

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR POLARFORSCHUNG

14. Internationale Polartagung Bremerhaven
8.–11. April 1986

Vortragsprogramm

GERMAN SOCIETY OF POLAR RESEARCH

14th International Polar Meeting Bremerhaven
April 8–11, 1986

Program
(in German)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR POLARFORSCHUNG

14. Internationale Polartagung Bremerhaven

8. - 11. April 1986

Vortragsprogramm

GERMAN SOCIETY OF POLAR RESEARCH

14th International Polar Meeting Bremerhaven

8 - 11 April, 1986

Program
(in German)

Montag, 7. April 1986

- 15.00 Uhr: Beiratssitzung
16.00 Uhr: Vorstandssitzung
ab 19.00 Uhr: geselliges Beisammensein im "Wasserschout",
Am Radarturm, in der Nähe des Schiffahrtsmuseums

Dienstag, 8. April 1986

- 11.00 Uhr: Eröffnungssitzung im Hörsaal des Alfred-Wegener-
Instituts für Polar- und Meeresforschung

Festvortrag: Prof. Dr. G. Hempel:
Die Polarmeere: ein biologischer Vergleich

Vortragssitzung I

- 14.30 Uhr: Y. Ohta, Oslo:
Two-fold Caledonian History in Svalbard
14.50 Uhr: W. Weitschat, Hamburg:
Neue Forschungsergebnisse der Trias Spitzbergens
15.10 Uhr: R. Spielhagen, R. Brendel, M. Kubisch, S. Magnus,
J. Mattnießen, D. Müller, D. Nürnberg, U. Pagels,
R. Schulz, M. Weinelt, T. Wolf und I. Wollenburg,
Kiel:
Geologie des Alttertiärs von Svalbard - Hinweise
auf kühle Klimaphasen im nördlichsten Europa
R. Brendel und R. Schulz, Kiel:
Tertiäre Psammite aus dem Zentralen Becken von
Spitzbergen: Liefergebiete und Möglichkeiten einer
Tephrostratigraphie
D. Müller, Kiel:
Diagenese von stark verfestigten Sandsteinen aus
dem tertiären Hauptbecken von Spitzbergen
15.40 Uhr: F. Thiedig, Hamburg:
Überschiebungstektonik als Folge plattentekto-
nischer Bewegungen im Tertiär Spitzbergens
16.00 Uhr: K. Görlich, Krakau:
Glaciomarine Sedimentation: Coerced (and Selective?)
Settling of Clay Minerals and Provenance
Record in Muds of the Arctic Fjord (Spitsbergen)
16.20 Uhr: Kaffeepause

- 16.40 Uhr: J. Thiede, U. Bleil, R. Botz, B.-E. Knudsen, B. Markussen, W. Reil, R. Schaeffer, H.-W. Schenke und G. Wefer, Bremen, Kiel, Oslo, Hannover, Bremerhaven:
Untersuchungen zur Morphologie und Sedimentbedeckung der Framstraße zwischen Grönland und Svalbard
G. Wefer, S. Honjo, G. Fischer und J. Thiede, Bremen, Kiel, Woods Hole:
Partikelflüsse durch die Wassersäule und Verteilungen jungquartärer Sedimente in der Framstraße
- 17.10 Uhr: K. Steffen, Zürich:
Rinnenhäufigkeit des arktischen Packeises im Winter
- 17.30 Uhr: A. Ohmura, Zürich:
A New Evaluation of the Monthly and Annual Mean Air Temperature Distributions for Greenland
- 17.50 Uhr: A. Weidick, Kopenhagen:
GGU-Glaciology Projects in West Greenland 1984-85
- 18.10 Uhr: V. Alstrup, Kopenhagen:
Distribution Types of Greenland Lichens in North America
- 18.30 Uhr: J.-L. Rousselot, Washington:
Mackenzie Delta Eskimo, Middlemen between Eastern and Western Eskimo
- 20.00 Uhr: Empfang im Schiffahrtsmuseum

Mittwoch, 9. April 1986

Vortragssitzung II

- 08.30 Uhr: D. Wagenbach, K.O. Münnich, U. Schotterer und H. Oeschger, Heidelberg, Bern:
Das Kernbohrungsprojekt auf dem Colle Gnifetti (Monte Rosa): Stand der spurenstoff-glaziologischen Arbeiten
- 08.50 Uhr: H. Oerter, H. Moser, Neuherberg, und O. Reinwarth, München:
Glazialhydrologische Untersuchungen am Vernagtferner (Ötztaler Alpen) seit 1974
- 09.10 Uhr: W. Ambach und H. Eisner, Innsbruck:
Ein Fließgesetz für temperierten Firn
- 09.30 Uhr: H. Blatter, Zürich:
Der Laika-Gletscher in Coburg Island, N.W.T., Kanada
- 09.50 Uhr: H. Hellmann und M. A. Lange, Bremerhaven:
Elastische Eigenschaften und Gefügemerkmale von arktischem und antarktischem Meereis
M. A. Lange, Bremerhaven:
Wärmeleitfähigkeit von antarktischem Schnee, Firn und Meereis

- 10.10 Uhr: J. Kipfstuhl, M. A. Lange und H. Eicken, Bremerhaven:
Ein Modell der Meereisbildung in der Atka-Bucht
- 10.30 Uhr: Kaffeepause
- 10.50 Uhr: U. Bleil, Bremen:
Magnetostratigraphie mariner Sedimente hoher Breiten
- 11.10 Uhr: L. Schultz, Mainz:
Terrestrische Alter von antarktischen Meteoriten und ihre Beziehung zum antarktischen Eis
- 11.30 Uhr: G. Kleinschmidt, Frankfurt:
Kristallin der Antarktis: Ziele und Ergebnisse seiner Erforschung
- 11.50 Uhr: F. Tessensohn, Hannover:
Forschungsmöglichkeiten von der deutschen Gondwanastation am Ross-Meer
- 12.10 Uhr: K. Hinz, M. Block und H. Dostmann, Hannover:
Das Ross-Meer - seismostratigraphischer Aufbau, regionalgeologische Einheiten und Strukturelemente
- 14.00 Uhr: Arbeitskreise
bis
16.30 Uhr: Glaziologie
Geologie
Medizin
Permafrost
- 16.30 Uhr: Busfahrt nach Bremen
Öffentlicher Vortrag
O. Reinwarth, München:
Polarforschung in der Tradition Alfred Wegeners
- 19.30 Uhr: Empfang im Rathaus Bremen

Donnerstag, 10. April 1986

- Vortragssitzung III
- 08.30 Uhr: Ch. Kottmeier, Hannover:
Die Zirkulation über der Antarktis als Lösung aus der Theorie der Potentialströmung
- 08.50 Uhr: I. Levin, B. Kromer, D. Wagenbach und K.O. Münnich, Heidelberg:
Kohlenstoffisotope im atmosphärischen CO₂ an der Georg-von-Neumayer-Station
- 09.10 Uhr: U. Görlach, K. Moser, D. Wagenbach, J. Schug und H.U. Stuckenberg, Heidelberg, Innsbruck Hannover:
Aerosolverhältnisse an der Georg-von-Neumayer-Station

- 09.30 Uhr: H.U. Stuckenberg, Hannover:
Überwinterung 1983: Die Struktur synoptischer
Drucksysteme in bodennahen und aerologischen
Messungen
- 09.50 Uhr: H.-J. Belitz, Hannover:
Überwinterung 1983: Vertikale Wärme- und Impuls-
flüsse über dem Ekström-Schelfeis
- 10.10 Uhr: Kaffeepause
- 10.30 Uhr: E. Raschke, H. Jacobs und H. Lutz, Köln:
Wolkenerkennung über der Antarktis
- 10.50 Uhr: A. Brodscholl, W. Kobarg und H. Miller, Bremer-
haven:
Pulsationsregistrierungen auf der Georg-von-
Neumayer-Station
- 11.10 Uhr: W. Kobarg, und E. Lippmann, Bremerhaven:
Über Gezeitenmessungen auf dem Ekström-Schelfeis,
Antarktis, während der Überwinterung 1984
- 11.30 Uhr Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft
- 13.00 Uhr: für Polarforschung
Tagesordnung:
1. Bericht des Vorstandes
2. Kassenbericht
3. Bericht der Kassenprüfer
4. Satzungsänderung
5. Entlastung des Vorstandes
6. Wahlen zum Vorstand
7. 15. Internationale Polartagung
8. Verschiedenes

Vortragssitzung IV

- 14.30 Uhr: G. Wefer und P. Müller, Bremen, Jülich:
Holozäne Sedimentation in Bransfield-Straße und
Powell-Becken (Antarktis)
- 14.50 Uhr: G. Wörner und L. Viereck, Bochum:
Feuer und Eis-subglazialer Vulkanismus in der
Antarktis
- 15.10 Uhr: M. Peters, H.-J. Behr, R. Emmermann, G. Späth und
K. Weber, Göttingen, Gießen, Aachen:
Ergebnisse geochemischer und geochronologischer
Untersuchungen an Vulkaniten von Neuschwabenland
(Antarktis)
- 15.30 Uhr: M. Beblo und V. Liebig, Fürstenfeldbruck, München:
Magnetotellurische Messungen im Nord-Victoria-Land

- 15.50 Uhr: H.-C. Höfle, Hannover:
Glazialgeologische Arbeiten im Rahmen von GANO-
VEX IV zur Klärung der Glazialentwicklung im
Nord-Victoria-Land
- 16.10 Uhr: Kaffeepause
- 16.30 Uhr: G. Follmann, Köln:
Boden- und felsbewohnende Pflanzengesellschaften
der maritimen Antarktis
- 16.50 Uhr: M. Spindler und G. Dieckmann, Bremerhaven:
Meereis-Lebensgemeinschaft: Organismen und Bedeu-
tung
- 17.10 Uhr: J. Gutt und D. Piepenburg, Kiel:
Photos vom Meeresboden und ihre Anwendung in der
Benthosforschung der Polargebiete
- 17.30 Uhr: U. Sommer, Plön:
Nährstofflimitation und -konkurrenz im antark-
tischen Phytoplankton
- 17.50 Uhr: B. v. Bodungen und E. M. Nöthig, Kiel:
Sommerliche Phytoplanktonentwicklung in der Vest-
kapp-Box (Weddell-See)
- 18.10 Uhr: H. Lange-Asschenfeldt, Kiel:
Humanphysiologie in Polargebieten: Ergebnisse und
Probleme
- 18.30 Uhr: W. Lenn, Winnipeg :
The Properties of Polar Mirages
- 20.00 Uhr: Filmabend: Filme alter Expeditionen

Freitag, 11. April 1986

Vortragssitzung V a

- 08.30 Uhr: M. Vogel und H. Remmert, Marburg:
Trends in der terrestrischen Besiedlung der
subantarktischen Inseln
- 08.50 Uhr: V. Nicolai, Marburg:
Rentiere auf Süd-Georgien: Auswirkung der Ein-
schleppung und Wechselwirkung mit Nährpflanzen
- 09.10 Uhr: A. Bartsch und H. Klöser, Bremerhaven:
Ökologische Aspekte des Nematodenbefalls von
Weddell-Robben (*Leptonychotes weddelli*)
- 09.30 Uhr: B. Culik und D. Adelung, Kiel:
Bioverfügbarkeit und Exkretion von Fluorid bei
Adéliepinguinen (*Pygoscelis adeliae*) und Stock-
enten (*Anas platyrhynchos*)
- 09.50 Uhr: L. Kappen, Kiel:
Photosynthetische Aktivität von Flechten in der
Antarktis

- 10.10 Uhr: Kaffeepause
- 10.30 Uhr: H. Hertel, München:
Erforschung der saxicolen Krustenflechten der Antarktis: Kenntnisstand und Probleme
- 10.50 Uhr: G. Dieckmann, M. A. Lange, R. Gersonde und A. Bartsch, Bremerhaven:
Die Verteilung von Mikroorganismen im Meereis der östlichen und südlichen Weddell-See in Abhängigkeit von Eisstruktur und chemischen Parametern
- 11.10 Uhr: N. Klapdor, Duisburg:
Traumatologische Aspekte der Medizin in Polar-gebieten
- 11.30 Uhr: V. Bühren, Homburg/Saar:
Die Monofixateure externe - Ein neues Behandlungskonzept zur Frakturenbehandlung unter Expeditionsbedingungen
- 11.50 Uhr: M. Puskeppeleit, Flensburg:
Gibt es Veränderungen des menschlichen Immunsystems während des Aufenthaltes in Polargebieten?
- Beispiel Antarktis -
- 12.10 Uhr: H. Smolka, Hannover:
Appendicitis in der polaren Isolation

Vortragssitzung V b

- 08.30 Uhr: W. Oskierski, Bremerhaven:
Glazialmarine Gerölle am antarktischen Kontinentalrand im Bereich der östlichen Weddell-See - ein Schlüssel zur Geologie eisbedeckter Gebiete?
- 08:50 Uhr: K. Brunk, Frankfurt:
Geomorphologische und glaziologische Verhältnisse im Borg-Massiv, Antarktis, und deren Darstellung in topographischen und geomorphologischen Karten
- 09.10 Uhr: R. Staiger, Karlsruhe:
Geodätische Paßpunktbestimmung im Borg-Massiv, Neuschwabenland, Antarktis
- 09.30 Uhr: F.-D. Miotke, Hannover:
Äolische Formungsprozesse in den Dünen des Victoria Valley, Antarktis
- 09.50 Uhr: G. Stäblein und D. Barsch, Berlin, Heidelberg:
Neue Daten zur Relieffgenese von King George Island, Süd-Shetlands
- 10.10 Uhr: Kaffeepause
- 10.30 Uhr: R. Mäusbacher, Heidelberg:
Untersuchungen zum Abtrag durch Oberflächenabfluß und zur Sedimentation in Seen auf King George Island, Antarktika

- 10.50 Uhr: A.K. Tokarski, Krakau:
Structural Development of the King George Island
(West Antarctica) Magmatic Pile: From Subduction to
Extension
- 11.10 Uhr: A. Gaździcki, Warschau:
Pre-Neogene Age of the Pecten Conglomerate from
King George Island, West Antarctica
- 11.30 Uhr: W. Loske, H. Miller und U. Kramm, Münster:
U/Pb-Altersdatierungen an Gesteinen des Scotia-
Bogens
- 11.50 Uhr: G. Hoecker, M. Pereira und M. Pincheira, Heidel-
berg, Concepción:
Petrographisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen
im Gebiet des Estrecho de Gerlache, Antarktische
Halbinsel
- 12.10 Uhr: S. El Naggar, H. Tüg und R. Marks, Bremerhaven:
Ein elektronisches Kamerasystem zur automatischen
Messung von "whitecaps" und Meereis

Vortragssitzung VI

- 14.30 Uhr: H. Kohnen, Bremerhaven:
Filchner-Schelfeis-Programm:
Massenbilanzuntersuchungen im Frontbereich des
Filchner-Ronne-Schelfeises
- 14.50 Uhr: W. Graf, H. Moser und O. Reinwarth, Neuherberg,
München:
Isotopenglazilogische Arbeiten auf dem Filch-
ner-Ronne-Schelfeis
- 15.10 Uhr: M. A. Lange und D.R. MacAyeal, Bremerhaven,
Chicago:
Numerische Modelle des Filchner-Ronne-Schelfeises
- 15.30 Uhr: H. Hinze, H.-W. Schenke und G. Seeber, Hannover,
Bremerhaven:
Die Bestimmung von Schelfeisbewegungen mit Sa-
tellitenmethoden - TRANSIT und GPS/NAVSTAR -
- 15.50 Uhr: K. Lindner und M. Stober, Karlsruhe, Stuttgart:
Höhenbestimmung und Refraktionsuntersuchungen im
antarktischen Schelfeisbereich
- 16.10 Uhr: Kaffeepause
- 16.30 Uhr: M. Köhler, Braunschweig:
Kollokation von Verzerrungstensoren zur Erfassung
des Deformationsverhaltens von Eisoberflächen
- 16.50 Uhr: A. Behrens, Bremerhaven:
Ein numerisches Modell der windbedingten ozea-
nischen Zirkulation an der Schelfeiskante der
östlichen Weddell-See

- 17.10 Uhr: P. Schlosser, W. Roether und K.O. Münnich, Heidelberg:
Ozeanische ^4He - und ^{18}O -Daten als Indikatoren für
Schmelzprozesse unter dem Filchner-Schelfeis
- 17.30 Uhr: H. Grobe, Bremerhaven:
Oszillationen der antarktischen Schelfeiskante
während eines Glazial-Interglazial-Zyklus
- 17.50 Uhr: L. Rose, Hannover:
Parametrisierung der atmosphärischen Grenzschicht
beim Filchner-Schelfeis-Programm
- 18.10 Uhr: A. Kirk und P. Speth, Köln:
Die Variabilität der atmosphärischen Zirkulation im
Weddell-See-Gebiet

Postervorträge:

(während der gesamten Tagung: 8. - 11.4.1986)

H.-J. Kretzer, Neustadt:

"Die Polarfahrten des Forschungsreisenden Ludwig
Kohl-Larsen"

J. Gutt und D. Piepenburg, Kiel:

"Benthos: Antarktis - Arktis, ein Vergleich"

J. Färber-Lorda, Marseille:

"Krill morphometrics related to biochemical
composition, age and energetic balance"

J. Sievers, Frankfurt/Main:

"Karten in der Antarktis"

Samstag, 12. April 1986

- 08.00 Uhr: Ganztagesexkursion: Bremerhaven - Dammer Berge -
Bremen (17.00 Uhr) - Bremerhaven
Fahrkosten ca. 25,-- DM

Hinweise für die Teilnehmer

Tagungsort: Alfred-Wegener-Institut für Polar- und
Meeresforschung,
2850 Bremerhaven

Tagungsbüro: Alfred-Wegener-Institut für Polar- und
Meeresforschung,
Columbus-Straße
2850 Bremerhaven
Tel.: 0471/4 83 10
Öffnungszeiten: Mo: 16.00 - 18.00 Uhr
Di - Fr: 08.00 - 12.00 Uhr
14.00 - 17.00 Uhr

Tagungsadresse: Alfred-Wegener-Institut für Polar- und
Meeresforschung
Columbus-Straße
2850 Bremerhaven

Zimmervermittlung: Städtisches Verkehrsamt
Columbus-Center
2850 Bremerhaven
Tel.: 0471/590 2243

TWO-FOLD CALEDONIAN HISTORY IN SVALBARD

Caledonian high-pressure metamorphic rocks found in two localities in western Spitsbergen, have recently been studied in some detail, and a two-fold history of Svalbard Caledonian becomes evident.

In Motalafjella, central western Spitsbergen, the high-pressure metamorphism is characterized by lawsonite-pumellyite-bearing assemblages in the low-grade, jadeite-quartz-albite, garnet-glaucophane and garnet-omphacite assemblages in the high grade rocks. Pro- and retrograde histories of the rocks have been recorded very well in garnet-glaucophane and eclogite. Epidote-actinolite-glaucophane greenstone associated with the low-grade rocks show that their trace element characteristics are similar to oceanic basic rocks.

The high-pressure metamorphic rocks are unconformably overlain by a sedimentary succession of limestone and distal sandstone-shale alternation, with thick boulder conglomerate wedges, the Bulltinden Formation. Upper Ordovician - Lower Silurian fossils have been recovered from the limestone and the conglomerates include the pebbles of the high-pressure metamorphic rocks. Thus, the high-pressure metamorphism is older than Upper Ordovician.

The Bulltinden Formation itself is folded into large recumbent folds of some km wave length. The timing of this folding is not known, but is most likely to be of Pre-Devonian.

The history younger than Lower Silurian is represented in the northwestern part of Spitsbergen. Gneisses and migmatites widely occurring in this area have their K/Ar ages 420-380 Ma, and are unconformably covered by the Siktefjella Formation of Upper Silurian (?) - Lower Devonian age. The basal conglomerate of the latter includes the pebbles and boulders of the former. The Siktefjella Formation was folded moderately, and is covered by the basal conglomerate of the Devonian molasse, ranging from Lower to Middle Devonian times.

An eclogite-bearing high-grade metamorphic complex occurs in the Biskayer Peninsula. Their high-grade mineral assemblages are evidently older than the invasion of granitic layers. All these rocks suffered strong mylonitization under the condition of amphibolite facies. This younger event metamorphosed an argillo-psammitic sedimentary succession, which is considered to be the sedimentary cover of the older high-grade metamorphic rocks. The older metamorphic event is considered to be of the Pre-Upper Ordovician phase, defined in the Motalafjella area.

The evidence summarized above, infers that the Svalbard Caledonides has a two-fold history, the older phase Pre-Upper Ordovician and the younger Post-Lower Silurian and Pre-Devonian. The former includes a subduction of oceanic crust, while the later is characterized by strong mylonitization and wide development of migmatites and granites. This two-fold history compares well with that of Scandinavian Caledonides, the early Finmarkian phase represented by the closing of ophiolite-bearing oceanic crust, and the later Scandian phase with large scale nappes by collision of continental blocks.

NEUE FORSCHUNGSERGEBNISSE DER TRIAS SPITSBERGENS

Triassische Ablagerungen sind auf dem Svalbard-Archipel weit verbreitet. Die wichtigsten zusammenhängenden Aufschlußbereiche liegen in Zentral-Spitzbergen sowie auf der Edge- und der Barents-Øya, den beiden großen im Osten vorgelagerten Inseln. Daneben zeigen eine Anzahl kleinerer, weit verstreuter Vorkommen (Nordostland, Kong Karls Land, Hopen, Bären-Insel), daß triassische Sedimente im Untergrund des gesamten Barents-Schelfes eine ausgedehnte flächennahe Verbreitung besitzen. Vorherrschender Gesteinstypus innerhalb der ca. 700 - 800 m mächtigen Ablagerungen der Trias sind marine Schiefertone und Siltsteine. Die Abfolge beginnt mit feinkörnigen Siltsteinen des Unter-Skyth, deren spärliche Bivalven-Fauna auf ein flachmarines Ablagerungsmilieu hindeutet. Darüber folgt dann eine mächtige Serie grauschwarzer, z. T. bituminöser, mariner Schiefertone mit Einlagerungen von Siltstein-Bänken sowie Phosphorit- und Karbonat-Konkretionen. Die reiche Ammonoiten-, Conodonten- und Bivalven-Fauna, deren Vorkommen auf derartige Konkretionen beschränkt ist, macht eine detaillierte biostratigraphische Gliederung möglich. Danach umfaßt dieser Schieferkomplex einen Bereich vom unteren Ober-Skyth bis in das Unter-Karn. Der höchste Teil der Trias (Ober-Karn - Nor) besteht aus einer Serie graugrüner, häufig schräg geschichteter Sandsteine und sandigen Schiefer. Die nicht selten darin eingelagerten Pflanzenreste und dünnen Kohlehorizonte lassen ein Ablagerungsmilieu unter lagunären bzw. kontinentalen Bedingungen vermuten.

Ziel unserer Arbeiten ist eine biostratigraphische Gliederung der Trias von Spitzbergen. Damit soll die Möglichkeit einer Korrelation mit den weiteren Bereichen der Borealen Trias (Kanadische Artis Inseln, Grönland, UdSSR) verbunden werden.

Einen weiteren Schwerpunkt bilden Untersuchungen über die Erhaltung von Weichkörper-Strukturen durch Phosphatisierung bei verschiedenen Fossilgruppen.

So konnte bisher in Karbonat-Konkretionen des Ober-Skyth eine Ostracoden-Fauna nachgewiesen werden, bei der neben den Gehäusen auch die Weichkörper-Anhänge in Apatit umgewandelt und damit bis ins kleinste Detail erhalten geblieben sind. Die Bearbeitung dieser Fauna führte zu neuen Erkenntnissen hinsichtlich der Anatomie, Systematik und Stammesgeschichte der gesamten Tiergruppe. Die gezielte Suche nach weiteren derartigen Phosphatisierungs-Erscheinungen hat nun auch bei Ammonoiten zu ersten überraschenden Erfolgen geführt. Es handelt sich dabei um eine reiche Fauna aus dem Mittel-Anis Spitzbergens, bei der die ursprünglich aragonitischen Schalen frühdigenetisch in Apatit umgewandelt worden sind. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, doch zeigen die bislang vorliegenden Ergebnisse, daß auch hier durch die Phosphatisierung neue Erkenntnisse hinsichtlich des Baues der Septen und des Siphonal-Apparates triassischer Ammonoiten zu erwarten sind.

R. Spielhagen, R. Brendel, M. Kubisch, S. Magnus, J. Matthießen,
D. Müller, D. Nürnberg, U. Pagels, R. Schulz, M. Weinelt, T. Wolf
und I. Wollenburg (Kiel)

I-3

GEOLOGIE DES ALTTERTIÄRS VON SVALBARD - HINWEISE AUF KÜHLE
KLIMAPHASEN IM NÖRDLICHSTEN EUROPA

Tertiäre Sedimente sind auf Svalbard im wesentlichen in zwei Bereichen aufgeschlossen: Im südlichen zentralen Teil der Hauptinsel Spitzbergen im Haupt-Becken und an der Westküste zu beiden Seiten des Forlandsundet im "Forlandsundet-Becken".

Nach einer oberkretazischen Hebungsphase bildete sich am Übergang Kreide-Tertiär im Hauptbeckengebiet ein nach Südosten geöffneter Sedimentationsraum. Die Absenkung fand entlang älterer Nord-Süd-gerichteter Störungszonen statt, die durch die rechtslaterale Scherbewegung zwischen dem Grönland- und dem Barentsblock im Zuge der beginnenden Öffnung der Norwegen-Grönland-See reaktiviert wurden.

Vermutlich bis in das Oligozän wurde eine klastische Wechselfolge von Ton- und Sandsteinen abgelagert, in die einzelne, z. T. abbauwürdige Kohleflöze eingeschaltet sind. Die aufgeschlossene Mächtigkeit des Spitzbergen-Tertiärs beträgt im Norden am Isfjorden ca. 1200 m und nimmt nach Süden zum Van Mijenfjorden auf ca. 2000 m zu.

Die Beckenentwicklung begann mit einer nach Norden fortschreitenden Transgression, bei der durch eingeschaltete regressive Phasen und starke Zufuhr klastischen Materials ausgedehnte Delta-Ebenen mit allochthoner Kohleflözbildung entstanden, bevor durch weiteren Meeresspiegelanstieg erst Sandsteine und dann marine Tonsteine abgelagert wurden.

Die Überlagernde Sandsteinformation zeigt eine Regression bis zur Beckenverflachung in den Wellenwirkungsbereich an, bei gleichzeitiger beginnender Sedimentzufuhr aus westlichen Richtungen, zusätzlich zu der Materialanlieferung aus Nordosten und Osten. Einer erneuten, abrupten Beckenvertiefung mit mariner Tonsedimentation folgte die endgültige Regression des Tertiärmeeres im Eozän mit der Bildung einer ausgedehnten Küstenebene und mehr als 2000 m mächtiger kontinentaler Ablagerungen.

Die Entstehung des Forlandsundet-Beckens ist auf Nord-Süd-verlaufende Randverwerfungen zurückzuführen, die zur Absenkung des Grabens und Bildung eines schmalen Beckens führte, das im Eozän und Oligozän (?) von Osten, Süden und Westen mit einer Wechselfolge überwiegend grobklastischer Sedimente gefüllt wurde, die mindestens 3000 m mächtig ist.

Einzelne Gerölle in fast allen Abschnitten des Hauptbecken-Tertiärs von Spitzbergen stellen vermutlich eistransportiertes Material dar. Dünnschliffuntersuchungen an Konglomeratbrocken (bis 30 kg) aus Tonsteinschichten weisen auf eine allochthone Entstehung des Konglomerats und somit ebenfalls auf einen

Sedimenteintrag als eistransportierte "dropstones" hin. Im Gegensatz zu bisherigen Vorstellungen, die sich meist auf die reichlichen Funde großblättriger Pflanzen in den Kohleflözen und in Horizonten der obersten Tertiärschichten stützten, muß für einzelne Abschnitte des Alttertiärs im nördlichsten Europa ein kühlgemäßigtes Klima mit regelmäßiger Küsteneisbildung angenommen werden, vergleichbar etwa den rezenten Verhältnissen in der nördlichen Ostsee.

TERTIÄRE PSAMMITE AUS DEM ZENTRALEN BECKEN VON SPITZBERGEN:
LIEFERGEBIETE UND MÖGLICHKEITEN EINER TEPHROSTRATIGRAPHIE

Die tertiären Schichten des Zentralen Beckens auf Spitzbergen bestehen aus einer Wechselfolge von Sand-, Silt- und Tonsteinen, in die hauptsächlich in den unteren Gesteinseinheiten Tufflagen eingeschaltet sind. Aus einem Gebiet südlich des Isfjordes, ca. 20 km östlich der heute aufgeschlossenen Beckengrenze, wurden a) Proben der psammitischen Schichteinheiten (lichtmikroskopisch) und b) Tuffproben (röntgenographisch) untersucht.

Bei der Analyse der Psammite zeigte sich, daß eine signifikante Änderung der Mineralzusammensetzung an der Grenze Grumantbyen-Subformation / Hollendardalen-Subformation vorliegt. Werden die Gesteine der Grumantbyen-Subformation durch ihren hohen Matrixanteil (alle Minerale $30 \mu\text{m}$), sowie einen relativ hohen Feldspatgehalt und eine geringe Menge an Gesteinsbruchstücken geprägt, so sind die Gesteine der Hollendardalen-Subformation und der darüberfolgenden grobklastischen Formationen durch das Auftreten metamorpher Gesteinsbruchstücke (Glimmerschiefer- bzw. Phyllitfragmente), des Schwerminerals Chloritoid und durch einen sehr geringen Feldspatgehalt gekennzeichnet.

Sowohl Glimmerschiefer- bzw. Pnyllite, als auch Chloritoid sind aus der Hecla-Hoek-Formation (Prädevon) im Bereich des westlichen Beckenrandes (Prins Karls Forland) bekannt.

Für die Schaffung des neuen Liefergebietes war die Hebung Westspitzbergens während der dextralen Scherbewegung zwischen dem Grönland- und Spitzbergenblock im Zuge der Öffnung der Norwegen-Grönland See verantwortlich.

Das Auftreten der beschriebenen "neuen" Komponenten kann als ein weiterer Hinweis für die zeitliche Festlegung der Hebung Westspitzbergens betrachtet werden, gelingt es, die fossilarmen tertiären Sedimente besser zu datieren.

