

ZUR KLIMASCHICHTUNG DER TIEFSEESSEDIMENTE IM ÄQUATORIALEN ATLANTISCHEN OZEAN

(Vorläufiger Bericht von den
wissenschaftlichen Ergebnissen der Schwedischen Tiefsee-Expedition
an Bord des M. S. „Albatroß“ 1947/48)

Von WOLFGANG SCHOTT, *Amt für Bodenforschung, Hannover*

Mit 3 Abbildungen

Zusammenfassung

Genaue Untersuchungen der Foraminiferenfauna in drei Sedimentkernen aus dem Tiefseeboden des äquatorialen Atlantischen Ozeans von der Schwedischen Tiefsee-Expedition an Bord des M. S. „Albatroß“ 1947/48 haben die Ergebnisse über die Schichtung der Tiefseeablagerungen an Hand des Materials von der Deutschen „Meteor“-Expedition 1925/27 nicht nur bestätigt, sondern in vielen Punkten stark erweitert.

Die allgemein übliche stratigraphische Gliederung des jüngeren Quartärs kann in den Tiefseesedimenten des äquatorialen Atlantischen Ozeans durch die Schwankungen der pelagischen Foraminiferenfauna einwandfrei nachgewiesen werden. In alluvialem Material ist das Klimaoptimum (s. Kern 227 auf Abb. 3) deutlich zu erkennen, in den Ablagerungen der letzten Eiszeit (Würm) die Untergliederung in die drei Stadien (WI, II, III) und die dazwischenliegenden Interstadiale möglich. Die Grenze Würmeiszeit/Letztes Interglazial kann klar festgelegt werden (s. Abb. 3), und der 9,09 m lange Kern 227 aus dem Gebiet der Kapverdischen Inseln reicht vielleicht bis in die Sedimente aus dem zweiten Interglazial. Durch die wechselnde Zusammensetzung der pelagischen Foraminiferenfauna sind somit innerhalb der Tiefseeabsätze deutlich die Klimaschwankungen der jüngsten Vergangenheit erkennbar; d. h. die Stratigraphie der jungquartären Tiefseesedimente ist im wesentlichen durch Klimaänderungen bedingt.

Exakte qualitative und quantitative Untersuchungen der gesamten Foraminiferenfauna in Grundproben der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff „Meteor“ 1925—1927 ermöglichten zum erstenmal eine durchgehende stratigraphische Gliederung der rezenten Tiefseesedimente im äquatorialen Atlantischen Ozean vom amerikanischen zum afrikanischen Festland (SCHOTT 1935). Man gewann dadurch einen Einblick in die Art und die Geschwindigkeit der Sedimentation rezenter Meeresablagerungen. Der Vergleich der Lebensgemeinschaft pelagischer Foraminiferen im Wasserraum des Ozeans mit ihrer Totengemeinschaft auf dem Meeresboden zeigte, daß die Verbreitung der einzelnen pelagischen Foraminiferenarten im Lebensraum und auf dem Meeresboden zu einem wesentlichen Teil von der Temperatur und damit von den Strömungsverhältnissen des Oberflächenwassers abhängig ist. Spätere Arbeiten anderer Autoren, vor allem die von STUBBINGS, haben durch Gewinnung recht ähnlicher Ergebnisse die im äquatorialen Atlantischen Ozean ge-

machten Beobachtungen über die Foraminiferenfauna und ihre stratigraphische Deutung bestätigt und ihre Anwendbarkeit auch auf andere Meeresräume, wie auf den äquatorialen Indischen Ozean, erbracht.

Aus diesem Grunde war es selbstverständlich bei einer stratigraphischen Auswertung der langen Kerne, die dank des neuen Apparates von KULLENBERG aus dem Tiefseeboden des äquatorialen Atlantischen Ozeans von der Schwedischen Tiefsee-Expedition an Bord des M. S. „Albatroß“ 1947/48 gewonnen werden konnten, die gleiche Untersuchungsmethode anzuwenden, wie seinerzeit an dem „Meteor“-Material. Es sind daher bei jeder Probe nicht nur sämtliche Arten der pelagischen und benthonischen Foraminiferen bestimmt worden, sondern auch der prozentuale Anteil der einzelnen Foraminiferenarten an der Gesamtfaua ist durch Auszählen von durchschnittlich 600 bis 800 ausgewachsenen Exemplaren festgestellt worden. Die Art dieser Untersuchungsmethode und ihr durchschnittlicher Fehler sind in den wissenschaftlichen Ergebnissen der „Meteor“-Expedition (SCHOTT 1935, S. 44—47) ausführlich beschrieben.

Die „Meteor“-Proben konnten nur einen Aufschluß über die allerobersten Schichten der Tiefseesedimente bringen, da nur bis zu 0,94 m lange Kerne zur Verfügung standen. Im allgemeinen ist in diesen Grundproben gerade die Grenze Alluvium/Diluvium erreicht worden. Die untersuchten „Albatroß“-Kerne haben eine Länge von 1,70 m, 2,08 m und 9,09 m. Somit ist ein weit größerer Einblick in die äquatorialen atlantischen Tiefseeablagerungen möglich. Da bereits die Bearbeitung dieser drei Kerne neben mehreren Proben von der heutigen Meeresbodenoberfläche recht markante Ergebnisse geliefert hat, sollen an dieser Stelle die wichtigsten Resultate kurz besprochen werden. Ein ausführlicher Bericht wird im Rahmen weiterer Untersuchungen in den wissenschaftlichen Ergebnissen der Schwedischen Tiefsee-Expedition an Bord des M. S. „Albatroß“ folgen.

