

Die Bohrung Heidental 4/79n, ein Referenzprofil der Mittleren Kreide, in der Kernzone des Osning bei Detmold, Lippisches Bergland

The borehole Heidental 4/79n, a reference section of the Middle Cretaceous in the central zone of the Osning near Detmold, Lippisches Bergland

Von M. J. KAEVER*) und L. B. F. BECKER**)

Mit 2 Abbildungen

Kurzfassung. Die Bohrung Heidental 4/79n bei Detmold durchörtert eine lückenlose Folge der Mittleren Kreide vom Mitteluron bis einschließlich des hier in das Apt/Alb zu stellenden Osning-Sandsteines. Die z. T. fossilreiche Kreide-Schichtenfolge wird gegliedert, das Profil als Referenzprofil für die Mittlere Kreide des Lippischen Berglandes vorgeschlagen.

Abstract. The drilling Heidental 4/79n near Detmold passes through an uninterrupted sequence of the Middle Cretaceous starting in the middle Turonian and including the Osning sandstone which has here to be placed into the Aptian/Albian. The Cretaceous sequence, partly rich in fossils, can be divided and the profile is proposed as the Middle Cretaceous reference profile for the Lippe Uplands.

1. Einleitung

Das Münstersche Kreidebecken wird im Norden und Osten von einem tektonisch stark beanspruchten Gebirgssystem (Osning) umgeben, das die Grenze zwischen dem Lippischen Keupergebiet (Niedersächsisches Tektogen) im NE und dem Kreidebecken bildet. Die östliche Begrenzung liegt an einer „rheinischen Schwäche-

Beitrag zum IGCP-Projekt „Mid-Cretaceous Events“, nationale Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft. Beitrag Nr. 18 der Arbeitsgruppe Münster.

