

Referenzprofile des Cenoman und Unterturon im südlichen Ruhrgebiet

Reference sections of the Cenomanian and Lower Turonian of the Southern Ruhr district

Von M. J. KAEVER*)

Mit 3 Abbildungen

Kurzfassung. Diskordant über variszisch gefaltetem Karbon lagert in Bochum, südliches Ruhrgebiet, marine mittlere Kreide. Die kretazische Schichtenfolge setzt mit grobklastischen Sedimenten ein, die je nach paläogeographischer Lage verschiedenen Niveaus des tieferen Cenoman angehören können. Eine Sedimentationsunterbrechung trennt die basalen Schichten von mittlerem und höherem Cenoman, das in glaukonitsandiger und mergeliger Fazies ausgebildet ist. Die Glaukonitführung nimmt zugunsten eines höheren Karbonatgehaltes zum Hangenden hin ab. Nach einem erneuten Hiatus mit Hartgrundbildung am Ende des Cenomans folgen *labiatus*-Schichten, deren stark glaukonitische Basis kontinuierlich in glaukonitarmer Ton- und Kalkmergel übergehen.

Die Faunen, vorwiegend Foraminiferen, gestatten eine biostratigraphische Gliederung der Schichtenfolge. Die Zonen- und Subzonen-Grenzen können nicht immer genau erfaßt werden, da häufig Leitfossilien faziesbedingt zurücktreten.

Abstract. The marine Middle Cretaceous discordantly overlies folded Variscian Carboniferous at Bochum, southern Ruhr District. The Cretaceous sequence begins with coarsely clastic sediments which, depending on the paleogeographical position, may belong to different levels of the Lower Cenomanian. A hiatus separates the basal beds of the middle and upper Cenomanian, thus displaying glauconitic sandy and marly facies. In the direction of the overlying units the glauconite decreases in favour of a higher carbonate content. A further hiatus with hardground formation at the end of the Cenomanian is followed by *labiatus* beds. The strongly glauconitic base of the beds continuously passes into clay marl and calcareous marl with a poor glauconite content.

Beitrag zum IGCP-Projekt „Mid-Cretaceous Events“, nationale Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, Beitrag Nr. 21 der Arbeitsgruppe Münster.

*) Adresse: Prof. Dr. M. J. KAEVER, Geologisch-Paläontologisches Institut, Corrensstraße 24, D-4400 Münster.

The faunas, consisting mainly of foraminifera, allow a biostratigraphical subdivision of the sequence. Not always can both, zonal and subzonal boundaries be registered, because index fossils are frequently absent depending on the facies.

1. Einleitung

Wie am gesamten Südrand der Münsterschen Kreidebucht, bildet auch im Stadtgebiet von Bochum das Karbon den tieferen Untergrund. Die Schichtenfolge setzt sich aus Konglomeraten, Sandsteinen, Sandschiefer, Tonsteinen und Kohle zusammen. Dieses Grundgebirge ist variszisch gefaltet. Großsättel und Großmulden mit Spezialfalten mehrerer Ordnungen werden durch Auf- bzw. Überschiebungen, Abschiebungen und Blattverschiebungen kompliziert gestaltet. Die Faltenachsen streichen vorwiegend um ENE-WSW. Senkrecht bis diagonal zu diesen Strukturen verlaufende Querstörungen zerlegen das variszische Gebirge, das insgesamt mit etwa 2–7 Grad nach N abtaucht, in Horste und Gräben.

Während einer bis zur mittleren Kreide anhaltenden Landphase – die hier nach bisheriger Kenntnis, entgegen den Verhältnissen im westlichen Münsterland, nicht durch zeitweilige Überflutung unterbrochen wurde – ist das Gebiet zu einer Fastebene nivelliert worden. Als Folge unterschiedlicher Härte der Karbonsedimente verblieb jedoch ein Relief, das die variszischen Strukturen sowie die Bruchtektonik nachzeichnet. Wahrscheinlich mehr oder weniger langgestreckte, variszisch ausgegerichtete Täler und zum Teil klippenartige Erhebungen müssen diese mesozoische Landschaft geprägt haben, wobei, der Faltungsintensität entsprechend, die Morphologie nach Norden hin – außerhalb des hier betrachteten Raumes von Bochum – langweilliger und gleichmäßiger gewesen sein mag.

