

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR POLARFORSCHUNG

15. Internationale Polartagung Heidelberg

3. - 6. Oktober 1988

Programm

GERMAN SOCIETY OF POLAR RESEARCH

15th International Polar Meeting Heidelberg

October 3 - 6, 1988

Program
(in German)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR POLARFORSCHUNG

15. Internationale Polartagung Heidelberg

3. - 6. Oktober 1988

Programm

GERMAN SOCIETY OF POLAR RESEARCH

15th International Polar Meeting Heidelberg

October 3 - 6, 1988

Program
(in German)

Sonntag, 2. Oktober 1988

- 15.00 Uhr: Beiratssitzung
16.00 Uhr: Sitzung des erweiterten Vorstandes
ab 19.00 Uhr: geselliges Beisammensein im Restaurant
"PERKEO", Hauptstraße 75

Montag, 3. Oktober 1988

- 11.00 Uhr: **Eröffnungssitzung** im Großen Hörsaal des
Physik-Hörsaalgebäudes der Universität Hei-
delberg, Im Neuenheimer Feld 308

Begrüßung und Eröffnung durch den Vorsitzen-
den der Deutschen Gesellschaft für Polarfor-
schung,
Professor Dr. D. Möller, Braunschweig

Grußworte:

Professor Dr. V. Sellin, Rektor der Universität
Heidelberg,
Dr. D. Klette, Bürgermeister der Stadt Heidel-
berg, Vertreter der Landesregierung Baden-
Württemberg

Festvortrag:

Professor Dr. K.O. Münnich, Heidelberg:
Die Bedeutung der Polargebiete für den globalen
CO₂-Haushalt

- 14.00 Uhr: **Vortragssitzung I**

F. Arnold, Heidelberg:
Spurenstoffmessungen in der arktischen Stra-
tosphäre: Auf der Suche nach dem Ozonloch-
Bildungsmechanismus

R. Bayer und P. Schlosser, Heidelberg:
Spurenstoffuntersuchungen zur Bodenwasser-
bildung im Weddellmeer

M. Scheduikat, Bremerhaven:
Ein eindimensionales gezeitengetriebenes
Deckschichtmodell unter dem Schelfeis

H. Hellmer, Bremerhaven:
Ein zweidimensionales Modell zur thermohali-
nen Zirkulation unter Schelfeisen

A. Ohmura, Zürich:
Die Rolle der Kryosphäre bei Klimaänderungen

H. Enomoto, Zürich:
Mehrjährige Schwankungen der Schneeakkumu-
lation in der Antarktis und "sea level pressure"
(SLP) auf der Südhalbkugel

H. Rott, Innsbruck:
Spektrale Mikrowellensignaturen des Antark-
tischen Inlandeises

16.30 Uhr: Kaffeepause

16.50 Uhr: W. Graf, H. Moser, H. Oerter und O. Reinwarth,
München, Neuherberg und Bremerhaven:
Akkumulationsstudien auf dem Ekström-
Schelfeis und auf dem Ritscher-Hochland

K. Sturm, Bremerhaven:
Akkumulationsmessungen auf dem Ekström-
Schelfeis während der Überwinterung 1987

H. Hinze, Hannover:

Satellitengeodäsie (GPS und Transit): Kinematik der Schelfeise Filchner und Ekström

B. Ritter, Braunschweig:

Trigonometrische Höhenbestimmungen auf dem Ekström-Schelfeis

J. Sievers, Frankfurt:

Karte der Schelfeiskinematik / Map of Ice Kinematics "Ekströmisen 1 : 500 000"

18.50 Uhr: Sitzungen der Arbeitskreise der Gesellschaft

Dienstag, 4. Oktober 1988

08.30 Uhr: **Vortragssitzung II**

A. Mangini, A. Eisenhauer, P. Walter, J. Beer, G. Bonani, H.J. Hofmann, M. Suter und A. Wölfli, Heidelberg, Bremerhaven, Zürich:
Be-10 und Th-230 Stratigraphie von Sedimenten aus hohen Breiten

J. Bieser, Kiel:

Ökologie und Verbreitung von rezenten benthischen Foraminiferen in der Arktis

R. Gersonde, Bremerhaven:

Paläoozeanographische Bedeutung neogener Diatomeen im Südpolarmeer

Fr. Westall, Bremerhaven:

Trace Fossils in Pliocene-Recent Sediments from the South Atlantic: An Indication of Large-Scale Fluctuations in the Polar Front

A. Abelmann und R. Gersonde, Bremerhaven:
Kieselige Mikrofossilien im Plio/Pleistozän
des Weddellmeeres

A. Gazdzicki, Warschau:
Microfossils and Biostratigraphy of the Pecten
Conglomerate of King George Island, West-
Antarctica

10.30 Uhr: Kaffeepause

10.50 Uhr: M.E.M. Baumann und U. Stute, Aachen:
On the Primary Production in the High Arctic
and the Determination of Water Masses with
Phytoplankton Species Distribution

H.-J. Hirche, Bremerhaven:
Die Ostgrönlandschelf-Polynya - eine Oase in
der Arktis

J. Gutt, Bremerhaven:
Videoaufnahmen von benthischen Lebensge-
meinschaften im Weddellmeer

C. Wiencke, Bremerhaven:
Biologie antarktischer Großalgen

L. Kappen, Kiel:
Anpassung von Kryptogamen an die Extrembe-
dingungen der Antarktis, insbesondere an kurz-
welliges Licht

H. Leser, Basel:
Arktische Geoökosysteme: Probleme ihres
Funktionierens

14.00 Uhr: **Vortragssitzung III**
"Fram Straße und östliches Arktisches Becken"

K.P. Koltermann und P. Schlosser, Wormley,
Heidelberg:

The Circulation of the European Polar Seas,
with Special Emphasis on the Role of the Nan-
sen Basin

C. Kergomard, J.C. Gascard, P.F. Jeannin und
M. Fily, Lille, Paris, Grenoble:

Diagnostic Study of the Fram Strait summer
MIZ during MIZEX 1983 and 1984 from Lagran-
gian and Remote Sensing Observations

A. Abelmann, Bremerhaven:

Diatoms at the Surface of Sea Ice from the
Arctic Ocean

S. Pfirmann, M. Lange, Kiel, Bremerhaven:
Sea Ice Investigations in the Eastern Arctic
Basin and Fram Strait

16.00 Uhr: Kaffeepause

16.20 Uhr: J. Thiede, Kiel:
Geoscientific Investigations of the Eurasian
Basin and Fram Strait

U. Bleil and E. Sundvor, Bremen, Bergen:
Geophysical Investigations in the Fram Strait
and Eastern Arctic Basin

Postervorträge:

M. Baumann, Bremen:
Coccoliths in Sediments of the Nansen Basin

H. Bohrmann, R. Botz and P. Stoffers, Kiel:
Hydrothermale Aktivität am Nansen-Gakkelerücken

S. Horwege, Kiel:
Stabile Isotopendaten aus Oberflächensedimenten des Arktischen Ozeans

A. Eisenhauer, A. Mangini, R. Botz, P. Walter,
J. Beer, G. Bonani, M. Suter und W. Wölfli,
Heidelberg, Kiel, Bremerhaven, Zürich:
Be-10 und Th-230 Stratigraphie an Kern
M 23235-2 in der Framstraße

R. Spielhagen, Kiel:
Veränderungen des spätquartären Strömungssystems in der Framstraße - Nachweis durch eistransportiertes Material

P. Schlosser, G. Bönisch und B. Kromer, Heidelberg:
Untersuchungen im europäischen Nordpolarmeer

U. Pagels, Kiel:
Karbonatsedimentation und -lösung im östlichen Nordpolarmeer (Nansen-Becken)

I. Wollenburg, Kiel:
Sedimente im arktischen Meereis

M.A. Lange, S. Pfirmann und I. Wollenburg,
Bremerhaven, Kiel:
Eisphysikalische Untersuchungen an sedimenthaltigem arktischem Meereis

P. Bauer, D. Hennings und E. Raschke, Köln:
Estimation of Surface Radiation Budget over
Polar Sea Ice Fields from Satellite Data

H.-J. Lutz, Köln:
Remote Sensing of Temperature Profiles in
Polar Regions

L. King, Gießen:
Ergebnisse der KANARKTIS-2-Expedition

19.00 Uhr: Abfahrt für die Teilnehmer an der Veranstaltung des Pfalz-Museums in Bad Dürkheim

Mittwoch, 5. Oktober 1988

08.30 Uhr: **Vortragssitzung IV**

H. Blatter, M. Funk und K. Hutter, Zürich,
Darmstadt:
Mathematische Modellierung polythermalen
Gletscher: Theorie

M. Funk, H. Blatter und K. Hutter, Zürich,
Darmstadt:
Mathematische Modellierung polythermalen
Gletscher: Resultate

M. Kuhle und C. Lüdecke, Göttingen, München:
Strahlungshaushalt und Energiebilanz eines
Eisstromes in Hochasien am Beispiel des K2-
Gletschers (Karakorum)

A. Weidick, Kopenhagen:
Human Activities and the Ice Cover of Greenland

H. Rott und F. Obleitner, Innsbruck:
Das Feldexperiment Grönland 1988 im Rahmen
des Internationalen Satelliten Landober-
flächen-Klimatologie Projekts

G. Hempel, D. Fütterer und H. Miller, Bremer-
haven:
Perspektiven für die Arktisforschung der näch-
sten Jahre

11.10 Uhr: Kaffeepause

11.30 Uhr: **Mitgliederversammlung** der Deutschen Ge-
sellschaft für Polarforschung e.V.

Tagesordnung:

1. Bericht des Vorstandes
2. Kassenbericht
3. Bericht der Kassenprüfer
4. Entlastung des Vorstandes
5. Änderung des Mitgliedsbeitrages
6. 16. Internationale Polartagung
7. Verschiedenes

14.30 Uhr: **Vortragssitzung V**

N. Reeh, Bremerhaven:
Stable Isotope Studies in the Ablation Area of
the Greenland Ice Sheet

W. Graf, H. Moser und O. Reinwarth, München,
Neuherberg:
Isotopenstratigraphische Datierung eines 100-
m-Eisbohrkerns vom Rønne-Schelfeis

K. Moser, N. Beck und D. Wagenbach, Heidelberg:

Atmosphärische Spurenstoffe als glaziologische Tracer

N. Beck, K. Geis, D. Wagenbach, Heidelberg:

Feldstudie zur Glazialmeteorologie und Spurenstoffdeposition im Gipfelbereich des Monte Rosa, Schweiz

W. Ambach, M. Blumthaler, P. Brunner,

H. Eisner und W. Rehwald, Innsbruck:

Aktivitätsprofile des Tschernobyl Fallout im temperierten Firn

16.10 Uhr: Kaffeepause

16.30 Uhr: Poster-Sitzung

H. Hinze und G. Seeber, Hannover:

Satellitengeodäsie: Anwendung von GPS und Transit in der Antarktis (Methodik)

W. Fielitz, Aachen:

Petrologie und tektonische Bedeutung prä-permischer basischer Gänge aus der Heimefront-fjella, West-Neuschwabenland/Antarktika

J. Rumohr, Kiel:

Winter Water Cascadas and Sediment Transport on the Continental Slope off Northern Norway

W. Haeberli, D. Vonder Mühl, J. Huder,

A. Hofer, Zürich:

Kernbohrung im Permafrost eines alpinen Blockgletschers - Konzept und erste Resultate

A. Brodscholl, Bremerhaven:
Die Einwirkung polar-ionosphärischer Stromsysteme auf die Ergebnisse der erdmagnetischen Tiefensondierung

A. Löbe, Bremerhaven:
Optische Phänomene im Verlauf der Überwinterungen 1986 und 1987

19.00 Uhr: **Empfang** der Tagungsteilnehmer durch den Präsidenten der Heidelberger Akademie der Wissenschaften in der Akademie, Karlsstraße 4

20.00 Uhr: **Öffentlicher Vortrag** in der Aula der Neuen Universität, Universitätsplatz,
Professor Dr. Hubert Miller, München:
Auf den Spuren der driftenden Kontinente: Der alte Festlandblock Gondwana aus der Sicht der Antarktis

Donnerstag, 6. Oktober 1988

08.30 Uhr: **Vortragssitzung VI**

V. Bühren, Homburg:
Therapie der akuten Hypothermie unter Expeditionsbedingungen

H. Müller-Beck, Tübingen:
Archäologie und Klimageschichte in der kanadischen Westarktis

N. Kaul, Bremerhaven:
Erste Auswertung reflexionsseismischer Messungen während ANT-V/3 (1986/87)

J. Olf und C. Kottmeier, Hannover:
Energiebilanzen der Eisoberfläche und die
Windverhältnisse im Einzugsgebiet des Filch-
ner-Rønne-Schelfeises

C. Kottmeier, Hannover:
Windfelder und Meereisbewegung im Gebiet des
Weddellmeeres

G. Heinemann, Bonn:
On the Structure and Energy Budget of the
Boundary Layer in the Vicinity of the Filchner-
Rønne Ice Shelf Front

10.30 Uhr: Kaffeepause

10.50 Uhr: D. Engelbart und C. Kottmeier, Hannover:
Der turbulente Strom fühlbarer Wärme im Ein-
flußbereich einer antarktischer Küstenpolynya

H. Eicken, M.A. Lange und C. Kottmeier, Bre-
merhaven, Hannover:
Meereisbildung in Küstenpolynyen: Ein Beitrag
zum Eishaushalt des Weddellmeeres?

C. Lüdecke, München:
Gegenüberstellung der physikalischen Eigen-
schaften von einjährigem und mehrjährigem
Meereis

C. Koch und M.A. Lange, Bonn, Bremerhaven:
On the Importance of Pancake Ice for the Ad-
vance of Sea Ice in the Weddell Sea: Observa-
tions and Numerical Studies

S. Kipfstuhl, Bremerhaven:
Zum Wachstum des Meereises in der Atka-
Bucht, Antarktis: Vergleich von Beobachtung
und numerischer Simulation

M.A. Lange und P. Schlosser, Bremerhaven,
Heidelberg:
Meereisbildung und ^{18}O -Konzentrationen in Eis-
kernen des winterlichen Weddellmeeres

14.15 Uhr: **Vortragssitzung VII**

M. Peters, N.T. Arndt, J. Jacobs, M. Tapfer und
K. Weber, Göttingen, Mainz, Gießen:
Die Geologische Stellung Neuschwabenlands in-
nerhalb Gondwanas

G. Kleinschmidt und W. Buggisch, Frankfurt,
Erlangen:
Der Überschiebungsbau der Shackleton-Range

H.-Ch. Höfle, Hannover:
Die Vereisungsgeschichte der Shackleton-
Range, Antarktis

R. Mäusbacher, Heidelberg:
Der postglaziale Eisabbau im Bereich von King
George Island, Westantarktis

G. Stäblein, Bremen:
Kryogene Bedingungen und geomorphologische
Entwicklung periglazialer Standorte der Ant-
arktischen Halbinsel

15.55 Uhr: Kaffeepause

16.15 Uhr: M.A. Lange, Bremerhaven:
Gefügeuntersuchungen an Eis mit Hilfe der
Röntgentomographie

M. Degutsch, G. Boldt, H. Kreuzer, St. Lintker
und F. Thyssen, Münster:
Reflexionsseismische Untersuchungen auf dem
Ekström-Schelfeis unter Einsatz eines "Ice
Streamers"

K. Grosfeld und F. Thyssen, Münster:
Interpretationen von Flug-EMR-Messungen auf
dem Ekström-Schelfeis, Antarktis

N. Blindow und F. Thyssen, Münster:
Hochauflösende EMR-Messungen zur Bestim-
mung des inneren Aufbaus von Schelfeis

F. Thyssen, Münster:
Der zentrale Teil des Filchner-Rønne-Schelfei-
ses: Ergebnisse und Probleme

G. Delisle, R. Karlén, S. Chinn und A. Winters,
Hannover, Stockholm, Christchurch, Gisborne:
EMR-Survey of the Erebus Glacier Tongue,
Antarctica

ab 18.30 Uhr: Möglichkeit zur Fortsetzung der Arbeitskreis-
Sitzungen

Freitag, 7. Oktober 1988

09.00 Uhr: **Ganztagesexkursion** zur Grube Messel
(Fossilfundstelle)
Rückkehr bis 17.00 Uhr
Fahrkosten ca. 30,- DM

Hinweise für die Teilnehmer

Tagungsort Großer Hörsaal des Physik-Hörsaalgebäudes
der

und Universität Heidelberg

Tagungsbüro: Im Neuenheimer Feld 308,
Das Tagungsbüro ist geöffnet:
Mo - Do: 08.00 - 12.00 Uhr
 14.00 - 17.00 Uhr

Tagungsadresse: Institut für Umweltphysik
Universität Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 366
D - 6900 Heidelberg
Tel.: 06221 / 56 33 50

Zimmervermittlung: Verkehrsverein Heidelberg
Postfach 10 58 60
D - 6900 Heidelberg 1

Festvortrag

K.O. Münich (Heidelberg)

DIE BEDEUTUNG DER POLARGEBIETE FÜR DEN GLOBALEN CO₂-HAUSHALT

Das Verhalten des Kohlendioxys in der Atmosphäre, und die Frage, inwieweit der Ozean oder die kontinentale Pflanzendecke Kohlendioxyd aufnehmen und abgeben, ist heute von herausragendem Interesse: Wir wissen, daß die CO₂-Konzentrationen der Luft seit Jahren, primär als Folge der Energiegewinnung aus Kohle und Erdöl, stark ansteigt. Da das CO₂ die infrarote Wärmeabstrahlung der Erde verringert, wird dies zu einer globalen Klimaveränderung auf der Erde führen.

Das entscheidende Reservoir, welches das anthropogen erzeugte CO₂ aus der Atmosphäre entfernen und damit den Anstieg bremsen kann, ist das Weltmeer. Der Ozean enthält nämlich schon von Natur aus fast zwei Größenordnungen mehr CO₂ als die Atmosphäre. Der Chance aber, daß sich das vom Menschen produzierte CO₂ einfach auf dieses große Reservoir verteilt und sich darin verliert, stehen drei Hindernisse entgegen, die im Vortrag behandelt werden: Das CO₂ muß erst einmal aus der Atmosphäre durch die Meeresoberfläche hindurch diffusiv in den Ozean eindringen. Ferner macht es dann das Ozeanwasser etwas saurer, wodurch eine Rückwirkung entsteht, die das CO₂-Aufnahmevermögen verringert. Schließlich braucht der Ozean mehrere hundert Jahre für seine innere Umwälzung, so daß kurzfristig nur das Ozean-Oberflächenwasser für die CO₂-Aufnahme zur Verfügung steht.

Wesentlich für die Aufklärung des CO₂-Haushaltes ist neben der Messung des Konzentrationsanstieges und der weltweiten Verteilung des atmosphärischen Kohlendioxys auch die Kenntnis der Isotopenzusammensetzung des CO₂, also des jeweiligen Gehaltes an ¹³C bzw. an Radiokohlenstoff ¹⁴C im atmosphärischen CO₂ oder im gebundenen Kohlendioxyd des Meerwassers. Anhand des radioaktiven Zerfalls des Kohlenstoff-14 erhält man dabei z.B. Information über den globalen Mittelwert des Widerstandes, den das anthropogene CO₂ beim Eindringen ("Gasaustausch") in die Meeresoberfläche vorfindet. Die Geschwindigkeit der inneren Umwälzung des Ozeans wird ebenfalls mit diesem Isotop erschlossen.

Es ergibt sich, daß das Kohlendioxyd vor allem im nördlichen Nordatlantik über die Tiefenwasserbildung in das Innere des Ozeans eindringt. Der südpolare Ozean ist vergleichsweise weniger wirksam, obwohl auch dort eine intensive Kopplung zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser besteht. Aus mittleren Tiefen quillt altes Wasser auf, was seit rund tausend Jahre keinen Kontakt mehr mit der Oberfläche hatte. Dieses Wasser beeinflußt über den Gasaustausch sogar den ^{14}C -Gehalt der antarktischen Atmosphäre und fließt dann oberflächlich langsam nach Norden ab. Durch diesen Aufquellvorgang wird das CO_2 , was in den antarktischen Ozean eindringt, nach oben zurückgespült. Zwar gelangt trotzdem über die Schelfregionen vor allem im Weddellmeer antarktisches Oberflächenwasser in die Tiefe, offenbar aber hat dieses Wasser keinen ausreichend langen Atmosphärenkontakt, um viel CO_2 aufzunehmen. - Noch eine ganz andersartige Schlüsselrolle der Polgebiete wird kurz besprochen: Aus Messungen an polaren Eisbohrkernen kann u.a. auch die atmosphärische CO_2 -Konzentration vergangener Klimastadien rekonstruiert werden.

F. Arnold (Heidelberg)

I-1

**SPURENSTOFFMESSUNGEN IN DER ARKTISCHEN
STRATOSPHERE. AUF DER SUCHE NACH DEM OZONLOCH-
BILDUNGSMECHANISMUS**

keine Kurzfassung

SPURENSTOFFUNTERSUCHUNGEN ZUR BODENWASSERBILDUNG IM WEDDELLMEER

Ein Spurenstoff-Datensatz von Proben, die auf den "Polarstern"-Reisen ANT III und ANT V genommen wurden, wird vorgestellt und im Hinblick auf seine Aussagefähigkeit über die Bodenwasserbildung im Weddellmeer diskutiert. Der Datensatz deckt die Bereiche des zentralen Weddellmeeres, des Filchner-Grabens einschließlich Kontinentalabhang nördlich der Schwelle, die den Filchner-Graben vom Weddellmeer trennt, sowie den Ausstrombereich des Weddellmeerbodenwassers im nordwestlichen Weddellmeer ab. Die ^{18}O - und Helium-Isotopendaten erlauben zusammen mit den hydrographischen Daten eine Differenzierung der an der Bodenwasserbildung beteiligten Ausgangswassermassen mittels einer multidimensionalen Wassermassenanalyse. Die Daten zeigen, daß Eisschelfwasser, das durch die Wechselwirkung Wasser/Eis unter dem Filchner-Eisschelf gebildet wird, eine wesentliche Rolle bei der Bodenwasserbildung spielt. Auf der Basis der isotopischen Zusammensetzung des Bodenwassers wird die Aussagekraft der Daten bezgl. der Bedeutung weiterer Schelfwassermassen neben dem Eisschelfwasser diskutiert. Die Daten erlauben die Quantifizierung der im Bodenwasser-Bildungsprozeß zu den Schelfwassermassen zugemischten Wassermassen.