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

***) Adresse: Dr. L. B. F. BECKER, Städtische Werke AG, Königstor 3–13, D-3500 Kassel.

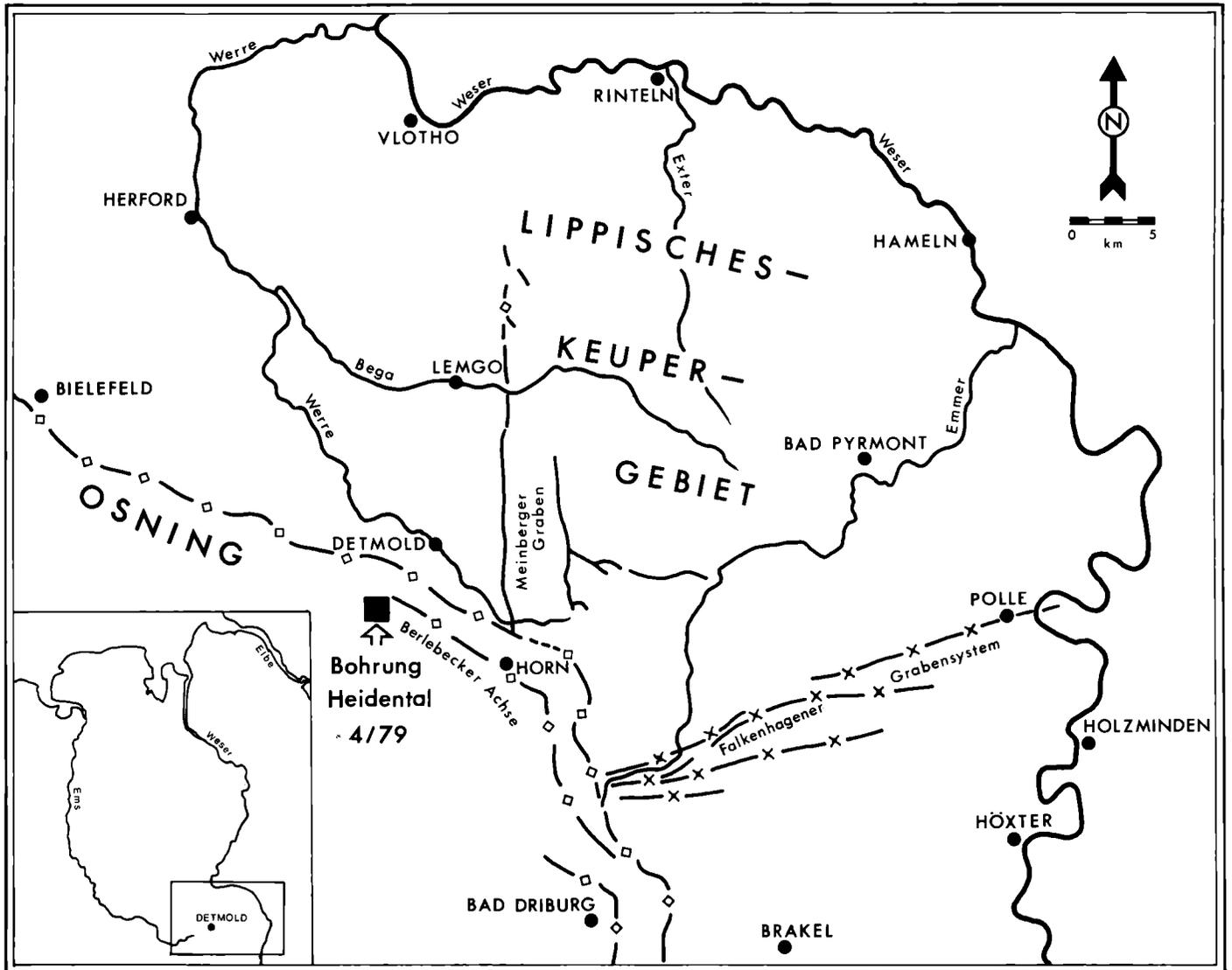


Abb. 1. Lage der Bohrung Heidental 4/79n

Fig. 1. Site of drilling Heidental 4/79n

zone“, die im Süden bis an den Oberrheingraben und im Norden bis über die Osning-Achse hinaus nachzuweisen ist. Dort, wo bei Horn – Bad Meinberg die Osning-Achse in eine SE-NW-(herzynische)-Richtung umbiegt, befindet sich mit dem „Meinberger Dom“ der Ausgangspunkt einer Vielzahl weiterer tektonischer Elemente. Das im Süden gelegene „Falkenhagener Grabensystem“ trennt das Lippische Keupergebiet von der Brakeler Muschelkalk-Schwelle und gehört im weiteren Sinne ebenfalls dazu.

In der alpidischen Ära beginnen sich während der jungkimmerischen Phase das Egge-System und die Osning-Achse aufzuwölben; daraus resultiert, daß die Kreide transgressiv entweder auf Keuper oder Jura, stellenweise sogar auf Wealden lagert.

2. Die Bohrung Heidental 4/79n

Zur Erschließung nutzbarer Grundwasservorkommen wurden durch die Stadtwerke Detmold GmbH quer zum Streichen der tektonisch stark beanspruchten Randzone des Osnings eine Reihe Untersuchungsbohrungen niedergebracht, die mehr oder weniger vollständig die Schichtenfolge der Mittleren Kreide durchhörten. Diese Bohrungen trafen die Kreide in unterschiedlichem Einfallen an. Außerdem wurden Schichtausfälle und Schichtverdoppelungen nachgewiesen, Phänomene, die in dem erwähnten Gebiet nicht außergewöhnlich sind.

Die Bohrung Heidental 4/79n, die bisher südlichste Bohrung, stellt insofern eine Ausnahme dar, als mit ihr die gesamte Schichtenfolge vom mittleren Turon bis einschließlich Osning-Sandstein, der hier der höheren Unterkreide angehört und diskordant dem stark gefalteten Lettenkohlen-Keuper (unterer Keuper) diskordant aufgelagert, aufgeschlossen wurde. Die Mittlere Kreide ist in dieser Bohrung kaum gestört und lagert nahezu söhlig. Als Referenzprofil ist die z. T. fossilreiche Schichtenfolge dieser Bohrung daher prädestiniert.

3. Das Referenzprofil Heidental 4/79n

Vorbemerkungen: Die nachfolgenden Mächtigkeitsangaben entsprechen etwa den Teufenangaben. Dies setzt völlig söhliche Lagerung voraus. Beobachtetes bzw. vermutetes schwaches Einfallen kann dazu führen, daß die Angaben geringfügig zu hoch angesetzt worden sind. Wo möglich und notwendig wurde dies zwar schon berücksichtigt, dennoch können noch Abweichungen von der wahren Mächtigkeit, die auf bohrtechnische Faktoren zurückzuführen sind, verblieben sein. Keinesfalls wird dieser Fehler mehr als 1 m je Schichteneinheit betragen.*)

*) Die Bohrung wurde bis in den Osning-Grünsand im Luftheberverfahren gebohrt, wodurch ein einwandfreies und fast völlig nachfallfreies Bohrgut zur Verfügung stand. Der Osning-Sandstein und der Keuper wurden gekernt.