Mit der austrischen Inversion, bei der das Münstersche Hochland gegenüber dem Niedersächsischen Becken abgesenkt wurde, setzt vom Alb an die mittelkretazische Transgression ein. Der Raum Bochum wird hiervon im tiefen Cenoman erreicht. Diskordant über dem Karbon werden oberkretazische Sedimente abgelagert, wobei die ausgeprägte Morphologie der Transgressionsfläche Fazies und Mächtigkeit der basalen Kreideschichten beeinflusst.

Die Sedimente des ursprünglich über Bochum hinaus weiter nach S vorgedrungenen Kreidemeeres unterlagen späterhin der Erosion. Die Abtragung wurde begünstigt durch das Einfallen der Schichten mit 1 bis 4 Grad nach N, eine Folge postturooner Einmuldung. Die heutige südliche Verbreitung kretazischer Sedimente ist daher eine Erosionsgrenze, sie verläuft etwa in W-E Richtung durch das Stadtgebiet von Bochum.

2. Schichtenfolge und Paläogeographie

Da das Meer erst die tiefer liegenden Senken und späterhin bei fortschreitender Transgression in zunehmendem Maße die Hochlagen einnahm, sind die Cenomanmächtigkeiten unterschiedlich und abhängig von der jeweiligen paläogeographi-

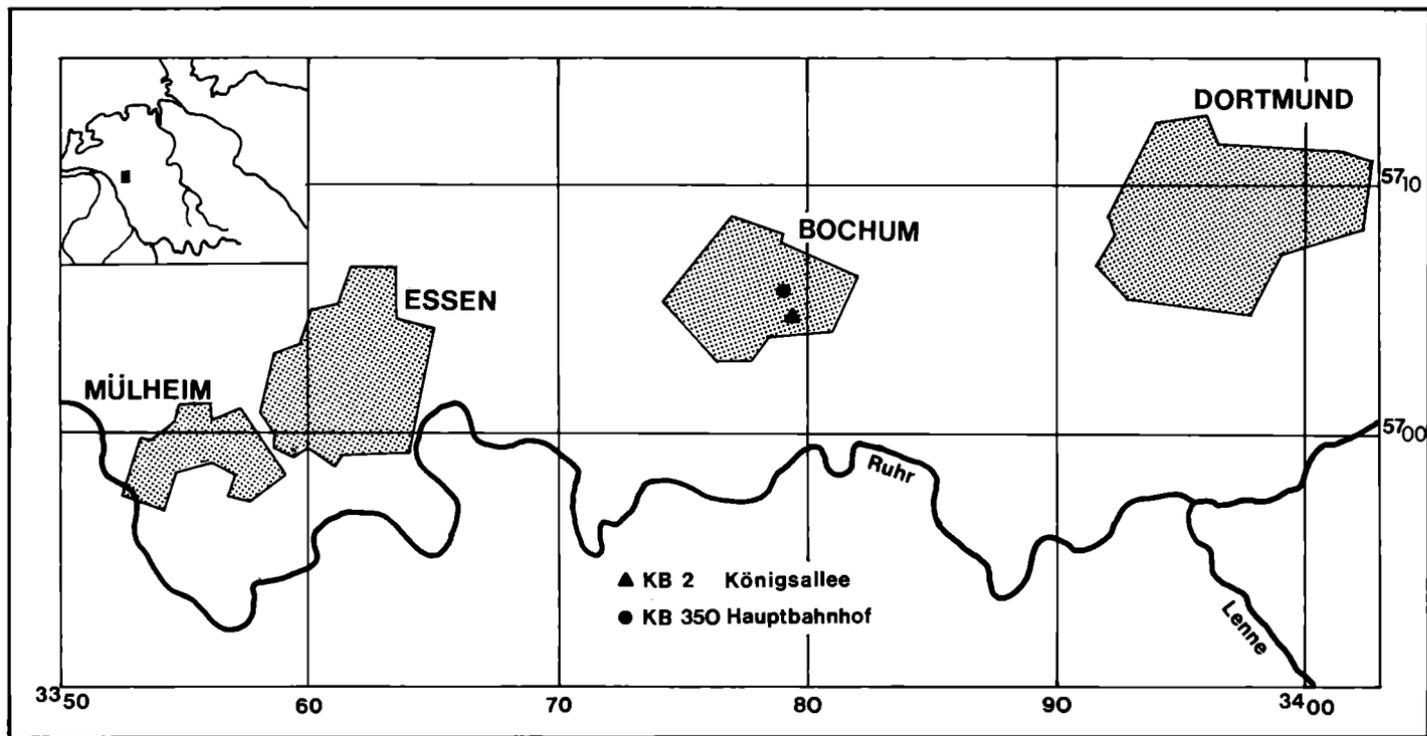


Abb. 1. Lage der Referenzprofile am südwestlichen Rand des Münsterschen Kreidebeckens.