EIN EINDIMENSIONALES GEZEITENGETRIEBENES DECK- SCHICHTMODELL UNTER DEM SCHELFEIS

Das sich in Bodennähe unter das Ross-Schelfeis ausbreitende warme und salzreiche Schelfwasser (HSSW) stellt ein Wärmereservoir dar, das einen Abschmelzvorgang tief unter dem Schelfeis ermöglichen kann, sofern dieses schwere Wasser mit dem Schelfeis in Kontakt kommt.

Ein Anheben des schweren HSSW erfordert mechanische Energie. Eine mögliche Quelle dieser Energie ist die durch die Scherung der Gezeitenströmung an der Schelfeisunterkante und am Meeresboden erzeugte kleinskalige Turbulenz.

Es wurde ein eindimensionales Deckschichtmodell vom integralen Typ (KT-Modell) an das Schelfeis angekoppelt. Der Antrieb des zweigeschichteten Modells wird durch eine barotrope Gezeitenströmung geleistet.

Es hat sich gezeigt, daß die Schmelzrate nicht nur von der Intensität der Gezeitenströmung - und der entsprechend hohen Produktionsrate turbulenter kinetischer Energie - abhängig ist, sondern vorwiegend von der zeitlichen Variabilität der Gezeitenströmung geprägt wird. Für isotrope Gezeitenströmungen ergeben sich Anfrierraten von etwa 13 mm/Jahr, für die anisotropen Gezeitenströmungen Abschmelzraten bis zu knapp 1.4 m/Jahr.

Die Anwendung dieses Modells bleibt auf Gebiete tief unter dem Schelfeis begrenzt, in denen die Wassersäule sehr dünn ist und advective Transporte eine untergeordnete Rolle spielen.

EIN 2-DIMENSIONALES MODELL ZUR THERMOHALINEN ZIRKULATION UNTER SCHELFEISEN

Für das Weddellmeer stellt Eisschelfwasser eine bedeutende Komponente bei der Produktion von Antarktischem Bodenwasser dar. Es resultiert aus einer Modifikation des relativ warmen, salzreichen Westlichen Schelfwassers (WSW) an der Grenzfläche Wasser/Schelfeis. Aus Schelfeismassenbilanzen und Eisdickenmessungen konnten bisher die räumliche Verteilung der Schmelz- und Anfrierverprozesse an der Schelfeisunterseite sowie ihre Raten abgeschätzt werden.

Mit Hilfe eines 2-dimensionalen Modells werden die Zirkulation unter dem Schelfeis, lokale Veränderungen des Schmelz- und Anfrierverbereiches sowie Variationen der Schmelz- und Anfrierraten in Abhängigkeit der WSW-Charakteristiken und der Morphologie der Schelfeisunterseite untersucht. Eine mögliche Verbindung zum Rønne-Schelfeis südlich von Berkner Island wird dadurch simuliert, daß auf dem Rand, der die Aufsetzlinie des Schelfeises darstellt, die Charakteristiken einer auf in-situ Gefrierpunkttemperatur befindlichen Wassermasse vorgegeben werden.

Die Verifikation der Modellergebnisse erfolgt durch Vergleiche mit Temperatur- und Salzgehaltmessungen entlang der Filchner-Schelfeiskante.

DIE ROLLE DER KRYOSPHERE BEI KLIMAÄNDERNGEN

Klimaänderungen können als Änderungen der im Klimasystem gespeicherten Energie betrachtet werden. Um diese Änderungen zu berechnen, wurde die Klimaänderung seit dem letzten Glazialmaximum (LGM) bis zur Gegenwart bearbeitet. Zum Klimasystem gehören die Atmosphäre, die Hydrosphäre, die Kryosphäre, die Pedo-/Lithosphäre sowie die Biosphäre. Die Atmosphäre und die Biosphäre sind als Speicherräume wegen ihren kleinen Wärmekapazitäten vernachlässigbar. In der Kryosphäre wird Energie in Form von latenter Energie und der Enthalpie im Gletschereis, Meereis und Permafrost gespeichert. In der Hydrosphäre ist die Enthalpie im Ozeanwasser als die Hauptkomponente anzusehen. Die meist vernachlässigte Wärmespeicherung in der Pedo-/Lithosphäre kann für Klimaänderungen mit mehr als 10^4 Jahren Periode bedeutend sein. Unter Berücksichtigung der bisher rekonstruierten Eis- und Wasservolumina, der Temperaturverteilung für das LGM und der entsprechenden Angaben für die Gegenwart läßt sich die gesamte Energie, die seit dem LGM in den verschiedenen Klimasubsystemen gespeichert worden ist, folgendermaßen abschätzen:

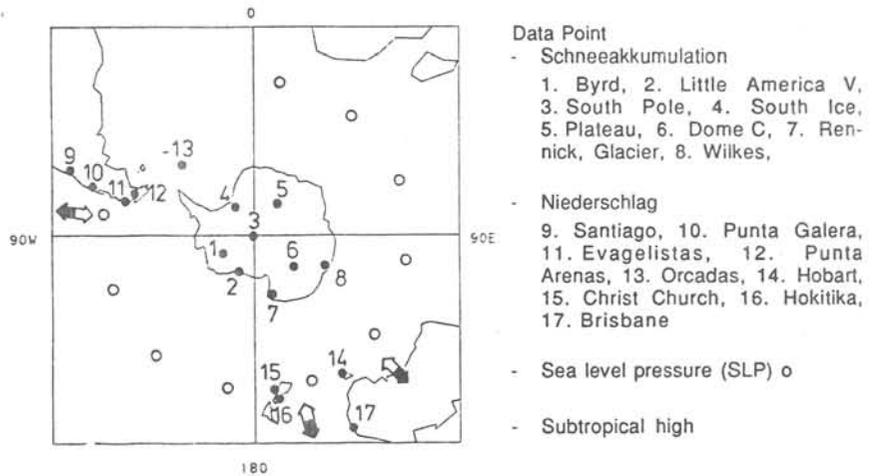
Schmelze der Gletscher	26 - 39 x 10^3 MJ m ⁻²
Erwärmung des Gletschereises sowie des Schmelzwassers bis zur mittleren Ozeantemperatur	0.3 - 0.5 x 10^3
Schmelze des Meereises	8
Schmelze des Permafrostes	0
Erwärmung des Meerwassers	1 - 18 x 10^3
Erwärmung des Landes	3 x 10^3
<hr/>	
Totale Energie gespeichert im Klimasystem	30 - 60 x 10^3 MJ m ⁻²
Durchschnittlicher Zuwachs pro Jahr	1.5 - 3.0 MJ m ⁻² y ⁻¹

Mehr als 99 % der gesamten Energie ist in Form von latenter Wärme im Gletschereis und als Enthalpie in Ozeanen und im Land gespeichert, was etwa 7 % der überdurchschnittlichen (Quartär) extra-atmosphärischen Strahlung der letzten 19'000 Jahren entspricht. Mit der vereinfachten Darstellung des globalen Energiehaushaltes läßt sich zeigen, daß das nacheiszeitliche Klimaoptimum auf diese astronomisch bedingten überdurchschnittlichen Sonnenstrahlungen zurückzuführen ist. Die von den Bahnelementen gesteuerte Sonnenstrahlung für mittlere und hohe geographische Breiten erreicht ihr Maximum 9'000 y B.P. Wegen der Energiespeicherung wurde das Temperaturmaximum um 2'000 bis 3'000 Jahre gegenüber dem Strahlungsmaximum verzögert. Die Berechnungen und die Methode der Energieevaluation werden erläutert.

MEHRJÄHRIGE SCHWANKUNGEN DER SCHNEEAKKUMULATION IN DER ANTARKTIS UND "SEA LEVEL PRESSURE" (SLP) AUF DER SÜDHALBKUGEL

Stratigraphische Analysen an Bohrkernen und Schneeschächten in der Antarktis zeigen langjährige Schwankungen der Schneeakkumulation in den letzten 100 Jahren. Die Schwankungen in der Ostantarktis sind kohärent während diejenigen in der Westantarktis nicht kohärent sind. Korrelationsanalysen zeigen eine mögliche Beziehung zwischen den Schneeakkumulationen in der Antarktis und den SLP in mittleren Breiten. Die Akkumulationen am Südpol, Dome C, Wilkes und South Ice Point sind signifikant korreliert mit den SLP in einem großen Gebiet zwischen 40° - 50° süd.

In den langjährigen Schwankungen (mehr als 10 Jahre) der SLP in den mittleren Breiten werden einerseits Strukturen mit der Wellenzahl Null gefunden, andererseits gibt es longitudinale Unterschiede der SLP Schwankungen zwischen dem Pazifik und dem Indischen Ozean. Diese Unterschiede resultieren aus der atmosphärischen Zirkulation mit Wellenzahl Eins. Die Zeitskalen für beide Schwankungen sind 20 bis 30 Jahre, resp. 40 bis 60 Jahre. Es scheint, daß diese zwei großen räumlichen und zeitlichen Schwankungen der SLP die Schneeakkumulation in der Antarktis beeinflussen.



SPEKTRALE MIKROWELLENSIGNATUREN DES ANTARKTISCHEN INLANDEISES

Basierend auf Mikrowellendaten des Scanning Multichannel Microwave Radiometer (SMMR) des Erdbeobachtungssatelliten Nimbus-7 in den Kanälen 6.6, 10.7, 18, 21 und 37 GHz wurden die räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität des Emissions- und Polarisationsverhaltens des antarktischen Inlandeises untersucht. Abgesehen von den Randzonen, in denen es im Sommer zum Schmelzen kommen kann, sind die Mikrowellensignaturen der Antarktis langfristig stabil. Aus der zeitlichen Änderung der Strahlungstemperatur im 6.6 GHz Kanal von ausgewählten Testgebieten, die besonders geringe Variation aufweisen, konnte auf die zeitliche Änderung der Sensorempfindlichkeit geschlossen werden.

Für verschiedene Meßpunkte wurden die spektralen Emissionskoeffizienten mit Akkumulationsraten und Profilen der Schneetemperatur verglichen. Weitere standen für die Interpretation der Informationen über Schneestruktur und Stratigraphie zur Verfügung. Bei niederen Frequenzen ist die Schichtung der obersten 10 bis 20 m wesentlich für das Emissions- und Polarisationsverhalten. Bei Frequenzen oberhalb von 15 GHz wird die Mikrowellenemission vor allem von der Korngröße sowie von der Dicke und Abfolge der Tiefenreife schichten beeinflusst. Die Akkumulationsrate, der Jahresgang der Schneetemperatur und die Windverhältnisse sind wesentlich für die Struktur des obersten Schneevolumens und somit für die Mikrowellensignaturen. Die Analyse der Mikrowellenmessungen ermöglicht in begrenztem Maße Rückschlüsse auf diese Größen. Verbesserte Möglichkeiten läßt die Kombination von Messungen der Emission mit Rückstreuungsmessungen erwarten. Aus diesem Grund wurde ein Experiment zur Erfassung des Rückstreuverhaltens des antarktischen Inlandeises mit dem Aktiven Mikrowellen-Instrument (AMI) des Europäischen Fernerkundungssatelliten ERS-1 vorgeschlagen, dessen Start für 1990 geplant ist.

W. Graf, H. Moser, H. Oerter und O. Reinwarth (München, Neuherberg und Bremerhaven)

I-8

AKKUMULATIONSSTUDIEN AUF DEM EKSTRÖM-SCHELFIS UND AUF DEM RITSCHER-HOCHLAND

Im Rahmen der Ekström-Traverse 1986/87, die von der Georg-von-Neumayer-Station (GvN) bis 270 km nach Süden auf das Ritscher-Hochland reichte, wurden an 17 Meßpunkten glaziologische Arbeiten mit Probennahmen für isotopische und spurenstoffglaziologische Untersuchungen durchgeführt. Bisher wurden die oberflächennahen Schichten an 7 Lokalitäten bis zu einer Tiefe von ca. 2,5 m anhand der gewonnenen Schneeschachtproben isotopestratigraphisch datiert. Nach diesen Ergebnissen nimmt der jährliche Schneeauftrag auf dem Schelfeis von 34 cm WE an GvN auf 19 cm WE in 70 km Entfernung von der Station ab. Im Anstieg zum Ritscher-Hochland schwanken die Werte um 24 cm WE. Auf dem Ritscher-Hochland deutet sich nach der Auswertung von zwei Schneeschächten eine erneute Abnahme auf Werte um 16 cm WE an.

Die Untersuchung der 17 erbohrten 10-m-Firnkerne, die jeweils die Akkumulation von ca. 20 Jahren umfassen, ergibt ein genaueres Bild der Akkumulationsverteilung im Untersuchungsgebiet. Die Datierung stützt sich auf die saisonalen Schwankungen des ^{18}O -Gehalts und das Tritiumprofil. Die im ^3H -Profil durch thermonukleare Testreihen markierten Horizonte können zu einer absoluten Datierung herangezogen werden. Die Ergebnisse der Spurenstoffuntersuchungen am Institut für Umweltphysik, Universität Heidelberg, (K. Moser et al., ds. Bd.) erschließen weitere Datierungsmöglichkeiten.

AKKUMULATIONSMESSUNGEN AUF DEM EKSTRÖM-SHELFEIS WÄHREND DER ÜBERWINTERUNG 1987

Zur Intensivierung der Untersuchungen des Massenhaushaltes des Ekström-Schelfeises wurden Akkumulationsmessungen durchgeführt, in deren Zusammenhang eine Korrelation zwischen Witterungs- und Klimaverhältnissen des Schelfeises und den in Schnee- und Eisproben anzutreffenden Spurenstoffen und Isotopen gesucht werden soll. Als Methoden dienten Flachbohrungen, Schneeschächte und Pegelfelder. Durch die Bohrungen wurde die Akkumulation der letzten Jahre bestimmt, durch die Schneeschächte konnten im wesentlichen die Akkumulation des Überwinterungsjahres zugänglich gemacht und Schnee- und Eisproben gewonnen werden, während die Pegelfelder so angelegt wurden, daß Aussagen über zeitliche und räumliche Variation des Schneezutrags möglich sind.

Erste Ansätze zur Einbindung der Akkumulation des Ekström-Schelfeises in die Verhältnisse der Küstenregion stellt die Einrichtung der Pegelfelder auf dem Sörasen-Icerise ($71^{\circ}14.7'S$, $9^{\circ}40.3'W$) und dem benachbarten Quarisenschelfeis ($71^{\circ}10'S$, $10^{\circ}45'W$) dar. Die intensive Beobachtung der Schneedecke zusammen mit der meteorologischen Routine ermöglicht eine Datierung bei der Stratigraphie der Schneeschächte. Vereinzelt Fälle von Nieselregen während des ganzen Jahres führten zu Eiskrusten im Schnee und sind sowohl im obengenannten Zusammenhang als auch in ihrer Auswirkung auf Menge und Verteilung der Spurenstoffe von Bedeutung. Nach ersten Auswertungen der Akkumulationsmessungen wäre die Weiterführung zumindest der Pegelfelder wünschenswert.

Dank gebührt allen Mitüberwinterern des Jahres 1987 für ihre Unterstützung bei der Durchführung dieser glaziologischen Arbeiten.

SATELLITENGEODÄSIE (GPS UND TRANSIT): KINEMATIK DER SCHELFEISE FILCHNER UND EKSTRÖM

Die beiden Navigations- und Positionierungssysteme Transit (bzw. Navy Navigation Satellite System, NNSS) und Global Positioning System - Navigation System with Time and Ranging (NAVSTAR/GPS) lassen sich zur Positions- und Eisbewegungsbestimmung verwenden. Mit einer besonderen Meßmethodik lassen sich aus den während einer Antarktisexpedition mindestens zweimal erfolgten Positionsbestimmungen bereits nach einem Zeitabstand von wenigen Tagen die Bewegungsparameter zuverlässig abschätzen. Methodik, Einsatz und Potential der Positionierungsverfahren, insbesondere des GPS, wird im Poster (Hinze, Seeber: "Satellitengeodäsie: Anwendung von GPS und Transit in der Antarktisforschung") vorgestellt. Im Vortrag werden die Vor- und Nachteile der beiden verschiedenen Meßverfahren "Einzelpunktlösung" bzw. "simultane Stationsauswertung" diskutiert.

Für die beiden Schelfeise Filchner bzw. Ekström liegen aus verschiedenen Expeditionen und Feldeinsätzen an diskreten Meßpunkten Werte für die Eisgeschwindigkeit vor. Auf dem Filchner-Schelfeis wird ein ca. 150 x 300 qkm großes Gebiet im Bereich östlich von Berkner Island mit 12 Meßpunkten abgedeckt. Für das Ekström-Schelfeis sind in einem ca. 50 x 130 qkm großem Gebiet 25 Meßpunkte vorhanden.

Anhand der vorliegenden Daten werden verschiedene Lösungsansätze für die Positionsbestimmung und nachgeordneter Bewegungsbestimmung erörtert. Die Lösungen der Eiskinematik werden vorgestellt, diskutiert und mit anderen Lösungen verglichen.

Literatur zu den Ergebnissen:

Ellmer, W., H. Hinze, G. Seeber, W. Welsch 1987:

Transit-Dopplermessungen 1984 zur Geschwindigkeitsbestimmung des Filchner-Schelfeises. Allgemeine Vermessungsnachrichten, 98. Jahrgang, S. 373-388, 1987.

Hinze, H., G. Seeber 1987:

Ice Motion Determination by Means of Satellite Positioning Systems. 4th International Symposium on Antarctic Glaciology (FISAG), Bremerhaven, 7.-11.9.1987. Proceedings: Journal of Glaciology, 1988.

Swithinbank, C., K. Brunk, J. Sievers 1987:
Glaciological Map of Filchner-Ronne-Schelfeis, 1 : 200 000. Institut für
Angewandte Geodäsie, Frankfurt a.M., FR Germany, 1987.

Hinze, H. 1987:
NNSS and GPS Monitor Very Slow Ice Motion. Proceedings 4th International
Geodetic Symposium on Satellite Positioning, 28.4.-2.5.1986, Austin, Texas,
p. 1377-1390, 1987.

Hinze, H., G. Seeber 1987:
Ice Motion Determination by Means of Satellite Positioning Systems. 4th
International Symposium on Antarctic Glaciology (FISAG), Bremerhaven, 7.-
11.9.1987. Proceedings: Journal of Glaciology, 1988.

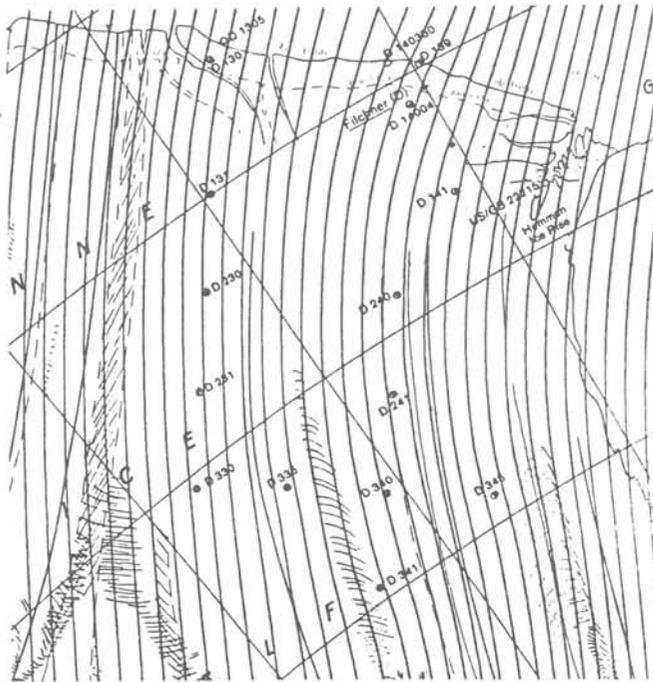


Abb. 1: Filchner-Schelfeis: Lineare Strukturen = Fließlinien?

Fließlinien nach der von Swithinbank u.a. (1987) gegebenen Definition
für den Bereich der Filchner-Sommerstation (D), Filchner-Ronne-
Schelfeis.
Kartengrundlage mit Fließlinien aus linearen Oberflächenstrukturen,
Schelfeiskante, Aufsetzlinien etc.: Glaciological Map of
Filchner-Ronne-Schelfeis, 1:2 Mill., Swithinbank u.a. (1987).
Ertes Liniennetz: Geometrisch interpolierte Linien aus Geschwindigkeits-
werten diskreter Meßpunkte. Gewichtsfunktion zur Interpolation:
 $1/(s \cdot s)$. Zum Teil vorläufige Ergebnisse aus on-line Positionen
(Transit und GPS).

TRIGONOMETRISCHE HÖHENBESTIMMUNGEN AUF DEM EKSTRÖM-SHELFEIS

Während der Antarktisexpedition ANT V/4 1986/87 wurden Schlittentrassen über Schelf- und Inlandeisflächen mit einer Gesamtlänge von 350 km sowohl höhen- als auch lagemäßig erfaßt. Davon entfallen allein 230 km auf das Hauptprofil von der Atka-Bucht über die Georg-von-Neumayer-Station bis in das Ritscher-Hochland (72°30' Süd) und über 70 km auf Profilmessungen im Bereich des südlichen Ekström-Schelfeises. Der Abstand vermessener Oberflächenpunkte (Balisen, Bambusstäbe, Schlittenstandpunkte) beträgt im allgemeinen 1000 m, liegt bei unruhiger Eisoberfläche jedoch darunter. Die Standardabweichung der gemessenen Höhenunterschiede benachbarter Punkte werden mit maximal 0,05 m abgeschätzt, der Anschluß an die Meereshöhe und Höhenunterschiede über größere Distanzen weisen Standardabweichungen bis maximal 1,0 m auf. 1987/88 konnte das Höhennetz auf dem Ekström-Schelfeis durch zwei weitere Querprofile von insgesamt 80 km Länge verdichtet werden.

