

Geol. Paläont. Westf.	6	<b>23 S.</b> 50-72	6 Abb. 4 Taf.	Münster August 1986
--------------------------	---	-----------------------	------------------	------------------------

## **Planktonische Foraminiferen zwischen Ober-Alb und Mittel-Turon im Ruhrgebiet**

Clemens Frieg\*

### **Kurzfassung:**

Es werden mächtigkeitsreduzierte, zumeist grünsandige Kreideprofile im Ruhrgebiet nach planktonischen Foraminiferen gegliedert. Auf der einen Seite können deutliche Parallelen zu den Gliederungen in Nordfrankreich (ROBASZYNSKI & AMEDRO 1980) und Belgien (MOORKENS 1969) nachgewiesen werden, andererseits ist auch eine deutliche Faziesabhängigkeit der Planktoner vorhanden, die palökologische Aussagen ermöglicht.

### **Planctonic foraminifera from Upper Albian to Middle Turonian in the Ruhr-district**

### **Abstract:**

Cretaceous sections in the Ruhr-district, mostly sandy and glauconitic are stratigraphically subdivided by means of planctonic foraminifera. On the one hand there are distinct parallels to the subdivisions in northern France (ROBASZYNSKI & AMEDRO 1980) and Belgium (MOORKENS 1969). On the other hand palaeological statements are possible in regards to the clear facies-dependency of the planctonics.

### **Vorwort**

Die vorliegende Arbeit ist der Versuch einer mikropaläontologischen Eichung von routinemäßig durchgeführten lithostratigraphischen Gliederungen. Die hier vorgestellten Profile wurden alle durch das Institut für Angewandte Geologie der Westfälischen Berggewerkschaftskasse ingenieurgeologisch oder hydrogeologisch bearbeitet. Für Hilfen bei der Beschaffung des Untersuchungsmaterials und auch die Anregung zu dieser Arbeit bin ich Herrn Dipl.-Geol. W. Müller und Herrn Dr. R. Geiersbach zu großem Dank verpflichtet.

Weiterhin ist eine geologische Bearbeitung von Steinkohle-Untersuchungsbohrungen und Schächten nicht möglich ohne daß vorher deren Planung und technische Durchführung gesichert wäre. Für die Erlaubnis zu den vorliegenden Untersuchungen danke ich deshalb ebenso den Herren Markscheider Dipl.-Ing. H. F. Rau und Dipl.-Ing. W. Folda (Bergbau AG Niederrhein), Herrn Markscheider Dipl.-Ing. J. Junge und Dipl.-Ing. E. Wesner (WD Lohberg), Herrn Dr. A. Paffrath (WD Westerholt) und Herrn Markscheider Dipl.-Ing. U. Dickel (Bergbau AG Westfalen).

Die REM-Photographien der Tafeln wurden am Geologischen Landesamt NRW, Krefeld, von Frau Rippa angefertigt. Herrn Dr. C. K. Rescher, Geologisches Landesamt NRW, danke ich für die Erlaubnis zur Durchführung dieser Arbeiten.

Kritische Diskussionen des Textes verdanke ich Herrn Prof. Dr. M. Kaefer, Münster, und Herrn Dipl.-Geol. W. Müller.

# 1. Einleitung

Die Foraminiferengliederung der Kreide im Ruhrgebiet stützt sich hauptsächlich auf die den ganzen nordwestdeutschen Raum umfassende Arbeit von HILTERMANN & KOCH (1962), die neben umfangreichem anderen Material aus Nordwestdeutschland auch die mikropaläontologische Untersuchung der Donar-Bohrungen bei Herbern in Westfalen berücksichtigt.

Eine Revision dieser Biostratigraphie durch KOCH (1977) bezieht sich ausdrücklich auf das durch Erdölbohrungen erschlossene Gebiet der Pompeckj'schen Scholle und dürfte besonders im Bereich der benthischen Rotaliidae für die westfälische Kreide mit ihren vielfachen Sand-Einlagerungen und Glaukonit-Horizonten nur beschränkte Gültigkeit haben.

Seit etwa 1978 werden nun die Kreideprofile Nordfrankreichs zunehmend nach planktonischen Foraminiferen gegliedert, so daß die dort gefundene Zonenfolge mit der mediterranen Kreide vergleichbar wird (AMEDRO et al. 1978). Der letzte Stand dieser Planktoner-Gliederung ist in ROBASZYNSKI & CARON (1979) zusammengefaßt. Nach WEISS (1982) lassen sich diese Biozonen mit einigen Modifikationen auch in der kalkig-mergeligen Kreidefazies Nordwestdeutschlands wiederfinden. In allen Arbeiten werden die Biozonen nach den Empfehlungen von HEDBERG (1976) als Range-Zonen oder Interval-Zonen definiert.

Nicht unerwähnt bleiben dürfen in diesem Zusammenhang die Untersuchungen von MOORKENS (1969), die trotz zumeist ungünstiger, zum Teil sandig-glaukonitischer Fazies die tiefere Ober- und höhere Unterkreide im Becken von Mons nach planktonischen Foraminiferen gliederbar machen.

Nachdem dieser Stand der Untersuchungen erreicht ist besteht die begründete Hoffnung, die Schichten des Alb bis Turon im Ruhrgebiet mit planktonischen Foraminiferen zu gliedern und an die in Nordfrankreich bzw. Belgien gefundene Zonengliederung anzuschließen.

Leider sind besonders im südwestlichen Ruhrgebiet Planktoner bis zum mittleren Cenoman extrem selten. Zum Teil treten reine Sandschaler-Gemeinschaften oder im Extremfall sogar monotypische Faunen auf.

Die hier vorgelegte Arbeit kann deshalb im Ober-Alb nur einen einzigen Horizont und im Cenoman nur die jüngsten Abschnitte erfassen, in denen planktonische Foraminiferen einigermaßen häufig sind. Demgegenüber sind ab dem Unter-Turon Plankton-Formen weit verbreitet und erlauben neben stratigraphischen auch palökologische Aussagen.

## 2. Beschreibung der Profile

### 2.1. Einführung

Der Anlaß zu vorliegenden Untersuchungen war die bei der routinemäßigen Ansprache von Spülproben im Deckgebirge von Steinkohle-Explorationsbohrungen gemachte Beobachtung, daß Planktoner in der Kreide des westlichen Ruhrreviers zwar nur auf bestimmte Horizonte beschränkt, dafür aber in diesen Schichten häufiger und besser erhalten sind als in den östlichen Bereichen. Dies liegt zum einen sicherlich an der nach Osten zunehmenden Gesteinsverfestigung in der Kreide, andererseits werden jedoch auch nach Westen die Faunen artenreicher, so daß trotz der bekannten Lithofazies-Wechsel und der vermutlich lückenhafteren Sedimentation die Bearbeitung der Planktoner im westlichen Revier begonnen wurde.

Während Alb, Cenoman und Turon im Osten des Reviers überwiegend kalkig-mergelig ausgebildet sind, gehen sie zum Niederrhein hin mit insgesamt abnehmender Mächtigkeit in zumeist sandig-glaukonitische Ablagerungen über. Am Niederrhein sind die Grünsande des Alb und der wohl überwiegend cenomane Essener Grünsand etwa gleich mächtig (max. je 10 m). Sie werden durch eine manchmal weniger als 1 m mächtige Kalksteinbank überlagert, der unmittelbar der Bochumer/Soester Grünsand aufliegt. Die stratigraphische Einordnung dieses Kalksteinhorizontes sowie dessen Korrelation mit dem östlichen Revier bilden den Hauptgegenstand der vorliegenden Arbeit. Im Hangenden und Liegenden der Kalksteine wurden auch Horizonte mit planktonischen Foraminiferen festgestellt und in der Bearbeitung mit erfaßt.

Stratigraphie und Fazies der unmittelbar dem präkretazischen Gebirge auflagernden, grünsandigen Sedimente, die nur durch benthische Foraminiferen bzw. Ammoniten gliederbar sind, werden durch FRIEG & OWEN (in Vorb.) dargelegt.

Die geographische Position der Aufschlußpunkte ergibt sich aus Abb. 1.

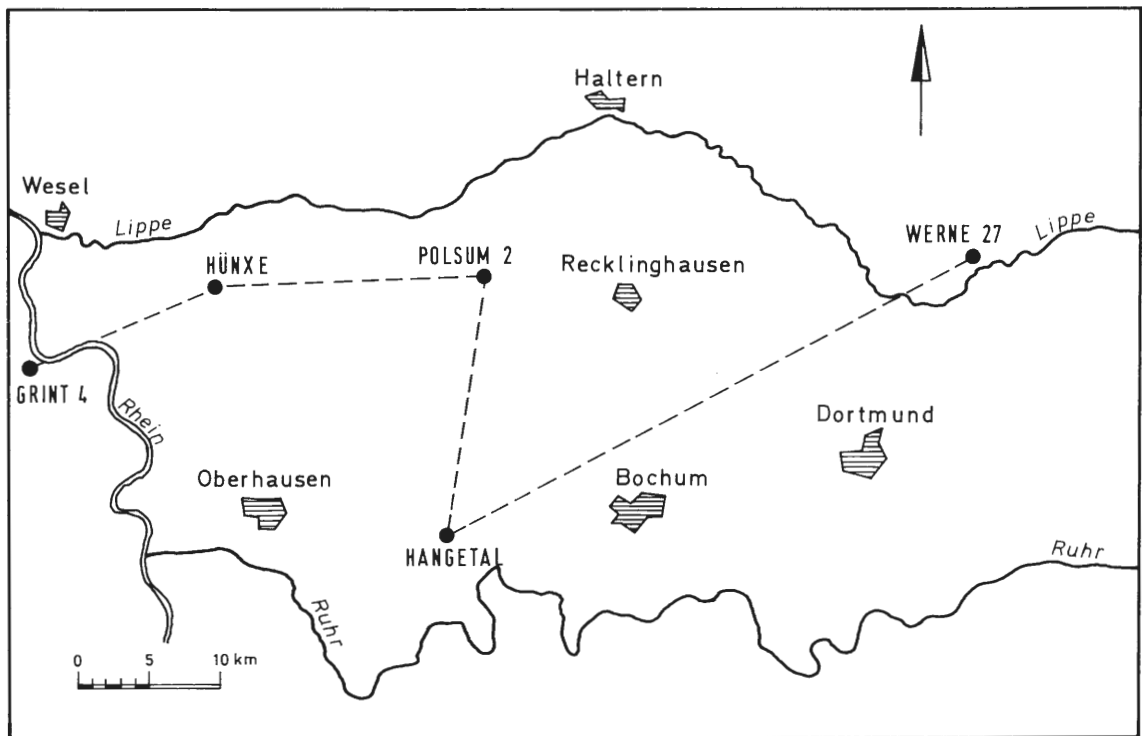


Abb. 1: Lage der Aufschlußpunkte

## 2.2. Die Bohrung Grint 4 (1984)

Der westlichste, hier behandelte Aufschluß ist die Bohrung Grint 4 (1984) im Norden von Rheinberg (vgl. Abb. 2).

