Beih. Ber. Naturh. Ges.	5	Keller-Festschrift	Hannover 1968

Ökoanalyse der Mikrofauna des Aptium von Sarstedt bei Hannover

Von GERHARD F. LUTZE, Kiel*)

Zusammenfassung

In der Ziegeleigrube der Firma Otto Gott bei Sarstedt ist Ober-Aptium in reduzierter Mächtigkeit (etwa 3,50 m) aufgeschlossen. Aus dieser Abfolge sowie aus dem Hangenden und Liegenden wurden 48 Feinproben entnommen und deren Foraminiferen- und Ostracoden-Fauna statistisch ausgewertet. Dadurch konnte eine der für das Ober-Aptium des norddeutschen Beckens typischen „Globigerinen-Lagen" näher charakterisiert und als Effekt warmer Meeresströmungen gedeutet werden. — Außerdem werden aus dem Grenzbereich Ober-Aptium/Unter-Albium zwei Montmorillonit-Horizonte beschrieben.

Summary

An Upper-Albian section of 3.50 m thickness is exposed in the clay pit of the Otto Gott Brickworks in Sarstedt near Hannover, Northern Germany. The Foraminifera and Ostracode populations of 48 closely spaced samples were statistically evaluated. Through this analysis a „*Globigerina*-layer" typical for this area and age could be more closely defined and interpreted as an effect of warm water surface-currents. In addition, two montmorillonite horizons from the uppermost Aptian were described.

Inhalt

1. Einleitung
2. Lage, Profil, Petrographie
3. Paläogeographische Situation
4. Alter der Schichtfolge
4.1. nach Cephalopoden
4.2. nach Foraminiferen und Ostracoden
5. Planktische Foraminiferen
6. Benthische Foraminiferen und Ostracoden
7. Zusammenfassende Deutung
8. Literatur

[1]) Dr. GERHARD F. LUTZE, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität, 23 Kiel, Olshausenstraße 40—60.

1. Einleitung

Foraminiferen und Ostracoden aus fossilen Sedimenten werden in Deutschland noch heute vorwiegend zur Datierung von Schichtfolgen verwendet. Zur Interpretierung der Ablagerungsbedingungen besonders prätertiärer Sedimente konnten sie erst wenig herangezogen werden, weil sich ökologische Befunde an rezenten Arten nur selten auf verwandte mesozoische Arten übertragen lassen.

Die ökologische Bedeutung von Faunen-Schwankungen muß daher in den fossilen Schichtfolgen selbst erkannt werden. Zu diesem Zwecke wurden Feinproben-Serien aus solchen Schichtbereichen des norddeutschen Doggers und der Unterkreide aufgesammelt, die mit faziellen Besonderheiten jeweils eine bestimmte Deutung nahelegen (z. B. Aufarbeitungs-Horizonte, Gesteinswechsel, erhaltene Feinstschichtung).

Es zeigte sich, daß die erhoffte „Eichung" der Mikrofauna erst nach Beschaffung eines umfangreichen Datenmaterials möglich sein wird. Die bisher erarbeiteten Serien sollen daher einzeln veröffentlicht und erst später in einer zusammenfassenden Darstellung interpretiert werden. Bisher wurde ein Barremium-Profil (in LUTZE 1965, S. 136) und ein Dogger-Profil (LUTZE 1967) veröffentlicht; die vorliegende Arbeit setzt diese Reihe fort.

Aus den bisherigen Kenntnissen über die Aptium-Mikrofauna (vgl. BARTENSTEIN & BETTENSTAEDT 1962) ergab sich folgende Fragestellung:

1. Sind die aus der Literatur bekannten „Globigerinen-Lagen" mit gleichlaufenden Änderungen der benthischen Foraminiferen-Fauna verbunden?

2. Setzen die „Globigerinen"-Schüttungen abrupt ein oder steigern sie sich langsam bis zu einem Maximum?

3. Macht sich das extreme Milieu der reinen Montmorillonit-Lagen in der Mikrofauna bemerkbar?

4. Wie erfolgt das Einsetzen der bekannten Unter-Albium Sandschaler-Fauna?

Von sämtlichen Proben wurden Röntgen-Diffraktometer-Aufnahmen durch H. KRUMM, Frankfurt, angefertigt, deren Ergebnisse in vereinfachter Form auf Abb. 3 dargestellt sind. Bei der Zusammenstellung der Daten und beim Zeichnen half Herr N. MÜHLHAN; Prof. Dr. F. BETTENSTAEDT, Hannover, Frau Dr. B. LUTZE-GRABERT und Frau Dr. I. SEIBOLD, Kiel, gaben wertvolle Anregungen. Für diese Hilfe danke ich verbindlichst und ebenso der Deutschen Forschungsgemeinschaft für finanzielle Unterstützung der Arbeiten.

2. Lage, Profil, Petrographie

Der Aufschluß liegt etwa 1 km östlich der Bundesstraße 6 am Südhang des Moorberges, einer Bodenerhebung (111,3 m) nordöstlich der Ortschaft Sarstedt. Er ist über einen befahrbaren Feldweg zugänglich, der bei der Wirtschaft „Kipphut"

von der Bundesstraße abzweigt. RW 35 60 340, HW 57 90 725; Meßtischblatt Sarstedt.

Das hier behandelte Profil stellt nur einen Ausschnitt der in der Ziegeleigrube zur Zeit aufgeschlossenen Schichtenfolge dar, die insgesamt vom Mittel-Barremium bis in das Unter-Albium reicht. Es ist in Abb. 3 und 4 dargestellt. Im nachfolgenden Text wird vielfach auf eine Meßskala Bezug genommen, die sich seinerzeit aus den örtlichen Verhältnissen am Untersuchungspunkt ergab. Ihr Nullpunkt war die damalige Grubensohle; ist jedoch leicht aufzufinden, weil er genau 0,42 m unter der Unterkante der Mergeltonstein-Folge liegt.

Das Profil lautet von oben nach unten:

18. 0,28 m dunkelgrauer Tonstein, Obergrenze willkürlich.

17. 0,12 m Konkretionslage F, Toneisenstein-Konkretionen.

16. 1,43 m dunkelgrauer Tonstein.

15. 0,04 m Konkretionslage E, kleine Toneisenstein-Konkretionen.

14. 0,30 m mittelgrauer Tonstein, mergelig. „Schlieriger" Übergang in das Liegende (z. T. Wohnbauten u. a. Wühlgefüge).

13. 0,24 m rötlichbrauner Tonstein, mergelig. Nach oben zunehmend olivgrüner Farbton.

12. 0,09 m Montmorillonit-Horizont D. Unten über deutlicher Schichtfläche 3 cm seifengrüner Montm., darüber 6 cm bleigraues Montm.-Gemisch (ca. 70% Montm., Rest Kaolinit und Glimmer-Minerale).

11. 0,20 m mittelgrauer Tonstein, mergelig. Nach unten „schlieriger" Übergang in Schicht 10 (Bodenwühler?).

10. 0,35 m hellbrauner Tonstein, mergelig. Viel dunkle Wühlgänge, bei Profilmeter 3,90 grüne Schlieren, bei Profilmeter 3,80 *Terebratula* sp. (3 Stück).

9. 0,35 m mittelgraubrauner Tonstein, mergelig. Viel dunkle Wühlgänge und Schlieren; nach unten ohne scharfe Grenze in Schicht 8 übergehend.

8. 0,30 m braungrauer Mergeltonstein. Weniger Schlieren als Schicht 9.

7. 0,04 m Montmorillonit-Horizont C. Unten über leicht welliger Schichtfläche 2 cm seifengrüner Ton (40% Montm.), darüber 2 cm bleigrauer Ton.

6. 0,25 m mittelgrauer Tonstein, mergelig. Dicht unter Oberkante kleine hellbraunrote Knollen. Nach unten ohne Grenze in Schicht 5 übergehend.