Osning-Sandstein

Der den Keuper diskordant überlagernde Osning-Sandstein erreicht eine Mächtigkeit von etwa 35 m. Das weitgehend mittelkörnige massige Sediment läßt sich in zwei Einheiten untergliedern.

Der untere Osning-Sandstein, 8 m, ist stark bioturbat, führt Kohlebröckchen und enthält feinverteilten und in Nestern konzentrierten Pyrit. An der Basis befindet sich eine 0,2 m mächtige, feste, mittelgraue und pyritreichere Sandbank, die womöglich eine fazielle Vertretung des Lettenflözes ist. Es folgen 5,4 m mittelsandige, vorwiegend hellgelb/braune Sandsteine und 2,5 m Feinsandstein mit einer Häufung von Kohlebröckchen sowie mit kohligen Häutchen.

Im Gegensatz zu benachbarten Gebieten ist das Gestein nicht gebankt, auch fehlen gröbere, konglomeratische Lagen, andererseits aber auch tonige Einschaltungen. Solche lokalen Abweichungen sind jedoch nichts Außergewöhnliches in einem litoral/infralitoral Sedimentationsraum (A. HENDRICKS, 1979).

Der obere, eisenschüssige Osning-Sandstein, 27,5 m, unterscheidet sich deutlich durch fehlende Bioturbation und Pyritfreiheit. Auch dieser Sandstein ist kompakt, seine unteren 11,2 m weisen vorwiegend hellgraue, die oberen 16,3 m hellbraune bis beige Farben auf. Bei dieser Farbnuanzierung handelt es sich offensichtlich um ein post-sedimentäres Phänomen. Auffällig sind stark variierende Kluftrichtungen, wobei ein sich etwa rechtwinklig kreuzendes und 45° bis 60° zum Kern stehendes Kluftsystem, das häufig mit Eisen-Manganoxyd belegt ist, dominiert.

Neben dem bioturbaten Gefüge und den kohligen Häutchen, die wahrscheinlich pflanzlichen Ursprungs sind, konnten keine Fossilien nachgewiesen werden. Nach H. STILLE & A. MESTWERDT (1911), E. SPEETZEN (1970) und A. HENDRICKS (1979), die in vorwiegend gebanktem Osning-Sandstein der weiteren Umgebung von Detmold Fossilien nachgewiesen haben, gehört der Osning-Sandstein im Raum Detmold dem Apt und tieferen Alb an.