schen Lage. Auch die lithologische Ausbildung ist sowohl horizontalen als auch vertikalen Schwankungen unterworfen. Dies ist auch der Grund für die bisherige unterschiedliche Schichtenbezeichnung. Nachfolgend werden weitgehend die von A. KREBBER (1980) benutzten Bezeichnungen sowie zum Teil auch die lithologische Gesteinsansprache übernommen.

Die cenomane Schichtenfolge, die in Bochum mehr oder weniger stark Glaukonit-führend ist und als Essener Grünsand i. w. S. bezeichnet wird, setzt mit einer maximal 1 m mächtigen konglomeratischen **Basallage** ein. Dieses Schichtenglied ist vorwiegend an tiefere Lagen gebunden; auf Klippen fehlt es in der Regel (das ursprüngliche prätransgressive Relief ist in Bochum jedoch lokal durch Bergsenkung im Gefolge des Kohleabbaus verfälscht). In einer dunkelgrauen bis dunkelbraunen schluffig-tonigen oder sandigen Matrix führt das Gestein schlecht sortierte Karbongerölle mit Durchmessern bis zu mehreren cm. Die Komponenten sind nicht oder nur schwach kantengerundet und entstammen den benachbarten klippenartigen Hochlagen. Phosphoritknollen und auch wohl die Glaukonite sind weitgehend synsedimentäre Umlagerungen. Die Basallage entspricht dem unteren Abschnitt des Strandkonglomerates bzw. Toneisensteinkonglomerates nach R. BÄRTLING (1911, 1924) und dem tieferen Transgressionskonglomerat nach P. KUKUK (1938).

Transgressiv auf Karbon oder konkordant zur Basallage wird das lithologisch-heterogene **Toneisensteinkonglomerat** angetroffen. Die Matrix dieses Konglomerates ist vorwiegend tonig bis feinsiltig, schlieriger Matrixglaukonit ist nicht selten. Der schwache Karbonatgehalt ist vermutlich auf Fossilschutt zurückzuführen. Die Komponenten, limonitisierte Tonsteine, untergeordnet auch Sand- oder Siltsteine im Fein- bis Mittelkiesbereich stammen aus dem Karbon, sie sind schlecht bis mäßig sortiert, kantig bis kantengerundet. Besser sortiert sind Quarze sowie bräunliche Glaukonitpellets, die in Feinsandfraktion vorliegen. Generell kann zum Hangenden hin eine Verbesserung der Sortierung sowie eine Zunahme von Quarz und Glaukonit auf Kosten der Toneisenstein- und Sandsteinkomponenten beobachtet werden. Die Schicht wird bis zu 1 m mächtig. Fazielle Vertretungen können sowohl in der Zusammensetzung der Matrix als auch der Komponenten Unterschiede aufweisen; das Bild der Normalfazies wird hierdurch jedoch nicht grundsätzlich geändert. Dem Toneisensteinkonglomerat entsprechen die höheren Lagen des Strandkonglomerates und des Toneisensteinkonglomerates von R. BÄRTLING (1911, 1924) sowie dem höheren Teil des Transgressionskonglomerates, dem Brauneisensteinkonglomerat und dem Toneisensteinkonglomerat von P. KUKUK (1938).

Mit scharfer Grenze folgt der **Essener Grünsand i. e. S.**, der maximal 5–6 m Mächtigkeit erreichen kann. Es ist ein stark glaukonitischer Fein- bis Mittelsandmergel, in dem die vorwiegend hellgrünen Glaukonite gut sortiert sind. Umgelagerte zerbrochene Glaukonitpellets sind vorzugsweise bräunlich gefärbt.

In unterschiedlicher Verteilung finden sich im Essener Grünsand auch noch Gerölle des Karbons. Diese sind, wie auch die feinkiesgroßen Phosphatgerölle gut gerundet. Hierneben kommen kleinere Kalkgerölle von durchschnittlich 1 cm Größe nicht selten vor. Kalkgerölle und Phosphorknollen können im weiteren Sinne als Intraklaste angesprochen werden. Größere unregelmäßig begrenzte Kalkknollen sind wohl diagenetische Erscheinungen.