Im bearbeiteten äquatorialen Atlantischen Ozean kann man zwei pelagische Foraminiferengruppen unterscheiden:

- eine Warmwasserfauna,
- eine Kühl- bis Kaltwasserfauna.

Die Warmwasserfauna besteht vor allem aus:

- Globigerinoides sacculifera* (H. B. BRADY)
- Globigerinoides rubra* (d'ORBIGNY)
- Globigerina dubia* EGGER
- Globigerinella aequilateralis* (H. B. BRADY)
- Orbulina universa* d'ORBIGNY
- Globorotalia menardii* (d'ORBIGNY)
- Globorotalia tumida* (H. B. BRADY)
- Globorotalia truncatulinoides* (d'ORBIGNY)

die Kühl- bis Kaltwasserfauna aus:

- Globigerina bulloides* d'ORBIGNY
- Globigerina inflata* d'ORBIGNY
- u. a.

Zur Kühl- bis Kaltwasserfauna sind die Arten zusammengefaßt, die für Kühl- bzw. Kaltwassergebiete innerhalb des äquatorialen Atlantischen Ozeans charakteristisch sind. Mit dieser Bezeichnung soll also nicht gesagt werden, daß es sich hier um Foraminiferen aus kühlen bzw. kalten subpolaren und polaren Wassergebieten handelt. Bei dieser Aufgliederung der äquatorialen atlantischen Foraminiferenfauna in Warmwasser- und Kühl- bis Kaltwasserarten ist im allgemeinen eine recht gute Übereinstimmung mit der Untersuchung von OVEY vorhanden (WISEMAN & OVEY). Durch die Grundproben der „Meteor“-Expedition und durch das bisher bearbeitete Material der „Albatroß“-Expedition ist jetzt die Verbreitung der einzelnen pelagischen Foraminiferenarten auf dem heutigen Meeresboden im äquatorialen Atlantischen Ozean zwischen 0—30° nördlicher Breite in den wesentlichsten Zügen gesichert. *Globigerinoides sacculifera* (H. B. BRADY) ist die verbreitetste und häufigste Warmwasserforaminifere im äquatorialen Atlantischen Ozean. Über 50% der Gesamtfauuna besteht auf dem Meeresboden des Mittelatlantischen Rückens und über 40% im Gebiet der Kapverdischen Inseln aus dieser Art (Abb. 1). Mit dem Absinken des Meeresbodens von dem Mittelatlantischen Rücken zu den Atlantischen Mulden (dem Kapverden-Becken im Osten, dem Ausläufer des Nordamerikanischen Beckens und dem Nordrand des Brasilianischen Beckens im Westen) nimmt der Prozentgehalt an *Globigerinoides sacculifera* (H. B. BRADY) ziemlich ab, da hier im Bereich des Roten Tiefseetons die Kalkschalen dieser Art durch das Tiefenwasser verhältnismäßig schnell aufgelöst werden¹⁾. Eine markante Abnahme der *Globigerinoides sacculifera* (H. B. BRADY) ist auch von dem Kapverdengebiet in Richtung auf das afrikanische Festland vorhanden. Dort geht ihr Anteil teilweise auf weniger als 10% zurück. Die Ursachen sind der Kanarenstrom und vor allem das aufquellende kalte Tiefenwasser längs der afrikanischen Küste von Tanger bis südlich Kap Blanco. Der Kanarenstrom bringt verhältnismäßig kühles Wasser aus nördlicheren Breiten, das für die Entwicklung der warmwasserliebenden Foraminifere *Globigerinoides sacculifera* (H. B. BRADY) ungünstig

¹⁾ Näheres über die Verbreitung des Roten Tiefseetons siehe W. SCHOTT 1942/44, S. 134.

Legenden zu nebenstehenden Abbildungen:

Abb. 1. Verbreitung der *Globigerinoides sacculifera* (H. B. BRADY) in Prozenten der Gesamt-Foraminiferenfauna auf dem heutigen Meeresboden des äquatorialen Atlantischen Ozeans.

22, 29, 227 = Geographische Lage der bearbeiteten „Albatroß“-Kerne. ↑ = Richtung des Kanarenstroms. + = Kaltes Auftriebwasser längs der afrikanischen Küste. • = Beobachtungspunkte.

Abb. 2. Verbreitung der *Globigerina bulloides* d'ORBIGNY in Prozenten der Gesamt-Foraminiferenfauna auf dem heutigen Meeresboden des äquatorialen Atlantischen Ozeans.

22, 29, 227 = Geographische Lage der bearbeiteten „Albatroß“-Kerne. ↑ = Richtung des Kanarenstroms. + = Kaltes Auftriebwasser längs der afrikanischen Küste. • = Beobachtungspunkte.