Untersuchungen an Tuffproben aus der Sarkofagen-Formation stellen die Möglichkeit einer zusätzlichen zeitlichen Einstufung in Aussicht, weil sich verschiedene Tufflagen als Leithorizonte eignen. Die Tuffproben konnten aufgrund ihrer Chemismen drei unterschiedlichen Lagen zu geordnet werden. Als Ausgangsmaterial der Tuffe sind intermediäre bis schwach saure, alkalireiche Magmen zu nennen. Eine Datierung der Tufflagen scheint durch Dinoflagellaten-Zysten möglich, allerdings ist deren schlechter Erhaltungszustand ein Hindernis bei der Bestimmung (Manum, mündl. Mitl. 1985). Die vulkanischen Aktivitäten waren eventuell mit den tekt. Vorgängen, die zur Hebung Westspitzbergens führten, verbunden.

DIAGENESE VON STARK VERFESTIGTEN SANDSTEINEN AUS DEM TERTIÄREN HAUPTBECKEN VON SPITZBERGEN.

Paläogene Sandsteine des tertiären Hauptbeckens von Spitzbergen sind im Vergleich mit anderen gleichalten Sedimenten durch einen überdurchschnittlich hohen Verfestigungsgrad und geringe Porositäten gekennzeichnet. Die Abfolge der chemischen und physikalischen Prozesse, die mit zunehmender Überlagerungsmächtigkeit sowie in Abhängigkeit von primärer Mineralzusammensetzung und des sedimentären Beckentyps wirksam wurden, spiegelt sich heute in Lösungs- und Verdrängungserscheinungen sowie in Neubildungen mehrerer Minerale wider. Durch Dünnschliffmikroskopie sowie Untersuchungen am Raster-Elektronenmikroskop konnte die relative Abfolge der diagenetischen Vorgänge ermittelt werden.

Glaukonit, Pyrit und früher Karbonatzement sind Relikte frühdiagenetischer Prozesse. Mit zunehmender Sedimentversenkung führten mechanische Kompaktionsvorgänge sowie der Beginn von Quarz-Drucklösung und -Wiederausfällung zu verstärkter Porositätsreduktion. In phyllosilikatreichen Sedimenten wurden Prozesse der Quarz-Anlösung im basischen Milieu an Glimmer- und Chlorit-Kontakten wirksam. Auf die Bildung von epitaxialen Quarz-Anwachs-säumen folgte teilweise die Auskristallisation von poikilitischem Calcit-zement. Vermutlich bestand dessen Quelle hauptsächlich in der Lösung von Mollusken-Aragonitschalen sowie - in geringerem Maße - in der Umkristallisation von frühdiagenetischem Karbonat. Relativ leichte $\delta^{13}\text{C}$ -Werte einiger Calcit-Zemente deuten darauf hin, daß ein Teil des authigenen Karbonates als Nebenprodukt mikrobieller Zerfallsprozesse organischer Substanz entstand. Auf authigenen Quarzen gewachsene pseudo-hexagonale Chlorit-Plättchen in einigen Proben sind in eine späte Phase der Diagenese einzustufen. Geringe Porositäten um 5 - 8 %, ein stark verzahntes Korngefüge vieler Proben, sowie sehr leichte $\delta^{18}\text{O}$ -Werte (= hohe Ausfällungstemperatur) von Calcit-Zementen deuten auf eine ehemalige Überlagerungsmächtigkeit von mindestens 3000 - 4000 m, besonders unter Berücksichtigung der relativ kurzen Versenkungszeit.

ÜBERSCHIEBUNGSTEKONIK ALS FOLGE PLATTENTEKTONISCHER BEWEGUNGEN
IM TERTIÄR SPITZBERGENS

Auf Spitzbergen sind kaledonisch deformierte und metamorphisierte präkambrische und altpaläozoische Gesteine aufgeschlossen, die von einer Schichtfolge aus Jungpaläozoikum, Mesozoikum und Paläogen überlagert werden. Entlang der Westküste Spitzbergens sind diese Gesteine auf einer Länge von mehr als 250 km von bruchtektonischen Deformationen betroffen, die zu einer breiten Aufrichtungszone, zu Graben- und Horststrukturen geführt haben. Aus NW - Spitzbergen, insbesondere aus dem Bereich der Brøggerhalvøya (Ny Alesund) ist eine Einengungstektonik bekannt, die Phyllite, Glimmerschiefer, Metadolomite und -tillite auf jungpaläozoische Gesteine überschoben hat, die selbst auf kohleführendes Alttertiär aufgeschoben sind. Genauere Untersuchungen haben gezeigt, daß bei der tertiären Tektonik mehrere Deformationsphasen unterschieden werden können, die sowohl Dilatation als auch Kompressionserscheinungen erzeugt haben.

An den postkalidonischen Sedimenten des Karbon und Perm lassen sich mindestens zwei verschiedene tertiäre Faltenachsenrichtungen mit zugehörigen Schieferungen erkennen. Sie werden begleitet von teilweise meterdicken Myloniten und noch breiteren Zerrüttungszonen. Die Hauptüberschiebungsrichtung ist nach Norden - Nordosten gerichtet. Die Überschiebungsweiten betragen mehr als 2 km. Außerdem sind mindestens zwei Richtungen bevorzugter Bruchtektonik erkennbar. Von dieser tertiären Überschiebungstektonik sind auch die präkambrischen/altpaläozoischen Gesteine der Hekla Hoek - Serie betroffen. Analysen des Gefügeinventars lassen erwarten, daß eine Trennung der kaledonischen und der tertiären Deformationen in den präkalidonischen Gesteinen möglich ist.

Von besonderem Interesse sind deformierte ganggranitische bis aplitische Intrusionen vermutlich kaledonischen Alters in der Hekla Hoek-Serie. Die tektonischen Erscheinungen werden im Zusammenhang mit plattentektonischen Bewegungen im Nordatlantik gesehen.

GLACIMARINE SEDIMENTATION: COERCED (AND SELECTIVE?) SETTLING OF CLAY MINERALS AND PROVENANCE RECORD IN MUDDS OF THE ARCTIC FJORD (SPITSBERGEN)

The Hornsund fjord in Spitsbergen receives clay suspensions from seven large tidewater-glacier sources. These sources draw their sedimentary material from source rocks varying largely in age (from Precambrian to Pleistocene) and petrography (from metamorphic rocks to unconsolidated sediments; from purely carbonate to purely siliceous rocks). Both, stratigraphic and lithological boundaries on shore run approximately perpendicularly to the fjord axis, with the younger rocks at the fjord head. It is found that the zonation of source rocks on land is well reflected in the bottom muds of Hornsund. Thus, it was possible to delimitate single-source sedimentary troughs and a central basin filled with blended sediment.

Abundance of carbonate rocks in the source area distinctly manifests itself by locally increased calcite, respectively dolomite content in the bulk sediment. A mere quantitative analysis of the bulk composition permits one to delimitate bottom provinces dominated by high inorganic carbonate flux. It seems, however, that the fine-grained carbonate component of suspended load which behaves conservatively during settling, due to its intrinsic uniformity can tell little of its specific provenance.

On the contrary, although clay-mineral component of suspended load undergoes differentiation during transport and settling in the fjord, in their crystallochemical structure clay minerals preserve after deposition rich information about the source rocks.

The distinct boundaries between mineral provinces in bottom sediments suggest that clay minerals are inherited from source rocks unchanged. In the studied Frigid-Zone area, neither chemical weathering, nor soil process, nor marine environment are effective in obliterating inherited features.

In Hornsund sediments the following diagnostic features are found to be characteristic of the predominantly first-cycle clays originating from the Precambrian to early Palaeozoic rocks:

(1) polymodal grain-size spectrum of clay-mineral assemblage (the minerals are grain-size fractionated during transport), (2) dominance of $2M_1$ muscovite (concentrated in fraction $< 2 \mu m$) over clay-grade $1M$ illite, (3) abundance of ferrous-ferric chlorite (concentrated in fraction $< 2 \mu m$), (4) the ratio: dioctahedral/trioctahedral micas ranging between 1.0 and 2.0. The respective finger-print features for the mostly recycled clays originating from the late Palaeozoic to Recent rocks, are as follows:

(1) conform grain-size spectra of the clay minerals present (the minerals are not fractionated during marine transport), (2) dominance of $1M$ illite and kaolinite over $2M_1$ muscovite and

chlorite, (3) small overall size of clay-mineral flakes and their dominance in clay fraction of the sediment (up to 75 %), (4) more than 2.5-fold prevalence of dioctahedral over trioctahedral micas.

In surface waters of one of the Hornsund side-bays (Isbjørnhamna) bordering on the tidewater glacier (Hansbreen), turbidity and mineral composition of the suspension were analysed. By the quasi-exponential decrease of the suspended load with distance from the source there is little if any selectiveness of settling observed, i. e., the mineral composition of suspension varies insignificantly and with no apparent tendency. This would suggest that we deal here with settling en masse, and that biological pelletization and (?) electrochemical aggregation are not specific towards any of the mineral phases present in the suspension. However, it seems that it is only the domination of nonselective biological pelletization over selective electrochemical destabilization of the suspension which results in this apparently conservative behaviour of suspension. In the condensed (in a way) sediment, tendencies towards selectiveness of clay-mineral settling are visible. Such tendency is the most obvious as regards decreasing abundance of $2M_1$ muscovite along the profile from the tidewaterglacier source toward the axis of the fjord.

In general: (1) the clay-mineral component of glacial marine muds tends to preserve its inherited features within sediments of nearshore zone (in Hornsund up to ca. 10 km from the source), (2) massive coerced settling of suspension has some filtering power towards clay-mineral component, letting predominantly illite and fine carbonate particles to be transported outside of inner-shelf zone.

J. Thiede (Kiel), U. Bleil (Bremen), R. Botz (Kiel), B.-E. Knudsen (Oslo), B. Markussen (Oslo), W. Reil (Hannover), R. Schaeffer (Kiel), H.-W. Schenke (Bremerhaven), und G. Wefer (Bremen)

I-8

UNTERSUCHUNGEN ZUR MORPHOLOGIE UND SEDIMENTBEDECKUNG DER FRAM-STRASSE ZWISCHEN GRÖNLAND UND SVALBARD

In den vergangenen 3 Jahren sind umfangreiche meeresgeologische Untersuchungen in der Fram-Straße durchgeführt worden, die zahlreiche neue Daten zur Morphologie der Tiefseeböden der Fram-Straße und zur Verteilung quartärer Sedimente in diesem für den Wasseraustausch zwischen Nordpolarmeer und Europäischem Nordmeer so wichtigen Tiefseekanals ergaben. Von besonderer Bedeutung sind dabei neue Erkenntnisse zur Physiographie des Molloy-Tiefs in der zentralen Fram-Straße und Quartärstratigraphie der pelagischen Sedimentdecke.

Die Plattengrenze zwischen eurasischer und nordamerikanisch-grönländischer Platte verläuft durch die Fram-Straße. Ihre genaue Lage kann jedoch heute noch nicht bestimmt werden, da die Verbreitung linearer magnetischer Anomalien in diesem Gebiet nicht bekannt ist und vielleicht wegen der komplizierten tektonischen Struktur dieses Gebietes auch nie geklärt werden kann. Es wird daher versucht, durch genaue bathymetrische Vermessungen mit dem Seabeam-System der POLARSTERN und Untersuchungen zur Sedimentverteilung die Lager der vermutlich kurzen Segmente des aktiven mittelozeanischen Rückens und die sie verbindenden langen Transformverwerfungen zu ermitteln. Die bisherigen Untersuchungen haben sich auf ein Gebiet in der unmittelbaren Umgebung des Molloy-Tiefs, einer über 5000 m tiefen, sehr merkwürdigen Depression in der Fram-Straße konzentriert.

Lange, relativ homogene Sedimentkerne mit einer deutlichen lithostratigraphischen Zonierung erlauben es, die Veränderlichkeit der Wassermasseneigenschaften in der Fram-Straße, des Wasseraustausches zwischen dem Nordpolarmeer und dem Europäischen Nordmeer sowie der Packeisdecke des Ostgrönlandstromes während des Jungquartärs zu erfassen und zu beschreiben. Durch sehr präzise stratigraphische Einordnungen wird erstmals die paläo-ozeanographische Entwicklung der Nordpolarmeer während der vergangenen 30.000 - 50.000 Jahre erfaßt.

PARTIKELFLÜSSE DURCH DIE WASSERSÄULE UND VERTEILUNGEN JUNGQUAR-
TÄRER SEDIMENTE IN DER FRAMSTRASSE

Fragen der räumlichen und zeitlichen Veränderlichkeit der Sedimentbildung im Europäischen Nordmeer und in der Fram-Straße werden durch stratigraphische Untersuchungen an Sedimentkernen und Sedimentfallenexperimenten untersucht. Das Gebiet der Fram-Straße ist für die paläo-ozeanographische Geschichte des Nordpolarmeeres und des Europäischen Nordmeeres und für die paläoklimatische Geschichte der nördlichen Hemisphäre eine Schlüsselregion. Die in den vergangenen Jahren angelaufenen Untersuchungen im Gebiete der Fram-Straße haben zahlreiche neue Erkenntnisse über die wechselhafte Geschichte dieses Ablagerungsraumes erbracht.

Sedimentfallen erfassen in monatlichen Schritten den jahreszeitlich stark wechselnden Partikelfluß durch die Wassersäule. Die Positionen der ausgebrachten Sedimentfallen sind systematisch in Gebiete gelegt worden, die zeitweise unter dem Einfluß des Packeises gelegen haben, und die es daher erlauben, den Wechsel der Partikelflüsse mit der veränderlichen Ausbreitung der Eisdecke in Beziehung zu setzen. Die aus den Sedimentfallen gewonnenen Proben werden mit Hilfe geologischer, biologischer und chemischer Methoden in ihre Komponenten zerlegt, um die Flüsse verschiedener biogener und minerogener Sedimentkomponenten in ihrem jahreszeitlichen Wechsel erfassen zu können. Die hohen und zeitlich eng gebündelten Partikelflüsse der Sommermonate sind dabei besonders auffallend, und scheinen für polare ozeanische Ablagerungsgebiete typisch zu sein.

Die Sedimentfallendaten werden mit der Zusammensetzung der Oberflächensedimente und der quartären Sedimentkerne aus dem Gebiet der Fram-Straße verglichen. Die heutige Sedimentoberfläche wird fast ausschließlich von klastischen, meist recht feinkörnigen Tiefseesedimenten mit begrenzten Anteilen biogenen Schalen- und Skelettmaterials und grober, eistransportierter Klastika bedeckt. Es kann jedoch nachgewiesen werden, daß die pelagischen Faunen und Floren schnell auf die wechselnde Paläo-Ozeanographie des Spätpleistozäns und des Holozäns reagieren. Besonders auffallend sind Phasen intensiver Zufuhr grober, eistransportierter Sedimente, die zeitlich mit dem spätquartären Zerfall der Eisschilde im zirkum-arktischen Raum zusammenfallen.

RINNENHÄUFIGKEIT DES ARKTISCHEN PACKEISES IM WINTER

Im Rahmen des North Water-Projektes wurden die Eisverhältnisse im Lancaster Sound während der Winter- und Frühlingsmonate untersucht. Diese Meeresstraße mit einer Länge von 350 km und einer Breite von durchschnittlich 60 km, ein Teilstück der Nordwest-Passage, grenzt im Norden an die Barrow Strait und mündet im Osten in die Baffin Bay.

Mit einem Thermalsensor (PRT-5) wurde die Oberflächentemperatur entlang von Flugprofilen aus 300 m Höhe gemessen. Die Messungen ermöglichen es, Rinnenbreite und Rinnenhäufigkeit im Packeis zu bestimmen. Weiter konnte zwischen eisfreien und eisbedeckten Rinnen unterschieden werden. Der Thermalsensor mit einem Öffnungswinkel von 20° erlaubte die Detektion von Rinnen ab 20 m Breite. Die Kenntnis der Rinnenbreite und deren Häufigkeitsverteilung im arktischen Packeis ist für den Energieaustausch an der Grenzschicht Eis-Atmosphäre von großer Bedeutung, ist doch der Wärmefluß in eisfreien und mit dünnem Eis bedeckten Rinnen um Zehnerpotenzen größer als über einjährigem Eis.

Die Küsten- und Eisrinnen im Lancaster Sound werden durch Gezeiten, Wind und Thermik verursacht. Die thermischen Brüche von nur wenigen Dezimetern Breite wurden mit der oben beschriebenen Meßmethode nicht erfaßt. Auf den insgesamt sechs Flugmessungen zwischen Dezember und März (1980/81) variierte die Anzahl der Rinnen zwischen 80 und 266. Die Rinnen wurden entsprechend ihrer Breite in sieben Klassen unterteilt: I (20-200 m), II (200-400 m), III (400-600 m), IV (600-800 m), V (800-1000 m), VI (1000-1200 m), VII (>1200 m). Die Flugmessungen über dem mit Packeis bedeckten Lancaster Sound ergaben folgende Klassierung: 50 % der Rinnen in der Klasse I, 20 % in der Klasse II und 9 % in der Klasse III. Der prozentuale Anteil verschiedener Rinnenklassen scheint für die sechs Flugmessungen konstant zu sein. Weiter wurde ein logarithmischer Zusammenhang zwischen Rinnenhäufigkeit und Rinnenbreite (Klassen I-VII) festgestellt.

A NEW EVALUATION OF THE MONTHLY AND ANNUAL MEAN AIR TEMPERATURE DISTRIBUTIONS FOR GREENLAND

The present work is a contribution for completing the accurate global air temperature distribution map on monthly and yearly basis.

The presently used monthly temperature distribution maps for Greenland are direct or indirect copies of the two most original works by Prik (1959) and by WMO (1970). Both these works are largely based on meteorological record from Wegener's last expedition (1930-31) and from the Watkins' British Arctic Air-Route Expedition (1930-31). This winter was subsequently known to have been an unusually cold period for South and Middle Greenland. Since this winter, there has been considerable accumulation of meteorological data both along the coast and on the ice sheet.

The author collected the meteorological data from 22 coastal and 20 interior stations to draw new monthly temperature distribution maps. Temporal variations of data due to different measuring years are adjusted to one decade of 1951-60 by Conrad and Pollaks' method. An annual temperature distribution map was also prepared based on the 12 monthly isothermal lines.

Based on the present work the probability of the occurrence of the melt was estimated for various regions of the Greenland Ice Sheet. This information is important for interpreting the history of the gas contained in the ice core especially for CO₂.

REFERENCES

- Diamond, M., 1958: Air temperature and Precipitation on the Greenland Ice Cap.
Res. Rep. 43, SIPRE, Wilmette, Ill.
- WMO, 1970: Climatic Atlas of Europe I, Maps of Mean Temperature and Precipitation. Geneva.
- Mock, S. J. and Weeks, W. F., 1965: The Distribution of Ten-Meter Snow Temperatures on the Greenland Ice Sheet.
Res. Rap. 170. CRREW, Hannover, NH.
- Prik, Z. M., 1959: Sredneye polozheniye prizemnykh baricheskikh i termicheskikh poley v Arktike. Trudy Arkt. Inst., Tom 217.

GGU-GLACIOLOGY PROJECTS IN WEST GREENLAND 1984-85

During the years of 1984-85 the Geological Survey of Greenland (Grønlands Geologiske Undersøgelse = GGU) has continued glaciological work in connection with the planning of hydropower use in Greenland.

Field surveys have been carried out in 3 regions of West Greenland: Qmanârssup sermia area at 64° N. Lat. (Leader: R. Braithwaite), Tasersiaq/Manîtsup sermia at 66° N. Lat. (O.B. Olesen), and Jakobshavn at 69° N. Lat. (H.H. Thomsen & N. Reeh). Mass balance measurements have been continued on local glaciers (Qamanârssup sermia and Tasersiaq areas) and on outlets from the ice sheet (Qamanârssup sermia and Jakobshavn), and in the Jakobshavn area were supplemented with investigations of glacier dynamics.

Of the 3 regions mentioned the main interest has been devoted to the Jakobshavn area since the planned use of hydropower here to a great extent must be based on melt water discharge from the Inland Ice margin. Delineation of the upland areas of the ice surface related to the appointed hydropower site requires detailed information on the surface and subsurface of the ice margin. A detailed mapping of the surface of the ice margin in 1984 (H.H. Thomsen) was therefore followed in 1985 by a successful radar mapping of the subsurface (L. Thorning and E. Hansen).

The main results of the programmes in the field and at home demonstrate that the Inland Ice margin is an important hydropower resource of Greenland but with specific glaciological problems for its exploitation. The main problem is delineation of upland areas affecting proglacial discharge at a given locality. Investigations cannot be confined to glacier-hydrological mass balance determinations, and determination of changes of ice surface and form of subsurface will be required over a large area of the adjacent ice sheet by geophysical investigations.

DISTRIBUTION TYPES OF GREENLAND LICHENS IN NORTH AMERICA

More than 75 % of the lichens in Greenland belong to circumpolar distribution types and are found in a continuous belt through the arctic of North America and Asia. Some of them are also found in boreal and even temperate areas, or in the mountains south of the arctic, e. g. *Umbilicaria cylindrica*. Most common lichens are of such types.

A small group of lichens are found in Europe and/or Asia and Greenland but not in North America (*Lithographa tesserata*, *Trimmatothele perquisita*, *Catinaria montana* and *Rinodina calcigena*), a few are known only from Greenland (*Dermatocarpon inconspicuum*, *Ephebe multispora*, *Thallinocarpon pulvinatum*), but the majority of those not circumpolar have a limited distribution in North America and eventually in other continents.

Greenland - Rocky Mountains distribution is wellknown for *Bryoria subdivergens* and *Rhizocarpon bolanderi* known from SW Greenland and the mountains of Western USA, and adjacent Canada. This group include *Punctelia* (*Parmelia*) *stictica* and *Endocarpon pulvinatum*, too.

Greenland - Alaska distribution have *Dermatocarpon rivulorum*, *Nephroma isidiosum* *Pilophorus robustus*, *Stereocaulon groenlandicum*, *Umbilicaria cinereorufescens* and *Vestergrenopsis elaeina*. Some of these are also found in Northwest parts of Canada.

Greenland - Western North America distribution includes species found from Alaska through W Canada to the mountains of Western USA: *Leciophysma furfuraceum*, *Leprocaulon albicans*, *Leptochidium albociliatum*, *Lobaria hallii*, *Umbilicaria rigida* and *U. scholanderi*.

Greenland - Eastern North American distribution have those species found in Greenland and the Appalachians, sometimes also in Nova Scotia and Newfoundland. They comprise *Cladonia floerkeana*, *Pannaria ahlneri*, *Pilophorus cereolus*, *Pycnothelia papillaria*, *Stereocaulon tennesseense* and *S. nanodes* (?).

Greenland - Canadian Archipelago distribution includes species found in Greenland and the Northern Canadian islands, rarely found on the mainland. Those are *Pannaria hookeri*, *Peltigera occidentalis* (?), *Protoblastenia terricola*, *Neuropogon sulphureus*, *Umbilicaria aprina* and *U. leiocarpa*.

Arctic oceanic distribution has e. g. *Placopsis gelida*, which is found along the coasts of Southern Greenland, Western parts of the Canadian Archipelago, Alaska, Western Canada and USA and *limitea* in Eastern USA.

Alpine distribution includes species found in mountain areas of Alaska, Western and Eastern USA and Greenland, e. g. *Lasallia pennsylvanica*.

Continental distribution: *Acarospora schleicheri* and *Psorula rufonigra*. They are found in continental areas of Greenland with dry summer climate and in dry areas of mainly Southern USA and Mexico.

Carbonatite distribution has a small group of lichens found on dolomite and similar carbonatites, mainly in dry areas: *Glypholecia scabra* and *Teloschistes contortuplicatus*.

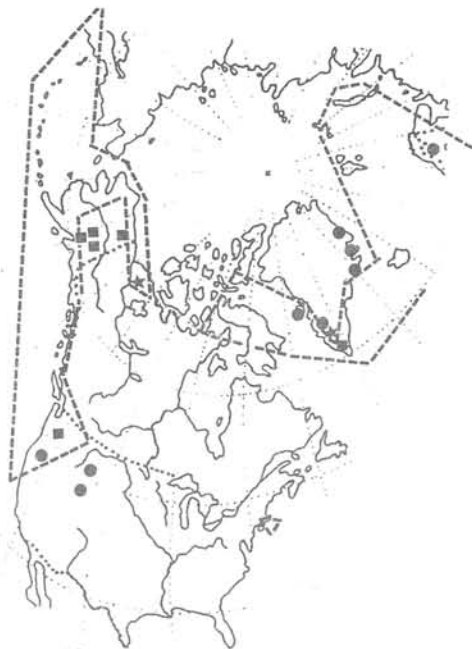
While it is easy to find explanations for the distribution of species growing on specific rocks, in continental or oceanic climates, it is difficult to explain the disjunct distribution of the other groups. Why are some lichens found in Greenland and in North American mountains but not in lowland arctic? One possible answer is, that mountain areas have much more combinations of climatic factors than lowlands have, and therefore a broader range of habitats. Next question is then why most of these species are restricted to some alpine areas in North America (and in Greenland), while others are found in them all? In Greenland *Pilophorus robustus* and *P. cereolus* can grow side by side as can *Neuropogon sulphureus* and *Placopsis gelida*, *Vestergrenopsis elaeina* and *Pannaria ahlneri*, *Teloschistes contortuplicatus* and *Acarospora schleicheri* (they are not always found together). In North America each of these pairs have different distribution types.



--- *Neuropogon sulphureus*
 ● *Stereocaulon tennesseense*
 ■ *Stereocaulon nanodes*
 ★ *Glypholecia scabra*
 □ *Acarospora schleicheri*



--- *Lasallia pennsylvanica*
 ● *Psorula rufonigra*
 ■ *Pilophorus robustus*
 ★ *Protoblastenia terricola*



--- *Placopsis gelida*
 ● *Endocarpon pulvinatum*
 ■ *Umbilicaria scholanderi*
 ★ *Teloschistes contortuplicatus*



--- *Umbilicaria cylindrica*
 ● *Punctelia stictica*
 ■ *Umbilicaria aprina*
 ★ *Vestergrenopsis elaeina*
 ▲ *Pannaria ahlneri*

MACKENZIE DELTA ESKIMO
MIDDLEMEN BETWEEN EASTERN AND WESTERN ESKIMO

The Mackenzie Eskimos occupy an intermediate position on the current map showing the distribution of the Eskimo groups. The Mackenzie Eskimos are wedged between the two main divisions, namely the Central and the Western Eskimos. This is merely an assumption since a comprehensive description of their culture was never published.

This paper comments on and analyzes the results of the cataloguing of the earliest ethnographic collections, which were made at the contact time (1850s-1860s).

Aside from showing, as expected, traits and goods in common with their Eskimo neighbors from the east and the west, the Mackenzie Eskimos also present items originating from the Athapaskan Indians who were their traditional enemies. Even less anticipated is the occurrence of objects of Russian and Siberian origin, demonstrating the existence of a large trading-network operating over a considerable distance. Equally surprising is the number, the diversity, and the value of those goods which contrast manifestly with the scarce foreign items found in inventories of the neighboring tribes.

Why did and how could the Mackenzie Eskimo accumulate so many exotic goods? The Siberian goods had to cross northwest Alaska to reach the Mackenzie district. Was trading so profitable that they could afford expensive foreign goods?

The answer to such questions is hampered by the absence of contemporary collections from their coastal neighbors.

The first extensive collection of Copper Eskimo was done at the beginning of this century. At that time the Copper Eskimo show no affinities with the west; they seem to be independent and self-sufficient and more oriented to the east.

The Point Barrow collection, done 20 years later in 1881 by Murdoch and Ray, doesn't show many similarities to the Mackenzie taste for foreign items. Were goods from Siberia never important in Point Barrow? The reason could be seen in the lack of goods to exchange for novelties, or because the north coast was neglected by that Siberian trade.

This flood of goods (reindeer skin, tobacco and iron paraphernalia) from Siberia, at a time preceding the arrival of the Hudson Bay Co.'s and American Whalers manufactured wares in that area, seems to be the result of, first, their geographical position (which is a natural crossroad between east and west, and north and south) and tradition (but this intensification could be a quite recent phenomenon dating from the time following the advance of the Russians into Eastern Siberia or even later, after

the consolidation of the Chukchi mercantilism). Another fact to mention is that after the agreement of the Russian-American Society with the Hudson Bay Co. all manufactured goods sold or distributed in the western arctic were of British origin; therefore, iron-goods showing odd manufacture could reflect the activity of third parties (probably of Siberian and American natives) acting on their own in uncontrolled areas. The Russians were aware of their loss, resulting from such activities, and explorations were undertaken to start trading posts in new areas, as Zakoskin did in 1835 for the area north of Norton Sound.

A second reason for the peculiar position of the Mackenzie Eskimo in the context of the Eskimo culture can be found in their ecological setting: just above the tree line limit, in a deltaic and lake environment, being a rich trapping area, with nearby whaling and sealing grounds, and close to the hill and mountain lands inhabited by large mammals. There were not only great natural resources as food and the associated by-products, but mineral and vegetal raw material was equally abundant in that area.

We are in the presence of a material culture reflecting the non-specialisation, the diversity of the riverine adaptation, possible only because of the multiplicity of resources in contrast to the restrictive one-sided sea-mammal or land-mammal orientation of the other Eskimo groups. The geographical situation and the plurality of the resources led to an apparent prosperity demonstrated by costly goods of foreign origin.

D. Wagenbach und K.O. Münnich (Heidelberg), U. Schotterer und H. Oeschger (Bern)

II-1

DAS KERNBOHRUNGSPROJEKT AUF DEM COLLE GNIFETTI (MONTE ROSA):
STAND DER SPURENSTOFF-GLAZIOLOGISCHEN ARBEITEN

Die Feldaktivitäten des schweiz-deutschen Colle Gnifetti-Projekts konzentrierten sich auf die Frühjahr-Sommer Saison 1982, in deren Verlauf u. a. zwei Kernbohrungen auf das Felsbett niedergebracht sowie eine Reihe meteorologisch-luftchemischer Studien durchgeführt werden konnten.

Die Möglichkeiten der Nutzung dieses Kernmaterials zur Ermittlung paläoklimatischer Proxydaten sowie zur Aufstellung einer Retrospektive des anthropogenen Einflusses auf die Atmosphäre mittlerer Breiten soll diskutiert werden. Im Vordergrund stehen hierbei Fragen nach der Datierbarkeit des Kernmaterials, dem mit hinreichender Auflösung erreichbaren Zeitbereich sowie nach der Homogenität der Schnee bzw. Spurenstoffdeposition im Bereich des Firnsattels.