Der untere Teil des Essener Grünsandes weist eine stärkere Geröllführung und einen signifikanten Anteil brauner Glaukonit-Bruchstücke auf. Demgegenüber sind für den höheren Teil deutlich weniger Gerölle sowie eine Abnahme des Quarzgehaltes und der braunen Glaukonite zugunsten hellerer Glaukonite charakteristisch. Die Sortierung der verbliebenen Komponenten ist deutlich besser als im tieferen Abschnitt, die Grenze zwischen beiden Abschnitten ist fließend. Lokal kann sie durch eine Zone verstärkter Bioturbation angezeigt sein, was auf örtliche Sedimentationsunterbrechung oder auf reduzierte Sedimentationsgeschwindigkeit deutet.

Ob in Bochum zwischen dem Toneisensteinkonglomerat und dem Essener Grünsand i. e. S. eine markante Schichtlücke vorliegt, die, wie C. FRIEG (1980) und A. KREBBER (1980) annehmen, etwa die *dixoni*- und untere *costatus*-Subzone umfaßt und demnach mit der „Mid-Cenoman-Non-Sequence“ nach D. J. CARTER & M. B. HART (1977) zu vergleichen wäre, ist noch nicht eindeutig bewiesen. Das Vorkommen umgelagerter Klaste und aufgearbeiteter Glaukonite spricht zumindest jedoch für eine, wenn auch nur kurzzeitige, regional ausgedehnte Verflachung des Ablagerungsraumes mit möglicher Sedimentationsunterbrechung.

Zum Hangenden hin wird die Beeinflussung durch den karbonischen Untergrund immer schwächer. So weist das folgende Schichtglied, der **glaukonitische Kalkmergel**, eine nahezu gleichförmige Mächtigkeit von 2–3 m auf. Außerdem fehlen Karbongerölle weitgehend. Den Hauptanteil des Sedimentes bildet eine grauweiße mergelige Matrix, in der blaugrüne, im tieferen Teil auch vereinzelt bräunliche und gelbgrünliche Glaukonite, vorwiegend in Mittelsandfraktion angetroffen werden. An größeren Komponenten sind nur noch Phosphatgerölle und phosphorisierte Kalkgerölle sowie linsenförmige Tongerölle erwähnenswert. Die Absonderung des Gesteins wird durch eine starke Bioturbation überprägt. Der glaukonitische Kalkmergel wird von manchen Autoren auch als höherer Essener Grünsand bezeichnet. Sein hoher Karbonatgehalt und seine deutlich geringere Glaukonitführung hebt ihn jedoch klar von dem Essener Grünsand i. e. S. ab.

Ohne scharfe Grenze folgt die ca. 0,5 m mächtige **Kalkknollenbank**. Sie ist in Bochum ein stark glaukonitischer mittelsandiger Kalkmergel mit knolliger Absonderung. Die 3–4 cm großen, stärker als das umgebende Sediment kalkig verfestigten Knollen, weisen einen geringeren Glaukonitgehalt auf und sind meist von einem schmalen karbonathaltigen Ton ummantelt. Die höhere Lithifizierung sowie die starke Bioturbation und die Häufung phosphorisierte Kalkgerölle lassen vermuten, daß es sich bei der Kalkknollenbank um einen Hartgrund handelt, der eine Sedimentationsunterbrechung am Ende des Cenoman anzeigt. Ein solcher Hartgrund ist am gesamten Südrand des Münsterschen Kreidebeckens weitverbreitet. Detailliert wurde die Bank von M. HISS (1980) zwischen Unna und dem Möhnesee untersucht. Die knolligen Absonderungen weisen dort als weiteres Anzeichen für eine Sedimentationsunterbrechung Epizoen- und Epiphyten-Bewuchs auf.

Deutlich abgesetzt zum Liegenden lagert ein stark glaukonitischer Tonmergel, dessen Glaukonitführung zum Hangenden hin abnimmt. Er ist durch einen fließenden Übergang mit den fast glaukonitfreien *labiatus*-Schichten verbunden.