Diese von der Bergbau AG Niederrhein für das Bergwerk Rheinland niedergebrachte Tiefbohrung ist im Deckgebirge vollständig gekernt.

Die tiefsten Schichten der Kreide bestehen aus zumeist stark glaukonitischen Fein- und Mittelsanden mit Konglomeratlagen. Auffällig ist ca. 2 m über der Kreidebasis eine konglomeratische Lage mit zahlreichen Phosphorit-Geröllen.

Eine Probe unterhalb dieser Lage enthielt eine arme Mikrofauna mit wenigen Lenticulinen, die wohl dem Mittleren oder Unteren Alb angehören könnten. Von den zahlreichen Muschelresten im Schlämmrückstand konnte ein Exemplar durch die Herren A. A. MORTER und C. J. WOOD (London) als *Aucellina aptiensis* (D'ORBIGNY) bestimmt werden. Nach einer brieflichen Mitteilung der beiden Herren könnten diese Schichten somit der *nutfieldensis*-Zone des unteren Ober-Apt zugehören.

Die drei aus den Grünsanden oberhalb der Phosphoritknollenlage entnommenen Proben zeigen Faunen mit geringer Diversität aus *Voloshinoides anglicus* und *V. dorbignyi*. Sie gehören somit dem cenomanen Essener Grünsand an, ohne daß die stratigraphische Einstufung weiter zu präzisieren wäre.

Am Kopf des Essener Grünsands findet sich eine weitere Phosphoritknollenlage. Die untersten Zentimeter der überlagernden, halbfesten, sandigen Mergel enthalten hellere, kalkige Knollen.

Daß die Phosphoritknollenlage noch dem Cenoman angehört, wird durch die oben erwähnte, monotypische *Voloshinoides*-Fauna belegt. Eine Probe aus den untersten Zentimetern der Mergel zeigt zwar eine reiche Benthos-Faunengemeinschaft, die für höheres Cenoman spricht, an Planktonern können jedoch nur Hedbergellen bzw. einzelne *Praeglobotruncana aumalensis* (SIGAL 1952) nachgewiesen werden.

Eine wiederum wenige Zentimeter höher, diesmal aus einer Kalkknolle entnommene Probe zeigt dann die für dieses Gebiet erwartete, reiche Planktonerfauna der *Marginotruncana coronata* l.-Z.. Bemerkenswert ist die vorzügliche Erhaltung und der Artenreichtum. Derart diverse Faunen sind am Niederrhein häufig, allerdings nur auf einzelne Horizonte beschränkt.

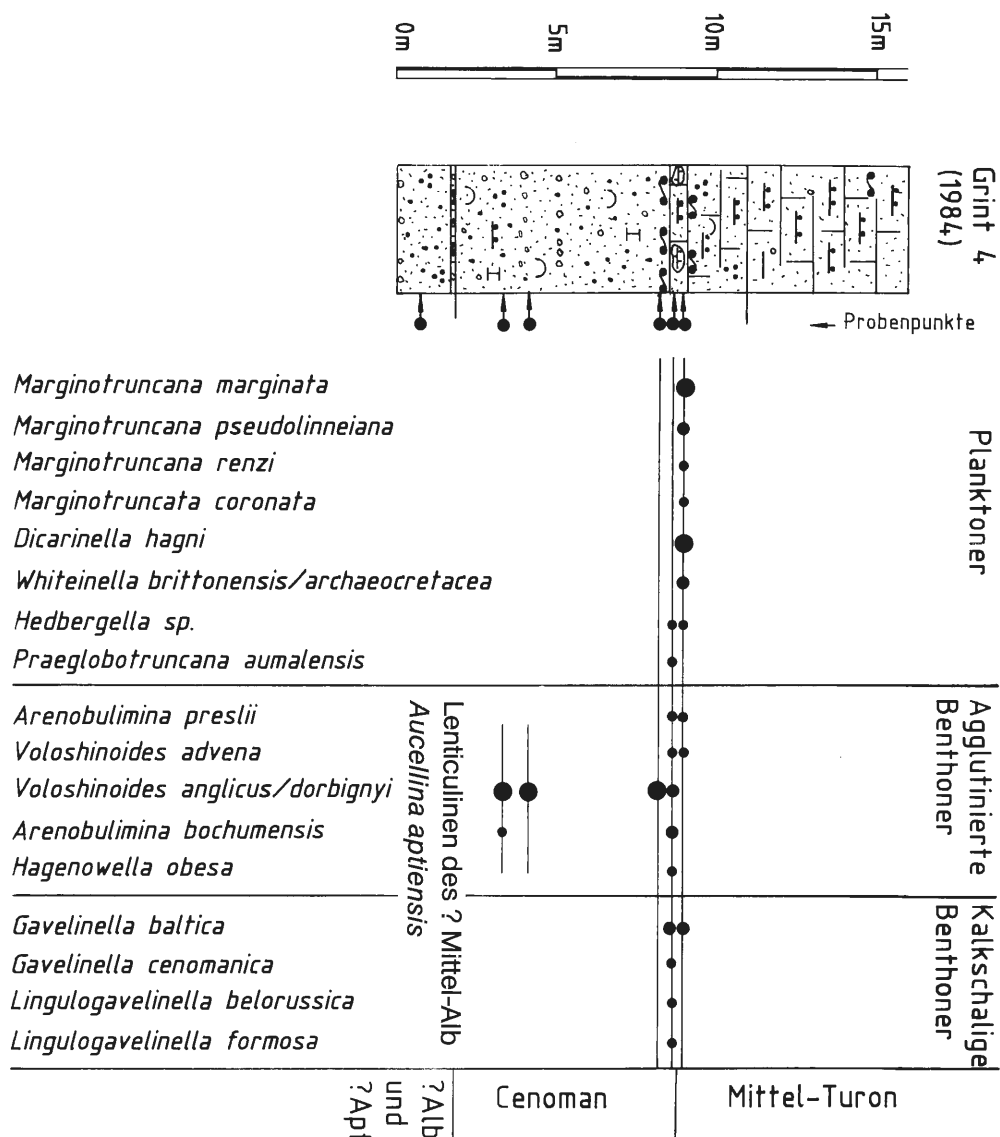


Abb. 2: Schichtenschnitt und Fossilvorkommen in der Bohrung Grint 4 (1984)

Im einzelnen wurden festgestellt:

- Marginotruncana marginata* (REUSS 1845) (Taf. 1, Fig. 1,2)  
*Marginotruncana pseudolinneiana* PESSAGNO 1967  
*Marginotruncana renzi* (GANDOLFI 1942)  
*Marginotruncana coronata* (BOLLI 1945) (Taf. 1, Fig. 4,5)  
*Dicarinella hagni* (SCHEIBNEROVA 1962) (Taf. 1, Fig. 6,7)  
*Whiteinella brittonensis* (LOEBLICH & TAPPAN 1961) (Taf. 1, Fig. 3, Taf. 2, Fig. 1,2)  
*Whiteinella archaeocretacea* PESSAGNO 1967 (Taf. 2, Fig. 3)

Stratigraphische Schichtlücken in diesem Aufschluß umfassen somit zumindest das ? Mittel- und Ober-Alb, möglicherweise einen Teil des Cenoman sowie das Unter- und tiefere Mittel-Turon. Für das Alb muß dabei berücksichtigt werden, daß die Transgression im Niederrheingebiet normalerweise mit dem Mittel-Alb beginnt und auch Ober-Alb-Sedimente vorhanden sind. Apt-Sedimente sind bisher nicht sicher nachgewiesen.

Allerdings beschreibt SCHAUB (1954) marines Hauterive aus einer Spaltenfüllung im Karbon. Es ist somit das Vorhandensein von isolierten Resten prä-albischer, mariner Ablagerungen nicht unwahrscheinlich.

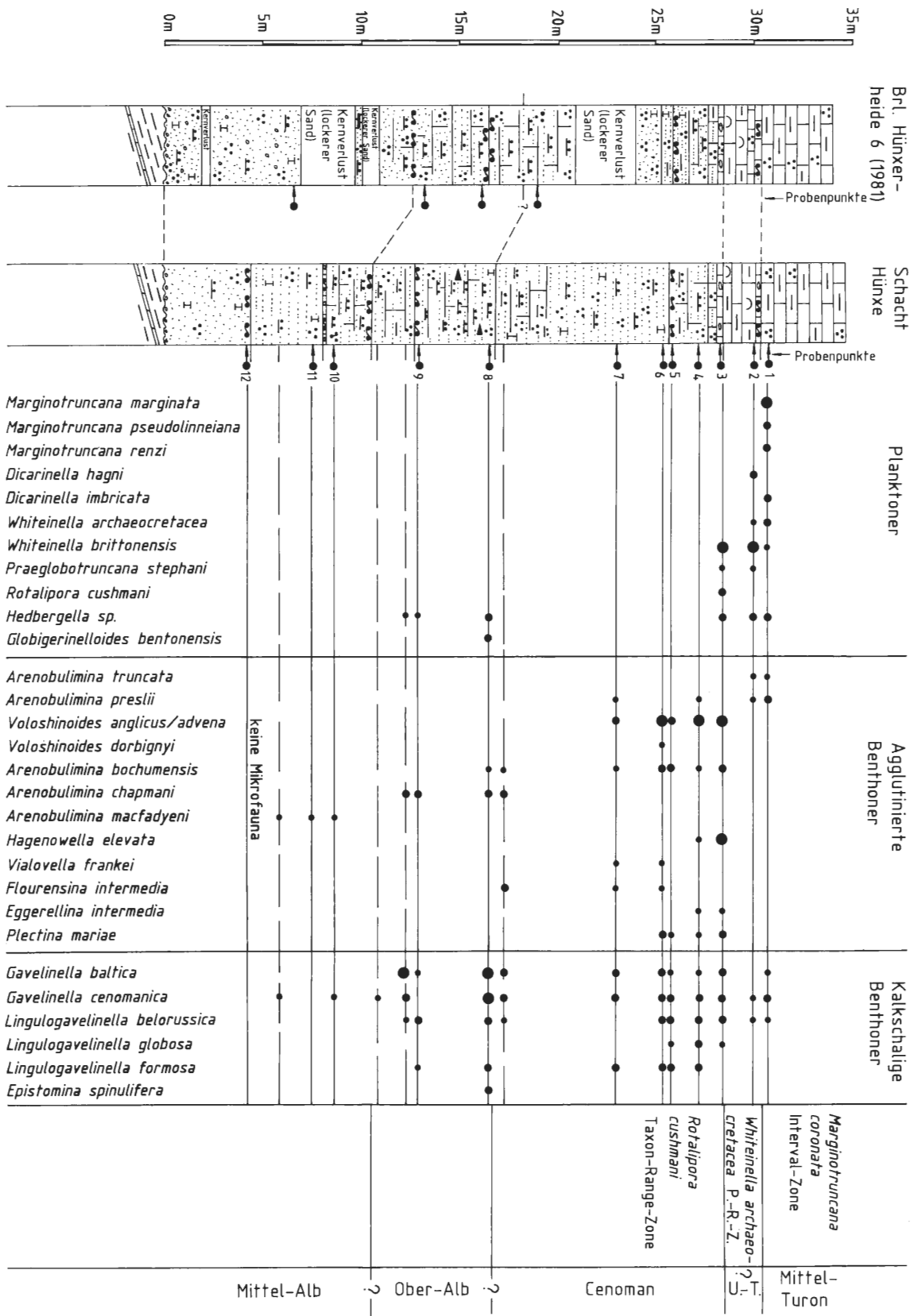


Abb. 3: Schichtenschnitt und Foraminiferenfunde im Schicht Hünxe und Bohrung Hünxerheide 6 (1981)

