

Hrn Ulrich

Dr. Smetacek

Institut für Meereskunde
an der Universität Kiel

Kiel, 4.4.1978
☎ (0431) 597 880 2372

Forschungsfahrt Nr. 28

10/4 ML

Betr.: F.S. "Poseidon" - Ausfahrt vom 14.3. - 19.3.1978

Fahrtbericht

Teilnehmer: Dr.P. Diehl (IAP), Dr.H. Haardt (IAP), Dipl.Biol.
G. Henke (IfM), Herr D. Jansen (IfM), Frau M. Karl (IfM),
Dipl.Phys.R. Klotz (IAP), Dipl.Biol.B. Knoppers (IfM),
Dipl.Chem.G. Liebezeit (IfM), Dr.V. Smetacek (IfM) Fahrt-
leiter, Dipl.Biol. K. Wolter (IfM)

Einleitung und Zielsetzung:

Die Frühjahrsblüte des Phytoplanktons ist für den Aufbau des marinen Nahrungsnetzes in borealen Gebieten von außerordentlicher Bedeutung. Der Anfang dieser Blüte wird eingeleitet einerseits durch die Zunahme des Lichtangebots und andererseits durch die Stabilisierung der Wassersäule. Bei günstigen Bedingungen wächst diese Blüte sehr schnell heran und verbraucht fast vollständig die Nährsalze, die sich während des Winters im Wasser anreichern. Mit dem Verschwinden der Nährsalze treten wieder ungünstige Bedingungen für das Phytoplankton ein, die schließlich zur Sedimentation der von der Blüte aufgebauten organischen Substanz führen. Die Verweildauer dieser Blüte in der Wassersäule ist ein entscheidender Faktor für die Entwicklung des Zooplanktons (kleine Krebse, Larven von Bodenorganismen etc.), das wiederum als Nahrung von Fischlarven dient. Für die Kieler Bucht wurde eine direkte Abhängigkeit zwischen dem Erfolg oder Mißerfolg des Dorschjahrgangs und der Höhe des Zooplanktonbestands während März/April festgestellt. Durch die Sedimentation der Blüte werden den bodenbewohnenden Tieren größere Mengen qualitativ hochwertiger Nahrung zugeführt.

Die Erfassung der Frühjahrsblüte in Raum und Zeit war Ziel dieser Forschungsfahrt. In 3 hydrographisch getrennten Gebieten - Kieler Bucht, Kattegat und Skagerrak - sollte anhand physikalischer,

chemischer und biologischer Parameter die Phytoplanktonkonzentration in ihrer horizontalen und vertikalen Ausdehnung aufgenommen werden. Diese Daten sollten dann untereinander verglichen werden, um die z.T. neuen Methoden zu eichen und ihre Aussagekraft zu überprüfen. Gleichzeitig sollten die physikalischen Bedingungen des Phytoplanktonwachstums, nämlich das Lichtklima und die Schichtung der Wassersäule, in den verschiedenen Gebieten untersucht werden. Für diesen Zweck sollten in regelmäßigen Abständen Profile verschiedener Parameter in der Wassersäule aufgenommen werden.

Die Konzentrationszunahme des Phytoplanktons ist begleitet von Änderungen im physiologischen Zustand der Population, der einen direkten Einfluß auf die Sinkgeschwindigkeit der Zellen ausübt. Eine Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Phytoplanktons für bestimmte Komponenten wie z.B. Chlorophyll und Eiweiß ist bekannt; es wird aber vermutet, daß ähnliche Veränderungen in der Qualität und Quantität der Ausscheidungsprodukte (Exsudate) ebenfalls stattfinden. Dies wiederum wirkt unmittelbar auf das Wachstum pelagischer Bakterien; über die Rückkoppelung zwischen Phytoplankton- und Bakterienwachstum ist jedoch nur wenig bekannt. Die bei der Entwicklung des Phytoplanktons ablaufenden biologischen Prozesse können nur innerhalb eines bestimmten Wasserkörpers verfolgt werden. Deswegen sollten diese Prozesse in großen Tanks gefüllt mit Oberflächenwasser aus verschiedenen Gebieten an Deck des Schiffes untersucht werden.

