

Aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut und Museum
für Mitteldeutsche Erdgeschichte der Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg

(Direktor: Prof. Dr. H. W. Matthes)

Foraminiferenfauna und Feinstratigraphie des mitteloligozänen Septarientones im Raum zwischen Magdeburg und Dessau

Teil II: Feinstratigraphie und Ökologie

Von

Hellmut E. Hausmann

Mit 2 Abbildungen und 5 Diagrammen

(Eingegangen am 16. Februar 1965)

Einleitung

Diese Arbeit ist ein Teil einer umfassenden Bearbeitung der Foraminiferenfauna des mitteloligozänen Septarientones der Bohrungen Prödel 1/56 und Zerbst 1/57 (Hausmann 1962). Die paläontologischen Resultate liegen bereits als Teil I dieser Arbeit vor (Hausmann 1964) und sind die Grundlage für die im Folgenden dargelegten feinstratigraphischen und ökologischen Ergebnisse.

Nähere Angaben über die beiden Bohrungen und ihre genaue geographische Lage finden sich ebenfalls im Teil I.

Vorbemerkungen zur Methodik

Meist wird bei der stratigraphischen Arbeit mit Foraminiferen die Häufigkeit der einzelnen Arten nur grob geschätzt. Dieses Verfahren genügt auch vielfach den Anforderungen der Praxis, zumal wenn es um die Abgrenzung größerer stratigraphischer Einheiten geht. Die vorliegende Untersuchung befaßt sich jedoch nur mit einem verhältnismäßig kleinen Abschnitt der tertiären Sedimentabfolge, mit dem mitteloligozänen Septarienton, wobei neben stratigraphischen auch ökologische Fragen interessieren. Daher wurde eine Arbeitsweise gewählt, welche die relativen und absoluten Häufigkeiten der auftretenden Arten erkennen läßt.

Selbstverständlich beruht eine so gewonnene stratigraphische Gliederung vorwiegend auf faziell bedingten Schwankungen und kann daher zunächst nur in einem engen regionalen Rahmen Gültigkeit beanspruchen. Auf die stratigraphische Brauchbarkeit von Foraminiferengemeinschaften in klar umgrenzten, einheitlichen Sedimentationsräumen hat jedoch bereits Hecht (1949) hingewiesen.

Die Foraminiferenfaunen wurden auf einer in Quadrate aufgeteilten Aussetafel ausgezählt. Da bei der Aufbereitung der Proben auch das Gewicht

des unaufbereiteten Sedimentes und des Schlämmrückstandes festgehalten wurde, ließ sich neben der relativen auch die absolute Häufigkeit pro 100 g Sediment errechnen. Genaue Angaben zur Methode der Auswertung sind Hausmann (1962, S. 188 ff.) zu entnehmen.

Stratigraphische Ergebnisse

In beiden Bohrungen erscheint der Septarienton als grauer, toniger Schluff, der in seiner vertikalen Abfolge außer geringfügigen Schwankungen des Feinsandanteils und des Kalkgehaltes keine Änderungen zeigt.

Die Menge der Schlämmrückstände liegt meist zwischen 0,3 und 0,8 g Rückstand pro 100 g Sediment und übersteigt selten 1 g. Die Schlämmrückstände enthalten an anorganischen Komponenten hauptsächlich Schwefel-eisen und farblosen Quarz; auch Glimmerschüppchen finden sich gelegentlich.

Da der Septarienton sehr gleichförmig beschaffen ist, läßt er sich mit petrographischen Mitteln nicht weiter untergliedern. Unter Anwendung der oben angedeuteten Methode gelang es jedoch, die Bohrprofile mikropaläontologisch zu untergliedern.

Die Diagramme 1 bis 4 zeigen die bei der Durchmusterung der beiden Bohrprofile gewonnenen Ergebnisse. In den Diagrammen 1 und 2 werden nur die Foraminiferen angeführt, die eine relative Häufigkeit von mindestens 0,5 % erreichen. Angaben über das Auftreten derjenigen Arten, die 0,5 % nicht erreichen, finden sich im Teil I unter der jeweiligen Art. Die Diagramme 1 und 2 zeigen die relative Häufigkeit in 7 Stufen. In der Spalte „diverse Sandschaler werden vor allem jene nicht genau bestimmbar Sand-schalerbruchstücke registriert, die besonders in den mittleren Abschnitten der Profile auftreten. Bei den Gattungen *Lenticulina*, *Lagena* und *Quinqueloculina* werden die Arten dieser Gattungen nicht getrennt aufgeführt, sondern unter der jeweiligen Gattung zusammengefaßt; würde man die Arten getrennt auführen, dann würde ein Teil von ihnen im Diagramm wegen ihrer sehr geringen Häufigkeit nicht erscheinen. Eine stratigraphische Bedeutung kommt übrigens keiner dieser Arten zu. Da aber andererseits die relative Häufigkeit der Lageniden und Milioliden für ökologische Betrachtungen wichtig ist, möchte man die Häufigkeit dieser Gruppen genau erfassen, weshalb es ratsam erschien, diese zusammenfassende Darstellungsweise zu wählen.

In der Spalte „*Dentalina*, *Nodosaria*, *Chrysalogonium*, *Stilostomella*“ sind sogar die Arten von vier verschiedenen Gattungen zusammengefaßt worden. Von diesen vier Gattungen finden sich fast ausnahmslos nur Bruchstücke, die eine genauere Bestimmung oft nicht erlauben. Zudem ist bei den Arten dieser vier Gattungen z. T. noch eine beträchtliche taxonomische Unsicherheit vorhanden, die sich in einigen Fällen auch auf die Gattungszugehörigkeit erstreckt. Aus diesen Gründen läßt sich eine zusammenfassende Darstellung nicht vermeiden. Gleichfalls in einer Spalte zusammengefaßt sind *Cibicides pseudoungerianus* (Cushman) und *Cibicides cf. pseudoungerianus* (Cushman). Beide Formen sind so durch Übergänge untereinander verbunden, daß in vielen Fällen eine eindeutige Zuordnung zu der einen oder der anderen Art nicht möglich war.

Etwas seitlich abgesetzt von den Foraminiferen ist das Vorkommen der Ostrakoden, Seeigelstacheln und Fischschuppen angegeben. Diese Angaben sind nur qualitativ. Die Diagramme 1 und 2 enthalten ferner eine Kurve, die die Schwankungen der absoluten Häufigkeit der Foraminiferen (Foraminiferenzahl pro 100 g Sediment) darstellt.

Nach ihrem stratigraphischen Verhalten lassen sich auf Grund der Diagramme 1 und 2 vier Gruppen von Foraminiferen unterscheiden:

1. Arten, die im ganzen Profil auftreten, ohne dabei stärkere Schwankungen in ihrer relativen Häufigkeit zu zeigen.

2. Arten, die ebenfalls im ganzen Profil auftreten, dabei aber stärkere, in beiden Profilen gleichsinnige Schwankungen in ihrer relativen Häufigkeit erkennen lassen.

3. Arten, die in ihrem Auftreten auf bestimmte Abschnitte der Profile beschränkt sind.

4. Arten, die ihrer geringen relativen Häufigkeit (weniger als 0,5 %) und ihres sehr sporadischen Auftretens wegen stratigraphisch wertlos sind.

Bei der Untersuchung dieser vier Kategorien bleiben die Veränderungen der relativen Häufigkeit unberücksichtigt, die in der Mitte beider Profile auftreten und die offensichtlich durch eine krasse Verschlechterung der ökologischen Verhältnisse verursacht werden, was auch aus dem starken Absinken der absoluten Foraminiferenhäufigkeit in diesem Abschnitt geschlossen werden kann. Da diese sehr verschlechterten ökologischen Bedingungen mit Ausnahme gewisser Sandschaler alle Arten betreffen, wird für die Zuordnung der einzelnen Arten zu den vier Kategorien nur das Verhalten der Arten in den beiden kalkschalerreichen Profilabschnitten über und unter dem fossilarmen mittleren Abschnitt gewertet.

Als charakteristische Beispiele für die erste Gruppe lassen sich folgende Arten anführen:

- Bolivinopsis carinata* (D'Orbigny)
- Karreriella siphonella* (Reuss)
- Lenticulina* sp. sp.
- Lagena* sp. sp.
- Globulina gibba* D'Orbigny
- Bulimina alsatica* Cushman & Parker
- Gyroidina soldanii batjesi* nov. ssp.
- Gyroidina soldanii girardana* (Reuss)
- Rotaliatina bulimoides* (Reuss)
- Eponides pygmeus* (Hantken)
- Eponides geinitzi* (Clodius)
- Epistomina elegans* (D'Orbigny)
- Chilostomella ovoidea* Reuss
- Pullenia bulloides* (D'Orbigny)
- Pullenia quinqueloba* (Reuss)

Von diesen Formen ist *Rotaliatina bulimoides* (Reuss) als Leitform für das gesamte Mitteloligozän wichtig, für eine Untergliederung desselben jedoch ohne Bedeutung.