## 2.3. Der Schacht Hünxe

Nach diesem Beispiel für Faunen aus einem extrem reduzierten, küstennahen Profil soll die Schichtenabfolge in dem nördlich Oberhausen gelegenen Schacht Hünxe beschrieben werden, der ein für das westliche Ruhrgebiet typisches Profil zwischen Mittel-Alb und Turon zeigt (vgl. Abb. 3).

Die geologische Profilaufnahme erfolgte im Schacht unter ständiger Mitarbeit der Markscheiderei des Bergwerks Lohberg. Die Lithologie wurde kontinuierlich für jeden Abschlag aufgenommen und es wurden aus jeder ausgehaltenen Schicht ein bis zwei Proben mikropaläontologisch untersucht.

Als Vergleich und weil die dort untersuchten Proben das Profil des Schachtes im unteren Teil ergänzen, wurde die nur wenige Meter außerhalb des Schachtausbruchs stehende Kernbohrung Hünxerheide 6 (1981) in die Untersuchung mit einbezogen. Eine vollständige Diskussion des Alb-Profiles geben FRIEG & OWEN (in Vorb.). Die Unsicherheiten der Grenzziehungen im Alb und tiefsten Cenoman werden dort ebenfalls besprochen.

Von fazieller Bedeutung für die Planktoner-Stratigraphie ist die Probe aus dem höchsten Teil der hier noch dem Alb zugerechneten Folge, die aus einem schwach kieselig verfestigten, mergeligen Sediment stammt. Es findet sich hier neben zahlreichen Hedbergellen (zumeist *H. delrioensis* (CARSEY 1926) bzw. *H. planispira* (TAPPAN 1940) erstmals *Globigerinelloides bentonensis* (MORROW 1934) in einzelnen Exemplaren (vgl. Taf. 2, Fig. 5, 7).

Das häufige Vorkommen dieser Art ist für den Grenzbereich Alb/Cenoman in England oder Nordfrankreich typisch, aber für Westfalen bzw. die Pompeckj'sche Scholle (KOCH 1977) bisher nicht erwähnt. Da dies der bisher einzige Nachweis von *Globigerinelloides* ist, kann natürlich nicht entschieden werden, ob Schichten dieses Alters in den anderen Profilen fehlen oder ob die Art dort aus faziellen Gründen nicht auftritt. Das kalkige Benthos deutet eher eine fazielle Ausnahmestellung dieser Probe an, da hier *Lingulogavelinella formosa* (BROTZEN 1945) bis ins Oberalb hinunterreicht und *Epistomina spinulifera* (REUSS 1862) ebenfalls erstmals nachgewiesen werden konnte.

Gehäuse der letztgenannten Art liegen aber in kieseliger Erhaltung vor und zeigen deutliche Spuren von Umkristallisation (Taf. 3, Fig. 1). Ihre Erhaltung ist somit offensichtlich nur durch frühdiagenetische Verkieselungsvorgänge bedingt. Wahrscheinlich bedingt die Diagenese nicht auch den sonstigen Artenreichtum dieser Probe. Sekundäre Verkieselungen sind jedenfalls nur auf aragonitische Fossilien beschränkt (vgl. auch KEMPER & KOCH 1982: 262).

Eine der albischen Sequenz ähnliche Abfolge von gering differenzierten Sandschaler-Faunen zu diversifizierten Planktoner-Gemeinschaften zeigt dieses Profil im Cenoman. Die erste, sicher datierbare Fauna liegt nach dem Vorkommen der *Arenobulimina (A.) preslii* (REUSS 1845) bereits oberhalb der Basis der *dixoni*-Zone des Unteren Cenomans.

Am Kopf des Essener Grünsands liegt eine wenige dm-dicke, bräunlich gefärbte, knollige Kalksteinbank. Auffällig ist hier das plötzliche, massierte Auftreten von *Whiteinella brittonensis* (LOEBLICH & TAPPAN 1961) mit verschiedenen Hedbergellenarten. Wenige Exemplare von *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI 1942) zusammen mit *Rotalipora cushmani* (MORROW 1934) stellen diese knollige Kalksteinbank in die höhere *Rotalipora cushmani* T.-R.-Z..

Geringmächtige Kalksteine und Kalkmergelsteine mit zahlreichen, unbestimmbaren Schalenresten von Inoceramen überlagern die bräunlichen Knollenkalke. Dieser Horizont ist nach dem ersten Auftreten des Leitfossils jünger als die Basis der *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z.. *Dicarinella hagni* (SCHEIBNEROWA 1962) und *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI 1942) neben zahlreichen Exemplaren von *Whiteinella brittonensis* (LOEBLICH & TAPPAN 1961) bestätigen diese Einstufung.

Ob es sich hier nach Makrofossilien um den cenomanen oder turonen Anteil der *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z. handelt läßt sich nicht entscheiden. In Analogie zu anderen Aufschlüssen im nördlichen Ruhrrevier (KUKUCK 1938) werden diese Kalkmergelsteine hier dem ? Unter-Turon zugerechnet.

Eine 1 cm dicke Phosphoritkruste deutet am Kopf der mergeligen Kalksteine eine Schichtlücke an. Die Probe oberhalb dieses Niveaus gehört ins höhere Mittel- bzw. Ober-Turon, die *Marginotruncana coronata* l.-Z.. Das Zonenfossil ist hier zwar nicht gefunden worden, die aufgefundenen Marginotruncana-Arten zeigen jedoch eindeutig die genannte Interval-Zone an (vgl. *Marginotruncana renzi* (GANDOLFI 1942), Taf. 2, Fig. 4,6. Die Benthoner-Faunen der beiden letztgenannten Zonen sind von den Cenoman-Faunen dadurch unterschieden, daß bei den Sandschalern Arten der Gattung *Voloshinoides* BARNARD & BANNER 1981

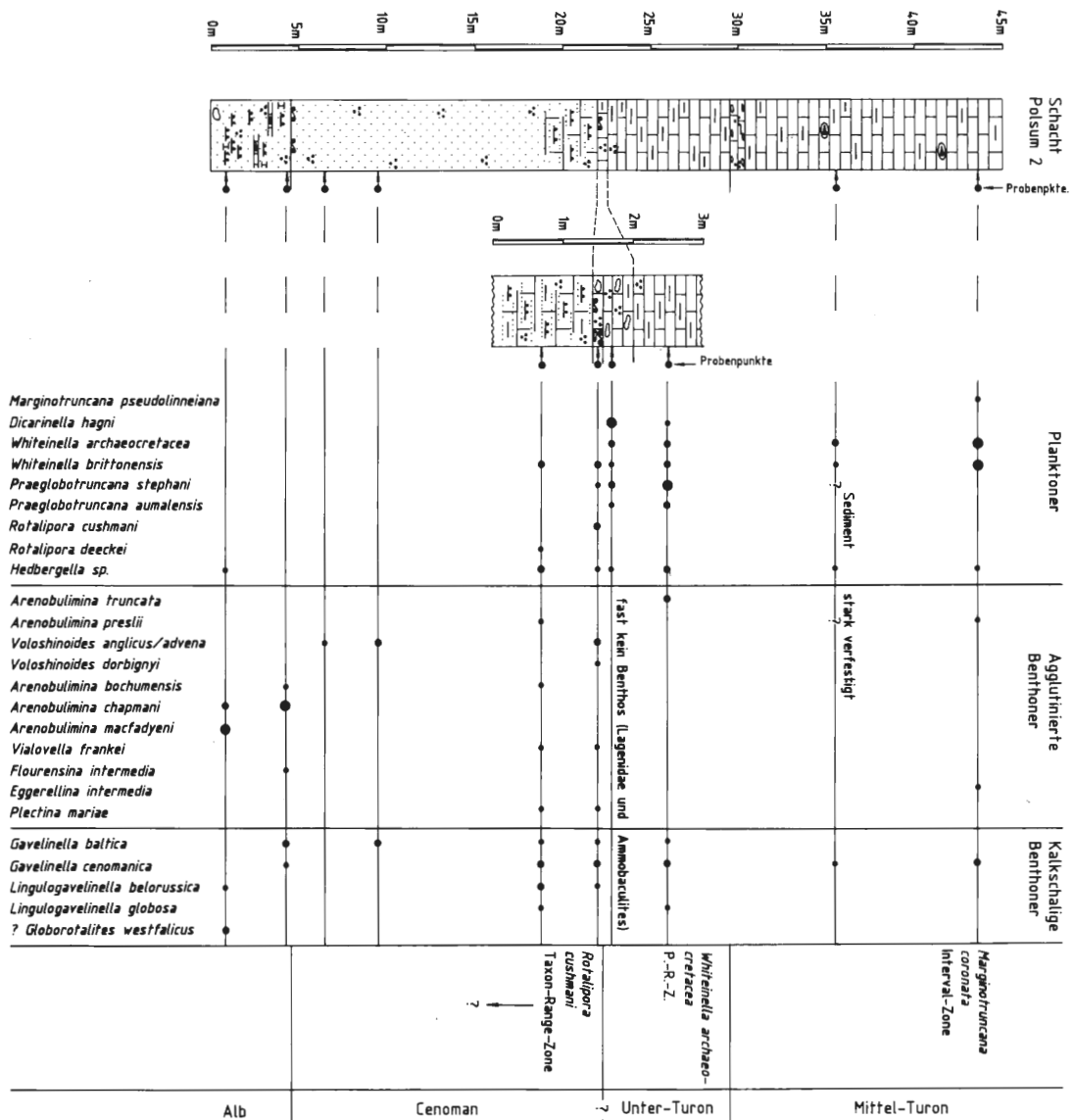


Abb. 4: Schichtenschnitt und Foraminiferenfunde im Schacht Polsum 2

nicht mehr auftreten. Im Bereich des kalkschaligen Benthos ist dieser Fazieswechsel nicht so deutlich ausgeprägt.