Vorläufige Auswertungen isotopischer (D, ^{18}O) sowie glazio-chemischer Strukturparameter an einem Durchbohrungskern zeigen u. a.:

- Gute Korrelationen von Langzeit-Temperaturtrends und Isotopengehalt
- Erhöhte Säuredeposition in rezenten Firnschichten (aus Messungen der statischen Festkörperleitfähigkeit)
- Homogene Verteilung des mittleren Leitfähigkeitssignals über die übrige Kernlänge, gleichbedeutend mit einer relativ konstanten Säure- und Mineralstaubdeposition.

Anhand von Spurenelement- und Radionuklidgehalten in Luft- und Firnproben des Colle Gnifetti wird dessen Reinluftcharakter mit dem anderer kontinentaler und polarer Station verglichen. Hierbei zeigt sich, daß aufgrund des geringen Einflusses lokaler Spurenstoffquellen, die auf dem Colle Gnifetti erschließbaren Zeitreihen atmosphärischer Spurenstoffkonzentrationen kontinentale Background-Verhältnisse repräsentieren und somit großräumig relevant sind.

Abschließend soll ein Überblick zu den laufenden Bohrkernuntersuchungen, sowie zu einer 1983 auf dem Firnsattel begonnenen glazial-meteorologischen Feldstudie (autonome Wetterstation) gegeben werden.

GLAZIALHYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AM VERNAGTFERNER (ÖZTALER ALPEN) SEIT 1974

Mit dem Jahr 1986 geht eine Phase intensiver glazialhydrologischer Untersuchungen am Vernagferner zu Ende. Die Arbeiten wurden im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 81, als Zusammenarbeit zwischen der Kommission für Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und dem Institut für Radiohydrometrie der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung München (GSF) ausgeführt. Dieser Vortrag versucht die Ergebnisse, die im Zusammenhang mit dem Abfluß im und vom Gletscher stehen, zusammenzufassen. Die vorliegenden vielfältigen geodätischen Untersuchungen zur Gletscherbewegung sowie das umfangreiche meteorologische Meßprogramm, soweit es nicht in Zusammenhang mit dem Schmelzwasser steht, und die Untersuchungen an Probenmaterial aus Kernbohrungen bleiben hier ausgespart.

1. Die mit Fluoreszenztracerversuchen bestimmten mittleren Fließzeiten des Schmelzwassers liegen für die Wege von der Gletscheroberfläche bzw. vom Firnaquifer im firnbedeckten Gletschergebiet und vom Bereich der Firnlinie zum Gletscher- tor je nach Wetterlage und Ablationsverhältnissen im Bereich von 1-20 Tagen. Im oberen Gletschergebiet und im Gletscher- vorfeld ergaben sich Fließzeiten von wenigen Stunden (BEHRENS et al. 1982). Die Zusammensetzung des Schmelzwasserabflusses von unterschiedlichen Gletscherregionen (Eisgebiet, Firn- gebiet) konnte mittels Isotopengehaltsbestimmungen (^2H , ^{18}O , ^3H) und elektrolytischer Leitfähigkeit differenziert werden (OERTER et al. 1980).
2. Ausgehend von den Erkenntnissen dieser Untersuchungen wurde ein Abflußmodell mit parallelen Linearspeichern für das Schmelzwasser und einem Grundwasserspeicher aufgestellt, das den Schmelzwasseranfall an der Gletscheroberfläche (berechnet mit einem Energie-Haushalts-Modell) benützt, um Stunden- mittelwerte des Abflusses an der Pegelstation Vernagtbach zu berechnen (ESCHER-VETTER et al. 1985).
3. Die über einen Zeitraum von 12 Jahren durchgeführten Abfluß- messungen stellen ein reichhaltiges Datenmaterial zur Verfügung, um den Abfluß stark vergletscherteter Einzugsgebiete zu diskutieren. Dies wird beispielhaft am minimalen Winterab- fluß und am Hochwasserabfluß demonstriert (OERTER & ZUNKE, 1985). Zusammen mit Niederschlagsmessungen und Massenhaus- haltsuntersuchungen wurde mit diesen Daten auch die Wasser- bilanz dieses Einzugsgebietes über einen mehrjährigen Zeitraum erstellt (REINWARTH, 1985).

LITERATUR:

BEHRENS, H., OERTER, H., REINWARTH, O.: Results of tracer experiments with fluorescent dyes on Vernagtferner (Oetztal Alps, Austria) from 1974 to 1982. Z. Gletscherk. Glazialgeol. 18, 69-87, (1982)

OERTER, H., RAUERT, W., STICHLER, W.: Untersuchungen zum Abfluß eines Alpengletschers (Vernagtferner/Ötztaler Alpen) bei unterschiedlichen Ablationsbedingungen mittels Umweltisotopenanalysen. Societé Météorologie de France. XVIème Congrès Internat. de Météorologie Alpine, 285-290 (1980)

ESCHER-VETTER, H., OERTER, H., ZUNKE, D. REINWARTH, O.: Glacier discharge modeling - A comparison between measured and calculated values of the runoff from Vernagtferner (Oetztal Alps, Austria). Int. Symp. Glacier Mass Balance, Fluctuations and Runoff. Alma-Ata, UDSSR, 30.9. - 5.10.1985 (im Druck)

REINWARTH, O.: Combined ice and water balance investigations at an Alpine glacier (Vernagtferner, Oetztal Alps). Int. Symp. Glacier Mass Balance, Fluctuations and Runoff. Alma-Ata, UDSSR, 30.9. - 5.10.1985 (im Druck)

OERTER, H. & ZUNKE, D.: Study of the runoff from drainage basins with variable extents of glaciation. Int. Symp. Glacier Mass Balance, Fluctuations and Runoff. Alma-Ata, UDSSR, 30.9. - 5.10.1985 (im Druck)

EIN FLIESSGESETZ FÜR TEMPERIERTEN FIRN

Verformungsmessungen an einem Firnschacht im Akkumulationsgebiet eines temperierten Alpengletschers ermöglichen die Formulierung eines Fließgesetzes für temperierten Firn unter natürlichen Spannungsbedingungen. Das Fließgesetz ist aus zwei Anteilen zusammengesetzt, wobei sich ein Anteil auf deviatorische Terme, ein zweiter Anteil auf isotrope Terme bezieht. Durch den isotropen Term wird die Kompressibilität des Firns berücksichtigt. Bei Übergang von kompressiblem Firn in inkompressibles Eis ergibt sich asymptotisch das Glen'sche Fließgesetz mit den für Eis gültigen Werten.

DER LAIKA-GLETSCHER IN COBURG ISLAND, N.W.T., KANADA

Der Laika-Gletscher liegt im Einflußgebiet der Nordwasser-Polynya im nördlichen Baffin Bay. In größerer Entfernung von der Polynya sind Hügel mit vergleichbarer Höhe gletscherfrei.

Die starken Winde, die in der kalten Jahreszeit in die Polynya wehen, prägen das Bild der Vergletscherung in Coburg Island. Die große Akkumulation auf der Westseite durch die steigenden Winde produziert große Piedmont-Gletscher, die bis ins Meer vorstoßen, während die Ostseite fast unvergletschert ist.

Auch das Bild der Massenbilanz auf dem Laika-Gletscher ist durch die Winde geprägt. Eine kleine seitliche Gletscherzunge akkumuliert viel Schnee durch Winddrift und zeigt die größten Bilanzwerte am Zungenende.

Das Klima in Coburg Island ist feuchter, niederschlagsreicher und mit -13°C Jahresmitteltemperatur wärmer als in der Arktis außerhalb des Einflusses der Polynya. Der Tagesgang der Lufttemperatur hat im April und Mai mit 3.5°C die größte Amplitude (Fram-Typ), im Sommer noch $1 - 1.5^{\circ}\text{C}$ und ist im Winter nicht mehr erkennbar. Der Bereich der aperiodischen täglichen Schwankungen der Temperatur ist im Winter mit 7°C am größten und sinkt im Sommer auf 3°C . Im Sommer 1975 wurden 5 Löcher entlang einer Fließlinie des Laika-Gletschers gebohrt und die Profile der Eistemperaturen gemessen. Die Temperaturen in 10 m Tiefe unter der Eisoberfläche liegen zwischen 4 und 10°C höher als die Jahresmitteltemperatur. Die höchsten Werte sind durch Wärmezufuhr durch wiedergefrorenes Schmelzwasser und folgende Wärmeisolation durch eine frühe Schneeschicht im Herbst zu erklären. Auffällig ist auch eine ausgedehnte Schicht mit temperiertem oder nahe temperiertem Eis am Gletscherbett in der Ablationszone.

Der Laika-Gletscher zeigt eine negative Bilanz und würde im gegenwärtigen Klima nicht entstehen. Da der Gletscher sich nicht in einem Gleichgewichtszustand befindet und seine Vorgeschichte nur wenig bekannt ist, ist eine Modellierung seiner Geometrie und der Eistemperaturen schwierig. Nur eine Trimmlinie etwa 30 m über dem orographisch rechten Rand bei dem Engpaß, aus dem die Piedmont-Zunge fließt, und ein kleiner Rest einer Moräne im linken Vorfeld der Zunge geben Hinweise über die Ausdehnung des Gletschers im Ende der kleinen Eiszeit.

ELASTISCHE EIGENSCHAFTEN UND GEFÜGEMERKMALE VON ARKTISCHEM UND ANTARKTISCHEM MEEREIS

Elastische Eigenschaften des Meereises sind für eine Reihe von wissenschaftlichen und technologischen Fragen von Bedeutung. So ist das rheologische Verhalten von Packeisfeldern, welches die Vorgänge am Rand großer Eisfelder bestimmt, von den elastischen Größen des beteiligten Meereises abhängig. Im technologischen Bereich sind Informationen über die Elastizität von Meereis im Zusammenhang mit dem Bau und der Erhaltung von off-shore-Strukturen sowie bei der Eisbrecherkonstruktion notwendig.

Mellor (1983, CRRL Monograph 83-1) gibt eine Übersicht über die heute bekannten elastischen Eigenschaften von Meereis. Die relativ wenigen vorhandenen Daten, die aus Labormessungen gewonnen wurden, zeigen nur geringe Differenzen zu den an Gletschereis gemessenen Werten, während die aus Felduntersuchungen abgeleiteten Elastizitätsmoduln deutlich von den Laborwerten abweichen (Mellor, 1983). Es wird deutlich, daß die bisherigen Kenntnissen nicht ausreichen, um schlüssige Aussagen über die Elastizitätseigenschaften von Meereis zu treffen. Insbesondere fehlen Informationen über die elastische Eigenschaften, Gefügemerkmale und mechanische Kenngrößen von Meereisproben, aus denen grundlegende Zusammenhänge zwischen diesen Größen abgeleitet werden können. Dieser Fragenkreis bildet einen der Schwerpunkte unserer Arbeit. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Erfassung regionaler und globaler Unterschiede in den Eigenschaften des Meereises, hier insbesondere der Vergleich von Kenngrößen arktischen und antarktischen Eises.

Diesen Fragen wird im Rahmen eines kombinierten Feld- und Laborprogramms nachgegangen. Zum einen wurden bei Expeditionen in die Arktis und Antarktis Eiskerne gewonnen, an denen z.T. noch im Feld und z.T. im Labor wichtige physikalische Kenngrößen (Temperatur, Porosität, Dichte, Salzgehalt) ermittelt wurden. Probenmaterial wurde im wesentlichen aus der östlichen Weddell-See, aus einem Seegebiet nördlich von Spitzbergen sowie aus dem Van-Mijenfjord, Spitzbergen, gewonnen. Bei den Probennahmen wurde angestrebt, möglichst unterschiedliche Entstehungsbedingungen des Eises, die eine Folge unterschiedlicher ozeanographischer und meteorologischer Parameter sind, zu erfassen. Solche Bedingungen lassen sich umgekehrt von den physikalischen Eigenschaften und den Gefügemerkmalen des gewonnenen Eises ableiten.

Nach Mellor (1983) sind die dynamischen elastischen Eigenschaften von Meereis am genauesten durch Ultraschalluntersuchungen zu erfassen. Geeignete Proben, die aufgrund der zuvor durchgeführten Grobstratigraphie an 6 mm mächtigen Dickschnitten ausgewählt wurden, werden zunächst auf ausgewählte Längen zugeschnitten. Es werden dann ein Vertikaldünnschnitt über die gesamte Länge des Kerns sowie zwei Horizontalschnitte von den beiden Enden der Probe angefertigt. Dies erlaubt eine detaillierte Erfassung der wichtigsten Gefügemerkmale. Genaue Bestimmung der Probenmaße und

ihres Gewichts gestatten die Ermittlung der Probendichte. Die Größe des offenen Porenraums wird an einem Teilstück des Kerns erfaßt. Schließlich werden die Proben mit Transversal- und Longitudinalwellen durchschallt, deren Frequenz bei 500 kHz liegt.

Aus der Laufzeit der Schallwellen und der Länge der Probe lassen sich die Geschwindigkeiten der Longitudinal- ($=v_p$) und Transversalwellen ($=v_s$) bestimmen. Diese Größen sind wie folgt mit den elastischen Parametern, dem Kompressionsmodul K, dem Schermodul G, dem Elastizitätsmodul E, dem Poisson-Verhältnis ν sowie der Dichte ρ verknüpft:

$$K = \frac{\rho}{2} (v_p^2 - \frac{4}{3} v_s^2) \quad (1)$$

$$G = \frac{\rho}{2} v_s^2 \quad (2)$$

$$\nu = (3K - 2G) / (G - 6K) \quad (3)$$

$$E = 3K(1 - 2\nu) = 2G(1 + \nu) \quad (4)$$

Erste Messungen an arktischem Meereis ergaben elastische Kenngrößen, die innerhalb der bisher für Meereis ermittelten Elastizitätswerte liegen. In unserem Beitrag werden wir auf die Zusammenhänge zwischen Gefügemerkmalen und elastischen Parametern eingehen. Daneben werden wir die Eigenschaften von arktischem mit dem von antarktischem Eis vergleichen.

WÄRMELEITFÄHIGKEIT VON ANTARKTISCHEM SCHNEE, FIRN UND MEEREIS

Die Vorhersage rheologischen Verhaltens von Gletscher- und polarem Eis setzt neben einem geeigneten Materialgesetz die Kenntnis des im Eis herrschenden Temperaturfeldes voraus. Wird dieses nicht direkt gemessen, so läßt es sich recht genau aufgrund von Temperaturen an der oberen und unteren Grenzfläche sowie der Wärmeleitfähigkeit des Eises (und anderer Parameter) berechnen. Die Wärmeleitfähigkeit, k , von Gletschereis mit vernachlässigbarer Porosität ist bekannt ($k = 2.2 \text{ W/m K}$; Yen, 1981), CRREL Report 81-10). Weitaus komplexer ist die Bestimmung der Leitfähigkeit von Schnee und Firn, die i.a. die obersten 70 - 100 m einer polaren Eisdecke einnehmen. Hier spielen neben der reinen Wärmeleitung auch Wärmeübertragung durch Konvektion und Wärmestrahlung im Porenraum eine Rolle, so daß man in der Regel von einer effektiven Wärmeleitfähigkeit ausgeht. Wärmeleitfähigkeitsmessungen in Schnee und Firn wurden bisher entweder durch Langzeitmessungen des oberflächennahen Temperaturfeldes oder aber durch Laborversuche durchgeführt. Während im ersten Fall über relativ große Bereiche gemittelt wird (oft einige m), können im Labor nur selten wirkliche in-situ-Bedingungen realisiert werden. In beiden Fällen ist die gewonnene Information nur beschränkt brauchbar. Vor allem aber lassen sich durch solche Messungen nur schwer Beziehungen zu anderen, ebenfalls in-situ gemessenen physikalischen und strukturellen Parametern gewinnen.

Der Energieaustausch zwischen Ozean, Eis und Atmosphäre wird maßgeblich durch die Wärmeleitung durch das Eis bestimmt. Meereis ist in seinem Aufbau und seinen Eigenschaften sehr viel komplexer als Gletschereis. Daher gibt es neben einigen wenigen Feldmessungen nur theoretische Vorhersagen über die Wärmeleitfähigkeit von Meereis. Hier, ebenso wie bei Schnee und Firn, kommt es vor allem darauf an, bei den Messungen so weit wie möglich in-situ-Bedingungen zu realisieren.

Ein Gerät, welches in der Geophysik schon seit langer Zeit gebräuchlich und bewährt ist, die die sog. Nadelsonde (Von Herzen und Maxwell, 1959, J. Geophys. Res. 64, 1557). Eine Nadelsonde stellt eine Linienquelle dar, deren Temperatur als Funktion der Zeit bei konstanter Heizleistung eine direkte Funktion der Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Mediums ist. Ihre geringe Größe und die kurze Meßdauer gewährleisten weitgehend störungsfreie Messungen und erlauben nahezu in-situ-Bestimmungen der Leitfähigkeit.

Diese Methode wurde für glaziologische Messungen angepaßt und ein kompaktes Feldgerät für den Einsatz in der Antarktis entwickelt. Es kommt eine elektronische Datenerfassung zum Einsatz, die von einem Rechner gesteuert wird; alle Geräte werden durch aufladbare Batterien gespeist. Die Energieversorgung der Nadelsonde (Durchmesser = 1,8 mm; Länge = 60 mm) wird durch eine 12 V-Batterie und eine temperaturstabilisierte Stromversorgung erreicht. Für die Messungen sind etwa insgesamt 5 Min. je Meßpunkt anzusetzen.

Ergebnisse von Messungen während der Filchner-Traverse 1983/84 an Schnee und Firn zeigt Abb. 1. Wie bereits früher festgestellt, besteht ein Zusammenhang zwischen Wärmeleitfähigkeit k und Schnee- oder Firndichte ρ (Yen, 1981). Die relativ große Streuung der Daten zeigt jedoch, daß die Dichte allein nicht ausreicht, um Leitfähigkeiten vorherzusagen. Gleichzeitig durchgeführte stratigraphische Untersuchungen im Schneeschacht zeigen, daß neben der Dichte die Kornstruktur entscheidenden Einfluß auf die Wärmeleitfähigkeit hat (Meller, 1964, CRREL Monograph III-A1).

Abb. 2 zeigt die Wärmeleitfähigkeit k , die Dichte ρ und den Salsgehalt S als Funktion der Tiefe z eines antarktischen Meereiskerns, der während der Sommerexpedition 1983/84 in der Atka-Bucht (72° S , 8° W) gewonnen wurde. Wie zu erkennen, bestehen deutliche Korrelationen zwischen den genannten Größen. Der Einfluß der Dichte (und der Struktur des Meereises; hier nicht gezeigt) auf die Leitfähigkeiten scheint jedoch stärker zu sein als der des Salzgehalts (bzw. des Salzlaugenvolumens). Die gefundenen Leitfähigkeitswerte liegen im Bereich der theoretischen Vorhersagen (Yen, 1981).

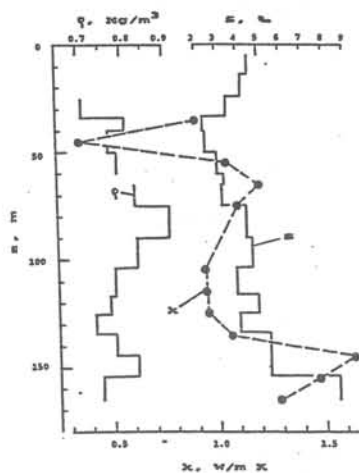
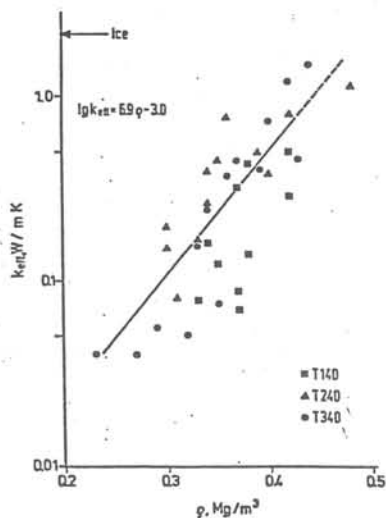


Abb. 1: Wärmeleitfähigkeiten von antarktischen Schnee und Firn als Funktion der Dichte

Abb. 2: Dichte, Salzgehalt und Wärmeleitfähigkeit als Funktion der Tiefe in antarktischen Meereis.

EIN MODELL DER MEEREISBILDUNG IN DER ATKA-BUCHT

Die saisonal sich verändernde Meereisdecke um den antarktischen Kontinent beeinflusst nachhaltig den Austausch von Energie und Materie zwischen Ozean, Eis und Atmosphäre in antarktischen Gewässern. Die Austauschprozesse werden hierbei maßgeblich durch die physikalischen Eigenschaften des Eises bestimmt, die wiederum weitgehend vom Gefüge des Eises abhängen. Meereis ist im Vergleich zu Gletschereis, vor allem aufgrund der im Meereis vorhandenen Salzlauge, sehr viel komplexer aufgebaut, so daß auch die Zusammenhänge von Eisstruktur und physikalischen Parametern hier andere sind. Es hat sich dennoch eine recht einfache Klassifizierung durchgesetzt, in der man im wesentlichen sog. Frazil-Eis säulenförmigem Eis unterscheidet. Unter Frazil-Eis verstehen wir relativ homogenes, isotropes Eis mit kleinen Korngrößen (bis zu einigen mm) und mit zufällig angeordneten kristallographischen Hauptachsen. Säulenförmiges Eis (engl. columnar ice) ist dagegen aus relativ großen, homogenen Körnern (im cm- bis dm-Bereich) aufgebaut, deren Hauptachsen horizontal ausgerichtet sind. Säulenförmiges Eis ist also im Gegensatz zu Frazil-Eis anisotrop. Im allgemeinen wird davon ausgegangen, daß die Bildung von Frazil-Eis am Beginn der Entwicklung einer Meereisdecke steht und säulenförmiges Eis nach Konsolidierung einer ersten Eisschicht mit erheblich reduzierten Wachstumsraten entsteht. Weeks and Ackley (1982; CRREL Monograph 82-1) dagegen berichten von Beobachtungen an Meereis aus der westlichen Weddell-See, die diesem Modell widersprechen. Insbesondere fällt auf, daß der Anteil von Frazil-Eis in der Meereissäule erhebliche Höhe ist als erwartet. Obgleich Weeks and Ackley eine Reihe möglicher Erklärungen für diese Beobachtung geben, bleibt diese doch letztlich ungeklärt.

Morecki (1965, Problemy Arktiki i Antarktyki 19 32-38) beobachtete das Auftreten von sog. Unterwassereis in der Nähe der sowjetischen Station Mirny. Dabei liegt unter einer kompakten Meereisdecke eine Schicht von Eisplättchen, deren Mächtigkeit zur offenen See hin abnimmt. Wir glauben, daß das Vorhandensein von Unterwassereis nicht nur als ein lokales Phänomen anzusehen ist, sondern auch eine mögliche Erklärung für die von Weeks and Ackley (1982) beobachtete Dominanz von Frazil-Eis im Meereis der Weddell-See bietet.

Wir berichten in diesem Beitrag von Felduntersuchungen, die während der Überwinterung 1982 in der Atka-Bucht (70° S, 8° W) in der Nähe der deutschen Georg-von-Neumayer-Station durchgeführt wurden. Daneben werden die Ergebnisse von Laboruntersuchungen an Eisproben, die während dreier Sommerexpeditionen (1982/83, 1983/84, 1984/85) in der Atka-Bucht gewonnen wurden, vorgestellt. Im einzelnen liegen von der Überwinterung meteorologische Daten (Luft- und Eistemperaturen in unterschiedlichen Tiefen, Windrichtung und -geschwindigkeit, Strahlungsbilanz) sowie Daten über das Eiswachstum an einer Meereisstation in der Atka-Bucht vor.

Die Eiskerne wurden zur Ermittlung physikalischer (und biologischer) Eigenschaften des Meereises sowie für detaillierte Untersuchungen der Eisstruktur herangezogen.

Der Beginn der Meereisbildung in der Atka-Bucht liegt etwa im April und führt mit Wachstumsraten von 0,3 bis 0,4 m pro Monat zu maximal 2 m dickem Meereis im Oktober. Unter der festen Meereisdecke wurde, erstmals im Juni 1982, eine Eisplättchenschicht festgestellt. Diese Schicht, die auch in den folgenden Monaten angetroffen wurde, erreichte Ende November eine Mächtigkeit von 3,5 bis 4 m. Die Eisplättchen sind etwa 0,5 bis 2 mm dick und haben eine maximale Ausdehnung von 3 bis 10 cm. Jedes der Plättchen stellt einen Einkristall dar, wobei die Hauptwachstumsrichtung (bzw. die maximale Ausdehnung) mit der Basisfläche der Eiskristalle übereinstimmt.

Die Gefügeuntersuchungen an den gewonnenen Eiskernen zeigen besonders in den unteren Tiefenlagen ungewöhnliche Merkmale. Im Dünnschnitt treten bis zu 4 cm lange, 1 bis 2 mm dicke Kristalle ohne jegliche Einschlüsse auf, die von feinkörnigem Material umgeben sind. Kleine Poren (<1 mm), die mit Salzlauge oder Luft gefüllt sind, treten in ungeordneter Verteilung auf.

Diese Beobachtung werden von uns wie folgt interpretiert: nach Bildung einer ersten festen Eisschicht, welche die Strömungsvorgänge unter dem Eis nachhaltig beeinflusst, kommt es zur Bildung von Unterwassereis, d.h. zur Ansammlung der beobachteten Eisplättchen unter der bestehenden Meereisdecke. Die Eisplättchen formen dort ein relativ offenes Aggregat, welches man am ehesten mit einem Kartenhaus vergleichen kann (wir schlagen hierfür den Namen "Kartenhausstruktur" vor). Wenn es in den zunächst mit Meerwasser gefüllten Hohlräumen des "Kartenhauses" zu Gefriervorgängen kommt, bilden sich feinkörnige Kristalle, die nach und nach den gesamten Hohlraum ausfüllen. Das während des gesamten Winters vorhandene Unterwassereis verhindert zum einen die Ausbildung von regulärem, säulenförmigen Eis und bewirkt zum anderen ein rascheres Wachstum der Meereisdecke.

Wir glauben, daß die Spuren dieser Wachstumsvorgänge durch Rekristallisation weitgehend überdeckt werden können. Das dann zurückbleibende Eis gleicht vom Gefüge her Frazil-Eis und würde auch als solches interpretiert werden. Wir denken daher, daß ein nicht erheblicher Teil des in der Weddell-See gefundenen Frazil-Eises durch die Solidifikation von Unterwassereis erklärt werden kann.

MAGNETOSTRATIGRAPHIE MARINER SEDIMENTE HOHER BREITEN

Die geophysikalische Analysetechnik der Paläomagnetik ermöglicht eine Datierung von Gesteinsformationen aus Messungen ihrer fossilen Magnetisierung. Mit dieser Methode konnten in den vergangenen Jahren durch optimierte Meßverfahren und in Qualität und Quantität verbessertes Probenmaterial insbesondere wichtige Beiträge zur Stratigraphie mariner Sedimentfolgen erarbeitet werden. Während sich bislang solche Untersuchungen ganz überwiegend auf äquatoriale und mittlere Breiten des Atlantiks und Pazifiks konzentrierten, wird hier über erste Ergebnisse eines umfangreichen Forschungsprogrammes in hohen nördlichen und südlichen Breiten berichtet. Die analysierten Sedimentserien wurden mit FS "Polarstern" in der Fram-Straße, der Norwegischen und Grönländischen See und der Weddell-See mit Kolbenloten gewonnen.

Paläomagnetische Chronostratigraphen dieser zumeist quartären Ablagerungen sind nicht zuletzt deshalb von besonderem Interesse, als hier die klassischen biostratigraphischen Methoden häufig nur eine relativ begrenzte zeitliche Auflösung ergeben. Gerade in dieser Hinsicht zeigen die bisherigen magnetostratigraphischen Daten überraschende Resultate: In vielen Fällen sind in den sedimentären Sequenzen kurze Polaritätseignisse des erdmagnetischen Paläofeldes dokumentiert, die in anderen ozeanischen Arealen in der Regel nicht nachweisbar sind. Sie eröffnen insofern die Möglichkeit detaillierter paläozeanographischer Rekonstruktionen des glazial/interglazialen Sedimentationsgeschehens.

Nach dem vorläufigen Stand der Untersuchungen bleibt indessen eine Vielzahl bislang erst in Ansätzen geklärter Fragen zu lösen: Die absolute Datierung speziell der inversen Polaritätsintervalle während der letzten 0.73 Millionen Jahre (normale geomagnetische Brunnes-Epoche) etwa durch Korrelation mit Isotopen-Daten, ihre breitenabhängigen Verteilungsmuster und spezifisch der Nachweis, daß es sich um globale, auf beiden Hemisphären isochrone Phänomene handelt.

TERRESTRISCHE ALTER VON ANTARKTISCHEN METEORITEN UND IHRE
BEZIEHUNG ZUM ANTARKTISCHEN EIS

Seit 1969 sind etwa 7500 Meteoritenfragmente auf einigen Blau-
eisfeldern der Antarktis gefunden worden. Unter ihnen sind einige
sehr seltene Gesteine, die besondere wissenschaftliche Bedeutung
haben, wie 4 Mondmeteorite und mögliche Marsgesteine. Viele
primitive Meteorite enthalten Informationen über die Entstehung
und Entwicklung des Sonnensystems. Alle antarktischen Meteorite
können aber auch über ihre terrestrischen Alter Auskunft über die
Geschichte des antarktischen Eises geben. .

Terrestrische Alter von Meteoriten werden über die Messung
kosmogener Isotope, die durch die Einwirkung der kosmischen
Strahlung während des Fluges im interplanetaren Raum entstanden
sind, bestimmt, da nach dem Fall der Meteoriten diese Bestrahlung
weitgehend "abgestellt" wurde.

Eisfelder mit hohen Meteoritenkonzentrationen werden meist in der
Nähe von Randgebirgen gefunden. Änderungen der Eisdicke und
Flußrichtung werden diese Konzentrationszonen beeinflussen. Die
terrestrischen Alter der auf ihnen gefundenen Meteorite sind auch
davon betroffen.

Eine Diskussion der bei den Allan Hills (Nord-Viktorialand)
gefundenen Meteorite und ihrer terrestrischen Alter liefert
folgende Ergebnisse: (1) Meteorite sind direkte Fälle auf die
Blaueisfelder und solche, die mit dem Eis in Zonen hoher Eis-
ablation transportiert wurden. (2) Die Transportzeit beträgt etwa
 1.5×10^5 Jahre. (3) Während die Meteorite auf der Eisoberfläche
liegen, verwittern sie mit einer Verwitterungs-"Halbwertszeit" von
etwa 1.6×10^5 Jahren. (4) Seit etwa 7×10^5 Jahren wurden die
Allan Hills nicht vom Eis überflossen. (5) Andere Eisfelder, z.B.
bei den Yamato Mountains, scheinen viel jünger zu sein, da die
terrestrischen Alter ihrer Meteorite kleiner als 1×10^5 Jahre
sind.

