

Bericht über die Forschungsreise No. 103, F.S. "Poseidon",  
der Abteilung Meereschemie vom 16. bis 28.8.1983

Die Reise war mit dem Ziel unternommen worden, verschiedene Aspekte der Bildung und Diagenese organischer Substanzen im Oberflächenwasser und im anoxischen Tiefenwasser der Ostsee zu untersuchen. Da an diesen Vorgängen Mikroorganismen und Plankter beteiligt sind, wurden Wissenschaftler der Abteilungen Mikrobiologie und Benthosökologie eingeladen, an der Fahrt teilzunehmen.

Eingeschiffte:

Dr. M. Ehrhardt (Fahrtleiter)

Frau Dr. V. Gast

Frau R. Hansen

Herr H. Johannsen

Dr. Ch. Osterroht

Herr J. Petersen

Herr G. Petrick

Dr. F. Pollehne

Frau Dr. L. Ventajas

Herr A. Wenck

Am Dienstag, den 16.8.1983 um 0800 legte F.S. "Poseidon" von der Institutspier ab. Am frühen Morgen des nächsten Tages wurde im Tiefenwasser des Bornholmbeckens nach Schwefelwasserstoff gesucht. Das Wasser enthielt jedoch Sauerstoff und war somit für einen wesentlichen Teil der Untersuchungen nicht geeignet. Die Fahrt wurde fortgesetzt in Richtung Gotlandsee, da man im Tiefenwasser des Gotlandbeckens mit anoxischen Verhältnissen rechnen konnte.

Am Donnerstag, den 18.8.1983 um 0600 Uhr begann die Stationsarbeit in der Gotlandsee auf  $57^{\circ}00' N$ ,  $19^{\circ}47' E$ . Die obere Grenze des Schwefelwasserstoff-haltigen Tiefenwassers lag bei ca. 130 m Tiefe. Die Oberflächenboje "Perkeo II" wurde nahe der obigen Position

wurden. Zu diesem Zweck wurden abtrocknende Partikel auf ca. 200 m Wassertiefe verankert. Mittels einer Tochterboje wurden, begünstigt durch das ungewöhnlich ruhige und sonnige Wetter, im Verlaufe der Stationsarbeit aus insgesamt etwa 1500 Litern Wasser der obersten Zentimeter unter der Wasseroberfläche Partikel und gelöste lipophile Substanzen durch kontinuierliche Sorption an einer festen Phase und durch kontinuierliche Flüssig-flüssig-Extraktion angereichert. In den Konzentraten wird nach Substanzen gesucht, die bei der Photooxidation von bestimmten Kohlenwasserstoffen in Laborexperimenten, aber noch nicht im Seewasser gefunden worden sind.

Zur Extraktion im anoxischen Tiefenwasser nach den gleichen Methoden wurde die in-situ-Extraktionseinheit in 180 m Tiefe in einem Abstand von 20 m vom Meeresboden verankert. Die so gewonnenen Konzentrate aus ca. 800 Litern Tiefenwasser sollen zur Erweiterung der Kenntnisse über die Zusammensetzung der lipophilen gelösten Fraktion und der Lipide aus den Partikeln benutzt werden.

Von Bord des Schiffes wurden in ähnlicher Weise wie mit den Extraktionsbojen kontinuierlich Wasserproben über einen 5 m langen Ausleger in ca. 50 cm Tiefe und aus dem hydrographischen Schacht in etwa 6 m Tiefe entnommen. Diese Art der Probennahme diente vor allem der Anreicherung von Partikeln, die zum größten Teil aus Blau-Algen bestanden. Insgesamt wurden 12 Proben gewonnen, welche etwa  $43 \text{ m}^3$  aufgearbeiteten Seewassers entsprechen. Im partikulären Material soll die Zusammensetzung der Lipid-Fraktion untersucht und mit der Lipid-Fraktion des filtrierten Wassers verglichen werden.

Im Rahmen eines gemeinsamen Unternehmens des Instituto Antártico Argentino und des I.f.M. wurden in 28 Wasserproben aus einer Tiefe von 1 m die Konzentrationen nicht-biogener Kohlenwasserstoffe fluorimetrisch ermittelt.