Höhen- und Lageinformationen der vermessenen Trassen bilden ein wichtiges Stützpunktfeld für die Höhendarstellung in der Karte der Schelfeiskinematik "Ekströmisen" 1 : 500 000.

J. Sievers (Frankfurt)

I-12

**KARTE DER SCHELFEISKINEMATIK / MAP OF ICE
KINEMATICS "EKSTRÖMISEN" 1 : 500 000.**

In der vorliegenden Gegenüberstellung von Satellitenbild- und
Linienkarte des Ekströmisen sind folgende Meß- und Auswerteer-
gebnisse zusammengetragen, die zur Charakterisierung und Be-
stimmung der Schelfeiskinematik beitragen:

- Schelfeisbewegung,
- Strain,
- Höhen,
- Bathymetrie,
- Topographie.

An der wissenschaftlichen Ausarbeitung der Karte waren Mitarbei-
ter folgender Institutionen beteiligt:

- Institut für Vermessungskunde, Universität Braunschweig,
- Institut für Erdmessung, Universität Hannover,
- Forschungsstelle für physikalische Glaziologie, Universität
Münster,
- Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung,
Bremerhaven,
- Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt am Main.

A. Mangini, A. Eisenhauer, P. Walter, J. Beer, G. Bonani, H.J. Hofmann, M. Suter und A. Wölfli (Heidelberg, Bremerhaven, Zürich)

II-1

Be-10 UND Th-230 STRATIGRAPHIE VON SEDIMENTEN AUS HOHEN BREITEN

Die Abfolge von Glazialen und Interglazialen beeinflusst die Konzentration und die Flußdichte der Radioisotope Be-10 und Th-230 in Sedimenten aus hohen Breiten. Die Maxima und Minima stimmen zeitlich mit den Extrema der Sonneneinstrahlungskurve (mid-month-insolation) überein.

Eine weitere Einflußgröße für die Flußdichte ins Sediment ist die Menge an biogenen Teilchen in der Wassersäule. Be-10 wird verstärkt gegenüber Th-230 aufgrund einer 20 mal größeren Verweilzeit in der Wassersäule in den Sedimenten angereichert. Aus dem Verhältnis der produktionsüberschreitenden Flußdichten von B-10 und Th-230 können Informationen über die biogene Sedimentation sowie über die räumliche Ausdehnung der Gebiete erhöhter Bioproduktivität gemacht werden.

Die Be-10 und Th-230 Isotopenprofile ermöglichen eine Stratigraphie ähnlich und in vergleichbarer Auflösung wie mit der delta 0-18 Paläoklimakurve. Zusätzlich zur paläoklimatischen Information ist über den radioaktiven Zerfall des Th-230 eine zeitliche Kontrolle der untersuchten Kernabschnitte möglich.

An Sedimentkernen aus der Framstraße (23235) und der Antarktis werden wir Anwendungen der zwei-Tracer Methode aufzeigen und diskutieren.

ÖKOLOGIE UND VERBREITUNG VON REZENTEN BENTHISCHEN FORAMINIFEREN IN DER AKTIS

Die "Polarstern" stieß auf ihrer ARK IV/3 Expedition im Sommer 1987 weit in das Arktische Becken vor und es gelang ihr Regionen zu beproben, über die bisher nichts oder nur wenig bekannt war. Die mit Großkastengreifern gewonnenen Bodenproben, wiesen einen erstaunlichen Artenreichtum an benthischen Foraminiferen, besonders in den feinen Fraktionen, auf. Die Individuendichte und Faunenzusammensetzung differiert stark zwischen den einzelnen Probenpunkten, jedoch ließ sich hier vieles durch die gute Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern anderer Wissensbereiche (Ozeanographen, Meereschemikern, Biologen eca.) erhellen, so daß neben der rein quantitativen Analyse auch eine qualitative Aussage über die ökologischen Indikatoren und Zusammenhänge, die zu diesen Verbreitungsmustern geführt haben, getroffen werden kann.

**PALÄOOZEANOGRAPHISCHE BEDEUTUNG NEOGENER
DIATOMEEN IM SÜDPOLARMEER
(PALEOCEANOGRAPHIC SIGNIFICANCE OF NEOGENE DIATOMS
IN THE SOUTHERN OCEAN)**

Neogene diatom assemblages in sediment cores recovered during RV POLARSTERN cruises and ODP-Leg 113 in the atlantic sector of the Circumantarctic Ocean (Weddell Sea) show distinct abundance patterns of diatom species which can be interpreted to reflect changes in Neogene surface water oceanography. Comparison of these species abundance changes to similiar events in areas outside the Southern Ocean and the biogeographic distribution of Neogene diatom species result in information on the stepwise thermal isolation of the Antarctic Ocean and the paleoclimatic evolution in the southern high latitudes.

F. Westall (Bremerhaven)

II-4

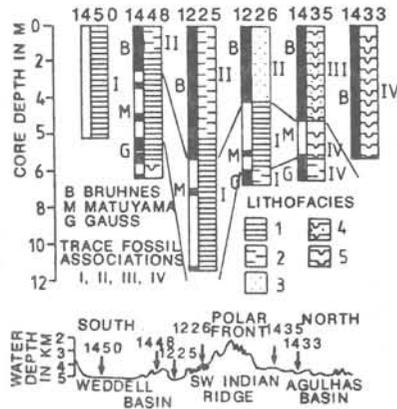
**TRACE FOSSILS IN PLIOCENE-RECENT SEDIMENTS FROM THE
SOUTH ATLANTIC: AN INDICATION OF LARGE-SCALE
FLUTUATIONS IN THE POLAR FRONT**

Organised communities on the seafloor and hence their ichnofacies are related to overall environmental conditions and sediment properties. With this in mind, and in order to reconstruct palaeoenvironmental successions in the South Atlantic, 6 cores from a N-S profile in the S. Atlantic between Africa and Antarctica, ranging in age from Pliocene to recent, were investigated to examine changes in the palaeoenvironment of deposition which have occurred over the last 2.5 Ma. This is an area in which an important oceanographic boundary, the Polar Front, occurs. The front (50 - 53°S) separates cold Antarctic Surface Water to the south from warmer Subantarctic Surface Water to the north and is a zone of high biological productivity.

Standard sedimentological methods were used to determine sediment lithology. 1 cm thick slices were removed from the cut core surfaces for X-radiography to investigate trace fossil types and associations. Four trace fossil associations were identified: I - Planolites, Chondrites, Thalassinoides; II - Planolites. These associations follow a latitudinal pattern from south to north which correlate with latitudinal changes in the lithofacies. Trace fossil association I is typical of predominantly barren clays in the central Weddell Basin. This is an area of low surface water production and little nutrient availability in the bottom sediments. Trace fossil association II occurs in mixed ash, clay and diatom sediments from the northern Weddell Basin. In this region surface water production increases towards the Polar Front. In the southern Agulhas Basin (north of the Polar Front) trace fossil association III is common in ashy diatom oozes. This grades into association IV in purer diatom oozes further north.

This distribution pattern is typical for the Bruhnes period. Alternations of trace fossil associations and lithofacies in Bruhnes age sediment presumably reflect strong glacial/interglacial fluctuations in the position of the Polar Front. The Matuyama-E. Bruhnes sediment records a northward shift in trace fossil associations and lithofacies without any of the fluctuations observed in the Bruhnes sediment, suggesting a stable, northerly position for the Polar Front caused by harsher (colder?) environmental conditions. Gauss sediments, on the other hand, exhibit a strong southerly shift in trace fossil association and lithofacies, indicating a position for the Polar Front possibly even further south than at present.

Lithofacies in diagram: 1-clay, 2-clayey diatom ooze, 3-ashy/clayey diatom ooze, 4-ashy diatom ooze, 5-diatom ooze.



**KIESELIGE MIKROFOSSILIEN IM PLIO/PLEISTOZÄN DES
WEDDELLMEERES
(SILICEOUS MICROFOSSILS IN THE PLIO/PLEISTOCENE OF
THE WEDDELL SEA)**

Plio/Pleistocene siliceous microfossils (diatoms, radiolaria, silicoflagellates) recovered with gravity cores during RV POLARSTERN cruises on a north-south transect from the Agulhas Basin across the Polar Front to the margin of the Antarctic Continent were used for biostratigraphic dating of the sections and for the reconstruction of paleoceanographic and paleoclimatic events in the Atlantic sector of the Antarctic Ocean. Abundance patterns of the siliceous microfossils and species composition of the preserved assemblages as well as the time-geographic occurrence of hiatuses show distinct changes in paleoproductivity, surface water temperature and bottom water activity. Large scale modifications in paleoceanography could be detected at about 4 Ma, 2.4 to 2.0 Ma and 0.6 to 0.4 Ma.

MICROFOSSILS AND BIOSTRATIGRAPHY OF THE PECTEN CONGLOMERATE OF KING GEORGE ISLAND, WEST ANTARCTICA

The *Pecten* Conglomerate (= Low Head Member of the Polonez Cove Formation) of King George Island (South Shetland Islands) is a richly fossiliferous lithologic unit, 5 - 20 m thick. The *Chlamys anderssoni* coquinas which are common here contain mixed biota of shallow- to deep-marine environments. Coccoliths, diatoms, planktonic and benthonic foraminifera, problematic microfossil *Bolboforma* as well as polychaetes, bryozoans, brachiopods, pelecypods, gastropods, ostracodes and echinoderms occur here. The most significant for biostratigraphy are an assemblages of coccoliths and planktonic foraminifera recently recognized in glacio-marine sediments of the *Pecten* Conglomerate on King George Island. The presence of the index fossils: *Chiasmolithus altus*, *Reticulofenestra bisecta* and *R. umbilica* in the coccolith assemblage and *Globigerina angiporoides* and *Chilioguembelina cubensis* in foraminifer one indicate an Oligocene age of the studied strata. The *Pecten* Conglomerate strata of King George Island represent an Oligocene event of shallow-marine sedimentation, and do not correlate with the stratotype section of the *Pecten* Conglomerate of Cockburn Island (west Weddell Sea), regarded to be Pliocene in age.

This work was supported by the Polish Academy of Sciences (Research-Project CPBP 03.03.), Alexander von Humboldt Foundation and Alfred-Wegener-Institute for Polar and Marine Research.

ON THE PRIMARY PRODUCTION IN THE HIGH ARCTIC AND THE DETERMINATION OF WATER MASSES WITH PHYTOPLANKTON SPECIES DISTRIBUTION

In late summer 1987 during the cruise ARK IV/3 with the R/V "Polarstern", potential primary production was estimated on the basis of the ^{14}C -incorporation under well controlled temperature- and light conditions on a transect from 81° to 86° north and between 20° and 35° east. Light intensities provided during measurements ranged from 4.4 to $415 \mu\text{E}/\text{cm}^2 \times \text{s}$, the chosen temperature was 0°C . In addition to the total production, its portion of the phytoplankton smaller $20 \mu\text{m}$ was determined. The chlorophyll contents of the phytoplankton and the particulate organic carbon (POC) and nitrogen (PON) was measured. The spatial distribution of the algae was investigated by using an inverted microscope.

The results show that production was mostly performed by the nanoplankton. Due to the attenuation of light in the euphotic zone caused by the ice coverage, the shade adapted algae contained high levels of chlorophyll which enabled them to high production rates under the conditions tested. Autecological experiments with stock forming algae species show that the real production in the natural environment is about 1 to 10 % of the values determined here.

In the pack ice zone mainly small flagellates occur beside thecate dinoflagellates, *Protoperidinium*-species, and the diatom *Melosira cf. arctica* growing on the bottom of ice floes. Only in ice free regions a development of planktonic diatoms was found. Essentially, several typical populations could be determined that help to identify water masses. Cluster analyses are presented that show clearly the occurrence of almost three water bodies.

The PON- and POC-analyses indicate that despite the low temperatures in the natural environment a fairly high biomass is formed in the high Arctic.

DIE OSTGRÖNLANDSHELFPOLYNYA - EINE OASE IN DER ARKTIS

Polynyas sind Gebiete mit einzigartigen physikalischen und biologischen Bedingungen. Biologisch kann man sie in Analogie zu Oasen sehen als Gebiete erhöhter Produktion inmitten eines von Packeis bedeckten Ozeans. Die sogenannte Ostgrönlandshelf-Polynya im Süden von Nordstrundingen ist die größte Polynya auf dem Ostgrönlandshelf. Sie liegt im Ostgrönlandstrom, dem Hauptausstrom aus dem Arktischen Ozean, der neben Eis salzarmes, sehr kaltes Polarwasser nach Süden transportiert. Die Polynya öffnet sich meist im späten Frühjahr und schließt sich im September/Okttober. Neben großer Bedeutung für den Austausch zwischen Wasser, Eis und Atmosphäre ist sie besonders für die Biologie interessant. Mit dem Polarwasser gelangt arktische Flora und Fauna im Frühjahr unter die Lichtverhältnisse niederer Breiten. Dies wirft Fragen nach den Anpassungsstrategien dieser Organismen auf. Ferner wird die Bedeutung der Polynya für die Produktion des Phyto- und Zooplanktons diskutiert anhand von "Polarstern"-Daten.

VIDEOAUFNAHMEN VON BENTHISCHEN LEBENS-GEMEINSCHAFTEN IM WEDDELLMEER

Während der Antarktis-Expedition ANT VI/3 mit FS "Polarstern" wurden auf dem Schelf des Weddellmeeres mit einem ferngesteuerten Unterwasser-Fahrzeug verschiedene Faunengemeinschaften am Meeresboden beobachtet und auf Video aufgezeichnet.

Allgemeines Ziel dieser Untersuchungen war es, verschiedene Lebensgemeinschaften in ihrer Besiedlungsstruktur in-situ zu erfassen und zu beschreiben. Hierbei kommt es darauf an, festzustellen, welches die vorherrschenden Lebensformen und taxonomischen Gruppen sind.

Eine vorläufige Analyse des so gewonnenen Materials zeigt, daß auf flacheren Stationen (weniger als 300 m tief) die Fauna sehr verschiedenartig und reich an Biomasse ist. Es dominieren überwiegend sessile Suspensionsfresser, wie verschiedengestaltige Schwämme, Bryozoen und Hydrozoen, solitäre und koloniebildende Ascidien und Anthozoen, sowie Seegurken. Aus den meisten dieser Tiergruppen gibt es Vertreter, die um einige Dezimeter vom Meeresboden in die freie Wassersäule ragende Standorte eingenommen haben. Diese leben entweder epizoisch überwiegend auf einem Stiel steht, ist auf einigen Stationen zu beobachten. Dieses Verhalten, bzw. morphologische Besonderheit, ist als Anpassung an die speziellen Ernährungsbedingungen, soweit damit verbundene hohe Sedimentationsraten oder als Reaktion - im Laufe der Evolution - auf hohen Fraßdruck durch Räuber direkt am Boden zu erklären. Mit zunehmender Wassertiefe nimmt der relative Anteil vagiler Echinodermen, besonders der Haar- und Schlangensterne, gemessen an der Gesamtf fauna, zu. Die absolute Individuendichte nimmt gleichzeitig ab. Die im flachen Wasser auffälligen, meist geklumpt verteilten, großen Schwämme fehlen auf den meisten tieferen Stationen fast vollständig. Abweichend von diesem allgemeinen Trend wurde auf einer tieferen Station (ungefähr 450 m) massenhaftes Vorkommen von Schwämmen ohne die sonst häufige epizoische Echinodermen-Begleitfauna entdeckt.

Im Anschluß an eine Einleitung werden diese Phänomene in Form eines Videofilmes gezeigt und erläutert.

BIOLOGIE ANTARKTISCHER GROßALGEN

Antarktische Großalgen wurden auf den Südshetland-Inseln und der Antarktischen Halbinsel isoliert und unter simulierten antarktischen Licht- und Temperaturbedingungen im Labor kultiviert. Ziel der Untersuchungen war es, die jahreszeitliche Entwicklung dieser weitgehend unerforschten Arten ausgehend von den im Südsommer entlassenen Sporen zu charakterisieren. Die Winterstadien der Grünalgen bleiben sehr klein, gleichen aber den sich im Sommer entwickelnden Makrothalli von der Form her weitgehend. Aus den Sporen der Rotalgen entstehen im Winter sehr kleine, globuläre Keimlinge, aus denen im Sommer je nach Art ein bis mehrere, bis zu 1 m lange Phylloide entspringen. Die Keimlinge der Braunalgen sind filamentöse Mikrothalli, aus denen die z.T. sehr großen, bis mehrere Meter langen Makrothalli hervorgehen. Die Bildung der Makrothalli erfolgt mitten im Winter, sehr wahrscheinlich durch die Photoperiode gesteuert. Das Wachstum der Winterstadien ist bereits bei sehr niedrigen Photonenflussraten ($3 - 15 \mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$) lichtgesättigt, Wachstumshemmungen können bereits bei $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ auftreten. Bei einigen perennierenden Arten ist die Lichtsättigung des Wachstums ganzjährig in dieser Weise auf niedrige Werte festgelegt. Annuelle, pseudoperennierende und einige perennierende Arten benötigen hingegen im Sommer für maximale Wachstumsraten höhere Lichtintensitäten ($50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$) als im Winter.

Die Temperaturoptima des Wachstums und die Temperaturreistenz endemisch antarktischer und subantarktischer Algen unterscheiden sich in charakteristischer Weise: Antarktische Arten haben ihr Wachstumsoptimum bei Temperaturen zwischen $0 - 5^\circ\text{C}$ (tiefere Temperaturen nicht getestet) und sterben bereits bei Temperaturen von $11 - 16^\circ\text{C}$ im 2-Wochen-Test ab. Subantarktische Formen wachsen optimal bei Temperaturen von $10 - 15^\circ\text{C}$; ihre Letaltemperatur liegt bei $25 - 28^\circ\text{C}$. Der Licht- und Temperaturbedarf antarktischer Algen ist somit sehr niedrig; die physiologischen Grundlagen dieser Ergebnisse sind Gegenstand der laufenden Untersuchungen.

ANPASSUNG VON KRYPTOGRAMEN AN DIE EXTREMBEDINGUNGEN DER ANTARKTIS, INSBESONDERE KURZWELLES LICHT

Grundsätzlich erklärt man die Existenz von Organismen an Extremstandorten mit ihrer allgemeinen oder spezifischen Angepaßtheit. In der Antarktis bedeutet das für Pflanzen hohe Kälte- und Trockenresistenz, Fähigkeit zur Produktion bei tiefen Temperaturen, aber auch hohe Widerstandsfähigkeit gegen extreme Sonnenstrahlung, die sich im Falle schwindender Ozonschicht stark erhöhen kann. Flechten (Lichenes) geben in mancher Hinsicht ein Beispiel hierfür, zeigen aber auch, daß die aktuellen Existenzbedingungen in der Antarktis stets suboptimal für sie sind. Ihr lichtempfindlicher Algenpartner ist durch Pigmente des Flechtenpilzes geschützt. Antarktische Moose zeichnen sich auch durch gute Anpassung an Kälte und wiederholte Trockenperioden aus. Zwei Wuchsformen der Gattung *Grimmia antarctici* besiedeln unterschiedlich feuchte Standorte. Die der feuchten Standorte ist größer, chlorophyllreicher und produktiver als die der trockenen Standorte. Auch ist für die Nettphotosynthese der ersten der Lichtkompensationspunkt niedriger und der Temperaturbereich weiter als bei der letzteren. Beide Wuchsformen zeigen aber am Standort eine deutliche Reduktion der Photosyntheserate bei hohen Lichtintensitäten. Im Labor trat dieser Effekt nicht auf, hier ist aber der kurzwellige Anteil im Licht geringer. Die Ursache der Photoinhibition muß daher durch den kurzwelligen Anteil des Lichts bewirkt sein. Der Lichtstreß ist offenbar für die Wuchsform der feuchten Standorte größer, da sie auch bei starker Sonneneinstrahlung nicht austrocknet, der Photosyntheseapparat also aktiv bleibt. Die andere Wuchsform trocknet bei Besonnung rasch aus und ist im inaktiven Zustand besser geschützt.

ARKTISCHE GEOÖKOLOGISCHE SYSTEME: PROBLEME IHRES FUNKTIONIERENS

Das Referat berichtet über geoökologische Feldforschungen in Spitzbergen, die von einem Modell des Geoökosystems ausgehen, das auf dem Kompartiment-Ansatz beruht. Untersucht werden Speicher, Regler und Prozesse, die in topischer Dimension das landschaftshaushaltliche Geschehen hocharktischer Geosysteme bestimmen. Zentraler Untersuchungsgegenstand ist der oberflächennahe Untergrund einschließlich des Bodens, dessen Nährstoff- und Wasserhaushaltsgeschehen im Mittelpunkt der Betrachtung steht. Es zeigt sich, daß der bodenökologische Haushalt ohne Kenntnis des Mikroklimas und des haushaltlichen Geschehens der Vegetationsdecke nicht verständlich ist.

Es wird eine "geoökologische Grenzschicht" postuliert, welche die bodennächste Luftschicht ebenso umfaßt, wie den Bereich zwischen Bodenoberfläche und Permafrosttafel. Aus den Untersuchungen 1984 (Hornsund, Südspitzbergen) und 1987 (Ny-Ålesund, Nordwestspitzbergen) wird ein Prozeßbeispiel aus dem Wasserhaushalt- und Nährstoffbereich sowie ein Reglerbeispiel aus dem Erdbodentemperatur- und Vegetationsbereich vorgeführt. - Es wird diskutiert, ob es ganz zentrale Parameter in arktischen Geosystemen gibt, denen eine definitorische Rolle mit der Kennzeichnung des Landschaftshaushaltes zukommt.