Zur 2. Gruppe gehören:

Turrilina alsatica Andreae, mit merklich größeren Häufigkeiten im unteren Teil des Profils.

Valvulineria petrolei (Andreae), die im oberen Abschnitt nur sehr vereinzelt, im unteren zwar mit geringen Häufigkeiten, aber regelmäßig auftritt.

Cibicides pseudoungerianus (Cushman) und *Cibicides* cf. *pseudoungerianus*, welche im gesamten Profil relativ große Häufigkeiten besitzen, im unteren Profilabschnitt jedoch etwas überwiegen.

Angulogerina gracilis (Reuss), *Alabamina tangentialis* (Clodius) und *Cassidulina oblonga* Reuss, die im oberen Profilabschnitt deutlich häufiger sind.

Zu dieser Gruppe gehören ferner Formen, die in ihrem Häufigkeitsverlauf ausgeprägte, z. T. scharf begrenzte Maxima aufweisen, wie z. B.

Bolivina beyrichi Reuss zusammen mit

Bolivina beyrichi melettica Andreae

Alabamina perlata (Andreae)

Sphaeroidina variabilis Reuss

Globigerina bulloides D'Orbigny

Im Gegensatz zu den stratigraphisch bedeutungslosen Arten der Gruppe 1 können die der Gruppe 2 zusammen mit denen der Gruppe 3 für eine Feingliederung der Profile herangezogen werden. Aus diesem Grunde werden die wichtigsten oben angeführten Vertreter der Gruppe 2 in den Diagrammen 3 und 4 in ihrem genauen Häufigkeitsverlauf dargestellt.

Zur Gruppe 3 gehören einige Arten, die ausschließlich im unteren, kalkschalerreichen Profilabschnitt angetroffen werden. Dies sind:

Ceratobulimina contraria (Reuss)

Nonion buxovillanum (Andreae)

ferner

Angulogerina gracilis germanica Cushman & Edwards

welche ebenfalls auf den unteren Profilabschnitt beschränkt ist und dabei in dessen basalem Teil ein ausgeprägtes Häufigkeitsmaximum besitzt.

Zur Gruppe 3 gehören auch

Eponides pygmeus (Hantken), welche fast nur,

und

Cassidulina carapitana Hedberg, welche ausschließlich in den basalen Teilen des unteren Profilabschnittes anzutreffen ist.

Auch die sehr seltene *Nonionella lobsannensis* (Andreae), die wegen ihrer Seltenheit nicht in den Diagrammen erscheint, ist nur im unteren Profilabschnitt zu finden.

Mit Vorbehalt werden *Nonionella jacksonensis* Cushman und *Loxostomum teretum* Cushman zur Gruppe 3 gestellt; beide Arten treten nur vereinzelt auf, sind jedoch nur im oberen kalkschalerreichen Profilabschnitt zu finden.

Von den Arten der Gruppe 4 erscheint ein großer Teil ihrer geringen Häufigkeit wegen nicht in den Diagrammen. Von den in den Diagrammen erscheinenden Vertretern dieser Gruppe seien als typische Beispiele genannt:

Glandulina laevigata (D'Orbigny)

Glandulina ozawai Cushman

Pyrulina cylindroides (Roemer)

Ramulina globifera Brady

Cibicides dutemplei (D'Orbigny).

Nach den Diagrammen 1 und 2 läßt sich zunächst eine Gliederung der Profile in drei Abschnitte durchführen. Die Diagramme 3 und 4 ermöglichen eine weitere Untergliederung. Die Grundzüge dieser Gliederung wurden vom Verfasser in einem anderen Zusammenhang schon früher angedeutet (Hausmann 1960).

Die Diagramme 1 und 2 lassen eine untere und eine obere kalkschalereiche Zone erkennen, die durch eine dazwischenliegende Zone getrennt wird, in der die Kalkschaler gegenüber sandschaligen Foraminiferen stark zurücktreten oder gänzlich fehlen; diese Zone wird als Sandschalerzone bezeichnet.

Die untere Kalkschalerzone hat in beiden Bohrungen eine Mächtigkeit von rund 24 m. Sie ist vor allem charakterisiert durch *Ceratobulimina contraria* (Reuss) und *Nonion buxovillanum* (Andreae), die fast in jeder Probe dieser Zone auftreten, in den darüberliegenden Profilen aber völlig fehlen. Sehr charakteristisch ist weiterhin die hohe relative Häufigkeit von *Turrilina alsatica* Andreae (s. a. Diagramme 3 und 4). Weiterhin ist *Cibicides pseudoungarianus* (Cushman) in dieser unteren Kalkschalerzone im Durchschnitt etwas häufiger als in der oberen Kalkschalerzone. Die in der oberen Kalkschalerzone häufige *Angulogerina gracilis* (Reuss) ist in der unteren Kalkschalerzone auffallend selten. Dagegen ist *Angulogerina gracilis germanica* Cushman & Edwards nur in der unteren Kalkschalerzone anzutreffen, und zwar gehäuft in den basalen Teilen derselben. *Valvulineria petrolei* (Andreae), die in der oberen Kalkschalerzone nur sehr vereinzelt zu finden ist, tritt in der unteren Kalkschalerzone zwar mit geringerer Häufigkeit, aber regelmäßig auf.

Die Kurve der absoluten Foraminiferenhäufigkeit schwankt in der unteren Kalkschalerzone sehr stark. In der unteren Hälfte dieser Zone sind stellenweise Horizonte eingeschaltet, die ein Zurücktreten der Kalkschaler und eine stärkere Beteiligung der Sandschaler zeigen. Diese Horizonte fallen stets mit Minimalwerten der Kurve der absoluten Foraminiferenhäufigkeit zusammen.

Die Sandschalerzone reicht in der Bohrung Prödel von 42,2 bis 23,2 m unter Gelände, in der Bohrung Zerbst von 55,1 bis 40,0 m unter Gelände. Sie ist durch die sehr deutliche Abnahme der absoluten Foraminiferenhäufigkeit gekennzeichnet. Diese Abnahme betrifft vor allem die Kalkschaler; sie können streckenweise völlig fehlen, wie z. B. in der Bohrung Zerbst zwischen 40 und 50 m unter Gelände. Der gesamte Fossilinhalt der Proben besteht dann nur aus Bruchstücken von röhrenförmigen, nicht genau bestimmbareren Sandschalern oder deren Steinkernen.

Die obere Kalkschalerzone wird im Hangenden beider Bohrungen durch das Pleistozän abgeschnitten; sie ist in der Bohrung Zerst vollständig erhalten und besitzt hier eine Mächtigkeit von 27,4 m. In dieser Zone dominieren wieder die Kalkschaler. Einschaltungen von Horizonten mit verarmter Fossilführung, wie sie in der unteren Kalkschalerzone vereinzelt zu finden sind, fehlen hier. Die Kurve der absoluten Foraminiferenhäufigkeit schwankt zwar auch, aber nicht so extrem wie in der unteren Kalk-