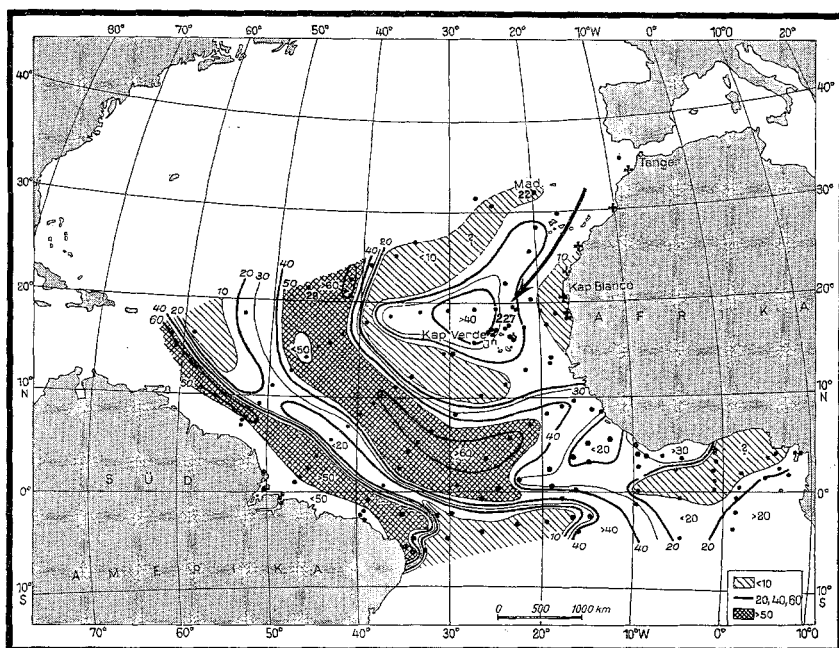


Abb. 1

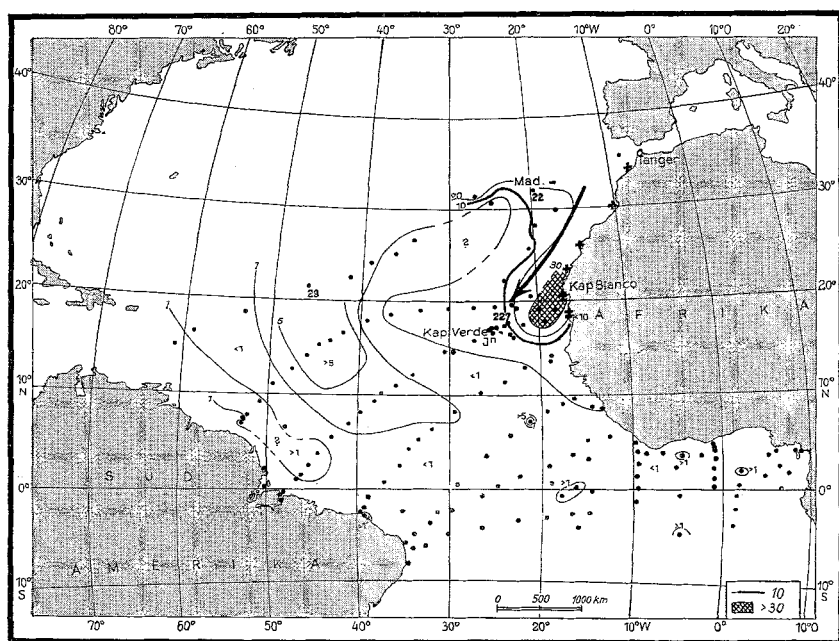


Abb. 2 (Legenden siehe nebenstehend)

ist, und das für diese Gegend kalte Auftriebwasser²⁾ verhindert eine starke Vermehrung dieser Warmwasserform.

Globigerina bulloides d'ORBIGNY ist für die äquatorialen atlantischen Breiten eine wichtige Kühl- bis Kaltwasserforaminifere. Im Gegensatz zur warmwasserliebenden *Globigerinoides sacculifera* (H. B. BRADY) findet sie sich daher vor allem in dem verhältnismäßig kühlen Wasser des Kanarenstroms und im kalten Auftriebwasser längs der afrikanischen Küste (Abb. 2). Dies kalte Tiefenwasser scheint für ihre Entwicklung besonders günstig zu sein. Hier besteht über 30 % der Gesamtfaua aus *Globigerina bulloides* d'ORBIGNY, während sonst ihr Anteil im äquatorialen Atlantischen Ozean meist unter 5 % ist. Die Verbreitung der abgestorbenen warmwasserliebenden *Globigerinoides sacculifera* (H. B. BRADY) und der toten kühl- bis kaltwasserliebenden *Globigerina bulloides* d'ORBIGNY zeigen somit auf dem Meeresboden markante Unterschiede. Durch diese Unterschiede können zusammen mit den übrigen Warm- und Kühl- bis Kaltwasserarten die Veränderungen in der Zusammensetzung der Foraminiferenfauna innerhalb der langen „Albatroß“-Kerne genau erfaßt und stratigraphisch auch gedeutet werden.

Der bearbeitete Kern 22 stammt von der „Albatroß“-Station 11 auf 32° 02' n. Br., 19° 30' w. Lg. aus 4010 m Meerestiefe südlich Madeira, der Kern 29 von der Station 22 auf 21° 24' n. Br., 46° 24' w. Lg. aus 3180 m Meerestiefe im Bereich des Mittelatlantischen Rückens und der Kern 227 von der Station 324 auf 16° 56' n. Br., 23° 56' w. Lg. bei 3450 m Meerestiefe aus dem Gebiet der Kapverdischen Inseln. Die Lage der Kerne ist aus den Abbildungen 1 und 2 ersichtlich.