**THE CIRCULATION OF THE EUROPEAN POLAR SEAS, WITH
SPECIAL EMPHASIS ON THE ROLE OF THE NANSEN BASIN**

The circulation pattern in the European Polar Seas is described on the basis of recent oceanographic studies which use extensively tracer data. It shows a closely linked circulation within the major deep basins. The exchange of deep water masses between individual basins is discussed. Deep boundary currents are crucial for the transport in the basin interior and the inter-basin exchange of water masses. The shelf-water contribution to those boundary currents has a significant impact on the recipe for inter-mediate and deep water formation. The data also show for the Nansen Basin an admixture of Greenland Sea Deep Water that is much stronger than previously assumed. The Greenland Sea component is confined to the periphery of the deep Nansen Basin; the absence of tritium and CFMs and the first ^{14}C data in the central basin indicate an age of this water mass of the order of 100 a. This suggests, for the circulation, a well-defined partitioning of the three basins of the Arctic Ocean, and the importance of the transport paths between these basins by leakage through gaps in or spill-over across the separating ridges. The unique character of the Nansen Basin is closely tied to the influence of the northward transport of heat and salt in the Atlantic Water through Fram Strait and across the Barents Shelf and the deep transport of cold and fresh Deep Water from the Greenland Sea.

C. Kergomard, J.C. Gascard, P.F. Jeannin und M. Fily (Lille, Paris, Grenoble)

III-2

**DIAGNOSTIC STUDY OF THE FRAM STRAIT SUMMER MIZ
DURING MIZEX 1983 AND 1984 FROM LAGRANGIAN AND
REMOTE SENSING OBSERVATIONS**

From MIZEX 84 observations in Fram Strait, three main results concerning large scale, mesoscale and summer MIZ features will be presented and discussed. Regarding the large scale, the main conclusion is that the East Greenland Current is a narrow, stable current, in contradiction with past results presenting the EGC as a broad and unstable current. Regarding the mesoscale, we are considering the West Spitzbergen Current as the main generator for eddies in Fram strait. These eddies propagate northwestwards, preferentially following topographic features like fracture zones, quite abundant in this region. In our opinion, these WSC eddies represent most of the atlantic water recirculation in Fram Strait. When approaching the East Greenland continental slope, they interact with the EGC and they form well developed eddies. These ice edge eddies associated with ice edge tongues are quite recognisable by remote sensing techniques. Regarding the summer Marginal Ice Zone in Fram strait, it is clearly characterized by sea ice concentrations from 1/10 to 3/10 and floe sizes limited to 1 km or less. There is a well defined limit which separates the pack-ice from the MIZ where no big ice floes are ever recorded. The breaking action of waves and swell are likely to be the only mechanism explaining such a drastic filtering effect. According to their amplitudes and directions, winds and eddies act in the MIZ in shrinking or stretching this zone.

DIATOMS AT THE SURFACE OF SEA ICE FROM THE ARCTIC OCEAN

Well preserved diatom assemblages were recovered during RV POLARSTERN expedition ARK IV/3 from the surface of sea ice on a south-north transect between Svalbard margin (81 N) and the Nansen Gakkel Ridge (86 N) from the eastern Arctic Ocean. The diatom assemblages occur in "dirty" layers of sea ice, especially at the surface, which have been observed widespread with a patchy distribution during ARK IV/3 expedition (Cruise Report, Thiede et al. 1988). The diatom assemblages consist in general of marine planktonic and freshwater diatoms. In total 60 to 70 species could be determined. In addition to the diatoms siliceous cysts of Chrysophyceae and fragments of sponge spicules were found.

The marine diatoms (e.g. *Thalassiosira* spp., *Chaetoceros* spp., *Nitzschia cylindrus*) were probably washed on the sea ice or were formerly incorporated to the ice and released after melting of the sea ice surface. The freshwater diatoms which shows a high species diversity are in general benthic species with delicate silicified frustules. Part of the frustules is complete and contain remains of cellular material. Common species are *Nitzschia* which can be attributed to the Lineares-group, others are ?*Cylindrotheca*, *Navicula*, *Diploneis* *Amphiprora*, *Stauroneis*, *Gomphonema* and *Gyrosigma* species.

The origin of the freshwater diatoms can be explained by in-situ growth of diatoms in meltwater ponds and/or input be wind transport from ice free continental areas.

SEA ICE INVESTIGATIONS IN THE EASTERN ARCTIC BASIN AND FRAM STRAIT

An overview of the status of knowledge on sea ice characteristics and influence in the eastern Arctic Basin and Fram Strait is presented together with the objectives of the sea ice research program of the 1987 RV POLARSTERN cruise, ARK IV/3. Sea ice investigations during ARK IV/3 were primarily concerned with understanding sea ice dynamics/thermodynamics and impact of ice on sedimentation and biologic productivity. The multidisciplinary research program was carried out by numerous institutions as follows:

- 1) deployment of an array of 12 satellite-tracked buoys for ice motion, ice temperatures and meteorological observations;
- 2) Arctic Environmental Drifting Buoy deployment for particle flux investigation;
- 3) ice coring and surface snow and ice sampling for biologic, sedimentologic, ice texture, and chemical analyses;
- 4) helicopter observations and photography of ice characteristics; and
- 5) light transmission through the ice and underwater light attenuation under changing ice conditions.

Arctic sea-ice drift has two major circulation patterns: the so-called "Beaufort Gyre" in the Amerasian Basin, and the "Transpolar Drift" extending over the entire Eurasian Basin. Barents Sea dominated by one-year, relatively undeformed and clean ice, into the Siberian branch of the Transpolar Drift, which contained deformed, multiyear floes often with incorporated biogenic and lithogenic material. The main ice stream of the Siberian branch of the Transpolar Drift was found to occur at about 84 - 86°N.

GEOSCIENTIFIC INVESTIGATIONS OF THE EURASIAN BASIN AND FRAM STRAIT

Sparse geologic and geophysical data available prior to this expedition of RV POLARSTERN permitted only an outline of the major geologic features in the eastern Arctic Basin. The primary objectives of the geoscientific program were to understand the tectonic and paleoclimatic-oceanographic evolution of the eastern Arctic Basin. As very heavy ice conditions prevailed on most of the ship's track, towed equipment was not used. The sampling program included a variety of geologic and geophysical approaches:

- 1) SEABEAM-surveys;
- 2) continuous profiling with 20 and 3.5 kHz echosounders;
- 3) sediment sampling with a large box grab (50 x 50 x 60 cm), a long box corer (30 x 30 cm), and gravity and piston cores (12 cm diameter); measurements on the core materials, such as thermal conductivity, magnetic susceptibility, remanent magnetic properties, pore water chemistry, litho- and biostratigraphy;
- 4) basement and sediment sampling in the rift valley of the Nansen-Gakkel Ridge;
- 5) *in-situ* measurements of the thermal gradient in upper sedimentary layers, especially in the rift valley;
- 6) continuous marine gravimeter recording system with additional measurements at 26 stations on ice floes using a land gravimeter.

A close coordination of the geoscientific studies with oceanography, meteorology and marine biology permitted relation of recent patterns of sediment production and distribution to tectonic and environmental parameters. The stratigraphic data seem to suggest that we are now able to describe the paleo-oceanographic history of the central eastern Arctic Ocean for the past 300,000 years.

U. Bleil und E. Sundvor (Bremen, Bergen)

III-6

**GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS IN THE FRAM STRAIT AND
EASTERN ARCTIC BASIN**

Keine Kurzfassung

COCCOLITHS IN SEDIMENTS OF THE NANSEN BASIN

Surface samples and cores from "Polarstern"-cruise IV/3 have been investigated for species composition and abundance of coccoliths with light- and scanning electron microscope. Sediments of the southern slope contained only low numbers of coccoliths. In the Nansen Basin sediments *Coccolithus pelagicus* and small placoliths, mostly *Emiliana huxleyi* but also a *Gephyrocapsa* species were abundant in the surface sediments and declined in number to the lower part of the grab corers. In deeper part of the cores small placoliths, presumably *Gephyrocapsa* species, prevail. But abundance is generally low and seems to be limited to distinct layers of the sediment column. Nanssen-Gakkell-Ridge sediments showed lower numbers of coccoliths. It seems that small placoliths were more abundant than *C. pelagicus* in grab core samples.

Compared to the abundance of coccoliths in Framstrait sediments the numbers are about one order of magnitude lower. The pattern of species composition, however, seems to extend into the Eastern Arctic. *C. pelagicus* generally increases in abundance within the upper 5 cm of grab core samples and may indicate the last warming event. *Coccolithus pelagicus* and *Emiliana huxleyi* are dominating all surface sediments. Among the small placoliths *E. huxleyi* appears to dominate over *Gephyrocapsa* species in the upper parts of the sediment column. Higher abundances of *Gephyrocapsa* found in some cores below 200 cm core depth may indicate former warmer stages.

HYDROTHERMALE AKTIVITÄT AM NANSEN-GAKKEL-RÜCKEN

Während der Expedition ARKTIS IV/3 mit FS "Polarstern" des Alfred-Wegener-Institut (Bremerhaven), konnten zum ersten Mal auf einem kompletten S-N-Transect von der Barents-See (östl. Spitzbergen bei 81°N) bis zum Nansen-Gakkel-Rücken (zentrale Arktis bei 86°N) Sedimentoberflächen beprobt werden.

Die geochemischen Untersuchungen der Sedimente zeigen, daß die Gehalte der Elemente Fe, Mn, Cu, Co, Zn, Mo und As der Sedimentoberflächen im Bereich des Nansen-Gakkel-Rückens deutlich erhöht sind. Die höchsten Gehalte von Fe_2O_3 und MnO liegen bei 9 resp. 0.7 Gew.-%.

Extremwerte der Elemente Cu, Co, Zn und As finden sich am Südhang des über 5000 m tiefen zentralen Rifftales. Am Boden des Rifftales hingegen sind die Gehalte der o.g. Elemente nur schwach erhöht, evt. bedingt durch die turbiditische Sedimentation an dieser speziellen Probenlokation. Die hohen Mg-, Ni- und Cr- Gehalte der Sedimente am Boden Rifftales sind auf die hier vorkommenden Serpentine zurückzuführen.

Die Ergebnisse der geochemischen Analysen geben deutliche Hinweise auf rezente hydrothermale Aktivität am Nansen-Gakkel-Rücken, dessen Spreizungsrate, bedingt durch die Nähe des Rotationspoles, extrem gering ist. Es scheint, daß die hydrothermale Aktivität besonders am südlichen Rifftalhang konzentriert ist.

STABILE ISOTOPENDATEN AUS OBERFLÄCHENSEDIMENTEN DES ARKTISCHEN OZEANS

Die Sauerstoff- und Kohlenstoffisotopenzusammensetzung planktonischen Foraminiferenkarbonates aus Tiefseesedimenten des östlichen Arktischen Ozeans und der Fram-Straße wurden untersucht, um das klimatische und ozeanographische Paläoenvironment während der letzten Vereisungsphase und dem Holozän in diesem Gebiet zu erfassen.

Eines der Hauptprobleme in diesem, ständig von Seeis bedeckten Gebiet, ist der Einfluß brackischer Oberflächenwassermassen auf das Sauerstoffisotopensignal planktonischer Foraminiferen während einer globalen Abschmelzphase (Termination IA). Bisherige Untersuchungen zeigen, daß das durch Schwankungen im globalen Eisvolumen gesteuerte ^{18}O -Signal hier im wesentlichen von einem starken "Salinitätseffekt", der zu "leichteren" ^{18}O -Werten führt, überprägt wird.

A. Eisenhauer, A. Mangini, R. Botz, P. Walter, J. Beer, G. Bonani, M. Suter und W. Wölfli (Heidelberg, Kiel, Bremerhaven, Zürich)

III-10

Be-10 UND Th-230 STRATIGRAPHIE AN KERN M 23235-2 IN DER FRAMSTRASSE

Der karbonatarme Sedimentkern M23235-2 aus der Framstraße (78°51,55'N, 1°18,59'E, 2456 m Wassertiefe) wurde mit ^{10}Be und ^{230}Th in einem Tiefenbereich von 0-806 cm hochaufgelöst untersucht. Die Datierung ergab, daß der Kern einen Untersuchungszeitraum von rezent bis ca. 270 kJ v.h. umfaßt. Die ermittelten Sedimentationsraten reichen von 2 cm/kJ bis 3,66 cm/kJ, der Durchschnitt beträgt ca. 3 cm/kJ. Die zerfallskorrigierte durchschnittliche ^{10}Be -Konzentration beträgt $0,7 \pm 0,55 \cdot 10^9$ at/g und die durchschnittliche ^{230}Th -Konzentration $2,55 \pm 2$ dpm/g. Die ermittelten ^{10}Be - und ^{230}Th -Flußdichten erstrecken sich von 0 - $6,45 \pm 0,3 \cdot 10^6$ at/cm² J bzw. von 0 - $26,7 \pm 6,4 \cdot 10^{-3}$ dpm/cm² J. Das ^{230}Th -Profil, als auch das ^{10}Be -Konzentrationstiefenprofil erreichen gemeinsam maximale Konzentrationen und produktionsüberschreitende Flußdichten in den Interglazialphasen, wo sie die ^{230}Th -Produktion um das Doppelte bzw. die ^{10}Be -Produktion um das 8-fache überschreiten, während in den Glazialen Werte registriert werden, die im Bereich der Isotopenproduktion liegen.

R. Spielhagen (Kiel)

III-11

**VERÄNDERUNGEN DES SPÄTQUARTÄREN STRÖMUNGSSYSTEMS
IN DER FRAMSTRASSE - NACHWEIS DURCH
EISTRANSPORTIERTES MATERIAL**

Lange Sedimentkerne aus der Framstraße ermöglichen es, mit Hilfe der Untersuchung von eistransportiertem Material (IRD) die Veränderungen des spätquartären Oberflächenströmungsmusters in diesem Gebiet zu rekonstruieren. Rezent fließt mit dem Westspitzbergenstrom relativ warmes Oberflächenwasser durch den östlichen Teil der Framstraße in den Arktischen Ozean und verschiebt die Packeisgrenze weit nach Norden, während mit dem kalten Ostgrönlandstrom große Mengen z.T. sedimenttransportierenden Packeises in der westlichen Framstraße nach Süden gelangen. Dieses warmzeitliche Strömungssystem hat sich im Spätquartär immer wieder im Zuge der glazialen Vereisungsphasen geändert.

Mit Hilfe von Untersuchungen des IRD können die Schwankungen der Bedeckung der Framstraße mit sedimentbeladenem Eis und die Paläo-Oberflächenströmungen rekonstruiert werden. Charakteristische grobe Komponenten lassen Rückschlüsse auf die Herkunftsgebiete des Eises zu und weisen darauf hin, daß sich mit der Verschiebung der Oberflächenströmungen auch die Liefergebiete der Gesteine geändert haben.

**UNTERSUCHUNGEN IM EUROPÄISCHEN NORDPOLARMEER
(TRACER STUDIES IN THE EUROPEAN POLAR SEAS)**

Tritium-, ^3He - und ^{14}C data obtained on 6 cruises of the German Research Vessels 'Meteor' and 'Polarstern' in the region of the Greenland/Norwegian Seas and the Eurasian Basin of the Arctic Ocean are presented and discussed. Information on formation and circulation of deep water is derived from a multidimensional water mass analysis using combined tracer and hydrographic data sets. The mean residence time of the Arctic halocline is estimated on the basis of tritium/ ^3He -measurements. The same tracer combination is used to date the Atlantic return flow in Fram Strait. The time scales of the renewal of the deep basins and the volume transports between the Greenland/Norwegian Seas and the Eurasian Basin are estimated using a kinematic time dependent box model calibrated with hydrographic and tracer data (tritium, chloro-fluoromethane F-11 and salinity).

KARBONATSEDIMENTATION UND -LÖSUNG IM ÖSTLICHEN NORDPOLARMEER (NANSEN-BECKEN)

Die Karbonatsedimentation und -lösung im Arktischen Ozean sind bisher noch wenig erforscht und stellen eines der ungelösten Probleme der arktischen Sedimentologie dar.

Die Karbonate in den Sedimenten des Arktischen Ozeans bestehen hauptsächlich aus benthischen und planktischen Foraminiferenschalen sowie detritischen Partikeln, die zu Karbonatgehalten von max. 20 Gew.% führen. Häufig sind diese Werte jedoch deutlich niedriger, was einerseits durch geringe Produktivität des Oberflächenwassers, andererseits durch Karbonatlösung korrosiver Wassermassen verursacht wird.

Untersuchungen zur Karbonatlösung entlang eines Transekt durch das östliche Nordpolarmeer (Nansen-Becken) lassen Aussagen über die Intensität und Zyklizität der Karbonatlösung in den spätquartären Sedimenten zu.

Die Karbonatlösung wird direkt durch die Karbonat-Kompensationstiefe (CCD) und die Karbonat-Lysokline beeinflusst, deren Lage im Arktischen Ozean sowie deren zeitliche Fluktuation während der Glaziale bzw. Interglaziale noch wenig untersucht sind.

SEDIMENTE IM ARKTISCHEN MEEREIS

Im Sommer 1987 stieß FS "Polarstern" bis auf 86°11'N in den Arktischen Ozean vor. Die Beprobung des arktischen Meereises, zusammen mit Helikopterbeobachtungen über Eisverteilung und Materialkonzentrationen auf dem Eis bildeten einen der Schwerpunkte der geowissenschaftlichen Forschungen.

Es gelang der "Polarstern", den vorherrschenden Eisstrom des östlichen arktischen Beckens, die Transpolardrift, an zwei Punkten zu queren und kontinuierlich Eiskerne und Oberflächen-Schneeproben zu entnehmen. Im Verlauf der zweimonatigen Reise wurden 72 Eiskerne mit einer durchschnittlichen Länge von 3 m, sowie über 100 Oberflächenproben gesammelt. Unerwartet groß war die Konzentration der auf dem Eis beobachteten Sedimente und ihre räumliche Verteilung. Im Bereich von 86°N war mehr als 60 % der Eisoberfläche durch Sediment-Akkumulationen dunkel gefärbt. Einige Eisschollen enthielten sogar bis zu 2 cm mächtige Lagen von biogenem und terrigenem Material.

Erste Analysen zeigen, daß der terrigene Anteil zu 98 % aus Ton und Silt besteht und zu maximal 2 % aus Feinsand. Nur an einer Station wurde gröberes Material in Form von 2 - 3 mm großen Feldspat-Körnern gefunden. Die biogene Komponente des meerestransportierten Materials ist sehr vielschichtig zusammengesetzt. Es wurden marine und Süßwasser-Diatomeen, Coccolithen, Radiolarienreste, Braun-Algen (Dinoflagellaten- und Crysophytenzysten) und Holzfragmente gefunden. Die zukünftigen Arbeiten sollen klären, woher das Material stammt, wie es in das Eis eingebracht wird, wo es sedimentiert und wie groß sein Beitrag zur Sedimentation im arktischen Ozean und der benachbarten Meeresgebiete ist.

M. Lange, S. Pfirmann und I. Wollenburg (Bremerhaven, Kiel)

III-15

EISPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN AN SEDIMENTHALTIGEM ARKTISCHEM MEEREIS

Im Verlauf der Expedition ARK IV/3 in das östliche arktische Tiefseebecken von Juli bis September 1987, wurde an zahlreichen Stellen Meereisschollen beobachtet, deren Oberfläche mit Sedimenten bedeckt war.

Die durch den transpolaren Driftstrom transportierten sedimenthaltigen Meereisschollen bilden eine wesentliche Quelle für die im zentralen arktischen Becken abgelagerten Meeresbodensedimente (Clark & Hanson, 1983, **Glacial Marine Sedimentation**, Plenum Press, 301). Schon Nansen beobachtete während seiner Expedition 1893-93 sedimenthaltiges Eis und Sedimentablagerungen an der Eisoberfläche. Weniger bekannt war das flächenmäßig große Vorkommen solchen Eises, wie es insbesondere nördlich von 83°N während ARK IV/3 angetroffen wurde. Während ARK IV/3 wurden sowohl Oberflächenproben des sedimenthaltigen Eises und der aufliegenden Schneedecke gewonnen als auch an diesen Stellen kontinuierliche Eiskerne erbohrt. Umfangreiche sedimentologische, chemische und eisphysikalische Untersuchungen sollen die Herkunft der Sedimente sowie die Genese der beprobten Eisschollen klären. Die **eisphysikalischen** Untersuchungen gehen dabei insbesondere den folgenden Fragen nach:

- a) an welchen Tiefen in der beprobten Eisscholle finden sich Sedimenteinschlüsse und welches sind deren Beziehungen zu der dort vorherrschenden Eisstruktur und
- b) welche Rückschlüsse lassen sich aus den Eistexturdaten über die Einschlußmechanismen der Sedimente und deren Veränderungen im Verlauf der Genese der beprobten Scholle ziehen?

Die hierzu durchgeführten Arbeiten schließen ein:

- (i) Erfassung der Grobstratigraphie der gesammelten Eiskerne an kontinuierlichen Dickschnitten.
- (ii) Detaillierte Strukturuntersuchungen an Vertikaldünnschnitten, insbesondere in den Kernsegmenten, die Sedimente enthalten.

- (iii) Bestimmungen der c-Achsenorientierungen an Kongelations-Eis. Durch die Erfassung der **azimuthalen Ausrichtung** der horizontal orientierten c-Achsen dieses Eises lassen sich Bewegungsvorgänge der beprobten Scholle im Verlauf ihres Wachstums ableiten, falls damit zugleich die Orientierung der Scholle zur vorherrschenden Strömungsausrichtung der unter dem Eis befindlichen Wassersäule gewechselt hat (Weeks & Gow, 1978, **CRREL Report 78-13**).
- (iv) Messungen der ^{18}O -Konzentrationen in Eiskernen (in Zusammenarbeit mit P. Schlosser, Heidelberg) zur Erfassung von Wachstumsvorgängen im Eis.

ESTIMATION OF SURFACE RADIATION BUDGET OVER POLAR SEA ICE FIELDS FROM SATELLITE DATA

From climatic studies it is required to determine globally the components of surface radiation budget. Primarily the downward fluxes of solar and atmospheric radiation are driving forces in atmospheric and surface feedback system. Over the polar sea-ice sheets they substantially influence the life cycle process of the ice. Thus sea-ice modellers ask for radiative fluxes accurate to 10 - 15 W/m² on a 50 km x 50 km areal and 10 days temporal scale.

