

Kieler Expeditionsteilnehmer an Bord der Polarstern und der Oden

Internationale ARCTIC-91 Expedition hebt einen Schatz am Nordpol

Neun Kieler Teilnehmer der internationalen ARCTIC-91 Expedition in das zentrale Nordpolarmeer kehrten im Oktober 1991 mit einem Schatz an neuen Erkenntnissen und Daten über die geologische Geschichte, die natürlichen Umwelteigenschaften und die Lebenswelt des Nordpolarmeeres an ihre Arbeitsplätze in der Christian-Albrechts-Universität zurück. Am 7. September 1991 hatten sie an Bord des deutschen Forschungseisbrechers *Polarstern* und des schwedischen Mehrzweckeisbrechers *Oden* gemeinsam den Nordpol erreicht. Die internationale ARCTIC-91 Expedition hatte am 1. August im nordnorwegischen Tromsø, dem traditionellen Tor für Expeditionen in die nördlichen Polargebiete, begonnen. Daß dieses Unternehmen für *Polarstern* am 10. Oktober 1991, dem 130. Geburtstag des berühmten Polarforschers Fridtjof Nansen, auch wieder in der Stadt mit der nördlichsten Universität der Erde zu Ende ging, war daher kein Zufall.

Insgesamt waren drei Schiffe an der internationalen Expedition ARCTIC-91 beteiligt, die sich im Hinblick auf ihre Einsatzmöglichkeiten ergänzten. Während von *Oden* aus ozeanographische, meereschemische und planktologische Arbeiten durchgeführt wurden, bot sich *Polarstern* aufgrund der vorhandenen Ausstattung besonders als Arbeitsplattform für geologische, geophysikalische, benthologische und glaziologische Untersuchungen an. Der amerikanische Coast Guard Eisbrecher *Polar Star* sollte aufgrund seiner kräftigen Gasturbine vor allem in schweren Eisverhältnissen den Weg bahnen, er war darüber hinaus aber auch für ergänzende geologische und geophysikalische Arbeiten vorgesehen. Die Koordination des Unternehmens lag in Händen des Schwedischen Polarforschungs-Sekretariats in Stockholm (mit Prof. Leif Anderson als Fahrtleiter auf *Oden*) und des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven (mit Prof. Dr. D. Fütterer als Fahrtleiter auf *Polarstern*).

Von Tromsø aus nahm *Polarstern* zunächst Kurs auf das Barentsmeer und fuhr dann östlich an Spitzbergen vorbei. Anschließend stieß sie zügig in das Eurasische Becken des Nordpolarmeeres vor, wo die wissenschaftlichen Arbeiten begannen. *Oden* dagegen mußte, nachdem sie Spitzbergens Nordwestkap bereits umrundet und die Eiskante beinahe erreicht hatte, aufgrund eines Motorschadens noch einmal umkehren. Am 18.8. konnte dann auch sie mit voller Kraft voraus auf ihr eigentliches Element, das Packeis, zusteuern. Etwa zur gleichen Zeit blieb die amerikanische *Polar Star*, die nach einem kurzen Zwischenstop in Tromsø der *Polarstern* gefolgt war, mit einem Schaden am Antriebssystem bei 84°N im Nansen-Becken stecken. Zur großen Enttäuschung der beteiligten wissenschaftlichen Arbeitsgruppen mußte sie nach mehrtägigen Reparaturversuchen die Fortsetzung des Unternehmens aufgeben und in eisfreie Gewässer zurückkehren.

Oden erreichte nach unerwartet schneller Abwicklung eines Transektes durch das Eurasische Becken bereits am 4.9. die über der Nordflanke des Lomonosov-Rückens arbeitende *Polarstern*. Im Anschluß an einen kurzen, aber wissenschaftlich bedeutungsvollen Abstecher der *Oden* in das bereits zum kanadischen Teil des Nordpolarmeeres gehörende Makarov-Becken traten beide Schiffe gemeinsam die über den Nordpol führende und weiterhin zu intensiver Stationsarbeit Gelegenheit bietende Rückfahrt an. *Polarstern* erreichte nach einer kurzen Unterbrechung der Rückreise zum Austausch eines Teiles der wissenschaftlichen Besatzung und zur Aufnahme von dort lagernden Containern in Tromsø am 14. Oktober ihren Heimathafen Bremerhaven. *Oden* lief am selben Tag in Göteborg ein.