Das Grundprobenmaterial der „Meteor“-Expedition hat für die Tiefseesedimente der dortigen Gegend im allgemeinen eine recht geringe Sedimentationsgeschwindigkeit ergeben (1—2 cm in 1000 Jahren). Es war daher erforderlich, innerhalb der langen Sedimentkerne mindestens alle 10 cm die prozentuale Zusammensetzung der Foraminiferenfauna festzustellen. Dabei sollte bei der langsamen Absatzgeschwindigkeit nach Möglichkeit die untersuchte Sedimentschicht nicht mächtiger als 0,5 bis 1 cm sein. Diese sehr langwierige Untersuchung an den ersten langen „Albatroß“-Kernen aus diesem Gebiet war erforderlich, um einen genauen Einblick in die Veränderung der Foraminiferenfauna in vertikaler Richtung der Sedimentkerne zu erhalten und für dieses Gebiet sozusagen stratigraphische Standardprofile aufzustellen, die bei der Auswertung späterer Sedimentkerne benutzt werden können.

In allen drei Kernen ist ein ständiger Wechsel in der prozentualen Zusammensetzung der pelagischen Fauna vorhanden. Nehmen die einzelnen Warmwasserarten prozentual zur Gesamtfaua ab, steigt dementsprechend der Anteil der Kühl- bis Kaltwasserfauna, nimmt die Warmwasserfauna prozentual zu, geht der Anteil an Kühl- bis Kaltwasserfauna zurück. Die Verbreitung sowie Zusammensetzung der Foraminiferenfauna auf dem

²⁾ Genaue Daten über die Wasserverhältnisse dieser Gegend finden sich in G. SCHOTT 1942/44, S. 267.

heutigen Meeresboden im Bereich der untersuchten Kerne ist bekannt und kann im wesentlichen gedeutet werden (siehe Seite 22 ff.). Deshalb ist es möglich, aus den Veränderungen in der prozentualen Zusammensetzung der Foraminiferenfauna festzustellen, ob es sich in den verschiedenen Sedimentschichten um eine warme, der heutigen Zusammensetzung sehr ähnliche, oder um eine für die dortige Gegend kühle bis kalte Fauna handelt. Der Lebensraum der pelagischen Foraminiferen ist überwiegend das Oberflächenwasser der Ozeane. Die wechselnde Zusammensetzung der pelagischen Foraminiferenfauna innerhalb der langen Sedimentkerne gibt somit gute Anhaltspunkte über die Temperaturschwankungen im Oberflächenwasser des äquatorialen Atlantischen Ozeans während der jüngsten geologischen Vergangenheit. Das Beobachtungsmaterial aus allen drei bearbeiteten Kernen ist in dieser Art ausgewertet worden und zu Kurven über die Temperaturschwankungen des Oberflächenwassers während der Ablagerung des Sedimentes in diesen Kernen zusammengestellt worden (Abb. 3).

Die Temperaturkurve des Kernes 22 zeigt in den Tiefen zwischen 0,22 m und 0,38 m, zwischen 0,58 m und 0,81 m sowie zwischen 1,06 m und 1,19 m für die Ablagerung dieser Sedimentschichten deutlich verhältnismäßig kaltes Oberflächenwasser an. Dabei ist der kalte Einfluß im Oberflächenwasser der beiden oberen Schichten merklich stärker als in der Schicht von 1,06 m bis 1,19 m. Die Zonen mit „kaltem“ Oberflächenwasser werden durch Horizonte mit „warmem“ Oberflächenwasser voneinander getrennt. Direkt unterhalb der tiefsten Schicht mit „kaltem“ Oberflächenwasser muß das Wasser ziemlich warm gewesen sein. Nach den Beobachtungen scheint bei einer Tiefe von 1,21 m die Zone mit wärmstem Oberflächenwasser innerhalb des gesamten Kernes zu liegen.

Von 0,0 m bis 0,22 m ist keine klare Gliederung der Temperaturkurve möglich. Aus diesen Tiefen stand nur eine Probe zur Verfügung, die aus einer Mischung einer größeren Sedimentstrecke bestand. Sie zeigt aber trotzdem, daß während der Sedimentation dieser oberen 0,22 m warmes Oberflächenwasser vorhanden gewesen sein muß.

Vergleicht man die Temperaturkurve des Kernes 22 mit der des Kernes 29, so sind recht gute Übereinstimmungen zu beobachten. Auch hier sind deutlich drei Schichten mit verhältnismäßig „kaltem“ Oberflächenwasser von 0,08 m bis 0,35 m³⁾, von 0,75 m bis 1,15 m und von 1,47 m bis 1,65 m vorhanden, wobei die tiefste „kalte“ Zone wieder am schwächsten ist. Horizonte mit „warmem“ Oberflächenwasser trennen diese „kalten“ Zonen voneinander und unterhalb der tiefsten „kalten“ Schicht liegt wieder ein Sediment, das das beobachtete „wärmste“ Oberflächenwasser während seiner Entstehung gehabt haben muß. Bemerkenswert ist, daß sämtliche ausgegliederten Horizonte im Kern 29 mächtiger sind als im Kern 22. Die oberste Schicht des Kernes 29 mit 0,08 m darf hierbei nicht betrachtet werden; denn bei der Gewinnung dieses Kernes sind mindestens 0,10 m von

³⁾ Die Zahlenwerte rechnen von der Oberkante des gewonnenen Kernes (siehe letzten Satz dieses Absatzes und Abb. 3).