Surface radiation fluxes can be measured directly only at a few stations supplying permanent maintenance of the instruments. So estimation of surface fluxes from satellite measurements is necessary. Algorithms to convert measurements from imaging and sounding satellite radiometers to surface fluxes have already been developed within the scope of solar energy research and of the ISCCP. These existing methods are adapted to conditions at middle and lower latitude. In polar regions, however, cloud discrimination against snow or ice background introduces additional difficulty because of their very low contrast in both solar and thermal IR spectral ranges. Also in the case of drifting sea-ice the surface map is variable with time and has to be updated from each measurements. We will demonstrate examples of these difficulties and will discuss feasibility of solutions.

Further we report about first low level aircraft measurements during the ARKTIS 1988 campaign over the marginal ice zone of the Greenland Sea. These flights have been arranged to cover a 50 to 100 km area. Both downward and upward radiation fields have been sampled below and above stratus and stratocumulus cloud layers. These measurements serve as reference to validate fluxes derived from NOAA AVHRR data recorded simultaneously to the flights.

REMOTE SENSING OF TEMPERATURE PROFILES IN POLAR REGIONS

Because of the lack of radiosonde-stations, there is a great need for satellite-derived temperature and moisture profiles in polar regions. Monitoring the polar atmosphere is important for assessing global climate.

Up to now statistical regression procedures are used for retrieving operational temperature and moisture profiles from polar orbiting TIROS operational vertical sounding systems (TOVS). The results have been less than satisfactory because of a variety of complications. Included are the high variable terrain altitude of the Antarctic, difficult to detect cloud contamination, the temperature inversions and the large variability of the vertical structure of the atmosphere.

In this paper improvements are made in using the simultaneous TOVS retrieval algorithm in polar regions. Results from the modified procedure are compared with radiosonde profiles for several orbits over south polar regions (December 1 and 21, 1987; February 4, 1987). The retrieved temperature profiles are showing a good agreement with radiosonde profiles especially in the troposphere.

L. King (Gießen)

III-18

ERGEBNISSE DER KANARKTIS-2-EXPEDITION

Die Expedition dauerte vom 22. Juni bis zum 22. Juli 1988 und führte in drei verschiedene Gebiete der Kanadischen Hocharktis:

- Expedition-Fjord, Axel Heiberg-Insel
- Oobloyah Bay, Ellesmere-Insel
- Ward Hunt-Insel, nördlich von Ellesmere Island.

In den ersten beiden Gebieten wurden Stauchmoränen photogrammetrisch vermessen und geomorphologisch kartiert. Ein Vergleich mit bereits vorhandenen Luftaufnahmen und terrestrischen Vermessungen wird erlauben, die Entwicklung der Stauchmoränen während der letzten 20 Jahre festzustellen. Mittels geoelektrischer Sondierungen wurde die Mächtigkeit des Dauerfrostbodens bestimmt. Sie beträgt in den sehr jungen Sedimenten oft nur wenige Meter; in den umliegenden Gebirgszügen dürfte sie stellenweise 500 m überschreiten.

Auf der Ward Hunt-Insel (83°05' nördl. Breite) sind in den jungen Strandterrassen ebenfalls nur geringmächtige Vorkommen von Permafrost festgestellt worden. Die gesamte Insel wurde geomorphologisch kartiert (rund 15 km²). Die durchgeführten Arbeiten werden die Herstellung einer Orthophotokarte, einer topographischen Karte sowie einer geomorphologischen Karte erlauben. Die Karten sollen auch Teile des Ward Hunt Ice Shelves mit dem Ice Rise umfassen. Bisher sind aus diesem Gebiet nur Karten im Maßstab 1 : 250 000 vorhanden.

MATHEMATISCHE MODELLIERUNG POLYTHERMALER GLETSCHER: THEORIE

Verschiedenartige polythermale Verhältnisse sind sowohl in alpinen als auch in polaren Eismassen beobachtet worden. Die meisten sonst durchaus kalten Gletscher und Eisschilde haben mindestens teilweise eine temperierte Sohle. Es gibt Fälle, bei denen die Schicht mit temperiertem Eis beträchtliche Dicken erreicht: White Glacier und Laika Glacier in der kanadischen Arktis, der grönländische Eisschild beim EGIG III Camp, viele Spitzbergen Gletscher, Gruben- und Grenzletscher in den schweizer Alpen.

Die Zonen mit kaltem und temperiertem Eis sind durch eine Diskontinuitätsfläche (CTS: cold temperate transition surface) voneinander getrennt, an der Schmelze oder Gefrieren stattfinden kann.

Ein mathematisches Modell der Temperaturen im kalten und des Wassergehaltes im temperierten Bereich wird beschrieben. Das temperierte Eis wird als binäre Mischung 1. Art behandelt: die Massenbilanz wird für Eis und Wasser getrennt behandelt, während die Impuls- und Energiebilanz nur für die Mischung als ganzes geschrieben wird. Für die Masse des Eises und des Wassers und für den Impuls und die Energie der Mischung werden die Sprungbedingungen an der Gletscheroberfläche, an der Sohle und an der CTS diskutiert. Schwierig bleibt nach wie vor die Wahl der Konstitutivgesetze für kaltes und temperiertes Eis, eines Gleitgesetzes und eines Diffusionsgesetzes für die Wasser in Eis.

Die Modellgleichungen wurden für verschiedene Spezialfälle vereinfacht:

- Shallow ice approximation, 2-dimensional, nicht stationär
- Parallele Eisplatte, nicht stationär

Es wurden Glen-Typ Fließgesetze für kaltes und temperiertes Eis und Fourier-Typ Gesetze für die Wärmediffusion und die Diffusion des Wassers im Eis verwendet. Schon bei Wassergehalten von wenigen Prozenten verliert dies allerdings seine Gültigkeit.

Literatur:

- Hutter, K. 1982. A Mathematical Modell of Polythermal Glaciers and Ice Sheets. Journal of Geophysical and Astrophysical Fluid dynamics, Vol. 21, p. 201-224.
- Hutter, K., Blatter, H. and Funk, M. A model computation of moisture content in polythermal glaciers. Submitted to the Journal of Geophysical Research.

MATHEMATISCHE MODELLIERUNG POLYTHERMALER GLETSCHER: RESULTATE

Ein mathematisches Modell für die Berechnung 1-dimensionaler Temperatur- und Wassergehaltsprofile in polythermalen Gletschern für Sensitivitätsstudien und als Interpretationshilfe für Messungen wurde entwickelt. Als erstes Beispiel wurde ein stationäres, 1-dimensionales Modell mit einer Phasengrenze (CTS: cold temperate transition surface) zwischen einer oberen kalten und einer darunterliegenden temperierten Schicht gerechnet. Die resultierenden Differentialgleichungen 2. Ordnung konnten auf Quadraturen reduziert werden, was eine sehr einfache numerische Behandlung erlaubte.

Da sehr wenig bekannt ist über die Bedingungen an der Gletschersohle wurden nur Randbedingungen an der Gletscheroberfläche und derartige Bedingungen im Inneren des Gletschers vorgeschrieben, die von der Oberfläche aus meßbar sind.

Mit diesem Modell sind Sensitivitätsstudien für eine 100 m dicke planparallele Eisplatte durchgeführt worden. Für die Berechnungen wurden einzeln folgende Größen variiert:

- a) Diffusionskoeffizient für Wasser in Eis (Fourier-Typ Diffusionsgesetz)
- b) Lager der CTS
- c) Lineare oder stückweise lineare Profile der vertikalen Komponente der Eisbewegung
- d) Neigung der Eisplatte

Im Fall d) mit einer Wärmeproduktion infolge der Eisdeformation werden die Gleichungen nicht-linear, was eine iterative Näherung der Quadraturen notwendig macht. Die Lösbarkeit war dabei auf einen Bereich kleiner Neigungswinkel beschränkt. Der Wassergehalt im Eis reagiert sehr stark auf die durch die Deformation erzeugte Wärme. Ein realistisches Diffusionsgesetz mit stark erhöhter und anisotroper Wasserbewegung bei Wassergehalten über etwa 3 % könnte den Bereich der Konvergenz erhöhen und bessere Resultate ergeben. Vorsicht ist geboten bei der Interpretation der Divergenz der Iteration. Bei den gemachten Randbedingungen kann daraus nicht notwendig auf eine Instabilität der Gletscherdynamik geschlossen werden.

Mit dem Modell können erste Analysen von Bohrlochmessungen in polythermalen Gletschern gemacht werden. Zur Beschreibung der Dynamik polythermaler Gletscher ist aber ein komplexeres Modell notwendig.

Literatur:

Hutter, K., Blatter, H. and Funk, M. A model computation of moisture content in polythermal glaciers. Submitted to the Journal of Geophysical Research.

STRAHLUNGSHAUSHALT UND ENERGIEBILANZ EINES EISSTROMES IN HOCHASIEN AM BEISPIEL DES K2- GLETSCHERS (KARAKORUM)

Das Klima des Karakorum wird zum einen durch die Westwinddrift und zum anderen durch den indischen SW-Monsun bestimmt, die zu Niederschlagsmaxima im März und August führen. Seine Gletscher sind weiterhin in der Entwicklung begriffen.

1986 wurde vom Institut für Geographie (Universität Göttingen) zusammen mit dem Lanzhou Institute of Glaciology and Geology (Academia Sinica) unter der Gesamtleitung von M. Kuhle im Karakorum eine Expedition zum K2-Gletscher (Qiaogeli) auf der Nordseite des K2 (Mt. Godwin Austen, 8616 m) durchgeführt. Vom 03.09.-17.10.1986 wurden im Basislager am Fuß des Gletschers in 4130 m (ab 13.10 in 3950 m), auf dem Gletscher in 4600 m (11.09.-11.10.1986) und im Firnbecken in 5300 m (21.09.-07.10.1986) mit automatischen Meßstationen einzelne Komponenten zur Beschreibung des Strahlungshaushalts und der Energiebilanz kontinuierlich gemessen. Die Daten wurden durch umfangreiche Einzelmessungen zur Beschreibung des Wärmehaushalts in verschiedenen Höhen auf, am Rand und über dem Gletscher ergänzt. Niederschlag und Abfluß der Karakorum Nordseite wurde von den chinesischen Teilnehmern untersucht.

Die Tagesmitteltemperatur der Gletscherstation beträgt 2.2°C, die größte Amplitude 14.2°C (Strahlungstag mit $G_{\max} = 1086 \text{ W/m}^2$) und die kleinste 3.6°C (Bewölkung mit $G_{\max} = 436 \text{ W/m}^2$). Innerhalb der Meßphase sind in 4600 m 31.8 mm Wasseräquivalent an Schnee gefallen. Die Niederschlagszunahme mit der Höhe ist der in den Alpen ähnlich. Die Sommertemperatur der Schneelinie (etwa bei 5200 m) beträgt 1.3°C und die jährliche Akkumulation auf der Karakorum-Nordseite 1400 mm.

HUMAN ACTIVITIES AND THE ICE COVER OF GREENLAND

The ice cover of Greenland consists of the coastal glaciers (estimated total area about $0.1 \times 10^6 \text{ km}^3$, total ice volume about $0.02 \times 10^6 \text{ km}^2$) and of the major ice sheet, the Inland Ice (estimated area $1.67-17.3 \times 10^6 \text{ km}^2$, ice volume $2.6-3.0 \times 10^6 \text{ km}^2$).

The connection between human activities and the ice covers of Greenland therefore must be considered in two scales:

- 1) locally, concerning the increasing technical activities in Greenland, where applied glaciology is related to mining, hydropower planning and harbour construction.
- 2) regionally, extending to a macroscale, including the mass balance and the response mechanisms of the whole ice cover. The human impact is here identical with the "greenhouse effect", causing the rise of global sea level by increased ablation of the global glacier cover.

The glaciological research in the populated parts of Greenland is solved essentially on a national basis. The data obtained from this work is a valuable input for solution of macroscale scenarios connected with the global "greenhouse effect".

However, it is concluded, that in spite of widespread international glaciological research in Greenland, many elementary data related to surface conditions, mass balance, and calf ice production and its mechanisms, are still lacking, especially in North and East Greenland. Their collection will be necessary for determination of the role of the Inland Ice in the global hydrological cycle and will require permanent international collaboration rather than isolated projects.

**DAS FELDEXPERIMENT GRÖNLAND 1988 IM RAHMEN DES
INTERNATIONALEN SATELLITEN LANDOBERFLÄCHEN-
KLIMATOLOGIE PROJEKTS**

Das Internationale Satelliten Landoberflächen-Klimatologie Projekt (ISLSCP) stellt einen Beitrag zum Welt-Klima-Programm von WMO und ICSU dar. Im Rahmen von ISLSCP ist beabsichtigt, mit Hilfe von Satellitendaten jahreszeitliche und langfristige Schwankungen der Landnutzung und Vegetationsbedeckung zu erfassen und quantitative Zusammenhänge zwischen Landoberflächen-Parametern und Austauschprozessen zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre herzustellen. Um geeignete Verfahren zur Ableitung von Klimaparametern aus Satellitenmessungen zu entwickeln, wurden Testgebiete in den verschiedenen Klimazonen ausgewählt. Dabei wurden die Schwerpunkte in Hinblick auf Zonen gesetzt, in denen die Landoberflächenprozesse besonders empfindlich auf Klimaschwankungen reagieren. Das Testgebiet für die arktische Klimazone befindet sich in Westgrönland in der Gegend von Sisimiut und umfaßt einen 150 km breiten Streifen zwischen Inlandeis und Küste.

Im Mai und Juni 1988 sollen in diesem Testgebiet an der Küste, im zentralen Teil und nahe dem Inlandeis Messungen meteorologischer und hydrologischer Parameter durchgeführt werden, wobei folgende Institute mitarbeiten: das Institut für Geographie der Universität Kopenhagen, das Institut für Hydrologie in Wallingford und das Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck. Es ist geplant, die Energiebilanz der Oberfläche an verschiedenen Punkten während der Übergangsperiode von Schneeschmelzen zum Beginn der Vegetationsperiode zu erfassen. Weiterhin sind Messungen der atmosphärischen Transmission und des spektralen Reflexionsverhaltens verschiedener Oberflächen vorgesehen. Für die Messungen im Vorfeld des Inlandeises, wo Voruntersuchungen bereits im Mai 1986 stattfanden, ist das Innsbrucker Institut zuständig. Über erste Ergebnisse der Meßkampagne soll berichtet werden.

G. Hempel, D. Fütterer und H. Miller (Bremerhaven)

IV-6

**PERSPEKTIVEN FÜR DIE ARKTISFORSCHUNG DER NÄCHSTEN
JAHRE**

Keine Kurzfassung

STABLE ISOTOPE STUDIES IN THE ABLATION AREA OF THE GREENLAND ICE SHEET

Stable isotope studies has been used intensively in the investigation of snow and ice cores retrieved from the central accumulation regions of ice sheets. In Greenland, for example, the deep ice cores drilled to the bottom of the ice sheet at Camp Century and Dye 3 provided detailed climatic information for the past maybe more than 100.000 years.

However, stable isotope analysis of surface ice samples from the ablation area near the margins of the ice sheet also provides palaeo-climatic records dating back at least into the last ice age. Moreover, stable isotope studies in the marginal areas find applications in various other fields:

- By linking locations with the same observed isotope ratio in the accumulation and ablation zones information is obtained about ice-sheet dynamics.
- Different kinds of ice (local superimposed ice, regelation ice, etc.) can be distinguished by their isotopic ratios.
- Isotope variations in the melt water runoff from the ice sheet can be helpful in the delineation of drainage basins on the ice-sheet margin.

A review will be given of the different applications of stable isotope studies on the ice-margin. Also other studies in the marginal area relating to the past and present climatic and dynamic history of the Greenland ice sheet will be shortly discussed.

W. Graf, H. Moser und O. Reinwarth (München, Neuherberg)

V-2

ISOTOPENSTRATIGRAPHISCHE DATIERUNG EINES 100-M-EISBOHRKERNS VOM RØNNE-SCHELFEIS

Im Rahmen des Filchner-Rønne-Schelfeis-Projekts wurden Akkumulationsstudien mit Hilfe von Isotopenmethoden im östlichen Teil des Rønne-Schelfeises durchgeführt. Dazu standen Proben aus Schneeschächten, sowie von 10-m-Firnkernen und von einer 1984 niedergebrachten 100-m-Kernbohrung zur Verfügung. Damit konnte im Bereich der Filchner-Station die Akkumulationsverteilung bis zu einer Entfernung von 270 km von der Eiskante für einen 150 km breiten Streifen angegeben werden. Das 220 km südwestlich der Filchner-Station erbohrte Kernmaterial der 100-m-Bohrung reicht nach der isotoopenstratigraphischen Datierung (^{18}O) bis in die Mitte des 15. Jhs. zurück. Es bietet die Möglichkeit, die Akkumulations- sowie die Temperaturschwankungen für diese Zeit zu bestimmen.

Das Wasseräquivalent der einzelnen Jahresschichten wurde mit Hilfe der isotoopenstratigraphischen Datierung und der Dichte-Tiefen-Beziehung berechnet. Mit einem einfachen Modell für das Fließverhalten des Schelfeises wurden aus den Schichtdicken die Akkumulationsraten abgeleitet und der Ursprungsort des erbohrten Materials angegeben. Danach wurde die älteste Schicht ca. 250 km stromaufwärts zwischen Berkner Island und Henry Ice Rise abgelagert. Die aus dem Kern abgeleitete Akkumulationsverteilung läßt Variationen erkennen, die weitgehend als zeitliche Akkumulationschwankungen interpretiert werden können.

ATMOSPHERISCHE SPURENSTOFFE ALS GLAZIOLOGISCHE TRACER

Der Luftstaub im Küstenbereich der Antarktis enthält zum einen Hauptkomponenten, deren Konzentration eine deutliche jahreszeitliche Variation aufweist, zum anderen auch solche, für die eine systematische Abnahme zum Inlandeis hin erwartet wird.

Schneeprofile solcher Spurenstoffkonzentrationen liefern nun eine Dokumentation der zeitlichen Abfolge ihrer Deposition und können somit nach entsprechender Entschlüsselung zur Identifikation einzelner, aufeinanderfolgender Jahresschichten herangezogen werden. Aus Inlandtraversen gewonnene Lateralprofile ermöglichen eine chemische Charakterisierung der Einzugsgebiete großer Eisschelfe; in Anwendung auf Bohrkernproben aus größerer Tiefe lassen sich somit Rückschlüsse auf das Depositionsgebiet stromaufwärts des jeweiligen Niederschlags ziehen. Die stabilen Isotope des Wassers (^{18}O , D) weisen nicht nur bezüglich der Saisonalität, sondern auch in Bezug auf die Kontinentalität eine prinzipiell gleiche Struktur auf. Diese Möglichkeit, atmosphärische Spurenstoffe in Kombination mit der gängigen Isotopenstratigraphie als glaziologische Tracer einzusetzen, ist bisher noch kaum genutzt worden. Deshalb wurde auf der Filchner II-Kampagne 1986, der Kottasexpedition 1986 und der Ekströmtraverse 1987 ein gezieltes Programm zur Gewinnung von oberflächennahen Firnproben (bis 10 m Tiefe) durchgeführt.

Aus den Untersuchungsgebieten Filchnerschelfeis und Ritscher-Hochland werden hier erste hochaufgelöste Tiefenprofile folgender Spurenstoffe vorgestellt:

- Seesalz mit einem starken Nord-Süd-Gradienten
- Sulfat maritim-biogenen Ursprungs
- Nitrat, dessen Quelle bislang noch unbekannt ist.

Diese Profile werden diskutiert und der parallel aufgenommenen ^{18}O -Stratigraphie (der Münchner Arbeitsgruppen) gegenübergestellt.

Für obige Spurenstoffstudien erweist sich das Filchnereisschelf als besonders geeignet. Im Gegensatz dazu ist das System Ekström-Schelfeis - Ritscher-Hochland wahrscheinlich aufgrund langer

niederschlagsfreier Perioden sowie erheblicher Driftbeeinflussung wesentlich schwieriger zu interpretieren. Die Bestimmung repräsentativer Werte für die Akkumulationsrate ist hier selbst durch Kombination isotonen- und spurenstoffstratigraphischer Methoden nicht immer möglich. Aus diesem Grund kommt gerade dort einzelnen glazio-chemischen Horizonten besondere Beachtung zu. Solche liegen unter anderem in Form von extrem hohen Seesalzkonzentrationen oder Vulkanstaubhorizonten vor.

**FELDSTUDIE ZUR GLAZIALMETEOROLOGIE UND
SPURENSTOFFDEPOSITION IM GIPFELBEREICH DES MONTE
ROSA, SCHWEIZ**

Der Colle Gnifetti, ein Firnsattel im Gipfelbereich des Monte Rosa (4450 mü.M.), gehört zu den wenigen Gletschern außerhalb der Polargebiete, an denen erfolgreich Bohrkernstudien zur Rekonstruktion atmosphärischer Verhältnisse durchgeführt werden können. Aufgrund der extrem windexponierten Lage und der geringen Ausdehnung des Sattels werden jedoch dort chaotische Raum-Zeitvariationen der Schneedeponition vorgefunden. Die Nutzung der Eisbohrkerne des Colle Gnifetti zur Isotopen-Thermometrie und luftchemischen Retrospektive erfordert jedoch gesicherte Information über den typischen jahreszeitlichen Verlauf des Schneezutrages sowie dessen Abhängigkeit von den lokalen glazial-meteorologischen Größen.

Hierzu wurde im Sattelpunkt des Colle Gnifetti eine autonome Klimastation installiert, die eine ganzjährige Aufzeichnung der Wind-, Temperatur- und Strahlungsverhältnisse sowie der aktuellen Schneehöhe erlaubt. Parallel dazu wurden mehrmals pro Jahr Neuschnee- und Schneeschachtproben für Spurenstoffmessungen an einem Pegelfeld gesammelt.

Anhand der Meßreihe des Jahres 1986 wird versucht, die lokalen meteorologischen Parameter mit dem zeitlichen Gang der Schneeakkumulation in Zusammenhang zu bringen. Der in den Schneeschächten jetzt gut bekannte Gang des Schneeauftrags wird in Verbindung mit ^{18}O -Profilen (jahreszeitliche Einordnung des Niederschlags) sowie Ionen- und Luftstaubprofilen (Rekonstruktion der Spurenstoffdeponition) vorgestellt.