Datensammlung und Probenentnahme

Um die oben aufgeführte Fragestellung zu studieren, nahmen Arbeitsgruppen folgender Disziplinen an der F.S. "Poseidon" - Fahrt teil: Physik, Planktologie, Mikrobiologie, organische Chemie und Meereszoologie. Im Folgenden sind Einzelberichte dieser Untersuchungen wiedergegeben:

Arbeitsgruppe "Meeresoptik" (IAP)

Vorhaben: Untersuchung der optischen Eigenschaften des Seewassers als Funktion von Zeit und Konzentration des Phytoplanktons und gelöster organischer Substanzen.

Eingesetzte Geräte:

A. In situ Meßgeräte

1. Multisonde mit Magnetbandregistrierung und gleichzeitiger Schreiberregistrierung von drei wählbaren Parametern.

Gemessene Größen: Druck, Temperatur, Leitfähigkeit, Volumestreueung β ($\theta = 45^\circ, \lambda = 930 \text{ nm}$), Attenuationskoeffizient C bei den Wellenlängen 455, 565, 640 und 670 nm, Differenzen des Attenuationskoeffizienten $C_{455} - C_{640}$ und $C_{565} - C_{670}$

2. Mehrleitersonde mit Mikroprozessorgesteuerter Datenerfassungsanlage, Magnetbandregistrierung und gleichzeitiger Schreiberregistrierung von fünf Parametern

Gemessene Größen: Bestrahlungsstärke E_d , skalare Bestrahlungsstärken E_{od} und E_{ou} , Reflexionsgrad R Attenuationskoeffizient C_{670} 24 Kanal Spektralradiometer für die Größen $E_d(\lambda)_{norm}$ und $E_u(\lambda)_{norm}$, Bestrahlungsstärke E_{ad}

3. Fluorometer (Fa. Fr^ungel)

B. Laborgeräte

1. Zweistrahlatenuationsmeßplatz, Wellenlängenbereich 400 - 800 nm, mit zwei 1 m Küvetten für Absolut- und Differenzmessungen des Attenuationskoeffizienten $C(\lambda), \Delta C(\lambda)$
2. Coulter Counter zur Bestimmung der Partikelkonzentration, Partikelgrößenverteilung und Partikelvolumenverteilung

Messungen

Es wurden auf 57 Stationen 101 Fier- und 18 Hiev-Profile aufgenommen, davon 44 Multisonden-Profile, 63 Profile mit der Mehrleitersonde und 2 Fluorometer-Profile.

Auf drei Stationen wurden das Spektrum des Tageslichts in verschiedenen Wassertiefen und das Spektrum des reflektierten Lichts an der Wasseroberfläche gemessen. An 8 Wasserproben wurden die spektralen Attenuationskoeffizienten ausgemessen, Coulter Counter-Messungen wurden an etwa 50 Wasserproben durchgeführt. Die Entnahme der Wasserproben erfolgte durch einen Schlauch, dessen Ausgangsöffnung direkt mit den Profilsonden verbunden war. Hierdurch wurde eine sehr gute Übereinstimmung der Labormessungen mit den in situ Messungen auch bei Wasserschichten mit geringer Mächtigkeit und hohen Meßwertgradienten erreicht.

Arbeitsgruppe Planktologie

Profilmessungen: Proben zur Bestimmung folgender Parameter: Seston, organischer Kohlenstoff und Stickstoff, Chlorophyll a, Karotinoide, Artenzusammensetzung und Biomasse des Phytoplanktons - wurden in regelmäßigen Intervallen aus charakteristischen Tiefen und Schichten

mit starker Partikelanreicherung entnommen. Mit Hilfe dieser Daten sollen die optischen Parameter sowohl kalibriert als auch gedeutet werden. Insgesamt wurden ^{ca 150} Proben zwecks Bestimmung jeder der o.g. Parameter gesammelt.

