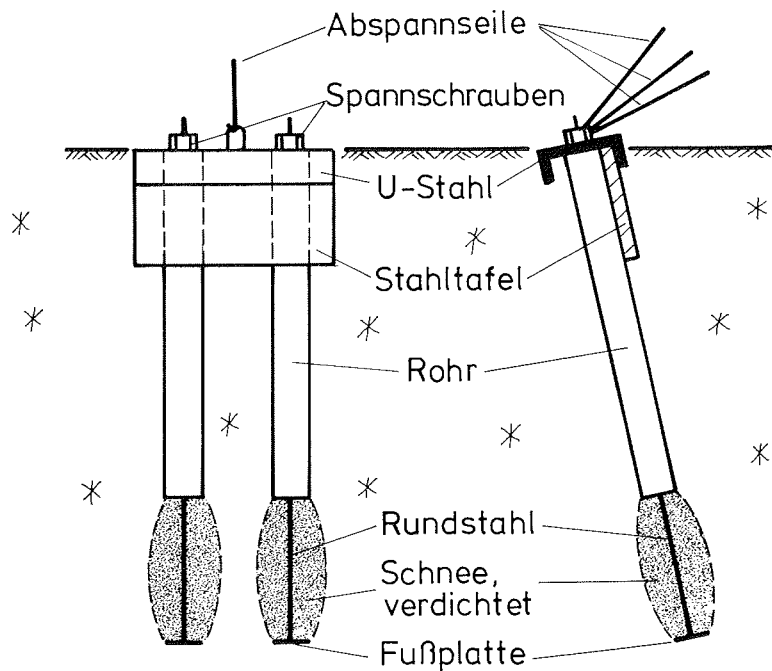


Bild 11 Prinzipskizze des Verankerungssystems.

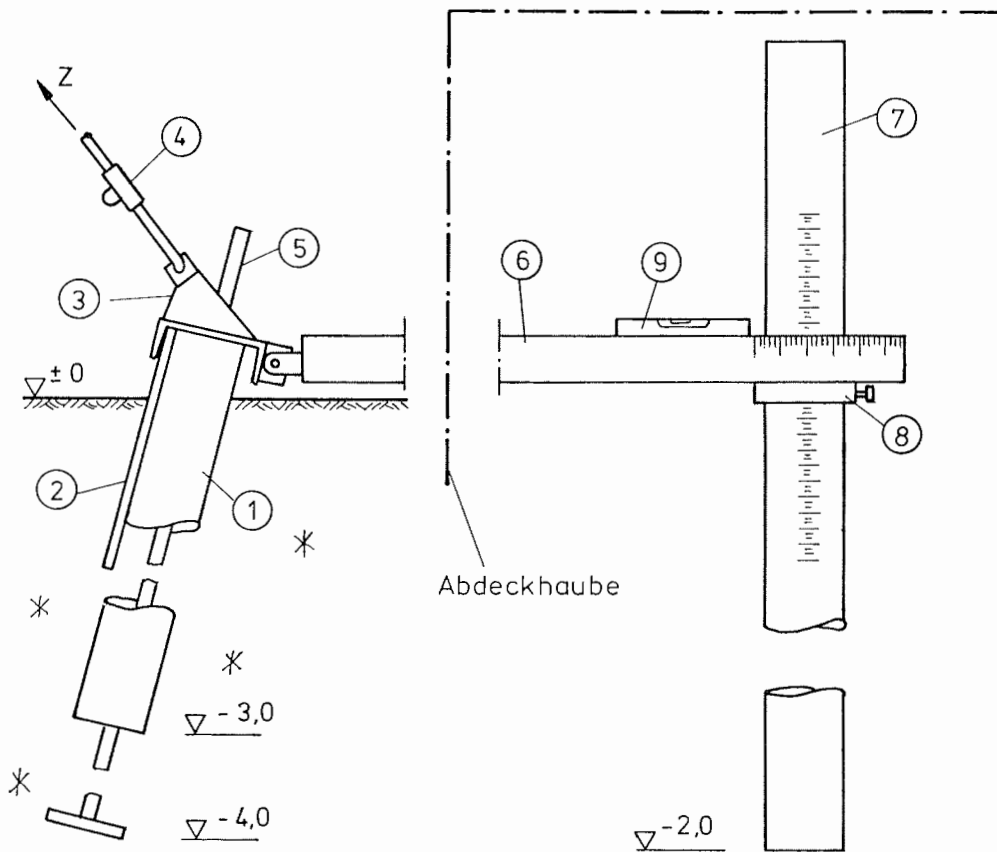


Bild 12 Prinzipskizze der Meßeinrichtung zur langfristigen Beobachtung des Verankerungspunktes.