Der erfolgreiche Vorstoß von *Polarstern* und *Oden* in das zentrale Nordpolarmeer hat eine neue Epoche der arktischen Meeresforschung eingeleitet. Erstmals gelang es konventionell angetriebenen, speziell für die Forschung ausgerüsteten Schiffen, in ein Gebiet vorzudringen, das, abgesehen von einigen atomgetriebenen U-Booten und auf dem driftenden Eis errichteten Forschungsstationen, bisher nur sowjetischen Atomeisbrechern zugänglich war. Daß eine derartige Expedition neben der oft trockenen, eintönigen wissenschaftlichen Stations- und Analysearbeit unter entbehrungsreichen Arbeitsbedingungen und bei klirrender Kälte auch Raum für Erlebnisse anderer Art bietet, mögen sich die meisten nicht vorstellen können, aber es gibt sie. Manchmal sind sie Anlaß zur Freude und zur Abwechslung vom eintönigen Einerlei im Nebel und auf dem Eis, manchmal aber auch zur Besorgnis und zur Erinnerung, daß man sich in einer für den Menschen feindlichen, aber schützenswerten Umwelt, die anderen Gesetzen gehorcht, aufhält.

Während der Arbeit auf dem Eis, die täglich bei oft starken Winden und bei Temperaturen bis zu -11°C viele Stunden dauerte, mußten die Forscher damit rechnen, von Eisbären angegriffen zu werden. Ständig war ein "Eisbärenwächter" beauftragt, von der hochliegenden Brücke der *Polarstern* aus die Umgebung zu beobachten. Einmal jedoch, als sich die Eisforscher mehrere Meilen vom Schiff entfernt hatten, näherte sich ein Bär unbenutzt auf einige hundert Meter. Glücklicherweise wurde er aber von einem Hubschrauber aus entdeckt, und es gelang dem Piloten schließlich, den Bären von der Luft aus zu verjagen. Die sich nach einigen Wochen breitmachende Sorglosigkeit war im Nu verschwunden.

Am 7. September 1991 kurz nach 10 Uhr morgens erreichten *Oden* und *Polarstern* als die beiden ersten konventionell angetriebenen Forschungsschiffe den Nordpol. Ein Traum erfüllte sich für viele Mitglieder der Expedition und eine neue Epoche der Arktisforschung wurde eingeläutet. Neben der Stationsarbeit an einem wissenschaftlich einzigartigen Ort auf unserer Erde, an dem die Erdachse den Meeresboden senkrecht schneidet und an dem im Mittel die Feldlinien des Magnetfeldes senkrecht stehen, an dem der Meeresboden über 4 km tief ist, die Bodenwassermassen aber erst in jüngster Zeit erneuert worden sind, an dem ein Schatz von wissenschaftlichen Daten und Proben geborgen wurde, vereinigten auch andere Tätigkeiten die wissenschaftlichen und technischen Besatzungen von *Oden* und *Polarstern*. Der Tag der wissenschaftlichen Arbeit und eines anschließenden, gemeinsamen, internationalen Festes am Nordpol wird unvergessen bleiben.