Der ca. 0,5–0,75 m mächtige glaukonitische Tonmergel wird auch als **Glaukonitfuß** bezeichnet. Seine stratigraphische Stellung ist nicht eindeutig. Erst mit

der Abnahme des Glaukonites und des Quarzsand-Gehaltes geht die Schichtenfolge in reine, zum Teil leicht schluffige oder sandige Ton- und Kalkmergel der typischen turonen **labiatus-Schichten** über. Ab hier tritt erstmals *Inoceramus labiatus* SCHLOTHEIM auf. Im tieferen Teil sind die Schichten vorwiegend tonmergelig mit sandhaltigen und kalkmergeligen Zwischenlagen, während im höheren Teil kalkmergelige Sedimente vor reinen und sandhaltigen Tonmergeln überwiegen. Die Hangengrenze der ca. 20 m mächtigen *labiatus*-Schichten wurde nicht aufgeschlossen.

3. Biostratigraphie

Die Foraminiferen des Cenomananteils der Schichtenfolge im Raum Bochum wurde von A. KREBBER (1980) untersucht. Ergebnisse dieser Arbeit werden im folgenden Kapitel mit herangezogen.

Die konglomeratische Basallage führt außer Bruchstücken von Austern und Schwämmen nur noch vereinzelt benthonische, fast ausschließlich sandschalige Foraminiferen. Nachgewiesen wurden u. a. *Columnella advena* (CUSHMAN), *Columnella anglica* (CUSHMAN), *Columnella d'orbigny* (REUSS) und *Gavelinella baltica* BROTZEN. Diese Schicht ist demnach in das Cenoman zu stellen, albisches Alter scheidet aus. Eine genauere Einstufung läßt die Fauna nicht zu. Aus paläogeographischen Überlegungen kann die Schicht unterschiedlichen Niveaus des unteren Cenomans angehören.

Auch das Toneisensteinkonglomerat ist diachron und in Bochum ebenfalls auf das Untercenoman, allenfalls noch auf das basale Mittelcenoman beschränkt. In den untersuchten Profilen findet sich neben den schon aus der Basallage erwähnten Sandschalern noch *Reophax hamulus* FRIEG, *Arenobulimina (Arenobulimina) preslii* (REUSS) sowie *Quinqueloculina antiqua* FRANKE, *Rotalipora appeninica* (RENZ), *Lingulogavelinella formosa* (BROTZEN) und *Gavelinella cenomanica* (BROTZEN). Diese Formen lassen eine Zuordnung des Toneisensteinkonglomerates zu der *mantelli*- und/oder *rhotomagense*-Zone zu. Da die Basis des überlagernden Essener Grünsandes, obwohl diachron, in Bochum dem weitgehend tieferen Mittelcenoman (*costatus*-Subzone?) angehört, muß das liegende Konglomerat vollständig oder doch zum größten Teil in die *mantelli*-Zone gestellt werden. Welchen Anteil es hier an den einzelnen Subzonen hat, ist unbekannt.

Der mit dem scharfen lithologischen Wechsel zwischen Toneisensteinkonglomerat und Essener Grünsand i. e. S. einhergehende Faunenschnitt macht den Hiatus zwischen diesen beiden Schichtgliedern noch deutlicher. Leider geben aber die Faunen keinen Hinweis auf eine mögliche Schichtlücke, die die *dixoni*-Subzone ausfallen lassen soll, wie von FRIEG (1980) und KREBBER (1980) angenommen wird.

Die beiden Abschnitte des Essener Grünsandes i. e. S. weisen wahrscheinlich faziell bedingt unterschiedliche Faunenassoziationen auf. Im unteren Abschnitt dominieren deutlich gröbere sandschalige Foraminiferen, während im oberen diese zugunsten benthonischer Kalkschaler, seltener auch Planktoner, etwas zurücktreten. Im tieferen Abschnitt findet sich noch *Lingulogavelinella formosa* (BROTZEN). Neu hinzu kommen *Gavelinella intermedia* (BERTHELIN) neben einigen Hedbergellen,

u. a. *Hedbergella amabilis* (LOEBLICH & TAPPAN) und *Hedbergella brittonensis* (LOEBLICH & TAPPAN). Das gemeinsame Vorkommen von *Lingulogavelinella formosa* (BROTZEN) mit Faunen, die erst im mittleren Cenoman einsetzen oder zumindest hier erst häufig werden, macht es wahrscheinlich, daß dieser Abschnitt, bis zum Beweis des Gegenteils, in die *costatus*-Subzone gestellt werden muß. Im höheren Abschnitt des Essener Grünsandes sind *Rotalipora deekei* (FRANKE) und *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER) angetroffen worden. Diese Sedimente sind demnach ebenfalls der *rhotomagense*-Zone, im wesentlichen der *acutus*-Subzone zuzurechnen. Wo die Grenze *costatus-acutus*-Subzone genau verläuft, läßt sich mit der vorhandenen Fauna nicht entscheiden. Wahrscheinlich wird der Essener Grünsand i. e. S. nicht bis in die *jukesbrowni*-Subzone reichen, da die für dieses Niveau in Westfalen typischen Foraminiferen noch nicht vorhanden sind.