Osning-Grünsand

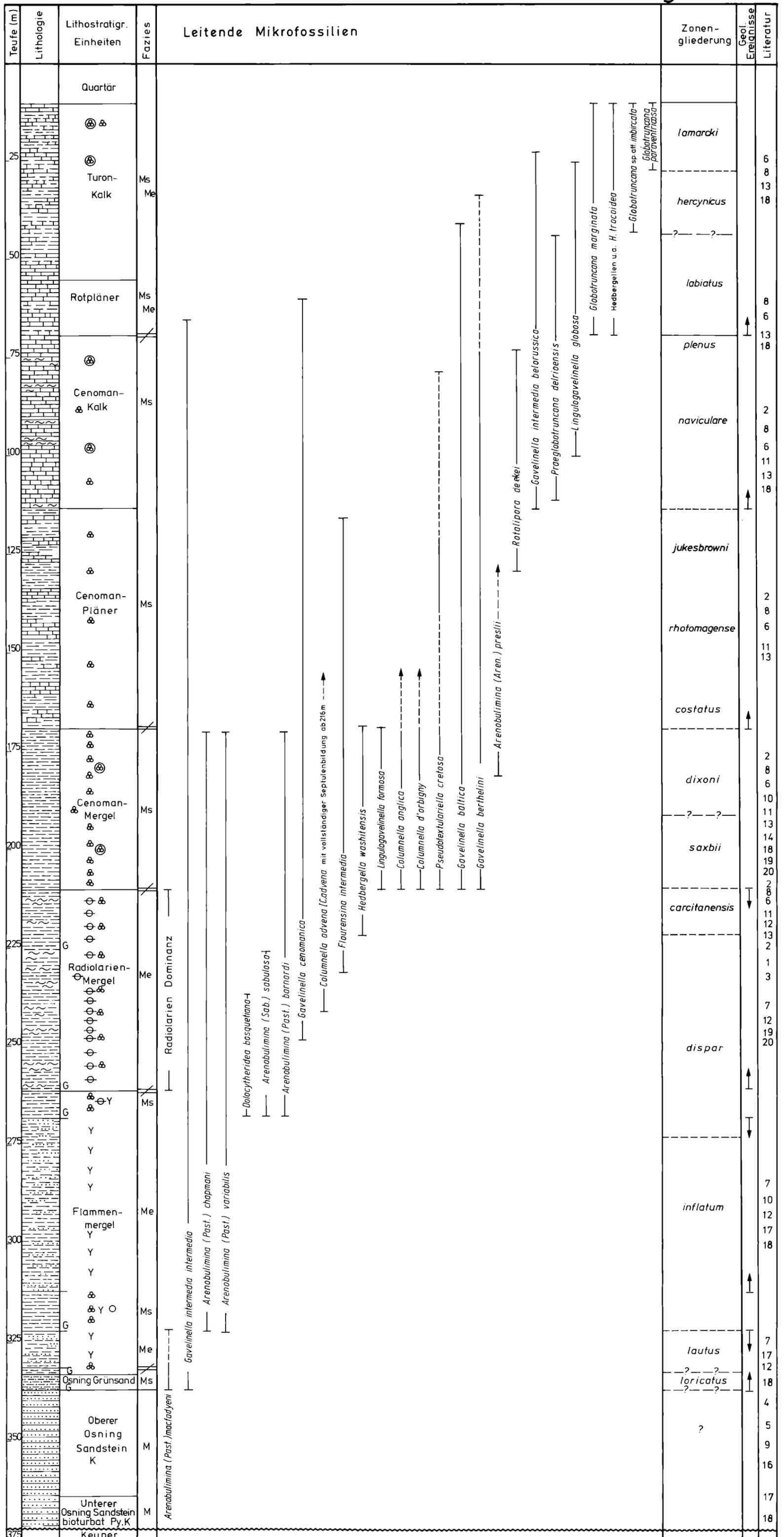
Als lithologische Einheit ist der 4 m mächtige, dunkelgrau-grüne, tonige Osning-Grünsand gut zu definieren. Glaukonit-Pellets bilden in seiner unteren Hälfte ca. 50–60 %, in der oberen Hälfte 20–25 % des Gesteins. Die Fossilführung ist gering. Neben *Arenobulinina (Pasternakia) macfadyeni* CUSHMAN, *Gavelinella intermedia intermedia* (BERTHELIN) findet sich vereinzelt *Hedbergella cf. infracretacea* (GLAESNER). Das Schichtenglied gehört damit noch dem Mittelalb, vermutlich der *loricatus*-Zone an.

Flammenmergel

Überlagert wird der Grünsand vom Flammenmergel, der etwa eine Mächtigkeit von 70 m erreicht. Lithologisch hebt er sich mit seinen vorwiegend kieselig-schluffigen, untergeordnet auch tonigen Sedimenten deutlich von den glaukonitführenden tonigen Sanden im Liegenden und den karbonathaltigen Sedimenten des Hangenden ab.

BOHRUNG HEIDENTAL 4/79 SE - Detmold im Osning / Westf.

Abb. 2. Das Referenzprofil Heidental 4/79 n. (Zusätzlich zu den in der Vorlage angegebenen Signaturen wurden noch verwendet: Py = Pyrit; K = Kohlrückchen; G = Glaukonit.)
Fig. 2. The reference profile Heidental 4/79 n. (The following symbols were used in addition to the legend at the beginning of this volume: Py = pyrite; K = coal particles; G = glauconite.)



Der Flammenmergel setzt sich aus spikulitischen hell- bis dunkelgrauen Schluffsteinen bis Feinsanden zusammen. Glaukonithaltige Tonsteineinschaltungen erlauben eine Gliederung des Schichtengliedes in drei Sequenzen, die jeweils mit Tonsteinen beginnen und in Spikulite übergehen. Lediglich die dritte Sequenz ist nicht vollständig ausgebildet, ihr fehlt der spikulitische Anteil.