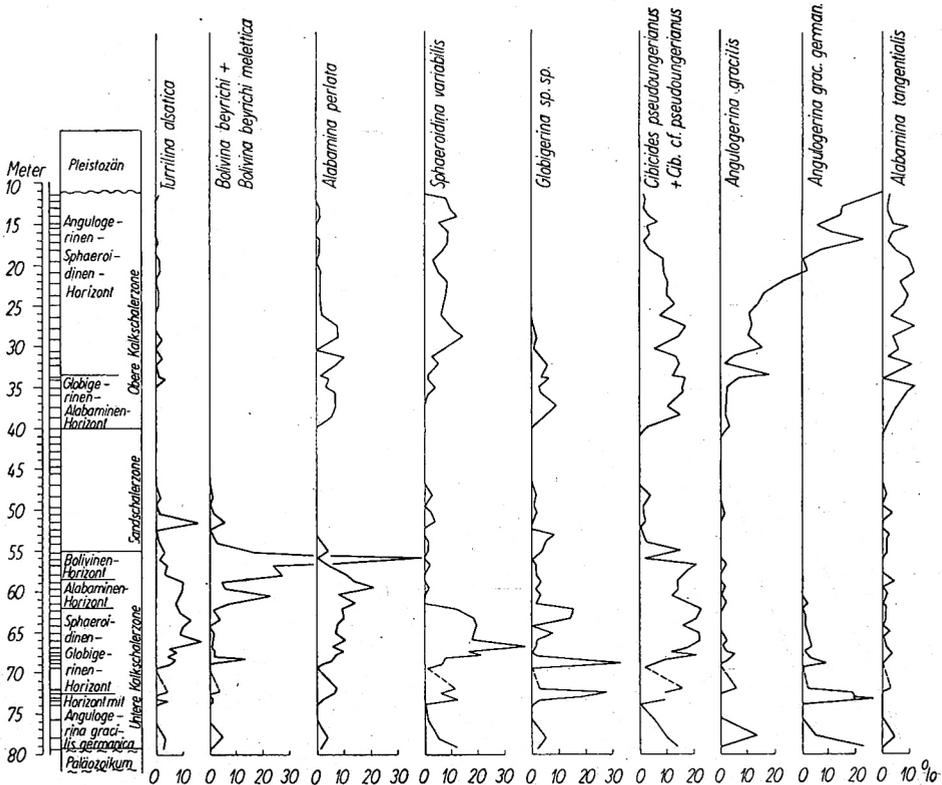


Diagramm 3. Relative Häufigkeit einiger wichtiger Foraminiferen in der Bohrung Zerst 1/57

schalerzone. Die obere Kalkschalerzone ist vor allem durch die von unten nach oben stark zunehmende Häufigkeit von *Angulogerina gracilis* (Reuss) gekennzeichnet. Auch *Alabamina tangentialis* (Clodius) und *Cassidulina oblonga* Reuss sind hier merklich häufiger, als in der unteren Kalkschalerzone. *Nonionella jacksonensis* Cushman und *Loxostomum teretum* Cushman wurden nur in der oberen Kalkschalerzone angetroffen; beide Formen sind allerdings recht selten.

Die untere und die obere Kalkschalerzone lassen sich nun unter Zuhilfenahme der in den Diagrammen 3 und 4 dargestellten Frequenzkurven einiger Foraminiferenarten noch weiter untergliedern.

Die untere Kalkschalerzone läßt sich in vier Horizonte unterteilen.

An der Basis liegt der Horizont mit *Angulogerina gracilis germanica*. Er besitzt in beiden Bohrungen eine Mächtigkeit von etwa 7 m und ist durch die Häufigkeitsmaxima von *Angulogerina gracilis germanica* Cushman & Edwards charakterisiert. Eine weitere kennzeichnende Form ist *Cassidulina carapitana* Hedberg, welche nur in den untersten zwei Metern dieses Horizontes auftritt und sonst im ganzen Profil fehlt. *Eponides*

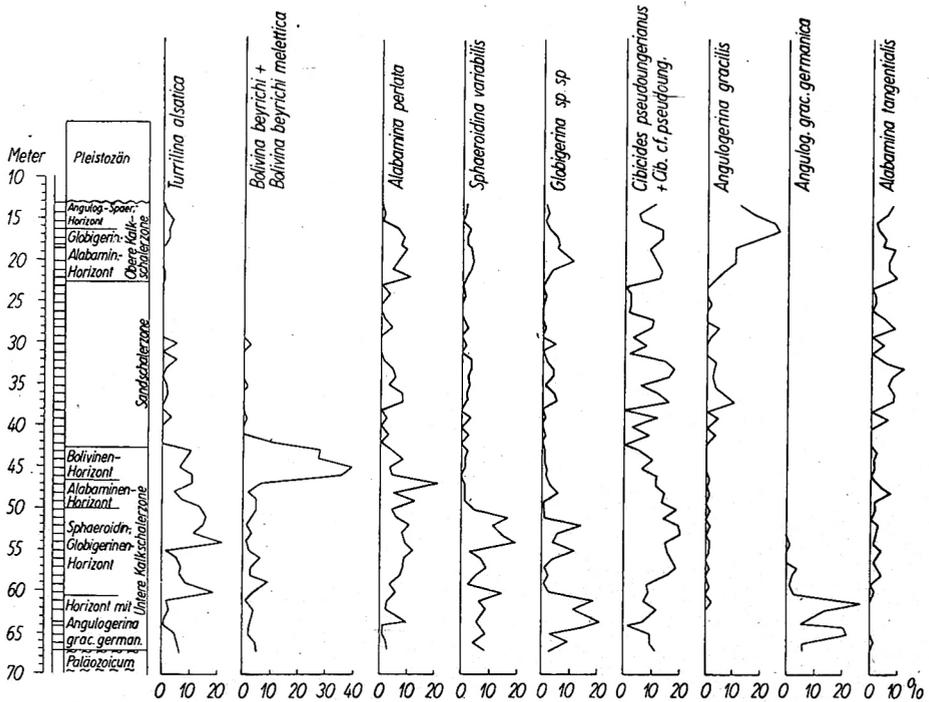


Diagramm 4. Relative Häufigkeit einiger wichtiger Foraminiferen in der Bohrung Prödel 1/56

pygmeus (Hantken) kommt fast nur in diesem Horizont vor; nur einmal wurde sie im oberen Teil der unteren Kalkschalerzone angetroffen. Die Grenze zwischen diesem Horizont mit *Angulogerina gracilis germanica* und dem darüber folgenden *Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizont* ist durch das steile Abfallen der Frequenzkurve von *Angulogerina gracilis germanica* nach ihrem oberen Maximum gegeben. Diese Grenze liegt in der Bohrung Prödel etwa bei 60,5 m, in der Bohrung Zerbst etwa bei 72,5 m unter Gelände.

Der nun folgende *Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizont* zeichnet sich durch Häufigkeitsmaxima von *Sphaeroidina variabilis* Reuss und *Globigerina* sp. sp. (zum größten Teil *Globigerina bulloides* D'Orbigny) aus. Die *Globigerinen* haben zwar schon im obersten Teil des Horizontes mit

Angulogerina gracilis germanica eine verhältnismäßig hohe relative Häufigkeit, die starke gleichzeitige Beteiligung von *Angulogerina gracilis germanica* erlaubt hier aber unschwer eine Zuordnung der Proben in den nach der letzteren Form benannten Horizont. Im Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizont ist *Angulogerina gracilis germanica* dagegen nur ganz untergeordnet vertreten und fehlt in den oberen Metern völlig. Auffällig ist das Vikariieren der Häufigkeitsmaxima von *Sphaeroidina* und *Globigerina*; diese Erscheinung wird im ökologischen Teil erklärt werden. Der Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizont hat in beiden Bohrungen eine Mächtigkeit von etwa 11 Metern. Die Grenze zum nächstfolgenden Horizont ist durch das sehr schnelle Absinken der Häufigkeit von *Sphaeroidina* nach dem obersten Häufigkeitsmaximum gekennzeichnet. Diese Grenze liegt in der Bohrung Prödel bei 50 m und in der Bohrung Zerbst bei 62 m unter Gelände.

Der Alabaminen-Horizont, der nun folgt, ist durch das Häufigkeitsmaximum von *Alabamina perlata* (Andreae) gekennzeichnet. Dieses Maximum ist nicht sehr stark ausgeprägt; *Alabamina perlata* kommt mit etwas niedrigeren Häufigkeiten auch schon im Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizont vor. *Sphaeroidina* und *Globigerina* treten jedoch im Alabaminen-Horizont nur noch sehr untergeordnet in Erscheinung, so daß eine sichere Unterscheidung des Alabaminen- von dem Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizont nicht schwer fällt. In beiden Bohrungen ist der Alabaminen-Horizont etwa 3,5 m mächtig. Seine Grenze gegen den darauffolgenden Horizont ist durch die nach dem Maximum stark absinkende Frequenzkurve von *Alabamina perlata* und die zugleich sehr steil ansteigende Frequenzkurve von *Bolivina* gegeben. Diese Grenze liegt in der Bohrung Prödel bei 46,5 m und in der Bohrung Zerbst bei 58,5 m unter Gelände.

Der darauffolgende Bolivinen-Horizont ist der markanteste Horizont im gesamten Septarientonprofil. Er ist durch das sehr ausgeprägte Maximum der Frequenzkurve von *Bolivina beyrichi melettica* Andreae gekennzeichnet. In der Bohrung Prödel werden 41 %, in der Bohrung Zerbst sogar 80 % relativer Häufigkeit erreicht. Gegenüber *Bolivina beyrichi melettica* treten die übrigen Arten stark zurück. Das so entstandene Faunenbild ist sehr charakteristisch, zumal die Bolivinen in den übrigen Teilen des Profils selten mehr als 5 % Häufigkeit erreichen und vielfach ganz fehlen. Nur in der Bohrung Zerbst tritt innerhalb des Alabaminen-Horizontes ein Nebenmaximum von *Bolivina* mit einer relativen Häufigkeit von 23 % auf; der Unterschied zu den 80 % des Bolivinen-Horizontes ist jedoch so stark, daß eine Verwechslung nicht möglich ist. Der Bolivinen-Horizont ist in beiden Bohrungen etwa 4 m mächtig. Er grenzt oben an die Sandschalerzone; diese Grenze liegt in der Bohrung Prödel bei 42,2 m, in der Bohrung Zerbst bei 55,1 m unter Gelände.