Diese können erst im glaukonitischen Kalkmergel nachgewiesen werden. Es sind vor allem *Rotalipora cushmani* (MORROW), *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Gavelinella intermedia belorussica* (AKIMETZ), *Lingulogavelinella globosa* (BROTZEN), *Cibicides grobenkoi* AKIMETZ. Die Fauna verweist den glaukonitischen Kalkmergel in das höchste Mittelcenoman (*jukesbrowni*-Subzone) und Obercenoman (*naviculare*-Zone).

Die Foraminiferenfauna der Kalkknollenbank weist keinen signifikanten Unterschied zum Liegenden auf. Die Individuenzahl der aus dieser Bank isolierten Foraminiferen ist jedoch deutlich niedriger. Es ist dies die Folge der schwierigen Aufbereitung des Sedimentes und nicht der Fossilarmut. Bemerkenswert ist, daß Rotaliporen nicht bis in dieses Schichtenglied nachgewiesen werden konnten, andererseits Globotruncanen noch nicht auftreten. So kann die Kalkknollenbank, wie in den meisten Regionen am Südrand des Münsterlandes, auch in Bochum lediglich aus Analogieschlüssen der *plenus*-Subzone zugeordnet werden. Eine ausführliche Diskussion zu dieser Problematik gibt M. HISS (1980). Von biofaziellern Interesse ist noch das massenhafte Auftreten von Palinosphaeren, wenngleich eine stratigraphische Aussage hiermit nicht verbunden ist.

Der am Südrand des Münsterlandes anzutreffende Faunenschnitt zwischen der Kalkknollenbank und dem überlagernden Mergel ist in Bochum nicht so markant ausgebildet, da hier zwischen der Kalkknollenbank und den Schichten mit *Inoceramus labiatus* SCHLOTHEIM eine Glaukonitmergel-Bank mit reduzierter, faziesgebundener Fauna eingeschaltet ist. Auch in dieser Bank fehlen Rotaliporen und Globotruncanen, *Inoceramus labiatus* SCHLOTHEIM tritt noch nicht auf. Die vorhandene Fauna läßt keine Entscheidung zu, ob diese Bank noch dem Cenoman oder schon dem Turon angehört. Lithologisch muß diese Bank zu den *labiatus*-Schichten gezählt werden, da sie einerseits ein Hiatus von der liegenden Kalkknollenbank trennt, andererseits durch allmähliche Reduzierung des Glaukonitgehaltes ein kontinuierlicher Übergang zu der typischen Ton/Mergel- und Kalk/Mergel-Folge der *labiatus*-Schichten vorliegt. Etwa 0,5–0,75 cm oberhalb der Basis des Glaukonitfußes setzen ziemlich unvermittelt neben *Inoceramus labiatus* SCHLOTHEIM, die typischen leitenden Foraminiferen des Turons, ein. Es sind dies *Globotruncana marginata* (REUSS), *Globotruncana* sp. aff. *imbricata* sensu KOCH und *Stensioeina* cf. *pokornyi* SCHEIBNEROVA. *Cibicides grobenkoi* AKIMETZ, *Gavelinella intermedia belorussica* (AKIMETZ) und *Gavelinella*