Neben den z. T. gesteinsbildenden Schwammresten der spikulitischen Sedimente konnten in der Bohrung keine Makrofossilien nachgewiesen werden. Die Mikrofossilführung, Foraminiferen und vereinzelt Radiolarien sowie Ostracoden, sind auf die spikulitfreien, zumindest jedoch spikulitarmen Horizonte beschränkt.

Die Mikrofaunen des basalen Flammenmergels stimmen weitgehend mit denen des Osning-Grünsandes überein. Oberes Mittelalb, vermutlich *lautus*-Zone, ist hierfür wahrscheinlich. In den Tonsteinen der zweiten Sequenz wird *Arenobulimina (Pasternakia) macfadyeni* CUSHMAN durch *Arenobulimina (Pasternakia) chapmani* (CUSHMAN) und *Arenobulimina (Arenobulimina) variabilis* (d'ORBIGNY) ersetzt. Die Fauna ist in das tiefere Oberalb (*inflatum*-Zone) zu stellen. In die *dispar*-Zone gehört die dritte Sequenz des Flammenmergels, die etwa die oberen 5 bis 7 m des Schichtengliedes umfaßt. Die Mikrofaunen zeichnen sich durch eine geringfügig höhere Diversität aus. Neu hinzu treten: *Arenobulimina (Pasternakia) barnardi* FRIEG & PRICE sowie *Arenobulimina (Sabulina) sabulosa* (CHAPMAN), Ostracoden der Gattung *Cytherella* u. a. mit *C. cf. ovata* (ROEMER), *Protocythere*, vorwiegend mit *P. cf. lineata* (CHAPMAN & SHERBORN) sowie *Dolocytheridea bosquetiana* JONES & HINDE. Die Grenze *inflatum/dispar*-Zone kann mit dieser Fauna nur in einiger Annäherung festgelegt werden, sie muß im spikulitischen Bereich der zweiten Sequenz liegen.

Radiolarienmergel

Bei der Teufe 261 m wird der Flammenmergel durch den ca. 50 m mächtigen Radiolarienmergel, ein mittelgrauer, schluffiger Ton- bis Tonmergelstein, abgelöst. Das hervorstechendste Merkmal ist die auffallend starke Radiolarienführung, die in den liegenden Schichten nur ein rezessives Faunenelement darstellt. Neben Spumularien, die im allgemeinen über 0,1 mm Durchmesser aufweisen, finden sich untergeordnet auch kleinere Nasselarien. Schon im tieferen Teil der Schichtenfolge setzen *Gavelinella cenomanica* (BROTZEN), *Flourensina intermedia* TEN DAM und *Columnella advena* (CUSHMAN) ein. Letztere besitzt hier unvollkommene Septulen, die sich jedoch schnell vervollständigen und in den Gehäusen des höheren Teils dieses Schichtengliedes komplett ausgebildet sind. *Hedbergella washitensis* (CARSEY) findet sich erstmals nahe des Tops des Radiolarienmergels.

Der wesentliche Teil des Radiolarienmergels gehört noch dem Alb an. Wie groß der in das tiefere Cenoman zu stellende Anteil dieses Schichtengliedes ist, wurde noch nicht geklärt, da die Grenzziehung Unter/Oberkreide mittels Mikrofaunen bislang mit zu vielen Unsicherheiten belastet ist.

Cenomanmergel

Sicher in das Cenoman zu stellen ist die darüberfolgende Einheit des Cenomanmergels, ein mürber Schluffstein bis Tonmergelstein mit unterschiedlicher Karbonat-

führung. Ein deutlicher Faunenschnitt trennt den Cenomanmergel und den Radiolarienmergel. Die reichen Radiolarienschüttungen setzten ebenso unvermittelt aus, wie sie an der Basis des Radiolarienmergels einsetzten.

Die reichen Mikrofaunen des Cenomanmergels enthalten neben den schon aus älteren Schichten bekannten Arten noch *Columnella d'orbigny* (REUSS), *Columnella anglica* (CUSHMAN), *Pseudotextulariella cretosa* (CUSHMAN), *Lingulogavelinella formosa* (BROTZEN), *Gavelinella berthelini* (KELLER) und *Gavelinella baltica* (BROTZEN) sowie im höheren Teil auch noch *Arenobulimina (Arenobulimina) prestii* (REUSS). Dieses Schichtenglied ist demnach dem unteren Cenoman (*saxbii*- und *dixonii*-Zone) zuzuordnen.