Tankmessungen: Aus den Tanks wurden neben den o.g. Parametern zur Charakterisierung der Partikelmenge und -beschaffenheit zusätzliche Messungen zur Ermittlung der Wachstumsbedingungen und -rate durchgeführt. So wurden in regelmäßigen Abständen die zur Verfügung stehenden anorganischen Nährsalze (PO_4^{--} , NO_3^- , NO_2^+ , NH_4^+ , SiO_4^{--}) der ATP-Gehalt des Phytoplanktons und die Primärproduktion (^{14}C -Methode) gemessen.

Arbeitsgruppe Marine Mikrobiologie

In den Tanks 1, 3 und 5 wurden folgende mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt:

1. Es wurden Proben zur Bestimmung des gelösten organischen Kohlenstoffs entnommen
2. Es erfolgten Probenentnahmen zur Feststellung der Bakterienzahl, der Bakterienbiomasse und der Zahl aktiv metabolisierender Keime
3. Um Aussagen über die bakterielle Aktivität machen zu können, wurden
 - a) mikroautoradiographische Versuche mit einem markierten Aminosäuregemisch durchgeführt
 - b) die bakterielle Substrataufnahme für Leucin und Glucose ermittelt
 - c) die bakterielle Verwertung phytoplanktischer Exsudate untersucht.

Als Ergänzung der biologischen Messungen wurden von der Abt. Organische Chemie folgende Parameter gemessen:

1. Gesamtgehalt an Aminostickstoff. Diese Messungen, die sowohl bei den Tankexperimenten als auch bei den Wasserprofilen durchgeführt wurden, können im Zusammenhang mit anderen Parametern als quantitatives Maß für bakterielle Aktivität und Planktonentwicklung benutzt werden.
2. Messungen einzelner Aminosäurekomponenten. Hier wurden nur die Tankexperimente verfolgt, weil die Bestimmungen relativ zeitaufwendig sind. Im einzelnen wurden folgende Aminosäuren bestimmt: Asparaginsäure, Threonin, Serin, Glycin, Alanin und Glutaminsäure.

3. Messungen der Monosaccharidkomponenten. Als wichtigste Bestandteile werden hier Ribose, Fructose und Glucose bestimmt, die als Ausscheidungsprodukte des Planktons bakteriell genutzt werden können. Auch hier konnten wegen notwendiger Entsalzungs- und Konzentrationsschritte nur die Entwicklung in den Tanks verfolgt werden.

Korrelation der so erhaltenen Ergebnisse mit den Messungen anderer Gruppen, insbesondere mit Nährsalzkonzentrationen, Planktonarten- und Größenverteilung sowie bakteriellen Aktivitäten, sollte zu neuen Erkenntnissen führen. Erste vorliegende Ergebnisse zeigen interessante Tendenzen.

Die Messungen werden während der Entwicklung des Planktons in den Tanks an Land weiter durchgeführt.

Arbeitsgruppe Meereszoologie

Auf zwei verschiedenen Stationen (nördliches Kattegat, südliches Skagerrak) wurden mit dem 1m-Ringtrawl Euphausiaceen hauptsächlich der Gattung *Meganyctiphanes norvegica* gefangen. An Bord durchgeführte Beobachtungen ergaben, daß sich viele Tiere in unterschiedlichen Häutungsstadien befanden. Zu weiteren Untersuchungen wurden andere Tiere an Bord gehältert und lebend nach Kiel gebracht. Die Hälterung erweist sich bei ruhiger See als problemlos.