Es zeigt sich hierbei, daß auf dem Colle Gnifetti der jährliche Schneezutrag hauptsächlich durch wenige ergiebige Niederschläge der Frühjahr- und Frühsommermonate repräsentiert wird. Damit werden auch die fehlenden jahreszeitlichen ^{18}O -Variationen erklärbar. Weiterhin können Proben mit maximalem Luftstaubgehalt (Ausnahme bilden Saharastaubfälle) meist als Sommerhorizonte interpretiert werden.

W. Ambach, M. Blumenthaler, P. Brunner, H. Eisner und W. Rehwald
(Innsbruck)

V-5

AKTIVITÄTSPROFILE DES TSCHERNOBYL FALLOUT IM TEMPERIERTEN FIRN

Auf 4 Gletschern Tirols wurde in den Sommermonaten 1986 und 1987 die Gesamt-Beta-Aktivität des Tschernobyl-Fallout in Schneeprofilen gemessen. Auf Grund der unmittelbar nach dem Unfall vorherrschenden meteorologischen Situation ergab sich im Untersuchungsgebiet eine starke Kontamination mit Aktivitätskonzentrationen bis zu 335 Bq/kg (Messung November 1986). Durch perkolierendes Schmelzwasser wird ein Teil des Fallout gelöst, so daß bereits im Sommer 1987 eine Verschleppung der Spaltprodukte über einen Tiefenbereich von 6 m feststellbar war.

Durch gammaspektroskopische Untersuchungen wurde als dominanter Anteil ^{137}Cs mit 60 % gefunden (Messung Februar 1987). Es ergab sich keine signifikante Änderung der Zusammensetzung des Spaltproduktgemisches mit der Tiefe.

Für die Unterstützung wird der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, dem Bundesministerium für Inneres und dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung gebührend gedankt, ebenso Frau Dr. H. Neuner für die Aufbereitung der Proben.

SATELLITENGEODÄSIE: ANWENDUNG VON GPS UND TRANSIT IN DER ANTARKTISFORSCHUNG (METHODIK)

Die beiden Navigations- und Positionierungssysteme
- Transit oder Navy Navigation Satellite System (NNSS)
und - Global Positioning System - Navigation System with Time
and Ranging (NAVSTAR/GPS)

lassen sich zur Positions- und nachfolgenden Eisbewegungsbestimmung verwenden. Die Geschwindigkeit wird aus dem Vergleich zweier Positionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten bestimmt. Ist das Zeitintervall zwischen den beiden Meßzeitpunkten sehr klein (z.B. eine Woche anstelle eines Jahres) und die Bewegung gering (z. B. wenige Dezimeter pro Tag), so müssen beide Positionen von hoher Genauigkeit sein, um eine Geschwindigkeit signifikant ableiten zu können. Positionsbestimmungen dieser Präzisionsanforderung lassen sich mit der simultanen Beobachtungstechnik erzielen.

Mit dieser Meßmethodik lassen sich aus den während einer Antarktisexpedition mindestens zweimal erfolgten Positionsbestimmungen in einem Abstand von wenigen Tagen die Bewegungsparameter bereits zuverlässig abschätzen. Das entsprechende Verfahren beim GPS, differential GPS genannt, wird vorgestellt. Die Auswertung im differential GPS liefert mit dem Programmsystem TIPOSIT Koordinatenunterschiede in Abhängigkeit von der Entfernung der Stationen besser als 1 ppm (entspr. 10 cm/100 km) innerhalb der kurzen Meßzeit von Minuten.

Die Daten werden nach einem Beobachtungsplan aufgezeichnet, um die gleichzeitige Registrierung der Meßwerte auf allen Stationen sicherzustellen. Zur Vermeidung von Systematiken, die in erster Linie durch die geometrische Konstellation der GPS-Satelliten und den Verlauf des Signalweges in der Atmosphäre bedingt sind, sollten die Daten über einen längeren Zeitraum auf den Stationen aufgezeichnet werden. Aus Sicherheitsgründen wird am IFE i.a. ein Mindestzeitraum von 30 Minuten für die Auszeichnung simultan beobachteter Satellitenkonfigurationen eingehalten, um Daten- oder Signalverlusten vorzubeugen.

Neben den organisatorischen Voraussetzungen werden die logistischen Anforderungen aufgeführt, die für hochpräzise differential GPS-Messungen bestehen.

Die Auswerteschritte beim Programmpaket TIPOSIT werden schematisch dargestellt. Eine Diskussion der Ergebnisse erfolgt im Vortrag H. Hinze ("Satellitengeodäsie (GPS und Transit): Kinematik der Schelfeise Filchner bzw. Ekström").

Literatur zur Methodik:

Ellmer, W., H. Hinze, G. Seeber, W. Welsch 1987:
Transit-Dopplermessungen 1984 zur Geschwindigkeitsbestimmung des Filchner-Schelfeises. Allgemeine Vermessungsnachrichten, 98. Jahrgang, S. 373-388, 1987.

**PETROLOGIE UND TEKTONISCHE BEDEUTUNG PRÄ-
PERMISCHER BASISCHER GÄNGE AUS DER HEIMEFRONT-
FJELLA, WEST-NEUSCHWABENLAND/ANTARKTIKA**

Neben wenigen, vermutlich jurassischen Doleritgängen treten im jungpräkambrischen, kristallinen Grundgebirge des ostantarktischen Schildes der Heimefrontfjella zahlreiche N - S bis NW - SE streichende, ältere basische Gänge auf. Eine Auswahl dieser Gänge, verteilt auf die wichtigsten Teile der Heimefrontfjella, wurde petrologisch untersucht.

Alle Übergänge von kaum deformierten bis stark zerscherten Gängen lassen sich beobachten. Daneben und unabhängig von der Deformation zeigen sich auch alle Übergänge von grünschieferfaziell überprägten Doleriten bis reinen Amphiboliten.

Geochemische Untersuchungen sprechen die Gesteine als Subalkali-Basalte in Intraplatten-Umgebung an. Diese Ansprache scheint unabhängig vom Grad der Metamorphose der Gesteine zu sein. Änderungen im Chemismus scheinen nur mit Zerschörung, meist verbunden mit retrograden Metamorphosebedingungen, einherzugehen. Dies legt einen gemeinsamen magmatischen Ursprung der überwiegenden Zahl der basischen Gänge nahe.

Die zu beobachtende Änderung im Metamorphosegrad der Ganggesteine, die eine geographische regelmäßige Verteilung zeigt, ließe so auf eine, auf die Gänge bezogene Zunahme der Metamorphose von NE nach SW schließen. Einzig die Gänge aus einem im SW liegenden, von dem Hauptteil des Gebirgsmassivs durch eine bedeutende Scherzone abgetrennten, granulitfaziellen Gesteinskomplex zeigen eine abweichende Gesteinsausbildung.

Aufgrund des Abschneidens von Gängen an einer Überschiebung, der Intrusion von Gängen in Gesteinskomplexen, mit denen zusammen sie später in der bedeutenden Scherzone zerschert und z.T. gefaltet wurden und dem an einzelnen Stellen zu beobachtenden diskordanten Auflager von permischen Sedimenten lassen sich die älteren basischen Gänge gut in das regionale tektonische Geschehen einbinden und stellen selbst eine gute Zeitmarke dazu dar. Für die Entstehung der basischen Gänge wird ein frühes Dehnungsereignis der kontinentalen Kruste in einem Frühstadium und eine Deformation und Metamorphose im Hauptstadium der Ross-Orogenese angenommen.

**WINTER WATER CASCADAS AND SEDIMENT TRANSPORT ON
THE CONTINENTAL SLOPE OFF NORTHERN NORWAY**

An area of extreme Holocene sediment thickness (up to 7 m) and a pre-Holocene unit with the center of sediment thickness in the same place on the Norwegian continental slope (67°N) was mapped by means of 3.5 kHz subbottom profiling in water depths of 700 - 1,200 m. The regional distribution of sediment parameters and accumulation rates in the area of accumulation - some 25 km in diameter - are described and several morphology controlled oceanographic processes possibly involved in downslope sediment transport are discussed. Among these, downslope cascades of winter water formed on banks near the shelf break seem to be the most important processes causing the local concentration of advected fine sediments in restricted areas.

The source areas are covered and protected against deep erosion by icerafted pebbles and coarse sand from the last deglaciation period. So the Holocene sediment transport mainly affected "fresh" material. The corresponding sedimentary record reveals very detailed information about the oceanographic regime near the shelf break during Holocene and pre-Holocene times.

In other continental slope areas this kind of high local sediment accumulation in the Norwegian - Greenland Seas could serve for detailed documents for the contribution of deep water formed in shelf areas like the Barents Sea.

W. Haeberli, D. Vonder Mühl, J. Huder, A. Hofer (Zürich)

V-9

KERNBOHRUNG IM PERMAFROST EINES ALPINEN BLOCKGLETSCHERS - KONZEPT UND ERSTE RESULTATE

Um die Charakteristik und das Kriechverhalten von alpinem Permafrost zu untersuchen, wurde auf dem aktiven Blockgletscher Murtèl 1 (2660 m ü.M., NNW-Exposition) beim Piz Corvatsch (Oberengadin) eine Kernbohrung durchgeführt. Der Felsuntergrund wurde entsprechend den vorher vorgenommenen seismischen, geoelektrischen und elektromagnetischen Sondierungen in 50 m Tiefe erreicht. Bei der Kernentnahme wurden Dreifach-Kernrohre und Kaltluftspülung verwendet, um die eisreichen Proben in gefrorenem Zustand zu bergen. Das Bohrloch wurde für langfristige Deformations- und Temperaturmessungen instrumentiert. Die Bohrkern wurden tiefgefroren und für detaillierte Analysen gesichert.

Wichtigste Ziele der Studien am Kernmaterial und am Bohrkern sind:

1. Das Deformationsverhalten von nicht-temperierten Schutt-Eis-Gemischen im großmaßstäblichen und langfristigen Naturexperiment, d.h. bei annähernd konstanten Temperaturen, Spannungen und Verformungsgeschwindigkeiten zu studieren.
2. Die Temperaturverhältnisse im hochalpinen Untergrund auf mögliche Erwärmungstendenzen im 20. Jahrhundert zu untersuchen (langfristige Beobachtung der Bohrlochtemperatur, geothermische Analyse der Wärmeflußverteilung im Bohrloch).
3. Die Frage zu prüfen, ob im wahrscheinlich mehrere Jahrtausende alten Bodeneis Information über die Geschichte der alpinen Umwelt enthalten ist (Blütenstaub, Isotope, Schuttbestandteile).

Die ersten Resultaten zeigen, daß die mittlere Permafrosttemperatur an der Oberfläche bei -2 bis -3°C liegt, der Permafrost bis in den stark zerklüfteten Felsuntergrund reicht und im oberen Teil extrem eisübersättigt ist. Die horizontale Verformung des Permafrostes beträgt total, d.h. an der Oberfläche, 6 Zentimeter pro Jahr und spielt sich zu rund 75 % am Übergang zwischen eisreichem und eisarmem Material ab. Die vertikale Deformation (Stauchung) ist um rund eine Größenordnung kleiner und konzentriert sich auf den Tiefenbereich unmittelbar oberhalb der Zone maximaler horizontaler Scherung. An den Bohrkernen werden zurzeit von verschiedenen Instituten Pilotanalysen durchgeführt (Kristallographie, Isotopen, Pollen, Chemie, etc.).

**DIE EINWIRKUNG POLAR-IONOSPHERISCHER STROMSYSTEME
AUF DIE ERGEBNISSE DER ERDMAGNETISCHEN
TIEFENSONDIERUNG**

Erdmagnetische Variationen werden in der Geophysik zur Herleitung zweidimensionaler anomaler Leitfähigkeitsstrukturen ausgenützt. Die dafür geeigneten Methoden der Erdmagnetischen Tiefensondierung (ETS) und der Magnetotellurik werden dabei normalerweise für Daten aus mittleren Breiten verwendet.

In der Nähe des Polarlichtovals und am Äquator stört die räumliche Inhomogenität der Flächenströme in der Ionosphäre den sonst uningeschränkten Einsatz dieser Methoden.

Den zeitlich und räumlich nicht konstanten, inhomogenen Anteil des Erdmagnetfeldes wird in polaren Breiten vorwiegend durch die Variation des Sonnenwindes, aber auch durch das Interplanetare Magnetfeld gesteuert.

Aus Erdmagnetfeldaten, die in den letzten 5 Jahren auf der Georg-von-Neumayer-Station mit 10 Hz Abtastrate registriert wurden, konnten mit der Methode der Erdmagnetischen Tiefensondierung die äußeren inhomogenen Anteile zur Erdmagnetischen Aktivität in Beziehung gesetzt werden. Diese Relationen zeigen dabei eine starke Abhängigkeit von den zu untersuchenden Perioden des Erdmagnetfeldes.

A. Löbe (Bremerhaven)

V-11

**OPTISCHE PHÄNOMENE IM VERLAUF DER ÜBERWINTERUNGEN
1986 UND 1987**

Luftspiegelungen gestrandeter Eisberge, farbige Dämmerungerscheinungen (Purpurlicht), irisierende Wolken, Polarlichter, White-out, Sonnen- und Mondhalos, sowie Ice-blink und Water-sky sind in dem Reinluftgebiet Antarktis gut zu beobachten und sollen im Rahmen einiger Photographien vorgestellt und erläutert werden.

THERAPIE DER AKUTEN HYPOTHERMIE UNTER EXPEDITIONSBEDINGUNGEN

Die Regulation der Körpertemperatur wird zentral im präoptischen anterioren Hypothalamus kontrolliert. Die Balance zwischen Produktion und Konservierung der Wärme einerseits und Wärmeabgabe und -verlust andererseits wird aufrechterhalten durch Gefäßkonstriktion, die in erster Linie hormonell gesteuert wird, durch Muskelzittern, das zentral ausgelöst wird, und durch lokalisierte Reflexe des Rückenmarks, die z.B. die Schweißsekretion vermindern können. Gemeinhin wird eine Unterkühlung bei einer Körperkern-temperatur von unter 35°C angenommen, eine schwere Hypothermie liegt bei Werten unter 32°C vor.

Die ersten systematischen klinischen Studien zur akuten Hypothermie stammen vom Chirurgen LARREY, der 1812 beim Rückzug der Napoleonischen Armee von Moskau reichlich Gelegenheit hatte, entsprechende Fälle zu beobachten. Heute wird von allen Autoren der besondere Wert der Prophylaxe, d.h. insbesondere der entsprechenden Schulung eines gefährdeten Personenkreises betont. Ist es zur manifesten Hypothermie gekommen, stellt die kontrollierte Wiedererwärmung das "sine qua non" der Therapie dar. Für leichte Fälle wird einheitlich die passive Wiedererwärmung mit Induktion und Unterstützung der körpereigenen Mechanismen empfohlen. Liegt die Kerntemperatur unter 34°C, ist der Einsatz aktiver Techniken unumgänglich. Die empfohlenen Maßnahmen umfassen: Immersions-Wiedererwärmung im Wasserbad; internes Rewarming über erwärmte Infusionen, Beatmung mit Gasen mit einer Temperatur von 44°C (airway warming), Spülung des Magens und/oder des Rectums (gastrointestinal warming) oder der punktierten Bauchhöhle (peritoneal lavage); weiterhin extracorporale Erwärmung in der Haemodialysetechnik oder mit der Herz-Lungen-Maschine für schwere Fälle. Über Wiedererwärmungen durch Diathermie ist vereinzelt berichtet worden, die Methodik mit dem Einsatz der Mikrowelle befindet sich im Stadium der Erprobung.

Für den Einsatz unter Expeditionsbedingungen eignen sich einige der Techniken nicht oder nur bedingt, andere sind wenig bekannt und ließen sich bei entsprechender Ausrüstung auch im Gelände zur Anwendung bringen. Es wird ein gestuftes Therapiekonzept für die speziellen Bedingungen der deutschen Polarforschung vorgestellt.

ARCHÄOLOGIE UND KLIMAGESCHICHTE IN DER KANADISCHEN WESTARKTIS

Auch in der Arktis können langfristige Klimaveränderungen durch vegetations- und faunenhistorische Abfolgen erfaßt werden. Ein enger werdendes Netz derartiger Befunde zeigt eine regionale Differenzierung der Ereignisse. Zuverlässige Datierungen der einzelnen Sequenzen gewinnen dabei an Bedeutung, die aber in Bohrproben nur in begrenzter Genauigkeit bei Abhängigkeit von Probenumfang und darin erfaßter Ablagerungszeit möglich sind.

Gut dokumentierte archäologische Stationen mit ihren meist geringen Zeittiefen können hier weiterhelfen und zugleich Durchschnitte der genutzten Ökosysteme erkennbar machen. Selbst bei kleineren Grabungen kann eine zeitliche Eingrenzung auf in der Regel zwei Jahrhunderte erreicht werden. Bei systematisch geschicht ausgeweiteten Flächengrabungen dürfte sich eine Einengung auf 100 bis 50 Jahre zuverlässig fassen lassen. Als Basis steht dafür die dendrochronologische Kalibrierung radiometrischer Seriendatierungen bis vor mindestens 6000 Jahren zur Verfügung. Für derartige Messungen haben sich die collagenreichen Knochen von Landtieren als besonders geeignet und zuverlässig erwiesen. See-säuger zeigen dagegen artspezifische und zudem offenbar auch regional differenzierende systematische Abweichungen, die noch nicht hinreichend geklärt sind, was aber nachholbar ist. Bei Holzkohlen ist wegen der Gefahr der Vermischung mit älteren Treibhölzern eine genauere Bestimmung von der Aufbereitung notwendig. Feinere Zeitabschätzungen sind auch über die Zahnwachsringe der bejagten Huftiere möglich, die Rückschlüsse auf die Jahreszeiten und bei größeren Serien auch eventuell auf die Dauer der Gesamtnutzung der Station erlauben. Allerdings sind hierzu noch umfangreiche Vergleichsuntersuchungen wegen der Abhängigkeit dieser Zuwächse vom jährlichen Nahrungsangebot notwendig.

Auf längerfristig genutzten arktischen Stationen können Aktivitätszentren von einfachen Feuerstellen und kurz genutzten Arbeitsplätzen bis zu festen, langfristigen Winterhütten ermittelt werden. Eine Feuerstelle kann vielleicht nur einen Tag, eine Winterhütte mit ihrem hohen Investitionsaufwand aber während einer Generation (nach ethnohistorischen Analogien: Dauer des Kleinfamilienverbandes als Haushalt der Frau) gebraucht werden. Dafür sind bei genügend großen Flächengrabungen und ausreichender Funderhaltung Abschätzungen ebenfalls möglich. Dazu kommt die Erfassung der Technologie als Teil der Kultur bis hin zum psycho-religiösen Sektor als Mittel zur Anpassung und Nutzung der vor allem durch das Klima vorgegebenen Umwelt.

**ERSTE AUSWERTUNG REFLEXIONSSEISMISCHER MESSUNGEN
WÄHREND ANT-V/3 (1986/87)**

Während der Antarktisexpedition ANT V/3 im Südsommer 86/87 mit FS "Polarstern" wurden ca. 3000 Profilkilometer Reflexionsseismik vermessen. Die Vermessung erfolgte mit einem 24-kanaligen Streamer mit einer aktiven Länge von 600 m. Die Registrierung erfolgte digital mit hoher sampling rate.

Mit der Installation eines entsprechenden Rechnersystems ist die digitale Bearbeitung angelaufen und es sollen erste Ergebnisse vorgestellt werden.

Speziell sollen hier die Profile des östlichen Weddellmeeres in der Gegend um Kapp Norvegia gezeigt werden. Diese Profile sind besonders interessant, da es sich um mehrere gekreuzte Linien handelt, die auch zur Untersuchung der Bohrlokationen ODP 692 und 693 angelegt wurden. Zu den seismischen Daten steht also eine geologische Interpretation der obersten Schichten zur Verfügung.

Ziel der Interpretation wird es sein, die Entwicklungsgeschichte des östlichen Weddellmeeres anhand tiefliegender Strukturen, wie angelegter Riftzonen oder Bruchzonen weiter aufzudecken.

J. Olf und C. Kottmeier (Hannover)

VI-4

ENERGIEBILANZEN DER EISOBERFLÄCHE UND DIE WINDVERHÄLTNISSE IM EINZUGSGEBIET DES FILCHER-RÖNNE-SCHELFEISES

In der Antarktis herrschen im Jahresmittel die niedrigsten Temperaturen auf der Erde. Damit existiert eine erhebliche Wärmesenke, die nicht ohne Auswirkung auf das Klima der Südhemisphäre ist. Wegen der geringen Stationsdichte und der oft nur kurzen Beobachtungszeiträume ist allerdings die Information über die klimatischen Verhältnisse auf diesem Kontinent immer noch lückenhaft.

Das bearbeitete Gebiet erstreckt sich von der antarktischen Halbinsel ca. 1000 km über den Südpol hinaus und von dort bis etwa zum Schnittpunkt des 0°-Meridians mit der Küste. Im Kern dieses Bereiches liegt das FILCHNER-RÖNNE-SCHELFEIS.

Aus einzelnen Stationsbeobachtungen wird eine flächenhafte Darstellung einiger klimatologischer Parameter abgeleitet. Dazu werden Kriterien zusammengestellt, mit deren Hilfe das Untersuchungsgebiet in drei charakteristische Zonen unterteilt wird.

Mit Kenntnis der klimatologischen Größen wie z.B. Bewölkungsgrad, Albedo oder Lufttemperatur werden in einem weiteren Schritt Energiebilanzen berechnet. Besonderes Interesse gilt dabei der Größe des turbulenten Stromes fühlbarer Wärme. Durch die anhaltende Abkühlung der bodennahen Luftschicht wird eine Bodeninversion aufgebaut. Über geneigtem Gelände führt dieser Zustand theoretisch zur Ausbildung eines Abflußwindsystemes.

Berechnete und beobachtete Werte stehen im Inneren der Antarktis in guter Übereinstimmung, während am westlichen Rand des Untersuchungsgebietes Abweichungen auftreten.

Auf der Grundlage der Informationen über die Windverhältnisse in den einzelnen Zonen wird ein mittleres Strömungsfeld konstruiert.