Cenomanpläner

Der ca. 55 m mächtige Cenomanpläner ist eine Abfolge aus mittel- bis dunkelgrauen Ton- bis Tonmergelsteinen mit teilweise sehr hohen Karbonatführungen. Besonders die unteren 20 m des Cenomanpläners zeichnen sich durch dunklere Farben und größere Härte aus.

Die Mikrofossilführung ist bedeutend geringer als im Cenomanmergel, wenngleich ein Faunenschnitt zwischen diesen beiden Schichtgliedern nicht vorliegt. Bei ähnlicher Faunenzusammensetzung, in der höchstens der Anteil agglutinierender Foraminiferen etwas zurückgedrängt ist, fällt auf, daß neben einigen weniger leitenden Arten *Hedbergella washitensis* (CARSEY) und *Lingulogavelinella formosa* (BROTZEN) fehlen. *Rotalipora deekei* (FRANKE) setzt ein. Hiernach dürfte der wesentliche Teil des Schichtengliedes dem Mittelcenoman angehören. Ob die Grenze Unter-/Mittelcenoman mit der lithologischen Grenze zwischen dem Cenomanmergel und dem Cenoman-Pläner zusammenfällt, ist nicht bewiesen. Ähnliches gilt für die Grenze Mittel-/Obercenoman, die bis zum Beweis des Gegenteils an dem markanten lithologischen Übergang vom Cenoman-Pläner zum Cenomankalk gelegt wird.

Cenomankalk

Der Cenomankalk, vorwiegend helle Kalksteine und Kalkmergelsteine, erreicht eine Mächtigkeit von etwas über 40 m. Anschliffe des Kalkes zeigen, daß das Gestein nicht fossilarm ist. Dennoch lieferte es nur eine ausgesprochen arme isolierte Mikrofauna. Wesentlicher Grund hierfür ist die Schwierigkeit, die der Kalk den üblichen Aufbereitungsmethoden entgegengesetzt. Dennoch konnten folgende leitende Foraminiferen nachgewiesen werden: *Gavelinella intermedia belorussica* (AKIMETZ), *Lingulogavelinella globosa* (BROTZEN), *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER) sowie die schon aus dem Cenomanpläner bekannte *Rotalipora deekei* (FRANKE). Diese Fauna verweist den Kalk in das Obercenoman.

Rotpläner

Die in NW-Deutschland weitverbreitete Rotfärbung von Plänerkalken an der Basis des Turons ist auch in dem hier beschriebenen Profil vorhanden. Abweichend ist, daß im Gegensatz zu der allgemein angegebenen Mächtigkeit von nur wenigen

Metern der Rotpläner in der Bohrung Heidental 4/79n eine Mächtigkeit von 13,5 m erreicht. Grund hierfür mögen regionale, bislang nicht näher bekannte Ökofaktoren sein.

Von den schon bekannten Leitformen reichen die benthonischen *Gavelinella cenomanica* (BROTZEN), *Gavelinella intermedia belorussica* (AKIMETZ) und *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER) bis in dieses Schichtglied. *Rotalipora deckei* (FRANKE) setzte schon im oberen Cenomankalk wieder aus. Erstmals treten planktonische Foraminiferen in großer Individuenzahl auf. Es sind dies neben Hedbergellen, u. a. mit *Hedbergella trocoidea* GANDOLFI auch *Globotruncana marginata* (REUSS). Eine Zuordnung der Gesamtfauuna zum unteren Turon (*labiatus*-Zone) ist eindeutig.

In der Bohrung Heidental 4/79n beschränkt sich demnach die Rotfärbung nur auf das unterste Turon, während das obere Cenoman hiervon nicht betroffen wird.

Turonkalk

Im Hangenden des Rotpläners folgen bis zur quartären Überdeckung noch 47 m Karbonatgesteine. Diese setzen mit 2,5 m hellen Kalksteinen ein, worauf eine 41 m mächtige Wechselfolge von Kalksteinen und Kalkmergelsteinen folgt. Den Abschluß bilden abermals weiße bis hellgraue Kalke, die in einer Mächtigkeit von 2,5 m abgeschlossen wurden.