5. 1,70 m mittel- bis hellgrauer Mergeltonstein bis Mergelstein. Von Profilmeter 2,50—2,80 noch viel dunkle Wühlgänge und Schlieren. Bei Profilmeter 1,20—1,30 Karbonat-Maximum, Farbe dort hellgrau, Gestein durch feine Wurmgänge gesprenkelt. Die Basis der Schicht (Profilmeter 1,10) wird durch eine Schalen-Anreicherung markiert, die 7 Ammoniten lieferte (s. Kapitel 4!). Wie auch z. T. bei den hangenden Schichten ist das Material der Schicht 5 durch Bodenbewohner in die obersten 15 cm der liegenden Schicht 4 eingearbeitet worden, wodurch ein schlieriger Übergang entstand.

4. 0,30 m hellrotbrauner Tonstein, mergelig. In den oberen 15 cm dunkle Schlieren und Wühlgänge. Bei Profilmeter 0,90 dunkle 8-mm-Lage mit „Rutschlamellen". Nach unten ohne scharfe Grenze.

3. 0,22 m hellrote Mergeltonstein-Lage A. Sideritgehalt bis 20%. An der Basis Gerölle aus Brauneisenstein-Konglomerat.

2. 0,16 m olivgrüner Tonstein. An der Basis dunkle Schlieren. Über erkennbarer Schichtfläche auf Schicht 1 auflagernd.

1. 0,42 m dunkelgrauer Tonstein. Untergrenze willkürlich (derzeitige Grubensohle).

Der Gesamt-Karbonatgehalt wurde volumetrisch nach SCHEIBLER ermittelt und in verschiedenen Proben durch Wägung des Salzsäure-Rückstandes überprüft. Die übrigen mineralogischen Daten gehen auf eine quantitative Auswertung der Röntgen-Diffraktometer-Aufnahmen durch H. KRUMM zurück; die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden nur in stark vereinfachter Form wiedergegeben (s. Abb. 3).

Der lithofazielle Gesamteindruck wird durch den wesentlich höheren Karbonatgehalt des Ober-Aptium bestimmt, der es deutlich von den über- und unterlagernden dunklen Tonsteinen abhebt. Das bunte Erscheinungsbild, das schon früheren Beobachtern auffiel, wird durch unterschiedliche Führung feinverteilter Eisenoxide hervorgerufen. Der Calcit-Gehalt der fast braunroten Schichten Nr. 3, 4, 10 und 13 liegt nur um 10%; die durch ein helleres Rot herausfallende Schicht 3 enthält darüber hinaus bis zu 20% Siderit. Ausgesprochene Karbonat-Maxima mit Werten bis zu 62% treten in der 1,70 m mächtigen hellgrauen Schicht Nr. 5 auf.

Zum ersten Male wurden in Unterkreide-Sedimenten Einschaltungen von fast reinem Montmorillonit aufgefunden. Es handelt sich um Lagen von wenigen cm Mächtigkeit (Schicht Nr. 7 und 12), die sehr deutlich die leicht welligen Schichtflächen des jeweils Liegenden markieren. In ihnen konnte H. KRUMM unverwitterte Feldspäte und Biotite nachweisen. Es liegt daher nahe, diese Lagen als Umwandlungsprodukte von Tuffitlagen zu deuten und als Hinweise auf subkretazischen Vulkanismus zu werten. Ähnliche Montmorillonit-Lagen wurden bekanntlich vor einigen Jahren aus der norddeutschen Oberkreide bekannt (DORN & BRÄUTIGAM 1959, VALETON 1959). H. KRUMM wird die hier aufgefundenen Montmorillonit-Horizonte und ihre Deutung in einer mineralogischen Arbeit näher behandeln.

Es wurde versucht, die Montmorillonit-Horizonte auch in der 14 km entfernten Ziegeleigrube Bekum wiederzufinden, da sie bei Richtigkeit der Tuffit-Deutung einen ökologischen Vergleich wirklich zeitgleicher Sedimente ermöglichen würden. Sie konnten jedoch bisher nicht gefunden werden. Der in Frage kommende Teil der Grube Bekum ist leider relativ stark verwittert. Im Sommer 1968 soll ein erneuter Versuch unternommen werden.

3. Paläogeographische Situation

Bereits STOLLEY (1906, S. 40) weist darauf hin, daß im Raum von Hannover Mächtigkeiten und fazielle Ausbildung der höheren Unterkreide auf engstem Raum schnell wechseln. BETTENSTAEDT & DIETZ (1957) konnten zeigen, daß mit zunehmender Annäherung an den Salzstock von Sarstedt-Sehnde die mesozoische Schichtenfolge lückenhafter und geringmächtiger wird. In den Querprofilen des Westflügels konnten sie 7 Schichtlücken mit Transgressions-Signatur kennzeichnen (S. 491). Diese Befunde werden verständlich, wenn man die Position

des Ablagerungsortes innerhalb des Meeres der Aptium-Zeit rekonstruiert. Sie liegt nicht nur im Bereich der unregelmäßig aufsteigenden Salzstock-Schwelle, sondern auch generell am südlichen Rand des niedersächsischen Beckens, der im Raum des heutigen Hannover weit nach Norden zur „Hildesheimer Halbinsel" vorgewölbt war. Die aus über 10 000 Erdölbohrungen entstandenen paläogeographischen Karten der Arbeitsgruppe W. SCHOTT zeigen eindeutig, daß das niedersächsische Becken Teil eines langgestreckten Nebenmeeres war (SCHOTT & MITARBEITER 1967). Schon aus der paläogeographischen Übersichtskarte bei GRABERT (1959) kann entnommen werden, daß dieses Nebenmeer wahrscheinlich in Becken und Schwellen gegliedert war. Die hier behandelte Schichtenfolge wurde also am Rand eines gegliederten Nebenmeeres in einem durch Salzstock-Bewegung besonders instabilen Bereich abgesetzt. Es muß also von vornherein damit gerechnet werden, daß sie unvollständig und reduziert ist.

4. Alter der Schichtfolge

4.1. nach Cephalopoden

Die eigenen Funde können erst nach weiteren, zusätzlichen Aufsammlungen zu einer endgültigen Datierung herangezogen werden. Besonders die Belemniten machen die biometrische Erfassung größerer Stückzahlen erforderlich, was G. ERNST mit seinen variationsstatistischen Untersuchungen an Oberkreide-Belemniten demonstrieren konnte.

Aus der hellroten Schicht A (Nr. 3 im Text-Profil) liegen 4 Rostren vor, die mit Längen/Dicken-Verhältnissen um 6.5 in die Reihe *Neohibolites ewaldi-clava* gehören. Entsprechend den Vorstellungen STOLLEYs wurden darüber, bei Profilmeter 1,10 wesentlich schlankere Belemniten gefunden. Es liegen 5 Exemplare vor, die mit L/D-Verhältnissen von 7,5 bis 9,1 bereits zu *Neohibolites inflexus-wollemanni* gehören könnten.

Aus dem gleichen Bereich (Profilmeter 1,10) konnten auch 7 meist unvollständige, sichelrippige Ammoniten gewonnen werden, die mit Vorbehalt als *Sanmartinoceras* cf. *trautscholdi* (SINZOW) bestimmt werden können.

Da auch STOLLEY (1908, S. 49; 1911, S. 45) aus den „kräftig hellroten Tonmergeln" desselben Fundpunktes *S. trautscholdi, N. inflexus* und *Parahoplites schmidti* anführt, dürfte also wenigstens der Bereich über unserer Fundschicht (also ab Profilmeter 1,10) bereits in das höhere Ober-Aptium gehören. Nach der KEMPERschen Parallelisierung der alten „*trautscholdi-schmidti*-Zone" mit dem englischen Schema wäre er als *laticostatum*-Zone anzusprechen[2]). Das neue Zonen-Schema ist auf Abb. 1 dem bisher verwendeten gegenübergestellt.