Unter den knapp 200 Expeditionsteilnehmern, die am 7. September 1991 mit *Polarstern* und *Oden* den Nordpol erreichten, befanden sich auch eine Wissenschaftlerin sowie acht Wissenschaftler aus Kiel. Gemeinsam mit ihren Kolleginnen und Kollegen aus Deutschland, Schweden, Norwegen, Dänemark, Finnland, der UdSSR, den Vereinigten Staaten, Kanada und Australien haben sie über elf Wochen hinweg ein umfangreiches interdisziplinäres Programm bestritten. Sowohl innerhalb der international zusammengesetzten Arbeitsgruppen mit den Schwerpunkten Sedimentologie, (Paläo-)Ozeanographie, Geophysik, Glaziologie, Meereschemie, Paläontologie, Biologie und Meteorologie als auch zwischen ihnen entwickelte sich eine enge Kooperation. Die Kieler Gruppe bestand aus folgenden Personen:

- cand. geophys. Christian Haas, Institut für Geophysik, *Polarstern*
- Dipl. Biol. Stefan Härtling, Institut für Polarökologie, *Polarstern*
- Dr. Heidemarie Kassens, GEOMAR, *Polarstern*
- Dipl. Chem. Arne Körtzinger, Institut für Meereskunde, *Oden*
- Dr. Nicolai Mumm, Institut für Polarökologie, *Oden*
- Dr. Dirk Nürnberg, GEOMAR, *Polarstern*
- Dr. Jan Scholten, Sonderforschungsbereich 313 der CAU, *Polarstern*
- Dr. Robert Spielhagen, GEOMAR, *Polarstern*
- Prof. Dr. Jörn Thiede, GEOMAR, *Polarstern*

Im folgenden stellen die neun Kieler Forscher, die auf *Polarstern* und *Oden* an der ARCTIC-91 Expedition teilgenommen haben, kurz ihre wissenschaftlichen Fragestellungen und Aktivitäten sowie auch ihre persönlichen Eindrücke vom Verlauf der Expedition vor.

GEOLOGIE

Heidemarie Kassens (GEOMAR, *Polarstern*): Verteilung und Stabilität der Meeresbodenablagerungen hängen in vielen Beziehungen von den sedimentphysikalischen Eigenschaften ab. Sie können entweder mit Systemen der submarinen "Fernerkundung", wie zum Beispiel speziellen Echoloten oder direkt an Sedimentkernen gemessen werden. Mit dem in Bremen gefertigten und auf der *Polarstern* vorhandenen PARASOUND-Echolotsystem können Sedimentverteilungen am Meeresboden mit bisher unerreichter Auflösung erfaßt werden. Dieses System wurde während der ARCTIC-91 Expedition fortlaufend eingesetzt. Die Aufzeichnungen in Verbindung mit der gezielten Beprobung des Meeresbodens lassen erkennen, daß für weite Gebiete entlang dem Flanken der untermeerischen Gebirge, die das Nordpolarmeer durchziehen, riesige Erdbeben und weiträumig fließende Schlammströme für den Transport eines großen Teils der Ablagerung in die Tiefseebecken verantwortlich sind. Der Eindruck einer ruhigen pelagischen Sedimentation unter diesen vom Meereis permanent bedeckten Tiefseebecken hat sich als falsch erwiesen.

Robert Spielhagen (GEOMAR, *Polarstern*): Die jüngsten Ablagerungen des Nordpolarmeeres belegen die Geschichte der letzten Eiszeit und des Überganges zum heutigen Klima. Wie die Expeditionsteilnehmer deutlich am eigenen Leibe verspüren konnten, befindet sich die Arktis noch heute in einem "Eiszeitzustand", nur gab es damals im Zeitraum vor etwa 10-20 000 Jahren wesentlich häufiger Eisberge als heute. Sie hinterließen eine Spur in Form eines Schuttfächers aus grobkörnigen eistransportierten Gesteinsbrocken, die nach dem Ausschmelzen auf den Meeresboden fielen und Herkunft sowie Treibrichtungen des kaltzeitlichen Eises belegen. In über 50 großen, ungestörten kastenförmigen Sedimentproben wurde die Zusammensetzung der eiszeitlichen Ablagerungen auch im zentralen Nordpolarmeer untersucht. Besonders auffallend sind große Kohlepartikel, von denen man früher glaubte, daß sie vor allem ein sibirisches Herkunftsgebiet markieren, die aber jetzt in hohen Konzentrationen vor Grönland gefunden wurden. Die aus den Sedimenten abgeleitete kurzfristige Veränderlichkeit der arktischen Eisbedeckung hatte vermutlich einen großen Einfluß auf das Klima.