Da bislang nur eine beschränkte Anzahl antarktischer Meteorite
bezüglich ihres terrestrischen Alters untersucht wurden, kann
über andere Eisfelder noch keine Aussage gemacht werden.

KRISTALLIN DER ANTARKTIS: ZIELE UND ERGEBNISSE SEINER ERFORSCHUNG

Die Kristallingebiete der Antarktis lassen sich drei geologischen Großregionen zuordnen:

- 1) dem Kratonbereich des Ostantarktischen Schildes,
- 2) dem Ross-Orogen bzw. seinen Kerngebieten,
- 3) dem Anden-Orogen.

Der Ostantarktische Schild umfaßt mit dem nahezu gesamten atlantisch-indischen Sektor mehr als 3/4 des Kontinents. Das Ross-Orogen deckt sich geographisch etwa mit dem Transantarktischen Gebirge. Das Anden-Orogen zieht sich von der Antarktischen Halbinsel entlang des Pazifik zum Ross-Meer.

Da 98 % des Kontinents unter Eis verhüllt sind, konzentrieren sich die kristallingeologischen Untersuchungen auf die relativ am besten aufgeschlossenen Gegenden. Von deutscher Seite geschah dies bisher in erster Linie

- auf der Antarktischen Halbinsel (Anden-Orogen),
- in Victoria-Land (Ross-Orogen in der Nachbarschaft des Schildes).
- und in Neuschwabenland (Kraton).

Für die Zukunft ist der pazifische Rand des Kratons im Bereich der Shackleton Range unser kristallines Hauptinteressengebiet.

Die hier aufgezeigten Fragen und Teilantworten basieren vorwiegend auf eigenen Arbeiten in Victoria-Land.

Wegen der beschränkten Aufschlußverhältnisse und der aufwendigen Logistik bei Expeditionen ist naturgemäß immer noch - auch kristallingeologisch - vieles terra incognita im sechsten Kontinent. Daher geht es vordergründig zunächst um eine Bestandsaufnahme bzw. Analytik der Kristallingebiete. Dabei kommt naturgemäß der radiometrischen Altersdatierung eine zentrale Bedeutung zu. Intrusivkomplexe sind altersmäßig und geochemisch einzustufen. Ihre Kontaktbereiche sind vor einer Analyse des Metamorphosegeschehens von Regionalmetamorphose abzugrenzen, vor allem dort, wo Hochtemperatur-/ Niederdruckmetamorphose vorherrscht wie im westlichen Victoria-Land. Die Kombination von Geländeaufnahme, Mikroskopie und Geochemie führt zur Auflösung der meist zu beobachtenden Polymetamorphose in eine Metamorphoseabfolge und Zuordnung zu Metamorphosetypen, womöglich "metamorphic belts". Die zeitliche Abwicklung der Deformationsentwicklung bildet die dritte Säule antarktischer Kristallinerforschung. Wie in Victoria-Land ist dabei eine der grundsätzlichen Alternativen: Ist das tektonische Inventar geprägt von großräumiger Überschiebungs- (thrust-) oder von Seitenverschiebungs- (strike-slip-) Tektonik? Nicht allein die tektonische Geometrie, sondern auch bestimmte Gesteinsgemeinschaften (Relikte von Ophiolithkomplexen, Mélanges) können hier weiterhelfen.

Auf der Basis einer solchen Gesamtanalyse und in Anlehnung an die Plattentektonik lassen sich dann wie im Beispiel Victorialand Modelle der Krustenbildung errichten:

- Akkretion allein durch Subduktion (ozeanischer Kruste),
- Akkretion exotischer Terrains durch Subduktions- oder durch Seitenverschiebungsprozeß.

Dies ist wie die fundamentalere und vordergründigere Frage nach der Abgrenzung Schild/ rel. jüngere Orogenzonen in Victorialand und in der Antarktis insgesamt bisher nicht völlig gelungen, ist aber nicht nur für die Klärung der Geologie der Antarktis allein, sondern auch für das Verständnis der Entwicklung des Südkontinents Gondwana von grundsätzlicher Bedeutung. Dabei spielt für den Kristallingeologen der Aspekt der Erkundung möglicher Lagerstätten zunächst nur eine nachgeordnete Rolle.

FORSCHUNGSMÖGLICHKEITEN VON DER DEUTSCHEN GONDWANA-STATION

Die Sommerstation Gondwana wurde von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe während GANOVEX III im Januar 1983 an der Küste des Ross-Meeres errichtet und in der Saison 84/85 bei GANOVEX IV erneut genutzt. Die nächsten Aktivitäten dort sind nun für 1988 geplant. Da die Station im Einzugsgebiet von zwei, demnächst drei Forschungsstationen anderer Nationen liegt, ist Gondwana auch außerhalb der GANOVEX-Kampagnen erreichbar. Eine Nutzung der Station durch deutsche Wissenschaftler anderer Disziplinen während der antarktischen Sommermonate ist denkbar, vor allem wenn dies im Verbund mit Wissenschaftlern der Nachbarn erfolgt.

Die Forschungsmöglichkeiten sind vielfältig. Es wird eine Übersicht gegeben über Tier- und Pflanzenleben in der Umgebung der Station, über geologische und glazialgeologische Verhältnisse, über den aktiven Vulkanismus des Mt. Melbourne und über die speziellen meteorologischen Bedingungen an der Terra Nova Bay Polynia. Entfernungen, Transportwege und -möglichkeiten und der benötigte logistische Rahmen werden kurz dargestellt.

DAS ROSS MEER - SEISMOSTRATIGRAPHISCHER AUFBAU, REGIONALGEOLOGISCHE EINHEITEN UND STRUKTURELEMENTE

Im Rahmen einer bei der BGR laufenden circumantarktischen Synthese sind die verfügbaren geophysikalischen (Seismik, Gravimetrie, Bathymetrie) Daten aus dem Ross Meer reinterpretiert und kartenmäßig (1 : 1.000.000 und 1 : 2.500.000) kompiliert worden.

Dominierende Struktureinheiten des Ross Meeres sind:

- das dem Nord Victoria Land vorgelagerte und Nord-Süd streichende Victoria Becken. Es wird im Norden bei etwa 75° S durch das Ross See Lineament begrenzt. Das Victoria Becken ist durch N-S verlaufende vulkanische/magmatische Körper neogenen Alters untergliedert;
- das über eine Distanz von 400 km nachweisbare und ebenfalls Nord-Süd streichende Central Basin. Das Central Basin ist bei etwa 75° 30' Süd am Ross See Lineament lateral versetzt;
- das östlich an das Central Basin anschließende Central High mit der Iselin Band
und
- das Eastern Basin.

Der seismostratigraphische Aufbau, die Krustenstruktur und die Strukturelemente dieser regionalgeologischen Einheiten werden diskutiert.

DIE ZIRKULATION ÜBER DER ANTARKTIS ALS LÖSUNG AUS DER THEORIE DER POTENTIALSTRÖMUNG

Die klimatischen Verhältnisse an der Oberfläche der Antarktis werden weitgehend von den sehr ausgeprägten Phänomenen in der atmosphärischen Grenzschicht bestimmt. Hierzu zählen z. B. der katabatische Wind, die Inversionen, Schneetreiben und Eisnebel, die alle auf wenige hundert Meter über der Eisoberfläche begrenzt sind. Um die Entstehung dieser Erscheinungen verstehen zu können, ist es jedoch sehr wichtig, die Atmosphäre auch oberhalb der Grenzschicht richtig beschreiben zu können.

Oberhalb der Grenzschicht verläuft die Strömung reibungsfrei, so daß hier ein quasigeostrophischer Ansatz gewählt wird, der Divergenz zuläßt, soweit die geostrophische Approximation noch gut erfüllt ist. Die sehr wichtige Beziehung zwischen Geopotential- und Temperaturfeld über der Antarktis wird bei der theoretischen Beschreibung durch Berücksichtigung der thermischen Windes beibehalten.

Eine analytische Beschreibung des mittleren Zustandes für den Winter und den Sommer wird durch eine Überlagerung verschiedener Quellenfunktionen aus der Potentialströmungstheorie erreicht. Die Integrationskonstanten werden aus der Vorgabe einer Isentropenfläche, des mittleren thermischen Aufbaus und der 500 hPa-Geopotentialfläche bestimmt.

Der Vergleich mit mittleren Druckverteilungen aus Daten aller antarktischen Stationen und mit aerologischen Messungen an der Georg-von-Neumayer-Station zeigen, daß die Methode eine einfache, aber gute Beschreibung der mittleren Verhältnisse zuläßt. Somit ist es möglich mit wenig mathematischem Aufwand die oberen Randbedingungen bzgl. Temperatur- und Windfeld für die Untersuchung von Grenzschichtprozessen festzulegen. Es kann ebenfalls der Grundzustand zur Behandlung von instabilen Wellenstörungen im Küstenbereich vorgegeben werden, so daß die Entstehung und Intensivierung von Zyklonen in diesen Gebieten untersucht werden können.

I. Levin, B. Kromer, D. Wagenbach und K.O. Münnich (Heidelberg)
III/2

KOHLENSTOFFISOTOPE IM ATMOSPHERISCHEN CO₂ AN DER GEORG-VON-NEU-MAYER-STATION

Erste Ergebnisse von Kohlenstoffisotopenmessungen (¹³C, ¹⁴C) an atmosphärischen CO₂-Proben werden vorgestellt.

Atmosphärische CO₂-Proben wurden an der Spurenstoffstation 500-1500 m südlich der G.v.N. kontinuierlich jeweils über drei Tage (¹³CO₂) bzw. ein bis zwei Wochen (¹⁴CO₂) integriert gesammelt.

Das ¹³C/¹⁴C-Verhältnis im atmosphärischen CO₂ zeigt keine signifikante jahreszeitliche Variation, allerdings finden wir einen leicht abfallenden Trend von $\delta^{13}\text{C} = -0.038 \pm 0.009 \text{ ‰/Jahr}$, der mit dem globalen Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration, verursacht durch die Verbrennung fossiler Energieträger (Produktion von - gegenüber atmosphärischem - stark abgereicherter CO₂: $\delta^{13}\text{C} \approx -28 \text{ ‰}$) einhergeht.

Die ¹⁴C-Aktivität im atmosphärischen CO₂ ist nicht, wie aus einem beobachteten Nord-Süd-Gradienten der CO₂-Konzentration von etwa -3 bis -4 ppm, zu erwarten wäre, höher als an den nordhemisphärischen Stationen (das durch die anthropogene Quelle hauptsächlich in die nordhemisphärische Atmosphäre freigesetzte Verbrennungs-CO₂ enthält kein ¹⁴C und sollte daher den Gesamt-¹⁴C-Pegel in der Nordhemisphäre gegenüber dem der Südhemisphäre erniedrigen). Vielmehr finden wir an der Atka-Bucht während des ganzen Jahres signifikant niedrigere ¹⁴C-Aktivitäten als an den nordhemisphärischen Reinluftstationen. Wir führen dies auf den Gasaustausch von atmosphärischem CO₂ mit sehr ¹⁴C-armen Oberflächenwasser im zirkumpolaren Ozean zurück.

Erste Modellrechnungen, diesen Effekt zumindest qualitativ zu beschreiben, werden vorgestellt.

AEROSOLVERHÄLTNISSE AN DER GEORG-VON-NEUMAYER-STATION

Die chemische Zusammensetzung und die zeitliche Variation des antarktischen Luftstaubes (Backgroundaerosol) ist, insbesondere in Küstengebieten, noch kaum erforscht. Im Südsommer 1982/83 wurde südlich der deutschen Georg-von-Neumayer-Station ein Spurenstoffobservatorium installiert, das seitdem, von den Überwinterern betrieben, hier eine kontinuierliche und kontaminationskontrollierte Aerosolprobenahme ermöglicht hat.

Es werden zwei Jahresgänge folgender Aerosolkomponenten vorgestellt:

- Natrium als Indikator für Seesalz,
- Sulfat, der Hauptbestandteil des globalen Backgroundaerosols,
- Mangan als Vertreter terrigenen Aerosols sowie
- Blei als Beispiel eines Spurenstoffs, der große künstliche Quellen in der Nordhemisphäre hat.

Es zeigt sich, daß das lokal produzierte Seesalz mengenmäßig den Hauptanteil des Aerosols an der Georg-von-Neumayer-Station bildet. Der Seesalzjahresgang wird anhand meteorologischer Parameter diskutiert.

Die nichtmaritime Aerosolkomponente Sulfat und Mineralstaub weisen beide einen ausgeprägten Jahresgang mit Minimalwerten im Südwinter auf, vergleichbar mit Beobachtungen am Südpol. Die Bleikonzentrationen liegen dagegen niedriger als die bisher bekannten Südpolwerte.

DIE STRUKTUR SYNOPTISCHER DRUCKSYSTEME IN BODENNAHEN UND AEROLOGISCHEN MESSUNGEN.

Für den Standort der Georg-von-Neumayer-Station liegt seit der Überwinterung 1983 erstmals Datenmaterial vor, das über die bodennahe Grenzschicht hinaus die Atmosphäre bis zu einer Höhe von ca. 25000 m erfaßt. Für den zwischen dem Weddell-Meer und Königin Maud-Land liegenden Teil der Antarktis steht somit neben der britischen Halley-Station und der südafrikanischen SANAE-Station eine dritte Station mit routinemäßigen Radiosondierungen zur Verfügung.

Zum Verständnis einzelner Zyklonenpassagen wurden aerologische Messungen mit synoptischen Karten des ECMWF verglichen und aus Fallstudien bestimmte Gesetzmäßigkeiten mit Messungen anderer Antarktisstationen überprüft. Die daraus gewonnenen Strukturmerkmale der synoptischen Systeme werden dargestellt und dabei besonders der Zusammenhang zwischen Baroklinität in der unteren Troposphäre und dem östlichen Strahlstrom berücksichtigt.

VERTIKALE WÄRME- UND IMPULSFLÜSSE ÜBER DEM EKSTRÖM-SCHELFEIS

Von der Überwinterung 1983 liegt ein vollständiger Datensatz aus Messungen an Energiebilanzstation und 45m-Mast in aufbereiteter Form vor.

Er bildet die Grundlage für die Erstellung einer Grenzschicht-klimatologie der Georg-von-Neumayer-Station als charakteristischem Standort im Küstenbereich der Antarktis.

Zur Interpretation der während eines Jahres beobachteten Strömungssituationen werden Kenngrößen der planetaren Grenzschicht wie dynamische Rauigkeit, Bodenschubspannung, Grenzschichthöhe, Richardsonzahl und Profile der turbulenten Diffusionskoeffizienten bestimmt.

Die angewandten Verfahren müssen sowohl für die nahezu neutral bis stabil geschichtete als auch für die extrem stabil geschichtete Atmosphäre einsetzbar sein.

Eine erweiterte Typisierung ermöglicht es, die durch große dynamische erzeugte Turbulenz gekennzeichneten Situationen von denen mit bodennahen Inversionen und Abflußströmungen zu trennen.

Zusätzlich zu den ganzjährig registrierten 10min-Mitteln stehen insgesamt ca. 250 Stunden sog. schnelle Messungen im 1-min- bzw. 10s-Takt zur Verfügung.

Sie liefern Zusatzinformationen für die Bestimmung der Kenngrößen sowie zur Ermittlung sonst nicht erkennbarer Strömungsanteile wie z. B. Temperatur- und Windfluktuationen mit Perioden im Minutenbereich.

Von besonderem Interesse ist dabei, welche Bedeutung diese mit internen Wellen in Zusammenhang stehenden Fluktuationen für die Übertragung von Energie und Impuls haben bzw. wie sie die mittlere Strömung verändern.

WOLKENERKENNUNG ÜBER DER ANTARKTIS

Wolken in polaren Gebieten sind nicht nur Ausdruck der dort ablaufenden Prozesse; ihre Beeinflussung des Strahlungshaushalts kann auch diese verändern. Daher müssen auch Wolken in Zirkulationsmodellen mit ihren Wechselwirkungen numerisch simuliert werden. Die Verifikation derselben, aber auch die Klimadiagnostik erfordert genaue Beobachtungen.

Daher werden auch Satellitendaten bezüglich ihres Informationsgehalts über Wolken und deren Strahlungseigenschaften untersucht. Dies sind in diesem Fall die multispektralen Messungen mit einem hochauflösenden Radiometer (AVHRR) von den polarumlaufenden Satelliten der NOAA-Serie aus.

Anhand einiger Fallstudien kann nunmehr gezeigt werden, daß sogar über dem Schnee tiefe und hohe Wolkenfelder zuverlässig in Nacht- wie auch Tagmessungen identifiziert und damit mit rechnergesteuerten Analysen statistisch erfaßt werden können. Die Kontrasterhöhung gegenüber dem Signal des Untergrunds erfordert geeignete Mischungen der in den verschiedenen Spektralbereichen erfolgenden Messungen wobei letztere Unterschiede im spektralen Emissionsvermögen von Wasser- und Eispartikeln empfindlich wiedergeben. Leider sind bei den niedrigen Temperaturen der Polargebiete die Infrarotmessungen etwas verrauscht. In den Tagmessungen kann auch die überwiegende Phase des Wassers (flüssig oder fest) an der Oberfläche von Wolken erkannt werden.

Gegenüber manuellen (subjektiven) Bildanalysen kann ein an Schwellwerten orientiertes mehrdimensionales Analyseverfahren Fehlerquoten von weniger als 10 - 15 % erzielen.

Durch geeignete Manipulation der Messungen reflektierter Solarstrahlung kann der spektrale Unterschied in der Reflexion über Eis und Wasser, der bei dünner Bewölkung sich auch durch Wolken hindurch abbildet, genutzt werden zur Kartierung der Eisbedeckung und deren lokaler Änderungen. Empirische Studien der Zirkulation des Eiswirbels über der Weddell-See sind dadurch möglich. Auch hierzu werden einige Beispiele vorgeführt.

PULSATIONSREGISTRIERUNGEN AUF DER GEORG-VON-NEUMAYER-STATION

Während der Überwinterungs-Kampagnen 1983/84 und 84/85 wurden auf der Georg-von-Neumayer-Station ca. 3 Monate lang, in der Zeit nach dem antarktischen Herbstäquinoktium und in der Nähe des Sommersolstitiums, Variationen des Erdmagnetfeldes mit einer Abtastrate von 10 Hz gemessen.

Dazu dienten Förstersonden-Magnetometer mit 3 aufeinander senkrecht stehender Sensoren, die zur Dauerregistrierung der Erdmagnetfeldschwankungen auf der GvN-Station eingesetzt werden.

Kontinuierliche Pulsationen (PC) im Periodenbereich von 0.2 bis 600 Sekunden, die phänomenologisch als PC1...PC5-Pulsationen klassifiziert sind (Jacobs, 1970), können wegen noch nicht geklärter Störsignale nur für Perioden bis 0.7 Sekunden nachgewiesen werden.

Ähnliche Störsignale entstanden auch beim Abtasten von Förstersondensignalen auf Halley Bay (Westwood, 64). Erste Analysen eines Teils des Datensatzes lassen starke Tagesgänge im PC1- und PC3- bis PC5-Band erkennen.

Das Maximum der PC1-Pulsationen befindet sich zwischen 1400 und 1700 UT; häufig sind sie auch kurz vor und nach Mitternacht nachweisbar.

Pulsationen im PC3- bis PC5-Band registriert man meist in den frühen Morgenstunden.

Nur in den horizontalen Komponenten zu finden sind oft Pulsationen im Periodenbereich von 6 bis 40 Sekunden (PC2/PC3-Band). Diese Pulsationsart hat ihr Maximum zwischen 0300 und 0800 UT, ihre Perioden vergrößern sich zu den Abendstunden hin.

ÜBER GEZEITENMESSUNGEN AUF DEM EKSTRÖM-SCHELFEIS, ANTARKTIS,
WÄHREND DER ÜBERWINTERUNG 1984

Seit 1982 wird an der Georg-von-Neumayer-Station ein Askania-GS-15-Gravimeter betrieben. Auf der festen Erde registriert ein solches Gravimeter im wesentlichen die Erdgezeiten, auf einer Schelfeisplatte läßt sich hiermit die Reaktion des Eises auf die Meeresgezeiten messen. Während der Überwinterung 1984/85 gelang es, die bisher längste ununterbrochene Zeitreihe von 333 Tagen an diesem Ort zu erhalten. Die Auswertung dieser Zeitreihe ergibt folgende Resultate: Die Erdgezeiten an diesem Ort sind überwiegend ganztägig, die gemessenen Gezeiten gemischt, überwiegend halbtägig. Der ermittelte Gezeitenhub hat bei Springtide eine Doppelamplitude von ca. 1.10 m. Im Spektrum finden sich signifikante Amplituden im drittel- und vierteltägigen Frequenzbereich, die als nichtlineare Wellen, also Oberwellen zu den größeren Tiden, zu deuten sind. Wenn diese nichtlinearen Wellen durch ein nichtlineares Verhalten des Schelfeises erklärt werden können, lassen sich Erkenntnisse über das Biegeverhalten der Eisplatte gewinnen.

Während der Überwinterung entstanden auch zwei Eigenbau-Neigungsmeßgeräte. Trotz der Einfachheit dieser Geräte gelang es, damit die gezeitenbedingten Neigungen des Schelfeises zu messen. Die Meßgeräte wurden so orientiert, daß sie die Nord-Süd-Komponente der Neigung aufzeichneten, weil auf Grund der Struktur des Ekström-Schelfeises in dieser Richtung die größten Effekte vermutet wurden. Gerät Nr. 1 mißt seit Oktober 1984 im geophysikalischen Observatorium der Station neben dem Gravimeter; Gerät Nr. 2 wurde im Südsommer 1984/85 an drei Stationen an einem 10 km entfernt gelegenen Ice-rise jeweils etwa einen Monat lang aufgestellt. Wichtigste Ergebnisse: Zum einen sind die Neigungen am Ice-rise wesentlich größer als im Observatorium und zum anderen ist das Verhältnis ganz- zu halbtägiger Gezeiten am Ice-rise etwa 1:1, im Observatorium aber etwa 1:10.

HOLOZÄNE SEDIMENTATION IN BRANSFIELD STRASSE UND POWELL BECKEN
(ANTARKTIS)

Die Sedimente der Bransfield-Straße unterscheiden sich in Korngröße, Corg-Gehalt und Sedimentationsraten von den Sedimenten aus dem Powell-Becken (nördliche Weddell-See). Das Bransfield-Straßen-Sediment besteht aus grüngrauen siltigen Zonen; etwa 75 % liegt in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ vor. In diese Tone sind gröbere Turbiditlagen eingeschaltet. Die größeren Powell-Becken-Sedimente wechseln stärker in der Korngrößenzusammensetzung und enthalten bis zu 20 cm große Gerölle. Danach ist der Anteil eisbergtransportierten Materials im Powell-Becken bedeutend größer als in der Bransfield-Straße. Auch die Sedimentationsraten sind sehr unterschiedlich. In der Bransfield-Straße betragen sie zwischen 260 und 460 cm/1000 Jahre und sind damit etwa 200-mal höher als im Powell-Becken (etwa 1.4 cm/1000 Jahre). Entsprechend höher sind auch die Ablagerungsraten organischer Substanz in der Bransfield-Straße. Bei vergleichbaren Corg-Gehalten des Sediments wird in der Bransfield-Straße etwa 10 g C/m^2 im Jahr abgelagert, im Powell-Becken dagegen nur 0.04 g C/m^2 im Jahr. Da die hohen Corg-Ablagerungsraten in der Bransfield-Straße nicht ausschließlich mit einer höheren Produktion erklärt werden können, wird angenommen, daß ein wesentlicher Anteil hangabtransportiertes Flachwassermaterial ist. Die Zusammensetzung stabiler Isotope und die C/N-Verhältnisse bestätigen diese Annahme.

FEUER UND EIS- SUBGLAZIALER VUKANISMUS IN ANTARKTIKA

The interaction of water and magma results in volcanic eruptions of variable explosiveness and a wide variety of different mostly pyroclastic volcanic rocks (i.e. particulate volcanic material containing ash, lapilli and/or larger bomb sized fragments). The volume ratio of water and magma as well as the depth of interaction, the type of the surrounding media and the composition (viscosity and volatile content) of the magma involved are critical parameters that determine the explosiveness and the character of the resulting deposit. Typical settings for magma/water interactions are submarine volcanoes (seamounts), phreatomagmatic volcanoes on land (interaction with meteoric surface or ground waters) and subglacial volcanoes in Iceland and Antarctica.

In this contribution we describe typical rock types and sections from subglacial basaltic volcanoes and discuss the above parameters based on field observations made on emergent subglacial volcanoes in the Mt. Melbourne volcanic field (Antarctica).

The typical section through a subglacial volcano in the field starts at the base with large volume hyaloclastite mass flow deposits, intercalated sills and intrusions that may fringe out laterally into pillows of variable diameter. Large pillow complexes which are typical for the subglacial volcanoes (Moberg formations) in Iceland have not been observed. This limits the thickness of glacial ice sheets in the coastal Mt. Melbourne area to less than about 200-300 m during the last few million years of volcanic activity. Synvolcanic slumping and re-deposition of the hyaloclastites indicates instabilities in the level of melt water and ice walls surrounding the subglacial volcano. The first evidence for shallow water and/or subaerial explosive activity (tuffrings) dates the removal of the glacial "lid" on the "boiling" subglacial volcano and drainage of melt water from the system. Typically, these tuff rings are overlain by or intercalated with subaerial scoria cones, lava flows and more complicated pyroclastic deposits resulting from lava flowing into shallow melt water lakes. We found one subaerial flow deposit that we interpret as a basaltic low-temperature ignimbrite based on local distribution, particle size and the distinct type of foamy scoria. These rocks are interbedded with lahars and shallow water reworked pyroclastic material. The typical section (Fig. 1) is overlain by "fluvial" sediments composed of finegrained epiclastite and chaotic coarse grained breccias. Based on these observations we develop a model for subglacial volcanism in the Mt. Melbourne volcanic field (Fig. 2). Observed deviations from the type-sequence described are related to magma composition, ice thickness and extrusion rates and may be interpreted by comparison with subglacial volcanic complexes described from other parts of Antarctica (Mary Byrd Land), Alaska and Iceland.

ERGEBNISSE GEOCHEMISCHER UND GEOCHRONOLOGISCHER UNTERSUCHUNGEN AN VULKANITEN VON NEUSCHWABENLAND, ANTARKTIKA



Schwabenlandexpedition 1982/83 nach Vestfjella (N Kraulberge)
(vgl. Abb.)

Die Gebirgsmassive Vestfjellas bestehen aus über 1000 m mächtigen kontinental-tholeiitischen Basaltflows und Pyroklastika, in die untergeordnet einige Pikrite eingeschaltet sind. Die Folge wird von zahlreichen Dikes und Sills intrudiert. Im Gegensatz zu Dikes und Sills sind die Flows stets stark vergrünt. Aufgrund geochemischer und petrographischer Ergebnisse sind Intrusiva und Effusiva einem gemeinsamen Stammagma zuzuordnen. Radiometrische und paleomagnetische Untersuchungen ergaben sowohl für die Effusiva als auch für die Intrusiva jurassische Alter bzw. Richtungen. Die Vulkanite können einem kontinentalen Riftsystem zugeordnet werden, das mit der Öffnung der Weddell-See in Verbindung steht.

Schwabenlandexpedition 1983/84 im Rahmen des "South African Antarctic Earth Science Program" nach Ahlmannrücken und Borgmassiv (vgl. Abb.)

Die im NE Ahlmannrücken am Westrand des Jutul-Penk-Grabens gelegenen Nunataks und Bergmassive bestehen aus andesitischen, glasreichen (devitrifiziert) Effusiva mit Einschaltungen geringmächtiger Sedimente und bis zu 80 m mächtigen Pillow-Laven. Die Massive im zentralen Ahlmannrücken bestehen dagegen aus klastischen Sedimentfolgen präkambrischen Alters, in die mächtige mafische Intrusivkörper (sog. Borg-Massiv-Intrusion) eingedrungen sind. Beide Abfolgen werden von zwei Doleritdike-Generationen intrudiert, die mit 1200 Ma und 200 Ma datiert wurden. Bisher vorliegende Daten früherer Bearbeiter (Rb/Sr-Gesamtgestein,

K/Ar-Gesamtgestein, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Gesamtgestein) an Effusiva und Borg-Massiv-Intrusiva variieren zwischen 1700 Ma und 700 Ma. Die im Rahmen dieser Untersuchung ermittelten K/Ar-Mineraldatierungen (Plagioklas und Grundmasse) liegen für die Effusiva und Borg-Massiv-Intrusiva zwischen 1100 Ma und 460 Ma. Mit zunehmender Alteration, die bisweilen zur völligen Auslöschung des primären Mineralbestandes führen kann, ist eine Verjüngung der K/Ar-Alter zu beobachten. Diese Verjüngung kann auch im Zusammenhang mit altpaläozoischen Deformationen stehen, in deren Folge lokale Mylonitzonen entstanden, deren Hellglimmer mit 525 Ma (K/Ar) datiert wurden. Dieses Pan-African-Deformationsalter kann in Zusammenhang mit der Ross-Orogenese gesehen werden. Die starke Alteration läßt eine geochemische Charakterisierung der Effusiva und Borg-Massiv-Intrusiva anhand der Hauptelemente nicht zu. Spurenelement- und Seltene-Erden-Analysen weisen auf kontinentale Tholeiite hin. Ebenso zeigen beide Doleritgenerationen Haupt- und Spurenelementverteilungen kontinentaler Tholeiitbasalte. Die jurassischen Dikes des Ahlmannrückens zeigen ähnliche geochemische Charakteristika wie die Doleritdikes aus Vestfjellen (N Kraulberge), während sich für die um 1200 Ma alten Doleritdikes eine Verwandtschaft zu den Effusiva der NE Ahlmannrückens zu den Borg-Massiv-Intrusiva andeutet.

Sowohl die ca. 1200 Ma alten Doleritdikes als auch die jurassischen Dikes streichen bevorzugt parallel zum Jutul-Penk-Graben. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich vom westlichen Mühlig-Hoffmann-Gebirge über Ahlmannrücken und Borg-Massiv bis zum westlich des Borg-Massivs gelegenen Annandagstoppane (vgl. Abb.), wo jeweils sehr altes Basementgestein aufgeschlossen ist. Diese gesamte Region wird als proterozoisch angelegte Riftzone interpretiert. Während des mesozoischen Gondwanazerfalls und der ausgedehnten Riftprozesse im gesamten westlichen Neu-Schwabenland hat diese proterozoische Riftzone insbesondere im Bereich des Jutul-Penk-Grabens eine Reaktivierung erfahren.

