



Expeditionsprogramm Nr. 48



FS „Polarstern“

ARKTIS XIV/1 a + b

Russisch-Deutsche Expeditionen

Koordinator: Dr. E. Fahrbach

Fahrtleiter/Chief Scientists:

ARK XIV 1 a: Dr. W. Jokat

ARK XIV 1 b: Dr. H. Kassens

Z 432

**48
1998**

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG
Bremerhaven, Mai 1998

X 1894

Expeditionsprogramm Nr. 48

FS "Polarstern"

ARKTIS XIV/1a + b
Russisch-Deutsche Expeditionen

1998

Koordinator:
E. Fahrbach

Fahrtleiter:
ARK-XIV/1a: W. Jokat
ARK-XIV/1b: H. Kassens

Alfred-Wegener-Institut
für Polar- und Meeresforschung
Bremerhaven

Mai 1998

ARK-XIV/1a

Deutscher Text
Seite 3 bis 14

English Text
Page 20 to 31

ARK-XIV/1b

Deutscher Text
Seite 1 bis 9

English Text
Page 14 to 21

Russian Text
Page 22 to 29

ARKTIS XIV-1a

FS *POLARSTERN*

Bremerhaven - Tiksi
vom 27.06. - 27./28.07.1998

1 Zusammenfassung

Die Expedition ARK XIV/1a ist der erste Versuch, den Alpha Rücken im zentralen arktischen Ozean gezielt mit eisbrechenden Forschungsschiffen zu erreichen, um dieses Seegebiet geowissenschaftlich und biologisch zu beproben. Die vorhandenen wissenschaftlichen Informationen sind inzwischen wenigstens 15 Jahre alt. Von driftenden Eisschollen (USA, Canada) aus wurden sowohl geophysikalische Messungen als auch geologische Beprobungen durchgeführt. Die kurzen Kerne lieferten Material, das erste Hinweise auf die Umweltbedingungen während der frühen Bildungsphase des amerasischen Ozeans liefert. Diese Positionen sollen gezielt angefahren werden, um mit den heutigen Möglichkeiten längere Kerne zu erhalten. Zur gezielteren Auswahl der Beprobungspunkte werden Informationen vom Fächersonarsystem HYDROSWEEP + PARASOUND hinzugezogen. Trotz der kurzen Forschungszeit von maximal 5 Tagen im Bereich des Alpha Rückens erhoffen sich alle beteiligten wissenschaftlichen Gruppen einen neuen aufregenden Einblick in die heutigen und vergangenen Umweltbedingungen des arktischen Ozeans. Geophysikalische Messungen (Seismik, Gravimetrie) sollen überwiegend auf den Transferrouten von Spitzbergen bis in die Laptev See durchgeführt werden.

Wichtig für den Erfolg dieser Expedition wird die Unterstützung durch einen russischen Eisbrecher sein. Der Eisbrecher wird *POLARSTERN* vom ersten Treffpunkt östlich von Spitzbergen bis zur Laptev See für 22 Tage eskortieren, um die Forschungsarbeiten in diesem schwierigem Seegebiet zu ermöglichen. Der Arbeitstitel dieser russisch-deutschen Expedition wird ARCTIC-98 sein.

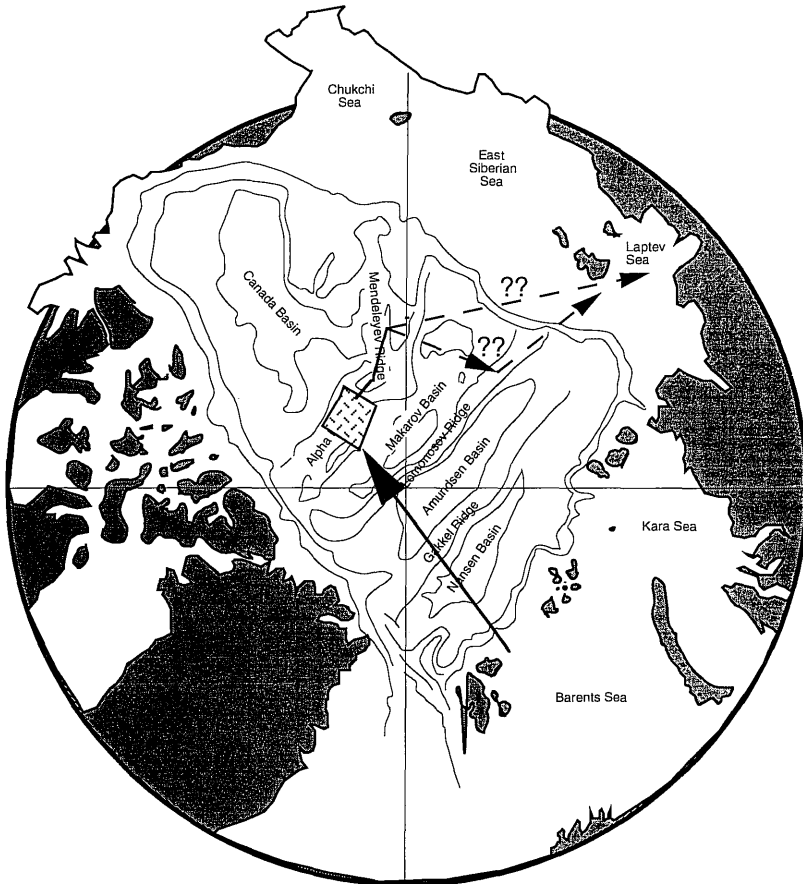


Abb. 1: Geplante Fahrtroute für ARK-XIV/1a

2 Wissenschaftliche Programme

2.1 Marine Geophysik (AWI)

Das arktische Becken lässt sich in ein amerasisches und ein eurasisches Becken unterteilen. Die Entwicklung des eurasischen Beckens lässt sich generell durch "sea floor spreading" im Känozoikum erklären und ist recht gut verstanden. Dies gilt nicht für den amerasischen Teil. Gerade die Entstehung des Alpha-Mendelev Rückenkomplexes ist nahezu unklar. So weit bekannt, begann die Öffnung des Kanada-Beckens in der Kreide. Im Mesozoikum war der arktische Ozean ein isoliertes Ozeanbecken ohne ausgedehnte Tiefwasserverbindungen zu den restlichen Ozeanen.

2.1.1 Aktuelle Kenntnis über die großen tektonischen Einheiten im arktischen Becken

a) Alpha-Mendelev Rücken Komplex

Der Alpha-Mendelev Rücken stellt die größte tektonische Einheit im arktischen Becken dar. In der räumlichen Ausdehnung ist er aufgrund der bekannten Bathymetrie größer als die europäischen Alpen. Allerdings sind wahrscheinlich noch große Teile des Rückens im Canada Becken durch Sedimente überdeckt. Das Rückensystem ist die Schlüsselregion im Verständnis der Entstehung des amerasischen Beckens. Aufgrund der spärlichen Daten gibt es mehrere Hypothesen über die Entstehung: 1) kontinentales Fragment, 2) ein alter mittelozeanischer Rücken, 3) Resultat eines Hot-Spot Vulkanismus, 4) eine alte Subduktionszone bzw. Kompressionszone.

In weiten Teilen ist der Alpha Rücken von Sedimenten mit einer Dicke von bis zu 1000 m bedeckt. An einigen Stellen wurden Kreide-Sedimente beprobt. Das akustische Basement zeigt eine seismische Geschwindigkeit von 5.3 km/s. Diese Geschwindigkeit ist typisch für die Schicht 2 der ozeanischen Kruste. Proben, die während der kanadischen CESAR Expedition gewonnen wurden, bestehen aus stark verwittertem vulkanischen Gestein. Die seismische Geschwindigkeit unterhalb dieser Schicht schwankt zwischen 6.45 und 6.8 km/s. In einer Tiefe von ca. 20 km wurde eine Geschwindigkeit von 7.3 km/s gefunden. Die Geschwindigkeitsverteilung ist ähnlich wie bei ozeanischen Plateaus. Die Kruste-Mantel Grenze liegt in etwa 38 km Tiefe.

Magnetische Anomalien auf dem Alpha Rücken sind sehr variabel. Die maximalen Amplituden betragen 1500 nT und haben Wellenlängen von 20 - 75 km.

b) Lomonosov Rücken

Obwohl der Lomonosov Rücken eine ausgedehnte Struktur ist, die sich über den gesamten arktischen Ozean zieht, wurde er erst im Jahr 1948 im Rahmen von sowjetischen Expeditionen ("High Latitude Air Expeditions") entdeckt. Das Vorhandensein einer Art Barriere quer über den arktischen Ozean wurde allerdings bereits aufgrund von Gezeitenmessungen in den Jahren 1904 und 1936 und

aufgrund von Messungen von Temperaturunterschieden des Tiefenwassers im Jahr 1953 gefordert.

Seit der Veröffentlichung von Heezen und Ewing im Jahr 1961, die den Gakkel Rücken als mittelozeanischen Rücken identifizierten, wird der Lomonosov Rücken als kontinentales Fragment angesehen. Vor Beginn der Öffnung des eurasischen Beckens war er Teil des Barents/Kara Kontinentalschelfs. Aeromagnetische Befliegungen im Bereich des eurasischen Beckens zeigen ein sehr einfaches Muster von "seafloor spreading" Anomalien, die auf ein Alter von ca. 56 Ma für das amerasische Becken hindeuten. Damit befand sich der Lomonosov Rücken im frühen Känozoikum vor dem Barents/Kara-Kontinentalschelf. Während Expeditionen in den Jahren 1991 (*POLARSTERN*) und 1996 (*ODEN*) konnten weitere geophysikalische Daten gewonnen werden, die die Hypothese eines kontinentalen Ursprungs des Lomonosov Rückens erhärten.

c) Makarov Becken

Russische und kanadische refraktionsseismische Untersuchungen haben gezeigt, daß das Makarov Becken eine ähnliche Krustenstruktur hat wie der Alpha Rücken. Allerdings ist die Krustenmächtigkeit geringer. Seismische Geschwindigkeiten von 4.3 km/s in geringen Tiefen (1 - 2 km) bis zu 8.3 km/s an der Kruste-Mantel-Grenze konnten identifiziert werden. Die Kruste zeigt eine Gesamtmächtigkeit von 14 km verglichen mit 38 km unterhalb des Alpha Rückens. Magnetische Anomalien über dem Becken lassen die Vermutung zu, daß "sea floor spreading" zwischen 80 und 53 Ma im Makarov Becken aktiv war. Allerdings sind diese Korrelationen sehr vage. Sie können aber auch durch Basement-Topographie verursacht werden.

2.1.2 Wissenschaftliche Ziele

In den letzten Jahren wurden qualitativ hochwertige geophysikalische Daten im Amundsen Becken und über den Lomonosov Rücken gewonnen. Ein Ziel ist es daher, diese Messungen auf dem Weg zum Alpha Rücken zu ergänzen. Das Zielgebiet ist allerdings der Alpha Rücken und zu einem geringeren Teil der Mendeleev Rücken. In diesen Regionen gibt es keine neuen marin-geophysikalischen Daten seit der kanadischen CESAR Expedition. Die wissenschaftlichen Ziele lassen sich wie folgt beschreiben:

- Ist der Alpha-Mendeleev Rückenkomplex eine große tektonische Einheit oder haben sie eine unterschiedliche Entstehungsgeschichte?
- Wie ist der Krustenaufbau des Alpha-Mendeleev Rückenkomplexes?
- Wie verlief die Absenkungsgeschichte der Rücken relativ zu den Becken?
- Wie läßt sich die Entwicklungsgeschichte des Lomonosov und Alpha Rückens mit der Genese des Makarov Beckens verbinden?

2.1.3 Methoden

Da geophysikalische Messungen mit geschleppten Systemen geplant sind, ist es notwendig, daß ein zweiter Eisbrecher vorausfährt, um eine Fahrerinne frei zu machen. Entlang der gesamten Transitroute zum Alpha Rücken sind seismische Messungen unter dieser Voraussetzung geplant. Folgende geophysikalische Methoden sind geplant, um einige der oben angeführten Probleme zu beantworten.

- Reflexionsseismik; aufgrund der schwierigen Eisbedingungen wird nur die Verwendung eines kurzen Streamers (300 - 600 m) möglich sein.
- Refraktionsseismik; Sonobojen sowie Aufzeichnungsgeräte auf dem Eis sind geplant, um parallel zu den reflexionsseismischen Messungen die seismischen Geschwindigkeiten des Untergrundes besser aufzulösen.
- Schweremessungen; an Bord *POLARSTERN* wird ein Gravimeter von Typ KSS31 kontinuierlich das Schwerefeld aufzeichnen.

Abschließend soll betont werden, daß das Hauptziel des geophysikalischen Programms die Gewinnung von qualitativ hochwertigen reflexionsseismischen Daten sein wird. Parallel dazu soll versucht werden, auch die Geschwindigkeiten im Untergrund detailliert zu erfassen. Es ist nicht beabsichtigt, zeitaufwendige refraktionsseismische Messungen an irgendeiner Lokation durchzuführen.

2.1.4 Zielgebiete

Abbildung 1 zeigt den voraussichtlichen Fahrtverlauf der Arktis'98 Expedition. Im einzelnen sollen folgende Profile vermessen werden:

- Zur Ergänzung der bereits während der Arctic'91 Expedition gesammelten Daten soll ein Profil durch das Nansen Becken östlich von Spitzbergen vermessen werden. Ziel ist ein Vergleich zwischen der Stratigraphie des Amundsen und Nansen Beckens durchzuführen.
- Transekt zwischen dem Lomonosov Rücken und dem Alpha Rücken, um weitere Informationen über deren Entstehung zu erhalten.
- Profil im Streichen des Alpha Rückens in Richtung auf die Cooperation Gap und den Mendeleev Rücken, um die seismische Stratigraphie zwischen diesen tektonischen Einheiten zu kartieren.
- Profil über den Alpha Rücken bis in das Kanada Becken.

3 Marine Geologie (AWI, GEOMAR, MMBI, Shirshov)

3.1 Wissenschaftliche Ziele

Übergeordnete Ziele des marin-geologischen Arbeitsprogramms sind (1) die zeitlich möglichst hochaufgelöste Rekonstruktion der Änderungen von Meereisbedeckung, Paläoproduktivität, paläoozeanischer Zirkulation und Paläoklima im

Arktischen Ozean während des Spätquartärs und (2) die Langzeitentwicklung des Paläoklimas im Verlauf des Meso-Känozoikums.

Informationen aus Tiefseesedimenten über den spätmesozoischen/alttertiären warmen eisfreien Arktischen Ozean sowie über den Zeitraum des Übergangs vom eisfreien zum eisbedeckten Ozean im Verlauf des mittleren bzw. oberen Tertiärs stammen bisher aus den wenigen, von driftenden Eisinseln genommenen Kurzkernen. Bei diesem Kernmaterial handelt es sich z.T. um sehr Corgreiche ("Black Shales") bzw. Biogenopal-reiche Sedimente, die auf im Vergleich zu heute vollkommen andere Umweltbedingungen hinweisen. Diese ältere Klimageschichte des Arktischen Ozeans (d.h., der Abschnitt zwischen ca. 3 bis 100 Mill.j.v.H.) ist im Detail jedoch nahezu unbekannt und soll im Rahmen der hier vorgeschlagenen Expedition schwerpunktmäßig untersucht werden. In einem Zwei-Schiffs-Unternehmen (zusammen mit einem russischen Eisbrecher) soll auf dem Alpha-Rücken, wo aufgrund tektonischer Bewegungen mesozoische und alttertiäre Schichten oberflächennah anstehen, versucht werden, eine gezielte, auf genauen Hydrosweep- und Parasound-Vermessungen basierende Beprobung dieser älteren Gesteinseinheiten durchzuführen. Neben der Langzeitentwicklung sind die quartären Glazial-/Interglazialzyklen im zentralen Arktischen Ozean, insbesondere im Vergleich bzw. Ergänzung zu den ARCTIC '91 Daten und den Datenserien vom Eurasischen Kontinentalrand (ARCTIC 93 und 95), von zentraler Bedeutung in dem Expeditionsprogramm.

Im Einzelnen lassen sich die Ziele unseres Forschungsprogramms mit folgenden Schlagworten zusammenfassen:

- Hochauflösende stratigraphische Einstufung der Sedimentabfolgen: Biostratigraphie; Isotopenstratigraphie; Magn. Suszeptibilität; Aminosäuren; absolute Datierungen
- Terrigener Sedimenteintrag und Paläoklima (Gesamt, Ton- und Schwermineralogie, Geochemie; sedimentphysikalische Eigenschaften)
- Zusammensetzung und Korngrößen von Aerosol
- Terrigener und mariner organischer Kohlenstoffeintrag und Paläoklima/-oceanographie (Biomarker, stabile Kohlenstoffisotope organischer Komponenten)
- Paläoproduktivität und Paläotemperatur im Arktischen Ozean: Rekonstruktionen nach organisch-geochemischen und mikropaläontologischen Tracern
- Biogenopal: Anreicherungsfaktoren und Diagenese
- Reaktionen der marinen Biota auf Umweltveränderungen (z.B. Diatomeen, Dinoflagellaten, Coccolithophoriden, Foraminiferen)
- Vergleich Eurasisches Becken und Canada Becken
- langzeitliche Klimaentwicklung vom eisfreien Arktischen Ozean zum vereisten Arktischen Ozean

Um die gesteckten Ziele zu erreichen, sind umfangreiche sedimentologische, mineralogische und geochemische Untersuchungen im zentralen Arktischen Ozean als auch in den angrenzenden Kontinentalrandgebieten erforderlich.