[2]) KEMPER (1963, 1964) versuchte die revidierte englische Zonenfolge des Aptium auf die deutschen Verhältnisse zu übertragen. Dabei kam er zu dem in Abb. 1 wiedergegebenen Schema. KEMPER betont ausdrücklich, daß dieses Schema weiterer Korrekturen bedarf, da viele Leitformen taxonomisch neu bearbeitet werden müssen. Dennoch ist es als Fortschritt gegenüber der STOLLEYschen Belemniten-Gliederung anzusehen (Verwendung z. B. des Begriffs „*clava*-Zone" auch in der jüngeren Literatur). Eine stratigraphische Verwendung der hochvariablen, gleitend abändernden Neohiboliten setzt umfangreiche biometrische Untersuchungen voraus.

	KEMPER	STOLLEY, RIEDEL u.a.	
UNTER-ALBIUM	nolani	nolani - Z.	
OBER-APTIUM	Parahoplites nutfieldiensis	schmidti - Z. (~ trautscholdi - Z.)	INFLEXUS-MERGEL
	Cheloniceras laticostatum		
	?	(clava - Z.)	CLAVA-SCHICHTEN
	Chelon. seminodosum und Tropaeum drewi		
	?		
UNTER-APTIUM	Deshayesites deshayesi	deshayesi - Z.	"FISCH-/SCHIEFER"
	?		EWALDI-MERGEL
	Deshayesites bodei	bodei - Z.	

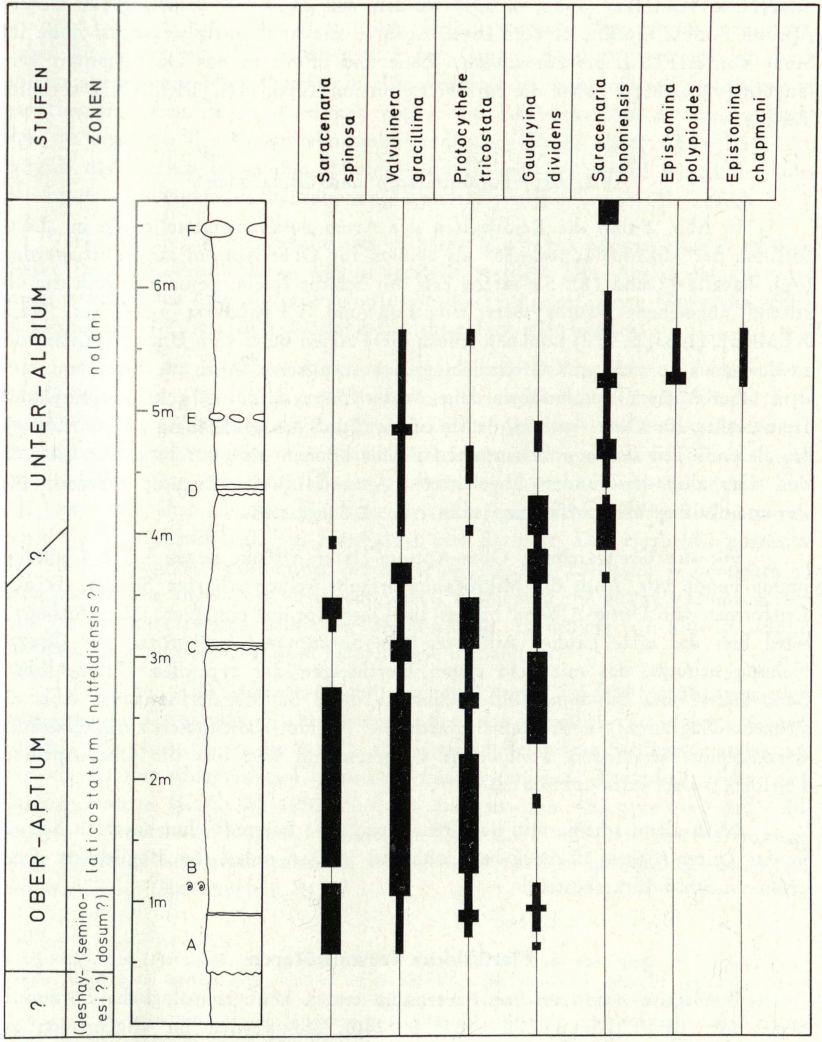
Abb. 1: Die revidierte Zonenfolge des Aptium nach KEMPER (1963, 1964) und das bisher gebräuchliche Schema.

Unklar bleibt vorerst das Alter des Profilabschnittes unterhalb Profilmeter 1,10. Da aus dem roten Mergeltonstein von Schicht A Neohiboliten aus der *ewaldi-clava*-Gruppe gewonnen wurden, besteht die Möglichkeit, daß der Abschnitt Profilmeter 0,42 bis ca. 1,00 (Schicht-Nr. 2—4) noch in eine ältere Zone *(seminodosum*-Z.) gehört. Das stünde zwar im Gegensatz zur oben zitierten Vorstellung STOLLEYs, der die Ammoniten der höchsten Ober-Aptium-Zone (s. o.) gerade aus der hellroten Schicht angibt, doch kann den STOLLEYschen Aufsammlungen keinesfalls eine Genauigkeit im Dezimeter-Bereich zugemessen werden[3]).

Abb. 2: Die Reichweite leitender Mikrofossilien im Profil der Ziegeleigrube Otto Gott bei Sarstedt. Ammonitenzonen im unteren Teil nach vorläufigen Bestimmungen der Cephalopoden-Funde; im oberen Teil nach dem Einsetzen von *Saracenaria spinosa* und *Epistomina polypioides.* — Viele dieser „Leitformen" waren zu selten, um bei der quantitativen Auswertung erfaßt zu werden. Es wurden daher jeweils einige Schüttungen speziell auf „Leitformen" ausgelesen. Daraus ergab sich die halbquantitative Einteilung in „häufig" und „weniger häufig" (1—3 Exemplare), die in der Dicke der Balken ausgedrückt wird. Sie entspricht nicht immer den wirklichen Prozentanteilen der Arten, was bei *Gaudryina dividens* deutlich wird (vgl. Abb. 3!).

[3]) In vielen Diskussionen mit dem verstorbenen Prof. A. KUMM, der jahrzehntelang Assistent bei STOLLEY war, kam klar zum Ausdruck, daß STOLLEYs Sammeltechnik vielfach höchst ungenau war. Die meisten seiner Belemniten wurden nur von Halde gesammelt.

Auch das Alter der dunklen Tonsteine unterhalb der bunten Serie (hier Profilmeter 0,00 bis 0,42) ist bisher nicht genau bekannt. Nach STOLLEY 1906 (S. 38, Mitte) lagert das Ober-Aptium direkt auf Tonsteinen des Barremium, nach STOLLEY 1908 (S. 48, unten) dagegen auf Tonsteinen der *deshayesi*-Zone „in der Ausbildung von Kastendamm".



In jüngeren Veröffentlichungen wurden offenbar diese älteren Literaturangaben lediglich in unterschiedlicher Weise aufgearbeitet, ohne daß neue eigene Befunde beigesteuert wurden. So führt ZEDLER (1959, S. 41) dieselben bunten Mergeltonsteine in völliger Konfusion einmal als Unter- und einmal als Ober-Aptium an, je nachdem, welche Leitform aus den alten Faunenlisten gerade herausgepickt wurde. Auch die Angaben im Exkursionsführer von DIETZ, HILTERMANN & SCHMID (1958, S. 333) werden von ZEDLER als Beleg für Unter-Aptium mißverstanden, obwohl diese Autoren die angeführte *deshayesi*-Zone im Sinne von RIEDEL bis zur *schmidti*-Zone und damit in das Ober-Aptium verlängern (vgl. Abb. 1 sowie die bei der Exkursion durch HILTERMANN verteilte Tabelle!).