Jörn Thiede (GEOMAR, *Polarstern*): Eine der zentralen Fragen der Geschichte von Ozeanographie und Klima auf der nördlichen Hemisphäre behandelt die lang- und kurzfristige Veränderlichkeit der arktischen Eisdecke. Ihre Entwicklung und Eigenschaften sollten anhand langer Sedimentkerne vor allem aus dem zentralen und am schwierigsten zu erreichenden Teil des Nordpolarmeeres untersucht werden. Auch sollte anhand von Überre-

sten und Hartteilen von Organismen, die in der Wassersäule und am Meeresboden gelebt haben, die Geschichte der Lebewesen und ihrer Anpassung an die extrem lebensfeindliche Umwelt in der permanent eisbedeckten Arktis untersucht werden. Der gemeinsame Vorstoß der beiden leistungsfähigen Forschungseisbrecher *Oden* und *Polarstern* ermöglichte die Sammlung von langen Probenserien von untermeerischen Höhenrücken und Tiefseebecken in unmittelbarer Nähe des Nordpols, sodaß jetzt die langfristige Entwicklung der arktischen Umwelt beschrieben werden kann.

GLAZIOLOGIE

Christian Haas (Institut für Geophysik, *Polarstern*): Meereis ist aufgrund seiner hohen Albedo, seinem Beitrag zur Tiefenwasserbildung im Ozean und seinem hohen Energieinhalt in Form latenter Wärme ein wichtiger Faktor im System Ozean-Atmosphäre der Arktis. Die Meereisgruppe des Alfred-Wegener-Institutes gewann auf 46 Eisstationen Kerne für umfangreiche Untersuchungen an Bord und erbohrte 48 Eisdickenprofile von je 50 m Länge. Die Eisdickenmessungen, die zusätzlich mit Hilfe von Helikoptern auch in der weiteren Umgebung des Schiffes durchgeführt wurden, ergaben eine mittlere Dicke undeformierten Eises von 2,86m. Von der Brücke der *Polarstern* aus wurden während der Fahrt zwischen den Stationen regelmäßig Eisbeobachtungen gemacht. An zwei Tagen wurden gemeinsam mit den Fernkundern der *Oden* erstmalig Meereis-Bodendaten für SAR-Aufnahmen, die zur gleichen Zeit vom europäischen Fernerkundungssatelliten ERS-1 gemacht wurden gesammelt.

Dirk Nürnberg (GEOMAR, *Polarstern*): Die arktische Meereisdecke spielt im globalen Klimageschehen eine bedeutende Rolle. Ausdehnung, Zusammensetzung und Mächtigkeit der Eisdecke, der Anteil offenen Wassers sowie die Eisdrift beeinflussen den Gas- und Wärmeaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre, den Wärmehaushalt der Erde, die ozeanische Zirkulation sowie die Ökologie der marinen Biota nachhaltig. Inwieweit Sedimenteinschlüsse im Meereis für Veränderungen der Meereisverbreitung eine Rolle spielen, ist weitgehend unbekannt und sollte während dieser Expedition untersucht werden.