3.2 Beprobungsprogramm an Bord *POLARSTERN*

Das geologische Stationsprogramm umfaßt den Einsatz von Großkastengreifer und Multicorer zur Beprobung von ungestörten Oberflächensedimenten sowie Schwerelot und Kastenlot zur Gewinnung langer Sedimentkerne. Während Transitstrecken werden weiterhin Aerosolproben gesammelt.

4 Sedimentphysik (AWI, GEOMAR, VNIIO)

4.1 PARASOUND Sedimentechographie

Das auf Polarstern fest-eingebaute PARASOUND-Sedimentecholot wird entlang sämtlicher Forschungsstrecken im Einsatz sein. Das System generiert zwei Primärfrequenzen zwischen 18 und 23.2 kHz, die simultan in einem engen Schallkegel von 4° Öffnungswinkel Pulse (NBS-Signale) senden. Durch die Interaktion der Wellen in der Wassersäule wird, bedingt durch den parametrischen Effekt, eine Sekundärfrequenz zwischen 2,5 und 5,5 kHz erzeugt. Diese Sekundärfrequenz ist dazu in der Lage, in die obersten Sedimentschichten bis zu ca. 100 m Tiefe einzudringen bei einer Vertikalauflösung von ca. 20 cm. Die vom PARASOUND empfangenen Seismogramme werden simultan digitalisiert vom PARADIGMA-System und dabei auf Bänder gespeichert, um ein nachträgliches Prozessieren der Daten zu ermöglichen.

PARASOUND-Aufzeichnungen auf dem Fahrabschnitt ARK-XIV/1a haben die folgenden Ziele:

- Informationen zu geben über die Beschaffenheit des Untergrundes zur Auswahl von Probenahmestationen,
- aus dem Muster an Untergrundreflektoren einen zwei- bzw. dreidimensionalen stratigraphischen Rahmen zur lateralen Verknüpfung von Sedimentkernen zu erstellen, und
- aus Reflektorgeometrie und Schalleindringungsmustern laterale Änderungen in der Sedimentfazies aufzuzeigen, vor allem entlang eines Transekts vom Spitzbergen Kontinentalhang bis zum Alpha Rücken und zurück bis zum Zentralsibirischen Kontinentalhang.

4.2 Physikalische Parameter

Physikalische Parameter in Sedimenten des Arktischen Ozeans (z.B. Feuchtraum- und Trockendichte bezogen auf das Gesamtsediment, Wassergehalt, Porosität, Scherfestigkeit) sind Basisparameter, deren Messungen routinemäßig an Bord durchgeführt werden. Diese Parameter können signifikant beeinflusst werden durch Änderungen in den ozeanischen Rahmenbedingungen. Drastische und schnelle Klimaschwankungen (z.B. am Ende von Vereisungsphasen) werden von physikalischen Parametern in charakteristischer Weise widerspiegelt. So ist zum Beispiel die Scherfestigkeit ein bedeutender Parameter zur Abschätzung, ob eine mögliche Überkonsolidierung eines Sedimentkörpers durch Gletscher

oder Eiskappen in der Vergangenheit wirksam war. Darüber hinaus sind Dichte und Porosität Basisparameter zur Berechnung von Sedimentakkumulationsraten.

Messungen werden an Einzelproben sowie an ganzen Kernen durchgeführt. Einzelproben werden in engräumigen Intervallen von 2 - 5 cm entnommen, an denen Wassergehalt und Dichte bestimmt werden. Routinemäßig werden durch kontinuierliches Kernloggen in 1-cm-Intervallen die magnetische Suszeptibilität, Gammastrahlendämpfung und P-Wellengeschwindigkeit von ganzen Schwere-lotkernen und Sub-Beprobungskästen von Kastenloten gemessen. Durch Verwendung eines Multi-Sensor-Kernloggers, hergestellt durch GEOTEK, UK, können die genannten physikalischen Größen simultan und zerstörungsfrei bestimmt werden.

Die magnetische Suszeptibilität ist ein Maß für die Menge an magnetisierbaren Komponenten in den Sedimenten. Generell wird die Variation der Amplituden gegen die Kerntiefe als Indikator für Veränderungen im Verhältnis von biogenen zu terrigenen Komponenten verwendet. Logs von Sedimentkernen, die aus marinen Arktischen Ablagerungsgebieten genommen wurden, haben gezeigt, daß die magnetische Suszeptibilität einen sehr guten Parameter zur lateralen Korrelation von Kernen und zum Aufbau einer stratigraphischen Gliederung der Sedimente liefert. Die Dämpfung von Gammastrahlen, die von einer Cs-137-Quelle emittiert werden und im Strahlengang den Durchmesser der Kerne passieren, ist ein Maß für die Gesamtfeuchtraumdichte des Sedimentmaterials. Diese wiederum ist eine Funktion der Porosität. Resultate von P-Wellengeschwindigkeiten- und Dichtemessungen können verwendet werden, um die Veränderungen der akustischen Impedanz gegen die Kerntiefe zu berechnen. Aus diesen Daten lassen sich synthetische Seismogramme ableiten, die als Werkzeug dienen, um die Variationen der physikalischen Parameter in Sedimentkernen mit Reflexionsmustern zu verbinden, die vom sedimentechnographischen System PARASOUND aufgezeichnet werden. Das ermöglicht, daß Informationen aus der Paläoumwelt, bestimmt durch Untersuchungen an Sedimentkernen, von eindimensionalen Probenahmepunkten in die Ablagerungsfläche und in den Ablagerungsraum projiziert werden können.

5 Biologie (Zooplankton und Makrozoobenthos) (AWI, AARI, ZISP)

5.1 Allgemeine Zielsetzung

Untersuchungen zur Kopplung zwischen Pelagial und Benthos und von advektiven Transportprozessen in den arktischen Tiefseebeckenbereichen in ihrer Bedeutung für die Ökologie von Plankton und Benthos.

Die Ökosysteme der eisbedeckten tiefen Arktisbecken sind wahrscheinlich in hohem Maße von der horizontalen Zufuhr partikulären organischen Materials aus den Randmeerbereichen des Ozeans abhängig. Die Hauptziele von AWI-Biologen im Rahmen ihrer mehrjährigen Aktivitäten in der Arktis sind zunächst die Beschreibung der Verteilungsmuster und Transportrouten (ein-

schließlich Quellen und Senken) solchen Materials und dann vor allem die Herausarbeitung der Bedeutung dieser Muster und Transporte für pelagische und benthische Lebensgemeinschaften. Darüber hinaus werden biologische Prozesse untersucht, die zur Produktion, Transformation und zur Aufnahme organischer Substanzen ins Bodensediment beitragen.

Nach umfangreicheren Arbeiten über ARKTISCHE STOFFFLÜSSE in den eurasischen Teilen des Arktischen Ozeans seit 1991 sind räumliche Verteilungsmuster und Gemeinschaftsstrukturen pelagischer und benthischer Lebewesen auch in kaum erforschten arktischen Bereichen der arktischen Tiefsee zu untersuchen. Da die eurasischen Bereiche sehr stark vom Zustrom atlantischen Wassers und der Transpolar-Drift geprägt sind, die arktischen sich mehr durch Rezirkulation auszeichnen, läßt sich durch entsprechende vergleichende Forschungen die Bedeutung solcher Unterschiede herausarbeiten.

Von besonderem Interesse neben diesen grundsätzlichen Unterschieden sind Gradienten im Einfluß atlantischen Wassers vom Grenzbereich am Lomonosowrücken in das innere Makarov- und dann bis ins Kanadabecken hinein sowie die besonderen Verteilungsmuster von Organismen über dem Alpha-Rücken.

Biogeographische Verbreitungsmuster und die Bedeutung pazifischer Wasser-einflüsse sind hier zudem kaum erforscht und zu berücksichtigen.

5.2 Plankton-Ökologie und Partikelflüsse

Pelagische Lebensgemeinschaften, schwerpunktmäßig das Copepoden-Zooplankton, werden entlang des geplanten Transekts über den Alpha-Rücken analysiert werden, nach Möglichkeit (z.B. bei Schiff-Stopps) zusätzlich auch auf der übrigen Fahrtroute. Dazu wird Plankton mit Wasserschöpfern und Multinetzholz stratifiziert gesammelt. Durch experimentelle Arbeiten im Kühlcontainer werden Einflüsse des Zooplankton auf die Partikeltransformationsraten abgeschätzt.

Arbeitsziele für Schöpferproben-Analysen und ozeanographische Messungen:

- Beschreibung der vertikalen und horizontalen Wassermassen-Verteilung (CTD);
- Beschreibung der Pflanzen-Nährstoffverteilung in der Wassersäule (Rosette-Schöpferproben);
- Untersuchungen zur Zusammensetzung des organischen Materials und Phytoplankton (Rosette-Schöpferproben).

Zudem soll die großräumige Verteilung und Zirkulation von Wassermassen entlang der Fahrtroute mit XBTs und XCTDs (ohne Stationszeit-Aufwand) erfasst werden.

Zooplankton:

- Erfassung der Zooplanktonverteilung von der Wasseroberfläche bis in Bodennähe mit Tiefsee-Multinetzen, vor allem unter der Fragestellung, inwieweit die arktischen Rücken (Alpha-Mendelejew, nach Möglichkeit auch Lomonossow) als faunistische Barrieren wirken;
- Vergleich der Häufigkeiten herbivorer Copepoden in den stärker atlantisch beeinflussten Randbereichen und in den inneren Bereichen der Becken;
- Untersuchungen über den Beitrag mesopelagischer Zooplankter zur Transformation partikulären organischen Materials anhand von Darminhaltsanalysen und Kotballen-Produktionsmessungen.

5.3 Ökologie und Verteilung des Benthos

Das Benthos wird als zeitlich und räumlich integrierender Indikator der vertikalen Sedimentations- und der horizontalen Advektionsprozesse untersucht werden. Es wird erwartet, daß sich die großräumigen biogeographischen und Diversitätsmuster vor allem des Makrozoobenthos verändern werden, falls sich die Eisbedeckung, das Strömungsregime und die Primärproduktion infolge eines Klimawechsels in der Arktis ändern würden. Beschreibungen der heutigen Muster sind die Voraussetzung dafür, Ökosystemveränderungen überhaupt und frühzeitig zu erfassen und künftige Entwicklungen voraussagen zu können.

Die Probenaufsammlungen werden mit Großkastengreifern und Multicorern durchgeführt.

Es ist beabsichtigt, folgende Aspekte zu behandeln:

- Verteilungs- und Diversitätsmuster des Makrozoobenthos in Abhängigkeit von der Wasserzirkulation und der dadurch möglichen Advektion von Nahrungspartikeln, besonders von den Schelfgebieten; Abhängigkeiten von Sedimentationsprozessen;
- Rolle des Makrozoobenthos bei Transformationsprozessen am Meeresboden im Bereich des Alpha-Rückens;
- Aktivitätsmuster des Gesamtbenthos (Sediment-Sauerstoffverbrauchsrate).

Geographische Region:

Der geplante Transekt über den Alpha-Rücken hat erste Priorität; allerdings sind repräsentative Proben auch im Bereich der angrenzenden Becken (Kanada- und Makarov-B.) erforderlich. Auf dem Weg zur Laptewsee würde eine kurze Probennahme (mindestens drei Tiefen) am Lomonossow-Rücken sehr hilfreich sein, um entscheidende Wissenslücken über die Besiedlungsgradienten entlang des Rückens etwa im Bereich 83° N zu schließen.

Einzusetzende Geräte:

CTD mit Wasserschöpfer-Rosette, Tiefsee-Multinetz; Großkastengreifer, Multicorer.

Teilnehmer:

- 2 Ozeanographen für CTD/Rosette- und für XBT- XCTD-Arbeiten;
- 1 Chemiker, bes. für Nährstoffanalysen;
- 2 Zooplanktologen für Multinetz- und experimentelle Arbeiten;
- 2 Zoobenthologen für Makrofauna-Erfassungen mit Großkastengreifern und für die geplanten Sauerstoffverbrauchsmessungen an Multicorer-Kernen.

5.4 Das Nanobenthos des zentralen Arktischen Ozeans

Die Untersuchungen der vergangenen Jahre an kleinsten benthischen Organismen des Arktischen Ozeans (Größenklasse: $\leq 1000 \mu\text{m}$) befaßten sich primär mit der quantitativen Erfassung benthischer Meiofaunaorganismen und sedimentbewohnender Bakterien. Die gesamte Biomasse dieser Größenklassen (total microbial biomass, TMB) wurde mittels biochemischer Analysemethoden (Phospholipidbestimmung) erfaßt. Methodisch bedingt wird hierbei die Gesamtheit der kleinsten im Benthos vorhandenen Organismen (Bakterien, Hefen, Pilze, Protozoen und kleinste Metazoen) registriert. Es zeigte sich, daß insbesondere die Größenklasse der Nanofaunaorganismen ($2 \mu\text{m} - 32 \mu\text{m}$) in arktischen Tiefseesedimenten einen sehr großen Anteil (60 - 70%) der TMB einzunehmen scheinen. Die geplanten Untersuchungen sollen nun durch direkte quantitative Zählung der Nanofauna die Vermutung stützen, daß diese Organismen insbesondere in einem extrem nahrungslimitierten Lebensraum, wie dem zentralen Arktischen Ozean, eine besondere ökologische Rolle für allgemeine Stoffumsätze und Remineralisierungsprozesse spielen. Weiterhin sollen die Untersuchungen einen besseren taxonomischen Zugang zu Organismen dieser Größenklasse ermöglichen.

Die Gewinnung weitgehend ungestörter Sedimentproben (speziell für die Untersuchung in der Sediment-Wasser-Grenzschicht) erfolgt mit dem Multicorer (MC). Um eine gezieltere Probennahme zu ermöglichen, wird der MC mit einem Videosystem ausgestattet sein. Meiofauna- und Bakterienproben werden für spätere Untersuchungen am AWI in Formol fixiert. Ein Teil der Sedimentproben sollen zur Bestimmung der sehr fragilen Nanofauna direkt an Bord in lebendem Zustand ausgewertet werden, während der andere Teil für spätere Zählungen am AWI fixiert wird. Untersuchungen zur Charakterisierung des Lebensraumes, wie die Bestimmung sedimentgebundener chloroplastischer Pigmente zur Bestimmung des Phytodetrituseintrages oder biochemische Analysen zu Umsatzprozessen, sollten wegen einhergehender Verluste bei längerer Lagerung ebenfalls direkt an Bord erfolgen. Proben zur Bestimmung von weiteren Umweltfaktoren (Wassergehalt, Korngrößen usw.) werden zur späteren Bearbeitung im Labor tiefgefroren.

Die vorgesehenen Probennahmen werden sich nahtlos in die Expeditionsplanung einfügen. Sie werden sich vornehmlich auf den Bereich des Alpha Rückens konzentrieren. Zusätzliche Stationen während der An- und Abreise im Makarov Becken und am Lomonossov Rücken sind wünschenswert. Die Zahl der Multicorerereinsätze erfolgt in Absprache mit den anderen Expeditions-

teilnehmern, um unter Berücksichtigung der Eisverhältnisse Schiffszeiten und gewonnene Sedimentproben optimal zu nutzen.