4.2. nach Foraminiferen und Ostracoden

In Abb. 2 sind die Reichweiten der Arten zusammengestellt, die in „Leitfossilien der Mikropaläontologie" als typisch für Ober-Aptium angeführt werden (vgl. Tabelle 17 und 18). Sie setzen erst mit Schicht A ein, besonders auch die als leitend angesehene *Protocythere tricostata* und *Valvulineria gracillima*. Nach KEMPER (1963, S. 472) kommen jedoch diese Arten bereits im Unter-Aptium vor, so daß man sie nicht zur Grenzziehung benutzen kann. Auch die bisher nur aus dem Ober-Aptium bekanntgewordene *Protocythere derooi* gibt keinen einwandfreien Beleg für Ober-Aptium, da sie offensichtlich faziesabhängig ist (s. Abb. 4). Im tieferen Teil des hier behandelten Profils können also vorläufig nur die von den Cephalopoden-Funden abgeleiteten Alters-Hinweise benutzt werden; die daraus resultierende Auffassung ist in Abb. 2 dargestellt.

Für die Grenzziehung Ober-Aptium/Unter-Albium liegen keine Cephalopoden-Funde vor. Auch die Mikrofauna erlaubt keinen scharfen Schnitt, da alle Leitformen für Unter-Albium bereits im Ober-Aptium einsetzen. Mit Vorbehalt wird hier das erste häufige Auftreten von *Saracenaria bononiensis* zur Grenzziehung benutzt, das mit dem ersten Durchsetzen der typischen Unter-Albium Sandschalerfauna zusammenfällt. Während diese Sandschalerfauna (s. Abb. 3, Prozent-Diagramm!) noch einmal durch die Aptium-Kalkschaler zurückgedrängt wird, bleibt *Saracenaria bononiensis* vorherrschend und löst die Ober-Aptium-Leitform *Saracenaria spinosa* ab.

Nach allem scheint also das Ober-Aptium in Sarstedt ohne scharfen Schnitt in das Unter-Albium überzugehen, während im Liegenden die Möglichkeit einer größeren Schichtlücke besteht.

5. Planktische Foraminiferen

Bereits im norddeutschen Barremium treten häufiger pelagische Foraminiferen auf (BETTENSTAEDT 1962, S. 240). Sie werden im allgemeinen zu

Hedbergella infracretacea (GLAESSNER) gestellt (s. GLAESSNER 1966)[4]. Im Aptium und Albium entstanden dann ausgesprochene Massenvorkommen dieser Art, auf die schon HECHT (1938) aufmerksam machte. BETTENSTAEDT (1962, S. 240) erwähnt diese „Globigerinen-Lagen" bereits aus den Blätterschiefern des höheren Unter-Aptium.

Im vorliegenden Profil konnte eine solche Lage zentimeterweise analysiert werden. Es zeigte sich (Abb. 4), daß die Häufigkeitskurve langsam zu einem deutlichen Maximum mit 5000 Hedbergellen pro Gramm Sediment ansteigt, um dann wieder auf beinahe Null abzusinken. Die pelagischen Foraminiferen *(Hedbergella)* erreichen in diesem ersten Maximum von 95 cm Mächtigkeit durchgehend Anteile von 80 bis 95% der Gesamt-Foraminiferenfauna (Profil-Meter 0,55—1,50). Im Bereich des Kurvengipfels der Häufigkeitskurve geht der Anteil wegen der dort gleichfalls viel häufigeren benthischen Foraminiferen auf etwa 70% zurück.

Ein zweites, wahrscheinlich schwächeres Maximum konnte etwa 3 m über dieser Lage bei Profil-Meter 4,60 festgestellt werden. Der Anteil der Plankter steigt hier nur bis 75% (allerdings erfolgte die Probenentnahme hier nicht völlig lückenlos, so daß die größte Häufigkeit nicht erfaßt sein könnte).

Auch in der 14 km entfernten Ziegeleigrube Bekum kann für einen dort mindestens 3 bis 4 m mächtigen Profilabschnitt ein Hedbergellen-Maximum festgestellt werden. Allerdings ist die Proben-Dichte der vorliegenden Vergleichsserie so gering, daß die Lage des eigentlichen Gipfels der Häufigkeitskurve nicht erkannt werden kann. Der Prozentanteil der planktischen Foraminiferen steigt auch hier auf über 90%, ihre absolute Häufigkeit erreicht jedoch mit 270/1g Sediment nur etwa 1/5 der durchschnittlichen Häufigkeit von Sarstedt. Das entspricht ungefähr der zu erwartenden Verdünnung, wenn in der gleichen Zeit eine 4- bis 5fach so mächtige Schicht abgelagert wird, besonders, wenn man die etwas stärkere Kompaktion der kalkärmeren Sedimente berücksichtigt. Es könnte sich also in Bekum um dasselbe Plankter-Maximum handeln wie in Sarstedt.

Ähnliche „Globigerinen-Lagen" wurden von COLOM (1955) aus den mediterranen Geosynklinal-Ablagerungen Spaniens erwähnt. In diesem Gebiet wurden vom Jura bis in die Kreide durchgehend pelagische Sedimente abgesetzt, die als Tiefsee-Ablagerungen gedeutet werden müssen. Trotzdem treten die Globigerinaceae (COLOM 1955, S. 111) zunächst nur l a g e n w e i s e auf: die ältesten im mittleren Dogger, weitere im Oxfordium und im Unter-Tithonium (dort bereits massenhaftes Auftreten in Lagen von ca. 1 m Mächtigkeit) und dann erst wieder im Ober-Aptium (!).

[4]) GLAESSNER (1966: 180) vermutet, daß die älteren Globigerinaceae (älter als Ober-Albium) noch nicht zu *H. infracretacea*, sondern zu *H. trocoidea* (GANDOLFI) oder *H. aptica* (AGALAROVA) gehören. Außerdem hält er für möglich, daß biometrische Untersuchungen die Synonymie von *H. infracretacea* und *H. delrioensis* (CARSEY 1926) erweisen könnten, wobei erstere als Chrono-Subspezies aufzufassen wäre.

In den nördlich angrenzenden Schelfmeeren konnten sich pelagische Foraminiferen offenbar erst im Oxfordium durchsetzen. GRISELIS (1958) erwähnt Globigerinen-Lagen aus dem Unter-Oxfordium von Litauen und E. & I. SEIBOLD (1960) aus dem gleichen Bereich des schwäbischen Jura. Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Frau Dr. I. SEIBOLD konnten „Globigerinen" von Erlanger Mikropaläontologen auch in der nördlichen Frankenalb im gleichen Horizont nachgewiesen werden. Ihr Anteil erreicht jeweils über 50% der Foraminiferenfauna; auch hier sind sie auf isolierte Lagen beschränkt.

Das norddeutsche Nebenmeer wurde von diesen Vorstößen offenbar noch nicht erreicht; ausgesprochene Globigerinen-Lagen wurden erst im Aptium gefun-

---

Abb. 3: Profil mit Meßskala und Lage der Proben (weiß: Bereiche ohne Proben). Im Verwitterungs-Profil bedeutet:

dunkle Strich-Signatur = dunkelgrauer Tonstein
waagerechte Striche = hellbraune mergelige Tonsteine
Ziegel-Signatur = hellgraue Mergeltonsteine (Schicht 5 und 8)
Mergel-Signatur = roter Mergeltonstein (nur Lage A).

Die Strichstärken in der Mineral-Spalte sind nur halbquantitativ, es bedeutet: dünner Strich = bis 20%, dicker Strich = 20—40%, sehr dicker Strich = über 40%. Abweichend davon bedeutet bei „Glimmer-Mineralen" ein dicker Strich = mehr als 50%. In dem Diagramm „Foraminiferen" sind die Anteile von Arten und Artengruppen an der gesamten benthischen Foraminiferen-Fauna dargestellt.