Eine Unterteilung der Sandschalerzone ist nicht möglich.

Die obere Kalkschalerzone läßt sich in zwei Horizonte gliedern: An der Basis liegt zunächst über der Sandschalerzone der Globigerinen-Alabaminen-Horizont. Dieser Horizont ist durch das Häufigkeitsmaximum der Globigerinen in der oberen Kalkschalerzone (etwa 10 %) bei gleichzeitiger Anwesenheit von *Alabamina perlata* (Andreae) (etwa 8 %) und *Alabamina tangentialis* (Clodius) (etwa 10 %) gekennzeichnet. Der relativ hohe

Anteil von *Alabamina tangentialis* erlaubt eine sichere Unterscheidung dieser Zone vom Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizont der unteren Kalkschaleralzone. Im oberen Teil des Globigerinen-Alabaminen-Horizontes beginnt die Frequenzkurve von *Angulogerina gracilis* anzusteigen. Das erste Maximum dieser Kurve markiert die Grenze des Globigerinen-Sphaeroidinen-Horizontes gegen den darüber folgenden Angulogerinen-Sphaeroidinen-Horizont. Diese Grenze liegt in der Bohrung Prödel bei 16,3 m, in der Bohrung Zerbst bei 33,6 m unter Gelände. Die Mächtigkeit des Globigerinen-Alabaminen-Horizontes beträgt in beiden Bohrungen 6,5 Meter.

Der nun folgende Angulogerinen-Sphaeroidinen-Horizont ist nur in der Bohrung Zerbst vorhanden; in der Bohrung Prödel wird die tertiäre Sedimentabfolge bereits an der Basis des Angulogerinen-Sphaeroidinen-Horizontes durch den pleistozänen Geschiebemergel abgeschnitten. Innerhalb des Horizontes ist ein stetiges Ansteigen der Häufigkeit von *Angulogerina gracilis* (Reuss) zu beobachten; im obersten Teil des Horizontes wird eine Häufigkeit von 60 % erreicht. Zugleich mit dem beginnenden Anstieg der Kurve von *Angulogerina gracilis* nimmt auch die Häufigkeit von *Sphaeroidina variabilis* deutlich zu; sie erreicht jedoch maximal nur 14 % und pendelt dann zwischen 5 und 10 %. Die Häufigkeit von *Cibicides pseudo-ungarianus* (Cushman), die an der Basis dieses Horizontes bei 15 % liegt, nimmt allmählich ab und beträgt im obersten Teil des Horizontes nur noch 1 %. Der Angulogerinen-Sphaeroidinen-Horizont wird in der Bohrung Zerbst bei 11 m unter Gelände durch den pleistozänen Geschiebemergel abgeschnitten; seine Mächtigkeit beträgt bis zu dieser Stelle 22,5 Meter.

Ein Vergleich der beiden Bohrungen zeigt, daß die ausgeschiedenen Zonen und Horizonte in ihren Mächtigkeiten sehr gut übereinstimmen. Oft stimmen sogar die Maxima und Minima der Frequenzkurven in beiden Bohrungen auf Bruchteile von Metern genau überein, so z. B. das Globigerinenmaximum im Globigerinen-Alabaminen-Horizont beider Bohrungen, oder die Maxima der Kurven von *Alabamina perlata* im Alabaminen-Horizont. Lediglich die Sandschaleralzone der Bohrung Prödel ist um knapp 4 m mächtiger als die der Bohrung Zerbst.

Zusammengefaßt ergibt sich folgende Gliederung der Septarientonabfolge im Untersuchungsgebiet:

| | |
|--------------------------|---|
| Obere Kalkschaleralzone | Angulogerinen-Sphaeroidinen-Horizont Globigerinen-Alabaminen-Horizont |
| Sandschaleralzone | |
| Untere Kalkschaleralzone | Bolivinen-Horizont Alabaminen-Horizont Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizont Horizont mit <i>Angulogerina gracilis germanica</i> |

Vergleich der stratigraphischen Ergebnisse mit anderen Gliederungen des Mitteloligozäns.

Für einen Vergleich mit der hier gewonnenen Gliederung kommen nur Profile in Betracht, bei denen das Mitteloligozän in geschlossener Folge mikropaläontologisch bearbeitet wurde. Leider fehlen solche Profile in der

näheren Umgebung des Untersuchungsgebietes. Auch aus dem weiten nord- und nordwestdeutschen Bereich liegen mit Ausnahme der Arbeit von Kiesel (1962) nur sehr allgemeine Angaben vor: Das Mitteloligozän ist dort z. T. beträchtlich mächtiger als in den Bohrungen Zerbst und Prödel; es erreicht im westlichen Mecklenburg bis zu 200 m (Wienholz 1958, S. 97). Im obersten Teil findet sich überall eine Zone mit viel Dentalinen, während in den tiefe-

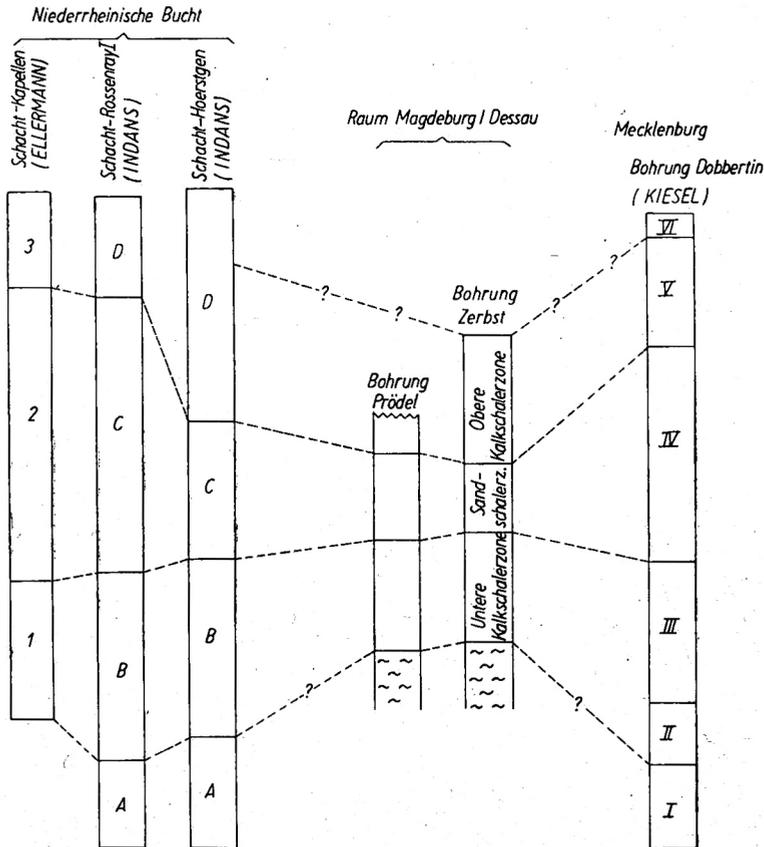


Abb. 1. Vergleich der Mitteloligozänprofile aus dem Raum Magdeburg-Dessau mit denen aus dem Niederrheingebiet und aus Mecklenburg

ren Schichten die Häufigkeit der Dentalinen sehr viel geringer ist und z. B. die Gattungen *Gyroidina*, *Epistomina*, *Eponides*, *Cibicides* u. a. mehr zur Geltung kommen (Staesche & Hiltermann 1940, S. 21). Diese Angaben genügen nicht, um sie für einen Vergleich mit der Gliederung im Raum Zerbst verwenden zu können.