Klimazeugen

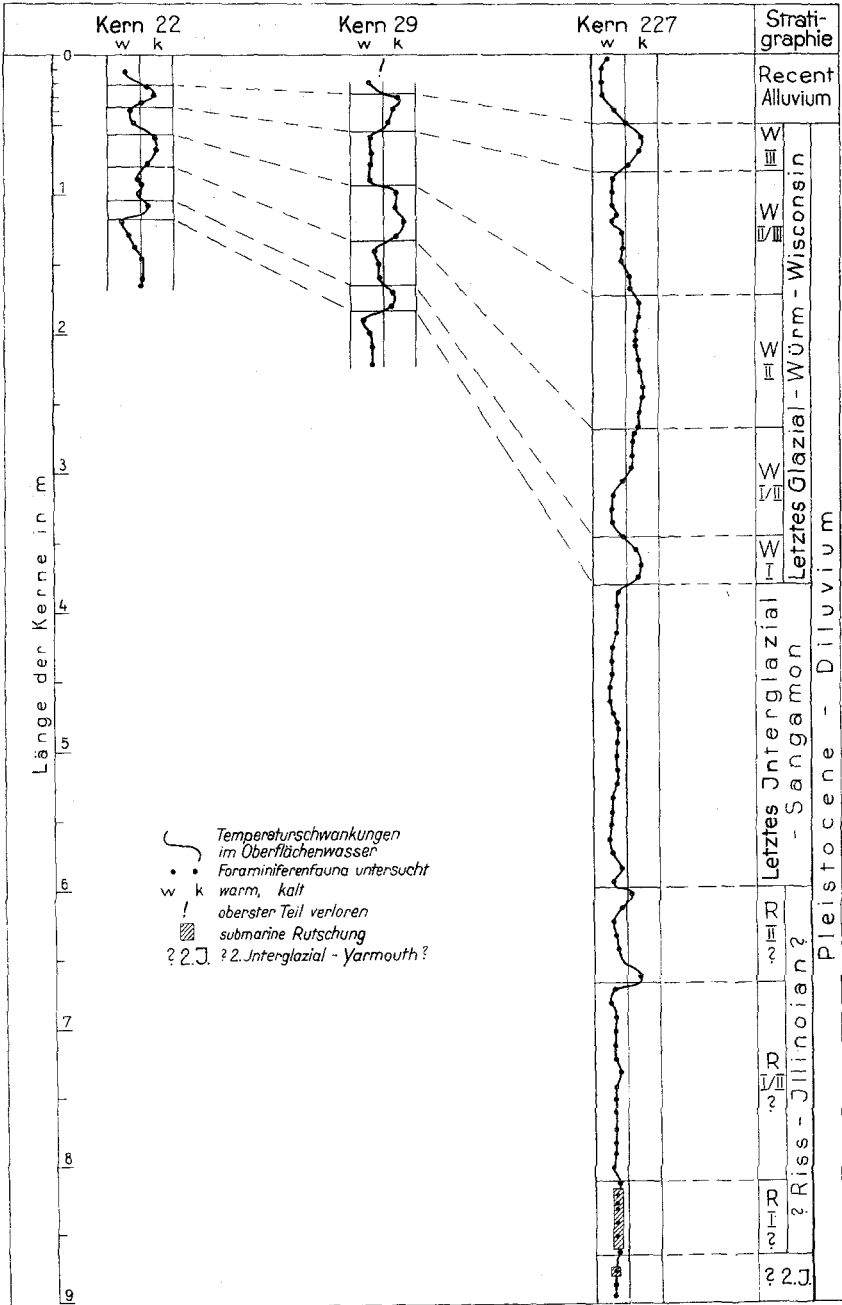


Abb. 3. Stratigraphische Gliederung der bearbeiteten „Albatros“-Kerne 22, 29 und 227.

der allerobersten Sedimentdecke, wahrscheinlich aber noch mehr, verlorengegangen.

Der lange Sedimentkern 227 enthält bis zur Tiefe von 3,85 m drei Horizonte mit „kaltem“ Oberflächenwasser, und zwar von 0,50 bis 0,85 m, von 1,75 bis 2,72 m und von 3,50 bis 3,85 m. Die Aufgliederung dieses Kernteiles stimmt recht gut mit den beiden anderen Kernen überein, nur sind durchgehend die einzelnen ausgeschiedenen Schichten noch mächtiger als bei Kern 29. Innerhalb dieser Kernstrecke liegt die Zone mit „wärmstem“ Oberflächenwasser nicht unterhalb der tiefsten „kalten“ Schicht, wie bei den anderen Kernen, sondern oberhalb der ersten „kalten“ Schicht 0,10 bis 0,30 m unterhalb der heutigen Meeresbodenoberfläche. Während der Ablagerung der Sedimente der unteren größeren Kernstrecke (von 3,85 bis 9,09 m) ist das Oberflächenwasser meist warm gewesen, nur zwischen 6,05 bis 6,75 m machen sich kältere Einflüsse bemerkbar. Vielleicht ist auch während der Sedimentation des Materials von 8,20 bis 8,75 m das Oberflächenwasser verhältnismäßig kühl gewesen. Genau kann dies nicht entschieden werden; denn von 8,25 bis 8,70 m und von 8,83 bis 8,90 m liegt ziemlich grober biogener Sand vor, der einwandfrei von einer subaquatischen Rutschung in der weiteren Nachbarschaft des Kernes 227 stammt. Bei den Foraminiferen dieses biogenen Sandes handelt es sich um eine Mischfauna, die meist ortsfremd ist. Eine sichere stratigraphische Deutung ist deshalb nicht möglich.