Es bedeutet:

1. Punktsignatur: *Gavelinella intermedia* (BERTHELIN 1880)
2. ohne Signatur: *Valvulineria gracillima* DAM 1947
3. waagerechte Schraffur: Nodosariidae, z. B. *Marginulinopsis robusta* (REUSS 1863), *Marginulinopsis gracilissima* (REUSS 1863), *Saracenaria spinosa* (EICHENBERG 1935), *Saracenaria bronnii* (ROEMER 1841); verschiedene Arten der Gattungen *Lenticulina, Dentalina, Nodosaria, Astacolus, Vaginulina;* maximal eine Art der Gattungen *Tristix, Lagena, Rectoglandulina, Lingulina, Fissurina*
4. *Nodobacularia nodulosa* (CHAPMAN 1891), *Ramulina* sp., nicht bestimmbare Kalkschaler
5. *Ammodiscus gaultinus* BERTHELIN 1880, *Glomospira* sp.
6. *Verneuilinoides subfiliformis* BARTENSTEIN 1952, *Textularia foeda* REUSS 1846, *Gaudryina dividens* GRABERT 1959, *Gaudryinella sherlocki* BETTENSTAEDT 1952
7. *Hyperammina gaultina* DAM 1950 (= *Rhizammina indivisa!)*
8. *Haplophragmoides* sp., *Trochammina* sp., *Ammobaculites* sp.
9. unbestimmbare Sandschaler.

Abb. 3

OSTRACODEN (%)
0
20
FORAMINIFEREN (%)
0
100
1
2
3
5
6
8
9
GLIMMER-MINERALE
QUARZ
MONTMORILLONIT
SIDERIT
KARBONAT-GEHALT
10 20 30 40 50 60 %
SIDERIT
48 47 46 45 44 43 42 40 38 37 36 34 33 32 31 30 28 26 25 24 22 21 20 19 18 16 14 12 10 8 6 4 3 2 1
F
E
D
C
B
A
6m
5m
4m
3m
2m
1m
UNTER-ALBIUM
?
OBER-APTIUM
?

den. Es muß angenommen werden, daß auch diese Lagen weitgehend zeitgleich sind, doch kann diese Annahme wegen der Mängel der Ammoniten-Gliederung nicht weiter gestützt werden.

Nach allem hat es den Anschein, als ob aus einem unbekannten Ausbreitungszentrum im Süden immer wieder Vorstöße erfolgten, die im Laufe der Zeit ständig ausgedehntere Gebiete erfaßten. Diese großregionale Verbreitung spricht gegen eine sekundäre Anreicherung der Hedbergellen, wie sie aus den vielfach beobachteten „Zusammenbackungen" abgeleitet werden könnte (BARTENSTEIN & BETTENSTAEDT 1962, S. 241). Ein Großschliff aus dem Häufigkeits-Maximum zeigt, daß gerade dort die Hedbergellen gleichmäßig in der Matrix verteilt sind. Reine Hedbergellen-Sedimente, die die beobachteten „Zusammenbackungen" liefern könnten, werden also im Millimeter-Bereich zu suchen sein und haben nichts mit den hier diskutierten Häufigkeits-Maxima zu tun.

Auch eine Zunahme der Wassertiefe kann die plötzlichen Massenvorkommen nicht allein erklären. Es sind zwar bereits zur Ober-Aptium-Zeit transgressive Tendenzen des Meeres festzustellen und auch an rezenten Kontinentalhängen steigern die planktischen Foraminiferen ihren Anteil am Bodensediment mit zunehmender Wassertiefe. Werte um 90% werden erst in Tiefen über 700 m erreicht. Die hier behandelten Maxima sind aber in küstennahen Hebungsgebieten mit reduzierten Mächtigkeiten entstanden und außerdem zeigen die Befunde aus der alpinen Geosynklinale (COLOM 1955), daß auch in durchgehend bathyalen Abfolgen die „Globigerinen" auf isolierte Lagen beschränkt sind.

Es müssen also noch andere Verbreitungsfaktoren bestimmend sein. BARTENSTEIN & BETTENSTAEDT (1962, S. 240 unten) bringen daher den Faunenwechsel im Aptium mit eindringenden „frischen Meeresströmungen" in Zusammenhang, denen durch tektonische Bewegungen ein breiterer Zugang in das Nebenmeer geschaffen wurde. Zwar zeigen rezente Beispiele (Persischer Golf, unveröffentl. Manuskript, LUTZE), daß planktische Foraminiferen heute vielfach nicht weit in Nebenmeere eindringen und zumindest keine hohen Prozentsätze im Bodensediment erreichen. Es muß jedoch damit gerechnet werden, daß die frühen Globigerinaceae noch nicht so an Hochsee-Verhältnisse gebunden waren wie die heutigen Vertreter. Außerdem liegen rezente Beispiele dafür vor, daß an offenen Schelfen große Mengen von Globigerinen auch in Flachwasser-Gebieten angelandet werden können. So kommen nach SEIGLIE & BERMUDEZ (1963) im Golf von Cariaco (Venezuela) lokale Anreicherungen auf bis zu 70% der Gesamtfauna vor, obwohl der Golf nur 50—90 m tief ist. Ein noch extremeres Beispiel bietet die Lagune von Cochin in Südindien; nach freundlicher Mitteilung von Frau Dr. SEIBOLD erreichen die Globigerinen Anteile von 43—70%.

Beobachtungen an den Windungsverhältnissen der Hedbergellen in Sarstedt und in Bekum machen nun wahrscheinlich, daß außer eindringenden Meeresströmungen auch Klima-Schwankungen beim Antransport der „Globigerinen" be-

teiligt sind. Die auf Abb. 4 dargestellte Kurve des Anteils der rechtsgewundenen Hedbergellen zeigt einen deutlichen Gipfel im Bereich des Häufigkeits-Maximums der Art. Der Anteil der Rechtswinder steigt von 55 auf 65% und sinkt mit dem Ausklingen des Häufigkeits-Maximums auf 45% ab. Die Verhältnisse in Bekum sind damit fast identisch, der Anteil steigt dort von 55% auf 64% in der Probe mit den meisten Hedbergellen und geht dann kontinuierlich auf 50% zurück.

Die Tendenz, vorwiegend rechtsgewundene Gehäuse auszubilden, konnte bei rezenten Foraminiferen mehrfach mit höheren Wassertemperaturen in Verbindung gebracht werden. Es sei auf die Befunde von ERICSON (1959) und BANDY (1960) an *Globigerina pachyderma* verwiesen. LONGINELLI & TONGIORGI (1960) konnten auch bei einer benthischen Foraminiferenart eine Zunahme der rechtsgewundenen Exemplare in wärmerem Wasser feststellen *(Ammonia beccarii,* Adria).

Es soll daher zunächst als Arbeitshypothese angenommen werden, daß der Gipfel unserer Häufigkeits-Kurve nicht nur das Maximum passiver Strömungs-Anlandung anzeigt, sondern vor allem eine temperaturbedingte Verbesserung der Lebensbedingungen. Dieser Effekt müßte sich in den Flachwasser-Gebieten des Ober-Aptium-Meeres auch auf die benthische Fauna ausgewirkt haben.

6. Benthische Foraminiferen und Ostracoden

Es wurde im wesentlichen die in „Leitfossilien der Mikropaläontologie" von BARTENSTEIN & BETTENSTAEDT verwendete Nomenklatur benutzt. Lediglich der Gattungsname *Pseudonubeculina* wird nicht mehr verwendet und im Sinne von LOEBLICH & TAPPAN als Synonym von *Nodobacularia* aufgefaßt. Eine Reihe von Arten wurde nicht artmäßig bestimmt, Einzelheiten sind der Erläuterung zu Abb. 3 zu entnehmen. Vor allem mußte ein großer Teil der Sandschaler unbestimmt bleiben, da der Erhaltungszustand vieler Bruchstücke eine einwandfreie Identifizierung unmöglich macht. Bei statistischen Auswertungen müssen jedoch gerade auch Bruchstücke mitgezählt werden.