Unter gewissen Einschränkungen ist ein Vergleich mit den von Indans (1957, 1958) und Ellermann (1958) erarbeiteten Gliederungen des Mitteloligozäns der Niederrheinischen Bucht möglich. In Abbildung 1 sind die drei wichtigsten Mitteloligozänprofile aus der Niederrheinischen

Bucht sowie das Rupelprofil der Bohrung Dobbertin (Mecklenburg) nach Kiesel (1962) den Bohrprofilen Zerbst und Frödel gegenübergestellt. Auch im Niederrheingebiet ist das Tertiär bedeutend mächtiger als im Untersuchungsgebiet. Die Gliederung des niederrheinischen Mitteloligozäns zeigt jedoch trotz der großen räumlichen Entfernung bemerkenswerte Parallelen zur Gliederung im Raum Zerbst. Die Gliederungen von Ellermann und Indans stimmen weitgehend überein, nur daß in dem von Ellermann bearbeiteten Schachtprofil Kapellen ein Äquivalent zu dem Horizont A nach Indans nicht ausgebildet ist. Wie man aus der Abbildung 1 erkennen kann, wird die untere Kalkschalerzone im Raum Zerbst mit den Horizonten A und B nach Indans parallelisiert. In beiden Räumen ist *Ceratobulimina contraria* (Reuss) auf diesen unteren Bereich der mitteloligozänen Sedimentabfolge beschränkt. Weitere Parallelen zu dem Häufigkeitsverhalten in den untersuchten Profilen sind: Die relativ starke Häufigkeit von *Turrilina alsatica* Andreae, *Alabama perlata* (Andreae) und *Sphaeroidina variabilis* Reuss in dem Horizont B (bzw. Horizont 1 nach Ellermann) und das ausschließliche Vorkommen von *Valvulinera petrolei* (Andreae) in den Horizonten A und B.

Es ist schwer zu entscheiden, ob die untersten Meter der unteren Kalkschalerzone dem Horizont A gleichzusetzen sind. Staesche & Hiltermann (1940) erwähnen das Vorkommen von fossilfreien Partien an der Basis des Mitteloligozäns in NW-Deutschland. Vielleicht ist das in den unteren Teilen der unteren Kalkschalerzone zu beobachtende Auftreten fossilarmer Horizonte als Äquivalent dazu und auch zu dem Horizont A zu betrachten, wie in Abbildung 1 angedeutet. Es wäre aber auch denkbar, daß ein Äquivalent zu dem Horizont A in den Bohrungen des Raumes Zerbst fehlt. Dann wäre die Basis des Septarientones im Raum Zerbst etwa mit der Grenze zwischen den Horizonten A und B nach Indans gleichzusetzen.

Der Horizont C nach Indans (bzw. der Horizont 2 nach Ellermann) dürfte etwa der Sandschalerzone entsprechen. Auch in der Niederrheinischen Bucht können innerhalb dieses Bereiches gelegentlich Einschaltungen mit kalkschaligen Foraminiferen beobachtet werden, so z. B. in dem Profil des Schachtes Rossenray I. Ob die Begrenzungen der fossilarmen Bereiche chronologisch übereinstimmen, ist naturgemäß nicht ganz sicher zu sagen, denn die fossilarmen Bereiche sind sicher auf eine Verschlechterung der Lebensbedingungen zurückzuführen, und lokale paläogeographische Bedingungen wirken hier gewiß modifizierend; im großen aber dürften diese Bereiche doch einander entsprechen.

Schließlich ist anzunehmen, daß die obere Kalkschalerzone einem Teil des Horizontes D nach Indans (= Horizont 3 nach Ellermann) entspricht. Im Horizont D ist besonders in den oberen Teilen ein gehäuftes Auftreten von Dentalinen und Robulinen zu verzeichnen. Etwas Entsprechendes ist in der oberen Kalkschalerzone nicht zu beobachten. Das Dentalinen-Robulinen-Maximum an der Oberkante des Mitteloligozäns ist jedoch regional sehr weit verbreitet. Man kann daher mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, daß entsprechende Sedimente ursprünglich auch im Untersuchungsgebiet zur Ablagerung kamen, dann aber der erosiven Tätigkeit des pleistozänen Eises zum

Opfer fielen. Daher kann man die obere Kalkschalerzone so, wie sie jetzt noch erhalten ist, nur mit einem Teil des Horizontes D parallelisieren.

Auch die Gliederung des Rupel der Bohrung Dobbertin (Kiesel 1962) läßt sich z. T. mit der in dieser Arbeit dargestellten Gliederung vergleichen. Vor allem ist es der als Verarmungszone ausgebildete Horizont IV von Dobbertin, der mit der Sandschalerzone der Bohrungen Zerbst und Prödel verglichen werden kann. Die kalkschalerreichen Abschnitte von Dobbertin weisen dagegen in ihrer Faunenzusammensetzung merkliche Abweichungen auf. Für eine Parallelisierung mit Dobbertin ist wichtig, daß auch dort *Ceratobulimina contraria* (Reuss) nur unterhalb der Verarmungszone auftritt und an der Grenze zwischen den Horizonten III und IV erlischt.

Ein Vergleich der Gliederung im Raum Magdeburg/Dessau mit dem Mitteloligozän des Rheintalgrabens und des Mainzer Beckens ist nur sehr bedingt möglich. Die paläogeographische Situation dieses Bereiches läßt Sedi-mentationsbedingungen erwarten, die von denen im Untersuchungsgebiet stark abweichen. Aus jüngerer Zeit sind vor allem die Arbeiten von Weber (1951) aus dem Rheintalgraben sowie von Doebl (1954) und Thursch (1956) aus dem Mainzer Becken anzuführen, die im Gegensatz zu Indans und Ellermann mit quantitativen Methoden arbeiteten und so zu recht detaillierten Gliederungen gelangten. Trotz der sehr unterschiedlichen paläogeographischen Situation lassen sich doch einige Parallelen zwischen dem Untersuchungsgebiet und dem Mainzer Becken und seiner Umgebung erkennen, auf die im folgenden kurz hingewiesen werden soll.

Das Mitteloligozän im Rheintalgraben und im Mainzer Becken wird gegliedert in:

| | |
|--|--------------------------------------|
| Ob. Rupelton | Melettaschichten |
| Unt. Rupelton (Septarienton i. e. S.) | Fischschiefer Foraminiferenmergel |

Die Abfolge — foraminiferenreicher basaler Abschnitt (Foraminiferenmergel) und darüber folgender fossilärmer bzw. -freier Abschnitt (Fischschiefer) — erinnert an die Folge untere Kalkschalerzone — Sandschalerzone, während die sich im Fossilinhalt der Melettaschichten des oberen Rupel (Ostrakoden, massenhaft Milioliden) ausdrückende allmähliche Aussüßung deutlich andere Verhältnisse anzeigt. Bemerkenswert ist das Auftreten von *Ceratobulimina contraria* (Reuss), die im Unterelsaß nur in der oberen Hälfte des Foraminiferenmergel vorkommt (Barbier 1938, S. 21). Die stratigraphische Bedeutung dieser Art zeigt sich darin, daß sie im Untersuchungsgebiet wie auch in der Niederrheinischen Bucht nur im unteren Abschnitt des Mitteloligozäns vorkommt. Es kann daher angenommen werden, daß der Foraminiferenmergel etwa der unteren Kalkschalerzone entspricht.

Ökologische Folgerungen

Die ökologische Auswertung tertiärer Foraminiferengemeinschaften ist dadurch erschwert, daß die Lebensbereiche der einzelnen Arten oft nur ungenügend bekannt sind. Eine gute Zusammenstellung der gegenwärtig verfügbaren ökologischen Daten einer Anzahl von auch im mitteleuropäischen

Mitteloligozän auftretenden Foraminiferen gibt Beckmann (1953, S. 314–321). Sofern nicht anders zitiert ist, wird im Folgenden auf diese Angaben Bezug genommen.

Bettenstaedt (1949, S. 168) stellt für den normalen Septarienton eine Anzahl von faunistischen und petrographischen Elementen zusammen, die für die bionomische Bewertung von Wichtigkeit sind und die daher hier angeführt sein sollen:

- a) Die tonige Fazies (mit nur vereinzelt Quarz- und Glaukonitkörnern im Schlämmrückstand) deutet auf ruhiges Bodenwasser und im Zusammenhang mit dem stärkeren Glaukonitgehalt im Randgebiet auf relativ größere Wassertiefe.
- b) Der starke Kalkgehalt weist auf Vorhandensein von Sauerstoff und nicht zu geringe Temperaturen hin.
- c) Der stellenweise hohe Pyrit-Gehalt spricht für lokal stärkere H₂S-Produktion und für lokale Stillwasserbedingungen mit geringem O₂-Gehalt.
- d) Reiche bethonische kalkschalige Foraminiferen-Faunen deuten auf einen relativ hohen O₂-Gehalt.
- e) Nur vereinzelte Funde von Milioliden in Verbindung mit seltenem Auftreten von *Rhizammina* und *Ammodiscus* zeigen mittlere Temperaturen an.
- f) Wenige planktonische Globigerinen, nektonische Fischreste und nicht seltene Pteropoden-Funde sprechen für nicht allzu unruhiges Bodenwasser. Das Fehlen von Radiolarien-Plankton dürfte dagegen klimatisch bedingt sein.
- g) Einzelfunde von Muscheln, ihre zweiklappige Erhaltung oder Überlieferung in Lebensstellung deuten auf einen strömungsarmen Meeresboden.