Beteiligte Institute / Participating Institutions

Adresse / Adress Teilnehmer / Participants

Bundesrepublik Deutschland / Germany

AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar-und Meeresforschung 27515 Bremerhaven	29
DWD	Deutscher Wetterdienst Seewetteramt Postfach 30 11 90 20304 Hamburg	2
HSW	Helikopter Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 22393 Hamburg	3
GEOMAR	Forschungszentrum für marine Geowissenschaften der Christian-Albrechts-Universität Wischhofstraße 1 - 3 24148 Kiel	2
IGB	Institut f. Geologie Ruhruniversität Bochum Postfach 10 21 48 44780 Bochum	1
FSUJ	Friedrich-Schiller-Universität Jena Institut f. Geowissenschaften Lehrstuhl f. Angewandte Geophysik Burgweg 11 07749 Jena	1

Kanada / Canada

GSC	Geological Survey of Canada Box 1006 Dartmouth, N.S. B2Y 4A2	1
-----	--------------------------------------------------------------------	---

Beteiligte Institute / Participating Institutions

Adresse / Address Teilnehmer / Participants

Rußland / Russia

AARI	Arctic and Antarctic Research Institute 38 Bering str. St. Petersburg 199397	2
MMBI	Murmansk Marine Biological Institute Russian Academy of Sciences 17, Vladimirskaia Street Murmansk, 183019	2
Shirshov	P.P. Shirshov Institute of Oceanology Nakhimovskii Prospekt 36 Moscow 117851	2
VNIIO	VNIIOkeangeologia 1, Angliysky ave. St. Petersburg 190121	4
ZISP	Zoological Institute of Russian Academy of Sciences Universitetskaya nab., 1 St. Petersburg, 199034	1

Fahrtteilnehmer / Cruise Participants

ARK-XIV/1a

Name		Institut / Institute
Böhm,	Joachim	HSW
Büchner,	Jürgen	HSW
Butzenko,	Viktor	VNIIO
Dratchev,	Sergej	Shirshov
Dürr,	Arndt	AWI
Dunker,	Erich	AWI
Fahl,	Kirsten	AWI
Gierlichs,	Annette	AWI
Golikov,	Alexey	ZISP
Hefter,	Jens	AWI
Hülse,	Sandra	AWI
Jackson,	Ruth	GSC
Jentzsch,	Gerhard	FSUJ
Jokat,	Wilfried (Fahrtleiter 1a)	AWI
Kassens,	Heidemarie (Fahrtleiter 1b)	GEOMAR
Kaufeld,	Lothar	DWD
König,	Matthias	AWI
Krause,	Reinhard	AWI
Lange,	Gert	Journalist
Lensch,	Norbert	AWI
Martens,	Hartmut	AWI
Matthiessen,	Jens	AWI
Müller,	Claudia	AWI
Musatov,	Evgeny	VNIIO
Mutterlose,	Jörg	IGB
Nørgaard-Pedersen,	Niels	GEOMAR
Pivovarov,	Sergey	AARI
Posselov,	Viktor	VNIIO
Polozek,	Kerstin	AWI
Rachor,	Eike	AWI
Rödle,	Claudia	AWI
Schewe,	Ingo	AWI
Schmidt,	Ebba	AWI
Schneider	Wolfgang	AWI
Schüler,	Karsten	AWI
Schwab,	Georg	AWI
Shevchenko,	Vladimir	Shirshov
Sokolov,	Vladimir	AARI
Sonnabend,	Hartmut	DWD
Stein,	Rüdiger	AWI
Stepanov,	Sergei	VNIIO
Strohscher,	Birgit	AWI
Thalmann,	Kerstin	AWI

Name		Institut / Institute
Tsoukalas	Nikolaus	AWI
Usbek,	Regina	AWI
Weigelt,	Estella	AWI
Yoon,	Mi-Kyung	AWI
Zepick,	Burkhard	HSW
Zöller,	Tobias	AWI
NN (MMBI)		
NN (MMBI)		

Schiffspersonal / Ship's Crew

Greve, Ernst-Peter	Kapitän
Grundmann, Uwe	1. Offizier
Rodewald, Martin	1. Offizier
Knoop, Detlef	Ltd. Ingenieur
Spielke, Steffen	2. Offizier
Fallei, Holger	2. Offizier
NN	Arzt
Koch, Georg	Funker
Erreth, Mon. Gyula	2. Ingenieur
Ziemann, Olaf	2. Ingenieur
Fleischer, Martin	2. Ingenieur
Bretfeld, Holger	Elektroniker
Muhle, Helmut	Elektroniker
Greitemann-Hackl, A.	Elektroniker
Roschinsky, Jörg	Elektroniker
Muhle, Heiko	Elektroniker
Clasen, Burkhard	Bootsmann
Reise, Lutz	Zimmermann
Gil Iglesias, Luis	Matrose
Pousada Martinez, S.	Matrose
Kreis, Reinhard	Matrose
Bindernagel, Knuth	Matrose
Schultz, Ottomar	Matrose
Burzan, G.-Ekkehard	Matrose
Hagemann, Manfred	Matrose
Schmidt, Uwe	Matrose
Müller, Klaus	Lagerhalter
Ipsen, Michael	Masch. Wart
Voy, Bernd	Masch. Wart
Grafe, Jens	Masch. Wart
Hartmann, Ernst-Uwe	Masch. Wart
Preußner, Jörg	Masch. Wart
Haubold, Wolfgang	Koch
Völske, Thomas	Kochsmaat
Martens, Michael	Kochsmaat
Jürgens, Monika	1. Stewardess
NN	Stewardess/K.
Czyborra, Bärbel	2. Stewardess
Deuß, Stefanie	2. Stewardess
Neves, Alexandre	2. Stewardess
Huang, Wu-Mei	2. Steward
Mui, Kee Fung	2. Steward
Yu, Kwok Yuen	Wäscher

ARKTIS XIV-1a

FS *POLARSTERN*

Bremerhaven - Tiksi
from June 27 to July 27/28, 1998

1 Summary

The expedition ARK XIV/1a is the first attempt to reach the Alpha Ridge in the central Arctic Ocean directly with surface ships in order to sample the area with geoscientific and biological methods. The available scientific informations from this region are at least 15 years old. Geophysical measurements and geological sampling were performed from drifting ice station operated by American and Canadian institutions. Short cores contained material documenting the environment of the Amerasian Basin in its early phase of development. We will try to reach this positions again to retrieve longer cores in the area with the more modern equipment available on *POLARSTERN*. For locating the best sample sites the swath bathymetric system HYDROSWEEP and the sediment echosounder PARASOUND will be extremely helpfull. Although there will be only a maximum of 5 days available for any science on the ridge, all scientific groups hope that new and exciting material from the present and past environment can be retrieved. Geophysical data (seismic, gravity) will be acquired during the transfer times of the ship from Svalbard to the Laptev Sea.

Important for the success of this expedition will be the support from a Russian ice breaker. The ship will escort for 22 days RV *POLARSTERN* from the Svalbard margin to the Laptev Sea to support the scientific experiments during this period. The working title of this expedition will be ARCTIC-98.

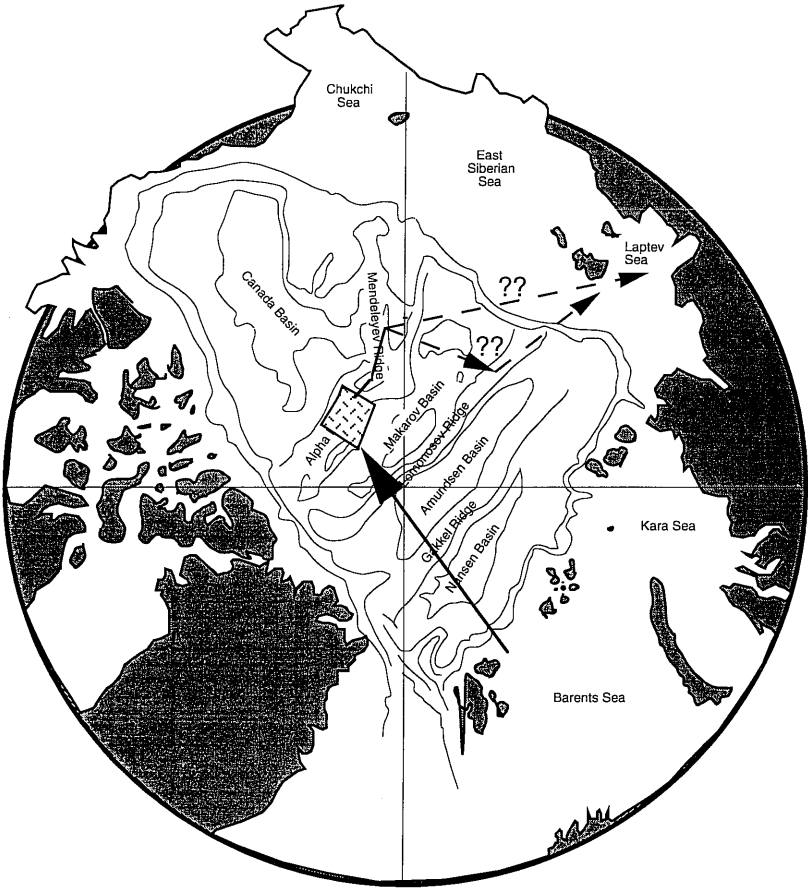


Fig. 1: Planned cruise track for leg ARK-XIV/1a

2 Research Programs

2.1 Marine Geophysics (AWI)

While the Cenozoic spreading at the Gakkel Ridge explains the opening of the eastern Arctic and the shapes of the continental margins between the Eurasian continental margin and Lomonosov Ridge, the nature of the Alpha-Mendeleev Ridge in the Amerasian Basin as well as the age of the deep sea basins are virtually unknown. As far as we can tell, the earliest Arctic deep-sea basin (Canada Basin) evolved in Jurassic times, seafloor spreading opened the southern Canada Basin mainly in the Cretaceous and the Arctic Ocean for most of the Mesozoic consisted of an isolated deep-sea area with no major deep-water connection to the world ocean.

2.1.1 Current knowledge about the large scale geological structures in the Arctic basins

a) Alpha-Mendeleev Ridge Complex

The Alpha-Mendeleev Ridge is the largest single submarine feature in the Arctic Ocean. In areal extent it exceeds the Alps and large portions are buried beneath the Canada Abyssal Plain. The ridge is the key to understand the genesis of the Amerasian Basin. Investigators have suggested that this blocky ridge could be: (1) of continental origin; (2) a former spreading center; (3) result of "hot spot" activity; and (4) a former region of subduction or compression.

Physically Alpha Ridge is covered mostly by a sedimentary sequence which can reach up to 1 km thickness and has yielded Cretaceous sediment. The basement material on which the sedimentary cover was deposited has a velocity of 5.3 km/s. This velocity is typical of oceanic layer 2 and also indurated sedimentary rock. Dredged material recovered by the Canadian CESAR expedition from exposed basement of the ridge yielded a fragmented and weathered alkaline volcanic rock. The seismic velocity of the layer below ranged from 6.45 to 6.8 km/s and at a depth of 20 km, a velocity of 7.3 km/s was measured. This velocity structure is similar to oceanic plateaus. The measured depth of the crust mantle boundary is 38 km.

The magnetic anomaly pattern of Alpha Ridge is extremely variable with peak to trough anomalies of up to 1500 nT and wave lengths between 20 and 75 km.

b) Lomonosov Ridge

Although Lomonosov Ridge - a transpolar feature rising over 3 km above the adjacent abyssal plains - has been discovered only in 1948 by the Soviet "High Latitude Air Expeditions" the presence of a deep bathymetric barrier across the Arctic Ocean has been inferred already from tidal measurements in 1904 and 1936 and also from deep water temperature differences in 1953.

Ever since Heezen and Ewing in their 1961 paper recognized that the mid-oceanic rift system extended from the North Atlantic into the Arctic Ocean, it has been assumed that Lomonosov Ridge was a continental fragment originally split off the Barents-Kara Sea margin. Aeromagnetic surveys across the Eurasian Basin show a remarkably simple pattern of magnetic lineations which can be interpreted as seafloor spreading anomalies along the Gakkel Ridge. They indicate an age of 56 Ma (chron 24) for the Eurasian Basin. If we compensate for that motion, the Lomonosov Ridge was indeed brought into juxtaposition with the Barents-Kara Sea margin in the early Cenozoic. During expeditions in 1991 (*POLARSTERN*) and 1996 (*ODEN*) further high quality geophysical data were collected confirming the hypothesis of a continental origin of the ridge.

c) Makarov Basin

Russian and Canadian seismic refraction results from Makarov Basin indicate a crustal structure similar to Alpha Ridge but thinner. Crustal velocities range from 4.3 km/s to an upper mantle velocity of 8.3 km/s. Moho is observed at a depth of 14 km versus 38 km for Alpha Ridge. Magnetic profiles across the basin suggest an episode of sea floor spreading from magnetic anomaly 21 (53 Ma) to magnetic anomaly 34 (80 Ma). These dates would indicate that this basin opened from the Late Cretaceous through to the Paleocene. These correlations, however, are very tenuous and may as well reflect basement topography rather than sea floor spreading anomalies.

2.1.2 Scientific Objectives

In the last years some high quality data have been collected in the Amundsen Basin and across the Lomonosov Ridge. One objective is to complement these measurements on the way to the North. The main scientific target is the Alpha Ridge and to minor extent the Mendeleev Ridge. No new geophysical data with modern research platforms could be collected here since the CESAR expedition. Briefly, the objectives of the geophysical programme are:

- Is the Alpha Ridge-Mendeleev Ridge complex a single geologic structure or is it of different origin?
- What is the nature of the crust forming the Alpha Ridge-Mendeleev Ridge?
- What is the subsidence history of the ridges relative to the basins?
- How do the Lomonosov and Alpha Ridge relate to the origin of the adjacent ocean basins especially the Makarov Basin?

2.1.3 Methods

For carrying out geophysical measurements in sea ice covered areas with towed marine equipment it is essential to have support from a second ice breaker steaming ahead. All lines along the transit to Alpha Ridge are designed under this assumption. The following geophysical methods should be applied to solve some of the mentioned problems:

- Reflection seismic: Due to heavy ice conditions it will only be possible to use a short streamer (300 - 600 m) for the measurements.
- Refraction seismic: We will use sonobuoys or recording stations on ice floes which will be deployed parallel to the seismic reflection lines in order to resolve the velocity fields more detailed.
- Gravity measurements: Onboard *POLARSTERN* we will run a marine gravity meter KSS31 continuously.

It should be noted that the main geophysical objective is to collect high resolution seismic reflection data in combination with accurate seismic velocity determination along the proposed tracks. It is not intended to carry out specific seismic refraction studies at certain locations.

2.1.4 Target areas

Fig. 1 shows the proposed cruise track of the Arctic'98 expedition. In detail the following lines should be considered:

- Collecting seismic data in the Nansen Basin close to Svalbard to supplement the Eurasian seismic transect of the ARCTIC'91 expedition. Comparison between the Amundsen and Nansen basin stratigraphy.
- Transect between the Lomonosov Ridge and the Alpha Ridge in order to get constraints on the evolution of the Makarov Basin and of the Alpha Ridge.
- Seismic profile in the strike of the Alpha Ridge towards the Mendeleev Ridge crossing Cooperation Gap to map the seismic stratigraphy between these features.
- Crossing of the Alpha Ridge towards the Canada Basin.

3 Marine Geology (AWI, GEOMAR, MMBI, Shirshov)

3.1 Scientific Objectives

The overall goals of the marine-geological research program are (1) high-resolution studies of changes in paleoclimate, paleoceanic circulation, paleoproductivity, and sea-ice distribution in the central Arctic Ocean and the adjacent continental margin during Late Quaternary times, and (2) the long-term history of the Mesozoic and Cenozoic Arctic Ocean and its environmental evolution from a warm polar ocean to an ice-covered polar ocean. In areas such as the Alpha-Mendeleev-Ridge, pre-Quaternary sediments are cropping out, which could even be cored with coring gears aboard *POLARSTERN* and which would allow to study the Tertiary/Cretaceous history of the (preglacial) Arctic Ocean. Especially the available data for the reconstruction of the long-term paleoclimatic history of the Arctic Ocean is very rare and only based on very short sediment cores taken from drifting ice islands.

The research will comprise:

- Stratigraphic analyses of the sediment sequences

As basis for all further reconstructions of paleoenvironmental changes, a stratigraphic framework as precise as possible has to be established. This work will include oxygen and carbon stable isotopes, absolute age dating, biostratigraphy, natural radionuclides (^{10}Be , ^{234}Th), amino acids, magnetic susceptibility, and correlation to other existing (dated) Arctic Ocean records.

- The terrigenous sediment supply

The terrigenous sediment supply in the Arctic Ocean is controlled by river discharge, oceanic currents, sea-ice (and iceberg) transport, down-slope transport, and eolian input. Most of these mechanisms also influence biological processes in the water column as well as at the sea floor (i.e., surface-water productivity, particle fluxes through the water column, benthic activities at the sea floor, organic carbon export and burial, etc.).

The research will concentrate on the quantification and characterization of terrigenous discharge in the Alpha-Ridge area and its change through late Mesozoic/Cenozoic times. This study will allow estimates of chemical and sedimentary budgets, identifications of major transport processes, and reconstructions of oceanic currents. Of major interest is a detailed sedimentological, geochemical, mineralogical, and micropaleontological study of surface sediments and sediment cores. Methods should include determinations of clay minerals, heavy minerals, organic carbon fractions, physical properties (using the Multi-Sensor-Core-Logger for destruction-free determination of sediment physical properties as well as measurements of discrete samples), microfossil assemblages, and geochemical tracers (e.g., major and minor elements). Mapping of sediment echotypes from Parasound profiles will allow an extrapolation of point information from core data into spatial facies pattern.

- Organic carbon flux, geochemical and micropaleontological tracers, and surface-water productivity

Data on spatial and temporal changes in the central Arctic Ocean organic-carbon budget are still rare, though the global importance for organic carbon storage in these areas is apparent. Thus, one of the major goals is to quantify the flux of organic carbon and to characterize the mechanisms controlling organic carbon deposition (i.e., surface-water productivity vs. terrigenous input) and their changes through late Mesozoic/Cenozoic times.

Of major interest are:

- to determine the amount, composition, and maturity of the organic carbon fraction, i.e., (sub-) recent marine and terrigenous organic carbon, reworked

- fossil material (coals), using organic-geochemical bulk parameters, biomarkers, maceral assemblages, and stable carbon isotopes of organic matter;
 - to quantify the flux of marine and terrigenous organic carbon (accumulation rates), its change through space and time and its relationship to changes in sea-ice distribution and paleoclimate;
 - to estimate the (paleo-) productivity from various productivity proxies: marine organic-carbon flux, biomarker composition (e.g., n-alkanes, sterols, fatty acids, alkenones, etc.); stable carbon and nitrogen isotopes of organic matter; biogenic opal; diatom, coccolithophorid and dinoflagellate assemblages; and inorganic geochemical tracers;
 - to compare the Alpha-Ridge data with similar data sets from the eastern central Arctic and Eurasian continental margin areas.
- Marine biota and paleoenvironmental change

Microfossil assemblages (diatoms, radiolarians, coccolithophorids, dinoflagellates etc.) will be studied in detail to reconstruct the paleoenvironmental history of the preglacial ice-free to the glacial ice-covered Arctic Ocean during late Mesozoic/Cenozoic times.