MAGNETOTELLURISCHE MESSUNGEN IM NORD VICTORIA-LAND

Zum Jahreswechsel 1984/85 wurden im Rahmen der Ganovex IV-Expedition magnetotellurische Messungen im Nord-Victoria-Land durchgeführt (Förstersonde + Elektrograph, Periodenbereich 3 Sek. bis 5000 Sek.).

Unterstützt wurden diese Messungen durch Beobachtung der erdmagnetischen Variationen. Dabei wurden drei Askania-Variographen (Periodenbereich 1 Min. bis 6 Std.) eingesetzt.

Während es mit den Askania-Variographen temperaturbedingt große Probleme gab, konnte mit der Magnetotellurik-Apparatur nach Überwindung von Startschwierigkeiten ein Profil über den oberen Priestley-Gletscher (etwa 161.5 E, 73.7 S) gemessen werden. Der Stationsabstand betrug etwa 5 km. Die 4 Stationen wurden quer zur Längserstreckung des Priestley-Gletschers aufgebaut. Wegen der ausgedehnten Spaltenfelder und der unsicheren Wetterlage waren die logistischen Schwierigkeiten groß und die Stationsbetreuung war nur mit dem Hubschrauber möglich. Neben der Erforschung der Leitfähigkeit des Untergrundes galt es bei diesem Projekt auch die prinzipielle Durchführbarkeit von MT-Messungen in so hohen magnetischen Breiten und unter diesen klimatischen Bedingungen zu untersuchen. Bezüglich der Meßgeräte kann man bereits jetzt feststellen, daß sie zum größten Teil den Anforderungen der Antarktis genügen. Zu den Ergebnissen der Messungen ist ein Fazit beim jetzigen Stand der Auswertung (Sept. 85) noch schwierig, jedoch läßt sich feststellen, daß sich durchaus stabile Kurven des scheinbaren spezifischen Widerstandes ergeben.

Die Stärke des anregenden Magnetfeldes reicht aus, um mit einer Förstersonden-Apparatur bis etwa 10-30 Sek. Periode ausreichende Amplituden zu erhalten. Die elektrischen Felder sind wegen der hohen Widerstände der Eisbedeckung naturgemäß sehr hoch (bis einige 100 mV/km) und ermöglichen kleine Auslagen oder niedrige Verstärkungen. Insgesamt scheint die Methode in der Antarktis erfolgreich anwendbar zu sein.

GLAZIALGEOLOGISCHE ARBEITEN IM RAHMEN VON GANOVEX IV ZUR KLÄRUNG DER GLAZIALENTWICKLUNG UND ZUR GESCHIEBEKUNDE IM NORD-VICTORIA-LAND

Im Rahmen von GANOVEX IV wurden hauptsächlich im Küstenbereich der Terra Nova Bay und in den Outback-Nunatakern im W des Transantarktischen Gebirges glazialgeologische Arbeiten durchgeführt. Sie dienten der Erkundung der Glazialentwicklung des Gebietes seit dem Jungtertiär. Außerdem sollten mit Hilfe der Geschiebeforschung Hinweise auf subglaziale Ursprungsgebiete von Geschieben erhalten werden.

Durch die Kartierung der glaziären Beanspruchung und der unterschiedlichen Verwitterungsgrade der Gesteine konnten deutlich die Wirkungen von drei verschiedenen Eisströmen im Bereich der Outback Nunatacker festgestellt werden. Aufgrund der Kritzen, Sichelbrüche und "Roches moutonnés" im Festgestein waren auch Aussagen über die ehemaligen Fließrichtungen des Plateaueises möglich. Der älteste, nach Vergleichen mit Arbeiten von DENTON wahrscheinlich jung-mio- bis pliozäne Eisstrom verlief von SSE nach NNW und seine Oberfläche lag mindestens 600 m über dem heutigen NNE. Danach drehte die Fließrichtung allmählich auf die heute gültigen Werte nach NE bis E.

Auf den ältesten und höchsten Verwitterungsflächen kommen keine erratischen Geschiebe mehr vor, da sie vollständig erodiert worden sind. Das auf den unteren Niveaus gefundene Geschiebmaterial wurde ausgewertet und wahrscheinlichen Liefergebieten zugeordnet.

Im Küstengebiet war die Hauptaufgabe die Bearbeitung von Strandwällen im Bereich der Northern Foothills und von Inexpressible Island in der Terra Nova Bay. Durch Hebungen im Küstenbereich des westlichen Ross-Eismeres um Beträge zwischen 35 und 40 m sind Strandwälle trockenengefallen. Dies kann erst nach dem Abschmelzen des in der Weichsel-Kaltzeit weit nach N vorgestoßenen Ross-Schelfeises geschehen sein.

Durch 12 Fossilfunde (Adelie-Pinguin- und Skua-Knochen) in den Strandwalledimenten ergaben sich Datierungsmöglichkeiten, die Klarheit über den zeitlichen Ablauf der Hebung gebracht haben.

BODEN- UND FELSBEWOHNENDE PFLANZENGESELLSCHAFTEN DER MARITIMEN ANTARKTIS

Boden- und Felsflächen, die über kürzere oder längere Zeitspannen während des Jahresablaufes frei von Eis und Schnee sind, in jener polaren Vegetationszone, die nach dem Vorgang von Holdgate (1964) nicht ganz zutreffend "maritime Antarktis" genannt wird (d.h. das Grahamland mit seinen vorgelagerten Inselgruppen von den Alexanderinseln über die Adelaidsinseln, Palmerinseln, Rossinseln, Joinvilleinseln und Südshetlandinseln bis zu den Südorkneyinseln und Südsandwichinseln) beherbergen die artenreichsten und höchstentwickelten Landpflanzenvereine des antarktischen Lebensraums. Erwartungsgemäß fehlen Gehölzgesellschaften; nach den vorherrschenden Großgruppen lassen sich jedoch neben wenigen Blütenpflanzenengesellschaften (z.B. Deschampsietum antarcticae) vielgestaltige Moosgesellschaften (z.B. Drepanocladetum uncinati), zahlreiche Flechtengesellschaften (z.B. Placopsidetum contortuplicatae) sowie einige Algengesellschaften (z.B. Prasiocletum crispae) unterscheiden. Die meisten antarktischen Tundren- gesellschaften besitzen engumgrenzte Siedlungsräume (z.B. Omphalodiscetum antarcticae), nur wenige können als zirkumantarktisch bezeichnet werden (z.B. Xanthorietum elegantis). Zumindest im Hinblick auf die Gesellschafts-, Verbands-, Ordnungs- und Klassencharakterarten liegt der Endemitenanteil dabei im Gegensatz zu früheren Annahmen kaum höher als in anderen Bioregionen. Stenoklimatische (z.B. Usneetum fasciatae) und stenosubstratische Pioniergesellschaften (z.B. Ramalinetum terebratae) halten einander die Waage und gestatten Rückschlüsse auf langanhaltende Umweltbedingungen. Haushalt, Zusammensetzung und Entwicklung vieler antarktischer Pflanzengesellschaften waren bisher nur unzureichend bekannt; mittlerweile liegen jedoch genügend Beobachtungsergebnisse vor, um von der oft geübten formationsbiologischen zu einer phytosoziologischen Betrachtungsweise überzugehen.

Literatur:

- ALEKSANDROVA, V. D. (1980): The Arctic and Antarctic: their division into geobotanical areas. Cambridge.
- GIMINGHAM, C. H. and LEWIS-SMITH, R. I. (1970): Bryophyte and lichen communities in the maritime Antarctic. In: HOLDGATE, M. W. (Ed) Antarctic ecology: 752 - 785. London.
- HOLDGATE, M. W. (1964): Terrestrial ecology in the maritime Antarctic. In: CARRICK, R., HOLDGATE, M.W. et PREVOST, J. (Ed.) Biologie antarctique: 181 - 194. Paris.
- LINDSAY, D. C. (1971): Vegetation of the South Shetland Islands. Bull. Brit. Antarct. Surv. 25: 59 - 83.
- MACKENZIE-LAMB, I. (1970): Antarctic terrestrial plants and their ecology. In: HOLDGATE, M. W. (ed.) Antarctic ecology: 733 - 751. London.

MEEREIS-LEBENS-GEMEINSCHAFTEN: ORGANISMEN UND BEDEUTUNG

Das antarktische Meereis bietet Lebensraum für eine Vielzahl von Organismen der verschiedensten systematischen Gruppen. Neben autotrophen Diatomeen und Flagellaten sind in großer Anzahl heterotrophe Protozoen mit Foraminiferen und Ciliaten vertreten und es leben Turbellarien, Nematoden, Pteropoden, Polychaetenlarven, Copepoden und Amphipoden im Eislückensystem. Das Eislückensystem besteht neben Spalten, Rissen und Klüften aus Salzlakunen und Salztaschen ("brine channels", "brine pockets"), in denen sich die Eisorganismen mehr oder weniger frei bewegen können. Die Menrzahl sowohl der Diatomeen als auch der tierischen Organismen ist in den unteren 30 bis 50 cm des Eises konzentriert, obwohl auch in oberen Eisschichten noch Leben vorhanden ist.

Ein möglicher Eisbildungsprozess über "platelet"-Eis, das in größeren Tiefen gebildet wird und dann zur Oberfläche aufsteigt, kann als Erklärung für hohe Individuenzahlen sowohl von Diatomeen als auch von Foraminiferen herangezogen werden. Ebenso können diese "platelets" als Transportmechanismus für benthische Arten dienen, die einen beträchtlichen Teil der Eisorganismen ausmachen.

Während der Wintermonate wird die Eislebensgemeinschaft vor allem vom Krill und einigen Fischarten ausgenutzt, die an der porösen Unterseite des Eises einen Teil ihres Nahrungsbedarfs decken. Beim Tauen des Eises werden Mitglieder der Eislebensgemeinschaft in die Wassersäule freigesetzt. Diese Organismen finden gute Wachstumsbedingungen vor und sind mit daran beteiligt, die Frühjahrsblüte des Planktons auszulösen.

PHOTOS VOM MEERESBODEN UND IHRE ANWENDUNG IN DER BENTHOSFORSCHUNG DER POLARGEBIETE

In den hinsichtlich ihrer Bodenbesiedlung noch wenig erschlossenen tiefen Schelfe der Polarmeere (>80 m Tiefe) stellt sich aus ökologischer Sicht zunächst die Aufgabe einer Bestandsaufnahme. Für die Arbeiten am Makrozoobenthos (≥ 1 cm) bietet die Unterwasserphotographie im Gegensatz zu anderen Methoden die Möglichkeit, kleinräumig absolute Häufigkeiten mit hoher Genauigkeit zu ermitteln.

Hierzu wurde ein leicht zu handhabendes und preiswertes Gerät entwickelt, das in der Antarktis und Arktis erfolgreich eingesetzt wurde und technisch gute Photos lieferte.

Auf den Bildern sind Lebensgemeinschaften erkennbar, die sich in ihrer Diversität und in den dominanten Tiergruppen deutlich voneinander unterscheiden.

In der Weddell-See zeigen sich Biozönosen, die durch folgende Charakteristika auffallen: Bryozoen und Schwämme, z.B. in der Atka-Bucht, Schwämme und Haarsterne, z.B. am Vestkap, kleine Seesterne auf steinigem Hartboden, z.B. zwischen Vestkap und Vahsel Bay und Seegurken und Anthozoen, z.B. im Filchner-Graben und in der Gould Bay.

Die Aufnahmen vom ostgrönländischen Schelf zeigen hauptsächlich Weichbodensubstrate, deren dominierendes Element Schlangensterne sind. Auf dem Spitzboergenschelf finden wir eine vielfältige Hartbodengemeinschaft mit Anthozoen und Haarsternen.

Das Poster "Benthos, Arktis - Antarktis, ein Vergleich" veranschaulicht einige Beispiele für Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den genannten arktischen und antarktischen Lebensgemeinschaften anhand ausgewählter Photos.

Für einzelne Arten ergeben sich verschiedene Formen der Verteilung, die unterschiedliche Grade von Unregelmäßigkeit (patchiness) aufweisen. Diese Muster lassen sich über eine gesamte Filmlänge (~60 Bilder) und innerhalb eines Bildes (1-1,5 m²) auswerten.

Meeresbodenphotographie sollte nur im Zusammenhang mit Methoden angewandt werden, die Referenzexemplare liefern. Tiermaterial aus Netzfängen, das auf den gleichen Stationen gewonnen wurde, ermöglicht eine sichere Bestimmung der fotografierten Arten. Außerdem erhält man Informationen zum Gewicht der Individuen, die eine kleinräumige Abschätzung der Biomasse durch die Unterwasserphotos erlauben.

NÄHRSTOFFLIMITATION UND -KONKURRENZ IM ANTARKTISCHEN PHYTO-
PLANKTON

Auf Grund der im Vergleich zu anderen Meeresgebieten hohen Nährstoffkonzentrationen wird Nährstofflimitation des antarktischen Phytoplanktons im allgemeinen nicht angenommen, mit Ausnahme von Si-Limitation einiger Kieselalgen. Da jedoch kinetische Daten für nährstofflimitiertes Wachstum bei extrem niedrigen Temperaturen bisher nicht vorlagen, war es bislang unmöglich, festzustellen, ob die relativ zu anderen Meeresgebieten hohen Nährstoffkonzentrationen auch relativ zum Bedarf der antarktischen Phytoplankter nicht-limitierend seien. Deshalb wurden auf der Forschungsfahrt der "Polarstern" im Dezember 1984 Kulturexperimente sowohl zur Limitation der Wachstumsrate einiger Arten durch Si und N als auch zur interspezifischen Konkurrenz um diese beiden Nährstoffe durchgeführt. Phosphat war im gesamten untersuchten Bereich in so hohen Konzentrationen vorhanden, daß es in Relation zu N auf jeden Fall Minimumfaktor war.

Die Ergebnisse der Versuche zur Limitation der Wachstumsrate zeigten, daß die natürlich auftretenden Konzentrationen beider untersuchter Nährstoffe für jeweils verschiedene Arten limitierend sein können: Si für Corethron criophilum und Nitzschia kerguelensis, N z.B. für Nitzschia cylindrus. An semikontinuierlicher Mischkultur konnte gezeigt werden, daß die interspezifische Konkurrenz um limitierende Nährstoffe bestimmend für die Artenzusammensetzung sein kann, wobei jeweils von verschiedenen Nährstoffen limitierte Arten miteinander koexistieren. Eine Gradientenanalyse der Nährstoffkonzentrationen und der Phytoplanktonzusammensetzung im Oberflächenwasser während der Rückfahrt zeigte, daß sich ein Teil der Artenzusammensetzung mit Nährstoffkonkurrenz erklären läßt.

SOMMERLICHE PHYTOPLANKTONENTWICKLUNG IN DER VESTKAPP-BOX (WEDDELL-SEE)

Phytoplankton development during late summer 1985 in the eastern Weddell Sea, Antarctica

During the austral summer (Jan./Febr.) 1985 comprehensive phytoplankton investigations have been carried out in a confined area of 60 x 60 nm off Vestkapp (eastern Weddell Sea). From 23 January to 1 February measurements for nutrient salts, phytoplankton species, biomass and primary production have been carried out at a total of 32 stations. Sampling was repeated from 12 to 21 of February. Additionally on 7 occasions moored and free drifting sediment traps were deployed.

During the first set of measurements favourable growth conditions for the phytoplankton were encountered, density gradients occurred in 20 to 40 m of water depth, and were more pronounced in offshore than in nearshore waters. Nutrient profiles in the upper 300 m of the water column indicated that considerable phytoplankton growth had occurred, however, the respective biomass was neither observed in the nearshore nor in the offshore waters. Chlorophyll ranged between 0.5 and 2.5 mg/m³. On an areal basis biomass in nearshore waters was higher and concentrated in the top 10 m of the water column, whereas offshore subsurface maxima of chlorophyll were found in 30 to 50 m of water depth. Primary production was high in nearshore waters (400 - 900 mg C/m²/d¹) and much lower in the offshore waters (60 - 200 mgC/m²/d¹). Phytoplankton assemblages were dominated by diatoms, but also large amounts of Phaeocystis were abundant in the entire area.

By mid-February, when the second set of measurements was carried out, the same hydrographical conditions were still present. Nitrate, still available in sufficient amounts for phytoplankton growth, had dropped by 10 mmol/m³ in the upper 50 meters, but no concomitant increase in biomass was found. Primary production was in the same range as during the first investigation. Assimilation numbers indicated that growth performance of phytoplankton had not changed. However, species composition of phytoplankton exhibited a different pattern. The diatoms were still abundant, but Phaeocystis was replaced by the silicoflagellate Distephanus spec.

Sediment trap collections were dominated by flocculent detrital material and small faecal pellets, but also some viable phytoplankton cells had settled out. In terms of pigments vertical flux was equivalent to approximately 4 % of standing stock of the euphotic zone.

During both sets of measurements nutrient decrease in the upper 100 m of the water column did not correspond to an equivalent increase in biomass of phytoplankton. We assume that the observed differences in nitrate were due to phytoplankton uptake rather than to advective processes, as the same nutrient regime was

found due north and south of the investigation area. The fate of the "missing" biomass will be discussed with regard to transfer to other trophic levels of the pelagic food web, sedimentation, horizontal and vertical dispersal.

HUMANPHYSIOLOGIE IN POLARGEBIETEN: ERGEBNISSE UND PROBLEME

Kenntnisse über das physiologische Verhalten des Menschen in polaren Regionen sind nicht nur aus biologisch-medizinischer Sicht von grundlegender Bedeutung, sondern bestimmen sehr wesentlich auch den Erfolg der ortsgebundenen Forschungsarbeit auf anderen polarbezogenen Feldern. Umso verständlicher erscheinen deshalb die weltweiten Bemühungen auf diesem interessanten Grenzgebiet der Humanwissenschaft. Eine gewisse methodische Standardisierung ist vor allem dadurch gegeben, daß die Untersuchungen üblicherweise an zuvor ausgewählten Personen durchgeführt werden, die den extremen Umwelteinflüssen zwar für längere Zeit, jedoch stets vorübergehend ausgesetzt sind.

Physiologische Betrachtungen müssen von den environtologischen Besonderheiten der hohen Breiten (Makroumwelt) ausgehen und zugleich die verschiedenen Techniken zur Schaffung einer dem Menschen zuträglichen Nahumgebung (Mikroumwelt), wie Behausung, Bekleidung, Energieversorgung, Nahrungsangebot und individuelle psychische Aktivierung berücksichtigen. Entsprechende experimentelle Untersuchungen erstrecken sich in erster Linie auf Anpassungsprozesse des Organismus im Hinblick auf seine Energiebilanz und den Stoffwechsel, das kardiopulmonale und das Nervensystem sowie das reparative und das Abwehrsystem unter dem Einfluß ortstypischer Faktoren wie etwa Kälte, ungewohnte Tag-/Nacht-Verhältnisse, Reizmonotonie oder magnetische und elektrische Felder. Ihr Ziel ist es, die unter den besonderen Verhältnissen auftretenden adaptationsbedingten Funktionsveränderungen an Organen und Organsystemen näher zu ergründen. Zahlreiche Mechanismen dieser Art konnten inzwischen aufgedeckt werden. Grundsätzlich reagiert der Organismus auf Störgrößen der Umwelt sowohl lokal an den Orten der Einwirkung als auch allgemein (systemisch) mit mehr oder weniger ausgeprägter Organspezifität. Dabei muß zwischen kurz- und langfristigen Prozessen unterschieden werden.

Ausgedehnte Erfahrungen liegen bisher nur hinsichtlich der Anpassung an Kälte vor. Die lokale Adaptation betrifft hier vor allem die Blut-Mikrozirkulation im Bereich der Extremitäten sowie die aus humanphysiologischer Sicht weniger erhebliche Erneuerung der Haut und das Wachstum ihrer Anhangsgebilde (Nägel und Haare). Die allgemeine Adaptation kann demgegenüber prinzipiell auf 3 Wegen erreicht werden, nämlich durch Senkung der Körpertemperatur, Erhöhung der Wärmeproduktion oder Einschränkung der Wärmeabgabe. Unbeschadet gewisser Veränderungen des Wärmegehalts werden Verschiebungen des Sollwerts der kontrollierten Innentemperatur des Körpers als Akklimatisationsfolge beim Menschen nicht beobachtet. Desgleichen bleibt der Grundumsatz auch nach längerem Aufenthalt in Polargebieten nahezu konstant und scheint der Energieverbrauch kaltklimaadaptierter Personen bei standardisierter Arbeit (und damit der nutzbare Wärmebetrag) entgegen früheren Erwartungen nicht wesentlich gesteigert zu sein. Als entscheidender Prozeß der (langfristigen) Adaptation an die Kälte ist somit

die Einschränkung des Wärmeverlustes durch Verbesserung der statischen und dynamischen Thermoisolation von Geweben im Bereich der Körperperipherie anzusehen, wie auch aus Messungen des Körpergewichts, der Hautfaltendicke und der zirkulatorischen Dynamik zweifelsfrei hervorgeht.

Die lokalen und allgemeinen Anpassungsvorgänge des menschlichen Organismus sind in ihrer Mehrzahl sowohl aktuellen äußeren Einflüssen als auch endogenen, durch Tages- und Jahreszeit synchronisierten Rhythmen unterworfen. Sie werden darüber hinaus in erheblichem Maße durch psychische Faktoren modifiziert, die ihrerseits wiederum aus Anlage, Erziehung, Gewohnheit und situativer Belastung resultieren. Die zukünftige Forschung wird gerade dieser psychophysischen Wechselwirkung in noch höherem Maße Rechnung tragen müssen, um geeignete Schulungskonzepte zur Vorbeugung von Gesundheitsstörungen weiterentwickeln zu können. Sie wird sich in diesem Sinne vorrangig auf Probleme der Photoperiodizität, der Kälte und der Isolation kleiner Gruppen konzentrieren.

THE PROPERTIES OF POLAR MIRAGES

Mirages are frequently seen in polar regions. While scientists in general are familiar with the concept that mirages are created by anomalous atmospheric refraction, knowledge of the details of image formation seems less widespread. This paper will survey recent analysis and field work, and provide photographic examples of the possible types of mirages.

The atmosphere is a medium of continuously varying refractive index, the gradient of which determines the curvature of light rays; and it is the strongly curved rays that generate mirages. The gradient is approximately proportional to the temperature gradient, and inversely proportional to the absolute temperature. Thus the dense cold air of polar regions has the high refractive power required to create the most complex mirages.

Mirages are classified into inferior and superior mirages, the latter being further broken down into three subgroups. The inferior mirage, which shows a single inverted image displaced below the object (like a reflection in a pool of water), arises when the heat flux from the earth's surface is upward, to produce air temperature decreasing with elevation.

The superior mirage is the more complex one, arising in stably stratified air under a temperature inversion. Light rays are curved downward, concave toward the earth, so that distant objects appear elevated. The following three subdivisions have been proposed (Lehn, 1979).

1. The hillingar effect requires a small uniform upward temperature gradient. An increase of $0.11^{\circ}\text{C}/\text{m}$ at 0°C neutralises the earth's curvature and makes the earth appear flat. Because little distortion is present, the hillingar is usually not noticed by untrained observers.
2. The hafgerdingar effect is seen at short ranges in atmospheres with stronger nonuniform gradients. Image distortion is severe; a flat environment may appear to develop abrupt overhanging cliffs.
3. Optical ducting becomes possible as an imaging mechanism. over ranges of the order of 100 km, when an elevated thermocline caps a relatively uniform surface layer. The atmospheric model proposed by Wegener (1918) produces images of this type. This effect is historically known as the Novaya Zemlya effect, first seen in 1597 by Dutch mariners north of Siberia. Its appearances are rare and not well known, often consisting of complex stacked multiple images of single objects.

It has been possible, on several field trips to the Canadian Arctic, to observe and document the different forms of the mirage. Examples of each will be presented and briefly analysed. The discussion should enable polar scientists to better understand and appreciate a complex and beautiful phenomenon.

References

- Lehn, W.H. (1979): The Novaya Zemlya Effect: an Arctic Mirage. - J. Opt. Soc. Am. 69(5): 776-81
- Wegener, A. (1918): Elementare Theorie der atmosphärischen Spiegelungen. - Ann. Physik 4, 57(19): 203-30.

TRENDS IN DER TERRESTRISCHEN BESIEDLUNG DER SUBANTARKTISCHEN INSELN

Im Gegensatz zum Nordpolargebiet haben die terrestrischen Lebensräume der Subantarktis und Antarktis nur eine sehr geringe Ausdehnung. Dementsprechend gering ist die Zahl der hier vorkommenden Arten. Sie zeigen durchweg größte Affinität zu den weit nach Süden reichenden Landmassen Südamerikas, Australiens und Neuseelands. Die Affinität untereinander ist auf den ersten Blick gering. Doch ergeben sich merkwürdige Trends. Diese sind:

1. Auf den subantarktischen Inseln ist die sonst überall auf der Welt vorhandene Symbiose zwischen Blütenpflanze und Insekt bei der Bestäubung erloschen. Es gibt keine auffälligen Schauapparate bei Blüten und die vorkommenden Tierarten zeigen bei den wenigen hier eingeschleppten Samenpflanzen mit großem Schauapparat keine Tendenz zur Blütenbestäubung.
2. Allgemein gilt, daß die parasitischen Hymenopteren, die in Tundragebieten der Nordhalbkugel eine der arten- und individuenreichsten Insektengruppen darstellen, fast völlig fehlen; geblieben sind allein wenige Arten der Mymariden.

Ebenso sind die Dipteren an Arten und Individuen sehr gering, die in Tundragebieten der Nordhalbkugel überwiegend für die Remineralisierung des Bestandesabfalls verantwortlich sind (Mycetophiliden, Sciariden).

Dagegen sind die Käfer und Collembolen vergleichsweise zahlreicher als in Tundragebieten der Nordhalbkugel.

Es wird spekuliert, ob das sehr viel höhere geologische Alter der subantarktischen Systeme für diese generellen Erscheinungen verantwortlich gemacht werden kann.

RENTIERE AUF SÜD-GEORGIEN: AUSWIRKUNG DER EINSCHLEPPUNG UND WECHSELWIRKUNG MIT NÄHRPFLANZEN

Pflanzenfressende Säuger fehlen auf Süd-Georgien (Subantarktis) natürlicherweise. Die Pflanzen sind nicht an Phytophage angepaßt. Die dort 1909 und 1912 ausgesetzten Rentiere haben die Vegetation inzwischen in unterschiedlichem Ausmaß je nach Pflanzenart zerstört. Acaena magellanica kommt nur auf Böden mit hohem Mineralgehalt vor, wird rasch remineralisiert und dient als bevorzugte Sommernahrung der Rentiere; Poa flabellata kommt auch auf staunassen Böden vor, wird vergleichsweise langsam remineralisiert und dient als Winternahrung, da die Bulte leicht im Schnee gefunden werden können.

Die momentan laufenden Untersuchungen beschäftigen sich mit den Pflanzeninhaltsstoffen (Phenole, Tannine, Lignin, Rohfasergehalt, Kohlenhydrat-, Protein- und Fettgehalt) von unterschiedlichen Standorten: Süd-Georgien ohne natürlicherweise vorkommende Pflanzenfresser und Feuerland mit dem dort heimischen Guanako. Die Verdaulichkeitsrate kann durch Protein-komplexierende Eigenschaften der Pflanzeninhaltsstoffe abgeschätzt werden. Rückschlüsse auf Wechselwirkungen Pflanzen-Phytophage in der Subantarktis sollen dargestellt werden.

ÖKOLOGISCHE ASPEKTE DES NEMATODENBEFALLS VON WEDDELL-ROBBEN
(LEPTONYCHOTES WEDDELLI)

Nematoden der Gattung Contracaecum (Familie Anisakidae, Ordnung Ascaroidea) befallen in großen Mengen die Mägen von Weddell-Robben. Der Entwicklungszyklus dieser Nematoden läuft von Eiern, die frei im Wasser treiben, über zwei Zwischenwirte (Invertebrat und Fisch) zu den Robben, wobei die Übertragung der Larven über die Nahrungsaufnahme der Wirte erfolgt. Die ökologische Bedeutung dieser Parasiten liegt darin, daß ihr Zyklus, der dem Gefüge des Nahrungsnetzes folgt, einen Seitenweg des Stoffkreislaufs im Ökosystem darstellt. Dieser Seitenweg umgeht die Schritte der Remineralisierung und der erneuten Primärproduktion und kann aufgrund der Menge der Nematoden nicht vernachlässigt werden. Außerdem kann der Zyklus zur Aufklärung der Nahrungsbiologie der Wirte beitragen.

Zur Untersuchung kamen die Mageninhalte von 8 Weddell-Robben sowie 112 Fische der pelagischen Art Pleuragramma antarcticum und 55 Fische der benthischen Art Trematomus scotti. Die ersten Zwischenwirte, Invertebraten, konnten nicht berücksichtigt werden, da sie im Bereich der Antarktis noch nicht identifiziert wurden.

Auszählungen ergaben, daß beide Fischarten im Mittel 4 Nematodenlarven pro Fisch enthielten, während in den Robbenmägen 30.560 bis 122.640 Nematoden zu finden waren. Obwohl im Vergleich zu nordhemisphärischen Verhältnissen die Werte der Fische sehr niedrig liegen, ist der Befall der Weddell-Robben um das 15- bis 20-fache höher als bei allen bisher dahingehend untersuchten Robbenarten der Nordhalbkugel. Berechnungen ergaben jedoch, daß der Befall der untersuchten Fische ausreicht, um die extrem hohe Ansammlung von Nematoden in den Robben zu gewährleisten.

Für die Erklärung dieses Befundes sind folgende Ergebnisse wichtig:

1. Es ließen sich zwei Contracaecum-Arten unterscheiden: der Kosmopolit C. osculatum und der antarktische Endemit C. radiatum.
2. C. osculatum benutzt benthische (Trematomus), C. radiatum pelagische Zwischenwirte (Pleuragramma).
3. Im Robbenmagen ernähren sich die Nematoden vom Magenbrei und haben somit in diesem Milieu eine eher kommensalische als parasitische Lebensweise.

Nach dem Gause'schen Exklusionsprinzip können zwei Arten, die aufgrund gleicher Lebensansprüche miteinander konkurrieren, nicht im selben Lebensraum koexistieren, weil die stärkere der beiden Arten die schwächere verdrängen würde.