Bettenstaedt schließt hieraus auf eine Wassertiefe von etwas mehr als 60 m.

Die von Bettenstaedt angeführten Punkte treffen ganz allgemein auch für das Untersuchungsgebiet zu. Es lassen sich jedoch in der vertikalen Abfolge einige graduelle Unterschiede erkennen, welche auf ein Schwanken der ökologischen Bedingungen schließen lassen. Auch muß wohl für Teile des Septarientones eine etwas größere Ablagerungstiefe angenommen werden.

Eine genaue Ermittlung der Ablagerungstiefe wird dadurch sehr erschwert, daß für eine Anzahl der im Septarienton relativ häufigen Foraminiferen keine bathymetrischen Werte bekannt sind, so z. B. für *Turrilina alsatica* Andreae, *Alabamina tangentialis* (Clodius), *Alabamina perlata* (Andreae) u. a. Die ebenfalls ziemlich stark vertretenen *Cibicides*-Arten haben eine sehr große bathymetrische Reichweite (und sind vermutlich gerade deshalb in fast allen Proben relativ häufig zu finden), wodurch ihr ökologischer Aussagewert sehr eingeschränkt wird.

Das auffallendste Merkmal des tiefsten Abschnittes der untersuchten Profile (Horizont mit *Angulogerina gracilis germanica*) ist das Fehlen jener mehr oder weniger mächtigen sandigen basalen Teile, die nördlich und auch südlich des Untersuchungsgebietes fast überall nachweisbar sind und dort als Transgressionshorizont des mitteloligozänen Meeres angesehen werden. Daß diese sandigen Basalpartien im Untersuchungsgebiet fehlen, hängt mit der paläogeographischen Situation zusammen: In beiden Bohrungen liegt der Septarienton unmittelbar auf dem paläozoischen Untergrund des Flechtinger

Höhenzuges. Noch im Obereozän bildete diese paläozoische Scholle eine Halbinsel, die, im Südosten entspringend, nach Nordwesten bis in den Raum von Magdeburg reichte (Krutzsch & Lotsch 1958). Weiterhin konnte eine postmitteloligozäne tektonische Aktivität dieser Scholle nachgewiesen werden (Hausmann 1960). Man kann annehmen, daß sie auch zu Beginn der Transgression des mitteloligozänen Meeres etwas über ihre Umgebung herausgeragt hat und eine gewisse Zeit noch als Halbinsel bestand. Als sie dann bei einer weiteren Senkung des Beckens ebenfalls überflutet wurde, befand sie sich bereits in einer verhältnismäßig küsternen Region, und es konnte auf der schmalen Scholle nicht mehr zur Ausbildung eines eigentlichen sandigen Transgressionshorizontes kommen. Für diese Annahme spricht auch die gleich zu Beginn der Sedimentation ziemlich große Häufigkeit der *Buliminidae* (vor allem von *Angulogerina* und später auch *Turritina*). Die *Buliminidae* haben eine sehr große Tiefenverbreitung, sind aber in küstennahen Gewässern meist selten. Nach Norton (1930) findet sich vor der Küste von Florida die größte Individuenhäufigkeit der *Buliminidae* in der Tiefenzone B (9–110 m). Die Skulpturierung von *Angulogerina gracilis germanica* läßt auf einen nicht zu geringen Kalkgehalt des Wassers schließen. Auch die *Petrofazies* und die parallele Faunenabfolge, die sich in der ganzen unteren Kalkschaleralzone beider Bohrungen beobachten läßt, deutet auf eine von Anfang an relativ ruhige und küsternen Sedimentation hin. Die gelegentlich stark schwankende absolute Häufigkeit der Foraminiferen zeigt keinen Zusammenhang mit den Schwankungen der prozentualen Zusammensetzung der benthonischen Foraminiferenfauna. Daher kommen Änderungen der Tiefe als Ursachen für diese Schwankungen nicht in Betracht. Dagegen ist in einigen Fällen ein deutlicher Zusammenhang mit dem Auftreten planktonischer Foraminiferen zu erkennen. Es ist daher anzunehmen, daß die Schwankungen der absoluten Häufigkeit der Foraminiferen durch variable Strömungsverhältnisse bedingt sind.

Der Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizont weist sich durch den hohen prozentualen Anteil an planktonischen Foraminiferen als ein Zeitabschnitt aus, in dem eine optimale Verbindung mit dem offenen Meer bestanden haben muß. Zugleich wird für diesen Zeitabschnitt ein weiteres Absinken des Meeresbodens angenommen. Darauf deutet vor allem die relativ hohe Beteiligung von *Sphaeroidina variabilis* Reuss. Die mit dieser Form sehr nahe verwandte bzw. mit ihr idente *Sphaeroidina bulloides* D'Orbigny besitzt nach Galloway (1933) eine Tiefenausdehnung von 68–3800 m und wird im Atlantik am häufigsten zwischen 900 und 1800 m (Cushman 1918–1932), vor der kalifornischen Küste unter 1800 m (Natland 1933) angetroffen. Wenn auch derart große Tiefen für den Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizont nicht anzunehmen sind, dagegen spricht schon die, wenn auch nur geringe Beteiligung von Milioliden und Lenticulinen, so ist es doch wahrscheinlich, daß die Meerestiefe größer war, als dies Bettenstaedt annahm. Diese Vertiefung des Beckens und die gleichzeitig zu beobachtende Verbesserung der Verbindung mit dem offenen Meer kann als einheitlicher geologischer Vorgang angesehen werden.

Die Diagramme 3 und 4 lassen einen gegensinnigen Verlauf der Häufigkeitsschwankungen von *Globigerina* und *Sphaeroidina* erkennen. Wenn man

jedoch die Schwankungen der absoluten Häufigkeit beider Arten betrachtet (Diagramm 5), dann zeigt sich, daß die beiden Kurven durchaus gleichsinnig verlaufen und daß dabei, wie zu erwarten, die planktonischen Globigerinen deutlich stärkere Häufigkeitsschwankungen ausführen als die benthonischen Sphaeroidinen. Zugleich deutet sich hier der schon oben erwähnte Zusammenhang zwischen den Meeresströmungen und den Schwankungen der absoluten Häufigkeit der Bodenfauna an.

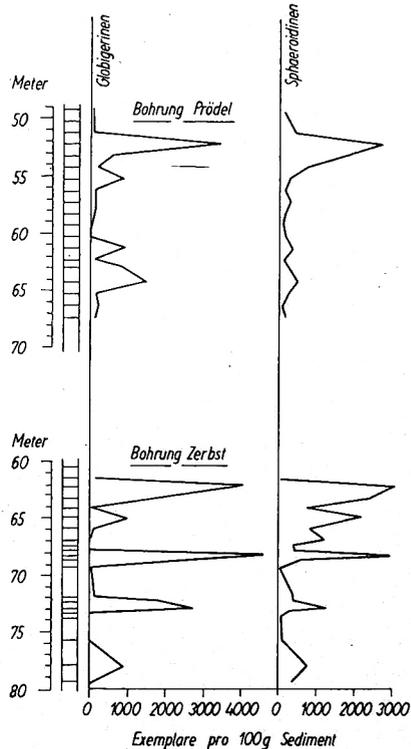


Diagramm 5.

Verlauf der absoluten Häufigkeit von *Globigerina* und *Sphaeroidina*.

Im Alabaminen-Horizont deutet die Abnahme der relativen Häufigkeit von *Globigerina* auf eine leichte Beeinträchtigung der Verbindung mit dem offenen Meer. Auch *Sphaeroidina* geht stark zurück. Ob letzteres auf Tiefen- bzw. Temperaturänderungen zurückzuführen ist, läßt sich nicht entscheiden, denn von den hier am häufigsten auftretenden Arten sind keine ökologischen Daten bekannt. Da aber *Alabamina perlata* auch im Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizont schon relativ häufig vertreten war, wird keine wesentliche Änderung der Ablagerungstiefe angenommen. Da die Meeresverbindung nicht mehr so gut war, könnte man auch daran denken, daß dadurch die Sauerstoffversorgung des bodennahen Wassers bereits leicht beeinträchtigt wurde.