- Benthic foraminifers and stable carbon isotopes

The modern distribution of benthic foraminifera and their stable carbon isotope signal will be characterized in relation to the modern Arctic environment (bathymetry, watermass properties, sea-ice distribution, availability of nutrients, etc.). Based on the precise description of the modern environments, an actualistic model can be derived which then can be applied to the fossil record and allow reconstructions changes in paleoenvironment (such as watermass properties, surface-water productivity etc.) during late Mesozoic/Cenozoic times.

- Investigations of aerosols (composition, grain size)

3.2 Main working area and sampling program

The main working area on the Alpha-Ridge is the area between 84 and 86°N and 95 and 140°W. In this area, the few short cores containing pre-glacial sediments were obtained from the ice island T3 and during the CESAR-Expedition:

Core 533:	85° 05.9'N, 98° 17.8'W	Lower Mastrichtian
Core 437:	85° 59.5'N, 129° 58.5'W	Late Mastrichtian
Core 422:	84° 53.3'N, 124° 32.5'W	Middle Eocene
Core CESAR-6:	85° 49.6'N, 109° 04.9'W	Late Mastrichtian

Sampling should be performed on transects from the Canada Basin across the Alpha Ridge into the Makarov Basin. Coring positions have to be collected carefully using detailed bathymetric mapping and sub-bottom profiling systems (i.e., Hydrosweep and Parasound, respectively) to avoid areas of sediment redeposition (turbidites and slumps) and erosion, and to identify areas where

preglacial sediments are cropping out. Particles transported by wind will be collected on top of the *POLARSTERN* bridge during transit, using a specific aerosol sampling device.

Gears to be used for geological station work

- parasound and hydrosweep for surface-near sediment structures and pre-sampling surveys
- large box sampler (GKG) and multicorer (MUC) for surface sediments for sedimentological, geochemical, mineralogical and micropaleontological studies
- Kastenlot/Gravity corer (KAL, SL) for sediments of 1 to 15 m thickness (for sedimentological, geochemical, mineralogical and micropaleontological studies)

4 Sediment Physics (AWI, GEOMAR, VNIIO)

4.1 PARASOUND sediment echosounding

The ship-mounted PARASOUND sediment echosounder will be in operation along all cruise tracks. The system generates two primary frequencies between 18 and 23.2 kHz transmitting simultaneously in a narrow beam of 4° (NBS-signal). As a result of interaction of the primary frequencies in the water column, a secondary parametric frequency between 2.5 and 5.5 kHz is created. The latter is suitable for subbottom profiling of the upper tens of metres of the sediment column with a vertical resolution of ca. 20 cm. Seismograms recorded by PARASOUND are simultaneously digitized by the PARADIGMA system and stored on tape for post-processing.

For ARK-XIV/1a the aim of the PARASOUND survey is three-fold:

- to give information from sub-bottom reflectors for the selection of sediment sampling sites,
- to provide a two- or even three-dimensional stratigraphic framework for lateral linking of sediment cores based on sub-bottom reflection pattern, and,
- to detect changes in sediment facies along the Transect from Spitzbergen to the Alpha Ridge area and back to the continental slope of the central Siberian Seas by means of interpretation of the sub-bottom reflection configuration (reflector geometry and sound penetration).

4.2 Physical properties

Physical properties in Arctic Ocean Sediments (e.g. wet/dry bulk density, water content, porosity, shear strength) are basic parameters of which measurements will be performed routinely aboard. These parameters can be significantly

influenced by oceanographic changes as could be shown for Arctic Ocean deep sea sediments. Drastic and abrupt climatic changes (e.g. deglaciations) are reflected in pronounced variations of physical properties. For example, shear strength is an important parameter for assessing a possible over-consolidation of a given sediment body due to past glacier or ice-cap load. Furthermore, density and porosity are basic parameters to calculate sediment accumulation rates.

Measurements will be performed on single samples and on whole cores. Single samples will be taken in intervals from 2 - 5 cm on which shear strength, water content and density will be determined. Continuous down-core logs in 1-cm steps of magnetic susceptibility, gamma-ray absorption and p-wave velocity of whole gravity cores as well as box-subsamples from the Kastenlot are to be measured routinely during the cruise. The above properties can be determined simultaneously using the "Multi-Sensor Core Logger" manufactured by GEOTEK, UK.

Magnetic susceptibility is a measure of the amount of magnetizable compounds in the sediments. Generally, the downcore variation of amplitudes is used as an indicator for shifts of biogenic versus terrigenous compounds. Logs from sediment cores taken in arctic marine environments have shown that the magnetic susceptibility provides an excellent tool for lateral core correlation and can also be used for stratigraphic interpretations. The attenuation of gamma rays emitted from a Cs-137 source, which passes across the diameter of the core or a sub-sample box, is a measure of the bulk wet density of the sedimentary material. This, in turn, is generally a function of porosity. The results from P-wave velocity and density measurements can be used to calculate the downcore variation of acoustic impedances. This can then be converted to synthetic seismograms. The latter provide tools to link the down-core variation of physical properties with reflection patterns obtained by the high-resolution seismic system PARASOUND. As a result, palaeoenvironmental information from parameters determined in sediment cores can be extrapolated from a sampling spot to area and space.

5 Biology (AWI, AARI, ZISP)

5.1 General Scientific goals

Pelago-benthic coupling and advection processes in the Amerasian deep basins - their significance for the ecology and distribution of plankton and benthos

The ecosystems of the ice-covered deep Arctic basins seem to be highly dependent of the advection of particulate organic matter from their marginal seas. The main aims of the AWI-biologists within their running activities are the description of the distribution patterns and transportation routes (including sources and sinks) of this material and their significance for the distribution of pelagic and benthic biocoenoses. In addition, biological processes contributing to the production, transformation and sediment-incorporation of organic matter are being studied.

After extensive studies related to ARCTIC FLUXES in the Eurasian parts of the Arctic Ocean since 1991, spatial distribution patterns and community structures of pelagic and benthic biota are to be investigated in the poorly known Amerasian parts of the Arctic deep sea. This will enable comparisons of such different systems as the Eurasian, which is strongly influenced by the Atlantic inflow and the Transpolar Drift, and the Amerasian, which is subjected to a more recirculatory current system. Of special interest beyond these differences are the gradients in the influences of the Atlantic inflow from the basin margin (near the Lomonosov Ridge) into the inner Makarov and Canada Basins and the specific distribution patterns across the Alpha-Ridge. As far as possible, biogeographical distribution patterns and the significance of Pacific water masses are also to be considered.

5.2 Ecology of plankton and particle flux

Pelagic communities and their relations to water mass distribution will be analysed across the Alpha Ridge, and, if possible, at selected stations along the ship's route. Plankton will be collected with water bottles and multi-net hauls; and some experimental studies will be performed to estimate rates of matter transformation especially by zooplankton.

The following issues are to be tackled by CTD casts and Rosette bottle samples:

- Description of vertical and horizontal water mass distribution;
- Plant nutrient pattern in the water column;
- Composition of organic matter including phytoplankton in the water column.

General information about large scale distribution and circulation of water masses will be obtained by XBT and XCTD casts along the route.

Zooplankton:

- assessment of zooplankton from surface to bottom by multinet hauls to study the question, whether ridges (Alpha-Mendeleev, if possible, also Lomonosov) act as faunistic boundaries
- comparison of the abundance of large herbivorous copepods in the Atlantic inflow and more in the interior of the basins
- study the transformation of particulate organic matter by mesopelagic zooplankton by gut content examination and faecal pellet production measurements.

5.3 Ecology and distribution of Benthos

Benthos will be investigated as an integrating temporal and spatial indicator of sedimentation and advection processes. Their large-scale biogeographical and diversity patterns will change, if ice coverage, water circulation and primary productivity will alter due to any modifications of the Arctic climate. Therefore,

descriptions of present patterns are pre-requisite for the detection of ecosystem changes and predictions of future developments.

Samples are to be taken by large box corers and multi-corers.

It is intended to tackle the following aspects:

- Distribution and diversity patterns of zoobenthos in relation to water circulation and, thus, advection of organic matter (esp. from the shelf seas) as well as patterns related to sedimentation processes
- role of the macrozoobenthos in transformation processes at the sea floor (deep basins and Ridge)
- activity patterns of the total benthos (oxygen uptake rates).

Geographical Region:

First priority is a transect across the Alpha-Ridge, with the adjacent parts of both deep basins, the Makarov and Canadian. On the way to the Laptev Sea, a short sampling activity across the Lomonosov Ridge would be very much appreciated, as there is lack of knowledge about the along-ridge gradients from the Siberian slope to the North Pole at about 83° N.

Gears and sampling equipment to be used:

CTD with Rosette water bottles, multi-net; large box corer (GKG), multi-corer (MUC),

Participants:

2 Oceanographers for CTD/Rosette sampling work and for XBT- XCTD casts,

1 Chemical oceanographer;

2 Zooplanktologists for multi-net sampling and experimental work;

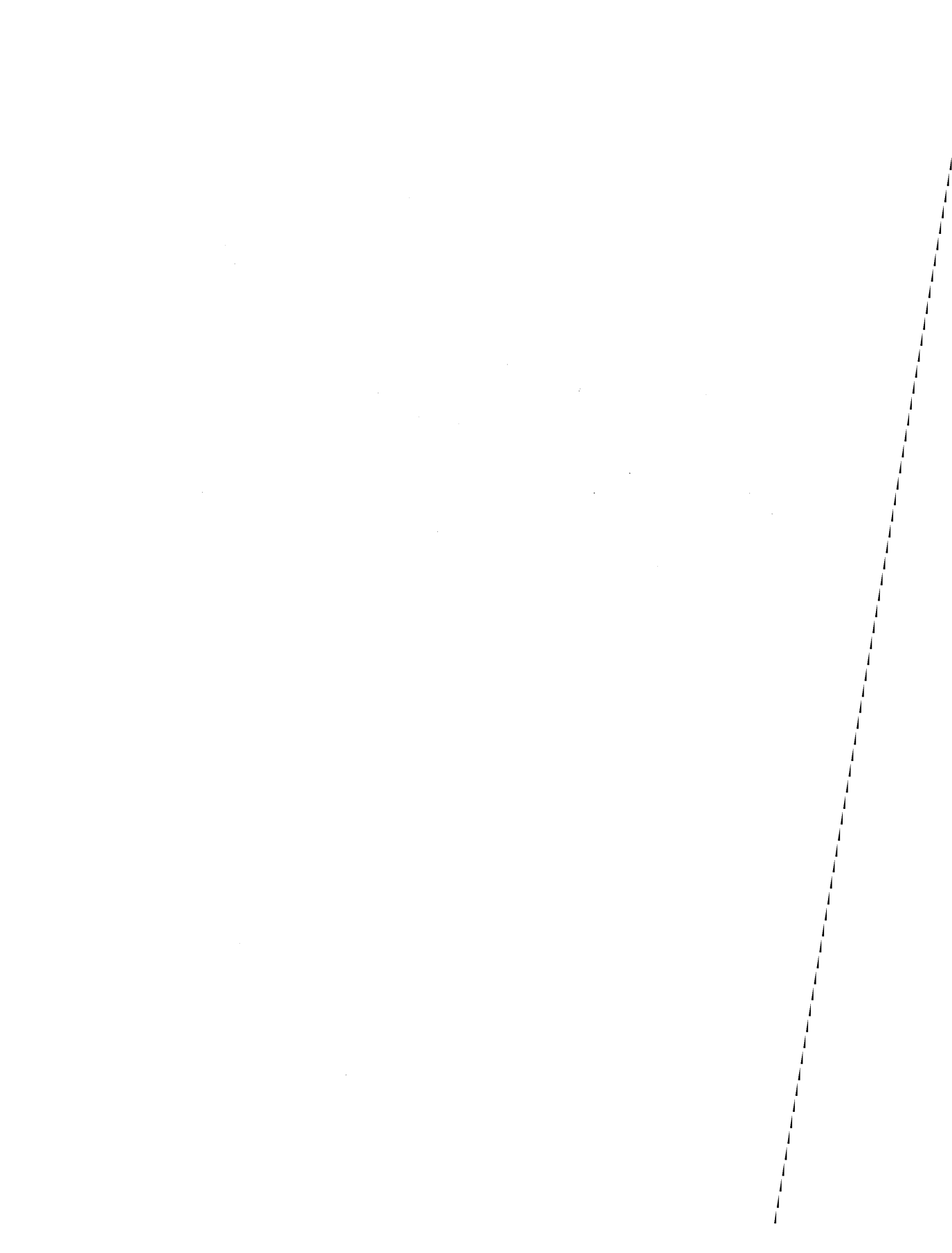
2 Zoobenthologists for macrofauna sampling with large corers and for sediment incubations in multi-corer samples (oxygen uptake rates)

5.4 Nanobenthos of the central Arctic Ocean

The investigations of the last years on smallest benthic organisms of the Arctic Ocean (size class: $\leq 1000 \mu\text{m}$) were primary concerned with quantitative recordings of benthic meiofauna and sediment inhabiting bacteria. The entire biomass of these size classes (total microbial biomass, TMB) was registered by the biochemical method of phospholipide determination. Methodically the entirety of the smallest organisms available in the Benthos (bacteria, yeasts, mushrooms, protozoa and small metazoa) is registered here. It appeared that in particular the size class of the Nanofauna-organisms ($2 \mu\text{m} - 32 \mu\text{m}$) in arctic deep-sea sediments seems to occupy a very great part (60 - 70%) of the TMB. The planned

investigations should now support the presumption by direct quantitative counts of the Nanofauna, that these organisms play a special ecological role in particular in an extremely food limited ecosystem like the central Arctic Ocean. Further, the investigations should allow a better taxonomically entry to organisms of this size class. The winning of undisturbed sediment samples (in particular for investigations in the sediment-water-layer) occurs with the Multicorer (MC). To allow more specific sediment sampling, the MC will be equipped with a video system. Meiofauna and bacterial samples will be fixed in formol for later investigations at the AWI. A part of the sediment samples should be valued directly on board for determination of that sensitive Nanofauna while the other part is fixed for later counts on the AWI. Investigations for the characterization of the living space, as the determination of sediment bound chloroplastic pigments (indicator of the phytodetritus-input) or biochemical analyses for benthic activity, should also be made directly on board, because of related losses during longer storage. Samples for determination of further environmental factors (water-content, grain-size etc.) will be deep frozen for later processing in the land-lab.

All expected samplings will seamless insert into expedition planning. They will be mainly concentrated in a region around the Alpha Ridge. Additional stations in the Makarov Basin and on the Lomonosov Ridge between arriving and departure are desirable. The number of MC operations will occur in arrangement with the other expedition participants.



Russian-German Cooperation: Laptev Sea System 2000

The TRANSDRIFT V Expedition to the Laptev Sea
(ARK XIV/1b, August 1998)



Funded by
The German and Russian Ministries
for Science and Technology



Russisch-deutsche Zusammenarbeit - System Laptev-Sea 2000
Die TRANSDRIFT-V-Expedition in die Laptev-See
(FS POLARSTERN, ARK XIV/1b, 27./28.7. - 26.8.1998)

1. Einführung

Die Arktis spielt eine wesentliche Rolle für das Klimasystem der Erde. Zum einen reagiert diese Region empfindlich auf Veränderungen der Umwelt, zum anderen gibt es hier Mechanismen, die eine kontrollierende Funktion auf das globale Klima ausüben. Die Untersuchungen und Modellierungen der rezenten Prozesse, z. B. über Faktoren, die maßgeblich den "Treibhaus-Effekt" beeinflussen könnten, sind für ein besseres Verständnis des heutigen Systems Arktis notwendig. Darüber hinaus können diese Ergebnisse wichtige Erkenntnisse über die Abläufe in der Vergangenheit liefern.

Bislang ist unser Verständnis der klimatisch relevanten Prozesse in der Arktis wie z. B. Veränderungen der Meereisbedingungen jedoch noch lückenhaft, so daß modellhafte Klimaprognosen nur in ungenügender Weise durchführbar sind. Synoptische Studien der Prozesse, die heute und in der Vergangenheit maßgeblich das Umweltsystem der Laptev-See mitbestimmen, sind daher für die Prognose von zukünftigen Szenarios unerlässlich.

Die bisherigen Expeditionen, die innerhalb des Projektes "Russisch-Deutsche Kooperation: System Laptev-See" zwischen 1993 und 1996 durchgeführt wurden, zielten auf eine synoptische Untersuchung des modernen und des vergangenen Gesamtsystems Laptev-See. Basierend auf den bisherigen Resultaten wird sich das jetzige Projekt auf die Untersuchung von Schlüsselementen konzentrieren, die sich als besonders wichtig herausgestellt haben. Neben einer weiteren Erstellung von zusätzlichen hydrographischen und biogeochemischen Basisdaten zur Beurteilung kurzfristiger Veränderlichkeiten im eng verbundenen Land-Meer-System wird jedoch auch neuen Fragestellungen wie z. B. der Verbreitung und Modellierung von submarinem Permafrost nachgegangen. Bezüglich der Erhebung von neuen Paläodaten ist die Beantwortung der Frage, inwieweit der Flußwasserausstoß der Lena auch während der spätglazialen Phase anhielt, von zentraler Bedeutung. Aus diesem Grund sollen Sedimentkerne aus solchen Wassertiefen untersucht werden (50-150 m), die innerhalb des vorherigen Projektes nicht berücksichtigt werden konnten.