Zusammenfassend läßt sich für das Kreideprofil im Schacht Hünxe feststellen, daß nach der Foraminiferen-Stratigraphie bis auf eine Ausnahme alle Planktoner-Zonen vom höheren Cenoman bis ins Mittel-Turon nachgewiesen wurden. Die einzelnen Zonen sind jeweils durch Schichtlücken voneinander getrennt und es bestehen sicherlich große Überlieferungslücken. Trotzdem sind auf ca. 25 m Mächtigkeit alle Unterstufen zwischen Mittel-Alb und Mittel-Turon nachgewiesen.

Auffallend ist das Fehlen der *Praeglobotruncana helvetica* Total-Range-Zone als einzige Biozone der Planktoner-Gliederung. Die Bearbeitung eines beckennäheren Profils sollte deshalb die geographische Verbreitung und lithofazielle Ausbildung dieser Zone untersuchen.

## 2.4. Der Schacht Polsum

Dieser Aufschluß liegt zwischen Recklinghausen und Dorsten, etwa 20 km östlich des Schachtes Hünxe. Die höheren Schichten des Deckgebirges wurden von der Markscheiderei des Bergwerkes Westerholt untersucht. Dabei wurden auch je nach den technischen Gegebenheiten etwa alle 5 m Proben

aus dem Stoß entnommen. Eigene Aufnahmen setzen erst etwa 30 m über der Karbonoberfläche ab dem durch knollige, glaukonitische Kalke deutlich gekennzeichneten Horizont des Bochumer Grünsandes ein. (vgl. Abb. 4)

Im Vergleich der Zonenfolge mit dem Profil Hünxe ergeben sich vom Liegenden zum Hangenden folgende Unterschiede:

Das Profil setzt zwar auch im Alb ein, jedoch scheinen nach dem Zusammenvorkommen von *Arenobulimina macfadyeni* CUSHMAN 1936 und *A. chapmani* CUSHMAN 1936 die tiefsten Schichten dem Ober-Alb anzugehören. Ähnlich wie im Schacht Hünxe liegt hier im Cenoman eine Abfolge vor, die mit fast monotypischen Sandschaler-Faunen beginnt. Der höchste, schon mergelig ausgebildete Teil des Essener Grünsandes führt ebenfalls die *Arenobulimina preslii* (REUSS 1845). An Planktonern tritt neben den ersten Whiteinellen (*W. brittonensis* (LOEBLICH & TAPPAN 1961)) und Hedbergellen auch *Rotalipora deeckeii* (FRANKE 1925) auf (Taf. 3, Fig. 7). Diese Funde verweisen das hier vorliegende Cenoman trotz des Fehlens der Leitform in den höchsten Teil der *R. cushmani* T.-R.-Z.. Die oberste Cenoman-Probe aus der Basis des glaukonitischen, knolligen Kalksteins zeigt dann auch die *R. cushmani* (MORROW 1934) zusammen mit *Whiteinella*- und *Praeglobotruncana*-Arten.

*Whiteinella archaeocretacea* (PESSAGNO 1967) setzt hier schon im mittleren Teil des knolligen Kalksteins ein, zusammen mit großen Mengen von *Dicarinella hagni* (SCHEIBNEROVA 1962), *Praeglobotruncana aumalensis* (SIGAL 1952) (Taf. 3, Fig. 5) und *P. stephani* (GANDOLFI 1942) (Taf. 3, Fig. 4,6). Benthonische Foraminiferen scheinen bis auf wenige Lageniden bzw. *Ammobaculites* vollkommen zu fehlen. Erst wenige Dezimeter darüber setzen bei unveränderter Planktoner-Fauna die zumeist kalkschaligen Benthoner ein. Für die Abgrenzung des Cenoman vom Unter-Turon gelten die im Profil Hünxe besprochenen Unsicherheiten.

Die nächsthöhere Probe liegt aus dem Bereich oberhalb des Bochumer Grünsandes vor. Sie müßte somit schon dem Mittel-Turon angehören, zeigt jedoch durch das harte, teilweise verkieselte Sediment bedingt nur eine dürftige, untypische Fauna.

Die höchste untersuchte Probe besteht lithologisch aus mürben, etwas tonigen, kreidigen Kalksteinen, die mit der Galeriten-Fazies von Wüllen bei Ahaus vergleichbar erscheinen. Auf der Halde konnten beim Schachteufen auch mehrfach unhorizontiert „Galeriten“ (wahrscheinlich *Conulus* sp.) aufgesammelt werden.

Betrachtet man nur die Planktoner-Fauna so konnten unter fast hundert Whiteinellen nur einige Hedbergellen und insgesamt drei *Marginotruncana pseudolinneiana* (PESSAGNO 1967) (Taf. 3, Fig. 2,3) nachgewiesen werden, die hier lediglich Turon ohne genauere Differenzierungen anzeigen. Das Interesse an diesem Profil liegt somit entgegen den Erwartungen nicht im Nachweis der in Hünxe fehlenden *Praeglobotruncana helvetica* T.-R.-Z. sondern im Hinweis auf fazielle Verteilungsmuster der Planktoner. Dies deutet sich schon im Cenoman an, dadurch daß *Rotalipora deeckeii* (FRANKE 1925) nicht mit *R. cushmani* (MORROW 1934) zusammen vorkommt, obwohl beide Arten ähnliche stratigraphische Reichweiten besitzen. Die fast monogenerische *Whiteinella*-Fauna im höheren Turon könnte anzeigen, daß nach CARON (1983) bzw. HART (1980) die gekielten Globotruncanen im flachen Wasser der Galeriten-Fazies nicht die nötige Wassertiefe zur Vollendung ihres Reproduktionszyklus vorfanden und nur in einzelnen Exemplaren hierher verdriftet wurden.

Es lag somit der Verdacht nahe, daß der Nachweis der *P. helvetica* T.-R.-Z. in den westlichen Turonprofilen des Reviers aus Faziesgründen nicht möglich ist.

Eine andere Hypothese, die das Fehlen der Zone an dieser Lokation erklären könnte, ist die Annahme einer sedimentären Schichtlücke. So ist zwar am Kreideausstrich im südlichen Ruhrgebiet *Mammites nodosoides* (SCHLÜTER), ein kennzeichnender Ammonit in dieser Foraminiferen-Zone, nachgewiesen, der Umfang der Schichtlücke unter dem Bochumer Grünsand ist jedoch im nördlichen Revier unbekannt, so daß die fehlende Foraminiferen-Zone durchaus einer Erosion oder Kondensation unterhalb des Bochumer Grünsands zum Opfer gefallen sein könnte.

## 2.5. Die Aufschlüsse im Hangetal

Das nächste untersuchte Profil stammt deshalb aus einem Bereich des Ruhrreviers, in dem schon durch SCHLÜTER (1875) das Vorkommen des *Mammites nodosoides* (SCHLÜTER) nachgewiesen wurde. Die-



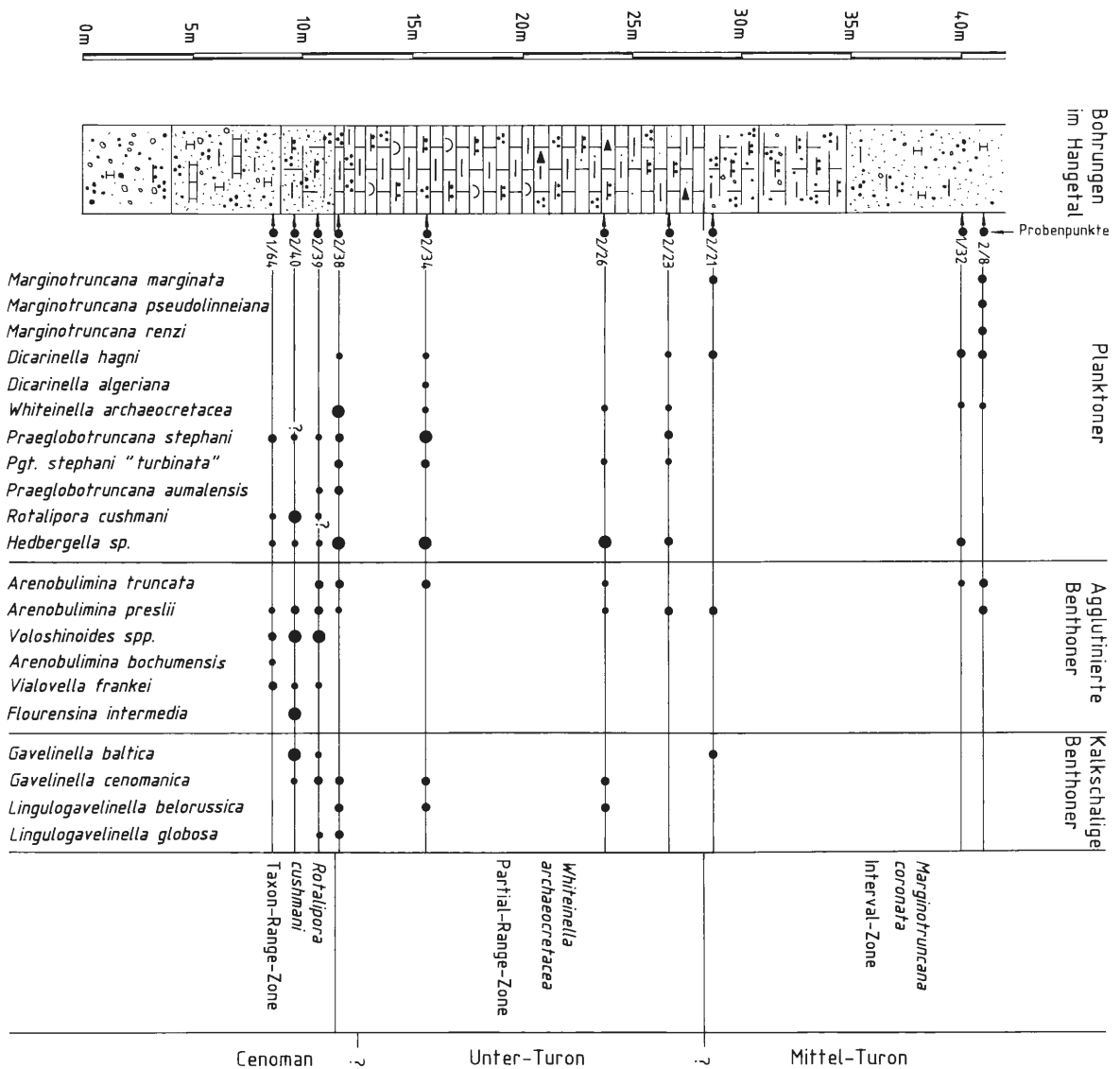


Abb. 5: Synthetischer Bohrlochschnitt aus fünf Bohrungen im Hangetal und Faunenführung der Spülproben

ser Ammonit ist für den tieferen Teil der in Frage stehenden Foraminiferen-Zone charakteristisch und wurde „aus den hellen Pläner-Mergeln im Süden von Essen“ beschrieben.