- 1 Dübelrohr
- 2 Dübelplatte
- 3 Seiltragöse
- 4 Kraftmeßdose
- 5 Ankerstange mit Spannmutter
- 6 Meßplatte mit Skalierung
- 7 Tragrohr der Meßeinrichtung mit Skalierung
- 8 Tragring der Meßplatte
- 9 Wasserwaage

Sommerkampagne 1982/83 Gruppe Geophysik

H. Miller, München; A. Eckstaller, A. Brodscholl und K. Wallner, Bremerhaven

Die Arbeiten der Gruppe Geophysik waren während der Sommerkampagne 1982/83 im wesentlichen auf den Nahbereich der Station beschränkt. Die durchgeführten Forschungsarbeiten standen in engem Zusammenhang mit dem Ausbau des geophysikalischen Observatoriums und der Erkundung der näheren Umgebung hinsichtlich der breitbandigen Bodenunruhe, sowie der lokalen Seismizität.

Während der ersten Tage im Februar 1983 konnten zwei digital registrierende Apparaturen am Fuß des Nunataks "Passat" ca. 150 km SE der Georg-von-Neumayer-Station installiert werden. Dabei wurde die Bodenunruhe im Vergleich zur Georg-von-Neumayer-Station gemessen. Es zeigt sich, wie erwartet, daß die Bodenunruhe an diesem Standort breitbandig wesentlich geringer ist, als an der Georg-von-Neumayer-Station. Im kurzperiodischen Bereich (für Frequenzen größer 1 Hz) ist dieser Punkt sogar extrem ruhig. Im Mittel betragen die Schwinggeschwindigkeiten ca. $1 \cdot 10$ m/s. Im Vergleich dazu liegt die Unruhe im Bereich des Observatoriums um etwa den Faktor 50 höher. Genaue Aussagen, insbesondere über das breitbandige Unruhe-Spektrum bedürfen erst weiterer Auswertung. Am Nunatak wurde gleichzeitig eine Positionsbestimmung mit Hilfe eines Magnavox 1502 durchgeführt. Es konnten hier mehrere Satellitendurchgänge registriert werden. Da parallel an der Georg-von-Neumayer-Station registriert wurde, wird die relative Position der beiden Punkte sehr genau bekannt sein und damit ist die Station an einen Fixpunkt "angebunden". Vorläufige Koordinaten für diesen Fixpunkt sind:

Länge:	3	54	26.246
Breite:	71	17	56.880

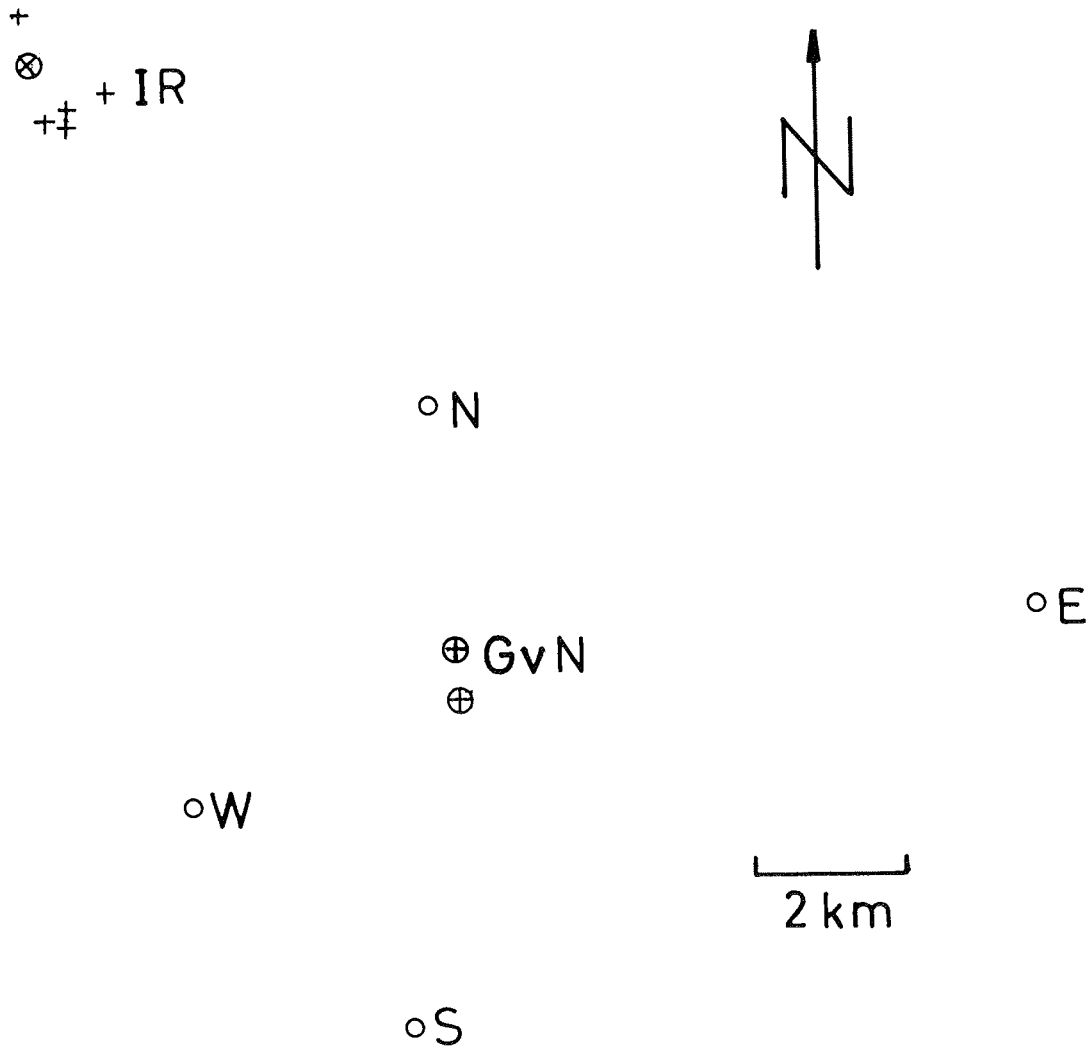
Im weiteren wurde im Observatorium ein Breitband-Seismometer (STS-Streckeisen) installiert (NS-Komponente) und während etwa 20 Tagen digital (kontinuierlich bzw. Ereignis-getriggert) registriert. Gleichzeitig kam ein 10 sec Vertikal Seismometer zum Einsatz. Diese Messungen dienten der Untersuchung des breitbandigen Rauschens an der Station und damit der Möglichkeit der Installation eines Breitband-Systems.