Die zum Schelfeis zusammengeströmte Luft fließt größtenteils östlich der Antarktischen Halbinsel über das Weddellmeer nach Norden aus. Dieser Kaltluftstrom dürfte eine wichtige Komponente für den Antrieb der ozeanischen Oberflächen-Strömung des Weddell-Wirbels sein und auch die weitere Ausdehnung des Packeises nach Norden erklären.

WINDFELDER UND MEEREISBEWEGUNG IM GEBIET DES WEDDELLMEERES

Während des Winter-Weddell-See-Projektes 1986 wurden im Weddellmeer verschiedene Meßprogramme mit Meßbojen auf treibenden Eisschollen aufgenommen. Im Oktober 1986 gingen auf dem Meereis des südöstlichen Weddellmeeres 7 Bojen in Betrieb, die z.T. bis April 1988 arbeiteten. Sie trieben mit der großräumigen Eisbewegung des Weddell Wirbels und legten dabei mehr als 3000 km zurück.

Durch die ARGOS-Positionsbestimmungen der Bojen konnte das Feld der Eisbewegung (Translation, Rotation, Divergenz, Deformation) mit ca. 15 Meßpunkten pro Tag bestimmt werden. Jede Boje war mit einem Drucksensor ausgerüstet, dessen Meßwerte in das GTS übertragen wurden und für objektive Druckfeldanalysen, z.B. des ECMWF, zur Verfügung standen. Die Druckfeldanalysen wurden gitterpunktsweise vom ECMWF übernommen und zur Berechnung von geostrophischen Windfeldern verwendet. Für die jeweiligen Bojenpositionen liegen auch bodennahe Windmessungen und Temperaturwerte sowie z.T. ozeanische Strömungsmessungen vor.

Der Zusammenhang zwischen Eisbewegung und bodennahem Wind bzw. geostrophischem Wind wurde empirisch und nach verschiedenen theoretischen Ansätzen untersucht.

Es wird gezeigt, wie die Eisbewegung in Abhängigkeit von der Jahreszeit und der Region auf den Windantrieb unterschiedlicher Scales reagiert. Die Ergebnisse gehen bei einem Verfahren ein, daß entwickelt wurde, um die Eisbewegung in Abhängigkeit von operationell verfügbaren Daten (Druckfeldanalysen, Eisdeckungsgrade aus Satellitenbeobachtungen) vorherzusagen.

G. Heinemann (Bonn)

VI-6

**ON THE STRUCTURE AND ENERGY BUDGET OF THE BOUNDARY
LAYER IN THE VICINITY OF THE FILCHNER/RØNNE ICE SHELF
FRONT**

Components of the enthalpy budget are studied for strong baroclinic and nonstationary conditions on the mesoscale- γ/β . Divergences of the vertical turbulent flux of sensible heat are calculated as the residual of the other physical processes. For this purpose the enthalpy fluxes at the surfaces of the ice shelf and the polynya as well as the boundary layer structures above these surfaces are studied.

The data for this study were gained in a field experiment (lasting four weeks) in the Antarctic summer season 1983/84. It included near surface measurements and vertical soundings with tethered sondes and radiosondes on a horizontal scale of 20 - 40 km. A case study is presented for the 3rd and the 4th of February 1984. During this period the flow field changed from offshore to onshore flow due to a change of the synoptic situation. The main results of this study are:

- Boundary layer structures showing the air mass transformation near the ice shelf front and the conversion of the boundary layer due to the flow field change.
- Diurnal courses of surface energy fluxes for the ice shelf and the polynya.
- The dominant contribution of the horizontal advection to the enthalpy budget.
- Small but not negligible contributions of the radiant flux divergence over the polynya (negligible for cloudless conditions over the ice shelf).
- Vertical profiles of turbulent enthalpy fluxes over the ice shelf and the polynya.

DER TURBULENTE STROM FÜHLBARER WÄRME IM EINFLUßBEREICH EINER ANTARKTISCHEN KÜSTENPOLYNYE

Im Rahmen des Winter-Weddell-See-Projektes '86 des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven wurde zwischen Oktober und Dezember 1986 im südöstlichen Weddellmeer ein meteorologisches Meßprogramm durchgeführt. Damit sollten die Kenntnisse über die thermischen und dynamischen Wechselwirkungen von antarktischen Küstenpolynyen (eisfreie oder nahezu eisfreie Meeresgebiete am Kontinentalrand) mit der Atmosphäre erweitert werden.

Allgemein stellen Oberflächeneigenschaften eine wesentliche Einflußgröße für den Impuls- und Energieaustausch in der atmosphärischen Grenzschicht dar. Die Berechnung von turbulenten Wärmeströmen verlangt daher auch Kenntnisse über die Rauigkeit von Meereis.

Meereisschollen in der Küstenzone, die mit hohen Preßeisrücken durchsetzt sind, können eine Rauigkeitslänge Z_0 von ca. 4 cm besitzen. Die vergleichsweise große Rauigkeitslänge über Meereis äußert sich in einer gegenüber Schelfeis häufig deutlich geringeren Windgeschwindigkeit. Über Schelfeis kann die Windgeschwindigkeit in der Prandtl-Schicht annähernd doppelt so groß sein wie in gleichem Niveau über Meereis. Da der turbulenzbedingte Wärmestrom zur Windgeschwindigkeit proportional ist, beeinflußt die größere Rauigkeitslänge auch den Wärmestrom.

Der turbulente Strom fühlbarer Wärme wird mit der Annahme einer stationären, horizontal homogenen atmosphärischen Grenzschicht aus einem gemessenen Temperaturprofil und einem Windgeschwindigkeitswert errechnet. Es wurde festgestellt, daß die häufig angewendete Bulk-Formel mit konstantem Transport-Koeffizienten c_H die Wärmeströme über Polynyen im allgemeinen unterschätzt.

Ein Vergleich der Ergebnisse des turbulenten Wärmestromes über Polynye und Schelfeis zeigt anhand von Häufigkeitsverteilungen charakteristische Unterschiede zwischen den Oberflächen auf. Demnach treten über dem küstennahen Schelfeis fast permanent negative (zum Boden gerichtete) Wärmeströme auf. Über der nahezu eisfreien Küstenpolynye wurden positive Wärmeströme bestimmt, die häufig mehrere hundert Watt pro Quadratmeter betragen. Eine Einteilung des Meeresgebietes in zwei weitere Eisklassen nach Eisbedeckungsgrad und -dicke läßt erkennen, daß der Wärmestrom über fast vollständig eisbedecktem Gebiet in seiner Häufigkeitsverteilung bereits den Schelfeisverhältnissen ähnelt. Teilweise eisbedecktes Gebiet erweist sich erwartungsgemäß als Überganszone mit überwiegend positiven, aber nicht so großen Wärmeströmen wie über nahezu eisfreien Polynyen.

In Einzelfalluntersuchungen wurden auch andere Methoden zur Bestimmung des Wärmestromes angewendet.

H. Eicken, M. Lange und C. Kottmeier (Bremerhaven, Hannover)

VI-8

MEERESBILDUNG IN KÜSTENPOLYNYEN - EIN BEITRAG ZUM EISHAUSHALT DES WEDELLMEERES?

Bestandteil der Untersuchungen des zweiten Fahrtabschnitts des Winter-Weddell-See-Projekts 1986 (September - Dezember 1986) waren kontinuierliche Eisbeobachtungen, die sowohl in der näheren Umgebung der "Polarstern" als auch im weiteren Umkreis des Schiffs vom Hubschrauber aus erfolgten. Daneben wurden die Eigenschaften des Meereises durch umfangreiche Laboruntersuchungen an erbohrten Eiskernen bestimmt.

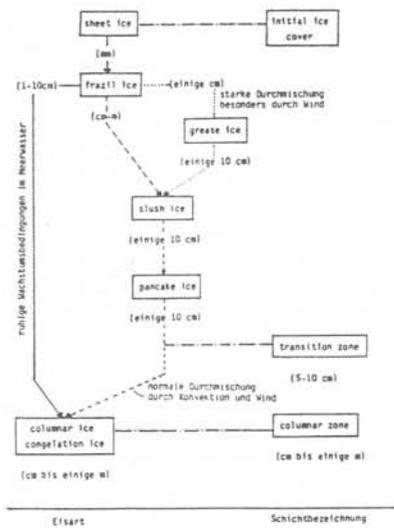
Während der gesamten Dauer der Expedition kam es zur Bildung ausgedehnter Flächen freien Wassers (Polynyen) im Bereich vor den Schelfeiskanten, die z.T. den gesamten Küstenbereich von 35°W bis 8°W (Atka Bucht) erfaßten. Eine mögliche Erklärung für das Auftreten dieser Küstenpolynyen ist das Vorherrschen ablandiger Winde, die zum Aufbrechen und der nach Norden gerichteten Advektion der bestehenden Meereisdecke führen. Die Größe der Polynya hängt danach primär von der Stärke, Richtung und Beständigkeit des regionalen Windfeldes ab. Zur Bildung von Polynyen mit bis zu 30 km Querausdehnung kommt es meist innerhalb weniger Tage. Unsere Beobachtungen, ergänzt durch die Auswertung von Wetter-satellitenbildern zeigen, daß es sich bei der Küstenpolynya meist um ein System von Einzelpolynyen handelt, die jeweils Längsausdehnungen im Bereich von einigen 10 bis 100 km haben.

Bei Lufttemperaturen von -20°C, wie sie während der ersten Hälfte der Expedition vorherrschten, kommt es aufgrund des Temperaturgradienten zwischen Ozean und Atmosphäre zur raschen Eisbildung von bis zu 20 cm pro Tag. Die Ausbildung bestimmter Eistypen, die in Dünnschnitten erbohrter Eiskerne erfaßt wurden, hängt vom Bewegungszustand des Oberflächenwassers und damit auch vom Oberflächenwind ab. Bei ruhigen Bedingungen kommt es zur Bildung von Kongelation-Eis, während turbulente Oberflächenbedingungen zur Ausbildung von Frazil-Eis führen. Häufig kommt es zu Auf- und Überschiebungen ("finger rafting") der noch dünnen Meereisdecke, durch welche das Meereis bis auf 50 - 100 cm Mächtigkeit anwächst. Das regionale Windfeld löst dann wiederum die erneute Öffnung einer Polynya aus, kann jedoch auch, in Abhängigkeit von der vorherrschenden Richtung, zur konvergenten Eisbewegung gegen die Schelfeiskante führen.

Der hier beschriebene Zyklus der Öffnung und des Überfrierens von Küstenpolynyen und der anschließenden, nordwärts gerichteten Advektion des frisch gebildeten Eises stellt einen signifikanten Faktor im Meereishaushalt des Weddellmeeres dar.

GEGENÜBERSTELLUNG DER PHYSIKALISCHEN EIGENSCHAFTEN VON EINJÄHRIGEM UND MEHRJÄHRIGEM MEEREIS

Die MAN Technologie GmbH (München) hat im Zuge eines gemeinsamen mit der HSVA (Hamburg) durchgeführten BMFT-Vorhabens eine umfangreiche Literaturstudie über physikalische Eigenschaften von Meereis und Süßwassereis erstellt. Hier sollen nun die physikalischen Eigenschaften von einjährigem (FYI: first year ice) und mehrjährigem (MYI: multiyear ice) Meereis einander gegenübergestellt werden, wobei eine Spezifizierung in arktisches und antarktisches Eis unterbleibt. Die Bildung einer Meereisdecke bis zum FYI und die dabei durchlaufenden Wachstumsstadien zeigt die Skizze:



Entstehungsgeschichte einer FY-Eisdecke in LODECKE (1985)

Da bei der Meereisbildung der Salzgehalt in Abhängigkeit von der Temperatur durch die Solekanäle über die Zeit mehr und mehr abgebaut wird, sind die Parameter Temperatur (T) und Salzgehalt (S) für den Unterschied von FYI und MYI entscheidend.

Lüdecke, C. 1985: Thermische, chemische und biologische Eigenschaften von Süßwassereis und Meereis, MAN Bericht B 099 801 - EDS - 004, München, 135 S..

C. Koch und M. Lange (Bonn, Bremerhaven)

VI-10

**ON THE IMPORTANCE OF PANCAKE ICE FOR THE ADVANCE OF
SEA ICE IN THE WEDDELL SEA: OBSERVATIONS AND
NUMERICAL STUDIES**

During the Winter-Weddell-Sea Expedition 1986 continuous sea ice observations and measurements were made. They revealed, that the possibly predominant mechanism for sea ice formation in the central Weddell Sea is the so-called pancake ice cycle (Lange et al., 1988): Ice formation is initiated by the growth of pancake shaped ice floes from frazil ice. Wind and wave action in the marginal ice zone prevent the formation of a uniform ice convergence, and further ice growth is still effective from the following reasons. Rafting processes may easily double the initial thickness of pancake ice, and at the same time a fraction of the ocean surface always remains ice free, so that the oceanic heat loss is large enough to allow for additional thermodynamic growth. The whole process is stopped at a thickness of about 50 cm, which seems to be the critical value for the damping of waves. The pancake floes consolidate, and from this time on changes of ice thickness are small. Thus, the growth of a substantial part of sea ice happens in a relatively short time. The role of pancake ice has not been appreciated in previous investigations or sea ice models. Here we try to incorporate the mechanism into the dynamic thermodynamic sea ice model of Hibler (1983) with a coupling to the atmospheric boundary layer by Koch (1988). This is a large scale sea ice model (horizontal grid size of 200 km), hence parameterizations of the relatively complex subgrid mechanism are required. They account for the special surface and boundary layer characteristics of pancake ice. The complete model is able to differentiate between the pancake ice state and the state of consolidated ice with the help of a critical value for the mean ice thickness and the distance from the ice edge. Simulations are made for the 1979 annual sea ice cycle in the Weddell Sea and compared to a reference run without pancake ice.

Hibler, W.D. and Ackley, S.F., 1983: Numerical simulation of the Weddell Sea pack ice. *J. Geoph. Res.*, **88**, 2873-2887.

Koch, C., 1988: A coupled sea ice - atmospheric boundary layer model. Part I: Description of the model and 1979 standard run. Submitted to *Beitr. Phys. Atm.*

Lange, M.A., Ackley, S.F., Dieckmann, G.S. and Eicken, H., 1988: Development of sea ice in the Weddell Sea, Antarctica. Submitted to *Ann. Glac.*

**ZUM WACHSTUM DES MEEREISES IN DER ATKA BUCHT,
ANTARKTIS-VERGLEICH VON BEOBACHTUNG UND
NUMERISCHER SIMULATION**

Das Meereis in der Atka Bucht (70°S , 8°W) kann sich, durch die Bucht geschützt, weitgehend ungestört von der Drift des Meereises im angrenzenden Weddellmeer bilden. Während dort 'dynamisches' Wachstum infolge Überschieben und Eispreß eine große Rolle spielt, ist es in der Atka Bucht ohne Bedeutung. Hier ist das Eiswachstum hauptsächlich durch den Wärmeverlust an die Atmosphäre bestimmt.

Entlang der gesamten Schelfeis-Küste des östlichen Weddellmeeres beobachtet man im Küstenbereich unter dem Meereis sog. Unterwassereis, Eisplättchen von etwa Handteller-Größe und bis zu 2 mm Dicke. Sehr wahrscheinlich entsteht Unterwassereis in der freien Wassersäule unter einem Schelfeis, wo es dann an die Wasseroberfläche aufsteigen kann. Gelangt Unterwassereis unter eine wachsende Meereisdecke, so wird es miteingefroren und beeinflusst das 'normale' Meereiswachstum.

Im Laufe des Jahres 1982 akkumulierte in der Atka Bucht Unterwassereis zu einer 4 m mächtigen Schicht. Da der Eisanteil in der Unterwassereisschicht nicht bekannt ist und sich auch nicht mit Hilfe kristallographischer Analysen aus Meereiskernen bestimmen läßt, wurde versucht, anhand eines 1-dimensionalen thermodynamischen Meereismodells sowohl den Anteil an Unterwassereis im Meereis als auch dessen Einfluß auf das Eiswachstum abzuschätzen.

Die Rechnungen zeigen zunächst, daß Wärmeverlust des Ozeans durch das Meereis an die Atmosphäre als alleinige Ursache die Bildung von mehrere Meter mächtigen Unterwassereisschichten nicht erklären kann. Ferner zeigen sie, daß Unterwassereis die Meereisdicke nicht dominierend bestimmt und daß andere Größen wie die Schneehöhe oder die Strahlungsbilanz die Eisdicke in einer ähnlichen Größenordnung beeinflussen können.

MEEREISBILDUNG UND ^{18}O -KONZENTRATIONEN IN EISKERNEN DES WINTERLICHEN WEDDELLMEERES

Im Rahmen der glaziologischen Arbeiten des Winter-Weddell-See-Projekts (WWSP) von Juli bis September 1986 sind zwei Ergebnisse besonders hervorzuheben:

- (i) Die Eisbildungsprozesse der sich ausbreitenden winterlichen Meereisdecke werden vom sog. "Pfannkucheneis-Zyklus" dominiert. Dabei handelt es sich um einen Vorrang, bei dem in rascher Folge aus an der Wasseroberfläche suspendierten Eiskristallen Pfannkucheneis gebildet wird. Windbedingte Wellenbewegung führt zu Überschiebungen, durch die wieder neue freie Oberflächen geschaffen werden, in denen sich erneut Frazil-Eis bilden kann. Der Vorgang setzt sich so lange fort, bis die bereits konsolidierte Eisdecke eine Mächtigkeit erreicht, bei der Überschiebungen nicht mehr möglich sind. Es kommt dann zur endgültigen Konsolidierung einzelner Pfannkuchen-Eisschollen und zur Bildung einer festen Meereisdecke (Lange et al., 1988, *Ann. of Glaciology*, im Druck). Die Bedeutung dieser Beobachtung liegt darin, daß der größte Teil der Eisbildung sich unter Bedingungen offenen Wassers vollzieht und dadurch der Energieaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre gegenüber dem thermodynamischen Wachstum an der Unterseite einer bestehenden Meereisdecke deutlich erhöht ist.
- (ii) Messungen der Eismächtigkeiten während des Fahrtverlaufs haben zum einen gezeigt, daß die mittleren Meereismächtigkeiten des Weddellmeeres bei nur 0,4 - 0,6 m liegen (Wadhams et al., 1988, *J. Geophys. Res.* **92**, 14535). Zum anderen zeigte sich eine deutliche Zunahme der mittleren Eismächtigkeiten zwischen dem Beginn und Ende des Winters, d.h. zwischen Messungen, die während der Fahrt nach Süden und dann während der Rückfahrt nach Norden gewonnen wurden.

Mit Hilfe von Messungen der Konzentrationen von ^{18}O in einzelnen strukturellen Einheiten von Meereiskernen des WWSP sollte zwei wesentlichen Fragen nachgegangen werden:

- a) Läßt sich für das durch den Pfannkucheneis-Zyklus gebildete Meereis eine besondere Signatur in der ^{18}O -Konzentrationsverteilung finden?
- b) Ist die beobachtete Zunahme der Mächtigkeiten des winterlichen Meereises auf thermodynamisches Wachstum an der Eisunterseite oder durch die Konsolidierung von Niederschlägen zu Schnee-Eis zurückzuführen.

Zur ersten Frage läßt sich aufgrund unserer Daten festhalten, daß ^{18}O -Konzentrationen in Frazil-Eiskernen, die also primär durch den Pfannkucheneis-Zyklus gebildet wurden, nahezu konstante Werte um etwa 1 ppt (die Konzentrationswerte bezeichnen die üblichen Abweichungen vom "standard mean ocean water") zeigen. Dagegen zeigen Kerne, die überwiegend aus Kongelation-Eis bestehen eine deutliche Zunahme der Konzentrationswerte mit der Tiefe bis zu etwa 2 ppt.

Messungen des Sauerstoffisotops ^{18}O zeigen besonders deutlich die Bereiche eines Eiskerns, die durch die Konsolidierung von Niederschlag (Schnee) entstanden sind. Dies liegt an den gegenüber "normalem" Meereis deutlichen **negativen** ^{18}O -Werten. Abb. 1 zeigt ^{18}O -Konzentrationen eines Eiskerns, dessen oberste 0,12 m aus Schnee-Eis bestehen. Obgleich die bisher vorliegenden Messungen noch nicht ausreichen, um eine eindeutige Beantwortung der zweiten Frage zu ermöglichen, stützen die erzielten Ergebnisse die zweite der genannten Hypothesen. Danach wäre der beobachtete Mächtigkeitzuwachs vor allem auf die winterliche Akkumulation und nicht auf das thermodynamische Wachstum von Eis unterhalb bestehender Schollen zurückzuführen.

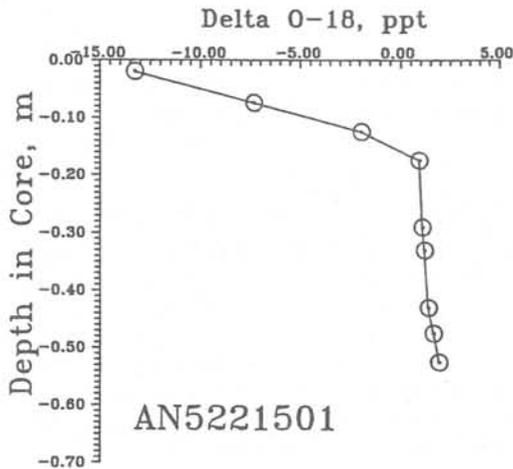


Abb. 1: Konzentrationsverteilung von ^{18}O in einem Meereiskern. Die negativen Konzentrationen im obersten Bereich des Kerns zeigen das Vorhandensein von Schnee-Eis an.