Im Hangetal bei Essen-Stoppenberg wurden fünf Meißelbohrungen zur Standortuntersuchung für eine Deponie niedergebracht. Sie wurden durch die Westfälische Berggewerkschaftskasse geophysikalisch vermessen, so daß lithologische Korrelationen zwischen den einzelnen Bohrungen möglich sind. Das in Abb. 5 dargestellte Profil ist ein synthetischer Bohrlochschnitt aus allen fünf Profilen. Die Mächtigkeiten wurden nach Bohrlochmessungen festgelegt. Die Tatsache, daß es sich um Meißelbohrungen handelt, wirkte sich durch den unvermeidbaren Nachfall in den Faunen zwar negativ aus, da jedoch eine Spülprobe ähnlich einer Schlitzprobe mehrere Meter eines Profils repräsentiert, sollte die *P. helvetica*, wenn vorhanden, auch in extrem unregelmäßiger Verteilung nachweisbar sein.

Die Schichtenfolge beginnt mit den cenomanen Transgressionssedimenten des Essener Grünsands, dessen höchster Teil der *R. cushmani* T.-R.-Z. zugehörig ist. Einzelne *Praeglobotruncana stephani* (GAN-DOLFI 1942) bzw. *P. aumalensis* (SIGAL 1952) sind hier im höchsten Abschnitt des Cenomans auch zu finden. Unter den Benthonern herrschen die agglutinierten *Voloshinoides*-Arten vor.

Mit dem Einsetzen der Kalkmergelfazies treten *Whiteinella archaeocretacea* PESSAGNO 1967 und zahlreiche Hedbergellen neben *Dicarinella hagni* (SCHEIBNEROVA 1962) (Taf. 4, Fig. 1,2), und *Dicarinella algeriana* (CARON 1966) (Taf. 4, Fig. 3) auf. *P. stephani* (GANDOLFI 1942) wird im unteren Teil der Kalkmergelsteine sehr häufig und es lassen sich besonders im tiefsten Abschnitt Formen nachweisen, die an *P. gibba* KLAUS 1960 bzw. *P. stephani* „*turbinata*“ erinnern (Taf. 4, Fig. 4).

Im höheren Teil der Kalkmergelsteine verarmt die Fauna scheinbar sehr stark, größtenteils wohl durch die zunehmende Verfestigung des Sediments, das hier auch kieselige Knollen enthält, die eine Präparation körperlich erhaltener Mikrofossilien erschweren.

Die überlagernden Grünsande liefern relativ reiche *Marginotruncana*-Faunen und gehören somit dem höheren Mittel- bzw. Ober-Turon an. Der oben angeführte makropaläontologische Nachweis von der *P. helvetica* T.-R.-Z. etwa zeitgleichen Sedimenten ohne das Vorkommen des mikropaläontologischen Leitfossils macht somit für das Fehlen der Zone fazielle Gründe sehr wahrscheinlich.

Diese sind wie oben angegeben wahrscheinlich in der geringen Wassertiefe zu suchen. Eine andere Erklärungsmöglichkeit besteht in der Annahme zu geringer Wassertemperaturen. Allerdings wurde *P. helvetica* (BOLLI 1945) von HART & BIGG (1981) aus Humberstone erwähnt, einem Bereich, der zumindest auf der gleichen paläogeographischen Breite liegt wie die vorstehenden Aufschlüsse.

Um nun die Abhängigkeit des Auftretens der *Praeglobotruncana helvetica* (BOLLI 1945) von der Wassertiefe nachzuweisen, wurde zusätzlich ein möglichst weit im Becken gelegenes Profil untersucht.

## 2.6. Die Bohrung Werne 27 (1982)

Sie liegt zwischen den Orten Lünen und Werne wenige Kilometer nördlich der Lippe. Die Bohrung wurde von der Bergbau AG Westfalen als Vorbohrung für den Schacht Romberg niedergebracht und auch im Deckgebirge vollständig gekernt (vgl. Abb. 6). In dem untersuchten Teilstück des Bohrprofils liegen wegen der großen Teufen völlig unverwitterte Kalksteine und Kalkmergelsteine vor, so daß die Proben, um überhaupt gewinnbare Faunen zu erhalten, größtenteils aus Tonmergelstein-Streifen entnommen wurden. Ein Einfluß dieser Probenauswahl auf die Verteilung der Foraminiferen bzw. das Plankton/Benthos-Verhältnis kann somit nicht ausgeschlossen werden.

Die zwei tiefsten Proben aus den Tonmergelstein-Zwischenlagen der weißgrauen Kalksteine des Cenoman zeigen auch hier wieder eindeutige Faunen der *Rotalipora cushmani* T.-R.-Z.. Bemerkenswert ist, daß in diesem deutlich küstenferneren Profil die Sandschalerfauna mit den küstennäheren Aufschlüssen durchaus vergleichbar ist, das kalkige Benthos demgegenüber jedoch verarmt.

Die folgenden drei Proben dürften wohl alle der *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z. angehören. In der tiefsten Probe kommt das Zonenfossil zwar nicht vor, auf der anderen Seite fehlt hier auch *Rotalipora cushmani* (MORROW 1934). Das plötzliche Aussetzen der *Voloshinoides*-Formen und des restlichen agglutinierenden Benthos wird als Indiz für die *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z. angesehen.

Auch in den höheren Proben bleibt *Whiteinella archaeocretacea* PESSAGNO 1967 ziemlich selten. Demgegenüber fällt die morphologisch vielfältige Entwicklung von *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI 1942) auf, die wie schon im tieferen Teil der Aufschlüsse im Hangetal auch hochkonische „*turbinata*“-Formen aufweist. (Taf. 4, Fig. 5)

Im höheren Teil der *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z. besonders in Proben aus einem Inoceramen-schill-führenden, knolligen Kalkmergelstein ließen sich einzelne Exemplare von *Praeglobotruncana* cf. *praehelvetica* (TRUJILLO 1960) nachweisen. Es handelt sich dabei um ähnliche Formen, wie sie ROBAS-ZYNSKI (1982) aus dem Unter-Turon der Touraine beschreibt. (Taf. 4, Fig. 6)

Da diese Art auch im höchsten Teil der *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z. vorkommt, liegt auch hier noch kein Beweis für die *Praeglobotruncana helvetica* T.-R.-Z. vor. Durch die Verkettung der beschriebenen Profile wird jedoch sehr wahrscheinlich, daß die gesuchte Foraminiferenzone im Ruhrgebiet aus faziellen Gründen nicht nachzuweisen ist.

Interessant ist, daß das Vorkommen von *Praeglobotruncana stephani* „*turbinata*“ (REICHEL) zwar an das Profil Hangetal anschließt, daß jedoch im Hangetal einerseits durch das langsame Aussetzen der hochkonischen Tiefwasser-Formen eine regressive Sequenz angedeutet wird, in der Bohrung Werne 27 andererseits durch das langsame Einsetzen der *Praeglobotruncana* cf. *praehelvetica*-Formen eine transgressive Sequenz sich andeutet.

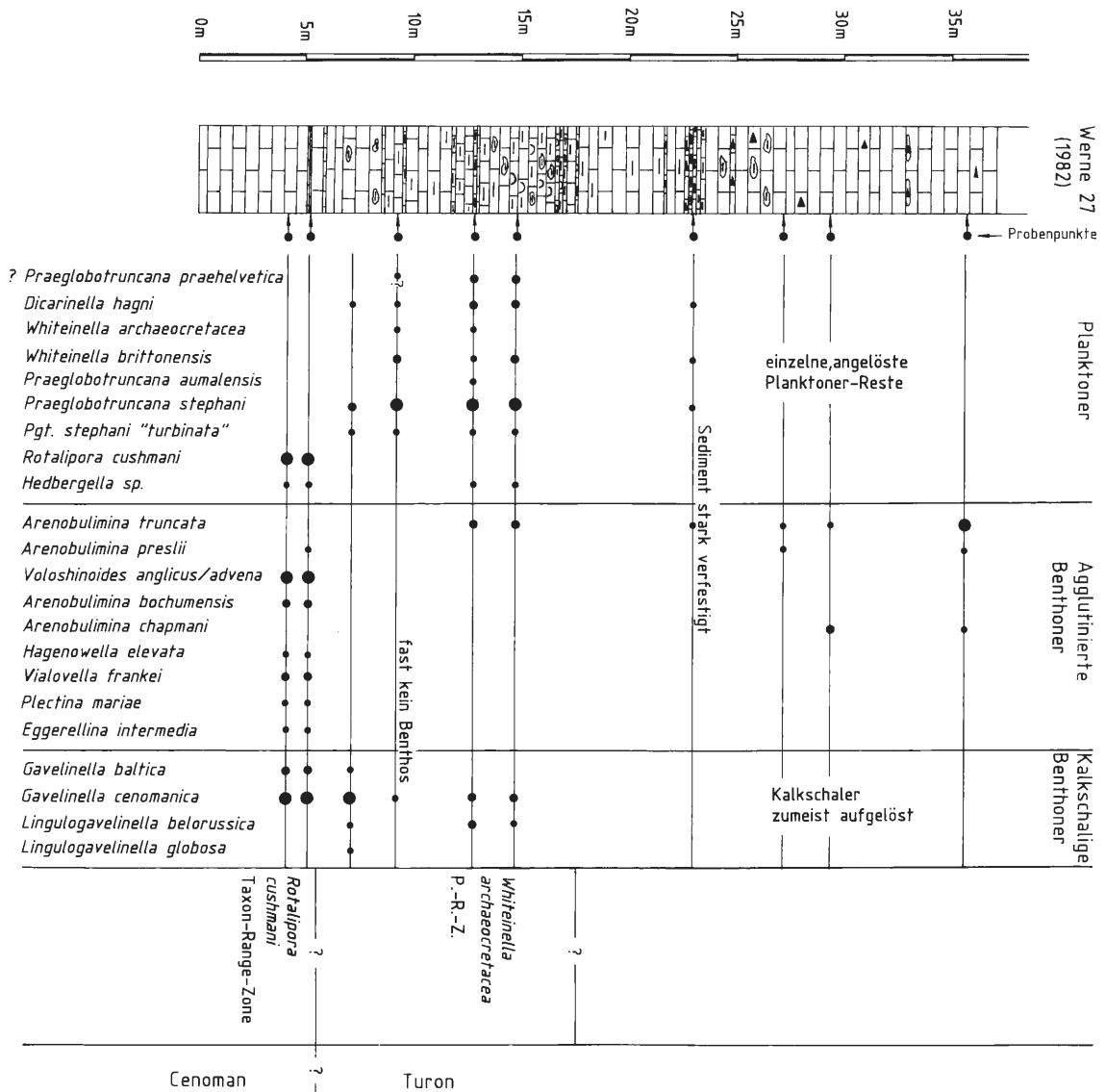


Abb. 6: Schichtenschnitt und Foraminiferenfund in der Bohrung Werne 27 (1982)