Da die Bildung von Schwefelwasserstoff im Tiefenwasser vor allem von der Zufuhr organischen Materials bestimmt wird, sollten die Geschwindigkeit der Sedimentation der partikulären Substanz und die Geschwindigkeit der Sulfatreduktion in Bodennähe gemessen

werden. Zu diesem Zweck wurden absinkende Partikel mit Hilfe zweier zylindrischer Sinkstoff-Fallen aufgefangen, die bei einer Wassertiefe von 200 m in einem Abstand von 10 m vom Boden verankert wurden. Der Inhalt der Sinkstoff-Fallen wurde alle zwei Tage entnommen. In den Partikeln sollen Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor sowie Pflanzenpigmente bestimmt werden.

Ein vom Institut für Meeresforschung in Bremerhaven dankenswerterweise zur Verfügung gestellter und am I.f.M. leicht modifizierter Bodenwasserschöpfer diente zur Gewinnung von Wasserproben in unmittelbarer Bodennähe. Bei täglicher Probennahme sowohl in oxischem als auch in anoxischem Bodenwasser wurden in jeweils 8 Wasserproben insgesamt 800 Bestimmungen von Phosphat, Nitrat, Nitrit, Ammoniak, Sauerstoff, Sulfid, Silikat, Salzgehalt, pH und Alkalinität bereits an Bord des Schiffes ausgeführt. Aus den Meßwerten soll die Schichtung der chemischen Parameter in unmittelbarer Bodennähe und daraus ihre Freisetzung aus dem Sediment beim Übergang von oxischen zu anoxischen Verhältnissen bestimmt werden.

Außerdem wurden diese Wasserproben zur Bestimmung der Sulfatreduktionsraten benutzt. Hierzu wurden die Proben mit einer geringen Menge  $^{35}\text{SO}_4^{2-}$  anaerob inkubiert. Das bei der Reduktion entstandene  $\text{H}^{35}\text{S}^-$  wurde an Bord durch Destillation abgetrennt und im Liquid Scintillation Counter gemessen. Für längere Inkubationen wurden Proben aus den letzten vier Serien nach Kiel mitgenommen.

Mittels eines speziellen Gerätes wurden an vier Tagen Porenwasserproben aus dem Sediment entnommen. Auf Grund der großen Unterschiede zwischen der Raumtemperatur an Bord des Schiffes und dem Meeresboden wurden einige Teflondichtungen des Probennehmers undicht, so daß es zu Vermischungen der Proben untereinander und mit umgebendem Wasser kam. Die gemessenen Sulfat- und Nährstoffprofile können daher nur zum Teil ausgewertet werden.

Aus täglichen Wasserschöpfer-Serien in fünf Tiefen zwischen dem 22.8. und 26.8. wurden Proben entnommen für die Bestimmung von Pigmenten, partikulärem Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor sowie für mikroskopische Analysen. Aus diesen Parametern werden Menge,

Zusammensetzung und physiologischer Zustand des Planktons sowie der Grad des Abbaus des sedimentierenden Materials abgeleitet. Diese Daten werden zur Interpretation der der Untersuchungsergebnisse bezüglich der Bildung und Fraktionierung organischer Kupferverbindungen benötigt.

Hierfür wurden auf der Dauerstation an fünf aufeinander folgenden Tagen mit einem Go-Flow-Schöpfer Proben aus 10, 30, 70, 125 und 185 m Tiefe entnommen. Aus ihnen wurde bei konstantem pH Probenmaterial für die vertikale Verteilung organischer Kupferverbindungen durch Sorption an silanisiertes poröses Glas gewonnen. Das für Strukturanalysen Kupfer-organischer Verbindungen vorgesehene Material wurde auf gleiche Weise in einem 10-tägigen Dauerversuch angereichert. Als Sorbens diente SEP-PACK-C<sub>18</sub> der Firma Waters.

Da Bakterien bei der Remineralisation organischer Substanz im oxidischen wie im anoxischen Wasser eine wichtige Rolle spielen, über die Zusammensetzung mariner Bakterienpopulationen im anoxischen Milieu sowie im Übergangsgebiet von oxidischen zu anoxischen Verhältnissen jedoch recht wenig bekannt ist, wurden aus mehreren bakteriologischen Vertikalprofilen Wasserproben zur Ermittlung der Gesamtbakterienzahl, der Bakterienbiomasse und zur Beschreibung morphologischer Typen entnommen. Zu dem wurde die Zahl der aerob und anaerob wachsenden saprophytischen Bakterien auf verschiedenen Nährmedien untersucht. Die anaeroben Saprophyten wurden in angefertigten Anaerobentöpfen in sauerstofffreier Stickstoff-Atmosphäre inkubiert. Mit Hilfe der Stempelmethode soll der Anteil der fakultativ anaeroben bzw. der fakultativ aeroben Bakterien in verschiedenen Wassertiefen untersucht werden.