Alle Stationen des bestehenden lokalen Arrays wurden mit Hilfe der Magnavox Geräte eingemessen, sowie die Seismometer gegen kälteunempfindlichere ausgetauscht. Die Abb. 1 zeigt den Lageplan der seismischen Arrays. An verschiedenen Punkten wurden Sprengungen abgetan, um lokale Laufzeitanomalien innerhalb des arrays zu erfassen und in der Folge eine verbesserte Lokalisierung zu ermöglichen. Damit eng verknüpft waren refraktionsseismische Untersuchungen. Im Zeitraum vom 8.2. bis 28.2.83 konnte das bestehende array in erweiterter Form betrieben werden. Hierzu wurde im Bereich des nordwestlich der Station gelegenen Ice-Rise ein kleinräumiges Sub-array mit insgesamt 6 Meßpunkten aufgebaut und

in Betrieb gehalten. Hierfür mußte zunächst die Trasse erkundet und markiert werden. Das spaltenreiche Gebiet um den Ice-Rise ließ vermuten, daß dort eine, wenn auch energetisch kleine, seismische Aktivität herrscht. Dies hat sich bestätigt und es konnte eine ganze Reihe dieser "Eisbeben" registriert werden. Die Abb. 2 zeigt ein Registrierbeispiel eines derartigen lokalen Ereignisses im Bereich des Ice-Rise.

Neben den Feldmessungen wurde intensiv am Ausbau des geophysikalischen Observatoriums innerhalb der Georg-von-Neumayer-Station gearbeitet. Durch den Erweiterungsbau der Station stand nun mehr Raum zur Verfügung. Alle Registrier-einrichtungen wurden von ihrem bisherigen, provisorischen Aufstellungsort umgesetzt und neu installiert. Desgleichen wurde das Rechnersystem des Observatoriums installiert, auf seine Funktionsfähigkeit überprüft und in Betrieb genommen. Damit ist nun die digitale Erfassung aller Meßgrößen des geophysikalischen Observatoriums möglich.

Abschließend kann gesagt werden, daß neben einer Reihe neuer Daten, deren Auswertung noch einige Zeit in Anspruch nehmen wird, auch eine Menge Erfahrung in apparativer Hinsicht gesammelt werden konnte. Die Station hat sich als logistische Basis für Arbeiten in der Umgebung hervorragend bewährt.



- Punkt mit 3-Komponenten Seismometer
- Punkt mit Vertikalseismometer
- + Zusätzlicher Meßpunkt im Februar 83

Abb. 1 Lageplan des seismischen Arrays auf dem Eckström-Schelfeis. Während der Überwinterung sind die mit Kreisen markierten Punkte als Außenstationen in Betrieb. Die Datenübertragung erfolgt mit Telemetrie.