Nimmt man zur Korrelation beider Aufschlüsse regionalgeologische Kenntnisse zu Hilfe, so zeigt sich, daß die tieferen Teile des Hangetal-Profiles, durch das Vorkommen von *Actinocamax plenus* BLV. in benachbarten Aufschlüssen belegt, noch dem Ober-Cenoman angehört. Dies zeigt, daß die westlichen Profile früher einsetzen und in ihrem tieferen Teil, der zahlreiche hochkonische *Praeglobotruncana* führt, keine *P. praehelvetica* (TRUJILLO 1960) enthalten können. Der höhere Teil des Hangetal-Profiles ist dann etwa zeitgleich mit der Basis des *labiatus*-Mergels in Werne 27 und zeigt auch durch eine ähnliche Planktoner-Fauna ähnliche Wassertiefen an.

Während dann im Hangetal die fossile Überlieferung an einer Schichtlücke unterhalb des Bochumer Grünsandes aussetzt, läßt sich weiter im Becken die Entwicklung zu größeren Wassertiefen hin verfolgen.

Leider sind die Proben aus dem höchsten Teil des untersuchten Turon-Profiles der Bohrung Werne 27 sehr faunenarm. Dies liegt sicherlich zum einen daran, daß hier nur Tonmergelsteinzwischenlagen aus den zum Teil stylolithischen Kalksteinen untersucht wurden. Andererseits ist es fast unmöglich die Kalksteine selbst aufzubereiten und Dünnschliff-Bestimmungen sind mit großen Unsicherheiten behaftet.

Besonders eindrucksvoll ist in dem Profil der Wechsel von einer reichen Benthoner-Fauna in der *Rotalipora cushmani* T.-R.-Z. zu artenarmen aber individuenreichen Faunen der *Whiteinella archaeoeretacea* P.-

R.-Z., wie dies schon im Schacht Polsum angedeutet ist. Es tritt in diesem Horizont trotz teilweise reicher Plankton-Führung bereichsweise nur wenig Benthos auf. Dies kann nicht durch sekundäre Lösungsvorgänge bedingt sein, da die kalkigen Planktoner erhalten sind. Da auch in der *Rotalipora cushmani* T.-R.-Z. Tonmergelsteine aufbereitet wurden, und dort reiche Benthoner-Faunen auftraten, handelt es sich hier offensichtlich um einen Milieuwechsel.

## 2.7. Die Planktoner-Gliederung im Ruhrgebiet

Die vorangegangene Beschreibung der Biostratigraphie in den einzelnen Profilen ermöglicht für das Ruhrgebiet eine Planktoner-Gliederung vom höchsten Cenoman bis ins Mittel-Turon. Im höchsten Alb ist bisher außer wenigen Hedbergellen nur *Globigerinelloides bentonensis* (MORROW 1934) nachgewiesen und eine Planktoner-Zonierung somit nicht möglich.

Der tiefere Teil des Cenomans liegt mit Ausnahme der Bohrung Werne 27 in allen untersuchten Profilen in grünsandiger Lithofazies vor. Sobald jedoch im höheren Cenoman planktonische Foraminiferen auftreten gehören die Faunen zur *Rotalipora cushmani* T.-R.-Z..

Im höchsten Abschnitt des Cenoman im Ruhrgebiet ist dann die *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z. mit eindeutigen Faunenassoziationen vertreten. Diese auch noch das tiefere Turon umfassende Foraminiferenzonen liegt in der Gesteinsausbildung der hellen, z.T. glaukonitischen Kalkmergelsteine der „*Plenus-Zone*“ und des „*Labiatus-Mergels*“ vor. Der cenomane Anteil dieser Zone ist vor allem im südwestlichen Ruhrgebiet durch den Leitbelemniten charakterisiert. Funde von *Metoicoceras geslinianum* (D'ORB.), die von WIEDMANN & SCHNEIDER (1979 : 672) beschrieben werden, bestätigen diese Zonierung.

Der bezüglich der Mächtigkeit weitaus größere, turone Anteil der *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z. läßt sich durch Funde von *Mammites nodosoides* (SCHLÜT.) bzw. *Inoceramus labiatus* (SCHLOTH.) dem Unter-Turon zuordnen. Ohne Makrofossil-Funde läßt sich die Grenze Cenoman/Turon in der einheitlichen Mergelserie jedoch nicht festlegen. Da sich das Einsetzen des nächst folgenden Foraminiferen-Zonenfossils, der *P. helvetica* (TRUJ.) wie gezeigt durch ungünstige fazielle Verhältnisse verzögert, kann die nachfolgende Planktonerzone nur im östlichen Revier vielleicht nachgewiesen werden.

Selbst in so ungünstigen Faziesverhältnissen wie den Galeriten-Schichten im Schacht Polsum oder dem Bochumer Grünsand der Bohrungen im Hangetal ist das erste Auftreten von *Marginotruncana coronata* (BOLLI 1945) bzw. *M. marginata* (REUSS 1845) zu verfolgen und stellt somit im Ruhrgebiet einen wichtigen Leithorizont im oberen Mittel-Turon dar.

## 3. Paläogeographische Folgerungen

Bei einer Zusammenschau der Mächtigkeits- und Faziesverhältnisse ergibt sich zunächst, daß erwartungsgemäß die ältesten, unterkretazischen Transgressionssedimente sowohl die am stärksten litoral beeinflussten Fazies als auch die größten Schichtlücken in der Sedimentationsabfolge aufweisen.

Die weit nach Süden reichende Verbreitung der präoberalbischen Unterkreide im Niederrhein-Gebiet sowie deren größere Mächtigkeiten in diesem Raum zeigen, daß die Kreide-Transgression hier schon früh, d.h. im ? Apt, nach Ergebnissen der Bohrung Grint 4 oder bereits im Hauterive nach SCHAUB (1954) weit nach Süden vorgestoßen ist.

Diese geringen Reste des Hauterive bzw. ? Apt sind hier offensichtlich durch Senkungstendenzen in bestimmten Bereichen der Niederrheinischen Bucht reliktsch erhalten geblieben.

Ab dem Mittel-Alb und besonders deutlich im Ober-Alb lassen sich dann deutliche Anzeichen einer großräumigen Transgression erkennen, die auch Gebiete auf der im Osten anschließenden Rheinischen Masse überflutet. Es zeigt sich dabei im Mittel-Alb noch das alte Verteilungsmuster der größeren Mächtigkeiten und reicheren Faunen im Niederrheingebiet.

Auch im Ober-Alb sind Faunen mit *Globigerinelloides bentonensis* (MORROW 1934) bzw. *Epistomina spinulifera* (REUSS 1862) bisher zwar nur aus dem Niederrhein-Gebiet (Schacht Hünxe) bekannt, jedoch sind aus dem östlichen Revier von JORDAN (1982) etwa gleichaltrige, reichlich Hedbergellen-führende Faunen aus sandarmen, mergeligen Sedimenten beschrieben.

Es zeigt sich schon hier die Umkehr der früheren paläogeographischen Verhältnisse: In dem präoberalbischen Bereich stärkerer Sedimentation in der Niederrheinischen Bucht kommen ab dem Ober-Alb bis zumindest ins mittlere Cenoman nur sandig-glaukonitische Sedimente mit zwar reicher Benthos-Fauna jedoch nur geringen Planktoner-Anteilen zur Ablagerung, während im Cenoman des östlichen Reviers bis zu 80 m mächtige Kalkstein-Pakete angetroffen werden. In den hier behandelten, geringmächtigen Cenoman-Profilen sind – wenn überhaupt – nur wenige dm-mächtige, knollige Kalksteine oberhalb des Essener Grünsandes entwickelt, die nach den Planktonern noch der *Rotalipora cushmani* T.-R.-Z. angehören.

Ein großes Problem für die stratigraphische und paläogeographische Beurteilung stellen die Schichten der *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z. dar. In dieser Zone, die sowohl Anteile des obersten Cenoman als auch des Unter-Turon enthält, sind nur geringmächtige Schichten zur Ablagerung gekommen, die besonders im nordwestlichen Ruhrgebiet schon als reliktsch bezeichnet werden können.

Am besten bekannt sind die Sedimente und ihre Makrofauna aus Tagesaufschlüssen am Südwestrand der Kreideverbreitung. Sie sind dort durch Cephalopoden in das höchste Cenoman oder auch das untere Turon eingestuft.

Nur in den Bohrungen im Hangetal konnten aus dieser Foraminiferen-Zone Faunen untersucht werden, die nach Makrofossilien noch dem Cenoman angehören. Die Ablagerungen werden durch das häufige Vorkommen des *Actinocamax plenus* BLV. charakterisiert und meist als „*plenus*-Zone“ bezeichnet.

Die Planktoner-Faunen zeigen hier, im Westen des Reviers durch das Vorkommen von *Pgt. stephani* „*turbinata*“ Wassertiefen an, wie sie erst weit im Osten, in der Bohrung Werne 27, dann allerdings nach Analogieschlüssen mit durch Makrofossilien eingestuftem Aufschlüssen im Unter-Turon-Anteil dieser Foraminiferenzone wieder erreicht werden.