Das hauptsächlich wissenschaftliche Interesse während der TRANSDRIFT-V-Expedition (russischer Index: LAPEX 98) gilt der östlichen Laptev-See und dem Gebiet nordöstlich der Taimyr-Halbinsel (Abb. 1). Gleichzeitig mit dieser marinen Forschungsreise wird die LENA 98-Expedition in das Lena-Delta durchgeführt. Ziel dieser Expedition ist die Erforschung der Sedimentationsgeschichte des Deltas sowie eine nähere Untersuchung zur saisonalen Veränderlichkeit von Treibhausgasen und mikrobischen Gemeinschaften in Permafrostgebieten.

Das Kooperationsprojekt "Russisch-deutsche Kooperation: System Laptev-See 2000" basiert auf der 1995 unterzeichneten Vereinbarung zwischen dem deutschen Ministerium für Erziehung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) und dem Ministerium für Wissenschaft und technische Politik der Russischen Föderation.

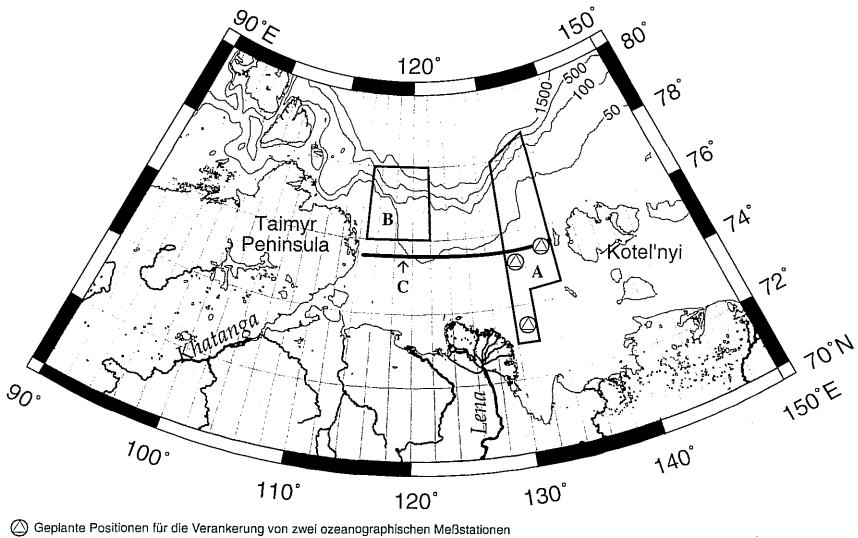


Abb. 1: Untersuchungsgebiete während der TRANSDRIFT-V-Expedition (A, B: Alle wissenschaftlichen Studien inklusive der hochaufgelösten Akustikprofile bis maximal 400 m Tiefe; C: Ozeanographische und biogeochemische Studien).

2. Wissenschaftliche Ziele

Folgende wissenschaftliche Ziele stehen im Zentrum der Expedition:

1. Saisonale und jährliche Veränderlichkeit von hydrologischen und biogeochemischen Zyklen
2. Studien zur Verteilung von submarinem Permafrost
3. Rekonstruktion kurzfristiger Umweltveränderungen während der letzten 100 Jahre
4. Geschichte des Meeresspiegels und der Sedimentationsdynamik seit dem letzten Glazial
5. Rezente Studien zu Ökologie und Kohlenstofffluß

3. Wissenschaftliches Programm

3.1 Saisonale und jährliche Variabilität der biogeochemischen und hydrographischen Prozesse in der Laptev-See.

3.1.1 Wissenschaftliche Zielsetzung

Die gekoppelten physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse, die die marine Umwelt in der Laptev-See steuern, werden durch den hohen Süßwassereintrag über die Lena merklich beeinflusst. Beispiele hierfür sind die

ausgeprägte thermohaline Schichtung der Wassersäule in der gesamten südöstlichen Laptev-See und das Vorkommen von Bodenwasser mit geringen Sauerstoffgehalten z. B. im Bereich der Lena-Rinne. Beide für die Laptev-See charakteristischen Merkmale haben einen starken Einfluß auf die Transportwege und Stoffumsetzungen des Flußeintrages.

Hinzu kommt, daß der in diesem Gebiet auftretende submarine Permafrost die Temperatur- und Salzgehaltsgradienten sowie die hydrochemischen Prozesse am Meeresboden stark modifizieren kann. Obwohl diese Prozesse für die Erforschung der arktischen Umwelt wichtig sind, wissen wir wenig über die zeitliche und räumliche Variabilität dieser Stoff- und Energiekreisläufe im Ausstrombereich eines der größten Flüsse dieser Erde.

Ziel der TRANSDRIFT-V-Expedition ist deshalb, die Antriebskräfte und Rückkopplungsmechanismen in diesem extremen Geomilieu besser zu verstehen und damit den Grundstein für die Entwicklung prognosefähiger Modelle zu legen.

3.1.2. Arbeitsprogramm

- Die wissenschaftlichen Arbeiten konzentrieren sich auf folgende Aufgaben:
- Erfassung des hydrographischen Regimes in Schlüsselgebieten der Laptev-See. Dazu gehören Messungen der thermohalinen Struktur der Wassersäule sowie Strömungsmessungen.
- Ausbringen von zwei autonomen Meeresboden-Meßstationen für die ganzjährige Erfassung des Strömungsregimes in der Wassersäule. Darüber hinaus werden Messungen der Temperatur, des Salzgehalts und der Sauerstoffkonzentration im bodennahen Wasserkörper durchgeführt.
- Untersuchungen zum Land-Ozean-Transport und Sediment/Wasser-Wechselwirkungen der geochemischen Tracer Eisen und Mangan.
- Bestimmung der Konzentrationen von Sauerstoff, Silikat, Phosphat, Nitrat und Nitrit im See- und Porenwasser.
- Messungen zur Erfassung des atmosphärischen Eintrages von kosmogenem Beryllium in die Laptev-See.
- Durchführung meteorologischer und hydrooptischer Untersuchung zur Bestimmung der Albedo sowie der Lichtintensität und Trübung in der Wassersäule.

3.1.3 Ausrüstung

- Wasserschöpfer (Nansen, Hydro-Bios Plastikwasserschöpfer, Mercos-Teflon)
- Membran-Filtration für die Bestimmung von Schwebstoffen in der Wassersäule
- Ozeanographische Meeresboden-Meßstationen (Abb. 2) mit "Acoustic Doppler Current Profiler" (ADCP, RDI-WHM 300 kHz) sowie Leitfähigkeits-, Temperatur- und Sauerstoffsensoren (ECO-Memory von ME-Meereselektronik) für die ganzjährige Messung des Strömungsprofils der Wassersäule und der hydrographischen Parameter in Bodennähe
- 3D-Strömungsmesser (3D-ACM von FSI)
- Leitfähigkeits-, Temperatur- und Sauerstoffmessungen mit einer CTD (ME-Meereselektronik)
- Automatische Nährstoffanalytik
- Bestimmung der Konzentrationen und chemischen Spezies von gelöstem

- Eisen und Mangan (Voltammetrie)
- OBS-Systeme (Optical backscatter) für die Erfassung der Schwebstoffgehalte in der Wassersäule
- Unterwasser-Fluorimeter (Chlorophyll *a*-Fluoreszenz)
- Multicorer für Sediment- und Bodenwasserproben

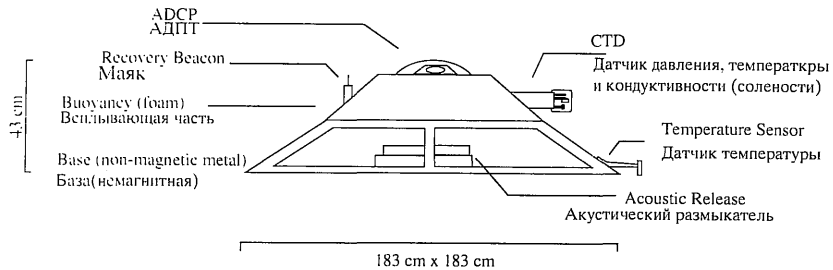


Abb. 2: Schematische Darstellung der autonomen Meeresboden-Meßstationen für die ganzjährige Erfassung des Strömungsregimes in der Wassersäule. Darüber hinaus werden Messungen der Temperatur, des Salzgehalts und der Sauerstoffkonzentration im bodennahen Wasserkörper durchgeführt.

3.2 Untersuchungen zur Verbreitung von submarinem Permafrost

3.2.1 Wissenschaftliche Ziele

Von großer wissenschaftlicher Bedeutung ist die Existenz von submarinem Permafrost in der Laptev-See. Anzeichen für einen submarinen Permafrost konnten anhand von sehr niedrigen Temperaturen (bis zu $-2,3^{\circ}\text{C}$), die am Meeresboden sowie an Sedimentkernen gemessen wurden, abgeleitet werden. Ferner führen theoretische Überlegungen unterstützt von mathematischen Modellen und geophysikalischen Daten zu der Annahme, daß reliktscher Permafrost und für Permafrost typische morphologische Erscheinungen (z. B. Taliks) auf dem Schelf bis zu einer Wassertiefe von ca. 60 m im Untergrund anzutreffen sind. Die genauere Verbreitung des Permafrostes bleibt zur Zeit jedoch noch vorwiegend spekulativ, da sich die bisherige Datengrundlage nur auf wenige Lokationen in der Laptev-See stützen kann.

Weitere, zu klärende Fragestellungen im Zusammenhang mit arktischem Permafrost betreffen den Einfluß von submarinem Permafrost auf die Umwelt. Man nimmt an, daß Permafrost und die darin enthaltenen Gashydrate direkt das zukünftige Klima beeinflussen können. Die Emission von klimarelevanten Treibhausgasen wie z. B. Methan und anderer Gashydrate als Folge eines degradierenden Permafrostes soll während der TRANSDRIFT-V-Expedition an Sedimentkernen untersucht werden. Diese Untersuchungen stehen in enger Kooperation mit anderen marinen bzw. terrestrischen Studien zur Thermoerosion und Paläoumwelt.

3.2.2 Arbeitsprogramm

Die Untersuchungen während der TRANSDRIFT-V-Expedition konzentrieren sich auf Bildungs- bzw. Degradationsprozessen von submarinem Permafrost und deren räumliche wie auch zeitliche Veränderungen unter besonderer Berücksichtigung eines nacheiszeitlichen Meeresspiegelanstieges und der damit verbundenen Überflutung des Laptev-See-Schelfs. Für eine Kartierung und nähere Bestimmung der Mächtigkeit sowie der lateralen Verbreitung des Permafrostes sollen hochauflösende akustische Profile gefahren werden (maximal bis zu einer Sedimentteufe von ca. 400 m). Neben der Beantwortung der Permafrost-relevanten Fragestellungen sollen diese Profile dann auch zur Festlegung von Stationen herangezogen werden, an denen In-situ-Temperaturmessungen im Meeresboden (bis zu 3,5 m Teufe) durchgeführt sowie Sedimentkerne entnommen werden sollen. Die Sedimentkerne (bis zu 12 m Länge) werden unterschiedlichen physikalischen (z. B. p-Wellengeschwindigkeit, Feuchtraumgewicht, Scherfestigkeit, Porosität, Leitfähigkeit, Wärmekapazität) geochemisch-sedimentologischen (z. B. Methankonzentration, Porenwasser-salinität) Analysemethoden unterzogen.

3.2.3 Methoden und Ausrüstung

Zur Erstellung von Akustikprofilen, die sich auf bestimmte Regionen in der westlichen und östliche Laptev-See beschränkt, werden folgen Geräte eingesetzt:

1. Für bis zu 50 m Sedimenteindringtiefe
 - PARASOUND (3-5 kHz) der Firma Krupp Atlas Elektronik, Deutschland
2. Für bis zu 400 m Sedimenteindringtiefe
 - Wasserkanone (0.5 l Volumen; Frequenz bis zu 1 kHz) der Firma SODERA, Frankreich
 - Hydrophone Streamer (96-Kanal) mit einer aktiven Länge von 600 m von der Firma Prakla Seismos, Deutschland
 - Hydrophone Streamer (48-Kanal) mit einer aktiven Länge von 400 m von der Firma Prakla Seismos, Deutschland

Die Prozessierung der gewonnenen Daten erfolgt an Bord durch:

- Digitale Aufnahme durch Type ES-2420 der Firma Geometrics, USA
- Prozessierung der Daten mit Hilfe der Software DISCO der Firma COGNISEIS (USA) in Verbindung mit einer CONVEX. Das Datenformat ist SEG-Y
- Datenspeicherung erfolgt auf Bandkassetten Extra 250 von der Firma BASF, Deutschland

Darüberhinaus werden an ausgewählten Stationen (ca. 15) in der östlichen und westlichen Laptev-See kontinuierliche Temperaturmessungen an Sedimentkernen und im Meeresboden durchgeführt.

- Thermonadel (für *in-situ*-Messungen im Meeresboden bis ca. 3.5 m Teufe)
- Kastengreifer und Schwerelot (bis ca. 12 m Länge)

3.3 Ökologie und Kohlenstoffflüsse in der Laptev-See

3.3.1 Wissenschaftliches Arbeitsziel

Der Schwerpunkt der biologischen Arbeiten liegt auf der Untersuchung des Energie- und Kohlenstoffflusses auf dem Schelf der Laptev-See. Diese ist durch rauhe Lebensbedingungen wie z. B. starke Salinitätsänderungen charakterisiert. Das Epibenthal und das Zoo- und Phytoplankton werden untersucht, um die Biologie der Lebensgemeinschaften, ihre Wechselwirkungen untereinander und den Kohlenstofffluß durch die Nahrungskette beschreiben zu können. Hinsichtlich der Saisonalität und um Datensätze vorangegangener TRANSDRIFT-Expeditionen zu vervollständigen, wird das Phytoplankton und Benthos für Studien zur Abundanz, taxonomischen Zusammensetzung und Gemeinschaftsstruktur in verschiedenen Regionen beprobt. Um unsere Daten mit anderen arktischen marinen Systemen vergleichen zu können, setzen wir standardisierte Methoden (Biomasseberechnung, Messung der Primärproduktion) ein.

Um den Kohlenstofffluß zu studieren, wird der Eintrag von atmosphärischem Kohlenstoff in die Nahrungskette durch die Primärproduktion mit Hilfe der C-14- Methode in situ quantifiziert. Der Transport und Verlust von organischem Kohlenstoff durch Konsumenten innerhalb der Nahrungskette wird für ausgewählte zooplanktische Taxa auf verschiedenen trophischen Stufen beschrieben. Dazu werden Mageninhaltsuntersuchungen und Respirationmessungen durchgeführt. Zudem werden Respirationraten epibenthischer Lebewesen bestimmt, um ihren Kohlenstoffbedarf zu ermitteln. Um zu klären, ob die Organismen die Fähigkeit haben, große Energiereserven anzulegen, werden ausgewählte Taxa aus der Wassersäule und vom Meeresboden gesammelt und auf ihren Lipidgehalt und ihre Lipidzusammensetzung hin analysiert.

Wie es den Organismen möglich ist, unter den extrem schwankenden Umweltbedingungen (Salinität, Temperatur, Nährstoffe, Licht) in der Laptev-See zu überleben, ist die Leitfrage für die autökologischen Untersuchungen. Im Labor werden einige planktische und benthische Organismen kontrolliert solchen starken Umweltschwankungen ausgesetzt.

3.3.2 Arbeitsprogramm

Zur Bestimmung der Primärproduktion werden auf Dauerstationen in situ Messungen durchgeführt. Wasserproben aus verschiedenen Tiefen werden in UV-durchlässigen Flaschen mit radioaktivem Karbonat versetzt. Unmittelbar danach werden die Flaschen im Seewasser in ihrer jeweiligen Probenahmetiefe für mindestens vier Stunden inkubiert. Diese Arbeiten werden an repräsentativen Stationen während der Forschungsfahrt durchgeführt, um eine Abschätzung der Primärproduktion in dieser sehr flachen Schelfregion machen zu können.

Chlorophyll *a* wird routinemäßig mit einem Durchflußfluorometer zur Abschätzung der Phytoplanktonbiomasse gemessen.

Zooplanktonfänge liefern Organismen für experimentelle Untersuchungen zur Messung der Sekundärproduktion (Eientwicklung) und zum Fraßverhalten

häufiger Copepoden. Das Zooplankton ist in der Lage, den Kohlenstoff, der durch die Primärproduktion gebunden wurde, zu modifizieren, und beeinflusst die Menge und Qualität des partikulären Materials, das an das Benthos geliefert wird. Lebende Tiere des Benthals werden mit der Dredge und dem Kastengreifer gefangen. Für die Komplettierung der Artenliste werden die Tiere verschiedener Größen und Ökotypen beschrieben. Einige Tiere werden an Bord unter kontrollierten Bedingungen gehalten und ihre Anpassungsmöglichkeiten an sich ändernde Umweltbedingungen überwacht. Hierzu wird der individuelle Sauerstoffverbrauch nach dem intermittent-flow-Prinzip gemessen und in Beziehung zur Aktivität der Tiere gesetzt.