Die frühen Entwicklungsstadien der Nematoden sind frei von zwischenartlicher Konkurrenz, da sie Zwischenwirte aus unterschiedlichen Meeresteilen nutzen. In den Endwirten, den Robben, leben dagegen beide Nematodenarten und ernähren sich vom Magenbrei. Dies scheint das Prinzip zu verletzen. Wenn jedoch regulierende Mechanismen bereits in den Zwischenwirten die Zahl der Nematoden stark vermindern, gelangen zu wenig Nematoden in die Robben, um den Lebensraum Magen völlig auszunutzen. Da dann hier Nahrung und Raum im Überfluß zur Verfügung stehen, wird Konkurrenz ebenfalls vermieden.

Diese Überflußsituation ist davon abhängig, daß die Robben als Wirte durch Befall keine Nachteile erleiden. Anderenfalls würden spezifische Abwehrreaktionen die Nematoden bekämpfen. Dies würde wieder Konkurrenz zwischen den Nematodenarten bedeuten, die zur Auslöschung einer der beiden Arten führen müßte.

Wenn also die Robben über ihr eigenen Bedürfnisse hinaus sehr große Nematodenmengen mitversorgen können und außerdem die maximal mögliche Befallsgrenze nicht erreicht wird, muß die Ernährungslage der Robben außerordentlich günstig sein. Eine Regulierung der Robbenbestände durch Nahrungsmangel, wie in der Literatur diskutiert, erscheint unter diesem Aspekt unwahrscheinlich.

BIOVERFÜGBARKEIT UND EXKRETION VON FLUORID BEI ADELIEPINGUINEN (PYGOSCELIS ADELIAE) UND STOCKENTEN (ANAS PLATYRHYNCHOS)

Die Fluoridkonzentration des antarktischen Krills beträgt 300-500 ppm (FG). 99% des Fluorids sind in der Krillcuticula gespeichert. In Laborversuchen an Hühnern, Ratten und Enten wurde eine sehr hohe Bioverfügbarkeit von Fluor aus Frostkrill festgestellt (>100 % im Vergleich mit NaF). Die chronische Belastung mit hohen Fluorkonzentrationen in der Nahrung (>100 ppm (FG)) ist toxisch und führt sowohl bei Ratten als auch beim Menschen zu Knochen- und Nierenschädigungen (tägliche Fluoraufnahme >20 mg F^-). Wegen seiner großen Biomasse von einigen $100 \cdot 10^6$ t kommt dem Krill eine zentrale Bedeutung im antarktischen Ökosystem zu. Viele Tiere, z.B. Wale, Robben, Fische und Pinguine ernähren sich zu einem Großteil von Krill. Für Adéliepinguine sind es 91-100 %. Bei einer mittleren Nahrungsaufnahme von 600 g Krill pro Tag nehmen Adéliepinguine daher 242 ± 82 mg F^- auf. Hälterungsexperimente in der Antarktis ergaben, daß davon im Vergleich zu NaF nur 23 % für die Weichgewebe und 51 % für das Skelett verfügbar sind. Der Grund für die Diskrepanz zwischen der Bioverfügbarkeit des Krill-Fluors in Labor- und Feldversuchen wird diskutiert.

Resorbiertes Fluorid wird zu einem Großteil von den Knochen aufgenommen. Obwohl das Skelett der Enten nur 13 % des Körpergewichtes ausmacht, sind darin 99.5 % des gesamten Fluorids gespeichert. Bis zu einer täglichen Zufuhr von 40 mg F^- /kg als NaF bleibt der Fluorgehalt der Weichgewebe von Adéliepinguinen gering (<10 ppm (TG)). Dennoch sind die Knochen nur ein Puffer, nicht aber ein Endlager für Fluorid. Die Knochenfluorgehalte und die tägliche Fluoraufnahme sind nach einigen Wochen gleichbleibender Belastung proportional. Bereits 2 Wochen alte Adéliepinguinküken aus der Kolonie erreichen mit 9000 ppm (TG) maximale Fluoridkonzentrationen in den Knochen. Danach findet keine signifikante Veränderung der Fluoridkonzentrationen mehr statt. Nach Erreichen des Gleichgewichts geben krillfressende Adéliepinguine in der Kolonie ebenso viel Fluor mit den Faeces ab, wie sie mit der Nahrung aufnehmen. Ihre Fluorbilanz ist daher ausgeglichen. Nichtresorbiertes Fluorid wird mit den unverdauten Krillcuticula-Resten wieder ausgeschieden. Die Rolle der Nieren und Salzdrüsen in der Exkretion von resorbiertem Fluorid wird diskutiert.

PHOTOSYNTHETISCHE AKTIVITÄT VON FLECHTEN IN DER ANTARKTIS

Erstmals konnten erfolgreich kontinuierliche Messungen des CO₂-Gaswechsels von Flechten an natürlichen Standorten durchgeführt werden. Die Untersuchungen liefen in der Saison 1984/85 nahe der polnischen Station Arctowski. Es werden die Meßstation und ihre Apparaturen erläutert. Es werden Tagesgänge des CO₂-Gaswechsels und von einigen Standortsparemtern bei maritim-antarktischen Flechtenarten präsentiert. Es soll weiterhin über die Abhängigkeit der Nettophotosynthese von der Thallusfeuchte berichtet werden. Aktuelle und potentielle Photosyntheseleistungen werden gegenübergestellt.

ERFORSCHUNG DER SAXICOLEN KRUSTENFLECHTEN DER ANTARKTIS
- KENNNTNISSTAND UND PROBLEME -

Trotz relativer Artenarmut (nur etwa 500 Arten sind bisher gemeldet) und der besonderen Beachtung, die Bewohner extremer Lebensräume üblicherweise erfahren, ist es um die Kenntnis antarktischer, saxicoler Krustenflechten (über 70 % aller antarktischen Flechtenarten gehören zu dieser Lebensform) sehr schlecht bestellt. Die keineswegs geringe Zahl einschlägiger Veröffentlichungen besteht überwiegend aus sehr unkritischen Beschreibungen für "neu" gehaltener Arten (etwa die Hälfte davon durch C.W. Dodge). Was fehlt sind sorgfältige Monographien und brauchbare Schlüssel, die anderen die Identifizierung von Proben ermöglichen. Solche Arbeiten verdanken wir bisher einzig I.M. Lamb; sie betreffen aber lediglich zwei Gattungen (Buellia und Rinodina) für den Bereich der Antarktischen Halbinsel. Die "Lichen Flora of the Antarctic Continent and Adjacent Islands" (C.W. Dodge, Canaan 1973) ist gänzlich unbrauchbar. Das Fehlen sowohl präziser Artbeschreibungen, als auch von Vergleichsmaterial (das Originalmaterial der 221 von Hue bzw. von Dodge beschriebenen antarktischen Krustenflechten ist im einen Fall verschollen, im anderen nicht einsehbar) machen Bestimmungsversuche zum reinen Glücksspiel. Wenigstens 80 % aller in Herbarien hinterlegten Krustenflechten sind falsch bestimmt (wie wertvoll ökologische Feststellungen sind, wenn sie auf solcherlei Identifizierungen gründen, sei nur am Rande gefragt).

Zwei verbreitete Fehleinschätzungen haben zu dieser mißlichen Lage beigetragen. Zum einen die Überzeugung vieler Bearbeiter, die in der Antarktis gefundenen Flechten während in ihrer Verbreitung auch nur auf die Antarktis beschränkt (97 % der Krustenflechten hält Dodge für Endemiten der Antarktis), zum anderen eine geradezu dramatische Unterschätzung der Modifikabilität antarktischer Flechtenarten. Im einen Fall unterblieb jeder Versuch die antarktischen Flechten mit jenen aus den Gebirgen Amerikas, Neuseelands, Asiens, Afrikas, Europas oder aus der Arktis zu vergleichen; im anderen Fall führte dies dazu, daß verschiedenartige Wuchs-, Schad- (durch Windschliff, Milbenfraß, Parasitenbefall) und Regenerationsformen ein und derselben Art vermeintlich für verschiedene, eigenständige Spezies angesehen und beschrieben wurden.

Um solche Fehler zu vermeiden, bedarf es als Arbeitsvoraussetzung gediegener Kenntnisse der zu bearbeitenden Flechtengruppen im weltweiten Rahmen (eine heute erst zum kleinen Teil erfüllbare Forderung angesichts der noch weitgehend unerforschten Floren Außereuropas) und zusätzlich zu aller Sorgfalt der Analyse im Labor und am Mikroskop ein Studium der Flechten am Standort selbst. Denn nur genaue Populationsstudien, verbunden mit anatomischen Analysen an reichem Material, ermöglichen bei diesen immer noch unkultivierbaren und in der Regel extrem langsamwüchsigen (Radialzuwachs pro Jahr oft weit unter 0.1 mm) Krustenflechten zu entscheiden, ob eine Merkmalsausprägung genetisch

oder modifikativ bedingt ist oder in andern Worten, ob im konkreten Fall verschiedene Arten oder verschiedene Erscheinungsformen ein und derselben Art vorliegen.

Viele Flechten sind derart unscheinbar, winzig und versteckt lebend, daß sie in der Regel nur vom Spezialisten in Kenntnis ihres speziellen ökologischen Verhaltens bei gezieltem Suchen gefunden werden. Dies und der Umstand, daß weite Teile der Antarktis noch nicht oder nur ganz unzulänglich auf Flechten hin untersucht worden sind (außer Lamb hat bisher kein Spezialist saxicolter Krustenflechten in der Antarktis gearbeitet) läßt erwarten, daß in der Antarktis noch sehr viele kleine Arten auf ihre Entdeckung warten.

Meine eigenen Forschungen konzentrieren sich auf die sehr heterogene Sammelgattung *Lecidea* (die artenreichste Flechten-"gattung" überhaupt, die zweitartenreichste der Antarktis). Ziel ist eine Monographie der Gruppe für das Antarktische Florenreich (im weiten Sinn); die Beschäftigung mit den Arten der Subantarktis steht derzeit noch im Mittelpunkt der Aktivitäten. Dennoch lassen sich erste Feststellungen auch für die Arten des antarktischen Kontinents machen:

1. Die Anzahl der antarktischen Krustenflechtenarten ist viel niedriger als von Dodge in seiner Flora angegeben (Mehrfachbeschreibungen), selbst wenn man noch mit einer hohen Zahl von Neuentdeckungen rechnet.
2. Legt man ein modernes Gattungskonzept zugrunde, so zeigt die Flora der Antarktis sehr enge Beziehungen zu jener der Arktis.
3. Die Zahl der beiden Polargebieten gemeinsamen Arten ist mindestens um den Faktor 10 höher, als von Dodge angenommen.
4. Bipolar verbreitete Arten im strengen Sinn (Arten, die nur in den beiden Polargebieten vorkommen) dürften sehr selten sein. Die meisten bisher dafür gehaltenen Arten sind weitverbreitete Oreophyten (deren Vorkommen in anderen Kaltgebieten der Welt bisher nur nicht erkannt worden war).

Sozio- und ökologische Untersuchungen von Flechten geprägter Lebensräume setzen eine ausreichende Kenntnis dieser Organismenarten voraus. Eine solche fehlt für den antarktischen Raum auch heute noch weitgehend. Selbst eine ernst zu nehmende Inventarisierung hat noch kaum begonnen.

DIE VERTEILUNG VON MIKROORGANISMEN IM MEEREIS DER ÖSTLICHEN UND SÜDLICHEN WEDDELL-SEE IN ABHÄNGIGKEIT VON EISSTRUKTUR UND CHEMISCHEN PARAMETERN

Die auf den "Polarstern"-Expeditionen ANT-II/4 und ANT-III/3 in der östlichen und südlichen Weddell-See gewonnenen Eiskerne wurden auf ihre physikalischen, chemischen und biologischen Parameter hin untersucht. Die Eiskerne bestehen überwiegend aus "Frazil" - und zu einem geringen Teil aus säulenförmigem Eis (eng. columnar ice). Die Nährstoff-Analysen zeigten ein komplexes Bild: während die Phosphatkonzentrationen den durchschnittlichen Konzentrationen des umgebenden Meerwassers entsprachen, waren die Silikat- und Nitratkonzentrationen bedeutend niedriger. Die Ammoniak- und Nitritwerte dagegen lagen deutlich höher als die der Wassersäule. Der Chlorophyllgehalt schwankte zwischen 5 und 2200 µg/l und übertraf damit sowohl die Werte, die in der Wassersäule als auch im Meereis anderer Gebiete der Weddell-See gemessen wurden, um ein bis drei Zehnerpotenzen.

Die vertikale und horizontale Verteilung der bis zu 80 Mikroorganismen-Arten im Meereis hängt unmittelbar auch von den Eisbildungsprozessen ab. Zu den häufigsten Vertretern im Meereis gehören neben den Bakterien die Flagellaten, Archaeomonaden und Diatomeen, bei denen die Gattung Nitzschia überwiegt. Häufige Vertreter des Zooplanktons sind planktische Foraminiferen, benthische Harpacticiden und Ciliaten.

Die Überlebens- bzw. Überwinterungsstrategie dieser eingeschlossenen Organismen, die zum Teil Temperaturen bis zu -25°C und Salzgehalten bis zu 200 ‰ ausgesetzt sind, wird diskutiert.

TRAUMATOLOGISCHE ASPEKTE DER MEDIZIN IN POLARGEBIETEN

In Polarregionen sind Unfallverletzungen ungleich schwerer zu behandeln als in der BRD. Die Anwendung standardisierter Behandlungsverfahren ist in Polargebieten nicht ohne weiteres möglich.

Personelle, räumliche und fachspezifische Einschränkungen begrenzen den Umfang ärztlicher Handlungsmöglichkeiten allgemein und im Speziellen.

Traumatologische Grundkenntnisse sowie die Kenntnis einer Anzahl operativer und konservativer Behandlungsmöglichkeiten erscheinen als eine *conditio sine qua non*. Eine Reihe traumatologischer Therapiemöglichkeiten und -prinzipien werden aufgezeigt.

Die Notwendigkeit von Grundkenntnissen in der Anästhesie und Intensivmedizin wird nachgewiesen.

Die Ausarbeitung eines Leitfadens für in Polargebieten tätige Ärzte erscheint außerordentlich wünschenswert.

DER MONOFIXATEURE EXTERNE - EIN NEUES BEHANDLUNGSKONZEPT ZUR
FRAKTURENBEHANDLUNG UNTER EXPEDITIONSBEDINGUNGEN

Geländeeinsatz und Quartierung fernab differenzierter Versorgungseinrichtungen bieten auch besondere medizinische Probleme. Extrembeispiele für solche Situationen stellen Expeditionsfahrten in polare Gebiete und besonders Überwinterungsstationen dar. Die Unfallgefährdung ist hoch, Knochenbrüche sind keine Seltenheit. Für die Transportstabilisierung von Frakturen haben sich Luftkammerschienen durchgesetzt, die definitive Ruhigstellung und Ausbehandlung ist für einfache Bruchformen mit Gipsverbänden zu erreichen. Komplizierte und vor allem offene Frakturen erfordern andere Therapiekonzepte, von denen bisher im Expeditionseinsatz lediglich die Extensionsbehandlung durchgeführt werden konnte. Frakturen, die nur durch operative Behandlung optimal zur Ausheilung gebracht werden, konnten bisher nicht adäquat therapiert werden.

Ein universelles System zur Knochenfixierung stellt der Fixateur externe dar. Die bisherigen Modelle erfordern zur Montage jedoch in der Regel eine Vollnarkose sowie die Möglichkeit einer Röntgendurchleuchtung. In den letzten Jahren sind verschiedene Modelle eines Monofixateurs entwickelt und klinisch erprobt worden, die die Handhabung wesentlich vereinfacht haben.

Das ausgereifte Modell der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen wird zur Zeit im klinischen Einsatz getestet und wird u.a. von der Bundeswehr übernommen werden. Es bietet sich auf Grund folgender Eigenschaften für den Einsatz unter Expeditionsbedingungen an.

- 1) Einfache Montage ohne Röntgendurchleuchtung möglich
- 2) Einbringen in Lokalanästhesie, Reposition der Fraktur im Kurzrausch
- 3) Universelle Anwendbarkeit für alle Skelettabschnitte
- 4) Sowohl Distanzierung als auch Kompression der Fraktur durchführbar
- 5) Keine Behinderung der lokalen Wundbehandlung
- 6) Das System ist immer wieder verwendbar.

Die Einsatzmöglichkeiten und Indikationen des Monofixateur werden an Fallbeispielen erläutert, die Montage in Einzelschritten gezeigt.

GIBT ES VERÄNDERUNGEN DES MENSCHLICHEN IMMUNSYSTEMS WÄHREND DES
AUFENTHALTES IN POLARGEBIETEN ?
- BEISPIEL ANTARKTIS -

Bekanntlich verändert sich unter den extremen Bedingungen der
Antarktis die Morbidität von dort arbeitenden Personen (Expedi-
tionsteilnehmer etc.) für Infektionskrankheiten.

Für diagnostische und prognostische Zwecke bedarf es daher der
besonderen Berücksichtigung von epidemiologischen, mikrobiologi-
schen und immunologischen Aspekten und Untersuchungsmethoden.

Epidemiologisch gesehen handelt es sich ja um kleine isolierte
Gemeinschaften, die nur selten in Kontakt mit nichtantarktischen
Viren- und Bakterienträgern kommen. Während die ubiquitär
vorkommenden Mikroben an Zahl abnehmen, kommt es zur Zunahme
endogen bedingter Infektionen.

Mikrobiologische Untersuchungen sollten stets mit der Erfassung
von Mucosaveränderungen beispielsweise des Respirationstraktes
beginnen.

Auf immunologischem Gebiet ist vor allem die kontinuierliche
Beobachtung der Immunglobuline, unter besonderer Berücksichtigung
aller Titerverschiebungen, von zentraler Bedeutung.

Epidemiologische und mikrobiologische Studien bedürfen letztend-
lich der immunologischen Erforschung und Erklärung, damit über
Kausalzusammenhänge aus polarmedizinischer Sicht erfolgreiche
diagnostische Behandlungen durchgeführt und prognostische
Aussagen gemacht werden können und zugleich Prophylaxe betrieben
und umfassend therapiert werden kann.

APPENDICITIS IN DER POLAREN ISOLATION

In abgelegenen und durch den Polarwinter kaum erreichbaren Gebieten der Arktis und Antarktis stellen neben Unfallverletzungen einzelne Krankheitsbilder ein oft schwer lösbares medizinisches Problem dar. Zu ihnen gehört insbesondere die Entzündung des Wurmfortsatzes, des Blinddarmes, die im ärztlichen Sprachgebrauch als Appendicitis bezeichnet wird. Die Therapie kann sowohl konservativ durch Medikamente und äußere lokale Kühlung versucht als auch im Notfall operativ durchgeführt werden. Auf jeden Fall stellt die Appendicitis eine bedrohliche Erkrankung dar, die wegen der Unzulänglichkeit der medizinischen Möglichkeiten oft schwer zu behandeln ist. Dies gilt in erster Linie für Überwinterer in der Antarktis, für die ein Abtransport auf dem Luftwege meist nicht möglich ist. Desgleichen sind Stationen während des Winters für Schiffe infolge der Eisverhältnisse kaum erreichbar.

Es gibt etliche nationale Statistiken über das Auftreten und den Verlauf der Erkrankung, jedoch sind die Daten aus verschiedenen Gründen nicht immer vergleichbar, z.B. wegen eines fehlenden Arztes, unzureichender therapeutischer Ausrüstung und mangelnder medizinischer Kenntnisse auf sich gestellter Expeditionsteilnehmer. Bei letzteren sind statistische Angaben nicht sicher verwertbar, da sie nicht über die nötigen diagnostischen Erfahrungen verfügen.

In der Antarktis liegen die Erkrankungszahlen bei vergleichbaren Personengruppen höher als in der Arktis. Die Ursache hierfür ist nicht sicher geklärt. Einen Einfluß können Ernährung und Darmflora haben. Gezielte Untersuchungen müssen dies jedoch noch beweisen. Ebenso stehen die extremen Klimaverhältnisse in der Antarktis zur Diskussion.

Soweit sich eine Appendicitis mit konservativen Methoden nicht beherrschen läßt und ein Abtransport der erkrankten Person unmöglich ist, kommt schließlich nur ein operativer Eingriff in Frage. Dieser gestaltet sich wegen der überwiegend schwierigen Umstände meist sehr problematisch. Hier sei die beachtenswerte Selbstoperation eines erkrankten Arztes erwähnt, die er in Lokalanästhesie am 30. April 1961 in der sowjetischen Antarktis-Station Novolazarevskaya im Bereich von Neuschwabenland durchführte.

Eine prophylaktische operative Entfernung der Appendix ist - abgesehen von Ärzten - für Teilnehmer an Sommerexpeditionen kaum nötig, da diese bei eingetretener Erkrankung und Notwendigkeit einer Operation meist abtransportiert werden können. Demgegenüber stellt sich die Frage, ob alle Überwinterer oder nur der Expeditionsarzt vorbeugend in der Heimat operiert werden sollen. Auf jeden Fall erscheint ein prophylaktischer Eingriff beim Arzt (mindestens 2 - 3 Monate vor Expeditionsantritt) angeraten, da dieser ja für die Gruppe der einzige medizinische Fachmann ist, der keinesfalls ausfallen darf.

GLAZIAL-MARINE GERÖLLE AUF DEM ANTARKTISCHEN KONTINENTALRAND IM BEREICH DER ÖSTLICHEN WEDDELL-SEE - EIN SCHLÜSSEL ZUR GEOLOGIE EISBEDECKTER GEBIETE?

Das rezente glaziale Regime in der Antarktis - 95 - 98 % des Kontinents sind mit Eis bedeckt - verhindert eine detaillierte Klärung ihres geologischen Aufbaus.

Während der letzten großen quartären Vereisungsphasen wurden glazial erodierte und als Grundfracht der Inlandeisströme transportierte Gesteinsfragmente am antarktischen Kontinentalrand als glazialer bzw. glazio-mariner Till abgelagert. Mit der petrographischen Analyse dieses Materials könnte sich eine weitere indirekte Informationsquelle zur Klärung des geologischen Aufbaus eisbedeckter Gebiete erschließen. Dabei muß zuerst geprüft werden, ob überhaupt eine signifikante regionale Variation in den auf dem Schelf vorgefundenen Geröllspektren vorhanden ist (Problem Eisbergverdriftung). Weiterhin muß - ausgehend von bisher bekannten Daten zum geologischen Aufbau im Hinterland aufgeschlossener Gebiete - die Frage geklärt werden, ob das auf dem Schelf abgelagerte Gesteinsmaterial mit den in den jeweiligen Einzugsgebieten auftretenden Gesteinsfolgen zu vergleichen ist, bevor mit der Modellierung des petrographischen Aufbaus von bisher infolge mächtiger Eisbedeckung nicht zugänglicher Gebiete begonnen werden könnte.

Die petrographische Auswertung des auf ca. 50 Stationen auf dem Schelf im Bereich der östlichen Weddell-See gewonnenen Gesteinsmaterials ergab eine Gliederung des Arbeitsgebietes in fünf, jeweils durch unterschiedliche Gesteinsassoziationen gekennzeichnete Provinzen (nachfolgend von NE nach SW fortlaufend nummeriert).

In der Provinz I dominieren basische Vulkanite (tholeiitische Basalte), deren Anteil durchschnittlich über 90 % liegt. Provinz II zeigt ebenfalls hohe Vulkanitanteile (um 60 %), der Anteil an Metamorphiten erhöht sich auf ca. 25 %. Hinzu kommen klastische Sedimentgesteine (um 10 %). Provinz III wird durch hohe Metamorphit- und Plutonitgehalte gekennzeichnet. Vulkanite und Sedimentgesteine liegen i.a. unter 20 %. In der Provinz IV treten relativ ausgeglichene Anteile an Magmatiten, Metamorphiten und Sedimentgesteinen auf. In Provinz V dominieren dagegen Sedimentgesteine, deren Anteil i.a. über 80 % liegt.

Erste Vergleiche des Datenmaterials mit bisher bekannten Informationen über im Hinterland anstehende Gesteine lassen eine gute Korrelation mit den jeweils in Relation stehenden Probenstationen erkennen. Eisbergverdriftung von Gesteinsmaterial scheint deshalb für den untersuchten Schelfbereich keine große Rolle zu spielen. Informationen zum petrographischen Aufbau eisbedeckter Gebiete werden diskutiert.

GEOMORPHOLOGISCHE UND GLAZIOLOGISCHE VERHÄLTNISSE IM BORG-MASSIV, ANTARKTIS, UND DEREN DARSTELLUNG IN TOPOGRAPHISCHEN UND GEOMORPHOLOGISCHEN KARTEN

Das Borg-Massiv im westlichen Neuschwabenland ist im Südsommer 1983/84 im Rahmen photogrammetrischer Bildflüge des IFAG, Frankfurt/Main, befliegen worden. Die zur Herstellung großmaßstäbiger Orthophoto- und topographischer Linienkarten notwendige terrestrische Paßpunktbestimmung erfolgte während einer Vermessungskampagne 1984/85, bei der auch die Möglichkeit für geomorphologische und glaziologische Arbeiten gegeben war.

Anhand der Bestandsaufnahme des geomorphologischen und glaziologischen Formenschatzes im Gelände - Voraussetzung für eine flächendeckende Kartierung mittels Luftbildinterpretation - sollen neben einer geomorphologischen Kartierung auch Vorschläge zur inhaltlichen und graphischen Gestaltung topographischer Karten hochpolarer Gebiete entwickelt werden. Die wenigen ausländischen Kartenbeispiele von großmaßstäbigen topographischen Antarktiskarten (1:25 000 - 1:100 000) erscheinen vor allem bezüglich der vielfältigen Oberflächenformen auf Eis, Firn, bzw. Schnee (z.B. Blaueis, Drift, Schneedünen usw.) verbesserungsfähig. Die von SCAR (1980) vorgeschlagenen Symbole für "Continental features on (1) ice or snow and (2) ice-free area" sind abgesehen von wenigen Ausnahmen mehr für mittlere und kleinere Maßstäbe geeignet.

Keine Beispiele gibt es bislang von vergleichbaren Landschaften für geomorphologische Spezialkarten (GMK). Lediglich aus dem Küstengebiet in der Umgebung der Lützw-Holm-Bucht existiert eine entsprechende japanische Kartierung, bei der im wesentlichen eine in der Bundesrepublik entwickelte Legende (Leser & Stäblein 1980) angehalten wurde.

Das völlig anders geartete Borg-Massiv mit seiner Mesa-Landschaft und mit einem vom Inlandeisplateau im Süden relativ unabhängigen Eisstromnetz, ist besonders stark vom Wind (aus östlichen Richtungen) geprägt. Die dadurch verursachte unterschiedliche Schneeverteilung (Niederschläge und vor allem Drift) steuert die Verbreitung und zusammen mit dem Wind die Formungsdynamik der verschiedenen geomorphologischen Prozeßbereiche. Bei der Kartierung dieser Phänomene soll sich an der in der BRD entwickelten Legende (GMK 25) orientiert werden, die bislang aber fast ausschließlich Anwendung in mitteleuropäischen Landschaften - ohne größere rezente Gletscher - fand. Wichtig ist jedoch im Borg-Massiv auch die Darstellung der Oberflächenformen der vergletscherten Plateauflanken und Eiskappen (der Plateaus) in der GMK, da diese Rückschlüsse auf das Relief unter dem Eis erlauben.

Besondere Berücksichtigung gilt der kartographischen Erfassung der ausgedehnten Flächen zwischen den Eisdurchragungen (Eisstromnetz) und des Inlandeises in der Umgebung des Borg-Massivs (in der GMK). Damit ist die Darstellung und Interpretation der dort vorkommenden Erscheinungen mit relativ konstanten Verbreitungsge-

bieten gemeint, d.h. die vom subglazialen Relief (z.B. Spaltengebiete) und vom Wind (z.B. Blaueisfelder oder Driftschneeakkumulationen) verursachten Formen. Bezüglich des "Windreliefs", das in Trockenschneegebieten dem äolischen Formenschatz in Wüsten ähnlich ist, können entsprechende Symbole teilweise auch für die Kartierung der (Trocken)-Schneeoberflächen übernommen werden. Daneben sind die Richtlinien für topographische Karten von SCAR (1980), wie auch andere Kartiervorschläge, z.B. die von Blachut & Müller (1966) und die der UNESCO (1970), bezüglich ihrer Eignung für die großmaßstäbige Kartierung zu überprüfen und gegebenenfalls zu verbessern oder zu ergänzen.

Literatur:

- Blachut, T.J. & Müller, R. (1966): Some fundamental considerations on glacier mapping. - Symposium on glacier mapping, Ottawa, 1965. Canad. J. Earth Sciences, Vol. 3, No.6, 747-759
- Leser, H. & Stäblein, G. (1980): Legende der Geomorphologischen Karte 1:25 000 (GMK 25) - 3. Fassung im GMK-Schwerpunktprogramm. - Berl. Geogr. Abh., H. 31, 91-100
- SCAR (1980): Standard symbols for use on maps of Antarctica. - SCAR Working Group on Geodesy and Cartography, Ed.2
- UNESCO (1970): seasonal snow cover - Mapping of snow cover. - Technical papers in Hydrology 2, Paris

GEODÄTISCHE PASSPUNKTBESTIMMUNG IM BORG-MASSIV, NEUSCHWABENLAND,
ANTARKTIS

Im Rahmen der südafrikanischen Antarktisexpedition 1984/85 wurde in deutsch-südafrikanischer Zusammenarbeit eine geodätische Paßpunktbestimmung im Borg-Massiv, Gebiet Neuschwabenland, durchgeführt. Grundlage waren die im Südsommer 83/84 vom Institut für Angewandte Geodäsie (IFAG, Frankfurt) angefertigten Senkrechtluftbilder. Ziel der Arbeiten ist die Herstellung topographischer und geomorphologischer Karten des Borg-Massivs im Maßstabsbereich 1:25 000 bis 1:100 000. Die geodätischen Feldarbeiten des sechsköpfigen Vermessungstrupps gliedern sich wie folgt:

- Herstellung eines globalen Koordinatenbezugs durch Positionsbestimmung auf vier ausgewählten Punkten mit JMR-Dopplerempfangsanlagen.
- Punktverdichtung durch dreidimensionalen Polygonzug mit durchweg leicht erreichbaren, meist auf Eis gelegenen Brechpunkten.
- Koordinierung der eigentlichen topographischen Paßpunkte wie Felsspitzen, isolierte Felsblöcke u.ä., von den Polygonpunkten aus durch überbestimmten Vorwärtseinschnitt.

Zusätzlich wurden auf drei ausgewählten Punkten astronomische Orts- und Richtungsbestimmungen durchgeführt.