Überhaupt stehen die Sedimente der *plenus*-Zone paläogeographisch ziemlich isoliert da. Sie lassen sich am Südwestrand der Kreide etwa bis Dortmund verfolgen und sind auch in Schachtprofilen noch einige Kilometer weiter nördlich unter jüngerer Kreidebedeckung nachgewiesen. In allen noch weiter nördlich gelegenen Schachtprofilen führen jedoch die den Cenoman-Kalken auflagernden Sedimente der *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z. bereits den *Inoceramus labiatus* SCHLOTH., und sind somit dem Unter-Turon zuzuordnen.

Nach der Umkehr der prä-oberalbischen Paläogeographie im ?Mittel-Cenoman scheint somit im cenomanen Anteil der *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z. eine erneute Phase der Instabilität einzusetzen, die in sehr begrenztem Maße wieder zur Rückkehr zu den ehemaligen Verhältnissen – mächtige Sedimente im Westen und Schichtlücken im Osten – führt.

Der bei der Beschreibung der Aufschlüsse für die genannte Zone erwähnte, paradoxe Befund einer regressiven Sequenz im Südwesten (Hangetal) und einer transgressiven Sequenz im Becken läßt sich ohne Zwang durch geringfügige Altersunterschiede beider Profile und durch Differential-Bewegungen einzelner Schollen während dieser kurzen Zeit erklären.

Generell erschwert werden paläogeographische Ausdeutungen weiterhin durch große Schichtlücken an der Wende Turon/Cenoman und im tieferen Turon. Die geringe stratigraphische Trennschärfe der Planktoner im tiefen Turon wurde ebenfalls bei der Beschreibung der Aufschlüsse demonstriert. So umfaßt die *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z. in ihrer Definition als Partial-Range-Zone n. HEDBERG (1976) in Westfalen einen stratigraphisch größeren Bereich als dies bei ROBASZYNSKI & CARON (1979) festgestellt wurde. Durch das Fehlen der oberen Datum-Linie, des ersten Auftretens von *Pgt. helvetica* (TRUJ.) können zwei Planktoner-Zonen hier nicht getrennt werden.

Die nächste, deutliche Datum-Linie, ist erst das Einsetzen der *Marginotruncana coronata* (BOLLI 1945). Zu dieser Zeit sind allerdings die Verhältnisse des Ober-Cenoman d.h. Haupt-Sedimentationsgebiet im Osten des Reviers wieder etabliert.

## 4. Literatur

AMEDRO, F., DAMOTTE, R., MANIVIT, H., ROBASZYNSKI, F. & SORNAY, J. (1978): Echelles biostratigraphiques dans le Cénomaniens du Boulonnais. – Géol. Méditerran., **V**, 1, 5-18, 7 Tab.; Marseille.

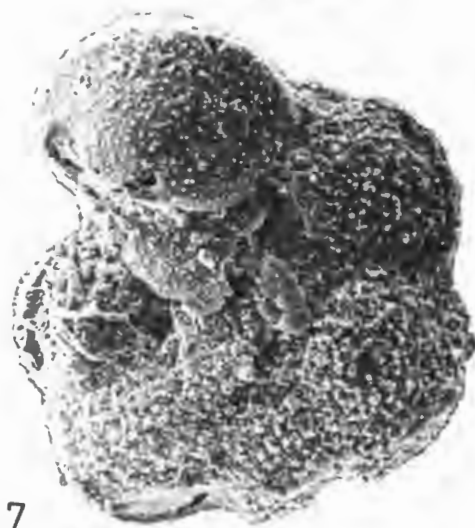
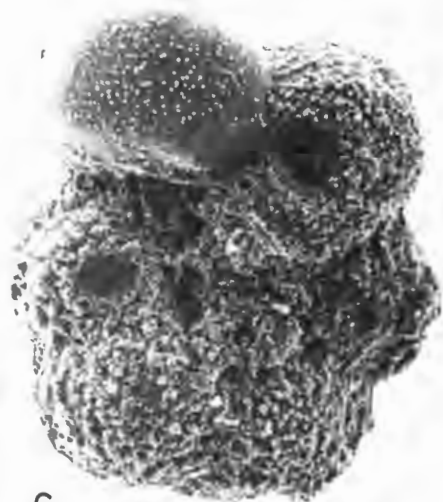
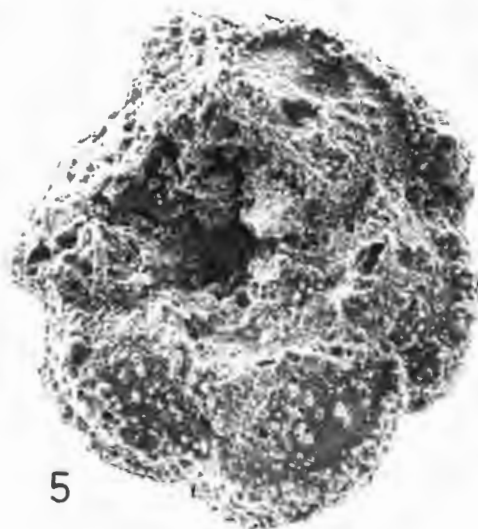
CARON, M. (1983): La spéciation chez les Foraminifères planctiques: une réponse adaptée aux contraintes de l'environnement. – Zitteliana, **10**, 671-676, 3 Abb.; München.

- FRIEG, C. & OWEN, H. G. (in Vorb.): Die Schichtenfolge des Alb und Cenoman im westlichen Ruhrgebiet nach Ammonitenfunden und Bohrlochmessungen. – Geol. Jhb.; Hannover.
- HART, M. B. (1980): A water depth model for the evolution of the planctonic Foraminifera. – *Nature*, **286**, 252-254, 2 Abb.; New York.
- HART, M. B. & BIGG, P. J. (1981): Anoxic events in the Late Cretaceous chalk seas of North West Europe. – In: NEALE, J. W. & BRASIER, M. B. (Hrsg.): *Microfossils from Recent and Fossil Shelf Seas.* – 177-185, 3 Abb.; Chichester.
- HEDBERG, H. D. (1976): *International stratigraphic guide.* – 200 S.; London.
- HILTMANN, H. & KOCH, W. (1962): Oberkreide des nördlichen Mitteleuropa. – In: *Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen (Hrsg.): Leitfossilien der Mikropaläontologie.* – 432 S., 28 Abb., 22 Tab., 59 Taf.; Berlin.
- JORDAN, H. (1982): Biostratigraphie und Sedimentologie der Transgressionssedimente des Alb und Cenoman zwischen Wulfen und Ahlen. – *Dipl.-Arb., Univ. Münster*, 180 S., 73 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Münster (unveröff.).
- KEMPER, E. & KOCH, R. (1982): Die Aragonit – Erhaltung und ihre Bedeutung für die dunklen Tonsteine des späten Apt und frühen Alb. – *Geol. Jhb.*, **A 65**, 259-271, 3 Taf.; Hannover.
- KOCH, W. (1977): Biostratigraphie in der Oberkreide und Taxonomie von Foraminiferen. – *Geol. Jhb.*, **A 38**, 11-123, 2 Abb., 1 Tab., 17 Taf.; Hannover.
- KUKUCK, P. (1938): *Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes.* – 706 S., 743 Abb., 14 Taf., 48 Tab.; Berlin.
- MOORKENS, T. L. (1969): Quelques Globotruncanidae et Rotaliporidae du Cénomaniens, Turonien et Coniacien de la Belgique. – In: BRÖNNIMANN, P. & RENZ, H. H. (Hrsg.): *Proceedings of the first international conference on planktonic microfossils.* – 435-459, 2 Tab., 3 Taf.; Genf.
- ROBASZYNSKI, F. (Koord.) (1982): Le Turonien de la région-type: Saumurois et Touraine. Stratigraphie, biozonations, sédimentologie. – *Bull. Centres Rech. Explor. – Prod. Elf-Aquitaine*, **6**, 1, 119-225, 24 Abb., 18 Taf.; Pau.
- ROBASZYNSKI, F. & AMEDRO, F. (Koord.) (1980): Synthèse biostratigraphique de l'Aptien au Santonien du Boulonnais à partir de sept groupes paléontologiques. – *Rev. Micropaléont.*, **22**, 4, 195-321; Paris.
- ROBASZYNSKI, F., CARON, M. & Europäische Arbeitsgruppe planktonische Foraminiferen (1979): Atlas de Foraminifères planctoniques du Crétacé moyen. – *Cahiers Micropaléont.*, **1979 (1)**: 1-185; **1979 (2)**: 1-181, Paris.
- SCHAUB, H. (1954): Kreidesedimente in Spalten des linksniederrheinischen Steinkohlengebirges. – *Geol. Jhb.*, **69**, 249-345, 2 Abb.; Hannover.
- WEISS, W. (1982): Planktonische Foraminiferen aus dem Cenoman von Nordwest- und Süddeutschland. – *Palaeontogr.*, **(A) 178**, 49-108, 9 Abb., 6 Taf.; Stuttgart.
- WIEDMANN, J. & SCHNEIDER, H. L. (1979): Cephalopoden und Alter der Cenoman-Transgression von Mülheim-Broich, SW-Westfalen. – *IUGS-Series A, No. 6*, 645-680, 10 Abb., 10 Taf.; Stuttgart.