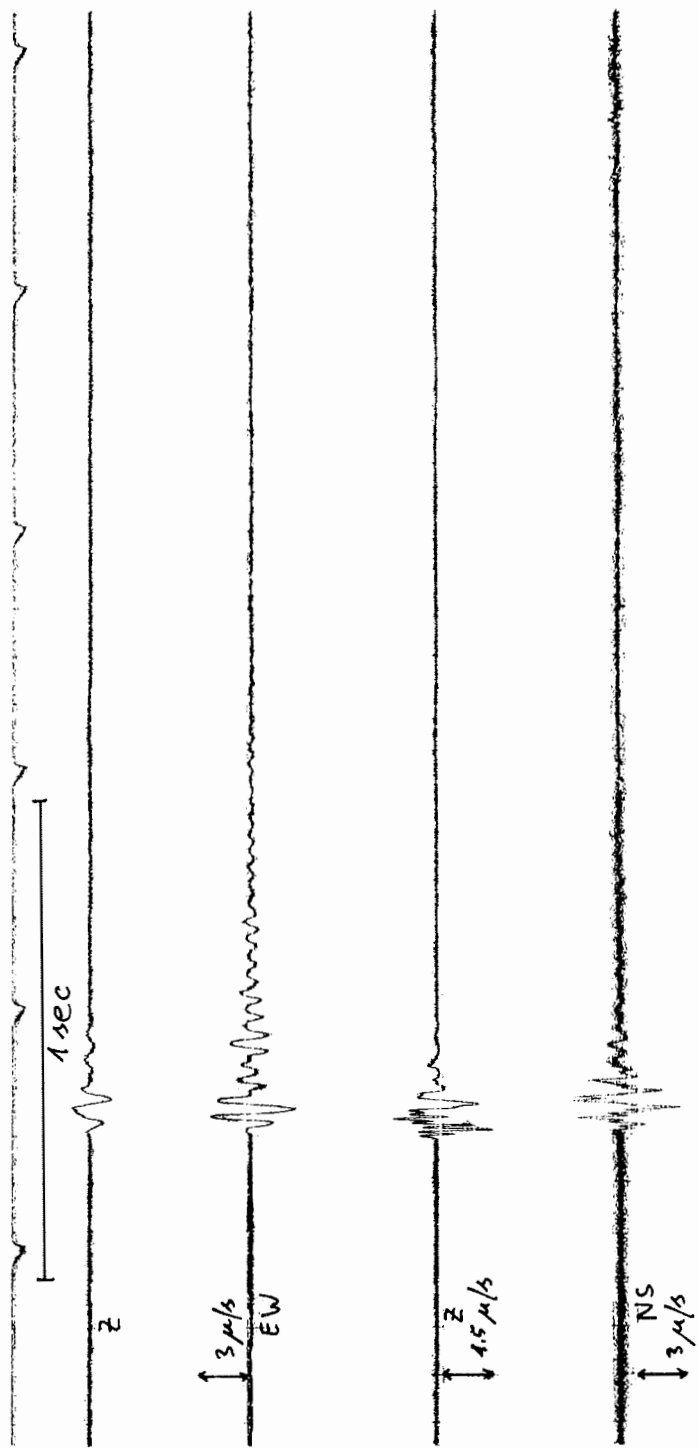


Abb. 2 Beispiel einer Registrierung am Punkt IR des seismischen Arrays. Dieses Ereignis steht vermutlich in ursächlichem Zusammenhang mit der Bewegung des Eises über eine Felsschwelle im Untergrund.

Das oberflächennahe Ozon in der maritimen Atmosphäre
P. Winkler, Hamburg

Das Hauptaugenmerk der Ozonforschung galt lange Zeit ausschließlich dem stratosphärischen Ozon, da hier aufgrund verschiedener anthropogener Emissionen ein Abbau der Ozonschicht befürchtet wurde. Fortschritte in der Behandlung der photochemischen Vorgänge haben das Interesse am troposphärischen Ozon wieder aufleben lassen aus zweierlei Gründen: Die Modelle prognostizieren eine wenn auch schwache troposphärische Ozonproduktion in der Größenordnung von 1 ppb/d. Änderungen der chemischen Zusammensetzung können daher diese Produktion verstärken oder abschwächen (eg. Hameed and Chess 1983). Dazu kommt, daß Ozon neben Wasserdampf und Kohlendioxid das wichtigste strahlungsabsorbierende Gas ist und daher den Strahlungshaushalt der Erde beeinflusst. Obwohl nur etwa 10% des Gesamtozons sich in der Troposphäre befinden, wirken sich Änderungen der troposphärischen Ozonkonzentration im Strahlungshaushalt ebenso stark aus, wie eine gleichgroße prozentuale Änderung des stratosphärischen Ozons (Ramanathan and Dickinson 1979). Dies ist im wesentlichen eine Folge der Druckverbreiterung der Absorptionslinien, d.h. über die Flügel der druckverbreiterten Linie kann ebensoviel Strahlung absorbiert werden, wie über die Linie unter geringerem Druck.

Der photochemischen Ozonerzeugung steht der Transport durch meteorologischen Austausch gegenüber. Das stratosphärische Ozon gelangt über die sogenannten Tropopausenbrüche in die Troposphäre und wird am Boden zerstört. Da wegen der etwa 10-fach stärkeren Zerstörung an Landoberflächen gegenüber der Meeresoberfläche über Land meist Vertikalgradienten bestehen, ist die maritime Atmosphäre besser geeignet, den troposphärischen Ozongehalt repräsentativ vom Boden aus zu bestimmen. Vergleiche zwischen Flugzeugmessungen und Schiffsmessungen haben dies bestätigt (Routhier et al. 1980). Breitenschnitte des Ozons geben daher auch Auskunft über Intrusionszonen aus der Stratosphäre.