M. Peters, N.T. Arndt, J. Jacobs, M. Tapfer und K. Weber
(Göttingen, Mainz, Gießen)

VII-1

DIE GEOLOGISCHE STELLUNG NEUSCHWABENLANDS INNERHALB GONDWANAS

Die Heimefrontfjella im südwestlichen Neuschwabenland besteht aus einer Sequenz vulkano-sedimentärer Gesteinsfolgen, die von zahlreichen Granitoiden intrudiert werden. Radiometrische Altersdatierungen (U/Pb an Zirkonen) weisen auf eine Faltung und Metamorphose unter amphibolitfaziellen Bedingungen bzw. auf Granitoidintrusionen zwischen 1000 und 1150 Ma hin. Charnokite und Granulite aus dem Südwesten der Heimefrontfjella zeigen ähnliche Kristallisations- bzw. Metamorphosealter (U/Pb an Zirkonen). Die Grenze zwischen den amphibolit- und granulitfaziellen Folgen wird von einer mächtigen SW-NE-streichenden ultramylonitischen Scherzone gebildet. Im NE der Heimefrontfjella treten N-NW vergente Überschiebungen auf. Beide Strukturen sind unter grünschieferfaziellen Bedingungen gebildet worden und gehören zu einer jüngeren, NW-vergenten Faltung, die zu einer retrograden Überprägung des älteren Orogens führte.

Im mittleren Neuschwabenland im Ahlmannrücken treten undefor- mierten vulkano-sedimentäre Plattformgesteinsfolgen auf. Die Magmatite zeigen Minimumalter von 1150 Ma (K/Ar-Mineraldatierungen) und geochemisch können Ähnlichkeiten zu Plattenrandmagmatiten festgestellt werden. Lokal werden diese Folgen von Mylonitzonen durchzogen, deren syn-kinematischen Hellglimmer mit 525 Ma datiert wurden.

Es wird vermutet, daß die mittelproterozoischen, magmatischen Plattformgesteine des Ahlmannrückens in Zusammenhang mit dem etwa gleichalten Orogen in der Heimefrontfjella stehen, das als Teil der Kibaran tektonometamorphen Epoche des südlichen Afrikas betrachtet wird. Eine enge genetische Verknüpfung zwischen den 525 Ma alten Mylonitzonen des Ahlmannrückens und den Myloniten in der Heimefrontfjella wird angenommen. Ähnliche Alter wurden ebenfalls in Kirwanveggen und Sverdrupfjella sowie im südlichen Afrika nachgewiesen. Die Bedeutung dieser Daten für einen neuen Vorschlag zur palinspastischen Rekonstruktion Gondwanas sollen vorgestellt werden.

DER ÜBERSCHIEBUNGSBAU DER SHACKLETON-RANGE

Frühere britische und russisch-ostdeutsche Expeditionen haben die Gesteinsverteilung und -abfolge in der Shackleton-Range in großen Zügen klären können: Im "Shackleton Metamorphic Complex" folgen über einem kratogenen kristallinen Basement amphibolitfazielle Quarzite, Schiefer und Marmore. Das Hangende des Kristallins ist eine bisher ins Proterozoikum gestellte, weitgehend schwach-metamorphe Sedimentfolge ("Turnpike-Bluff-Gruppe"). Die geologische Entwicklung wird durch die molasseartige, nur randlich verstellte "Blaiklock-Gletscher-Gruppe" abgeschlossen. Ihre Basis führt mittel- bis oberkambrische Fossilien, ihr Gros wurde jedoch unterschiedlich eingestuft (Ordovizium/Perm). Widersprüchlich - meist als Abschiebungen und/oder Diskordanzen - wurden bisher die weitgehend von Eis und Schnee verhüllten Grenzen der einzelnen Gesteinskomplexe interpretiert.

Hauptziele des Unternehmens GEISHA 87/88 waren daher alle Aufschlüsse in der Umgrenzung der Turnpike-Bluff-Gruppe. In den Otter-Highlands stellt eine solche Begrenzungsfläche eine ca. 100 m mächtige Überschiebungszone des Basements auf die Turnpike-Bluff-Gruppe mit Südschub dar. Dasselbe muß weiter östlich aus den nördlichsten Aufschlüssen der Stephenson-Bastion geschlossen werden, ist u.U. auch für den eisverhüllten Bereich zwischen dem Nordrahmen der Read-Mountains und den Herbert-Mountains zu vermuten. Auch in den Read-Mts. selbst ist Südschub nachweisbar, jedoch ist hier die Turnpike-Bluff-Gruppe über Basement gegliedert. Im Süden und Zentrum der Read-Mts. liegt allerdings direkt über dem Basement unter der Überschiebungsfläche der Turnpike-Bluff-Gruppe diskordant eine unmetamorphe, lediglich verkippte Sedimentfolge, die mit einer Boden- bzw. Verwitterungsbildung des Basements einsetzt und in Klastika mit von Süden geschütteten quarzitischen Sandsteinen übergeht. Darüber folgen Flachstwasserkalke mit Stromatolithen und schließlich tonige Sedimente. Frühere Bearbeiter haben einen kontinuierlichen Übergang dieser "Watts-Needle-Formation" in die eigentlichen Turnpike-Bluff-Gesteine darüber angenommen und daher eine Metamorphoseinversion gefordert. Die Watts-Needle-Formation muß aber strikt von der Turnpike-Bluff-Gruppe getrennt werden, denn es schalten sich Schürflinge von Kristallin dazwischen. D.h. die Watts-Needle-Formation stellt das autochthone, vermutlich jung-proterozoische Auflager des Basement dar (Tafelsedimente). Die

schwachmetamorphe Turnpike-Bluff-Gruppe ist dagegen allochthon. Nach Fossilfunden ist die Turnpike-Bluff-Gruppe unterkambrisch, ihre Südbewegung damit etwa zwischen 550 und 500 Ma einstuftbar, d.h. dem Ross-Ereignis i.w.S zuzuordnen. Die Turnpike-Bluff-Gruppe ist intern durch weitere Scherbahnen mit südgerichtetem Transportsinn zerlegt, und auch innerhalb des überschobenen Kristallin gibt es Südschub anzeigende Strukturen (Duplex).

Offen ist z.Zt. noch der tektonische Baustil am Nord- und Nordwestrand der Shackleton-Range. Interpretiert man den Südrand im Sinne der Plattentektonik als rücküberschobenen Kratonanteil, wäre im Norden Nordschub denkbar.

DIE VEREISUNGSGESCHICHTE DER SHACKLETON-RANGE, ANTARKTIS

Die rund 1000 km vom Südpol entfernte Shackleton-Range ist ein E-W streichendes, etwa 120 km langes, bis 60 km breites und max. 1900 m hohes Gebirge. Es wird in E-W-Richtung von zwei großen Gletschern umflossen. Im Antarktissommer 1987/88 wurden im Rahmen der "Geologischen Expedition in die Shackleton-Range" glazialgeologische Arbeiten durchgeführt, die zur Klärung der Vereisungsgeschichte dieses Raumes beitragen sollten. Dabei sind vom Eis abgelagerten Sedimente petrographisch untersucht und die durch ehemalige Eishochstände verursachten Überfahrungsstrukturen (Kritzen, Sichelmarken, "roches moutonnees") auf dem Gesteinsuntergrund kartiert worden.

Die Arbeiten ergaben, daß es sich bei den in der Range sehr zahlreich vorkommenden Gipfelplateaus um die Reste einer ehemals vom Eis überfahrenen Rumpffläche handelt. Tlw. gut erhaltene Kritzen und Sichelmarken sowie Reste von Moränenablagerungen weisen auf eine ehemalige Überfahrung der Shackleton-Range von Süden nach Norden hin. Das Eis muß z.Z. der Überfahrung mindestens 1000 m mächtiger gewesen sein als heute. Die sehr starke Verwitterung auf den Plateaus und ein Vergleich mit den Arbeiten von G. DENTON (1984) im Victoria Land machen eine Überfahrung des Gebirges zwischen 9 und 4 Millionen Jahren vor heute sehr wahrscheinlich.

Die nordwestlichen Berge der Shackleton-Range liegen nahe am Filchner Eisschelf und ihre eisfreien Hänge erreichen an den tiefsten Stellen Höhen von 100 bis 300 m über NN. Bis 300 m über dem heutigen Eisniveau waren die Hänge mit einer Grundmoräne oder einer Geschiebestreu bedeckt, die nur durch einen um entsprechende Beträge höheren Eisstand des im Norden der Range vorbeifließenden Slessor-Gletscher erklärt werden können. Ein Vergleich dieser Moränen mit wechselzeitlich im Küstenbereich des Ross-Meeress abgelagerten zeigte, daß der gleiche Verwitterungsgrad vorlag. Während der Weichsel-Kaltzeit muß es durch Meeresspiegelabsenkung auch im Bereich des Filchner Eisschelfes zu einem starken Anschwellen der Eismächtigkeiten im Mündungsgebiet der den Schelf speisenden Eisströme, von denen der Slessor-Gletscher einer der bedeutendsten ist.

Vor allem im nördlichen Bereich der Shackleton-Range wurden Hinweise auf ein subrezentes und rezentes Zurückweichen von Gletscherrändern gefunden. Mehrere größere Lokalgletscher sind bewegungslos geworden, weil seit einiger Zeit keine Eiszufuhr mehr erfolgt.

R. Mäusbacher (Heidelberg)

VII-4

DER POSTGLAZIALE EISABBAU IM BEREICH VON KING GEORGE ISLAND, WESTANTARKTIS

Während der Expedition 1986/87 auf die Süd-Shetlands wurden im Bereich von King George Island 9 Seen mit einem modifizierten Rammkolben vom Typus des Kullenberg piston samplers beprobt. Ziel dieser Untersuchungen ist es, an Hand der gewonnenen Seesedimente Beginn und Verlauf der postglazialen Deglaziation möglichst detailliert zu erfassen. Die ersten aus der sedimentologischen und biostratigraphischen Bearbeitung der Kerne gewonnenen dahingehenden Ergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

Die Deglaziation beginnt ca. 2000 Jahre früher als bisher angenommen. Dies bedeutet, daß die Deglaziation nicht ausschließlich vom ansteigenden Meeresspiegel gesteuert wird.

Die derzeitige Position des Gletscherrandes wird allerdings erst ca. 3000 Jahre nach Beginn der Deglaziation erreicht. Die Abschmelzphase dauert damit entgegen den bisherigen Befunden relativ lang. Ein erneuter Vorstoß auf breiter Front über die derzeitigen Grenzen hinaus ist in der Folgezeit nicht kennbar. In einzelnen Tiefenlinien sind allerdings Vorstöße in der Zeit zwischen 3000 und 1000 B.P. dokumentiert.

Die isostatisch/eustatischen Meeresspiegelschwankungen erreichen den bisher postulierten Wert von 50 m über dem derzeitigen Meeresspiegel nicht. Der Maximalwert liegt mit großer Wahrscheinlichkeit nur einige Meter über dem zwischen 18 und 20 m deutlich ausgeprägten Strandwallniveau, das auf 6000 B.P. datiert werden konnte.

**KRYOGENE BEDINGUNGEN UND GEOMORPHOLOGISCHE
ENTWICKLUNG PERIGLAZIALER STANDORTE DER
ANTARKTISCHEN HALBINSEL**

In Fortführung von Geländearbeiten bei früheren Expeditionen im Bereich der Antarktischen Halbinsel, insbesondere auf King George Island, werden über physiogeographische, geomorphologische Untersuchungen an eisfreien, küstennahen Standorten und Gletschervorfeldern berichtet, die zusammen mit Prof. BLÜMEL vom Geographischen Institut der Universität Stuttgart, beim Fahrtabschnitt der FS "Polarstern" ANT VI/2 im Oktober bis Dezember 1987 durchgeführt wurden. Es werden zu folgenden Aspekten Ergebnisse vorgestellt:

1. - **aktuelle Kryogene Bedingungen**, d.h. die Permafrostverhältnisse des Untergrundes, der Wärmeaustausch der bodennahen Luftschicht und der jahreszeitlichen Auftauschicht;
2. - **postglaziale Reliefontwicklung periglazialer Standorte**, d.h. die quartäre, postglaziale Küstenhebung, der Mechanismus der Hangabtragung und die Spuren der Gletscherschwankungen.

Insbesondere von der Hope Bay bei der argentinischen Station Esperanza werden die mit einer automatischen morphoklimatischen Meßstation erfaßten Meßreihen für Strahlung, Strahlungsbilanz und Temperaturprofile während der Schneeschmelze und der Auftauentwicklung diskutiert.

Mit geoelektrischen Auslagen wurde die Untergrenze des Permafrostes bestimmt. Die **Permafrostuntergrenze** schwankt nach vorläufigen Auswertungen zwischen 20 m auf Livingston Island, 25 m an der Hope Bay und 60 m weiter im Süden bei der englischen Station Faraday auf den Argentine Islands.

Eindeutige **Strandterrassen** mit Brandungsgeröllen und z.T. Fossilien belegt, wurden bis 19 m ü.M. nachgewiesen. Höher reichen Verebnungen bis 120 m, die aufgrund von Geschiebestreu nicht als postglazial marin nachzuweisen sind. Es wurden bis zu drei mittelalterliche bis neuzeitliche Gletscherstände durch Moränen nachgewiesen, die aufgrund der Verwitterung und Flechtenbedeckung unterschiedlich zeitlich einzuordnen sind. Verglichen mit den

Ständen in den 1950er Jahren, die auf Luftbildern dokumentiert sind, sind die Gletscher meist leicht zurückgegangen bzw. stagnierten.

Ziel der Untersuchungen ist die quantitative **Modellierung des Wärmeflusses** im Permafrost und die qualitative **periglaziale Abtragungsdynamik** des Postglazials. - Die Untersuchungen werden bereits in der Saison 88/89 mit entsprechenden Untersuchungen von der englischen Station Rothera und der argentinischen Station Marambio fortgesetzt. Es wird damit angestrebt den klimatischen meridionalen Gradienten der kryogenen Bedingungen, wie er sich von den Klimastationswerten abzeichnet, zu erfassen.

GEFÜGEUNTERSUCHUNGEN AN EIS MIT HILFE DER RÖNTGENTOMOGRAPHIE

Das Gefüge von Eis (auch seine **Textur**) bildet eine wichtige Kenngröße, die sowohl mit anderen Eiseigenschaften korreliert ist, als auch deren Größen beeinflusst. Die Erfassung der Gefügeeigenschaften als Funktion der Tiefe in einem Eisbohrkern ist daher von besonderer Bedeutung für die Charakterisierung des beprobten Eises. Teil der Gefügeanalyse bildet die Erfassung des Volumenanteils und der Geometrie des Porenraums. Diese beiden Größen sind u.a. von Bedeutung für die elastischen und mechanischen Eigenschaften des untersuchten Eises.

Die **Röntgen-Computertomographie** erlaubt die dreidimensionale Erfassung von "Störkörpern", d.h. von Volumenelementen in einem mit Röntgenstrahlen durchleuchteten Objekt, deren Absorption von der des Matrixmaterials abweicht. Grundlage hierfür sind Schwächungsprofile, die beim Durchgang durch das Prüfobjekt mit hoher Winkelauflösung (etwa 1°) gewonnen werden. Dabei tragen die "Störkörper" in unterschiedlichem Maße, d.h. in Abhängigkeit vom Laufweg des Quellenstrahls durch die einzelnen Störungen zur Schwächung des Signals bei. Mit Hilfe geeigneter Rechenoperationen kann die Gesamtheit der Schwächungsprofile in ein zweidimensionales Schnittbild überführt werden, aus dem die Geometrie von Matrix und "Störkörper" ablesbar ist. Die Aneinanderreihung einer Anzahl solcher Schnittbilder mit genügend kleinem Abstand erlaubt schließlich die dreidimensionale Rekonstruktion der Geometrie der beteiligten Phasen im untersuchten Körper.

Luftgefüllter Porenraum in einem Eiskern bildet für Röntgenstrahlen einen solchen "Störkörper" und kann daher mit Hilfe der Röntgentomographie sichtbar gemacht werden. An einem Kernsegment von etwa 30 cm Länge wurden im Abstand von 2 cm Schnittbilder mit Hilfe eines für die medizinische Diagnostik entwickelten Röntgentomographen erzeugt (ich danke der Fa. Siemens für die Durchführung der Messungen). Diese zeigen den Porenraum mit einer räumlichen Auflösung im Sub-Millimeterbereich. Anschließend wurden an den gleichen Positionen Horizontaldünnschnitte angefertigt und mit den Schnittbildern verglichen. Es zeigt sich, daß in vielen Fällen der Porenraum in Position und Größe im Dünnschnitt und im röntgentomographischen Schnittbild an der gleichen Stelle abgebildet sind. Differenzen ergeben sich an den Positionen, an

denen größere, zusammenhängende Bereiche fein verteilten Porenraums vorliegen. Hier erscheint in den Schnittbildern häufig nur eine große Pore. Auch Segmente, die aus einer Vielzahl z.T. nur unzureichend konsolidierter Kristalle bestehen, werden im Schnittbild als Porenraum abgebildet.

Dennoch läßt sich nach dieser ersten Studie festhalten, daß die Röntgentomographie ein adequates, **zerstörungsfreies** Verfahren zur Erfassung des Gefüges von Eiskernen darstellt.

M. Degutsch, G. Boldt, H. Kreutzer, St. Lintker und F. Thyssen
(Münster)

VII-7

**REFLEXIONSEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN AUF DEM
EKSTRÖM-SCHELFEIS UNTER EINSATZ EINES "ICE
STREAMERS"**

Während der Antarktisexpedition ANT VI/3 (1987/88) wurden auf dem Ekström-Schelfeis mehrfach überdeckte reflexionseismische Messungen ausgeführt. Im Gegensatz zu einer herkömmlichen Geophonauslage wurde ein eigen entwickelter "Ice Streamer" eingesetzt, der mit einer maximalen Länge von 5,7 km bei 96 Kanälen hinter einem Pistenbulli hergezogen werden konnte.

Insgesamt wurden ca. 300 Schußbohrungen mit einer durchschnittlichen Teufe von 20 m unter Einsatz einer Heißwasserschmelzanlage abgeteuft.

Es wird ein CMP-Profil mit 12-fach Überdeckung vorgestellt. Neben der Meßtechnik werden erste Ergebnisse der Auswertung und Interpretation der seismischen Daten diskutiert.

INTERPRETATIONEN VON FLUG-EMR-MESSUNGEN AUF DEM EKSTRÖM-SCHELFEIS, ANTARKTIS

Während der Deutschen Antarktisexpeditionen 1983/84 und 1985/86 ist das Ekström-Schelfeis auf ca. 3100 Profilkilometern mit dem elektromagnetischen Reflexionsverfahren (kurz: EMR) vom Flugzeug aus vermessen worden (4 Spuren/sec). Zusätzlich wurde die Höhe der Eisoberfläche durch Radaraltimetrie bei Flug auf konstantem barometrischen Niveau erfaßt und die aktuelle geographische Position aufgezeichnet.

So kann zum einen die Eismächtigkeit des Schelfeises mit hoher Genauigkeit bestimmt werden. Zum anderen werden aber auch Feinstrukturen innerhalb des Schelfeises und an der Schelfeisunterseite erfaßt und auf glaziologische Ursachen hin interpretiert. Unterstützt wird diese Interpretation durch die Berechnung der scheinbaren isostatischen Anomalie aus der Freibordhöhe und der Eismächtigkeit.

HOCHAUFLÖSENDE EMR-MESSUNGEN ZUR BESTIMMUNG DES INNEREN AUFBAUS VON SCHELFEIS

Mit elektromagnetischen Reflexions- (EMR-) Messungen hoher Auflösung können in Schelfeis neben der Eismächtigkeit sowohl der Verlauf von Schichtungen als auch Störungsbereiche wie z.B. Spalten und Brine-Zonen kartiert werden. Dies wird an Beispielen vom Ekström- und vom Filchner/Rønne-Schelfeis gezeigt. Die Strukturen und Reflektivitäten in den Randbereichen und im Innern zeigen deutliche Unterschiede zwischen beiden Meßgebieten.

Die Geschwindigkeits-Tiefen-Funktionen für elektromagnetische Wellen werden aus common midpoint (CMP-) Messungen gewonnen, aus denen man Dichte-Tiefen-Funktionen ableiten kann.

Die beschriebenen Meß- und Auswertetechniken lassen sich auch für Untersuchungen auf Inlandeis einsetzen.

**DER ZENTRALE TEIL DES FILCHNER-RØNNE-SCHELFEISES:
ERGEBNISSE UND PROBLEME**

Flugzeugmessungen 1983/84 und 85/86 zeigten, daß das Filchner/Rønne-Schelfeis mehr als 250 m dicker ist als vorher angenommen. In der Randzone wird eine Doppelschichtung mit landeinwärts verschwindendem unteren Reflektor für die elektromagnetischen Wellen nachgewiesen. Eine hohe Absorption und eine abnehmende Reflektivität ist in dieser unteren Schicht erkennbar. Diesen großräumigen Ergebnissen sind eine Anzahl lokaler Effekte überlagert, die noch der Bearbeitung bedürfen.

Der zentrale Teil des Filchner/Rønne-Schelfeises ist ohne Berücksichtigung einer starken marinen Akkumulation nicht deutbar. Daher ist ein Programm zur Untersuchung der Meeresströmungen unter dem Filchner/Rønne-Schelfeis eine vorrangige Aufgabe, die auch methodische Neuentwicklungen notwendig macht.

G. Delisle, R. Karlén, S. Chinn und A. Winters (Hannover, Stockholm, Christchurch, Gisborne)

VII-11

EMR-SURVEY OF THE EREBUS GLACIER TONGUE, ANTARCTICA

The Erebus Ice Tongue (EGT) originates on the western flank of Mt. Erebus and descends in a southerly direction toward Hut Point Peninsula. Near sea level the EGT turns in a westerly direction into McMurdo Sound. It extends today for more than 14 km into the open sea. The current rate of forward movement of the EGT is about 150 m per year near its tip. The tongue has calved twice in this century (1911 and around 1942), a third such event is expected for the near future.

During the 1985 field season, an EMR-survey of the EGT was conducted by BGR within the framework of a NZ-Antarctic expedition. The results of this survey are compared with previous EMR surveys conducted by British and NZ-scientists in 1980 and 1984. The hinge line of the EGT was found 13.5 km to the rear of the tip of the tongue. Near the half length of the tongue two zones of unusual ice thinning were found, which might be evidence of two failed calving attempts.

Ice thickness data from the neve to the rear of the ice tongue are presented for the first time. The above mentioned turn of the EGT on Hut Point Peninsula is caused by an about 300 m deep depression (explosion crater?) with a floor at about 200 m below sea level near the shore of the peninsula.