## Tafel 1

Alle Fossilien aus Bohrung Grint 4, basaler Kalkknollenhorizont der *Marginotruncana coronata* Intervall-Zone

- Fig. 1:** *Marginotruncana marginata* (REUSS 1845) – Seitenansicht – (x 140)
- Fig. 2:** *Marginotruncana marginata* (REUSS 1845) – Umbilicalseite mit Tegilla und Portici – (x 105)
- Fig. 3:** *Whiteinella brittonensis* (LOEBLICH & TAPPAN 1961) – Seitenansicht – (x 150)
- Fig. 4:** *Marginotruncana coronata* (BOLLI 1945) – Spiralseite – (x 140)
- Fig. 5:** *Marginotruncana coronata* (BOLLI 1945) – Umbilicalseite mit Resten der Tegilla – (x 120)
- Fig. 6:** *Dicarinella hagni* (SCHEIBNEROVA 1962) – Umbilicalseite einer Form mit unskulpturierter letzter Kammer – (x 140)
- Fig. 7:** *Dicarinella hagni* (SCHEIBNEROVA 1962) – Umbilicalseite mit deutlichen Tegilla – (x 135)





## Tafel 2

Fig. 1 bis 3 aus Bohrung Grint 4, basaler Kalkknollenhorizont der *Marginotruncana coronata* Interval-Zone

Fig. 4 bis 7 aus Schacht Hünxe

Fig. 4 und 6 Basis des Mittel-Turon, Probe 1, *Marginotruncana coronata* Interval-Zone

Fig. 5 und 7 höchster Teil des Alb, Probe 8

**Fig. 1:** *Whiteinella brittonensis* (LOEBLICH & TAPPAN 1961) – Spiralseite – (x 150)

**Fig. 2:** *Whiteinella brittonensis* (LOEBLICH & TAPPAN 1961) – Umbilicalseite – (x 150)

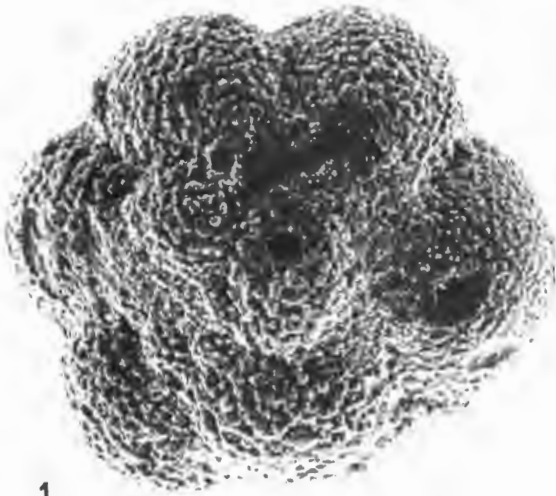
**Fig. 3:** *Whiteinella archaeocretacea* PESSAGNO 1967 – Spiralseite – (x 150)

**Fig. 4:** *Marginotruncana renzi* (GANDOLFI 1942) – Umbilicalseite – (x 150)

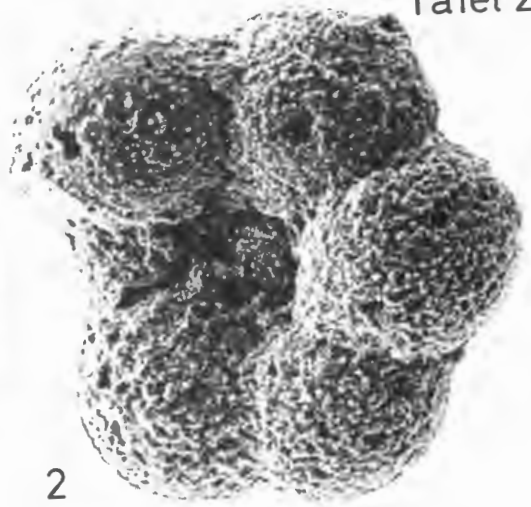
**Fig. 5:** *Globigerinelloides bentonensis* (MORROW 1934) – von der Seite; Mündung mit Sediment verklebt – (x 220)

**Fig. 6:** *Marginotruncana renzi* (GANDOLFI 1942) – Seitenansicht – (x 130)

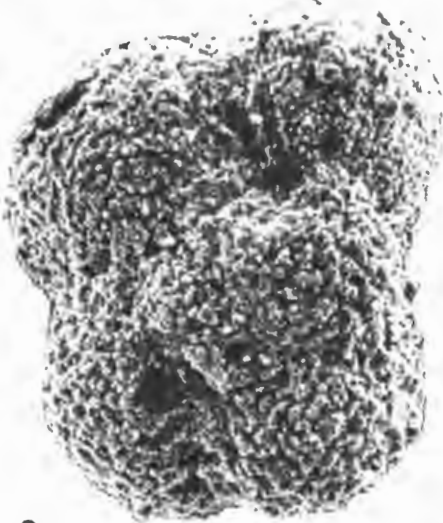
**Fig. 7:** *Globigerinelloides bentonensis* (MORROW 1934) (x 205)



1



2



3



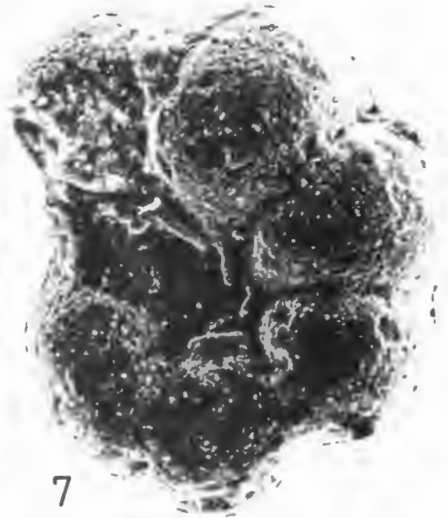
4



5



6



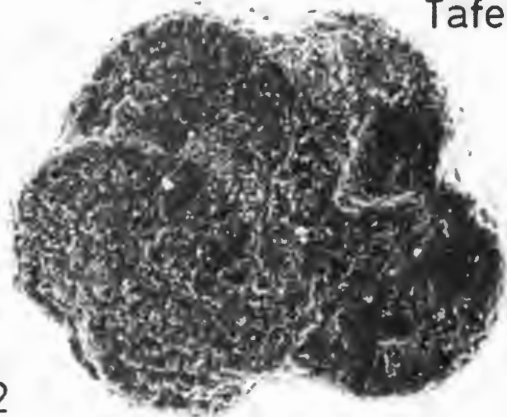
7

### Tafel 3

- Fig. 1:** *Epistomina spinulifera* (REUSS 1862) – verkieseltes Exemplar – Schacht Hünxe, Probe 8, (x 130)
- Fig. 2:** *Marginotruncana pseudolinneiana* PESSAGNO 1967 – Spiralseite – Schacht Polsum 2, Galerien-Fazies des Mittel-Turon, (x 130)
- Fig. 3:** *Marginotruncana pseudolinneiana* PESSAGNO 1967 – Seitenansicht – Fundort wie Fig. 2, (x 150)
- Fig. 4:** *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI 1942) – Spiralseite – Schacht Polsum 2, obere Probe der *Whiteinella archaeocretacea* P.-R.-Z., (x 135)
- Fig. 5:** *Praeglobotruncana aumalensis* (SIGAL 1952) – Spiralseite – Fundort wie Fig. 4, (x 150)
- Fig. 6:** *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI 1942) – Umbilicalseite – Fundort wie Fig. 4, (x 130)
- Fig. 7:** *Rotalipora deeckeii* (FRANKE 1925) – Spiralseite – Schacht Polsum 2, mergeliger Teil des Essener Grünsandes, (x 120)



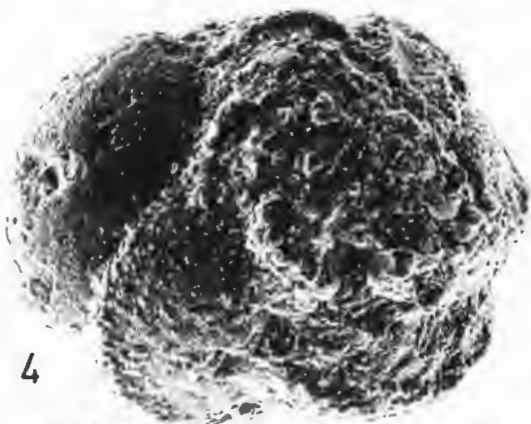
1



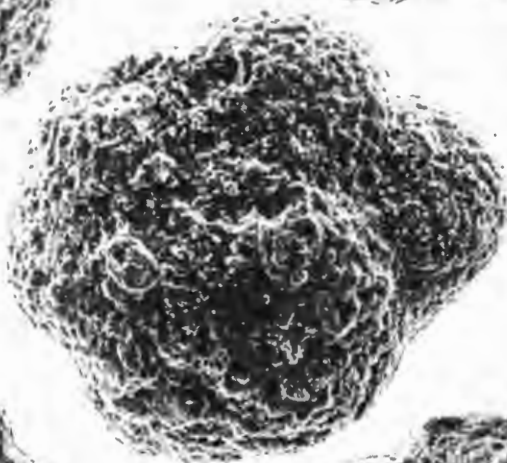
2



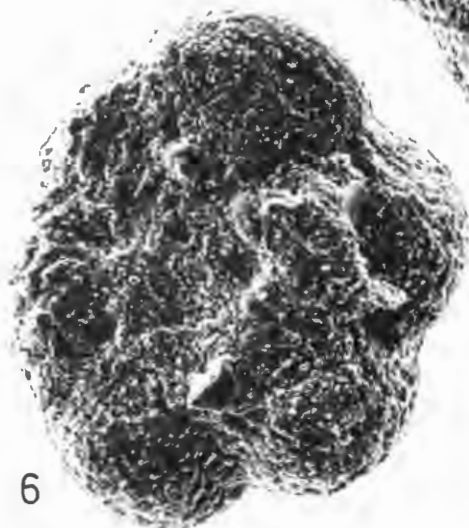
3



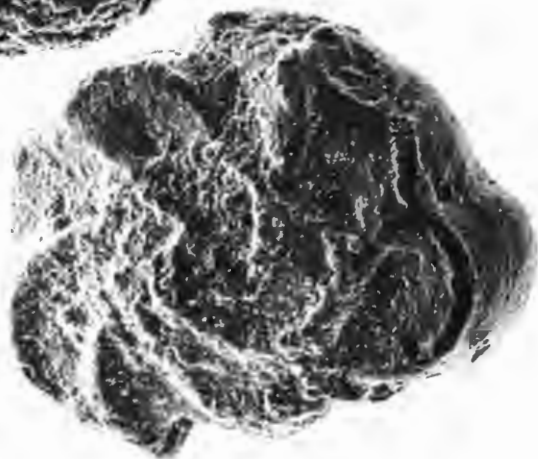
4



5



6



7

#### Tafel 4

- Fig. 1:** *Dicarinella hagni* (SCHEIBNEROVA 1962) – Spiralseite – Bohrung Hangetal 2, Sp. 23 m, (x 120)
- Fig. 2:** *Dicarinella hagni* (SCHEIBNEROVA 1962) – Umbilicalseite – Bohrung Hangetal 2, Sp. 23 m, (x 130)
- Fig. 3:** *Dicarinella algeriana* (CARON 1966) – Spiralseite – Bohrung Hangetal 2, Sp. 34 m, (x 150)
- Fig. 4:** *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI 1942) „*turbinata*“-Form, Bohrung Hangetal 2, Sp. 23 m, (x 150)
- Fig. 5:** *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI 1942) „*turbinata*“-Form, Bohrung Werne 27, knolliger Kalkstein des Unter-Turon, (x 150)
- Fig. 6:** *Praeglobotruncana* cf. *praehelvetica* (TRUJILLO 1960) Fundort wie Fig. 5, (x 150)