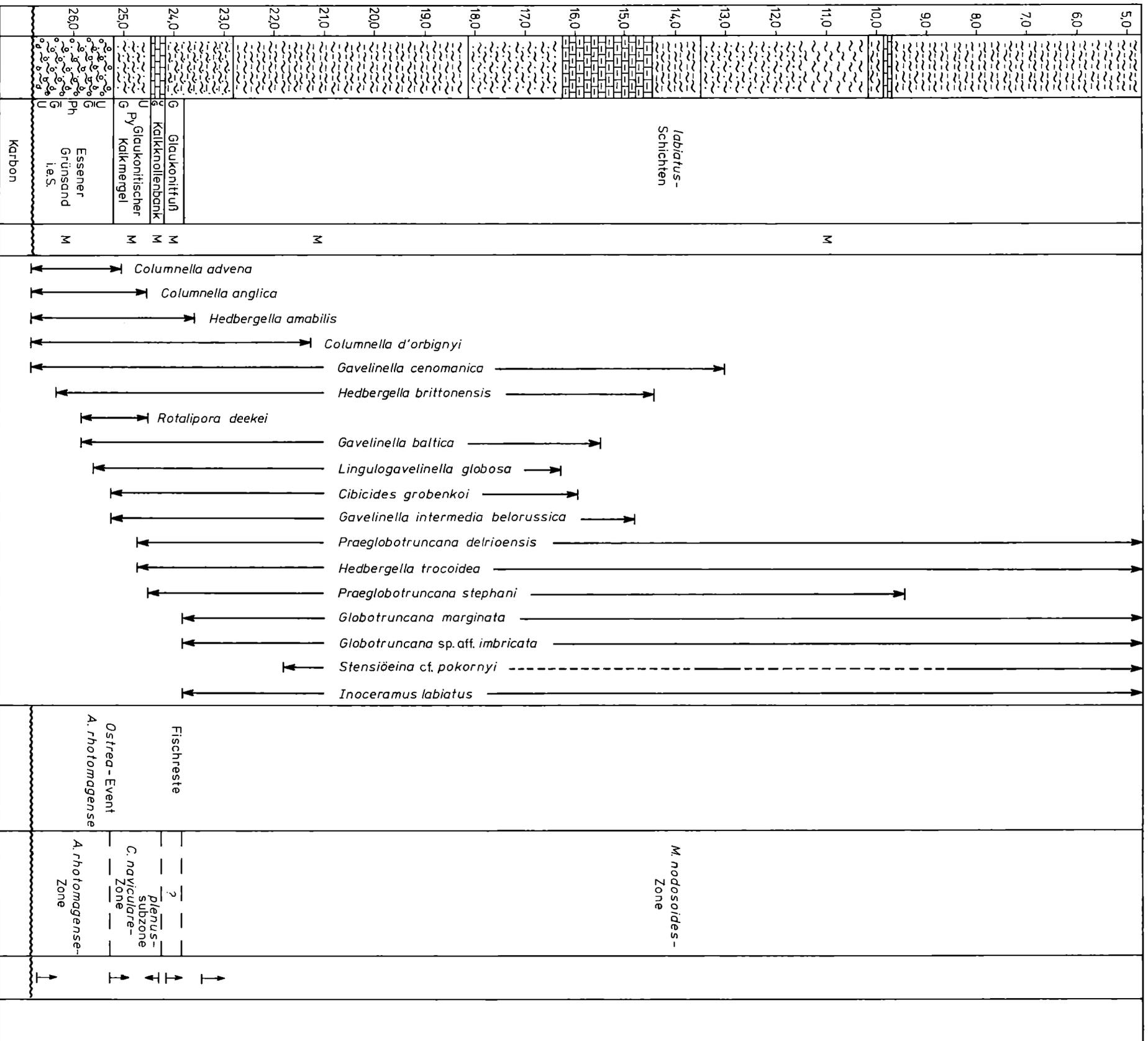


Abb. 3. Referenzprofil Bochum Hauptbahnhof mit Cenoman in unvollständiger und reduzierter Mächtigkeit.

la baltica (BROTZEN) sind auf das untere Drittel dieses Schichtgliedes beschränkt. Etwas höher hinauf reicht *Gavelinella cenomanica* (BROTZEN). *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER) sowie *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI) sind in dem gesamten Schichtenglied nachzuweisen. Die Zuordnung der *labiatus*-Schichten zur *nodosoides*-Zone steht in Übereinstimmung mit allen bisherigen Vorstellungen.

4. Referenzprofile

In einem Städteverbundsystem baute die Stadt Bochum eine Untergrundbahn, deren etwa H-förmig angelegten Trassen nahezu parallel und senkrecht zum Streichen der transgredierenden Kreide verlaufen. Im Zuge von Baugrunduntersuchungen für dieses Projekt wurden eine große Zahl flacher Kernbohrungen niedergebracht, die Kreide oder Karbon, in vielen Fällen auch den Übergang Kreide/Karbon, durchörterten. Aus diesen Bohrungen wurden zwei Kernstrecken als Referenzprofile ausgewählt.