Ca. 60 Eiskerne und 120 Eisoberflächenproben, die teils vom Schiff aus, teils mit Hilfe von Motorschlitten und Helikoptern entnommen wurden, konnten auf einem Profilschnitt östlich von Spitzbergen zwischen ca. 81°N und 90°N gesammelt werden. Generell wurden nur geringe Sedimentkonzentrationen auf und im Eis beobachtet, wobei die Sedimente meist feinverteilt und fleckenhaft auftraten. Erst auf dem Rückweg vom Nordpol im westlicheren Teil des Arktischen Ozeans nahmen die Konzentrationen vor allem in Form von mächtigen Sedimentlagen innerhalb der Eisschollen drastisch zu. Bei den Sedimenten handelt es sich überwiegend um siltige und tonige terrigene Ablagerungen mit nur geringem biogenen Anteil, wobei jedoch gerade die Zusammensetzung der biogenen Komponenten auf eine Herkunft der Sedimente aus den Bereichen der eurasischen Schelfgebiete deutet. Neben dem Meereis konnten mehrere Eisberge im Bereich der Transpolar drift erfolgreich beprobt werden. Der nördlichste Eisberg (N 88° 44, E 126° 59) wies eine Länge von ca. 150 m und eine Höhe von ca. 15 m auf. Eine einheitliche Zusammensetzung der hier aufgefundenen Sedimenteinschlüsse läßt ein identisches Herkunftsgebiet der Eisberge vermuten, das jedoch erst durch weitere Untersuchungen festgelegt werden kann. Mögliche Herkunftsgebiete dieser Eisberge sind Grönland und Kanada.

BIOLOGIE

Stefan Härtling (Institut für Polarökologie, *Polarstern*): Das arktische Meereis stellt für viele an die extreme polare Umwelt angepaßte Organismengruppen einen einzigartigen Lebensraum dar. Auf dieser Expedition bot sich erstmalig die Gelegenheit, die über tiefem Wasser im Meereis vorkommenden Lebensgemeinschaften zu studieren. In den Porenräumen des Eises lebt eine sich u. a. von Mikroalgen und Bakterien ernährende Gruppe von Organismen, die 0,1-1 mm groß werden, die sog. Meiofauna. Sie setzt sich im offenen Nordpolarmeer offensichtlich aus denselben Organismengruppen wie in den zirkumarktischen Schelfmeeren zusammen. Jedoch treten in den relativen Anteilen der einzelnen Gruppen an der Gesamtindividuenzahl deutliche Unterschiede auf.

Arne Körtzinger (Institut für Meereskunde, *Oden*): Durch die Expedition ARCTIC-91 und die beiden vorangegangenen Fahrtabschnitte von *Polarstern* (Framstraße und Barentssee) bestand die einmalige Gelegenheit, eine großskalige Bestandsaufnahme der Biomasse von Zooplankton und Phytoplankton im zentralen Arktischen Ozean und angrenzenden Meeresgebieten durchzuführen.

Zur Bestimmung der Phytoplankton-Biomasse mittels Chlorophyll-Fluoreszenzmessung wurden auf 42 Stationen entlang der Fahrtroute von *Oden* mit Wasserproben (CTD-Rosette) aus Tiefen von 10-150m sowie auf einigen Stationen zusätzlich mit einem Ruttner-Schöpfer vom Eis (0-50m) genommen. Eine erste Einschätzung der nicht an Bord analysierten Proben anhand der Filterfärbung ergibt durchweg geringe bis sehr geringe Chlorophyll-Konzentrationen in den verschiedenen Becken. Erhöhte Konzentrationen wurden gelegentlich in den oberflächennahen Proben von größeren eisfreien Gebieten (Waken) gefunden. Eine markante Zunahme der Phytoplankton-Biomasse konnte - parallel zu der sprunghaften Veränderung der Zooplankton-Proben (siehe Nicolai Mumm)

- im Bereich des atlantischen Einstroms im südwestlichen Nansenbecken nördlich von Svalbard beobachtet werden.

Interessante Ergebnisse lassen auch die an Bord genommenen Luft- (Adsorption auf Tenax GR) und Wasserproben (Extraktion an Bord) erwarten. Sie werden in Kiel auf Konzentrationen an flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen analysiert. Besondere Beachtung finden bromierte und iodierte Substanzen biogenen Ursprungs, die neben geringen Konzentrationen anthropogener Substanzen (vor allem chlorierte Verbindungen) gefunden wurden.