Systematische Messungen des oberflächennahen Ozons in der maritimen Atmosphäre wurden vom Meteorologischen Observatorium Hamburg seit 1977 begonnen. Unter anderem wurden auch während der Krill-Expeditionen 1977/78 und 1980/81 Breitenverteilungen des Ozons gemessen. Tabelle 1 gibt Auskunft über die bisherigen größeren Breitenschnitte (9 Profile über den Bereich 55°N - 70°S). Hinzu kommen eine Reihe weiterer Reisen über kleinere Breitenabschnitte (13 Profile) mit verschiedenen Schiffen, die nicht weiter erwähnt sind.

<u>Schiff</u>	<u>Zeitraum</u>	
31. Reise Walther Herwig	Okt. 1977 - Febr. 1978	
56. Reise Meteor	Okt. 1980 - April 1981	
44. Reise Walther Herwig	Dez. 1980 - April 1981	55°N - 70°S
Reise Polarqueen	Nov. 1981 - Febr. 1982	
Reise Polarbjörn	Nov. 1982 - März 1983	
1. Reise Polarstern	Dez. 1982 - April 1983	(noch nicht ausgewertet)

Eine Darstellung und Besprechung aller Profile würde hier zu weit führen. Es sei hier lediglich das bisher gewonnene mittlere Profil zwischen 55°N und 70°S (dicke Linie in Abb. 1) und das auf der letzten Reise von "Polarbjörn" (1982/83) gewonnene Profil (dünne Linie in Abb. 1) besprochen. In dem angegebenen mittleren Profil sind die Daten von der "Polarbjörn"-Reise und der "Polarstern"-Reise noch nicht enthalten. Durch Hinzunahme der neuen Reisen sind nur südlich von 35°S noch stärkere Veränderungen zu erwarten, da für diesen Teil erst wenig Daten zur Verfügung standen. Nördlich von 35°S dürften sich die Mittelwerte durch die Hinzunahme der neuen Daten um weniger als 5% verändern.

Das mittlere Profil und das "Polarbjörn"-Profil weisen einige typische Gemeinsamkeiten auf. Der Ozongehalt in der Nordhemisphäre ist höher als in der Südhemisphäre. Aus zwei wesentlichen Gründen sollte das umgekehrte Bild erwartet werden:

- a) Die Ozonzerstörung ist wegen der größeren Landflächen in der Nordhemisphäre höher als in der Südhemisphäre.
- b) Die meisten Reisen fanden in der Zeit Nordwinter/Südsommer statt. Im Sommer ist der Ozongehalt allgemein höher, wenn man von den an Landstationen gewonnenen Messungen ausgeht.

Wenn nun ein umgekehrtes Bild gefunden wird, so kann dies nur folgendermaßen interpretiert werden: Entweder findet in der Nordhemisphäre bereits eine deutliche photochemische Ozonproduktion statt, da hier die anthropogenen Hauptemissionsquellen liegen. Die ähnliche Breitenverteilung von Kohlenmonoxid stützt diese Ansicht, da CO zur Ozonproduktion beiträgt (Fishman et al. 1979). Die Stickoxide (NO + NO₂), die für eine photochemische Ozonproduktion eine primäre Bedeutung haben, weisen ebenfalls in der Nordhemisphäre deutlich höhere Mischungsverhältnisse auf (Helas 1983), und würden somit eine anthropogene Beeinflussung des troposphärischen Ozonhaushalts wahrscheinlich machen, zumindest könnte eine solche in bestimmten Breiten bereits stattfinden. Diese Überlegungen weisen insgesamt sehr deutlich auf die Notwendigkeit der Messung von breitenabhängigen Spurengasprofilen hin.

Eine zweite Interpretation führt die höheren Ozonkonzentrationen in der Nordhemisphäre auf einen verstärkten Luftaustausch zwischen Troposphäre und Stratosphäre in der Nordhemisphäre zurück, der möglicherweise durch die Kontinente

angeregt wird. Dafür spricht, daß die nördliche Stratosphäre insgesamt höhere Konzentrationen aufweist und die Beobachtung, daß besonders die untere Stratosphäre relative Ozonmaxima aufweisen kann (Mantis et al. 1980). Für diese Interpretation spricht ebenfalls der Vergleich des "Polarbjörn"-Profils mit dem mittleren Profil. So kommen die relativ hohen Werte zwischen 35°N und 55°N aufgrund einer meteorologischen Situation zustande, die für guten Stratosphären-Troposphären-Austausch typisch ist. Zwischen einem Höhenhoch östlich der Schiffsroute und einem Trog im Westen fließt im Bereich des Strahlstroms ozonreiche stratosphärische Luft in die Troposphäre ein und gelangt in der Absinkzone des Hochs rasch in die Nähe der Meeresoberfläche (Danielsen and Mohns 1977). Weitere Vergleiche mit anderen Spurengasen, insbesondere auch mit den Stickoxiden, sind notwendig, um zwischen den beiden Interpretationen zu entscheiden.