Ungefähr 50 Paßpunkte konnten koordiniert werden, wobei die geforderte Lagegenauigkeit von ± 5 m und die Höhengenaugigkeit von ± 1 m erreicht bzw. unterschritten wurde. Damit ist die topographische Kartierung des Borg-Massivs im gewünschten Maßstab möglich geworden.

ÄOLISCHE FORMUNGSPROZESSE IN DEN DÜNEN DES VICTORIA VALLEY,
ANTARKTIS

Das einzige größere Dünenfeld der Dry Valleys befindet sich im östlichen Victoria Valley. Östlich vom unteren Victoria-Gletscher dehnt sich hinter dem Sander auf der nördlichen Talseite ein etwa 10 km langer und knapp 1 km breiter Dünengürtel aus. Etwa 65 barcanartige Querdünen können differenziert werden. Die Größe und Höhe der Dünen nimmt von Ost nach West ab. Einzige Ausnahme bildet eine singuläre, große Düne nördlich vom Lake Vida.

In diesem Dünenfeld wurden äolische Prozesse untersucht, die für die Formung der Dünen im Sommer von Bedeutung sind. Von Dezember bis Januar wurden die Temperaturen in der Luft, in den Gesteinen und im Dünen sand/Dünenschnee gemessen, die Windgeschwindigkeiten und -richtungen bestimmt sowie die Sandbewegungen im Dünenfeld untersucht. Über den gesamten Zeitraum wurden die Firstwanderungen der Dünen vermessen. Soweit für unsere Fragestellungen von Belang, wurden die Wassergehalte (Schnee/Eis) in den oberflächennahen Bereichen der Dünen bestimmt.

Die Dünen im Victoria Valley bestehen nicht nur aus Sand. In unterschiedlicher Mächtigkeit sind Schneelagen zwischengelagert. Im Sommer werden die obersten Dezimeter (der Permafrost beginnt in 10 cm bis 70 cm Tiefe) der Dünen durch die Einstrahlung über den Gefrierpunkt erwärmt. Im active layer werden dann die Schneelagen getaut. Das Schmelzwasser durchfeuchtet den Dünen sand und zementiert beim Wiedergefrieren die Dünenoberfläche. Während des Tauvorganges kommt es zu Einbrüchen und örtlich auch zu Wasserlachen in den entstehenden Depressionen. Diese Durchfeuchtung des Dünen sandes hemmt den Sandtransport. Erst die folgende Austrocknung ermöglicht das Auswehen der Sandkörner.

Die im Winter zementierten Oberflächen wurden in der Literatur als völlig inaktiv angesehen. Dabei wird übersehen, daß die zementierende Feuchtigkeit (Eis) auch bei niedrigen Temperaturen sublimiert und somit die Oberfläche austrocknet. Die äußerst niedrigen Luftfeuchtigkeiten sind hierbei von entscheidender Bedeutung. Jedes trockene Sandkorn kann aus der zementierten Oberfläche ausgeweht und fortgeführt werden. Ähnlich können auch aus einer feuchten Sandoberfläche im Sommer Sandkörner in Bewegung gesetzt werden. Zwar wird die Sandmasse, die bewegt werden kann, stark eingeschränkt, aber keineswegs wird die Sandumlagerung völlig gestoppt. Der Transport in den Dünen beginnt nicht erst nach dem Trocknen der gesamten Oberfläche. Der Wind kann natürlich nur soviel (so schnell) Sand verlagern, wie aus den feuchten oder zementierten Oberflächen freigegeben wird. Zwar verstärken sich bei erhöhten Windgeschwindigkeiten die Verdunstung und Sublimation, dennoch bleibt die Menge der losgelösten Sandkörner limitiert. So beschränken sich die Firstwanderungen der Dünen auf wenige Meter pro Sommersaison. Im Winter werden trotz starker gegenläufiger Winde (Westwinde) nur geringe Umlagerungen möglich, weil bei den herrschenden tiefen

Temperaturen nur wenig Sandkörner freigesetzt werden. Dementsprechend wandern die Firste kaum nach Osten zurück. Im Detail ist die Situation jedoch weit differenzierter. Die Oberflächen in den Dünenfeldern sind nicht überall gleich. Örtlich bildet lockerer, trockener Sand die Oberfläche, dicht daneben ist die Oberfläche feucht oder hart zementiert. Besonders am First und unterhalb vom First am Leehang sammelt sich trockener lockerer Sand an, der mobiler ist als der feuchte Sand in den Dünentälern. Nur hier steigt der Sandtransport mit zunehmender Windgeschwindigkeit wie die Bagnold-Formel angibt.

Unsere Diagramme, in denen die Windgeschwindigkeiten zu den Wegstrecken der Firstwanderung einzelner Dünen in Relation gestellt werden, zeigen, daß die zurückgelegten Entfernungen weder den unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten noch der jeweiligen Zeitdauer des Windes klar zugeordnet werden können. Entscheidend ist jeweils die Menge gerade verfügbarer mobiler Sandkörner auf den Oberflächen. Diese sind mehr von der Wärme abhängig, die durch die Einstrahlung zugeführt wird.

Das Dünenfeld im Victoria Valley ist eine Einzelerscheinung in den Dry Valleys. Die Erklärung ergibt sich aus folgenden Fakten: Die in den Dünen des Victoria Valley akkumulierten Sandmassen stammen hauptsächlich aus den Schwemmfächern des unteren Victoria-Gletschers und zusätzlich von den moränenbedeckten Hängen.

Die im Sommer hier vorherrschenden lokalen Ostwinde und die im Winter dominierenden katabatischen Westwinde bestimmen die jeweilige Transportrichtung des Sandes.

An den Seitenmoränen des Packard-Gletschers, die in das Victoria Valley hineinreichen, wird der Wind gebremst. Der dort angewehrte Sand initiierte die Ausbildung der Querdünen.

NEUE DATEN ZUR RELIEFENTWICKLUNG DER SÜDSHETLANDS, ANTARKTIS

Im Rahmen unserer Arbeiten auf den Südschetlands* konnten während der letzten Expedition eine Reihe von datierbaren Proben geborgen werden. Die bisher erfolgten Datierungen erlauben bisher nicht mögliche präzise Aussagen über das Alter der Reliefformen und die Vergletscherungsgeschichte in den hoch-ozeanischen Gebieten westlich der Antarktischen Halbinsel. Sie ersetzen damit Spekulationen, die bisher z. T. die relative Altersdiskussion beherrscht haben. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen**:

1. Die auffallenden Abrasionsflächen in 35 - 45 m ü.M. auf der Fildes-Peninsula sind älter als Eem.
2. Der (bzw. ein) eemzeitlicher Meerespiegel liegt ca. 24 m ü.M. Die entsprechenden Relikte wurden auf etwa 85.000 B.P. (Uran-Thorium) datiert.
3. Der höchste holozäne Strandwall ("Riegelserie" ca. 18 m ü.M.) besitzt ein korrigiertes ¹⁴C-Alter von knapp 6000 B.P.
4. Die Wälle der "Strandserie" (4 - 6 m ü.M.) dürften rd. 1000 Jahre alt sein.
5. Die Fildes-Peninsula war gegen 6000 B.P. noch völlig von Eis bedeckt. Der Eiszerfall ist danach sehr plötzlich erfolgt, so daß um 5000 B.P. die Eisbedeckung etwa heutige Ausmaße angenommen hatte.
6. Zwischen 5000 und 3000 B.P. dürfte zwar die Vergletscherung den heutigen Verhältnissen entsprochen haben, doch gab es zur damaligen Zeit Seen, die heute nicht mehr existieren. Diese Seen lassen sich nur noch an Hand der Sedimente nachweisen.
7. Nach 3000 B.P. treten erneute Gletschervorstöße auf. Sie gehen von den großen Eiskappen aus und sind als Vorstöße von Auslaßgletschern zu interpretieren. Diese Zeit der Gletscherhochstände (vermutlich zwei) war um 1000 B.P. beendet.

Literatur

- * Barsch, D; Blümel, W.-D.; Flügel, W.-A.; Mäusbacher, R.; Stäblein, G. und Zick, W. (1985): Untersuchungen zum Periglazial auf der König Georg-Insel, Südschetlandinseln/Antarktika. - Berichte zur Polarforschung 24/85, 75 pp., Bremerhaven.
- ** Barsch, D. und Mäusbacher, R. (1986, im Druck): New Data on the Relief Development of the South Shetland Islands, Antarctica. - Interdisciplinary Science Review.

UNTERSUCHUNG ZUM ABTRAG DURCH OBERFLÄCHENABFLUSS UND ZUR SEDI-MENTATION IN SEEN AUF KING GEORGE ISLAND, ANTARKTIKA

Im Bereich der König-Georg-Insel, Süd-Shetlands (62°S , 58°W), wurden während der Feldkampagnen 1983/84 und 1984/85 Untersuchungen zum Abtrag durch Oberflächenabfluß in drei ausgewählten Einzugsgebieten durchgeführt. Die Größe der Einzugsgebiete beträgt 2860 m^2 mit 14° , (Rinne I), 285 m^2 mit 6° (Rinne II) und 148 m^2 mit 16° mittlerer Neigung (Rinne III). Das Substrat besteht in allen Einzugsgebieten zu mehr als 70 % aus den Korngrößen Sand und Kies, wobei der Kiesanteil von Rinne I über Rinne III zu Rinne II deutlich abnimmt. In den Rinnen I und II, die bereits seit Januar 1984 installiert waren, wurde für den Zeitraum vom 15.2.1984 bis 14.1.1985 ein Gesamtabtrag (Minimalabtrag) von 40,6 kg (Rinne I) und 0,63 kg (Rinne II) gemessen. Bezogen auf die Einzugsgebiete ergibt dies einen Abtrag von $14.2\text{ g/m}^2/\text{J}$ bzw. $2.2\text{ g/m}^2/\text{J}$. Noch kein Jahreswert liegt für das Einzugsgebiet Rinne III vor, da der Einbau erst im Januar 1985 erfolgte. Ausgehend von den im Januar und Februar 1985 gemessenen Werten dürfte dieses Einzugsgebiet bezüglich des Abtrags eine Zwischenstellung einnehmen.

Vergleicht man diese Werte mit den bislang vorliegenden Meßergebnissen aus rezenten Periglazialgebieten ($0.1 - 1.7\text{ g/m}^2/\text{J}$), so ergibt sich für das Untersuchungsgebiet eine insgesamt sehr hohe Abtragsrate durch Oberflächenabfluß.

Ebenfalls untersucht wurde das letzte Glied in der Transportkette, d.h. Sedimente aus einem rezenten und einem nicht mehr existenten See. Für die fossilen Sedimente liegen absolute Datierungen nach der 14-C -Methode bereits vor, nicht aber für die Sedimente aus dem rezenten See. Diese werden allerdings bis März 1986 erwartet.

Für die fossilen Sedimente ergibt sich aus den 14-C -Daten ein Sedimentationszeitraum von 2030 J. in der Zeit von $5140 \pm 140\text{ B.P.}$ bis $3110 \pm 75\text{ B.P.}$ Während dieser Zeit wurden inklusive des organischen Materials 78 cm Sediment abgelagert. Die mittlere jährliche Sedimentationsrate beträgt damit 0.39 mm . Dazu ist allerdings zu bemerken, daß sich während der Seephase, insbesondere zu Beginn und gegen Ende mit dem Rückzug und Wiedervorstöß der Eisfront, sowohl die Größe des Einzugsgebiets als auch das Prozeßgefüge im Einzugsgebiet geändert hat. Aufschluß darüber wird von den weiteren Untersuchungen erwartet.

STRUCTURAL DEVELOPMENT OF THE KING GEORGE ISLAND (WEST ANTARCTICA) MAGMATIC PILE: FROM SUBDUCTION TO EXTENSION

Brittle deformation prevails in the magmatic pile of King George Island (KGI). Structural style there is different depending on the scale. On meso-scale, extensional joints, commonly mineralized, predominate, while on map scale shear deformation (strike-slip faults) prevails over the extension deformation (dykes). Folding affects some parts of the pile being confined to those portions which contain more clastic intercalations. This localized folding may occasionally result in paradoxical situations where younger, folded strata are underlain by older, flat-lying rocks.

Structural evolution of the KGI magmatic pile since at least 67 Ma ago has been dominated by strike-slip tectonics. Three stages of the pile structural development are expressed by three successive sets of extensional joints and three sets of dykes parallel to them. The lower, calc-alkaline part of the pile, at least 110 Ma to about 22 Ma old, had been formed due to long-lived, eastward subduction of the ancient Pacific ocean floor. Only this part of the pile is cut by set I joints and dykes, oriented parallel to the direction of subduction (ESE). The middle part of the pile, about 22 Ma to (?)1,3 Ma old, consists also of calc-alkaline rocks. It had been formed during a period of major plates reorganization which resulted in cessation of subduction and opening of the Scotia Sea. Joints and dykes of set II, formed in that time, attest to clockwise rotation of principal main stress up to its recent orientation (WSW). The highest part of the pile, (?)1,3 Ma to Recent in age, composed of alkaline volcanics, has been formed during formation of the Bransfield Strait Graben. This part is cut exclusively by set III, ENE-WSW oriented, joints and dykes. In every stage of structural evolution of the KGI magmatic pile, the long-lived strike-slip tectonics have been interrupted by periods of normal and thrust faulting.

The parallelism of joints and dykes in particular sets renders possible to extrapolate the method of Nakamura to these volcanic terranes where dykes are poorly developed.

PRE-NEOGENE AGE OF THE PECTEN CONGLOMERATE FROM KING GEORGE ISLAND, WEST ANTARCTICA

The Pecten Conglomerate is a characteristic, lithologic unit in the Cainozoic sequence of Antarctica. The age of these fossiliferous strata is still controversial. It was dated as the Pliocene or Pleistocene. Recently an assemblage of Oligocene coccoliths has been discovered in the glaciomarine sequence of the Pecten Conglomerate (Low Head Member of the Polonez Cove Formation) of King George Island (South Shetland Islands). The record of these coccoliths casts new light on the age of the strata and climatic changes in Antarctica during the Late Paleogene. The presence of index fossils: Chiasmolithus altus, Reticulofenestra bisecta und R. umbilica in the coccolith assemblage indicates an Oligocene age for the glaciomarine strata of the Low Head Member and provides a time-framework for the Polonez Glaciation. This age is in accordance with the results of K-Ar datings, which show that rocks of the Polonez Cove Formation are older than 23 Ma (Kreuzer in Birkenmajer et al. 1986). The above results of stratigraphic studies indicate that the Polonez Glaciation took place in the Oligocene, i.e. much earlier than it has hitherto been assumed, and that this glacial event is one of the oldest recognized in Cainozoic rocks of Antarctica. Moreover, ice-rafted erratic rocks of Antarctic continent provenance within the Low Head Member, suggest early iceberg transport in the Oligocene Epoch. The development of the Pecten Conglomerate facies may have been diachronous within the circum-Antarctic seas - a region which underwent significant oceanic evolution during the start of Late Paleogene glaciomarine sedimentation.

The Study was supported by the Polish Academy of Sciences (Research-Project MR. I.29) and the Alexander-von-Humboldt Foundation (Bonn).

U/Pb-ALTERSDATIERUNGEN AN GESTEINEN DES SCOTIA-BOGENS

Der Bereich Antarktische Halbinsel - Feuerland nimmt in der Lagebeziehung der Südkontinente (Gondwana) vor dem Einsetzen der jungmesozoisch-känozoischen Kontinentaldrift eine Schlüsselstellung ein. Ein Beitrag zur Rekonstruktion der paläontographischen Situation kann durch die lithologische und altersmäßige Charakterisierung der Herkunftsgebiete der vom Karbon bis in die Trias abgelagerten Sedimente erfolgen.

Anhand der im klastischen Detritus vorhandenen Zirkone, deren Morphologie und U/Pb-Systematik untersucht wurde, ist es möglich, präandine orogene Prägungen der Zirkone, und damit auch der potentiellen Liefergebiete, zu bestimmen. Vier morphologische Zirkontypen, die sich auch im Uran-Gehalt und ihrer Pb-Isotopie unterscheiden, können in den bisher bearbeiteten Proben unterschieden werden.

- Typ 1: idiomorph, sehr geringe Transportbeanspruchung, farblos, schwach rosa und blaßbraun.
Vorkommen: Livingston Island, Elephant Island
- Typ 2: rund, schlagmarkenreiche Oberfläche (d.h. sedimentäre Transportbeanspruchung), rosa bis rot.
Vorkommen: Livingston Island, Elephant Island
- Typ 3: subidiomorph-stengelig, farblos-klar, zahlreiche Graphiteinschlüsse, alte Kerne.
Vorkommen: Gibbs Island, Signey Island.
- Typ 4: rund, farblos-klar bis rötlich, Graphiteinschlüsse.
Vorkommen: Gibbs Island, Signey Island.

Die Typ 1-Zirkone von Livingston Island und Elephant Island scheinen eine gemeinsame Diskordia zu definieren, die eine Bildung der Zirkone vor ca. 1600 Ma beschreibt und einen episodischen Bleiverlust (Metamorphose oder magmatische Neukristallisation) vor etwa 340 Ma anzeigt. Auch die Typ 2 Zirkone liegen nahe der durch Typ 1-Zirkone definierten Diskordia. Für diese runden Zirkone ist ein Zweistufenmodell jedoch nicht relevant, da sie nach bisherigen Erfahrungen einen alten, polyzyklischen Zirkontyp charakterisieren.

Der arkoseartige Charakter der untersuchten Sedimente und die Morphologie der Typ 1-Zirkone lassen vermuten, daß das ehemalige Wirtsgestein dieser Zirkone ein magmatisches (granitisches ?) Gestein war.

Die Typ 3-Zirkone von Gibbs Island definieren eine Diskordia mit einem unteren Schnittpunkt bei 50-70 Ma, wogegen die Typ 4-Zirkone möglicherweise eine eigene Diskordia mit einem unteren Schnittpunkt bei 390-400 Ma ergeben. Eine eindeutige genetische Aussage zu den Zirkontypen 3 und 4 ist bislang nicht möglich.

Aufgrund der bisher wenig erforschten Geschichte dieser Region und des bisher zur Interpretation angewendeten Zweistufenmodells für die Entwicklung der Zirkone (Diskordia-Modell) muß eine regionalgeologische Aussage immer aus dem jeweiligen Kenntnisstand heraus beurteilt werden. Im Gegensatz zu heute verbreiteten Ansichten, die das Vorhandensein prämesozoischer Orogene in der Umgebung der Antarktischen Halbinsel stark anzweifeln, zeigen die U/Pb-Isotopenanalysen eindeutig ein "frühvariszisches" Alter nahegelegener Abtragungsgebiete an, so daß die Herkunft des Materials, aus dem sich die Sedimente der Trinity Peninsula Group bildeten, aus Gebieten weit im Inneren des Gondwana-Kontinentes (Transantarktisches Gebirge i.w.S. oder Präkambrische Schilde) ausgeschlossen werden kann. Dort wurden außer jungen Übertragungsaltern um 230-250 Ma, vor allem Daten um 450 Ma, bzw. präkambrische Alter gemessen.

Im Gegensatz dazu gibt es im südlichen Argentinien Hinweise für orogene Ereignisse, die dem variszischen Zyklus zugerechnet werden können. Die Abtragungsprodukte solcher, syn- oder postorogen intrudierter Magmatite könnten, wenn die Sedimente nicht aus bisher zweifelhaften variszischen Orogenen im Untergrund der Antarktischen Halbinsel stammen, die karbonische (?) - triassische Schichtfolge der Halbinsel und umgebenden Inselgruppen aufbauen. Sowohl der äußerst geringe Abrollungsgrad der Typ 1-Zirkone, als auch der hohe Anteil an transportempfindlichem Feldspat im untersuchten Sediment auf Livingston Island implizieren einen sehr kurzen sedimentären Transportweg. Rekonstruiert man die Lage der Nordspitze der Antarktischen Halbinsel westlich von Feuerland, oder nimmt man das Liefergebiet im Halbinselbereich selbst an, so könnten die Abtragungsprodukte solcher Magmatite auf kürzestem Wege den Ablagerungsraum erreicht haben.

PETROGRAPHISCH-LAGERSTÄTTENKUNDLICHE UNTERSUCHUNGEN IM GEBIET DES
ESTRECHO DE GERLACHE, ANTARTISCHE HALBINSEL

Die im Rahmen der chilenischen Antarktisexpedition 1984 durchgeführten Untersuchungen im südlichen Teil der Gerlache-Straße hatten das Ziel einer ersten geologischen Kartierung sowie die Erfassung von erzführenden Mineralzonen.

Insgesamt wurden 3 schichtförmige Einheiten erkannt:

1. die sog. Bahia Charlotte-Formation, bestehend aus metasedimentären Gesteinen (wahrscheinlich oberes Paläozoikum bis Trias)
2. die sog. Canal Lautaro-Formation, welche durch metamorphe Vulkanite und andesitische Brekzien charakterisiert ist (Jura?)
3. die sog. Isla Wienecke-Formation, bestehend aus Andesiten und andesitischen Brekzien (Obere Kreide)

Die im Untersuchungsgebiet angetroffenen Intrusiva können vorläufig in zwei Hauptgruppen unterteilt werden:

- a) Palmer-Batholith (hauptsächlich Granodiorite)
- b) Costa Danco-Intrusivas (Granite, Granodiorite, Diorite und Gabbros.

Die Altersfrage dieser Intrusiva ist noch weitgehend offen; Altersdatierungen werden noch durchgeführt. Zahlreiche Gänge andesitischer bis basaltischer Zusammensetzung durchschlagen an vielen Stellen diese Intrusivgesteine.

Kleinere Erzmineralvorkommen (hauptsächlich Kupfer- und Eisensulfide) sind mit den sauren bis intermediären Intrusivas beider o.g. Gruppen verknüpft. Eine Zone mit Magnetit- und Ilmenitvorkommen erstreckt sich mit nordwestlicher Richtung über das kartierte Gebiet und steht im direkten Zusammenhang mit den basischen Intrusivas (Diorite und Gabbros der Costa Danco-Intrusiva) sowie den angrenzenden Andesiten der Lautaro-Formation.

EIN ELEKTRONISCHES KAMERASYSTEM ZUR AUTOMATISCHEN MESSUNG VON "WHITECAPS" UND MEEREIS

Die Bedeckung der Meeresoberfläche mit Eis oder Meeresschaum (whitecaps) beeinflusst die physikalischen Eigenschaften der Meeresoberfläche. Deshalb ist die quantitative Bestimmung dieser Parameter für Austauschvorgänge zwischen Wasser und Luft von Interesse.

Die bisherige Bestimmung von whitecaps und Eiskonzentrationen beruht auf der Analyse photographischer Aufnahmen (z.B. Monahan (1), Wu (2)). Die Auswertung dieser Bilder ist mit Unsicherheiten und Fehlern behaftet und erlaubt nur eine relativ grobe Bestimmung des Bedeckungsgrades $W(U)$. Aus diesem Grunde haben wir ein optoelektronisches System entwickelt, das die photographische Methode durch ein automatisches Verfahren ersetzt, das kontinuierliche Beobachtungen zulässt.

1. Aufbau des Systems

Das System - als Blockdiagramm in Abb. 1 wiedergegeben - besteht aus einer elektronischen Kamera, die durch ein Interface angesteuert wird. Ein Mikroprozessorsystem übernimmt die Kontrolle über das Interface, den Datentransfer sowie die Datenverarbeitung. Wahlweise können entweder die verarbeiteten oder die Rohdaten auf einer Magnetkassette gespeichert werden. Mit Hilfe des Monitors kann die Kamera zu Beginn der Meßphase justiert werden.

2. Meßprinzip

In der Fokalebene der Kamera befindet sich eine Photodiodenkette von 25.6 mm Länge bestehend aus 1024 Einzeldioden von je 25 x 12.5 μm . Das von der Kameraoptik entworfene 2-dimensionale Bild wird also nur in einer Dimension abgetastet. Die hierzu senkrechte Abtastung erfolgt durch die Bewegung der Kamera (Schiff, Flugzeug, etc.) oder des Objektes. Die gesamte Diodenzeile kann mit Raten zwischen 50 Hz und 1.5 kHz abgetastet werden. Die von einer Diode je nach Beleuchtungsstärke erzeugte Analogspannung wird bei Überschreiten einer einstellbaren Diskriminatorschwelle in ein digitales Signal umgewandelt (Abb. 2). Die Kamera kann also je nach Einstellung der Diskriminatorschwelle nur zwischen hell und dunkel unterscheiden. Dies reicht zu Identifizierung von Meeresschaum und Eis aus.

Die Diodennummern, bei denen ein Hell-Dunkel-Übergang stattfindet, werden in steigender Reihenfolge in einem Schieberegister gespeichert. Der Mikroprozessor übernimmt die Kontrolle des Datentransfers zwischen dem Schieberegister und seinem Arbeitsspeicher, wo die Datenverarbeitung erfolgt.

3. Anwendung

Das System wurde während der Expedition Arktis III 1985 zunächst auf dem Forschungsschiff "Polarstern" eingesetzt. Die relative Bedeckung der Meeresoberfläche mit Meeresschaum wurde vom Schiff aus ermittelt. Die Kamera wurde so aufgebaut, daß die Diodenzeile

parallel zur Meeresoberfläche lag und eine Länge von ca. 20 m erfaßte. Die Bildaufnahme Frequenz betrug 10 Hz, was bei einer Schiffsgeschwindigkeit von x m/s einer Auflösung zwischen Aufnahmen von $x/10$ m entspricht. Die Auflösung des einzelnen Bildes lag dagegen bei ca. 2 cm (20 m/1024 Dioden).

Zur Ermittlung der relativen Bedeckung wurde jede Aufnahme einzeln ausgewertet, wobei die Diodenlänge (25 μm) als Längeneinheit betrachtet wurde. Die so ermittelte relative Bedeckung ist unempfindlich gegenüber Abstandsänderungen zwischen Kamera und Meeresoberfläche.

Ein Meßbeispiel, das die Beziehung zwischen der Schaumbedeckung und der Windgeschwindigkeit wiedergibt, ist in Abb. 3 dargestellt. Erste Versuche, die Eiskonzentration zu bestimmen, wurden vom Schiff ebenfalls erfolgreich durchgeführt. Letzteres soll in Zukunft jedoch vom Hubschrauber aus erfolgen.

Unterschriften zu Abbildungen:

Abb. 1: Blockdiagramm des automatischen Meßsystems

Abb. 2: (a) Ausschnitt Diodenzeile, (b) Analoges Bild
(c) Digitales Bild

Abb. 3: Rel. Bedeckung als Funktion der Windgeschwindigkeit

4. Literatur

(1) E. C. Monahan, J. Phys. Ocean. 1, 139 (1971)

(2) J. Wu, J. Phys. Ocean. 9, 1064 (1979)

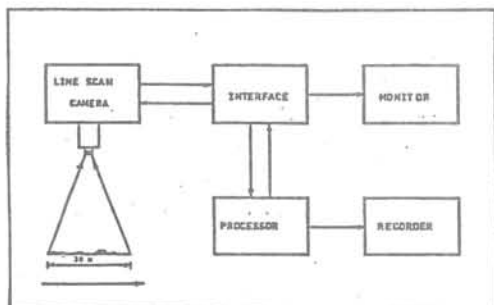
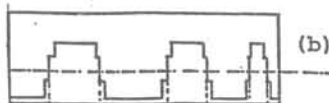


Abb. 1:



(a)

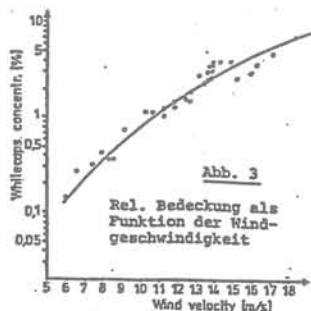


(b)



(c)

Abb. 2:



FILCHNER-SCHELFEIS-PROGRAMM:
MASSENBILANZUNTERSUCHUNGEN IM FRONTBEREICH DES FILCHNER-RONNE-
SCHELFEISES

Langjährige Beobachtungen der geographischen Lage der Front des Filchner-Ronne-Schelfeises zusammen mit Bestimmungen der absoluten Bewegung des Schelfeises im Frontbereich zeigen, daß die Eisfront seit über zwei Dekaden vorstößt. Größere Kalbungsereignisse, quasi als Kompensation des allgemeinen Vorstoßes, sind in diesem Zeitraum kaum aufgetreten.

Aus der Eisbewegung, den Eismächtigkeiten, dem Zutrag und den Schmelz-/Anfrierprozessen an der Unterseite kann der Massenfluß im Frontbereich abgeschätzt werden. Er beläuft sich derzeit auf ca. 138 Gt/a. Diese Eismasse entspräche der jährlichen Eisbergproduktion im Falle idealen Gleichgewichtes zwischen Vorstoß und Kalbung.

Der Vorstoß des Schelfeises ist vermutlich systeminhärent. Es ist anzunehmen, daß das Schelfeis über lange Zeiträume vorstößt, bis der Frontbereich mechanisch instabil und ein größeres Kalbungsereignis ausgelöst wird. Dieser zyklische Vorgang läuft vermutlich im Zeitraum von Dekaden ab.

ISOTOPENGLAZIOLOGISCHE ARBEITEN AUF DEM FILCHNER-RONNE-SCHELFEIS

Die Massenbilanzierung und die Modellierung der Dynamik eines Schelfeises setzen die hinreichend genaue Kenntnis der Akkumulationsverteilung voraus. Diese kann aus den jahreszeitlichen, quasiperiodischen Schwankungen von Isotopenprofilen im Firn abgeleitet werden, welche für jede Lokalität eine entsprechende Jahresschichtung anzeigt.

Auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis wurden während der Expeditionen seit 1982, insbesondere während der "Filchner-Traverse 1983/84", bei Schneeprofilaufnahmen stratigraphisch zugeordnete Proben genommen. Weiteres Probenmaterial stand aus Flachbohrungen und einem 100-m-Eisbohrkern, der 250 km südwestlich der Filchner-Station erbohrt wurde, zur Verfügung. Anhand der ^{18}O -, ^2H - und ^3H -Gehalte der Schneeprofile, der Flachbohrungen und des Kerns wurden die Akkumulationsraten in dem durch das Probenmaterial erfaßten Zeitraum bestimmt.

Für das Filchner-Ronne-Schelfeis ergibt sich ein Gefälle der jährlichen Akkumulationsraten von 21 g/cm^2 am Eisrand auf 14 g/cm^2 in 270 km Abstand von der Eiskante; schwächer ausgeprägt ist ein West-Ost-Gefälle, parallel zur Eiskante, mit Werten von 30 g/cm^2 im Westteil und 22 g/cm^2 nahe der Filchner-Station.