Ablauf der Fahrt

14.3. 8⁰⁰ Auslaufen

9.30 - 11.00 Bestückung von 2 Sinkstofffallen im 'Hausgarten'-Gebiet des SFB 95

12.15 - 15.30 Arbeiten an Station A. Es wurden zuerst verschiedene Profile gefahren, um die meeresoptischen Eigenschaften der Wassersäule zu erfassen. Die Trübungsmessungen zeigen deutlich, daß die Frühjahrsblüte in der Deckschicht (= durchmischte Schicht oberhalb der Dichtesprungschicht) schon angefangen hatte. Der $\text{NO}_3\text{-N}$ Gehalt des Oberflächenwassers ($\sim 3 \mu\text{g at l}^{-1}$) deutete an, daß etwa zweidrittel der zur Verfügung stehenden Nährsalze von der Blüte schon aufgenommen worden waren. Es wurden 2 Tanks (Tank 1 und 2) mit je 1 m^3 Oberflächenwasser gefüllt und mit der Messung verschiedener Parameter begonnen. Aus Tank 1 war das größere Zooplankton ($>200 \mu$) durch ein Netz entfernt worden, Tank 2 enthielt auch Zooplankton.

15.3. 6.30 - 10.35 Arbeiten an Station B. Die gleichen Messungen wie bei Station A wurden hier ebenfalls durchgeführt. Die höheren Trübungswerte und die sehr geringen Nährsalzkonzentrationen zeigten, daß die Phytoplanktonblüte im Kattegat weiter gediehen war als in der Kieler Bucht. Ein plausibler Grund für die beobachteten Unterschiede ist in der Mächtigkeit der Deckschicht (die Oberflächenschicht, in der die Frühjahrsblüte ihr Wachstum beginnt) bei den beiden Stationen zu suchen. In der Kieler Bucht lag die Sprungschicht bei 10 m Tiefe und im Kattegat bei nur 5 m. Bei gleicher Bestrahlungsenergie an der Oberfläche ist die Tiefe der durchmischten Schicht entscheidend für die Wachstumsbedingungen der Phytoplanktonpopulation. Eine geringe Tiefe bedeutet, daß der Population innerhalb dieser Schicht mehr Energie zur Verfügung steht, d.h. die Blüte wächst schneller und verbraucht die Nährsalze rapider je geringer die Tiefe der Sprungschicht ist.

Nach Beendigung der Arbeit auf dieser Station wurde auf Anraten der Schiffsführung die Reihenfolge des vorgesehenen Programms geändert, um rechtzeitig vor Eintreffen eines angekündigten Sturmtiefs die Arbeiten an Station F - in der Nordsee - zu beenden.

16.3. 8.00 - 9.30 Arbeiten an Station F. Die Sondenprofile zeigten, daß die Wassersäule in allen Parametern von der Oberfläche bis zum Boden homogen war. Die hohen Nährsalzwerte und die niedrige Trübung ließen deutlich erkennen, daß die Frühjahrsblüte noch nicht begonnen hatte. Bei dieser Station wurde auch ein Tank gefüllt. Weil der Nährsalzgehalt unverändert in diesem Tank über eine Woche blieb, war die Frühjahrsblüte nicht mal in Ansätzen vorhanden auf Station F. Die geplante Aufnahme einer Serie von Profilen zwischen Station F, am Ausgang des Skagerrak, und Station E wurde wegen des Fehlens der Frühjahrsblüte nicht durchgeführt. Stattdessen sollten die Profilserien in der Kieler Bucht und im Kattegat aufgenommen werden.

Die Rückfahrt nach Station E wurde durch das offensichtlich schon eingetroffene Sturmtief erheblich erschwert. Selbst die Probennahme aus den Tanks und das Arbeiten im Labor waren wegen des starken Seegangs mit großem Aufwand verbunden. Der Widerspruch zwischen Wetterbericht und tatsächlicher Wetterlage war diesmal besonders groß. Der Weg zu Station E

nahm fast einen ganzen Tag in Anspruch.

- 17.3. 8.40 - 9.40 Arbeiten auf Station E. Auch an dieser Station wurden ähnliche Profile gemessen wie bei Station F. Wegen des mittlerweile sehr starken Seegangs, der jede wissenschaftliche Arbeit an Bord erheblich beeinträchtigte, wurde beschlossen, möglichst bald ins Kattegat zu fahren. Dabei sollten noch einige Profile nördlich von Skagen gefahren werden um das Übergangsgebiet zwischen Skagerrak und Kattegat zu erfassen.