Ein besonderes Phänomen in der Breitenabhängigkeit des Ozons ist das relative Maximum in der Nähe der innertropischen Konvergenzzone (ITCZ). Dieses Maximum wird nicht bei allen aber doch bei vielen Breitenprofilen gefunden und macht sich auch noch im Mittel bemerkbar. Auch dieses Phänomen ist zunächst überraschend, da in der ITCZ die Luft im Mittel aufsteigt, um unterhalb der Tropopause nach Norden und Süden wieder abzufließen. Ein Einströmen von ozonreicher Luft in der Troposphäre ist nur auf turbulentem Weg denkbar: In den sogenannten Cloud-Clusters steigt die Luft so rasch nach oben, daß es zu kompensierenden Absinkbewegungen in der Nähe der Wolkentürme kommt. Im Nettoeffekt resultiert ein mittleres Aufsteigen. Die Aufwärtsbewegung in den Wolken kann so stark sein, daß die Tropopause durchstoßen wird und dabei stratosphärische Luft in die Troposphäre eingemischt wird. Die ozonreiche Luft gelangt mit der kompensierenden Absinkbewegung in die Nähe der Meeresoberfläche. Visuelle Beobachtungen sprechen hierfür. Ist die ITCZ stark ausgeprägt, so bildet sich auch ein Ozonmaximum, ist die schwach ausgeprägt, so findet man nur einen einfachen Übergang von den hohen nordhemisphärischen zu den geringeren südhemisphärischen Ozonkonzentrationen. Das Ozonmaximum der ITCZ wurde bisher nur bei Messungen in der maritimen Troposphäre gefunden. Interessanterweise sind die NO_x-Werte in Äquatornähe niedrig (Helas 1983).

Neben den Messungen auf den Schiffen wurde Ozon auch an der Georg-von-Neumayer-Station gemessen. Diese Messungen haben im wesentlichen den Sinn, einen Fixpunkt für die Schiffsmessungen, die ja bevorzugt nur zu bestimmten Jahreszeiten stattfinden, darzustellen. Dadurch liegen wenigstens punktuell Angaben über jahreszeitliche Schwankungen vor. Die Auswertung der bisherigen Registrierungen steht noch bevor, rein qualitativ läßt sich aber schon ein Wintermaximum der Ozonkonzentration an der Georg-von-Neumayer-Station erkennen.

Auf dem Polarforschungsschiff "Polarstern" wurde Ozon mit zwei verschiedenen Meßverfahren bestimmt und zwar von uns mit der naßchemischen KJ-Methode (Fa. Schenk & Koller, Weilheim) und vom MPI-Mainz (Helas) mit einem optischen

Absorptionsverfahren (Fa. Dasibi). Beide Verfahren gelten als sogenannte Absolutverfahren, die, wenn der Luftdurchsatz bekannt ist, direkt den Partialdruck bzw. das Mischungsverhältnis anzeigen. Parallelmessungen dieser Art sind sehr bedeutsam, da sie letztlich erst Auskunft darüber geben, wie sicher die Messungen sind. Vergleichsmessungen zwischen dem KJ-Verfahren und einem weiteren, dem sog. Chemilumineszenzverfahren sind bisher befriedigend verlaufen. Zwischen KJ-Verfahren und Dasibi traten zeitweise Differenzen auf, deren Ursache im Verlauf der Auswertungen zu klären sein wird.

Die Ozonmessung mit dem KJ-Verfahren hat sich bisher als relativ problemlos erwiesen. Mit der Betreuung durch Fremdpersonal wurden bisher gute Erfahrungen gemacht. Wenngleich Schiffsabgase sich sehr störend auf die Messung auswirken, so läßt sich doch anhand der Registrierung leicht entscheiden, welche Zeitabschnitte für die Auswertung brauchbar sind. Die Messungen sollen auch in Zukunft fortgesetzt werden.

Literatur

- Danielson, E.F., V.A. Mohnen: Ozone transport, in situ measurements and meteorological analysis of tropopause foldings. J. Geophys. Res. 82 (1977) 5867-5877.
- Fishman, J., S. Solomon, P.J. Crutzen: Observational, and theoretical evidence in support of a significant in-situ photochemical source of tropospheric ozone. Tellus 31 (1979) 432-446.
- Hameed, S., R.D. Cess: Impact of a global warming on biospheric sources of methane and its climatic consequences. Tellus 35 (1983) 1-7.
- Helas, G. (1983) private Mitteilung.
- Mantis, H.T., C.C. Repatis, C.S. Zerefos: The summer maximum of total ozone over northwest Europe. PAGEOPH 119 (1980/81) 213-230.
- Ramanathan, V., R.E. Dickinson: The role of stratospheric ozone in the zonal and seasonal radiative energy balance of the earth-troposphere system. J. Atm. Sci. 36 (1979) 1084-1104.
- Routhier, F., R. Dennett, D.D. Davis: Free Atmospheric and boundary-layer airborne ozone over the latitude range of 58°S to 70°N. J. Geophys. Res. 85 (1980) 7307-7321.