Die mittleren jährlichen ^{18}O -Gehalte entlang der Traverse nehmen von -24.6 ‰ an der Filchner-Station auf -28.5 ‰ im zentralen Teil des Schelfeises ab; ebenso sinkt die 10-m-Firntemperatur - ein Maß für die mittlere Jahrestemperatur - von -25.0°C auf -26.9°C . Daraus folgt ein Gradient der Isotopenwerte von ca. 1 ‰ pro 50 km. Der Temperaturgradient der Isotopenwerte von ca. 2 ‰ pro 1 K in dem Untersuchungsgebiet wird diskutiert.

Die Abnahme der Akkumulation, der 10-m-Temperatur und des ^{18}O -Gehalts sind charakteristisch für die zunehmende "Kontinentalität" der Meßpunkte.

NUMERISCHE MODELLE DES FILCHNER-RONNE-SCHELFEISES

Die beiden großen Schelfeise der Antarktis, das Ross- und das Filchner-Ronne-Schelfeis, spielen für die Massenbilanz der Antarktis insgesamt, besonders jedoch für die Westantarktis als marinen Eisschild eine entscheidende Rolle. Mit ihrem großen Einzugsgebiet können Änderungen ihres Fließverhaltens Hinweise auf mögliche, klimatisch bedingte Instabilitäten des antarktischen Eisschildes insgesamt geben. Voraussetzung hierfür jedoch ist eine genaue Kenntnis der heutigen Dynamik und Massenbilanz dieser Schelfeise. Diese Voraussetzungen lassen sich durch eine Kombination von Feldmessungen mit numerischen Modellen des Fließverhaltens der Schelfeise gewinnen. Während Feldmessungen genaue, geographisch fixierte Informationen über ein begrenztes Gebiet des Schelfeises liefern, erlauben Modellstudien die Extrapolation und Vorhersage großräumigen Verhaltens auf der Basis dieser Messungen.

Eine grundlegende Größe, die das Fließverhalten eines Schelfeises weitgehend bestimmt, ist seine Mächtigkeitsverteilung. Durch fluggestützte Radarmessungen ist es möglich, die Mächtigkeitsverteilung weiter Teile eines Schelfeises relativ schnell und einfach zu ermitteln. Radarmessungen in Kombination mit anderen Verfahren waren die Basis für die erste vollständige Eisdickenkarte des Filchner-Ronne-Schelfeises (Robin u.a., 1983, Natur 302, 582-586). Eine Besonderheit bildet eine Zone relativ dünnen Eises (≤ 300 m), die sich auf einer Breite von etwa 140 km von der Eiskante zwischen 50° und 55° W etwa 350 km nach Süden erstreckt. Messungen während der 1983/84 durchgeführten deutschen Antarktisexpedition haben nun zu der Hypothese geführt, daß die genannte Zone möglicherweise ein Gebiet darstellt, in dem salzhaltiges Eis an der Unterkante normalen Schelfeises angefroren ist. Die starke Absorption von Radarwellen in salinem Eis, die zu einem Verschwinden des Signals von der tatsächlichen Eisunterkante führt, könnte die Erklärung für die ursprüngliche Interpretation der Eismächtigkeiten liefern. Solche Unterschiede in den Eismächtigkeiten, aber auch in der Zusammensetzung des Eises, haben Einfluß auf das Fließ- und Verformungsverhalten des Schelfeises.

Um diese Einflüsse abzuschätzen, wurden numerische Modellstudien durchgeführt, deren Ergebnisse Eisgeschwindigkeiten und Verformungsraten an jedem Punkt des Schelfeises (im wesentlichen) als Funktion der Eismächtigkeiten bilden. Diese Werte können mit Feldmessungen verglichen und so die Zuverlässigkeit der vorge schlagenen Mächtigkeitsverteilungen abgeschätzt werden.

In den Modellen werden Erhaltungssätze für Masse und Impuls in Kombination mit einem geeigneten Materialgesetz numerisch gelöst. Die Rechnungen werden in einem Gitternetz, dessen Elemente eine Seitenlänge von 10 Meilen (=16.09 km) haben, mit Hilfe finiter Elemente durchgeführt. Die jetzt durchgeführten Rechnungen liefern Gleichgewichtsgeschwindigkeiten des Eises für jedes

Gitterelement, aus denen sich Dehnungsraten und über das Materialgesetz dazugehörige Spannungen berechnen lassen. Wir betrachteten dabei drei verschiedene Modelle: Modell A, mit Mächtigkeitsverteilungen wie von Robin u.a. (1983) gegeben; Modell B, hier wurde die Zone dünnen Eises im Zentrum des Ronne-Schelfeises künstlich ausgeglichen; Modell C, es wurde mit gleichen Mächtigkeiten wie in Modell B gerechnet, jedoch das Vorhandensein salinen Eises anstelle der dünnen Zone im Ronne-Schelfeis durch Änderungen im Materialgesetz berücksichtigt.

Beim Vergleich der Ergebnisse für jedes der drei Modelle zeigen sich signifikante Unterschiede in den berechneten Eisgeschwindigkeiten und Verformungsraten. Abb. 1 gibt Eisgeschwindigkeiten in m/a für Modell C, die sowohl über denen von Modell A wie auch Modell B liegen. Die am Schelfeisrand vorhergesagten Geschwindigkeiten liegen in der gleichen Größenordnung wie die aus Feldmessungen abgeleiteten bzw. direkt ermittelten Geschwindigkeiten. Allerdings lassen die derzeit vorhandenen Geschwindigkeitsdaten noch keinen eindeutigen Schluß über die Richtigkeit des einen oder anderen Mächtigkeitsmodells zu. Die vorhergesagten Dehnungsraten der drei Modelle unterscheiden sich ebenfalls signifikant voneinander. Die größten Differenzen treten auf, wo in Modell A die dünne Zone und in Modell C die Zone salinen Eises angenommen wurden. Während in den beiden genannten Modellen dort relativ große kompressive Verformungen vorhergesagt werden, zeigen sich in Modell B keine Abweichungen von den benachbarten Gebieten. Damit sollten sich aufgrund von Feldmessungen auch im Hinblick auf das Verformungsratenfeld Entscheidungen über die Richtigkeit der vorgegebenen Mächtigkeitsmodelle treffen lassen.

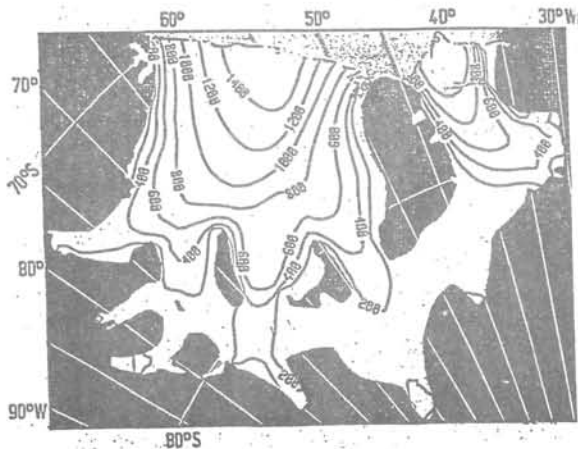


Abb. 1: Eisgeschwindigkeiten in m/a für Modell C (weitere Einzelheiten, siehe Text)

DIE BESTIMMUNG VON SCHELFEISBEWEGUNGEN MIT SATELLITENMETHODEN
- TRANSIT UND GPS/NAVSTAR -

Auf dem Filchner-Ronne- und dem Ekström-Schelfeis werden seit 1979 neben den klassischen Methoden auch Satellitenverfahren zur Koordinatenbestimmung eingesetzt. Bis 1985 fand hierfür ausschließlich das Doppler-Meßverfahren mit den TRANSIT-Satelliten des Navy Navigation Satellite System (NNSS) Verwendung.

Im Südsommer 1985/86 wurden erstmals Koordinatenbestimmungen mit geodätischen GPS-Empfängern des Typs TI-4100 von Texas Instruments durchgeführt. In dem Vortrag wird über die Effektivität und die Leistungsfähigkeit beider Systeme (TRANSIT und GPS/NAVSTAR) für Feldeinsätze in der Antarktis berichtet. Die Ergebnisse der Meßkampagnen 1983/84/85 und, soweit vorhanden, von 1985/86 werden vorgestellt.

HÖHENBESTIMMUNGEN UND REFRAKTIONSUNTERSUCHUNGEN IM ANTARKTISCHEN
SHELFEISBEREICH

Aus den Auswertungen der in den Jahren 1980, 1982 und 1984 ausgeführten geodätischen Verformungsmessungen auf dem Filchner- und dem Ekström-Schelfeis ergaben sich einige bemerkenswerte Aussagen zur terrestrischen Refraktion.

1. Refraktionskoeffizienten aus trigonometrischen Höhenbestimmungen

Die Abhängigkeit der Höhengenaugigkeit von der Qualität der Refraktionserfassung wird anhand von Beispielen dargestellt. Dabei wird auf zwei Aspekte der Refraktion besonders eingegangen. Der eine Aspekt betrifft den Tagesgang der Refraktion. Bei der Auswertung des vorliegenden Datenmaterials ergaben sich für Strahlungstage nach 15 Uhr Ortszeit wirksame Refraktionskoeffizienten K bis zur Größe 6 bei kurzperiodischen Schwankungen von $+1,5$. Die genauesten Ergebnisse bei trigonometrischen Höhenübertragungen über Schnee- und Eisflächen erzielt man an Strahlungstagen im Zeitraum von 10 bis 15 Uhr. Entfernungen, die größer als 1 km sind, sollten unterteilt werden.

Der zweite Aspekt betrifft die räumliche Heterogenität der Refraktion. Aufgrund der aufgedeckten erheblichen systematischen Unterschiede der Refraktionsverhältnisse für Hin- und Rückrichtung derselben Strecke zu nahezu derselben Zeit folgt die Notwendigkeit, in sinnvoll gewählten Abständen Strecken soweit zu unterteilen, daß sich deren Höhenunterschiede mit hoher Genauigkeit bestimmen lassen. Aus diesen "Sollhöhenunterschieden" lassen sich dann Stützwerte der Refraktion für Hin- und Rückrichtung berechnen.

2. Refraktionskoeffizienten aus vertikalen Temperaturprofilen

Der örtliche Refraktionskoeffizient κ kann unabhängig von geodätischen Messungen aus dem vertikalen Temperaturgradienten dT/dH berechnet werden. Zur Bestimmung des Temperatur-Gradienten wurden Temperaturmessungen der bodennahen Luftschicht über Schelfeis in verschiedenen Höhen ausgewertet. Probleme ergaben sich bei der Meß- und Eichgenauigkeit der Temperaturfühler und bei der Anpassung einer stetigen Temperatur-Höhen-Funktion an die diskreten Meßwerte.

Zur Beurteilung der aus Temperaturdaten berechneten κ werden Soll-Höhenunterschiede und wirksame Refraktionskoeffizienten K herangezogen. Der Vergleich zeigt, daß bei normalen Verhältnissen ($-0,05 \leq K \leq 0,70$) nur unbefriedigende Übereinstimmung zwischen K und κ herrscht und deshalb κ im allgemeinen für die Refraktionskorrektur nicht ausreichend genau ist. Günstiger sind die Ergebnisse bei extremen Strahlungsverhältnissen (plötzliches Aufklaren bei tiefstehender Sonne, $5 \leq K \leq 11$), da diese Größenordnung auch für κ aus Temperaturdaten hervorgeht.

KOLLOKATION VON VERZERRUNGSTENSOREN ZUR ERFASSUNG DES DEFORMATIONSVERHALTENS VON EISOBERFLÄCHEN

Das Verzerrungsverhalten eines unbegrenzten Schelfeises wird allein bestimmt durch die Ausbreitung des Eises unter dem eigenen Gewicht infolge der Schneeakkumulation an der Oberfläche. Die sich daraus ergebende Radialsymmetrie wird i.d.R. durch den begrenzenden Einfluß der Seiten zum Inlandeisschild und zum Land hin gestört, was bei einem idealen, symmetrischen Schelfeis zur Spiegelsymmetrie in Bezug auf die Schelfeismittellinie führt.

Die Gletscher- und Eiskappenbewegung resultiert aus zwei Prozessen: zum einen wie beim Schelfeis aus der plastischen Verformung infolge des eigenen Gewichts, zum anderen aus dem Gleiten über dem darunter liegenden Untergrund, wobei die Geschwindigkeit hauptsächlich durch die Eisdicke und die Oberflächenneigung bestimmt ist. Im Querprofil zeigen sich geringe Änderungen der Geschwindigkeit im mittleren Teil des Gletschers, jedoch eine rasche Abnahme in den seitlichen Bereichen.

Bei der Beschreibung des Verzerrungsverhaltens durch den Kollokationsansatz lassen sich solche Deterministiken mit Hilfe von Trendfunktionen abspalten, so daß die regionalen und lokalen Störungen, die sich beim Schelfeis aufgrund von unterschiedlichen Eisströmen, Gletscherzuflüssen, topographischen Besonderheiten, Ice Rises etc. und beim Gletscher infolge von Variationen des Bodenreliefs, Querschnittsänderungen des Gletschertales, Eisdickenänderungen etc. ergeben, als Signal interpretiert werden können.

Nach Abtrennung des regelmäßig-systematischen Trendanteils durch ausgleichende Funktionen werden die verbleibenden Residuen mit Hilfe der Filterung in Signal- und Rauschanteile aufgespalten. Neben ihrem statistischen Verhalten unterscheiden diese sich auch dadurch, daß die Messungsfehler nur in den diskreten Messungspunkten - den Stützpunkten - auftreten, während die Signale auch zwischen den Stützpunkten definiert sind. Diese Signale in beliebigen Interpolationspunkten lassen sich mit Hilfe der Prädiktion ermitteln. Der funktionale Zusammenhang der Signale braucht nicht bekannt zu sein; ihre Verknüpfung erfolgt lediglich über einen korrelativen Zusammenhang, d.h. durch die Kovarianzfunktion. Dies ergibt sich auch aus der Tatsache, daß der Eiskörper zwar inhomogen verzerrt ist, jedoch infinitesimale Elemente der Oberfläche die Eigenschaften homogenen Strains besitzen und die Strainzustände benachbarter Elemente voneinander abhängig sind, da der Strain nicht zufällig variiert.

Die Zuordnung eines stetigen Verschiebungsfeldes zu den prädierten Verzerrungstensoren wird im Trendansatz durch die Kompatibilitätsbedingungen gewährleistet. Es können jedoch durchaus Diskontinuitäten und Unstetigkeiten im Geschwindigkeits- und Verzerrungsfeld auftreten, wie z.B. zwischen zwei Eisströmen oder auch in Bereichen der Grundberührung beim Schelfeis. Diese

Effekte werden durch die Signal-Kovarianzfunktionen aufgefangen bzw. können mit ihnen durch entsprechende Maßnahmen berücksichtigt werden.

Neben dem Tensor der Verzerrungsraten und den Rotationsraten selbst können verschiedene ihrer Funktionen, wie Strecken-, Winkel-, Azimutverzerrungsraten und normierte Geschwindigkeitsdifferenzen der Kollokation als Beobachtungen zugrunde gelegt werden. Aus der Methodik der Meßwerterfassung bzw. aus Vorausgleichungen - wie beim Verzerrungstensor selbst - kann eine fundierte Vorstellung über die Genauigkeit der diskret verteilten Stützwerte gewonnen werden.

Der Kollokationsansatz erfolgt im wesentlichen hypothesenfrei. Die Lösung ist in dem Sinne optimal, daß sie die genauesten Interpolationsergebnisse auf der Basis der verfügbaren Stützwerte liefert.

Das Verfahren der Kollokation von Verzerrungstensoren wird an einem Beispiel demonstriert.

EIN NUMERISCHES MODELL DER WINDBEDINGTEN OZEANISCHEN ZIRKULATION AN DER SCHELFEISKANTE DER ÖSTLICHEN WEDDELL-SEE

Der sehr intensive küstenparallele Strom in der östlichen Weddell-See, der einen Teil des großräumigen zyklonalen Weddellwirbels bildet, stellt das beherrschende ozeanographische Merkmal dieser Region dar. Zur Untersuchung der Grundstruktur der Strömung, insbesondere auch in der küstennormalen und in der vertikalen Richtung, wurde ein numerisches Modell entwickelt, das die windbedingte ozeanische Zirkulation im Bereich der Schelfeiskante beschreibt. Dieses rein dynamische Modell ist quasidreidimensional. Es werden zwar die Strömungskomponenten in allen drei Bewegungsrichtungen berechnet, jedoch nur für einen zweidimensionalen küstennormalen Vertikalschnitt. Es gibt also keine Änderungen des Bewegungs- und des Massenfeldes in der Richtung parallel zur Schelfeiskante. Gestartet werden die Simulationen jeweils aus dem Zustand der Ruhe, unter Vorgabe einer horizontalen homogenen und vertikal geschichteten Dichteverteilung. Den Antrieb im Modell bildet der Wind, der in Anlehnung an mehrjährige Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmeßreihen der britischen Antarktisstation Halley Bay vorgegeben wird. Da die Winde überwiegend aus den östlichen Richtungen 50 bis 100 Grad wehen, beschränken sich die Modelluntersuchungen auf einen Bereich zwischen küstennormalem Wind und einem Wind in 45 Grad zur Küstennormalen. Unter diesen Bedingungen kommt es nur zu zwei unterschiedlichen ozeanischen Zirkulationsmustern in der Vertikalen. Ein horizontaler südwärtssetzender küstenparalleler Strom wird in beiden Fällen simuliert.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen den unterschiedlichen vertikalen Aufbau des Bewegungsfeldes unter Einwirkung der beiden extremen Windrichtungen von 45 Grad zur Küstennormalen und küstennormal.

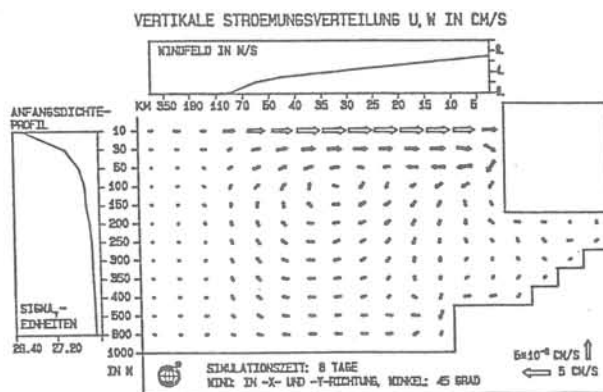


Abb. 1: Angreifender Wind in 45 Grad zur Küstennormalen

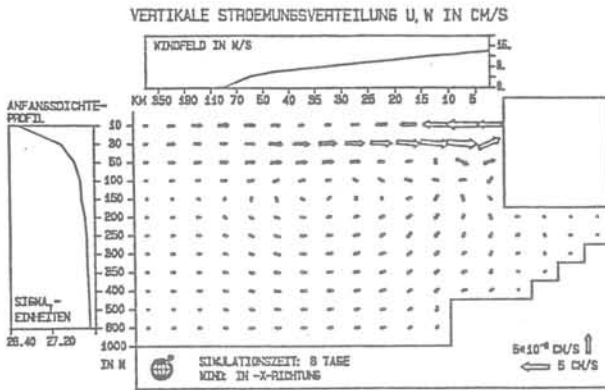


Abb. 2: Angreifender Wind in der küstennormalen Richtung

Im ersten Fall ergibt sich aufgrund der Corioliskraft ein zur Schelfeiskante gerichteter Oberflächentransport. Es kommt zum Absinken leichteren Oberflächenwassers an der Schelfeiskante, Gegenstrom in 50 m Tiefe, sowie zu einem Bodesturm auf dem schmalen kontinentalen Schelf. Aufgrund des sich einstellenden Massenfeldes, welches durch zur Küste abfallende Linien gleicher Dichte charakterisiert wird, ergibt sich ein optimales Zusammenwirken von windinduzierter und geostrophischer Strömung. Im zweiten Fall dagegen behindern sich beide gegenseitig. Es wird ein seewärts gerichteter Oberflächentransport simuliert, sowie ein direkt darunter verlaufender Gegenstrom, der sogar noch stärker ausgeprägt ist. Die Bewegungen unterhalb dieser Zone sind verschwindend klein.

Der Wind treibt das Oberflächenwasser von der Schelfeiskante fort, schweres Wasser steigt auf und es entsteht vor der Eiskante ein Massenfeld mit an der Oberfläche aufwärtsgerichteten Isopyknen. Dies bedingt eine nordwärtsgerichtete geostrophische Strömungskomponente. An der Oberfläche dominiert zwar der windinduzierte südwestliche Transport, direkt darunter kommt jedoch der Einfluß des Massenfeldes zum tragen, der die Strömung zur Schelfeiskante dreht.

Weiterhin sind Simulationen mit einer starren Packeisdecke, unter Berücksichtigung einer Küstenpolynya vor der Schelfeiskante, durchgeführt worden. An den jeweiligen Strömungsrichtungen ändert sich dabei nichts. Es kommt aber darüber hinaus je nach Windrichtung zu Auftriebs- beziehungsweise zu Absinkbewegungen an der Packeiskante.

Der unter dem Einfluß von küstennormalem Wind seewärtsgerichtete Oberflächentransport, der von entscheidender Bedeutung für die mögliche Existenz einer Küstenpolynya ist, bleibt in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit etwa bis zu einem Winkel des angreifenden Windes von 20 Grad zur Küstennormalen bestehen. Messungen des Salzgehaltes und der Temperatur in Form von vier hydrographischen küstennormalen Schnitten, gewonnen während ANT III/3, 1985, ergeben ein Massenfeld mit einer den Modellergebnissen ähnlichen Grundstruktur.

OZEANISCHE ^4He - und ^{18}O -DATEN ALS INDIKATOREN FÜR SCHMELZPROZESSE
UNTER DEM FILCHNER-SCHELFEIS

^4He - und ^{18}O -Daten von Wasserproben, die während der 6. "Polarstern"-Reise (ANT III) 1985 im Filchner-Graben genommen wurden, zeigen eine deutliche isotopische Markierung des sog. Ice Shelf Water, die auf eine Zufuhr von Schmelzwasser unter dem Filchner-Schelfeis zurückgeführt werden kann. Die Spurenstoffmarkierung des Ice Shelf Water kann zur Bestimmung des in dieser Wassermasse enthaltenen Schmelzwasseranteils herangezogen werden. Eine mögliche Anwendung von Isotopendaten zur Bestimmung der Abschmelzraten des Filchner-Schelfeises wird diskutiert.

OSZILLATIONEN DER ANTARKTISCHEN SCHELFEISKANTE WÄHREND EINES GLAZIAL-INTERGLAZIAL-ZYKLUS

Die sedimentologische Bearbeitung mehrerer Sedimentkerne auf einem Profil am antarktischen Kontinentalhang ermöglichte eine Abgrenzung fünf verschiedener Sedimentfazies, die unterschiedlichen Ablagerungsbedingungen zugeordnet werden können. Die vier an der Sedimentation beteiligten Prozesse Eistransport, Strömungstransport, gravitativer Sedimenttransport und biologische Produktion werden durch die Meereisbedeckung und die Bewegungen der Schelfeiskante gesteuert. Beide unterliegen dem Einfluß der pleistozänen Klimazyklen, die sich somit auch in diesen Sedimenten rekonstruieren lassen.

Die während der Interglazialstadien am Kontinentalhang abgelagerte Interglazialfazies ist charakterisiert durch einen hohen Eisfrachtanteil, grobes Korngrößenspektrum, niedrige Gehalte an Montmorillonit und einen vorwiegend aus planktonischen Foraminiferen bestehenden Karbonatanteil. Die Sedimentationsrate beträgt 2 - 4 cm/1000a.

Die Glazialfazies kennzeichnet mit niedrigen Eisfrachtgehalten, einem feineren Korngrößenspektrum und hohen Montmorillonitgehalten die Sedimentation in Glazialzeiten. Ein biogener Anteil fehlt. Die Sedimentationsraten liegen generell bei 1cm/1000a.

Für die während des Übergangs vom Glazial zum Interglazial abgelagerte Übergangsfazies ist ein hoher Anteil an kieseligen Organismen typisch. Die Moränenfazies tritt ausschließlich am oberen Teil des Kontinentalhanges auf und kennzeichnet Eisvorstöße, die den Schelfrand überschritten haben. Die Fazies besteht vorwiegend aus umgelagerten Schelfsedimenten. Die Surgefazies wird auf dem Kontinentalhang während interglazialer Eissurges unter dem Schelfeis abgelagert und ist ein ausschließlich durch Strömung angeliefertes Sediment (Konturit). Die seit langem diskutierten antarktischen Eissurges konnten mit dieser Fazies erstmals im Sediment nachgewiesen werden.

Die Abfolge der Sedimentfazies läßt Eisvorstöße der Schelfeiskante sowohl in Glazial- als auch in Interglazialzeiten erkennen. Während eines Glazials liegt das Schelfeis, bedingt durch den niedrigen Meeresspiegel, auf dem Schelf auf und stößt bis zur Schelfkante vor. Das zweimalige Auftreten der Moränenfazies während des Wechsels vom Interglazial zum Glazial, sowie eine Eisrandlage auf dem äußeren Schelf lassen geringfügige Verlagerungen der Eiskante im Bereich des Schelf/Hang-Überganges vermuten.

In Interglazialzeiten kann es zu kurzfristigen, weit über den Hang reichenden Eisvorstößen (surges) kommen. Höhere Temperaturen und geringere Packeisbedeckung lassen aufgrund der erhöhten Verdunstung die Schneeakkumulationsraten über dem Kontinent ansteigen. Der Eisschild nimmt an Mächtigkeit zu, bis der

Druckschmelzpunkt an der Basis überschritten wird. Es kommt zu basaler Aufschmelzung und somit im Untersuchungsgebiet zu etwa 150 km weit reichenden Eisvorstößen. Warvenzählungen in der Surgefazies haben ergeben, daß die Dauer vom Beginn der Surgephase bis zur Verlagerung der Eiskante an die Ausgangsposition nur etwa 1000 Jahre beträgt.

PARAMETRISIERUNG DER ATMOSPHERISCHEN GRENZSCHICHT BEIM FILCHNER-SHELFEIS-PROGRAMM

Das mesoskalige Experiment an der Filchner-Schelfeiskante MEFIS (Sommerkampagne 83/84) diente der Erforschung der atmosphärischen Grenzschicht auf dem Filchner-Schelfeis, insbesondere der Prozesse im Übergangsbereich Schelfeis, Küstenpolynia und Meereis. Drei Fesselballonstationen, zwei Energiehaushaltsstationen, sowie sechs automatische Stationen lagen auf einer Meßlinie, die annähernd senkrecht zur Schelfeiskante zwischen der Filchnerstation und dem DPFVS "Polarstern" verlief.

Mit den Ergebnissen des Experiments zu den Einzelphänomenen Kaltluftabfluß und Strömungskonvergenz über der Küstenpolynia wird die Anwendung der atmosphärischen Widerstandsgesetze für Impuls und Wärme zur Modellierung der Grenzschicht diskutiert. Es zeigt sich, daß in einigen ausgesuchten Fällen Rossbyzahlähnlichkeit gilt, so daß die Parametrisierung über die Widerstandsgesetze erlaubt ist.

Als Beispiel für deren Anwendung wird die erwähnte Polyniakonvergenz in Abhängigkeit vom geostrophischen Wind, der unterschiedlichen Rauigkeit von Schelfeis, Polynia und Meereis, sowie der ebenfalls unterschiedlichen Stabilitäten der Grenzschicht dargestellt. Die Modellierung ergibt, daß diese unterschiedliche Schichtung über Schelfeis, Polynia und Meereis der wichtigste Faktor für die Strömungskonvergenz ist. Die Neigung der Schelfeisoberkante oder die verschiedene Rauigkeit der benachbarten Gebiete haben eine wesentlich geringere Bedeutung.

DIE VARIABILITÄT DER ATMOSPHERISCHEN ZIRKULATION IM WEDDELL-SEE-GEBIET

Das Weddell-See-Gebiet und die benachbarten Regionen sind ein interessantes Untersuchungsgebiet wegen ihrer geographischen Lage und den damit verbundenen atmosphärischen und ozeanographischen Gegebenheiten. Die kälteste Küstenregion der Antarktis und ihre westliche Begrenzung durch die Antarktische Halbinsel begünstigen eine antizyklonale Wirbelströmung im Ozean und in der Atmosphäre, die kaltes Wasser, Eis und Kaltluft nordwärts in die von den Westwinden beherrschten mittleren Breiten transportiert. Unsere Untersuchungen zur atmosphärischen Zirkulation ergeben, daß sich Gebiete mit geringer und hoher Stationarität unterscheiden lassen. Dies zeigt sich z.B. in den Zugbahnen synoptischer Störungen, die an der nordöstlichen Flanke dieser "Wirbel"strömung von Nordwesten nach Südosten verlaufen. Westlich der Antarktischen Halbinsel und am östlichen Rand des "Wirbels" treten Gebiete hoher Stationarität auf, in denen die Zyklonen nur noch langsam vorankommen bzw. sich auflösen. Weitere Untersuchungen zu meridionalen Transporten von sensibler Wärme und zonalem Impuls durch stationäre und wandernde Wellen in der Atmosphäre für diese Gebiete ergeben, daß die meridionalen Transporte von sensibler Wärme durch stationäre (v^*T^*) und wandernde ($v'T'$) Wellen fast gleich groß sind, aber mit unterschiedlicher Richtung. In den nördlicheren Breiten (mittleren Breiten) dominiert erwartungsgemäß der Fluß durch wandernde Wellen. Der meridionale Transport von zonalem Impuls erfolgt im wesentlichen durch wandernde Wellen ($u'v'$).

Zu den Postervorträgen:

H.-J. Kretzer

DIE POLARFAHRTEN DES FORSCHUNGSREISENDEN LUDWIG KOHL-LARSEN

Der Ethnologe, Prähistoriker, Arzt und Forschungsreisende Prof. Dr. Ludwig Kohl-Larsen unternahm neben seinen Reisen in den Nahen Osten, nach Afrika und zu den pazifischen Inseln auch mehrere Fahrten in die kalten Gegenden unserer Erde. Nach Erkrankung und Heimfahrt während der Filchner-Expedition 1911 durchquerte er 1912 Lappland, fuhr 1923/24 mit seinem Schwiegervater, dem norwegischen Kapitän Larsen, ins Ross-Meer, untersuchte 1928/29, nur von seiner Frau begleitet, das Innere Südgeorgiens und nahm 1931 an der Arktisfahrt des Luftschiffes "Graf Zeppelin" teil. Die Posterausstellung wird ergänzt durch Informationen aus der aktuellen Neumayer-Forschung.

J. Gutt und D. Piepenburg (Kiel)

siehe IV-8