15.20 wurde mit der Aufnahme einer Profilsérie zwecks Erstellung eines Längsschnittes durch das Kattegat begonnen. In Abständen von 5 m wurden Multisondenprofile gefahren bei gleichzeitiger Entnahme von Wasserproben mit Hilfe eines Schlauchs. Bei günstigen Lichtbedingungen wurden Profile zur Messung des in situ Lichtklimas ebenfalls aufgenommen.

Die Phytoplanktonpopulation in der Deckschicht schien ihre maximale Biomasse schon erreicht zu haben, denn der Sedimentationsprozeß hatte schon begonnen - besonders im Mittelteil des Kattegat. Dieses war durch die Zunahme der Trübung an der Sprungschicht, die je nach Lage mehr oder weniger ausgeprägt war, deutlich zu erkennen. Eigene Messungen haben gezeigt, daß die Sprungschicht nur eine "Bremsfunktion" hat und daß absinkende Phytoplanktonzellen die Sprungschicht auch in großen Mengen passieren.

17.00 - 18.15. Südlich der geplanten Station D wurde mit einem 500 μ Bongonetz auf nordischen Krill gefischt. Die Ausbeute war zufriedenstellend.

- 18.3. 01.40 - 03.00. Auf Station C wurde wie geplant ebenfalls auf nordischen Krill gefischt. 3 Netzholts aus unterschiedlichen Tiefen wurden genommen, die Ausbeute fiel geringer aus als bei Station D.

16.30 erreichte die "Poseidon" den Eintritt in den Großen Belt. Die Profilaufnahmen wurden beendet.

- 19.3. 7.30 Beginn der Profilmessungen in der Kieler Bucht. Nach umfangreichen Messungen in der Vejsnäs Rinne wurde eine Serie von Profilen um Station A aufgenommen. In Abständen von 1 m wurden Profile in einem 5 x 5 m Gebiet gefahren. Die Aufnahme dieser Matratze dauerte bis 20.00.