Nach dem vorgenommenen Vergleich stimmen die Temperaturkurven des Oberflächenwassers der Kerne 22 und 29 genau überein und lassen sich gut mit der Kurve des Kernes 227 für die Sedimente von 0 m bis $\sim 4,50$ m parallelisieren, obgleich die Stationen dieser Kerne im äquatorialen Atlantischen Ozean weit voneinander entfernt sind. Nach dem Grundprobenmaterial der „Meteor“-Expedition sind am Ausgang des Diluviums die Strömungsverhältnisse des Oberflächenwassers in diesem Teil des Atlantischen Ozeans dieselben gewesen wie heute (SCHOTT 1935, S. 124). Auf Grund dieser beiden Beobachtungen können die rhythmischen Temperaturschwankungen des Oberflächenwassers, die während der Ablagerung des Sedimentes dieser drei Kerne festgestellt worden sind, nicht auf lokale Störungen im Oberflächenwasser zurückgeführt werden. Sie müssen vielmehr letzten Endes ihre Ursache in größeren klimatischen Veränderungen innerhalb der gesamten Atmosphäre auf der Erde haben; d. h. die beobachteten Temperaturschwankungen des Oberflächenwassers während der Sedimentation des gewonnenen Kernmaterials geben die Klimaänderungen im Alluvium und Diluvium, also in der jüngsten geologischen Vergangenheit, wieder. Auf diese Weise kann die hier durchgeführte biostratigraphische Aufteilung der Sedimentkerne aus dem Tiefseeboden mit der allgemein üblichen stratigraphischen Gliederung des Quartärs recht gut parallelisiert und somit gedeutet werden (siehe Abb. 3).

Bei 0,22 m, 0,08 m und 0,50 m liegt in den Kernen 22, 29 und 227 die Grenze zwischen Alluvium und Diluvium. Die Grenze macht sich allgemein durch einen scharfen Schnitt innerhalb der Foraminiferenfauna bemerkbar,

der durch die starke Erwärmung des Oberflächenwassers zu Beginn des Alluviums bedingt ist. In der Schicht von 0,10 m bis 0,30 m unterhalb der heutigen Meeresbodenoberfläche ist beim Kern 227 das Klimaoptimum der Postglazialzeit einwandfrei erkennbar. Eine Aufgliederung des Postglazials in den Kernen 22 und 29 war nicht möglich, da für eine solche Feingliederung das Material nicht genügte (siehe Seite 25). Die drei Horizonte mit „kaltem“ Oberflächenwasser in den Kernen 22 und 29 sowie die „kalten“ Schichten des Kernes 227 zwischen 0 m und 3,85 m entsprechen den drei Stadien der letzten Eiszeit (Würm bzw. Wisconsin) = W I, II, III in Abb. 3. Die dazwischen liegenden Sedimente mit „warmem“ Oberflächenwasser sind in den zwei Interstadialzeiten der Würmeiszeit = W I/II, II/III in Abb. 3 abgelagert worden. Unterhalb 1,19 m in dem Kern 22, 1,65 m im Kern 29 und 3,85 m im Kern 227 beginnt das letzte Interglazial (Sangamon), dessen liegende Schichten im Kern 22 und 29 nicht erreicht worden sind.

Der kältere Einfluß in der Temperaturkurve des Oberflächenwassers vom Kern 227 innerhalb der Sedimentschicht von 6,05 m bis 6,75 m mag vielleicht auf das zweite Stadium der Rißeiszeit (Illinoian) = R II in Abb. 3 zurückzuführen sein. Das letzte Interglazial (Sangamon) würde daher in diesem Kern von 3,85 m bis etwa 6,05 m reichen. Ob tatsächlich von 8,20 m bis 8,75 m das erste Stadium der Rißeiszeit = R I in Abb. 3 vorliegt, ist durch die Einschaltung des Materials von einer subaquatischen Rutschung äußerst ungewiß. Ist dies der Fall, dann wären zwischen 8,75 m und 9,09 m die jüngsten Sedimente des zweiten Interglazials (Yarmouth) vorhanden. So sicher die stratigraphische Zuordnung der Kerne 22 und 29 sowie der oberen 3,85 m des Kernes 227 ist, so darf die gegebene Aufteilung der Schichten von 3,85 m bis 9,09 m des Kernes 227 nur als eine vorläufige Lösung angesehen werden, die unter Umständen nach Untersuchung weiterer Kerne später etwas geändert werden muß.

Wie stark die Zusammensetzung der Foraminiferenfauna innerhalb der Sedimente des Alluviums und des jüngeren Diluviums durch den häufigen Klimawechsel schwankt, zeigt z. B. die folgende Zusammenstellung aus den verschiedenen geologischen Zeiten von Kern 29:

Foraminiferen- Anzahl in einem Gramm-Sediment schwankt zwischen	Anteile der Gesamt-Foraminiferenfauna (in ‰)		Schichtenfolge	
	an: <i>Globigerinoides sacculifera</i> (H.B. BRADY)	an: Kühl- bis Kaltwasserfauna		
	schwanken zwischen			
(ca. 3000)	(ca. 42,4)	(1,8)	Postglazial	
947—1830	42,4—48,2	3,8—10,0	III. Stadium = WIII	Würm- Wisc.
2100—2545	50,8—67,2	2,7— 4,2	Interstadial = WII/III	
653—2395	50,7—57,9	9,1—17,2	II. Stadium = WII	
1672—1915	55,4—67,2	5,5— 8,6	Interstadial = WI/II	
1145—3610	60,3—66,4	8,6— 9,2	I. Stadium = WI	
1178—16084	51,7—64,5	2,9— 5,2	Letztes Interglazial- Sangamon	