Bei den Foraminiferen ist der auffälligste Zug der Artenverteilung die Parallelität von Karbonatgehalt und dem Anteil der Kalkschaler. Diese sind im Prozent-Diagramm auf Abb. 3 mit helleren Signaturen dargestellt. Vergleiche mit rezenten Nebenmeeren machen wahrscheinlich, daß der höhere Karbonatgehalt auf höhere Produktion von biogenem Detritus zurückzuführen ist. Zusammen mit diesen Produzenten gewinnen also auch kalkschalige Foraminiferen höhere Anteile

---

Abb. 4: Profil (wie Abb. 3) mit absoluten Häufigkeiten der Foraminiferen und Ostracoden sowie einem Balken-Diagramm (vorletzte Spalte) von Arten, die besonders häufig oder ausschließlich im Bereich der Häufigkeits-Maxima auftreten.

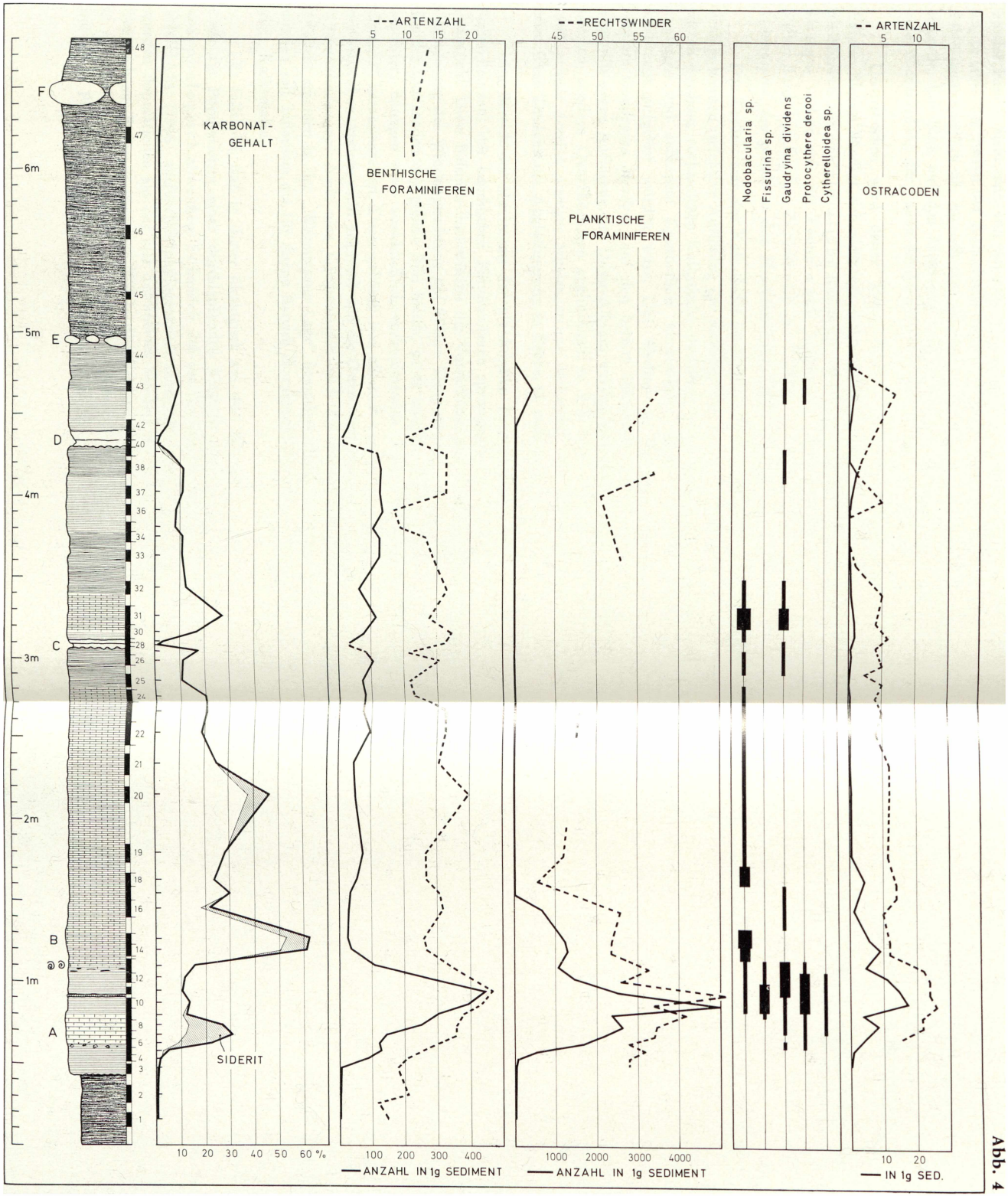

F
E
D
C
B
A
6m
5m
4m
3m
2m
1m
KARBONAT-
GEHALT
SIDERIT
10 20 30 40 50 60 %
---ARTENZAHL
5 10 15 20
BENTHISCHE
FORAMINIFEREN
100 200 300 400
—ANZAHL IN 1g SEDIMENT
---RECHTSWINDER
45 50 55 60
PLANKTISCHE
FORAMINIFEREN
1000 2000 3000 4000
—ANZAHL IN 1g SEDIMENT
Nodobacularia sp.
Fissurina sp.
Gaudryina dividens
Protocythere derooi
Cytherelloidea sp.
--ARTENZAHL
5 10
OSTRACODEN
10 20
—IN 1g SED.

Abb. 4

an der Fauna. Sieht man von den herausfallenden Werten der Proben 32 und 43 ab, so sinkt der Anteil der Kalkschaler nach Erreichen ihres Maximums bei Probe 14/15 kontinuierlich ab, bis sich die „typische Unter-Albium-Sandschaler-Fauna" einstellt. Ein Blick auf das Diagramm zeigt, daß diese Fauna im wesentlichen eine Wiederholung der Fauna des Liegenden (Unter-Aptium oder Barremium) ist.

Unterbrochen wird dieser Trend durch die Montmorillonit-Lagen. Ihr Extrem-Biotop kündigt sich nicht mit einer Wandlung des Faunenbildes an, was als Hinweis auf eine plötzliche Änderung des Ablagerungs-Milieus dienen kann. Dagegen ändert sich die Fauna nach Ablagerung dieser Schichten in beiden Fällen durch kurzfristiges Zurücktreten der Sandschaler (ohne *Ammobaculites* und *Glomospira*, die gerade in den Montmorillonit-Lagen häufig sind).

Das Zurücktreten der Kalkschaler im Unter-Albium kann nicht diagenetisch erklärt werden (selektive Auflösung der Kalkschalen), da die in geringen Prozentsätzen durchaus vorhandenen Kalkschaler durchweg in besonders guter Erhaltung vorliegen und außerdem Epistominen vorkommen, deren aragonitische Schale bevorzugt aufgelöst worden wäre. Der Wechsel im Wandungsbau des Sandschalers *Gaudryina dividens*, auf den bereits GRABERT 1959 hinwies, spricht ebenfalls gegen Auflösung. Im Unter-Albium werden nämlich nicht mehr Schalenteilchen, sondern Quarzkörnchen agglutiniert, so daß man annehmen kann, daß auch primär deutlich weniger Schalendetritus vorhanden war. Bezeichnenderweise wird diese Tendenz der Agglutinierung in Probe 43 noch einmal rückläufig!

Im Bereich des Maximums der planktischen Foraminiferen steigt auch die Individuenzahl der benthischen Foraminiferen sprunghaft an. Ebenso steigt die Artenzahl. Diese Befunde unterstützen die Vorstellung, daß die Maxima und die Abänderung der Windungsrichtung auf höhere Temperaturen zurückzuführen sind. Da die Ostracoden das gleiche Bild bieten, ist es möglich, die in diesem Bereich besonders häufigen oder ausschließlich vorkommenden Arten als „Warmwasser-Formen" herauszustellen. Dazu gehören vor allem *Fissurina* sp. (bisher aus dem norddeutschen Aptium nicht bekannt) und die Ostracoden *Protocythere derooi* und *Cytherelloidea* sp. Auch eine *Cythereis*-Art und die Foraminifere *Gaudryina dividens* scheinen in der „Warmwasser-Lage" besonders häufig zu sein. Vermerkt werden soll außerdem die für diesen Bereich charakteristische sehr gute Erhaltung aller Kalkschalen.