Hedbergellen, *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER) und *Globotruncana marginata* (REUSS) finden sich in der gesamten Schichtenfolge. *Gavelinella cenomanica* (BROTZEN) beschränkt sich auf den unteren Teil des Turonkalkes und *Gavelinella baltica* BROTZEN überschreitet die Grenze Rotpläner/Turonkalk nicht. Neu hinzu kommen vereinzelt *Globotruncana* sp. aff. *imbricata* sensu KOCH 1977 und im höchsten Teil der Schichtfolge auch *Globotruncana paraventricosa* (HOFKER). Dieser Kalk ist demnach in das Unterturon (*labiatus*-Schichten einschließlich *hercynicus*-Zone) und zum geringen Teil auch in die *lamarcki*-Schichten zu stellen.

4. Schlußbetrachtungen

Daß es sich bei der Schichtenfolge der Bohrung Heidental 4/79n weitgehend um ein Profil normaler Ausbildung handelt, das dementsprechend vorzüglich als Referenzprofil geeignet ist, zeigen die generellen Übereinstimmungen mit bisher bekannten Beschreibungen der Mittelkreide benachbarter Gebiete durch andere Autoren.

Die Mächtigkeit des Osning-Sandsteines entspricht den von E. SPEETZEN (1970) und A. HENDRICKS (1979) für dieses Gebiet geforderten Werten. Offensichtliche geringe lithologische Unterschiede und abweichende Absonderungen sind auf starke Differenzierungen innerhalb des litoralen und infralitoralen Ablagerungsraumes zurückzuführen. Ähnliche Unterschiede würden auch bei allen anderen Profilen auftreten. Leider basiert die Alterseinstufung des Osning-Grünsandes vorliegender Bohrung nur auf Analogieschlüssen. Doch sind in der engeren Umgebung aus dieser lithologischen Einheit *Acanthoceras milleti* (d'ORBIGNY) und *Hoplites tardefurcatus* (LEYM.), Formen des unteren Alb, nachgewiesen (H. STILLE & A. MESTWERDT, 1911).

Die Grenze Unter-/Oberkreide wird in Ostwestfalen im allgemeinen dort gelegt, wo die kieselig-spikulitische Fazies in Tonmergelfazies übergeht. Die tieferen Schichten der hangenden Tonmergel beherbergen jedoch neben auffallend reichen Radiolarienfaunen auch Foraminiferen des obersten Alb. Die Grenze Unter-/Oberkreide muß demnach höher angenommen werden. Eine genaue Festlegung der Grenze ist mit den angetroffenen Mikrofossilien leider nicht möglich. So kann auch z. Zt. nicht entschieden werden, ob die Grenze mit dem unvermittelten Aussetzen der Radiolariendominanz übereinstimmt.

Die lithologische Dreiteilung des Cenomans im Mergel, Pläner und Kalkstein legt es nahe, die Grenzen Unter-/Mittelcenoman und Mittel-/Obercenoman jeweils mit dem lithologischen Wechsel zusammenfallen zu lassen. Mikropaläontologisch lassen sich diese Grenzen zumindest in dem Bohrprofil nicht genau festlegen, da aus den vorwiegend kompetenten Gesteinen trotz Faunenreichtums nur mäßige Faunen isoliert werden konnten. Die von G. ERNST et al. (1982) ausgeschiedenen und für weite Teile der westfälischen Kreide gültigen stratigraphischen Events, wie z. B. das Oyster-Event, lassen sich in dem Material der Rotary-Bohrung trotz Probennahmen im Luftheberverfahren nicht nachweisen.

Überraschend ist die Mächtigkeit des Rotpläners mit 13,5 m. Wenn dieses Schichtglied auch sonst lokale Mächtigkeitsänderungen aufweist, so sind die bisher festgestellten Mächtigkeiten doch immer deutlich unter 10 m geblieben. Ein Grund für die anomale Ausbildung kann bisher noch nicht angegeben werden. Eindeutig ist jedoch, daß die Rotfärbung erst mit dem basalen Turon und nicht schon im obersten Cenoman (*plenus*-Zone) einsetzt. Gleichzeitig mit dem Einsetzen der Rotfärbung treten unvermittelt die ersten Globotruncanen-Faunen auf, während Rotaliporen in den roten Sedimenten nicht mehr nachgewiesen wurden.