Globigerinoides sacculifera (H. B. BRADY) scheint im allgemeinen seit dem letzten Interglazial an Häufigkeit hier etwas abzunehmen. Der Anteil dieser warmwasserliebenden Foraminifere an der Gesamtfauuna ist während der drei Stadien der letzten Eiszeit im Durchschnitt aber doch deutlich geringer als in den beiden dazwischenliegenden Interstadialzeiten. Die Kühl- bis Kaltwasserfauna nimmt im Gegensatz dazu in den drei Stadien der Würmeiszeit zu. Im einzelnen überschneiden sich zum Teil die Werte, aber der rhythmische Wechsel infolge der Klimaschwankungen ist doch klar erkennbar. Es sei ausdrücklich vermerkt, daß bei der Ausgliederung dieser quartären Schichtenfolge in den Tiefseesedimenten nicht nur die Kühl- bis Kaltwasserfauna und die warmwasserliebende *Globigerinoides sacculifera* (H. B. BRADY) benutzt worden ist, sondern auch der wechselnde Gehalt der übrigen Foraminiferen ist berücksichtigt worden.

Da durch seine geographische Lage auf dem Mittelatlantischen Rücken fernab von dem Kanarenstrom und dem kalten Auftriebwasser an der afrikanischen Küste der Kern 29 mitten im äquatorialen Atlantischen Ozean liegt, bleibt der Gehalt der Warmwasserfauna auch zu den einzelnen Eiszeitstadien verhältnismäßig hoch. Die Anzahl der Foraminiferen in einem Gramm Sediment (Art der Bestimmung siehe SCHOTT 1935, S. 112) beruht daher vorwiegend auf der Entwicklungsmöglichkeit dieser Warmwasserfauna zu den verschiedenen geologischen Zeitabschnitten. Deshalb ist bei guten Lebensbedingungen im warmen Oberflächenwasser am Ausgang des Interglazials die Individuenzahl bis auf 16084 in einem Gramm Sediment gestiegen, bei kaltem Oberflächenwasser ist sie dagegen gefallen. In dem wechselnden Gehalt an Foraminiferen in einem Gramm Sediment kann man somit in gewissem Rahmen auch die stratigraphische Gliederung dieses Kernes erkennen. — Bei diesen Betrachtungen müssen die Werte aus der Postglazialzeit außer acht gelassen werden, da hiervon wegen Fehlens der allerersten Schichten unterhalb des heutigen Meeresbodens nur eine Probe untersucht werden konnte.

Sobald noch weiteres Untersuchungsmaterial vorliegt, wird es evtl. möglich sein, die wirkliche Größe der Temperaturschwankungen des Oberflächenwassers vom äquatorialen Atlantischen Ozean in der jüngsten geologischen Vergangenheit ungefähr anzugeben.

Entsprechend der geographischen Lage der drei Kerne ist die Sedimentationsgeschwindigkeit recht verschieden⁴⁾. Im Kern 22 südlich Madeira beträgt sie im Durchschnitt 1 cm pro 1000 Jahre. Dieser Kern besteht aus einem stark tonigen Globigerinenschlamm. Er enthält verhältnismäßig wenig Foraminiferen und hat daher eine geringe Absatzgeschwindigkeit. Der meist tonige Globigerinenschlamm des Kernes 29 vom Mittelatlantischen Rücken hat eine Sedimentationsgeschwindigkeit von durchschnittlich 1,6 cm pro 1000 Jahre, da die dort zahlreicheren Foraminiferen durch ihre Größe die Sedimentmächtigkeit verstärken. Im Kern 227 ist die Absatzgeschwindigkeit viel größer (etwa 3,2 cm pro 1000 Jahre). Hier hat im

⁴⁾ Näheres über die Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit siehe SCHOTT 1935, S. 128.

Bereich der Kapverdischen Inseln besonders durch starke Beimengungen von größerem biogenen Material, wie Pteropoden/Heteropoden, Echinodermenresten u. a., von vulkanischen Produkten, vor allem Bimsstein, die Sedimentmächtigkeit zu den einzelnen geologischen Zeiten sehr zugenommen. Im ganzen stimmen diese neueren Daten über die Sedimentationsgeschwindigkeit aus den „Albatroß“-Kernen recht gut überein mit den früheren Ergebnissen der „Meteor“-Expedition.

Nach der bisherigen Auswertung läßt die benthonische Foraminiferenfauna der drei Kerne die hier durchgeführte stratigraphische Gliederung des Alluviums und jüngeren Diluviums nicht erkennen. Sie ist auch nicht zu erwarten. Die drei Kerne stammen nämlich vom Tiefseeboden des äquatorialen Atlantischen Ozeans, dessen Bodenwasser keine wesentlich andere Temperatur in der Eiszeit gehabt haben wird als heute. Bei solchen biostratigraphischen Arbeiten müssen aber stets auch die benthonischen Foraminiferen untersucht werden. Es ist nämlich im äquatorialen ostpazifischen Ozean von BROTZEN unter einem 3,80 m mächtigen Roten Tiefseeton eine benthonische Foraminiferenfauna von sehr wahrscheinlich tertiärem Alter festgestellt worden (Näheres siehe ARRHENIUS).