Es fällt auf, daß in dieser ökologisch aus dem Rahmen fallenden Schicht auch die Populationen einer durchlaufenden häufigen Kalkschaler-Foraminifere morphologisch abweichen. Es handelt sich um *Gavelinella intermedia*, die von MICHAEL (1966) ausführlich phylogenetisch untersucht wurde. Dr. MICHAEL wurden Populationen aus der hier diskutierten Schicht (Nr. 4, Probe 12) und zum Vergleich aus Probe 43 vorgelegt. Wie er dankenswerterweise mitteilt, hat die Art in der ökologisch abweichenden Schicht deutlich progressivere Varianten ausgebildet als in Probe 43, nimmt dort also bereits gewissermaßen Alb-Tendenzen vor-

weg! Solche Schwankungen in phylogenetischen Reihen wurden von BETTENSTAEDT bisher meist rein genetisch gedeutet (sog. „Allelendrift"). Auch im Barremium-Profil von Berenbostel konnte ich (bei *Conorotalites bartensteini)* ähnliche Phänomene beobachten (LUTZE 1965, S. 136). Man kann also erwarten, daß ökologische Untersuchungen wichtige Beiträge zur Deutung phylogenetischer Reihen bringen können.

Anschließend sei erwähnt, daß die so ins Auge fallenden roten und braunen Sediment-Lagen des Ober-Aptium sich n i c h t mit einer bestimmten Faunen-Veränderung bemerkbar machen. Das unterstützt die Vorstellung, daß diese Farben diagenetischen Ursprungs sind, wofür auch geochemische Überlegungen sprechen.

7. Zusammenfassende Deutung

Das norddeutsche Epikontinental-Becken der Unterkreide muß als typisches Nebenmeer aufgefaßt werden. Vom Barremium zum Aptium änderte sich der Charakter der in diesem Meer abgesetzten Sedimente grundlegend: kalkarme, dunkle Tongesteine, die reich an organischer Substanz sind und deren Feinschichtung mangels Bodendurchwühlung vielfach in sogenannten Blätterschiefern erhalten bleibt, herrschen im Barremium und Unter-Aptium vor. Unter heutigen Bedingungen entstehen solche Sedimente in Nebenmeeren des humiden Klima-Bereiches, in denen die Verdunstung geringer als die Süßwasser-Zufuhr ist und im Normalfall eine zirkulationshemmende thermohaline Wasser-Schichtung entsteht (Modell Ostsee). Im Ober-Aptium wurden dagegen Mergelgesteine abgelagert, die gut entschichtet sind und im Flachwasser-Bereich häufig braune und rote Farben zeigen. Ähnliche Sedimente werden heute in Nebenmeeren des semiariden oder ariden Klimas gebildet, in welche wegen Verdunstungs-Defizit große Mengen ozeanischen Oberflächenwassers einströmen (Modell Persischer Golf).

Diese Modell-Vorstellung kann man zunächst nur als Arbeitshypothese auffassen, weil die bisher vorliegenden Temperatur-Rekonstruktionen auf Sauerstoff-Isotopen-Untersuchungen an Belemniten beruhen und daher wegen des Verdachts der Umkristallisation des Calcits wenig zuverlässig sind.

Wenn diese Vorstellungen aber der Wirklichkeit nahekommen, dann müßte im Ober-Aptium ein grundsätzlicher Wechsel der Strömungsverhältnisse nachweisbar sein: Ausstrom überschüssiger Niederschläge nach Ostsee-Modell in der Barremezeit und Einstrom von Ozeanwasser in der Aptzeit. Dieser Einstrom kann durch das plötzlich gehäufte Auftreten planktischer Foraminiferen, die im Mittelmeerraum bereits im Dogger und im Tithon auftraten, wahrscheinlich gemacht werden. Gleichzeitig deutet die Tendenz in der Windungsrichtung dieser planktischen Foraminiferen darauf hin, daß Temperatur-Erhöhungen tatsächlich eine Rolle gespielt haben können.

In dieses Bild paßt die mit dem Eindringen der „Globigerinen" zusammenfallende Erhöhung der Artenzahl bei Foraminiferen und Ostracoden.

8. Literatur

BANDY, O. L.: The geologic significance of coiling ratios in the foraminifer *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG). — J. Paleontol. **34:** 671—681, 7 Abb., 2 Tab., 1960.

BARTENSTEIN, H., & BETTENSTAEDT, F.: Marine Unterkreide (Boreal und Tethys). — In: Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen: Leitfossilien der Mikropaläontologie. — 432 S., 27 Abb., 22 Tab., 61 Taf.; Borntraeger, Berlin 1962.

BETTENSTAEDT, F., & DIETZ, C.: Tektonische und erdölgeologische Untersuchungen im Raum Lehrte östlich Hannover. — Geol. Jb. **74:** 463—522, 8 Abb., 1 Tab.; Hannover 1957.

COLOM, G.: Jurassic-Cretaceous pelagic sediments of the western Mediterranean Zone and the Atlantic area. — Micropaleontology **1:** 104—124, 5 Abb., 5 Taf.; New York 1955.

DIETZ, C., HILTERMANN, H., & SCHMID, F.: Exkursion in die Kreide- und Tertiäraufschlüsse der Kronsberg-Mulde östlich Hannover. — Z. deutsch. geol. Ges. **105:** 332—335, 2 Abb.; Hannover 1958.

DORN, P., & BRÄUTIGAM, F.: Hinweis auf Oberkreidevulkanismus in NW-Deutschland. — Abh. Braunschweig. wiss. Ges. **11:** 1—4, 1 Abb.; Braunschweig 1959.

ERICSON, D. B.: Coiling direction of *Globigerina pachyderma* as a climatic index. — Science **130:** 219—220; 1959.

GLAESSNER, M. F.: Notes on Foraminifera of the genus *Hedbergella*. — Eclog. geol. Helv. **59:** 179, Taf. 1; Basel 1966.

GRABERT, B.: Phylogenetische Untersuchungen an *Gaudryina* und *Spiroplectinata* (Foram.), besonders aus dem nordwestdeutschen Apt und Alb. — Abh. senckenb. naturf. Ges. **498:** 1—71, 27 Abb., 3 Tab., 3 Taf.; Frankfurt a. M. 1959.

GRISELIS, A. A.: *Globigerina oxfordiana* sp. n. — Ein Globigerinenfund in den oberjurassischen Schichten Litauens. — Wissensch. Verlag d. Hochschulen, geol.-geogr. Wiss. **3:** 109—111, 1 Abb.; Wilna 1958 (in russisch).

HECHT, F. E.: Standard-Gliederung der Nordwest-Deutschen Unterkreide nach Foraminiferen. — Abh. senckenberg. naturforsch. Ges. **443:** 1—42; Frankfurt a. M. 1938.

KEMPER, E.: Die Aufschlüsse der Unterkreide im Raum Rheine-Ahaus. — Geol. Jb. **80:** 447—494, 6 Abb., 4 Taf.; Hannover 1963.

—: Einige Cephalopoden aus dem Apt des westlichen Norddeutschland. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf. **7:** 31—66, 7 Abb., 18 Taf.; Krefeld 1964.

LONGINELLI, A., & TONGIORGI, E.: Frequenza degli individui destrogiri in diverse popolazioni di *Rotalia beccarii* LINNEO. — Boll. Soc. Paleontol. Italiana **1:** 5—16, 3 Abb.; Modena 1960.

LUTZE, G. F.: Ein Emersions-Horizont im Bathonium von Hildesheim. — Senck. leth. **48:** 535—548, 22 Abb.; Frankfurt a. M. 1967.

—: Zur Foraminiferen-Fauna der Ostsee. — Meyniana **15:** 75—142, 29 Abb., 15 Taf.; Kiel 1965.

MICHAEL, E.: Die Evolution der Gavelinelliden (Foram.) in der NW-deutschen Unterkreide. — Senck. leth. **47:** 411—459, 16 Abb., Taf. 50; Frankfurt a. M. 1966.