Nicolai Mumm (Institut für Polarökologie, *Oden*): Auch beinahe 100 Jahre nach Nansen's berühmter *Fram*-Expedition ist über die großräumige Verteilung des Zooplanktons im zentralen Arktischen Ozean erst wenig bekannt. Die permanente Eisbedeckung stand systematischen Aufnahmen entlang ausgedehnter Transekte, wie sie in den übrigen Regionen des Erdozeans bereits durchgeführt wurden, bisher entgegen. Abgesehen von einigen früheren und nur teilweise erfolgreichen Versuchen, atomgetriebene U-Boote als mobile Sammel-Plattformen zu nutzen, gelang es während der Durchquerung des Nansen-Beckens mit *Polarstern* im Sommer 1987 (Expedition ARK IV/3) erstmalig, entlang zweier Schnitte die regionale Variabilität in der Häufigkeit, Zusammensetzung und Vertikalverteilung des Zooplanktons zu untersuchen.

Die Expedition ARCTIC-91 bot die einmalige Gelegenheit, das Untersuchungsgebiet über den Lomonosov-Rücken, der aus hydrographischer Sicht wahrscheinlich wichtigsten topographischen Struktur des zentralen Nordpolarmeeres, bis in das Kanadische Becken auszuweiten. Auf vier Transekten konnten in knapp sieben Wochen über 50 Bongonetz- (100-0m) und 30 Multinetzfänge (Fünffach-Schließnetz, 23 x 500-0m, 7 x 1500-0m) durchgeführt werden. *Oden* hat sich dabei als ein für planktologische Untersuchungen sehr gut geeignetes Fahrzeug erwiesen.

Obwohl die Auswertung der ca. 500 Einzelproben gerade erst begonnen hat und noch einige Zeit in Anspruch nehmen wird, läßt sich folgendes bereits feststellen:

- Bezüglich der Biomasse scheinen sich die zentralen Bereiche des Nansen-, Amundsen- und Makarov-Bekens nicht signifikant voneinander zu unterscheiden und weisen generell sehr niedrige Werte auf. Stark bzw. deutlich gesteigerte Biomasse-Konzentrationen wurden über der Südflanke des Lomonosov-Rückens und der Westflanke des Yermak-Plateaus festgestellt. Die mit Abstand höchsten Werte traten im Kernbereich des atlantischen Einstromes über dem Schelfabhang nördlich von Spitzbergen auf.
- Eine abrupte Veränderung in der Artenzusammensetzung von der typischen Planktonfauna des zentralen Nordpolarmeeres zu einer Fauna mit klarer atlantischer Prägung wurde im Südwestzipfel des Nansen-Beckens bei 83°30'N / 005°O festgestellt und ging mit einer ausgeprägten hydrographischen Front einher. Ein ähnliches Phänomen wurde bereits während ARK IV/3 auf vergleichbarer Breite im zentralen Nansen-Becken (ca. 030°O) beobachtet. Über der Südflanke des Lomonosov-Rückens traten ebenfalls Arten auf, die auf einen verstärkten atlantischen Einfluß in diesem Bereich hindeuten.

OZEANOGRAPHIE

Jan Scholten (Sonderforschungsbereich 313, *Polarstern*): Die Fähigkeit der Ozeane, gelöste und feste Stoffe aufzunehmen, zu verteilen und z. T. auf dem Meeresboden abzulagern, steuert das chemische und physikalische Gleichgewicht der Weltmeere. Inwieweit die Arktis durch ihre Eisbedeckung und ihre geringe biologische Produktivität eine Sonderstellung im Vergleich zu anderen Ozeanen einnimmt, war ein Thema der radioisotopischen Untersuchungen. In Zusammenarbeit mit dem Alfred-Wegener-Institut wurde die Verteilung verschiedener Radioisotope im Meerwasser bestimmt. Wegen der sehr geringen Konzentrationen mußten mit Hilfe von Tiefseepumpen große Wassermengen von bis zu 1700 l aus Wassertiefen bis 4000 m gewonnen werden. Durch die Bestimmung der Radioisotope im Meerwasser ist es möglich, einen genaueren Einblick in die ozeanographischen Prozesse in der Arktis zu erlangen.