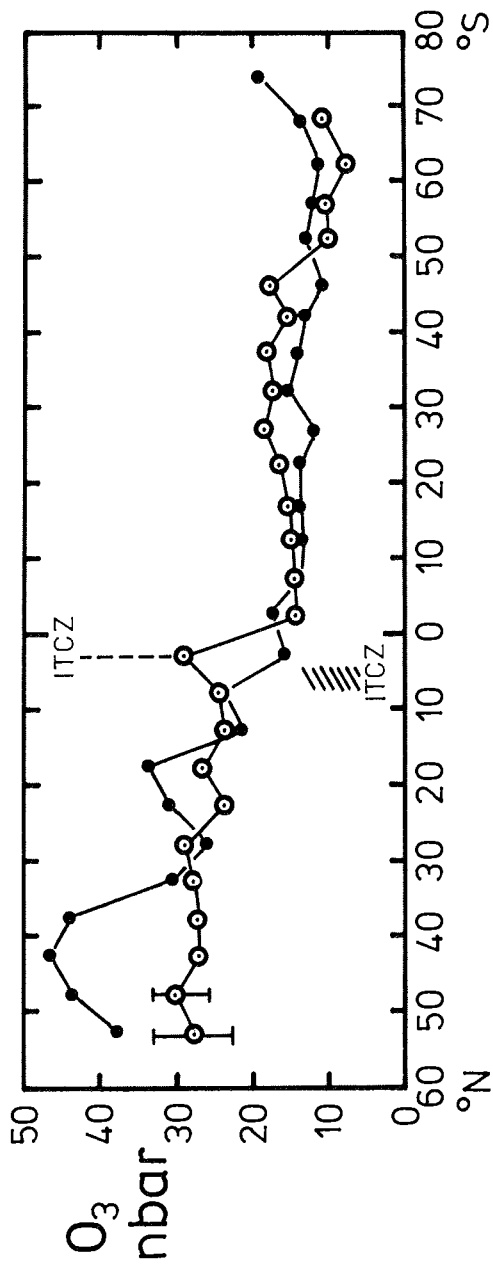


Abb. 1 Mittleres Breitenprofil des Partialdrucks des bodennahen Ozons (dicke Linie) und das auf der Antarktische Reise von "Polarbjörn" 1982/83 gemessene Profil. ITCZ bedeutet innertropische Konvergenzzone.

Sea surface temperature distribution on the return leg of
"Polarbjörn" between Cape Town and the Bay of Biscay
W. Zenk, Kiel

Background

The return leg of the Antarctic supply vessel "Polarbjörn" has been used for oceanographic observation. In contrast to earlier "Polarsirkel"/"Polarqueen" cruises in 1980/81 and 1981/82 (Henke and Zenk, 1980; Knoll et al., 1982) this time we only had the opportunity to conduct surface observations of temperature. The obtained temperature data were supplemented by regular salinity samples from the sea surface. Aim of the current project - first started in 1978 on N/V "Otto Hahn" (Henke, 1978) - is a statistical description of upper ocean temperature/salinity structure on long meridional sections on both hemispheres. In order to exclude coastal effects it was necessary to follow a course through deep sea basins (cf. Fig. 1). Increasingly frequent our temperature data sets are used as ground truth for satellite infrared observations and for other simultaneous expedition (i.e. "Meteor" cruise 64, NE-Atlantic, March/April 1983).

Methods and observations

In Cape Town the ship was equipped with two selfrecording instruments for temperature and electrical conductivity. The first data logger, its sensor being in thermal contact with the engine's cooling inlet, recorded temperature fluctuations in 3 m depth. The second instrument was mounted in the engine room as a flow-through instrument. It recorded temperature and conductivity data for the later computation of salinity fluctuations. The sampling rate of both instruments was set to 10 min. Being aware of the inaccurate absolute temperature observable near the engine room, we have taken bucket temperatures and salinity samples 7 times a day. The 237 bottles and the thermometer readings will serve as a reference for the continuous data of our simple thermosalinograph, adapted from a modified Aanderaa current meter. The data collection by continuous instruments and by bucket samples lasted from 16 February to 8 March 1983.

Preliminary data display and discussion

In Fig. 1 we show the horizontal temperature distribution on the "Polarbjörn" trackline. The presentation was derived from bucket temperatures only, and therefore is restricted to daylight observations. Following the northbound course of "Polarbjörn" we find the characteristicly slow temperature increase of the Benguala current system with small fluctuations between the Agulhas extension area and the equator. The horizontal temperature gradient in the late summer part of the sections yielded approximately $1.8^{\circ}\text{C}/1000\text{ km}$. Right at the equator we find the expected intermediate temperature minimum (27.1°C), which might be caused by local upwelling. The thermal equator with the maximum temperature of 29.5°C

was encountered at 5°04'N. The winter part of our section is associated with a mean temperature gradient of approximately 4.5°C/1000 km. Temperature fluctuations, especially strong in the continuous records (not shown here), certainly are stronger developed on the northern hemisphere.

Further systematic analysis of all data (including salinity) will be necessary to proof these results quantitatively.