SCHOTT, W., u. Mitarbeiter: Zur Paläogeographie der Unterkreide im nördlichen Mitteleuropa mit Detailstudien aus Nordwestdeutschland. — Erdöl und Kohle **20:** 149—158, 7 Abb.; Hamburg 1967.

SEIBOLD, E. & I.: Über Funde von Globigerinen an der Dogger/Malm-Grenze Süddeutschlands. — Internat. Geol. Congr. Copenhagen, Part **6:** 64—68, 1 Abb.; Kopenhagen 1960.

SEIGLIE, G. A., & BERMUDEZ, P. J.: Distribucion de los Foraminiferos del Golfo de Cariaco — Bol. Inst. Oceanogr. Univers. Oriente **2:** 7—87, 24 Abb.; Cumana, Venezuela 1963.

STOLLEY, E.: Über alte und neue Aufschlüsse und Profile in der unteren Kreide Braunschweigs und Hannovers. — Jahresber. Ver. Naturwiss. **15:** 1—44; Braunschweig 1906.

—: Die Gliederung der norddeutschen unteren Kreide. — Centralbl. Miner., Geol. Paläontol. **1908:** No. 4—8; Stuttgart. — Seitenzahlen-Angaben im Text der vorliegenden Arbeit beziehen sich auf die Sonderdruck-Paginierung!

—: Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden der norddeutschen unteren Kreide. I. Die Belemniten der norddeutschen unteren Kreide. 1. Die Belemniten des norddeutschen Gaults (Aptiens und Albiens). — Geol. paläontol. Abh. N. F. **10:** 203—272, 8 Taf.; Jena 1911.

VALETON, I.: Eine vulkanische Tufflage aus der Oberkreide von Hemmoor/Niederelbe. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh **5:** 193—204; Stuttgart 1959.

ZEDLER, B.: Mikropaläontologische Untersuchungen in den Unterkreide-Aufschlüssen Moorberg und Stöcken bei Hannover. — Ber. naturhist. Ges. **104:** 26—45, 4 Abb.; Hannover 1959.

Tabelle 1: Prozentanteile der Foraminiferen-Arten in den Proben. Die Zahlen in der oberen waagerechten Spalte (1—9) beziehen sich auf die Arten und Artengruppen entsprechend der in Abb. 3 durchgeführten Einteilung. Absolute Häufigkeitsangaben können für jede Art aus der Zahl der benthischen Foraminiferen pro 1 g Sediment errechnet werden (letzte senkrechte Spalte). Die Spalte „gezählte Foraminiferen" soll nur ein Urteil über die statistische Relevanz der Prozentwerte ermöglichen. — Bei der ursprünglichen Auswertung wurden die in der Erläuterung zu Abb. 3 ausgeschiedenen Arten getrennt gezählt!

TABELLE 1

Proben-Nummer	Arten in %									Gezaehlte Foraminif.	Foraminif. pro 1 g Sediment
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	-	-	0.6	-	2.4	7.8	0.6	74.0	14.5	166	2.5
2	-	-	-	0.8	2.5	14.4	1.7	64.4	16.1	118	2.7
3	-	-	-	-	21.1	7.4	-	45.2	26.3	95	7.1
4	4.3	-	5.1	-	29.4	1.6	-	42.7	16.9	255	89.2
5	11.2	1.5	5.9	-	21.6	1.4	-	29.9	28.4	134	130.6
6	27.6	1.1	12.6	4.0	24.7	1.8	-	4.0	24.2	174	125.0
7	27.4	3.8	13.2	-	13.1	3.7	0.9	11.3	26.4	106	143.3
8	30.8	2.9	18.8	1.5	8.7	4.3	-	8.7	24.1	207	249.0
9	33.0	3.8	12.6	1.2	12.3	1.2	-	10.2	25.8	333	299.5
10	34.8	3.9	13.8	5.2	9.5	6.1	-	7.8	18.7	230	398.0
11	36.9	2.3	13.1	5.7	12.2	5.0	-	4.4	20.5	434	444.0
12	31.5	0.8	12.5	5.1	12.2	5.8	-	6.1	25.9	378	276.0
13	34.1	2.1	10.8	0.3	14.3	7.2	-	4.8	24.4	291	104.8
14	31.6	12.9	15.3	3.7	5.5	2.8	-	3.7	4.6	217	40.0
15	33.9	19.1	19.8	10.6	5.0	4.3	-	-	4.3	141	27.4
16	3 .8	3.3	21.8	1.1	11.1	7.8	1.1	11.2	10.6	179	31.2
17	31.8	13.6	14.6	0.5	7.1	5.0	1.5	4.0	20.7	198	35.7
18	28.9	11.4	6.0	2.7	14.9	4.1	1.1	5.4	24.4	368	53.8
19	34.9	10.3	7.9	0.3	12.0	3.1	2.8	6.4	20.6	359	74.0
20	27.8	13.8	8.9	2.6	15.4	1.2	2.4	3.8	22.0	423	52.4
21	32.2	8.8	6.7	1.4	14.9	2.8	1.9	4.1	26.5	362	46.8
22	27.0	12.7	6.0	0.5	8.4	6.1	3.0	6.8	29.4	392	94.2
23	24.1	10.0	5.3	0.9	13.2	8.4	1.7	6.2	30.3	357	73.7
24	25.7	2.8	2.8	0.5	16.4	10.0	3.3	5.1	33.3	389	80.2
25	28.1	2.0	2.7	-	20.3	13.8	2.7	3.4	26.8	291	72.6
26	19.7	6.6	6.0	-	21.9	8.9	1.7	4.6	30.8	351	105.2
27	26.7	8.3	2.7	0.3	17.8	8.9	2.4	2.7	30.2	371	84.9
29	46.8	17.6	4.2	0.3	21.9	0.9	0.6	0.6	6.8	324	30.4
30	18.0	3.7	5.3	1.2	22.3	3.7	1.9	1.9	42.0	322	80.5
31	28.8	1.0	4.2	8.1	5.2	6.2	1.4	1.4	43.5	496	111.5
32	45.3	4.4	6.3	0.3	14.8	5.0	1.5	1.8	20.7	338	63.4
33	12.9	6.0	3.8	-	17.6	10.9	0.7	7.0	41.1	302	125.8
34	4.2	3.7	1.7	-	23.0	10.4	1.4	4.8	50.8	356	124.5
35	0.5	-	0.6	-	24.4	10.5	1.1	3.3	56.7	365	106.6
36	1.6	-	-	-	22.9	8.6	0.8	2.0	64.1	245	234.0
37	14.6	1.8	3.3	1.4	22.4	4.3	0.4	3.6	48.1	281	126.2
38	15.2	4.8	5.1	2.3	15.4	6.9	2.0	1.8	46.7	396	128.1
39	4.1	1.0	3.1	4.8	15.4	8.3	1.5	1.8	60.1	390	117.0
41	11.0	5.1	3.4	-	73.7	-	0.4	0.8	5.5	236	9.0
42	26.5	3.6	5.0	-	49.5	1.5	1.0	-	12.8	196	30.0
43	54.6	5.5	15.2	-	5.5	3.2	0.5	-	15.6	218	67.5
44	5.5	7.0	3.9	2.1	9.5	5.2	0.7	2.4	63.6	284	79.7
45	1.2	2.0	1.2	2.4	14.4	13.2	2.0	8.0	55.8	251	39.2
46	1.0	1.3	0.3	-	22.1	19.5	8.5	36.6	10.6	303	55.6
47	0.4	-	0.4	-	40.0	5.0	16.0	31.8	6.3	223	19.4
48	1.0	-	1.2	-	20.3	3.2	2.5	66.2	5.5	402	59.5

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1968

Band/Volume: BH_5

Autor(en)/Author(s): Lutze Gerhard F.

Artikel/Article: Ökoanalyse der Mikrofauna des Aptium von Sarstedt bei Hannover 427-443