Die Bildung von Schwefelwasserstoff im Tiefenwasser ist in erster Linie auf sulfatreduzierende Bakterien zurückzuführen. Die Desulfurikanten wurden quantitativ mit "Postfate's Medium" in Form einer MPN-Reihe (most probable number) erfaßt. Es ist geplant, im Labor des Instituts von einigen sulfatreduzierenden Bakterienkolonien und anderen Anaerobiern Kulturen anzulegen und deren physiologische Eigenschaften näher zu untersuchen.

Treiben der beobachteten raschen Sedimentation sicher von Bedeutung für die Nährstoffbilanz des Mesopelagialen.

Das Vorhandensein eines Bodenwasserschöpfers und dessen Ausstattung mit sterilisierten Plastikbeuteln gestatteten es, auch unmittelbar über dem Meeresgrund (bis 28.5 cm über Grund) Wasser für die genannten mikrobiologischen Ansätze zu entnehmen.

Bei den Vertikaluntersuchungen zeigte sich wiederholt in etwa 50 m Wassertiefe ein Anstieg des Nitritgehaltes der möglicherweise auf bakterielle Nitrifikation zurückzuführen ist. Um dies zu prüfen, wurde Wasser der entsprechenden Tiefe mit  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ( $5 \mu\text{M}/1$ ) versetzt und die Bildung von Nitrit bzw. Nitrat über einen längeren Zeitraum bei in-situ-Temperatur verfolgt. Versuche zur Denitrifikation wurden mit Wasser aus 110 m Tiefe (Gesamttiefe 190 m) nach Zusatz von  $\text{NaNO}_3$  ( $20 \mu\text{M}/1$ ) durchgeführt.

Anhaltendes ruhiges und sonniges Wetter begünstigte die Arbeit auf der Dauerstation ebenso wie das Verständnis und die Hilfsbereitschaft von Kapitän Deitermann und seiner Besatzung, denen an dieser Stelle für die angenehme Zusammenarbeit herzlich gedankt sei.

Die Rückreise nach Kiel verlief ohne besondere Vorkommnisse. Am Sonntag, dem 28.8.1983, machte F.S. "Poseidon" wohlbehalten an der Institutspier fest.

#### Erst und vorläufige Ergebnisse

Als Konzentrationen gelöster, nicht-biogener Kohlenwasserstoffe wurden während der gesamten Dauer der Stationsarbeit  $0.88 \pm 0.7 \mu\text{g dm}^{-3}$  gemessen. Die Messungen vom 21. bis 25.8. ergaben  $0.62 \pm 0.3 \mu\text{g dm}^{-3}$ .

Die Sedimentationsraten des partikulären Materials während der Dauerstation waren für ein offenes Seegebiet außerordentlich hoch. Sie hingen sicher mit der Massenentwicklung von Blaualgen und Cladoceren an der Oberfläche zusammen. Die aufgefangenen Partikel bestanden zum großen Teil aus Blaualgenketten, Exuvien von Cladoceren und noch intakten Zooplanktern. Der hohe Verlust von Stickstoff und Phosphor aus dem Onerflächenwasser ist bei regelmäßigem Auftreten der beobachteten raschen Sedimentation sicher von Bedeutung für die Nährstoffbilanz des Seegebietes.

Obwohl das organische Material schnell sedimentierte, wurden bei ein- und dreitägiger Inkubation nur äußerst geringe Raten der Sulfatreduktion im Tiefenwasser und auch in unmittelbarer Bodennähe beobachtet.

Aus den Nährstoffdaten in unmittelbarer Bodennähe kann man bei erster Durchsicht ein merkliches Ansteigen der Nitrit-Konzentrationen im letzten halben Meter über dem Meeresboden ablesen. Diese Erscheinung zeigt sich sowohl bei geringen Sauerstoff-Konzentrationen als auch bei Anwesenheit von Schwefelwasserstoff. Die Konzentrationen von Ammoniak und Phosphat scheinen ebenfalls in unmittelbarer Nähe des Bodens anzusteigen, während aus den Nitrat-Konzentrationen bei erster Analyse kein konsistentes Muster zu erkennen ist.

Eine Schwierigkeit bei der Probennahme mit dem Bodenwasserschöpfer besteht in der Gasdurchlässigkeit der Polyäthylenbeutel, in die das Probenwasser hineingesaugt wird und welche an der Außenseite an Oberflächenwasser grenzen. Die gemessenen Konzentrationen von Sauerstoff und Schwefelwasserstoff sind daher mit Vorsicht zu interpretieren.