20.00. Das letzte Profil wurde genommen und die Heimreise angetreten.

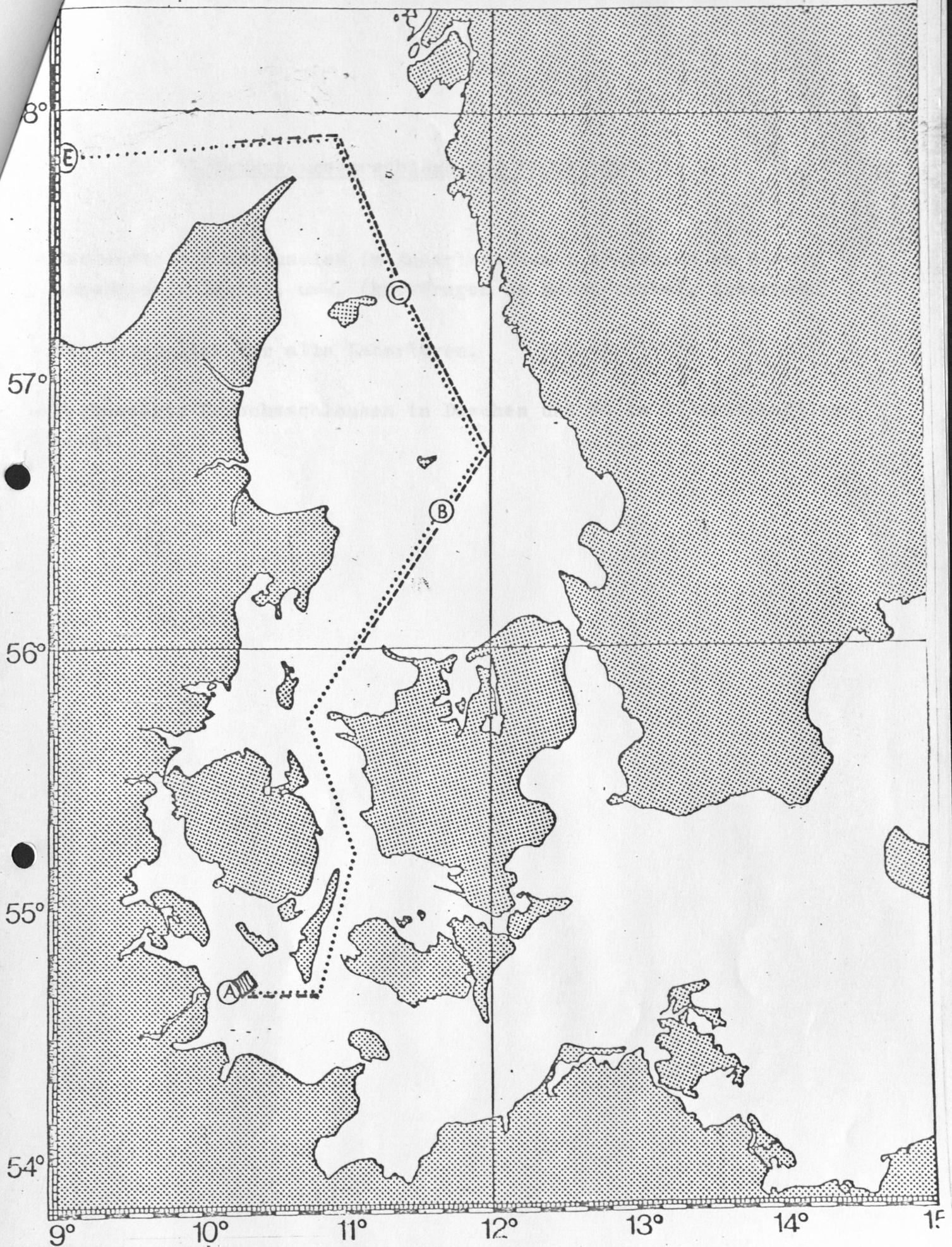
22.15 Ankunft Institut für Meereskunde.

Während der ganzen Reise und anschließend während der Schiffs-liegezeit wurde an den Tanks das oben beschriebene Meßprogramm durchgeführt. Am 28.3. wurden die Tanks 1, 2 und 5 entleert, die Tanks 3 und 4 wurden auf die Instituts-pier versetzt. Z.Zt. werden noch Messungen an diesen Tanks durchgeführt.

Schlußbetrachtung:

Die Reise kann in zweierlei Weise als Erfolg bewertet werden. Erstens, weil in den 3 Untersuchungsgebieten verschiedene Entwicklungsstadien der Frühjahrsblüte angetroffen wurden, die deswegen Vergleichsstudien ermöglichen. Zweitens, weil trotz des sehr ungünstigen Wetters das vorgesehene Programm mit nur kleinen Abstrichen durchgezogen werden konnte. Ein Großteil dieses Erfolgs ist auf die ausgezeichneten Eigenschaften des F.S. "Poseidon" für die Forschung zurückzuführen. Die Schiffsführung gab sich größte Mühe, das von uns vorgesehene Programm einzuhalten. Ihre konstruktive Haltung und Flexibilität ermöglichten eine optimale Zusammenarbeit. Die Arbeiten an Deck konnten durch die ständige Hilfsbereitschaft der Besatzung zügig und präzise durchgeführt werden. Das ausgezeichnete Essen trug ebenfalls seinen Teil zum Erfolg der Reise bei. Wir möchten allen auf der "Poseidon" hierfür herzlich danken.

CHART



- Fahrtroute
- Längsschnitt
- ☐ Matrtze

Verbesserungsvorschläge für "POSEIDON"

- Verbesserte Rundaquarien im Aquariumsraum : Ablasshahn am Boden, abnehmbarer Deckel, usw. (Rückfragen an Herrn Trekel, Aquarium.)
- Türfeststeller für alle Labortüren.
- Verbesserte Geruchsschleusen in Duschen und WC im Wissenschaftlertrakt.