Die erste stratigraphische Auswertung einiger langer Kerne von der Schwedischen Tiefsee-Expedition an Bord des M. S. „Albatroß“, zu der auch die Untersuchung von PHLEGER gehört, hat somit eine wesentliche Bereicherung unserer geologischen Erkenntnisse über die Bildung der rezenten Tiefseesedimente erbracht.

Durch eine zweimalige Einladung des Svenska Institutet för Kulturellt Utbyte med Utlandet, Stockholm, des Oceanografiska Institutet und des Sjöfartsmuseet in Göteborg nach Schweden während der Winter 1947/48 und 1948/49 an das Oceanografiska Institutet in Göteborg sind diese ersten Untersuchungen ermöglicht worden. Allen, besonders Herrn Professor Dr. H. PETTERSSON, Göteborg, sei auch an dieser Stelle hierfür aufrichtig gedankt.

Schriften

- ARRHENIUS, G.: Late Cenozoic Climatic Changes as Recorded by the Equatorial Current System. *Tellus* **2**, No. 2, p. 83—88, 1950. — KULLENBERG, B.: The piston core sampler. *Svenska Hydr.-Biol. Komm. Skr.* 3, Ser. Hydr. 1, H. 2, p. 1—46, Göteborg 1947. — PHLEGER, F. B.: Foraminifera of a submarine Core from the Caribbean Sea. *Medd. från Oceanografiska Institutet i Göteborg* **16**, p. 1—9, Göteborg 1948. (*Göteborgs Kungl. Vetenskaps- och Vitterhets-Samhälles. Handlingar Sjätte Följden. Ser. B*, **5**, No. 14.) — SCHOTT, G.: *Geographie des Atlantischen Ozeans*. 3. u. 4. Aufl., Verlag C. Boysen, Hamburg 1942/44. — SCHOTT, W.: Die Foraminiferen in dem äquatorialen Teil des Atlantischen Ozeans. *Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff „Meteor“ 1925—27*, Bd. III, 3. Teil, 1. Lieferung, B, Berlin-Leipzig 1935. — Die Bodenbedeckung des Atlantischen Ozeans. In: G. SCHOTT, *Geographie des Atlantischen Ozeans*, 3. u. 4. Aufl., Verlag C. Boysen, Hamburg 1942/44. — STUBBINGS, H. G.: Stratification of Biological Remains in Marine Deposits. *The John Murray Expedition 1933/34, Scientific Reports*, vol. III, No. 3, London 1939. — WISEMAN, J. D. H., & OVEX, C. D.: Recent Investigations on the Deep-Sea Floor. *Proceedings of the Geologists' Association*. **61**, part. I, p. 28—84, London 1950.

Dieser vorläufige Bericht von den wissenschaftlichen Ergebnissen der Schwedischen Tiefsee-Expedition an Bord des M. S. „Albatross“ 1947/48 wird in englischer Sprache veröffentlicht unter:

On the Sequence of Deposits in the Equatorial Atlantic Ocean. — Medd. från Oceanografiska Institutet i Göteborg, No. 18 (Göteborgs Kungl. Vetenskaps- och Vitterhetssamhälle. VI. följden, Ser. B, 6, No. 2) 1952).

ON THE VALIDITY AND USE OF PLANKTONIC FORAMINIFERA IN THE INTERPRETATION OF PAST CLIMATIC CHANGES FROM A STUDY OF DEEP-SEA CORES

By C. D. OVEY, B. SC., F. G. S., F. R. MET. S.

Abstract

A recent test has shown that planktonic foraminifera, living for at least part of their life in the surface waters of the oceans, are limited to certain temperature zones. Since their evolution has been relatively slow, their calcareous remains, which accumulate on the deep-sea floor, can be analysed in samples taken from cores and temperature oscillations can be traced into the past by the percentage of warm, temperate and cold forms. It has been demonstrated that a count of a thousand specimens in each sample is all that is necessary to obtain these results.

The invention of the piston core sampler (KULLENBERG, 1947), gave new impetus to problems concerning the geology of the deep-sea floor. This apparatus is capable of obtaining samples of ooze of 20 m length from great depths (see WISEMAN and OVEY, 1950, pp. 49—54) and was first used extensively by the Swedish Deep-sea Expedition, 1947—48, under the leadership of Professor HANS PETTERSSON (1948).

Prior to the use of the piston core sampler only short cores had been obtained by other means, but it was as early as 1910 that it was first realized that past climatic conditions could be interpreted by studying mineralogically and biologically the microscopic contents of core samples, (PHILLIPS, 1910, p. 568).

The present writer is concerned with the biological interpretation of climatic change from cores and is in the course of making a study of one obtained by the Swedish Deep-sea Expedition from mid-equatorial Atlantic at 01° 10' N. 19° 50' W. below 4350 metres of water, (Station 343, core 241) in collaboration with his colleague Dr. J. D. H. WISEMAN. The first results of this were recently described at the Centenary Celebrations of the Royal Meteorological Society (OVEY, 1950). This work was based on a primary study of some of the planktonic species of foraminifera which are presumed to have lived for at least part of their existence in the surface layers of the open ocean. It was reasonable, therefore, to assume that their