3.3.3 Methoden und Ausrüstung

- Handnetze und Secchi-Scheibe
- Wasserschöpfer
- Durchflußfluorometer (Chl *a*)
- Primärproduktions-Inkubation
- Bongonetz für Zooplankton
- Dredge
- Multicorer und Kastengreifer

3.4 Rekonstruktion von kurzfristigen Umweltveränderungen während der letzten 100 Jahre

3.4.1 Wissenschaftliche Ziele

Wie schon die Ergebnisse der vorangegangenen russisch-deutschen Expeditionen in die Laptev-See (1993-1995) gezeigt haben, hat der alljährliche Flußwasserausstoß der Lena einen immensen Einfluß auf die laterale Verteilung den im Wasser gelöstem, inorganischem Kohlenstoff (DIC) sowie auf die stabilen und instabilen Isotope ^{13}C , ^{12}C , ^{14}C . Da diese Süßwassermassen die Oberflächenhydrographie des Arktischen Ozeans beeinflussen, können diese Isotope als wichtige Tracer für zeitliche Veränderungen innerhalb des arktischen Land-Ozean-Systems herangezogen werden. Von besonderer Bedeutung sind hier die stabilen Isotopenverhältnisse $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, wie sie in biogenen Kalkschalen (z. B. Bivalven) aber auch in der organischen Flußfracht überliefert werden. Synoptische Studien zur Verteilung dieser Isotope im Wasser und in den Oberflächensedimenten ermöglichen einen detaillierten Einblick in die Prozesse des arktischen Kohlenstoffkreislaufes.

3.4.2 Arbeitsprogramm

Während der TRANSDRIFT-V-Expedition ist die Entnahme von Wasserproben entlang eines S-N-Transekts geplant. An möglichst jeder ozeanographischen Station werden Proben (ca. 100 ml) sowohl nahe der Wasseroberfläche als auch kurz oberhalb des Meeresbodens genommen. Solche Stationen, die eine erhöhte Variabilität in den ozeanographischen Standardparametern wie Salinität und Temperatur aufweisen, werden zusätzlich in 5m-Intervallen beprobt.

Weitere Untersuchungen zur Verteilung von ^{14}C konzentrieren sich vor allem auf das Gebiet der Yana-/Lena-Rinne. Hier sollen jeweils nur Oberflächenproben sowie Proben direkt über dem Meeresboden (ca. 0,5 l) entnommen werden.

Die Probennahme von Oberflächensedimenten zur Isotopenuntersuchung von Bivalvenklappen und organischem Material soll immer mit ozeanographischen Stationen übereinstimmen, um später einen genauen Vergleich der Ergebnisse zu ermöglichen. Die Sedimentbeprobung wird in enger Zusammenarbeit mit den geologischen und biologischen Arbeitsgruppen erfolgen.

3.4.3 Methoden und Ausrüstung

- Wasserschöpfer
- Großkastengreifer, Multicorer

3.5 Veränderungen von Meeresspiegel und Sedimentationsprozessen seit dem letzten Glazial

3.5.1 Wissenschaftliche Ziele

Die während der vorherigen Expeditionen in die Laptev-See gewonnenen Sedimentkerne geben einen guten Einblick in die Veränderungen der Paläoumwelt, wie sie sich seit der letzten Vereisung dokumentiert haben. Aufgrund des um ca. 120 m niedrigeren Meeresspiegels zur Zeit der letzten maximalen Vereisung war -abgeleitet von der heutigen geringen Wassertiefe in der Laptev-See- nahezu der gesamte Schelfbereich dieser Region trocken gefallen. Da die bisher bearbeiteten Sedimentkerne aus einer Wassertiefe oberhalb von 50 m stammen (d. h. marine Sedimente sind für die letzten ca. 9500 Jahre dokumentiert), konnten bislang somit keine guten Aussagen über die ersten 70 m des nacheiszeitlichen Meeresspiegelanstiegs (d.h. für den Zeitraum von 16000 bis 9500 Jahren vor heute) gemacht werden.

Die bisherigen sedimentologischen und geochemischen Studien an Sedimenten der Laptev-See haben die enge Verknüpfung von jährlichem Flußwassereintrag, fluviatilen Sedimenteintrag und letztendlicher Sedimentation auf dem Schelf gezeigt. Diese Prozesse lassen sich besonders gut mit geochemischen Untersuchungsmethoden belegen (z.B. stabile Isotopen $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ und $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$). Die spezifische isotopische Signatur des Meerwassers erhält sich sowohl im organischen Material wie auch in karbonatischen Schalen und dem Sedimentporenwasser. Detaillierte geochemisch-sedimentologische und paläontologische Untersuchungen sollen somit weitere Informationen über die Paläohydrologie und Paläoumwelt der Laptev-See liefern.

3.5.2 Arbeitsprogramm

Es ist geplant, entlang eines S-N-Profiles in der östlichen Laptev-See mit Hilfe von Kastengreifern und Kernloten lange Sedimentkerne aus bis zu maximal 1000 m Wassertiefe zu entnehmen. Die genaue Auswahl der Stationen wird in Abhängigkeit von den Ergebnissen der akustischen Sedimentstudien erfolgen. Die Sedimentkerne sollen anhand folgender Untersuchungsmethoden analysiert werden:

- Sedimentologische Studien (Tonmineralogie, Korngrößenbestimmung, physikalische Eigenschaften)
- Stratigraphische Studien (Datierungen anhand ^{14}C und ^{210}Pb)
- Stabile Isotopie von Kalkschalern ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ und $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ an Bivalven, Ostrakoden, Foraminiferen)
- Paläontologische Studien (Mollusken, Foraminiferen, Ostrakoden, Palynomorphe, Diatomeen)
- Sedimentgeochemie ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ und $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ an Porenwasser und organischem Material).

3.5.3 Methoden und Ausrüstung

- Hochauflösende Sedimentakustik (Parasound)
- Kastengreifer, Multicorer, Schwerelot (bis ca. 12 m Länge)
- Porenwasserpresse

4. Wissenschaftliche Teilnehmer / Shipboard Scientific Party

	Arbeitsgruppen / Working groups	Institut / Institute	Beruf / Profession	Nationalität / Nationality
1	Meteorology Ivanov Boris	AARI	Meteorologist	Russia
2	Oceanography Anoshkin Andrei	KSRI	Physicist	Russia
3	Churun Vladimir	AARI	Oceanographer	Russia
4	Dmitrenko Igor	AARI	Co-Chief Scientist	Russia
5	Golovin Pavel	AARI	Oceanographer	Russia
6	Timokhov Leonid	AARI	Oceanographer	Russia
7	Volkov Denis	AARI	Oceanographer	Russia
8	Geochemistry Chtcherbakov Iouri	AARI	Hydrochemist	Russia
9	Krasnjuk Alexander	VNIO	Geochemist	Russia
10	Nitishinsky Miroslav	AARI	Hydrochemist	Russia
11	Pivovarov Sergey	AARI	Hydrochemist	Russia
12	Tchigak Maxim	MOARC	Hydrochemist	Russia
13	Hölemann Jens	GEOMAR	Geochemist	Germany
14	Strobl Christopher	HAW	Physicist	Germany
15	Wagner Dirk	Uni Hamburg	Geochemist	Germany
16	NN	AWI	Geochemist	Germany
17	Biology Abramova Ekaterina	LDR	Biologist	Russia
18	Lukov Alexander	LDR	Biologist	Russia
19	Petryashov Victor	ZISP	Biologist	Russia
20	Pozdnyakov Vladimir	LDR	Biologist	Russia
21	NN	LDR	Biologist	Russia
22	Schmid Michael	IPÖ	Biologist	Germany
23	Tuschling Kirsten	IPÖ	Biologist	Germany
24	Schelz Anette	IPÖ	Technician	Germany
25	Permafrost Bulatkin Anatoly V.	VNIO	Geophysics	Russia
26	Drachev Sergey	IORAS	Geologist	Russia
27	Kholodov Alexander	MGU	Geologist	Russia
28	Rekant Paul V.	VNIO	Geophysics	Russia
29	Bude Sven	GEOMAR	Geologist	Germany
30	Duerr Arndt	AWI	Geophysics	Germany
31	Jokat Wilfried	AWI	Geophysics	Germany
32	Kaul Norbert	Uni Bremen	Geophysics	Germany
33	Lensch Norbert	AWI	Geophysicist	Germany
34	Martens Hartmut	AWI	Engineer	Germany
35	Niessen Frank	AWI	Geologist	Germany
36	Schmidt Ebba	AWI	Geophysics	Germany
37	Schüler Carsten	AWI	Geophysics	Germany
38	Weigelt Estella	AWI	Geophysics	Germany
39	NN	Uni Bremen	Geophysics	Germany
40	NN	AWI	Geophysics	Germany
41	NN	AWI	Geomorphologist	Germany

	Arbeitsgruppen / Working groups	Institut / Institute	Beruf / Profession	Nationalität / Nationality
	Paleoceanography			
42	Musatov Evgeny	VNIO	Geologist	Russia
43	Taldenkova Katharina	MGU	Geologist	Russia
44	Bauch Henning	GEOMAR	Geologist	Germany
45	Didié Claudia	GEOMAR	Geologist	Germany
46	Fürst Bernhard	TUBAF	Technician	Germany
47	Helmke Jan	GEOMAR	Geologist	Germany
48	Kassens Heidemarie	GEOMAR	Chief Scientist	Germany
49	Neufeld Sergey	GTG	Technician	Germany
50	NN	GEOMAR	Technician	Germany
51	NN	GEOMAR	Geologist	Germany
	Interpreter / Observer			
52	Rohr Bettina	GEOMAR		Germany
53	NN Russia			Russia
54	NN Russia			Russia

Beteiligte Institute / Institutions Participating

АНИИ	Государственный научный центр Российской Федерации - Арктический и антарктический научно-исследовательский институт 199337, Беринга, 38, Санкт-Петербург, Россия	AARI	State Research Center of the Russian Federation - the Arctic and Antarctic Research Institute, 199337, Bering st. 38, St.-Petersburg, Russia
АВИ	Институт морских и полярных исследований им. Альфреда Вегенера. 120161. Бремерхафен, Германия	AWI	Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Columbusstrasse, Bremerhaven, Germany
ГЕОМАР	Научный центр морской геологии, 24148. Киль, Германия	GEOMAR	GEOMAR Research Center for Marine Geosciences, Wischhofstrasse 4, 24148 Kiel Germany
ГПГ	ГЕОМАР Технологии ГмБХ, 24148, Киль, Германия	GTG	GEOMAR Technology GmbH, Wischhofstrasse 4, 24148 Kiel Germany
ИПЭ	Институт полярной экологии, 24148, Киль, Германия	IPÖ	Institute for Polar Ecology, Wischhofstrasse 4, 24148 Kiel, Germany
ЦНИИ им. Крылова	Центральный научно-исследовательский институт им. акад. Крылова. 196158. Московское шоссе. 20. Санкт-Петербург, Россия	KSRI	Krylov Shipbuilding Research Institute, 196158, Moskovskoe s., 20, St. Petersburg, Russia
ВНИИ Океангеология	Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана. 190121. Английский пр. 1. Санкт-Петербург, Россия	VNIO	ALL-Russia Research Institute for Geology and Mineral Resources of the World Ocean, 190121, Angliyskiy pr. 1, St. Petersburg, Russia
ЗИН РАН	Зоологический институт Российской Академии наук. 199034, Университетская наб. 1, Санкт-Петербург, Россия	ZISP	Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, 199034, Universitetskaya nab., 1, St. Petersburg, Russia
У-Л заповедн.	Усть-Ленский заповедник. 678400, Ак. Федорова. 28. Тикси, Якутия-Саха, Россия	LDR	Lena Delta Reserve, 678400, Ak. Fedofova, 28, Tiksi, Yakutiya-Sakha, Russia
ИО РАН	Институт океанологии им. Ширшова Российской Академии наук. 117218, Красикова. 23. Москва, Россия	IORAS	Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, 117218, Krasikova, 23, Moscow, Russia
МГУ	Московский государственный университет им. Ломоносова. 119899. Москва, Россия	MGU	Moscow State University, 119899, Moscow, Russia
Ун-тет Бремен	Университет. Бремен. 330440, Германия	Uni Bremen	University of Bremen, PO Box 330440, 28334 Bremen, Germany
Ун-тет Гамбург	Университет. Гамбург. 20146. Алянде Плац. 2, Германия	Uni Hamburg	University of Hamburg, Allende-Platz 2, 20146 Hamburg, Germany
ТУ БДФ	Горная Академия. Фрайберг. Бернд фон Котта. 2. 09596. Фрайберг, Германия	TUBAF	TU Bergakademie Freiberg Bernd-von-Cotta-Str. 2 09596 Freiberg, Germany
Ун-тет Хайдельберг	Институт физики Земли Хайдельбергского университета. 69120. Хайдельберг, Германия	HAW	University of Heidelberg, Neuenheimer Feld 366, 69120 Heidelberg, Germany

5. Schiffsbesatzung / Ship's crew

	Name / Family name	Vorname / First name	Rank
1	Greve	Ernst-Peter	Master
2	Grundmann	Uwe	1. Offc.
3	Rodewald	Martin	1. Offc.
4	Knoop	Detlef	Ch. Eng.
5	Spielke	Steffen	2. Offc.
6	Fallei	Holger	2. Offc.
7	NN		Doctor
8	Koch	Georg	R. Offc.
9	Erreth	Mon.Gyula	2. Eng.
10	Ziemann	Olaf	2. Eng.
11	Fleischer	Martin	2. Eng.
12	Lembke	Udo	Electron.
13	Muhle	Helmut	Electron.
14	Greitemann-Hackl	A.	Electron.
15	Roschinsky	Jörg	Electron.
16	Muhle	Heiko	Electr.
17	Clasen	Burkhard	Boatsw.
18	Reise	Lutz	Carpenter
19	Gil Iglesias	Luis	AB.
20	Pousada Martinez	S.	AB.
21	Kreis	Reihard	AB.
22	Bingernagel	Knuth	AB.
23	Schultz	Ottomar	AB.
24	Burzan	G.-Ekkehard	AB.
25	Pulss	Horst	AB.
26	Moser	Siegfried	AB.
27	Müller	Klaus	Storek.
28	Ipsen	Michael	Mot-man
29	Voy	Bernd	Mot-man
30	Grafe	Jens	Mot-man
31	Hartmann	Ernst-Uwe	Mot-man
32	Preußner	Jörg	Mot-man
33	Naubold	Wolfgang	Cook
34	Völske	Thomas	Cooksmate
35	Martens	Michael	Cooksmate
36	Jürgens	Monika	1. Stwdess
37	Dähn	Ulrike	Stwdess/KS
38	Czyborra	Bärbel	2. Stwdess
39	Deuß	Stefanie	2. Stwdess
40	Neves	Alexandre	2. Stwdess
41	Huang	Wu-Mei	2. Stwdess
42	Mui	Kee Fung	2. Stwdess
43	Yu	Kwok Yuen	Laundry

Russian-German Cooperation - Laptev Sea System 2000
The TRANSDRIFT V Expedition to the Laptev Sea
(R/V POLARSTERN cruise ARK XIV/1b, Summer 1998)

1. Introduction

The Arctic plays an important role in the global climate system. It not only responds very quickly to environmental changes, it also controls mechanisms which are of global significance. Therefore, investigating and modelling present day processes in the Arctic may be fundamental to receive a more detailed understanding of these mechanisms, e.g., factors which have a profound influence on the greenhouse effect, and how they reacted during geological times. However, our knowledge of climate processes in the Arctic, e.g., the influence of sea-ice conditions on climate change, is very limited, thus making it difficult to predict future climate scenarios. Due to its unique geographical position the Laptev Sea is a key area to study how the Arctic system as a whole is functioning. Thus, a comprehensive investigation of the main forces which drive the entire system of the Laptev Sea today and in the past will make it possible to produce more realistic scenarios of future climate.

Previous expeditions to the Laptev Sea (1993-1996) in the scope of the research project 'Russian-German Cooperation: System Laptev Sea' focussed on various kinds of modern and past environmental aspects, mainly involving a synoptical study of the entire Laptev Sea system. Based on these studies the continuation of the program now concentrates on investigating key elements of the Laptev Sea system in key regions, both of which became apparent during the past four years. This approach involves new scientific aspects such as the mapping and modelling of the distribution of submarine permafrost, as well as well-proven methods, e.g. hydrographical and biogeochemical studies for the assessment of annual and inter-annual variability in this strongly tied land-ocean system. One of the major open questions regarding the paleoenvironment of the Laptev Sea is the post-glacial sea-level history and the possible impact of a continuous river run-off during the last glacial period for the Arctic Ocean circulation. The answer of these questions must be stored in long sediment cores from those water depths, which were not studied previously, i.e., 50-150 m water depth.

Main target areas for the TRANSDRIFT V expedition (Russian index: LAPEX-98) are the eastern Laptev Sea and the area NE of the Taymyr Peninsula (Figure 1). This cruise is joined by the LENA 98 expedition to the Lena Delta, aiming to study the sedimentation history of the delta as well as to investigate the seasonal changes of greenhouse gases and microbial communities in permafrost regions.