Acknowledgement

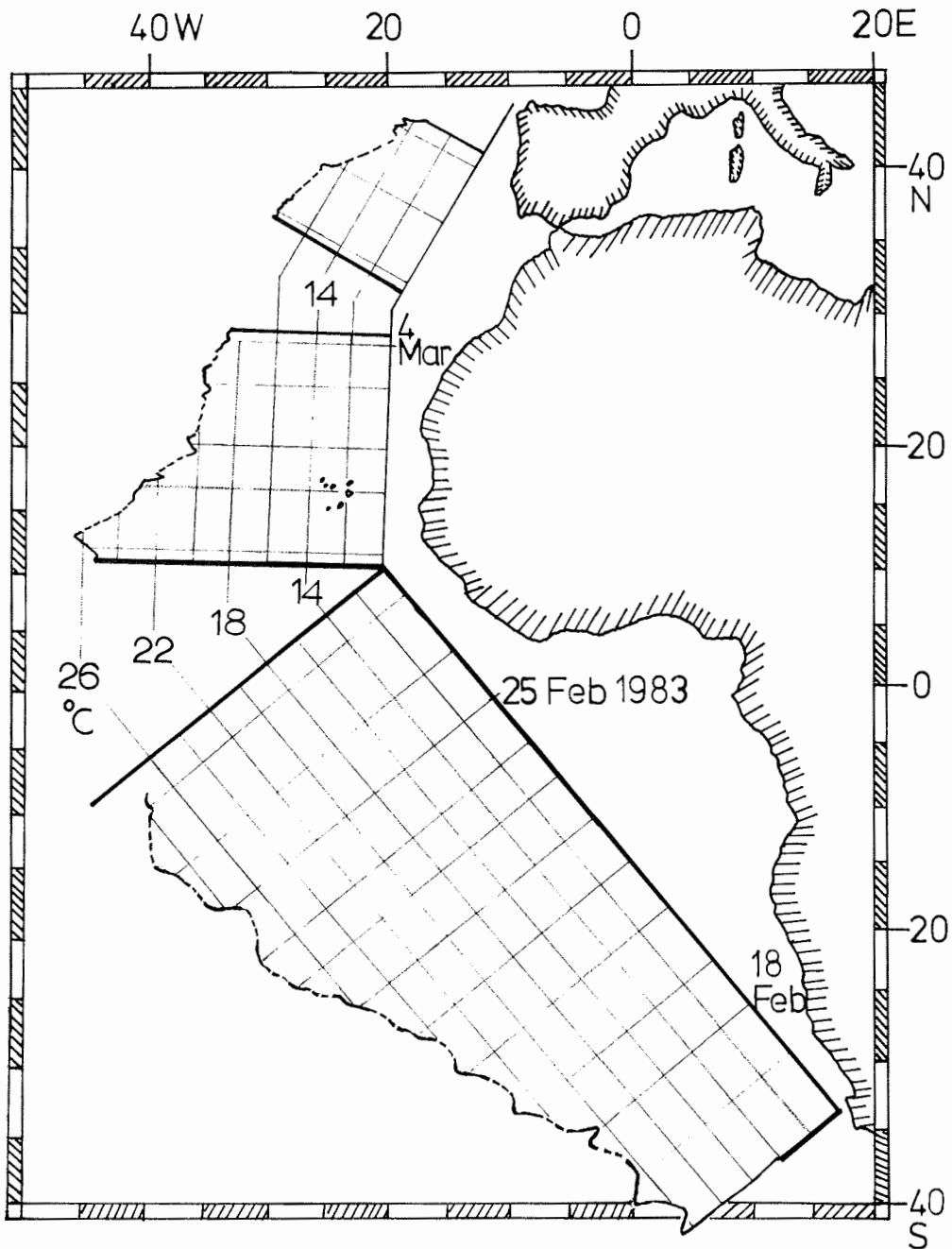
This work has been supported by Alfred Wegener Institute, Bremerhaven. The help of P. Hempel, who took the observation onboard "Polarbjörn", is highly appreciated.

Literature

Henke, M. (1978): A ten megameter Atlantic XBT section. Polymode News, 59.

Henke, M. and W. Zenk (1980): Megameter Atlantic XBT sections II Polymode News, 77.

Knoll, M., W. Zenk and E. Bauer (1982): Some XBT-observations on the thermal structure of the Warmwassersphäre in equatorial and lower latitudes of the eastern Atlantic. Dt. Hydrogr. Z., 35(2), 73-81.



Horizontal distribution of the sea surface temperature on the megameter long trackline of "Polarbjörn" through the eastern basins of the Atlantic in February/March 1983. Besides the shown bucket temperatures continuous temperature and salinity data were recorded. Note the assymetry of the meridional temperature distribution. The maximum temperature (thermal equator) of 29.5°C was encountered at $\phi = 5^{\circ}04'\text{N}$, $\lambda = 15^{\circ}46'\text{W}$ i.e. 560 km north of the geographical equator.