Das sehr charakteristische Bolivinenmaximum hat eine aufschlußreiche Parallele im Rupel des Rheintalgrabens (Weber 1951). Dort beginnt der

untere Rupelton mit dem fossilreichen Foraminiferenmergel, der dann durch allmählich zunehmenden Sauerstoffmangel und Vergiftung des Bodenwassers durch H_2S in den sapropelitischen Fischeschiefer übergeht. Dabei verkümmert die Bodenfauna nach und nach und verschwindet bis auf geringe Reste. In Fischeschiefer kommt es dabei zur Ausbildung zweier scharfer Maxima der relativen Häufigkeit von *Bolivina beyrichi*. Wie noch gezeigt wird, muß auch die über dem Bolivinen-Horizont folgende Sandschalerzone als ein Zeitabschnitt sehr stark verschlechterter Lebensbedingungen angesehen werden. Man kann daher vermuten, daß das massenhafte Auftreten von *Bolivina beyrichi* ein Zeichen für abnehmenden Sauerstoffgehalt des Bodenwassers und eine zunehmende H_2S -Verseuchung ist. Der *Bolivinen*-Horizont leitet somit ökologisch zu der fossilarmen Sandschalerzone über.

Die Verschlechterung der Lebensbedingungen ist in der Sandschalerzone sehr deutlich an dem krassen Rückgang der absoluten Foraminiferenhäufigkeit zu erkennen. Da ähnliche Erscheinungen auch in der Niederrheinischen Bucht (Horizont C nach Indans und Horizont 2 nach Ellermann) und im Mainzer Becken und seiner Umgebung festzustellen sind, ist anzunehmen, daß es sich hierbei um eine weitverbreitete Erscheinung handelt.

In der Bohrung Zerbst finden sich in dieser Zone neben *Glomospira charoides* (Jones & Parker) hauptsächlich Bruchstücke röhrenförmiger Sandschaler, die zwar nicht genau bestimmbar sind, aber jedenfalls zu den Familien *Rhizamminidae* und *Hyperaminidae* gestellt werden können. Die Angehörigen dieser Familien, wie auch *Glomospira charoides*, gelten als Kaltwasserformen, die vorzugsweise in tieferem Wasser leben, wengleich sie auch eine weite bathymetrische Verbreitung besitzen. Ferner sind diese Formen gegen Sauerstoffmangel weniger empfindlich, als die meisten Kalkschaler. Die Schlämmrückstände haben in diesem Bereich verschlechterter Lebensbedingungen einen etwas höheren Pyritgehalt als in den Kalkschalerzonen. Es ist daher zu vermuten, daß zur Zeit der Sedimentation der Sandschalerzone eine Verschlechterung der Verbindung zum offenen Meer erfolgte, die besonders in den tieferen Wasserschichten eine merkliche Verringerung der Strömungen bewirkte. Dies wiederum hatte eine schlechtere Durchlüftung und Nährstoffversorgung und vielleicht auch ein Absinken der Wassertemperaturen in Meeresbodennähe zur Folge, wodurch die auffallenden Veränderungen im Faunenbild bewirkt wurden. Der etwas höhere Pyritgehalt deutet darauf hin, daß es dabei auch zu einem Ansteigen des Reduktionshorizontes in höhere Bereiche des Meeresbodens kam. In analoger Weise deutet Thursch (1956, S. 228) das Erlöschen der Foraminiferenfauna an der Grenze vom unteren Rupel (Foraminiferenmergel) zum mittleren Rupel (Fischeschiefer) im Mainzer Becken. In diesem Zusammenhang muß auch erwähnt werden, daß in beiden Bohrungen die Seeigelstacheln stets dann fehlen, wenn auch die kalkschaligen, benthonischen Foraminiferen aussetzen. Dagegen sind Fischeschuppen in allen Proben der Sandschalerzone anzutreffen (Diagramme 1 und 2). Vermutlich wurden die benthonisch lebenden Seeigel ebenso wie die Foraminiferen von der Verseuchung des Bodenwassers betroffen, während die in den höheren, gut durchlüfteten Wasserschichten lebenden Fische davon unberührt blieben.

Da es sich bei diesem fossilarmen Bereich um eine regional weitverbreitete Erscheinung handelt, liegt die Vermutung nahe, daß es im Verlaufe der nach Norden weisenden Verbindung des mitteleuropäischen Rupelbeckens mit dem offenen Meer zur Hebung von Barren kam, was einen Austausch des Tiefenwassers mit dem offenen Meer stark beeinträchtigte. Vermutlich wurden auch die oberflächennahen Strömungen hiervon betroffen, denn die planktonischen Foraminiferen sind in diesem Bereich sehr selten oder fehlen ganz. Anzeichen für Verbrackungserscheinungen sind jedoch nicht festzustellen.

Die Verschlechterung der Lebensbedingungen ist in der Bohrung Prödel nicht ganz so scharf ausgeprägt wie in der Bohrung Zerbst. Das gleiche findet sich auch in der Niederrheinischen Bucht im Schachtprofil Rossenray I, wo innerhalb des Horizontes C foraminiferenreichere Lagen eingeschaltet sind. Diese lokalen Unterschiede beeinträchtigen das Gesamtbild einer fossilarmen Zone jedoch kaum; sie sind möglicherweise auf Reliefunterschiede des Meeresbodens zurückzuführen. Auch schwache, noch vorhandene Strömungen können zur Ausbildung lokaler Besonderheiten beitragen, denn zumal wenn sich der Reduktionshorizont etwa in Höhe des Meeresbodens befindet, werden die ökologischen Bedingungen schon durch ein geringfügiges Heben oder Senken des Reduktionshorizontes merklich verändert werden. Eine Abnahme der Tiefe während der Bildung der Sandschalerzone ist nicht anzunehmen. Das stellenweise stärkere Hervortreten von *Pullenia bulloides* (besonders in der Bohrung Zerbst) deutet eher auf das Gegenteil hin, wie ja auch die Sandschaler auf niedrige Wassertemperaturen hinweisen. Mit dem Beginn der oberen Kalkschalerzone findet der Zeitabschnitt der ungünstigen ökologischen Bedingungen seinen Abschluß.

Der an der Basis der oberen Kalkschalerzone liegende Globigerinen-Alabaminen-Horizont läßt sich ökologisch etwa mit dem Alabaminen-Horizont der unteren Kalkschalerzone vergleichen. *Globigerina* tritt hier wieder stärker hervor; dies zeigt, daß der ökologische Umschwung an der Grenze Sandschalerzone / obere Kalkschalerzone vermutlich mit einer Verbesserung der Verbindung mit dem offenen Meer zusammenhängt.

Der nun folgende Angulogerinen-Sphaeroidinen-Horizont ist durch eine stetig zunehmende relative Häufigkeit von *Angulogerina gracilis* gekennzeichnet. Da über die Ökologie von *Angulogerina gracilis* nichts bekannt ist, läßt sich dies nicht unmittelbar erklären. Man kann aber annehmen, daß das Meer zur Zeit des Angulogerinen-Sphaeroidinen-Horizontes allmählich etwas flacher und wärmer wurde. Berippte Formen, wie *Angulogerina gracilis*, verlangen zur Ausbildung ihrer Skulptur einen genügend hohen Kalkgehalt des Meerwassers (Friese 1951, S. 34). Da Kalk aus wärmerem Wasser leichter als aus kaltem ausgeschieden wird, würden sich mit zunehmender Erwärmung und Verflachung auch die Lebensbedingungen für *Angulogerina gracilis* allmählich verbessern. Ein weiterer Hinweis auf eine leichte Verflachung bzw. Erwärmung ist die im obersten Profilabschnitt zu beobachtende Zunahme der relativen Häufigkeit von *Nonion affine* (Reuss); vielleicht wird dadurch zugleich auch eine leichte Verringerung der Salinität angedeutet (Larsen & Dinesen 1959, S. 108). Diese Annahme findet eine gewisse Unter-

stützung darin, daß planktonische Foraminiferen in diesem obersten Profilabschnitt völlig fehlen; dagegen treten dort Ostrakoden auf, zwar nur in sehr geringer Anzahl, in der unteren Kalkschalerzone fehlen sie aber fast völlig.

Die zuletzt angedeutete ökologische Entwicklung, die in den beiden Bohrprofilen leider nicht weiter zu verfolgen ist, würde schließlich zur Ausbildung eines relativ flachen Meeresbeckens mit gut durchwärmtem und eventuell schwach brackigem Wasser führen. Solche ökologischen Verhältnisse müssen aber für die Zeit des sogenannten Dentalinen-Robulinen-Optimums angenommen werden, welches in weiten Teilen von Nord- und Nordwestdeutschland den höchsten Abschnitt des Septarientones bildet. Man kann annehmen, daß dieses Dentalinen-Robulinen-Optimum auch im Untersuchungsgebiet ursprünglich den Abschluß der Septarientonfolge gebildet hat.