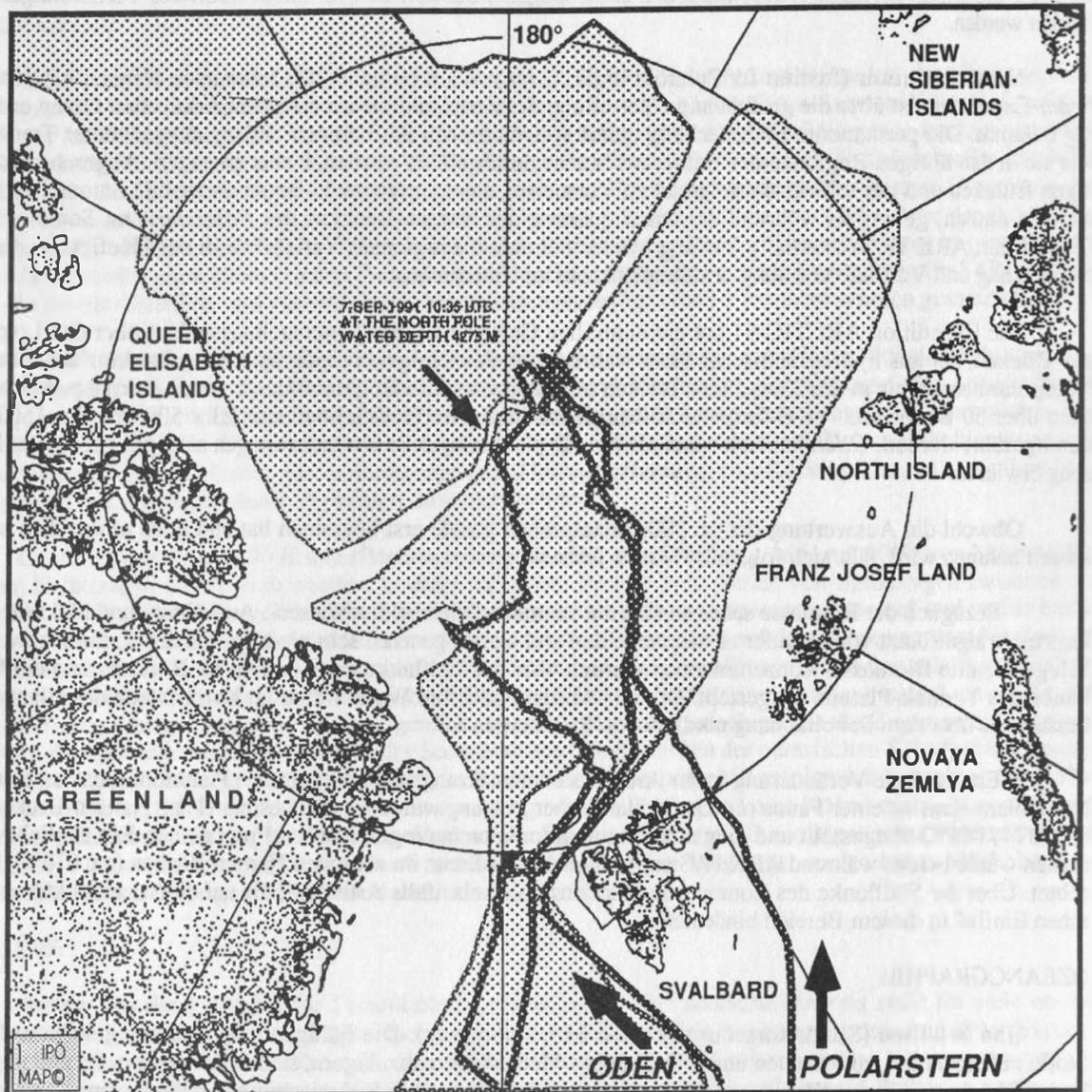


Abb. 1: Expeditionsroute von *Oden* und *Polarstern*.