The research project "Russian-German Cooperation: Laptev Sea System 2000" is based on the agreement of cooperation in the area of marine and polar research between the German Ministry of Education, Science, Research, and Technology (BMBF) and the Ministry of Science and Technical Policy of the Russian Federation, signed 1995.

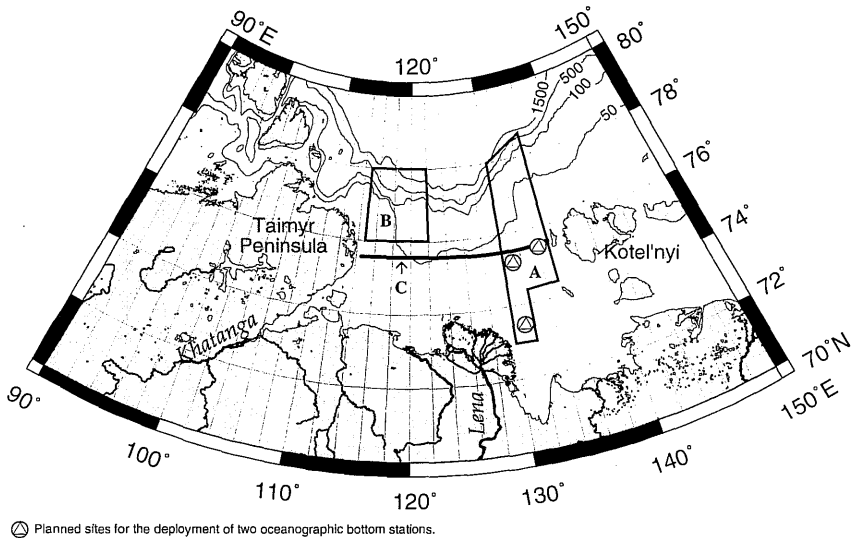


Figure 1: Main target areas for the TRANSDRIFT V expedition (A, B: all scientific investigations including high resolution acoustic profiling down to 400 m below surface, C: oceanography and biogeochemistry).

2. Scientific objectives

The main scientific objectives of the expedition can be summarized as follows:

1. Seasonal and annual variability of biogeochemical and hydrological cycles in the Laptev Sea
2. Studies of the distribution of offshore permafrost
3. Ecology and carbon-flux studies in the Laptev Sea
4. Reconstruction of short term environmental changes during the last 100 years
5. Sea level history and sediment dynamics of the Laptev Sea Shelf since the last glacial

3. Research program

3.1 Seasonal and annual variability of biogeochemical and hydrological cycles in the Laptev Sea

3.1.1 Scientific goals

The interactive physical, chemical, biological and sedimentological processes that regulate the environment in the eastern Laptev Sea are strongly linked to the

freshwater discharge of the Lena river. An example gives the strong and stable thermohaline stratification of the water column and the existence of oxygen depleted bottom water in the Lena valley. Both of these characteristic features can influence strongly the transport and transformation of river discharge. In addition, the submarine permafrost may affect the temperature and salinity gradients as well as the hydrochemistry at the seafloor. Nevertheless, only little is known about the seasonal and annual variability of biogeochemical and hydrological cycles in the freshwater outflow zone. Therefore one of the major scientific goals of the TRANSDRIFT V expedition is to improve our understanding of the driving forces and feedback mechanisms within this system.

3.1.2 Working program

The working program will focus on:

- to carry out synoptic studies of the hydrographic regime in key areas within the Laptev Sea.
- to deploy two self contained bottom stations for year-round measurements of the current profile as well as temperature, salinity and oxygen concentration at the seafloor (Figure 2).
- to study the land-ocean transport and sediment-water fluxes of the tracers iron and manganese.
- to determine the concentrations of oxygen, silicate, phosphate, nitrate and nitrite in sea water and pore water.
- to measure the atmospheric input of cosmogenic Beryllium to the Laptev Sea.
- to carry out meteorological and hydrooptical studies to determine albedo, underwater light attenuation and suspended matter concentration.

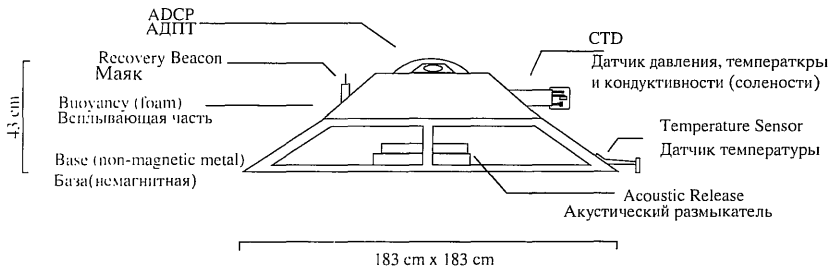


Figure 2: Oceanographic bottom station for year-round measurements of current, temperature, salinity and oxygen

3.1.3. Methods and equipment

- Nansen bottles (1 liter), plastic water samplers (5 liter) and teflon water samplers (1 liter).

- System for membrane filtration to determine suspended matter concentration in water samples.
- System for filtration of air (aerosol sampling)
- Oceanographic bottom station (Figure 2) equipped with an Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP, WHM 300 kHz from RDI) and salinity, temperature and oxygen sensors (Eco-Memory from ME-Meereselektronik) for year-round measurements of currents and particles in the water column.
- 3D acoustic current measurements (3D-ACM from FSI).
- On-line CTD (ME-Meereselektronik).
- Autoanalyzer for the determination of nutrients (AKEA-DATEX or KFK-2).
- Analyzer for the determination of iron and manganese (Voltametry, Methrom VA 746).
- Optical backscatter system (OBS from ADM Meereselektronik)
- Underwater fluorimeter (Variosens II).
- Multicorer for sediment/water sampling.

3.2 Studies of the distribution of offshore permafrost

3.2.1 Scientific Goals

An interesting feature of the Laptev Sea is the existence of offshore permafrost, which was verified by very low sea-floor temperatures (up to -2.3°C), and ice-bonded Holocene sediments found in areas as shallow as 12 cm below surface in the central Laptev Sea. The extent of offshore permafrost has been further evaluated by utilizing mathematical models and recent geophysical observations. Based on this, a map forecasting offshore permafrost and subsea taliks distribution of the Laptev Sea shelf was prepared and indicates continuous relict permafrost distribution down to 60 m water depth, and discontinuous permafrost to the shelf edge. However, our knowledge about offshore permafrost, e.g. vertical and lateral distribution, is restricted to a few sites in the Laptev Sea and to theoretical models.

Another interesting aspect regarding Arctic permafrost is the relatively unknown impact of offshore permafrost on the environmental system. Permafrost and gas hydrate dynamics are suspected as important factors which influence future climate change. The emission of the climate relevant trace gas methane as a result of permafrost degradation and the subsequent release of underlying other gas hydrates will be investigated in cooperation with the terrestrial and marine projects. Therefore, the proposed program during the TRANSDRIFT V expedition particularly concentrates on physical investigations of sediments, but will also intergrate other thermo-erosional and paleoenvironmental studies.

3.2.2 Working program

Shipboard investigations on offshore permafrost will focus on a better understanding (i) of degradation and aggradation of offshore permafrost in the Laptev Sea, and (ii) of the long-term variability of the offshore permafrost, in particular the influence of past sea-level changes on offshore permafrost since the

last glacial. To map and characterize the lateral distribution and thickness of offshore permafrost, high resolution acoustic profiling will be carried out down to 400 m subbottom from both acoustic reflection pattern and sub-bottom p-wave velocities. These data will be used to groundtruth the existing models, and to select key sites for sediment sampling (box and gravity corer) and *in situ* high resolution temperature measurements (down to 3.5 m below seafloor). Sediment cores (up to 12 m length) will be analysed in detail for various physical (p-wave velocity, wet bulk density, shear strength, porosity, conductivity, and heat capacity), geochemical (e.g. methane content, porewater salinity), and sedimentological (e.g. grain size) properties.

3.2.3 Methods and equipment

In key areas of the eastern and western Laptev Sea a grid of acoustic profiles will be recorded and digitized using the following high resolution acoustic sources:

1. Down to 50 m penetration below seafloor
 - PARASOUND (3-5 kHz); company Krupp Atlas Electronic
2. Down to 400 m penetration below seafloor
 - Water gun acoustic source, volume: 0.5 l, frequency: up to 1 kHz, company: SODERA, France
 - Air gun acoustic source, volume: 1l, frequency: up to 150 Hz, company: SODERA, France
 - Hydrophone Streamer, active length 600 m, 96 channels, company: Prakla Seismos, Germany
 - Hydrophone Streamer, active length 100 m, 48 channels, company: Prakla Seismos, Germany

A first data processing will be done onboard by using:

- Digital Recording System: Type ES-2420, company: Geometrics, USA,
- Commercial processing software DISCO, company: COGNISEIS, USA, using a CONVEX computer. Data format: SEG-Y
- Data Storage: tape cartridges Extra 250, company: BASF, Germany.

In addition, but only at selected sites (up to 15 stations) in the eastern and western Laptev Sea, continuous temperature measurements will be carried out and sediment cores will be taken and analysed:

- Thermo-needle (temperature measurements down to 3.5 m below seafloor)
- Box and gravity corer (down to 12 m below seafloor)

3.3 Ecology and carbon-flux studies in the Laptev Sea

3.3.1 Scientific goal

Biological investigations will focus on exploring the energy- and carbon flux within the biological system, which is characterized by harsh conditions, e.g. strong salinity changes. To describe the biota and the carbon flux through the food

chain, the epibenthic, phyto- and zooplankton will be examined. In view of seasonality and to complete the data of former Transdrift expeditions, phytoplankton and benthos will be sampled for studies on abundances, taxonomical composition and community structures in different regions. To link our data to other Arctic marine systems standardized methods to estimate biological parameters (abundances, biomass, primary production) will be used.

For studying the carbon flux, the input of atmospheric carbon to the food chain by primary production will be quantified in situ by using the C-14 method. The transport and fate of organic carbon through the food chain will be described for selected zooplanktonic taxa of different trophic levels. Their gut contents and respiration rates will be determined. In addition, the respiration rates of epibenthic organisms will be used to calculate their consumption. To examine the question whether organisms are capable to store strong energy reserves, selected taxa from water column and seafloor will be collected and analysed for lipid content and composition.

How organisms manage to survive under the strongly changing environmental conditions (salinity, temperature, nutrients, light) in the Laptev Sea will be the leading question for autoecological experiments. In the laboratory selected planktonic and benthic organisms will be treated with changing conditions, e.g. of salinity.

3.3.2 Working program

For the assessment of the primary production in situ measurements will be carried out. Water samples from different depths will be collected and primed in UV-permeable bottles. Immediately afterwards the bottles will be deployed in the depth of the water origin and incubated for 4h to 6h. This study will be carried out on representative stations during the cruise. The results will give an estimation on the productivity of phytoplankton communities in this rather shallow shelf area. Further it will outline the importance of phytoplankton as a food source for zooplankton and benthic organisms.

To estimate the phytoplankton biomass Chl *a* will be measured routinely with a flow through fluorometer.

Zooplankton catches will provide organisms for experimental studies on egg development and feeding behaviour of the dominant copepod species. Zooplankton is able to modify the carbon fixed by primary production and can influence the amount and quality of particulate matter supplied to the benthos.

Life specimen of benthic organisms will be collected from the dredge and boxcorer samples. For the intended analysis the species list will comprise various size fractions and ecotypes. The specimen will be maintained on board to investigate autecological adaptations through measurements under controlled conditions. using an intermittent-flow respirometer individual oxygen uptake rates will be measured to assess routine metabolic activities.

3.3.3 Methods and equipment

- Hand net and Secchidisk
- Water sampler
- Flow-through-fluorometer (Chl *a*)

- Incubation Primary Production
- Plankton net
- *in situ* fluorometer
- Dredge
- Multi and box corer

3.4 Reconstruction of short term environmental changes during the last 100 years

3.4.1 Scientific goal

Based on the previous results obtained from Russian-German expeditions to the Laptev Sea (1993-1996) it became evident that the annual freshwater pulse from the Lena river has a major impact on the spatial distributional pattern of dissolved inorganic carbon (DIC), as well as on stable and unstable isotopes ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, ^{14}C). Moreover, these fresh water masses strongly influence the upper hydrology of the Arctic Ocean itself, thus, making these isotopes a potential tool to trace Arctic land-ocean water mass variability. The stable isotope ratios, in particular, may be preserved and embedded in biogenic calcite (e.g. bivalves) as well as in river-transported organic matter. Therefore, investigating the isotope composition of the water masses and of particular matter from surface sediments is important to better understand the role a strongly tied land-ocean system may play with regard to the carbon cycles at high Arctic latitudes.

3.4.2 Working program

During TRANSDRIFT V it is planned to collect water samples from the eastern Laptev Sea along a S-N transect. At each station water samples (100 ml) will be taken at the sub-surface and near the sea bottom, respectively. At specific sites with high vertical variability in salinity and temperature vertical sampling at 5m intervals is intended. Near surface samples (< 0.5m) will also be taken from these sites. In addition, it is planned to collect surface and bottom water samples (0.5 l) from the Lena/Yana valley for investigating radiocarbon isotopes (^{14}C). All water sampling will be tied to the water chemistry program of the oceanographic group.

Detailed sampling of bivalve shell and bulk organic matter collected from surface sediments is intended for stable isotope analyses ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) in order to provide a longer-term isotope record which can be compared with the data compiled from the water samples. Area of main interest is the eastern Laptev Sea and sampling will be tied to the geological-biological program.

3.4.3 Methods and equipment

- water sampler
- box corer, multicorer

3.5 Sea level history and sediment dynamics of the Laptev Sea Shelf since the last glacial

3.5.1 Scientific goal

The investigation of sediment cores, which were taken from water depths down to approximately 50 m during the Russian-German expeditions (1993-1995), has proven useful to reconstruct paleoenvironmental changes in the Laptev Sea after the last glaciation. As is evident from the bathymetry of the Laptev Sea, nearly the entire shelf was dry during times of lowest sea-level (i.e. during the last glacial maximum when global sea level was lowered by about 120 m). Since the previous studies could only unravel the final 50 m of postglacial sea-level rise, that is the past 9.5 ka, whereas basically nothing is known concerning the first 70 m of global sea-level rise (~ 16-9.5 ka).

As previous studies have indicated, the vast discharge of freshwater from the Lena river has a major impact on the stable isotope ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) signature of the water masses in the Laptev Sea itself, but is also imprinted in the sediments due to the input of terrigenous matter. Since a particular stable isotope pattern of the suspended matter and of the water becomes essentially preserved in calcareous organisms, in the organic fraction of sediments, as well as in the pore water, a detailed geochemical study of sediment cores supported by paleontological and sedimentological means will add important information to the paleohydrological and paleoenvironmental history of the Laptev Sea.

3.5.2 Working program

It is planned to carry out sediment coring along a south to north transect in the eastern Laptev Sea down to a maximum of 1000 m water depth using box and gravity corer devices. Selection of sites will be based on acoustic profiling. These sediment cores will be subject to a series of different investigation. These include:

- Sedimentological studies (clay mineralogy, grain size distribution, physical properties)
- Stratigraphical studies (AMS ^{14}C dating; ^{210}Pb)
- Stable isotope chemistry on calcite shells (bivalves, ostracodes, foraminifera)
- Paleontological studies (molluscs, diatoms, foraminifera, ostracodes, palynomorphs)
- Sediment geochemistry (pore water stable isotopes; $\delta^{13}\text{C}$ of organic fraction)

3.5.3 Methods and equipment

- High resolution acoustic profiler (PARASOUND)
- Pore water press
- Box/Multi and gravity corer (down to 12 m below surface)

Российско-германский проект “Система моря Лаптевых-2000”
экспедиция ТРАНСДРИФТ-V в море Лаптевых
(НИЛ “Полярштерн”, Германия, рейс ARK XI/1b, лето 1998 г.)

1. Введение

Арктика играет важную роль в формировании климата на нашей планете, так как эта полярная область не только быстро реагирует на изменения окружающей среды, но также вместе с этими изменениями активно воздействует на управляющие механизмы глобального климата. Поэтому исследования и моделирование процессов в Арктике являются фундаментальными задачами, решение которых поможет расшифровать эти механизмы, например, те, которые влияют на парниковый эффект, и как они происходили в геологическое время.

Однако наши знания о влиянии глобальных климатических изменений на Арктику, например, воздействие на ледовые условия в Северном Ледовитом океане, еще не являются настолько полными, чтобы составить реалистический сценарий будущих изменений климата. Благодаря географическому положению моря Лаптевых, оно является ключевым регионом, изучение которого позволяет понять функционирование климатической системы Арктики в целом.

Предыдущие экспедиции в регионе моря Лаптевых (1993-1996 гг.), выполнявшиеся в рамках российско-германского проекта “Система моря Лаптевых”, проводились с целью получения наиболее общих системных представлений о закономерностях формирования природной среды региона, ее внутрисезонной и межгодовой изменчивости. В результате проведения этих исследований были выявлены основные, наиболее важные с точки зрения оценки возможных климатических изменений природные объекты с связующие их процессы. Исходя из полученных результатов, современный этап исследований связан с фокусным рассмотрением важнейших компонент природной системы моря Лаптевых. Это продолжение включает новые научные аспекты, такие как изучение и моделирование подводных мерзлотных комплексов, исследование внутригодовых и межгодовых изменений гидрологических и биогеохимических характеристик, как тесно связанных элементов системы суша - океан. Одним из важных малоизученных вопросов палеоклимата моря Лаптевых является эволюция уровня моря в постгляциальный период и возможное влияние стока рек на циркуляцию в Арктическом океане на протяжении последнего ледникового периода. Ответ на эти вопросы должны быть заключены в колонках осадков большой длины на глубинах 50-150 м, которые здесь ранее не изучались.