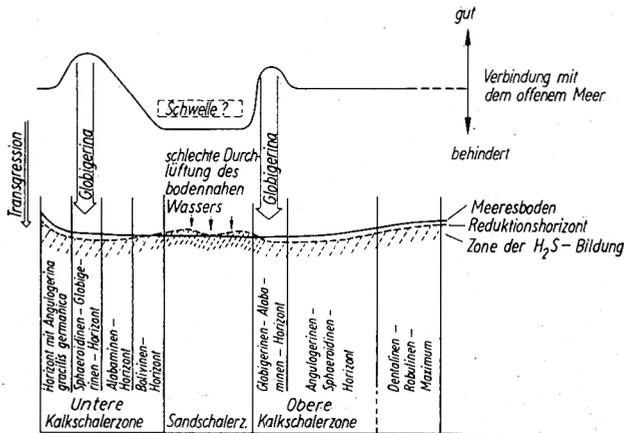


Abb. 2. Ökologische Verhältnisse während der Bildung des Septarientones im Raum zwischen Magdeburg und Dessau

Kurz zusammengefaßt läßt sich somit der folgende Ablauf der ökologischen Verhältnisse während der Sedimentation des Septarientones im Untersuchungsgebiet annehmen (s. Abb. 2). Nach erfolgter Überflutung zu Beginn des Mitteloligozäns sank der Meeresboden noch weiter ab und erreichte seine tiefste Lage vermutlich schon zur Zeit des Sphaeroidinen-Globigerinen-Horizontes. Das reichliche Auftreten von Globigerinen deutet darauf hin, daß zu dieser Zeit eine optimale Verbindung mit dem offenen Meer bestand. Eine Verschlechterung dieser Verbindung deutet sich im Bolivinen-Horizont an und ist während der Sandschalerzone deutlich ausgeprägt. Infolge schlechter Durchlüftung des Bodenwassers kam es hier vielerorts zu einem Ansteigen des Reduktionshorizontes an die Oberfläche des Meeresbodens oder auch darüber, wodurch die Lebensbedingungen für die Bodenfauna sehr verschlechtert wurden. Zu Beginn der oberen Kalkschalerzone besteht erneut gute Verbindung mit dem offenen Meer, was den zweiten Globigerinenvorstoß zur Folge hat; damit verbesserten sich auch

wieder die Lebensbedingungen für die benthonische Foraminiferenfauna. Im höheren Teil der oberen Kalkschalerzone kann man eine langsam zunehmende Verflachung annehmen, die dann zu jenen ökologischen Bedingungen führte, unter denen sich das im Untersuchungsgebiet nicht mehr vorhandene Dentalinen-Robulinen-Optimum entfalten konnte.

Zusammenfassung

Auf Grund der Häufigkeitsschwankungen der Foraminiferen und der begrenzten stratigraphischen Reichweite einiger weniger Formen läßt sich der Septarienton im Raum zwischen Magdeburg und Dessau in drei Abschnitte gliedern: Eine untere und eine obere Kalkschalerzone, die beide sehr fossilreich sind und eine dazwischenliegende Sandschalerzone mit sehr stark reduzierten Foraminiferenhäufigkeiten. Die untere Kalkschalerzone kann weiterhin in vier, die obere in zwei Horizonte unterteilt werden.

Diese Gliederung des Septarientones läßt sich in ihren Grundzügen mit der Gliederung des Mitteloligozäns im Niederrheingebiet und in Mecklenburg vergleichen.

Während der Sedimentation der unteren Kalkschalerzone bestand wenigstens zeitweise eine relativ gute Verbindung mit dem offenen Meer, und die gute Durchlüftung des Bodenwassers erlaubte die Entfaltung eines reichen Benthos. Zur Zeit der Sandschalerzone kam es, vermutlich durch eine Behinderung der Verbindung mit dem offenen Meer, zu einer Vergiftung des Bodenwassers, wodurch die benthonische Fauna sehr beeinträchtigt wurde. Mit dem Beginn der oberen Kalkschalerzone wurde die Verbindung mit dem offenen Meer wieder besser, und es entfaltete sich erneut eine reiche Bodenfauna.

Schrifttum

- Beckmann, J. P.: Die Foraminiferen der Oceanic Formation (Eocän-Oligocän) von Barbados, Kl. Antillen. *Eclogae Geol. Helvetiae* **46** (1953) 301—412.
- Bettenstaedt, F.: Paläogeographie des nordwestdeutschen Tertiärs. *Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland, Hannover-Celle* 1949, 143—171.
- Doehl, F.: Mikrofaunistische Untersuchungen an der Grenze Schleichsand-Rupelton (Mitteloligozän) im Mainzer Becken. *Notizbl. Hess. Landesamt Bodenforsch. Wiesbaden* **82** (1954) 57—111.
- Galloway, J. H.: *A Manual of Foraminifera*. Bloomington Indiana 1933.
- Grunert, B.: Die Foraminiferen des im Tagebau Edderitz/Kreis Köthen aufgeschlossenen Rupeltonprofils unter besonderer Berücksichtigung der ökologischen und faziellen Wechselbeziehungen. *Freib. Forsch.* **C 86** (1960).
- Hausmann, H. E.: Über die Möglichkeit, geringe Bodenbewegungen aus paläontologischen Daten zu folgern. *Internat. Geol. Congr., Rep. of the 21. Session, Part VI, Copenhagen* 1960, 56—63.
- Hausmann, H. E.: Foraminiferenfauna und Feinstratigraphie des mitteloligozänen Septarientones im Raum zwischen Magdeburg und Dessau. *Diss. Univ. Halle-Wittenberg, Halle* (1962).

- Hausmann, H. E.: Foraminiferenfauna und Feinstratigraphie des mitteloligozänen Septarientones im Raum zwischen Magdeburg und Dessau; Teil I: Die Foraminiferenfauna. *Hercynia* 1 (1964) 314—419.
- Hecht, F. E.: Grundsätzliches zur Mikropaläontologie. Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland, Hannover-Celle 1949.
- Hiltermann, H.: Klassifikation der natürlichen Brackwässer. Erdöl und Kohle 2 (1949) 2—4.
- Hiltermann, H.: Die wichtigsten Ergebnisse der mikropaläontologischen Arbeiten in Nordwestdeutschland. Erdöl u. Tektonik in Nordwestdeutschland, Hannover-Celle 1949.
- Krutsch, W., und D. Lotsch: Übersicht über die paläogeographische Entwicklung des zentraleuropäischen Alttertiärs. *Ber. Geol. Gel. DDR* 3 (1958) 99—110.
- Larsen, G., und A. Dinesen: Vejle Fjord Formationen ved Brejning. *Danmarks Geologiske Undersøgelse* 82, 2. Række (1959).
- Natland, M. L.: The temperature- and depth-distribution of some recent and fossil Foraminifera in the Southern California Region. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr., Techn. Ser.* 3, 10 (1930) 225—230.
- Norton, R. D.: Ecologic relations of some Foraminifera. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr., Techn. Ser.* 2 (1930) 331—388.
- Staesche, K., und H. Hiltermann: Mikrofaunen aus dem Tertiär Nordwestdeutschlands. *Abh. Reichsst. Bodenforsch., N. F.*, 201 (1940).
- Taubert, W.: Foraminiferen-Statistik zur Gliederung des turonen Plänermergels von Dresden. *N. Jb. Min. Geol.; Abt. B, Beil.* 86 (1942) 99—161.
- Voorthuysen, J. H. van: The quantitative Distribution of the Pleistocene, Pliocene and Miocene Foraminifera of boring Zaandam (Netherlands). *Mededel. Geol. Stichting, N. S.* 4 (1950) 51—72.
- Voorthuysen, J. H. van: The quantitative Distribution of the Plio-Pleistocene Foraminifera. *Mededel. Geol. Stichting, N. S.* 4 (1950) 1—50.
- Weber, H.: Mikropaläontologische Untersuchungen im Tertiär des Rheintalrandes bei Wiesloch in Baden. *Erdöl und Kohle* 4 (1951) 543—549.
- Wienholz, E.: Über die Gliederung des Alttertiärs im westlichen Mecklenburg. *Ber. Geol. Ges. DDR* 3 (1958) 90—98.

Dr. Hellmut E. Hausmann,
402 Halle, Fischer-von-Erlach-Straße 56