Das Referenzprofil Bochum, Königsstraße KB 2 schließt den Übergang Karbon/Kreide sowie das Cenoman und tiefere Turon auf. Die aus allen Schichtgliedern bestehende Folge umfaßt 12 m, von denen etwa 5 m dem Cenoman angehören, das demnach zwar keine maximale, jedoch normale Ausbildung aufweist. Die Kreide des Referenzprofils überlagert eine Tonstein/Sandstein-Wechselfolge, in der Tonsteine dominieren. Die relativ weichen Gesteine wurden stärker ausgeräumt. Es entstand auf der Karbonoberfläche ein Tal, das im Kreidemeer schon früh überflutet wurde.

Das Referenzprofil Bochum, Hauptbahnhof KB 350 schließt ca. 24,30 m Kreidesedimente sowie das oberste Karbon auf. Das gesamte Cenoman hat nur eine Mächtigkeit von 2,80 m, es lagert unmittelbar mit Essener Grünsand i. e. S. in reduzierter Mächtigkeit dem Karbon auf. Basallage und Toneisensteinkonglomerat fehlen. Das Grundgebirge besteht im Bereich dieses Profiles aus Sandsteinen und bildet eine markante Klippe, die erst im Mittelcenoman vom Meer bedeckt wurde.

Literatur

- [1] ARNOLD, H. (1964): Die Verbreitung der Oberkreidestufen im Münsterland und besonders im Ruhrgebiet. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., 7: 679–690, 2 Abb., 2 Taf.; Krefeld.
- [2] BÄRTLING, R. (1911): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarte Bundesstaaten; Blatt Unna. — 144 S., 9 Abb., 9 Taf.; Berlin.
- [3] — (1925): Geologisches Wanderbuch für den niederrheinisch-westfälischen Industriebezirk. — 459 S., 123 Abb.; Stuttgart.
- [4] CARTER, D. J., & HART, M. B. (1977): Aspects of mid-cretaceous stratigraphical micropaleontology. — Bull. Brit. Mus. (nat. Hist.) Geol. Ser. 29 (1), 135 S., 53 Abb., 4 Taf.; London.
- [5] FIEGE, K. (1926): Die fazielle Differenzierung des Cenoman am Südrand der rheinisch-westfälischen Kreide. — Sitz. Ber. naturhist. Ver. Rheinld. Westf. 1926: 66–103, 3 Taf.; Bonn.
- [6] FRIEG, C. (1979): Systematische, biostratigraphische und palökologische Untersuchungen an agglutinierenden Foraminiferen des Cenoman in Bochum. — Unveröff. Diss. Univ. Münster, 128 S., 13 Abb., 5 Kt., 6 Taf., 3 Tab.; Münster.

- [7] – (1980): Neue Ergebnisse zur Systematik sandschaliger Foraminiferen im Cenoman des südwestlichen Münsterlandes. – *Paläont. Z.* 54: 225–240, 3 Abb.; Stuttgart.
- [8] HISS, M. (1981): Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie der Kreide-Basisschichten (Cenoman bis Unterturon) am Haarstrang zwischen Unna und Möhnesee. – Unveröff. Diss. Univ. Münster, 337 S., 54 Abb., 13 Tab., 7 Taf., 7 Kt.; Münster.
- [9] – (1982): Lithostratigraphie der Kreide-Basisschichten (Cenoman bis Unterturon) am Haarstrang zwischen Unna und Möhnesee (südöstliches Münsterland). – *Münster. Forsch. Geol. Paläont.* 57: 59–136, 9 Abb., 3 Tab., 5 Kt.; Münster.
- [10] – (1983): Biostratigraphie der Kreide-Basisschichten am Haarstrang (SE-Westfalen) zwischen Unna und Möhnesee. – *Zitteliana* 10 (2. Symposium Kreide München): 43–54, 7 Abb.; München.
- [11] KOCH, W. (1977): Biostratigraphie in der Oberkreide und Taxonomie von Foraminiferen. – *Geol. Jb. A* 38: 11–123, 2 Abb., 1 Tab., 17 Taf.; Hannover.
- [12] KREBBER, A. (1980): Lithologie, Paläontologie, Stratigraphie und Fazies der transgressiven Kreidesedimente in Bochum. – Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Münster, 151 S., 47 Abb., 10 Tab., 4 Kt., 4 Anl. Bd.; Münster.
- [13] KUKUK, P. (1938): Geologie des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebietes. – 706 S., 741 Abb., 48 Tab.; Berlin.