Морские исследования экспедиции ТРАНСДРИФТ-V (русский индекс ЛАПЭКС-98) будут выполняться в восточной части моря и к северо-востоку от Таймырского полуострова (Рис. 1). Эти исследования проводятся совместно с наземной российско-германской экспедицией в дельту р. Лены, основной задачей которой является изучение динамики терригенных переносов с стабильности мерзлотных комплексов в прибрежной зоне.

Совместный российско-германский проект “Система моря Лаптевых-2000” реализуется в рамках Соглашения между Министерством науки и технической политики Российской Федерации и Федеральным Министерством образования, науки, исследований и технологии Федеративной Республики Германии о сотрудничестве в области морских и полярных исследований, подписанном в 1995 г.

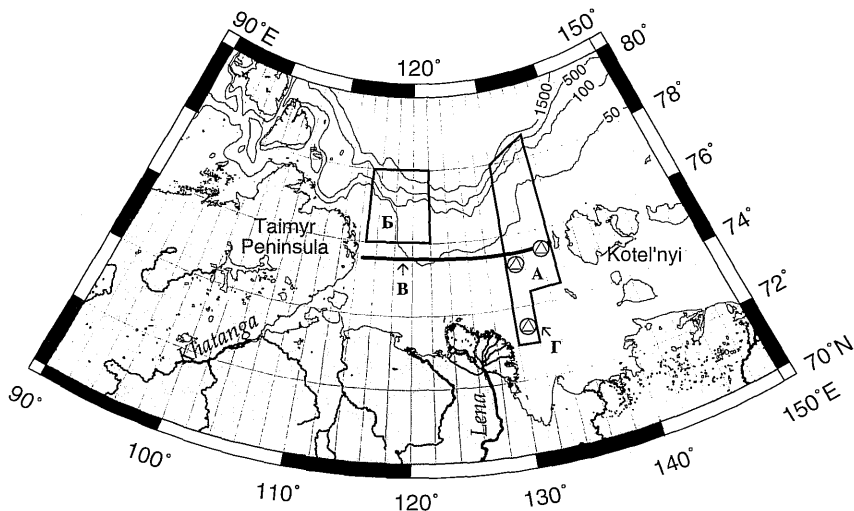


Рис. 1. Район работ экспедиции ТРАНСДРИФТ-V.

Условные обозначения:

а - комплексные исследования, включая сейсмоакустическое профилирование до глубины 400 м; б - район комплексных исследований; в - океанографический разрез с комплексом биогеохимических наблюдений; г - планируемые места постановки двух донных океанографических станции.

2. Цели и задачи экспедиционных исследований

Целями морских экспедиционных исследований являются:

- исследование сезонной и межгодовой изменчивость биогеохимических и гидрологических циклов в море Лаптевых;
- исследование распределения подводной мерзлоты;
- реконструкция изменения природных условий моря Лаптевых за последние 100 лет;

- эволюция уровня моря и динамика донных осадков в море Лаптевых в постгляциальный период;
- экологические исследования и изучение потоков углерода в море Лаптевых.

3. Содержание исследовательских работ

3.1. Сезонная и межгодовая изменчивость биогеохимических и гидрологических циклов в море Лаптевых

3.1.1. Научная программа

Взаимодействие физических, химических, биологических и седиментологических процессов, определяющее современное и палеосостояние природной системы моря Лаптевых главным образом определяется пресноводным стоком. В восточной части моря Лаптевых основная его часть приходится на сток реки Лены. Примером этого воздействия является сильная плотностная стратификация водной толщи, ограничивающая развитие вертикального обмена и приводящая к возникновению зон с недостаточным содержанием растворенного кислорода. В следствие этого восточная часть моря Лаптевых отличается своеобразием всего комплекса природных процессов трансформации вод, веществ, поступающих с речными водами и твердого стока. Кроме того, подводные мерзлотные комплексы, распространенные в этом районе моря являются одной из компонент среды, наиболее чувствительных к сезонным и межгодовым изменениям параметров среды. Однако, несмотря на многочисленные экспедиционные исследования, выполненные в этом районе моря, имеющейся информации о сезонной и межгодовой изменчивости гидрологических и особенно биохимических циклов по-прежнему недостаточно для решения задач корректного описания этих процессов в моделях и расчетах. Поэтому одной из основных задач морских экспедиционных исследований по программе ТРАНСДРИФТ-V будет исследование механизмов, взаимообуславливающих процессы сезонной и межгодовой изменчивости в районах моря, подверженных воздействию материкового стока.

3.1.2. Рабочая программа.

Рабочая программа включает выполнение:

- выполнение океанографических наблюдений в восточной части моря Лаптевых;
- установку двух годовых донных океанографических станций для измерения вертикального профиля течения, придонной температуры, солёности и растворенного в воде кислорода, а также температуры и солёности поровых вод верхнего слоя донных осадков (места постановки станций показаны на Рис. 1);
- трассерный анализ (по железу и марганцу) потоков воды и осадков с суши в океан;
- определение концентрации в воде и поровых водах растворенного кислорода, силикатов, фосфатов, нитратов и нитритов;
- определение атмосферных переносов бериллия, имеющего космогенное происхождение;
- выполнение гидрооптических и метеорологических исследований по исследованию проникновения солнечной радиации в воду в зависимости от

параметров стратификации с концентрации взвешенных седиментов в верхнем распределенном слое.

3.1.3. Оборудование.

- батометры Нансена (1 л), пластиковые (5 л) и тефлоновые (1 л) батометры;
- фильтрационная система для определения содержания взвешенных в воде седиментов;
- фильтрационная система для определения содержания в воздухе аэрозольных частиц;
- донные океанографические станции (Рис.2);
- акустический профилограф течений;
- STD-зонд с датчиками давления, электропроводности, температуры и растворенного кислорода;
- автоанализатор содержания биогенных элементов;
- анализатор содержания железа и магния;
- зонд-прозрачномер с датчиками давления и прозрачности;
- подводный флуориметр;
- дночерпатель;

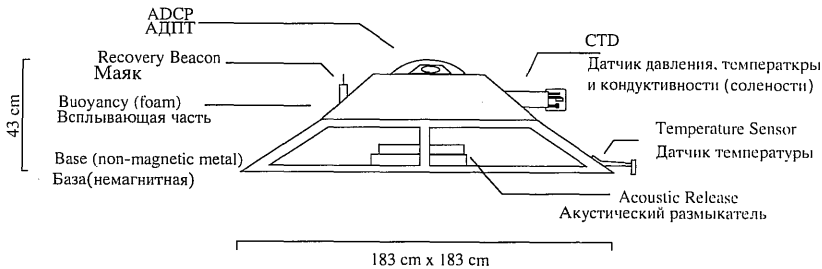


Рис. 2. Годовая донная станция для измерения течений, температуры, солёности и кислорода.

3.2. Исследования распределения подводной мерзлоты

3.2.1. Научная программа

Одной из ключевых особенностей региона моря Лаптевых является существование подводной вечномерзлой толщи морских осадков, что подтверждается достаточно низкими температурами осадков на морском дне (до -2.3 °С) и существованием льдистых структур, обнаруженных в толще голоценовых морских осадков в центральной части моря Лаптевых на глубине 12 см.

Пространственное распространение подводной мерзлоты было оценено методами математического моделирования и подтверждено недавними геофизическими исследованиями. На основе этой информации была подготовлена схема, на которой подводные мерзлотные комплексы распространяются до глубин 60 м и вплоть до кромки шельфа. Однако наши знания об этом уникальном природном феномене ограничиваются лишь несколькими отобранными пробами льдистых структур и расчетами по теоретической модели. Вопрос о взаимовлиянии подводных мерзлотных комплексов и других компонент природной среды моря Лаптевых до сих пор остается открытым. Поэтому программа экспедиции ЛАПЭКС-98 предусматривает проведение исследований границ вечномерзлого слоя морских осадков, термоэрозионные и палеоклиматические исследования. Вечная мерзлота и связанное с ней существование газ-гидратов являются важнейшими факторами, определяющими эволюцию климата Земли. Выделение в атмосферу метана, связанное с деградацией мерзлотных комплексов, может быть правильно оценено лишь с учетом процессов, протекающих под толщей вод на шельфе моря Лаптевых.

3.2.2. Рабочая программа

Морские экспедиционные исследования подводной мерзлоты будут проводится в двух направлениях:

- изучение процессов деградации и развития подводных мерзлотных комплексов;
- исследование палеоэволюции подводной мерзлоты, в частности в ходе изменения уровня моря в постгляциальный период.

Для построения карты распределения подводной мерзлоты будет использован метод гидроакустического высокоразрешающего профилирования, которое позволяет по изменению отраженного акустического сигнала определить существование отражающих поверхностей (границ вечномерзлых осадков) до глубины 400 м ниже морского дна. Полученные данные будут также использованы для верификации имеющейся математической модели, определения ключевых районов для отбора проб донных осадков и выбора района проведения измерений теплоточков на границе морское дно - придонный слой воды. Отобранные образцы донных осадков (до 12 м длиной) будут детально анализироваться для определения их физических (теплоемкость, плотность и пр.), геохимических (содержание метана, соленость поровых вод) и седиментологических (гранулометрический состав) свойств.

3.2.3. Оборудование

В ключевых районах западной и восточной части моря Лаптевых (Рис.1) будет выполнена гидроакустическая съемка следующими методами:

- До глубины проникновения в толщу донных осадков 50 м:

- эхолотом PARASOUND (3-5 kHz). Производства компании Krupp Atlas Electronic.
- До глубины 400 м:
- подводной акустической пушкой, объем 0.5 л, частота до 1 kHz, производства компании SODERA, Франция;
- акустическим излучателем объемом 1 л, частотой до 150 Hz производства компании SODERA, Франция;
- буксируемым гидрофоном, активная длина 600 м, 96 каналов, производства компании Pracla Seismos, Германия;
- буксируемым гидрофоном, активная длина 100 м, 48 каналов, производства компании Pracla Seismos, Германия.

Первичная обработка полученных результатов будет осуществлена на борту с использованием числовой записывающей системы ES-2420 производства компании Geometrics, США, программы обработки данных DISCO, компания COGNISEIS, США, с использованием бортового компьютера CONVEX, формат данных SEG-Y. Полученные результаты будут сохранены на магнитном накопителе extra 250 производства BASF, Германия.

Дополнительно, в отдельных случаях (не больше 15) в западной и восточной части моря Лаптевых будет осуществлено измерение распределения температуры в отобранной колонке донных осадков. Для этой цели предполагается отобрать пробы донных осадков дночерпателем и грунтовой трубкой до глубины, не превышающей 12 м.

3.3. Реконструкция природных условий моря Лаптевых за последние 100 лет

3.3.1. Научная программа

Результаты российско-германских экспедиционных исследований, выполненные в море Лаптевых в 1993-1996 гг., дают основания считать, что межгодовая изменчивость объемов и ареалов распространения материкового стока оказывает основное воздействие на пространственное распределение растворенного неорганического углерода и его изотопов 13 , 12 и 14 . Кроме этого, распространение распресненных вод в целом зависит от сложного комплекса гидрологических процессов в Северном Ледовитом океане. Стабильное изотопное соотношение может сохраняться и консервироваться в кальцитах биогенного происхождения. Поэтому исследование изотопного состава вод и биогенных кальцитов из поверхностного слоя донных осадков является крайне важным для понимания роли взаимодействий в системе “суша-море” при формировании углеродных циклов в Арктике.

3.3.2. Рабочая программа

Планируется отобрать пробы воды в восточной части моря Лаптевых на меридиональных разрезах. На каждой станции пробы воды (100 мл) будут отобраны из поверхностного и придонного слоя. В отдельных случаях будет проводиться отбор проб с дискретностью по вертикали 5 м. В этом случае также будут отбираться придонные пробы воды на расстоянии 0.5 м от морского дна. Планируется также отобрать пробы воды с поверхности и придонных горизонтов (0.5 л) в районе реликтовых подводных долин р. Яны и Лены для исследования на

изотопы углерода 14. Все отобранные пробы будут также проанализированы по стандартной гидрохимической программе.

Параллельно планируется отбор проб кальцинированных биогенных организмов из верхнего слоя морских осадков для анализа изменения содержания в них изотопа углерода 14 за последние 100 лет. В дальнейшем эти результаты будут сопоставлены с содержанием углерода 14 в пробах воды.

3.3.3. Оборудование

Батометры, дночерпатель.

3.4. Эволюция уровня моря и динамика донных осадков в море Лаптевых в постгляциальный период

3.4.1. Научная программа

Исследование проб морских осадков, выполненное в ходе морских российско-германских экспедиций в 1993-1995 гг. в районах моря с глубинами до 50 м показывает, что возможно провести реконструкцию палеоклиматических условий в море Лаптевых в постгляциальный период. Очевидно, что при минимальном положении уровня моря (в течении последнего ледникового максимума, когда уровень моря был на 120 м ниже современного положения) внешний шельф моря Лаптевых был осушен. Поскольку предшествующие исследования проводились на глубинах, не превышающих 50 м (это относится к периоду 9,5 тысяч лет назад), для более полного понимания этих процессов необходимо исследовать донные осадки с больших глубин (16-9,5 тыс. лет назад).

Предшествующие исследования показали, что кроме того влияния, которое пресноводный сток оказывает на изотопное соотношение углерода 13 к углероду 12, он играет весьма важную роль при переносе терригенного материала. Поскольку стабильное изотопное соотношение сохраняется и в частицах взвешенного материала, биогенных организмах, органической фракции донных осадков, поровых водах, микропалеонтологические и седиментологические исследования образцов донных осадков будут весьма важны для понимания палеоклиматической истории природной системы моря Лаптевых.

3.4.2. Рабочая программа

Планируется отбор проб донных осадков на меридиональных разрезах до глубин моря 1000 м с использованием дночерпателей и грунтовых трубок. Выбор района отбора проб будет осуществляться на основе результатов гидроакустического профилирования. Пробы донных осадков будут подвергнуты следующим типам анализов:

- седиментологические исследования (гранулометрический и вещественный состав, физические свойства);
- стратиграфические исследования (датирование по изотопам углерода и свинца);
- изотопные исследования кальцинированных биогенных организмов;
- палеонтологические исследования (моллюски, диатомовые, остракоды);
- геохимия (изотопы в поровых водах и в органической фракции).

3.4.3. Оборудование

Акустическое профилирование (PARASOUND), дночерпатели и грунтовые трубки.

3.5. Экологические исследования и изучение потоков углерода в море Лаптевых

3.5.1. Научная программа

Биологические исследования будут сконцентрированы на изучении потоков углерода и энергобаланса в биологических системах. Будет осуществлено описание потоков углерода и морской биоты через пищевые цепи, эпибентос, фито и зоопланктон. Для исследования сезонных процессов будут продолжены начатые в 1993-1995 гг. отборы проб бентоса и фитопланктона, описание таксонометрического состава и структуры сообществ в различных районах моря. Будет проводиться оценка биологических параметров стандартными методами (биомасса, первичная продукция и пр.) для сравнения этих результатов с аналогичными параметрами других арктических районов.

Для изучения потоков углерода будет исследован вклад в пищевые цепи углерода атмосферного происхождения с использованием изотопного метода (по изотопу углерода 14). Транспорт органического углерода через пищевые цепи будет описан для различных видов зоопланктона и трофических уровней. Различные виды таксонов будут отобраны как с морского дна, так и из водной толщи для анализа содержания липидов и их состава и энергобаланса. Одним из основных будет являться вопрос адаптации организмов к сильно меняющимся в течении года условиям среды моря Лаптевых. Эти исследования планируется выполнить с отобранными в ходе работ организмами в лабораторных условиях.

3.5.2. Рабочая программа

Для исследования первичной продуктивности будут выполняться измерения в натуральных условиях. Будут отбираться пробы воды с различных глубин, фиксироваться и опускаться на глубину первоначального отбора для последующей инкубации в течении 4-6 часов. Это даст возможность оценить продуктивность сообществ фитопланктона в мелководных районах моря. Что позволит оценить роль фитопланктона как источника питания для зоопланктона и бентических организмов. С помощью флюориметрических измерений будет определяться биомасса фитопланктона.

Облов зоопланктона будет выполняться для экспериментального изучения поведения и размножения преобладающих видов копепод. Зоопланктон способен изменить потоки углерода, зафиксированного первичной продукцией, и повлиять на количество и качество вещества, потребляемого бентосом.

Живые бентосные организмы будут отбираться драгой и дночерпателем. Для предполагаемых анализов перечень видов будет разделен по размерам и экотипам. Образцы будут исследоваться на борту судна, для оценки их адаптации в контролируемых условиях, с использованием респирометра будет измеряться их метаболическая активность.

3.5.3. Оборудование

Ручная сеть, диск Секи, батометры, погружной флюориметр, инкубатор, драга, дночерпатель.