Literatur

- [1] BECKER, L., & KAEVER, M. (1982): Das Kreideprofil der Bohrung Heidental 4/79n in der Kernzone des Osning, südwestliche Detmold. — Münster. Forsch. Geol. Paläont., 57: 1–31, 4 Abb.; Münster.
- [2] CARTER, D. J., & HART, M. B. (1977): Aspects of Mid-Cretaceous stratigraphical micropaleontology. — Bull. Brit. Mus. nat. Hist. (Geol), 29: 1–135; London.
- [3] ELLERMANN, C. (1962): Neue Alb-Vorkommen in der Münsterschen Kreidebucht und ihre Mikrofauna. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1962: 385–408, 21 Abb.; Stuttgart.
- [4] ERNST, G. (1977): Belemniten-Hohlformen als stratigraphische Indikatoren im Osning-Sandstein (U.-Kreide) und Modellvorstellungen zur Fazies-Analyse. — Nachr. dt. geol. Ges., 17: 56–57; Hannover.
- [5] — (1978): Senneberg-W-Sandsteinbruch westlich Bielefeld. — In: KEMPER, E., ERNST, G., & THIERMANN, A.: Fauna, Fazies und Gliederung der Unterkreide im Wiehengebirgsvorland, Osning und im deutsch-niederländischen Grenzgebiet. — Symp. dt. Kreide, Ex. A₁: 30–33, 9 Abb.; Münster.
- [6] ERNST, G., SCHMID, F., SEIBERTZ, E., & KELLER, S. (1982): Event-Stratigraphie im Cenoman und Turon von NW-Deutschland. — 2. Symp. Kreide, Abstr., 22–24. 1 Abb.; München.
- [7] FRIEG, C. (1980): Neue Ergebnisse zur Systematik sandschaliger Foraminiferen im Cenoman des südwestlichen Münsterlandes. — Palaeont. Z., 54: 225–240, 3 Abb.; Stuttgart.

- [8] Geologische Karte Nordrh.-Westf. (1979): 1:100.000, C 4318 Paderborn: 55 S., 15 Abb., 2 Tab.; Krefeld.
- [9] HENDRICKS, A. (1979): Lithologische Untersuchungen in der marinen Unter-Kreide des Teutoburger Waldes zwischen Detmold und Bad Iburg (Westfalen) unter besonderer Berücksichtigung des Osning-Sandsteins. — Unveröff. Diss., 237 S., 42 Abb., 1 Tab., 9 Taf.; Münster.
- [10] HESEMANN, J. (1975): Geologie Nordrhein-Westfalens. — 416 S., 255 Abb., 122 Tab.; Paderborn (Schöningh).
- [11] HISS, M. (1981): Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie der Kreide-Basisschichten (Cenoman bis Unterturon) am Haarstrang zwischen Unna und Möhnesee. — Unveröff. Diss., 337 S., 13 Tab., 7 Taf., 7 Kt.; Münster.
- [12] JORDAN, H. (1981): Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie der Transgressionssedimente des Alb und Cenoman im nördlichen Ruhrgebiet und südlichen Münsterland. — Unveröff. Diss., 266 S., 83 Abb., 1 Taf., 3 Kt.; Münster.
- [13] KOCH, W. (1977): Stratigraphie der Oberkreide in Nordwestdeutschland (Pompeckische Scholle). Teil 2: Biostratigraphie in der Oberkreide und Taxonomie von Foraminiferen. — Geol. Jb., 438: 11–123, 2 Abb., 1 Tab., 17 Taf.; Hannover.
- [14] MICHAEL, E. (1966): Die Evolution der Gavelinelliden (Foram.) in der NW-deutschen Unterkreide. — Senckenb. Lethaea, 47: 411–459; Frankfurt.
- [15] ROSENFELD, U. (1977): Zur Tektonik zwischen Osning und Egge-Gebirge. — Z. dt. geol. Ges., 128: 25–39, 4 Abb.; Hannover.
- [16] SPEETZEN, E. (1970): Lithostratigraphische und sedimentologische Untersuchungen im Osning-Sandstein (Unter-Kreide) des Egge-Gebirges und des südöstlichen Teutoburger Waldes (Westfalen, NW-Deutschland). — Münster. Forsch. Geol. Paläont., 18: 149 S., 43 Abb., 8 Tab., 21 Taf.; Münster.
- [17] STILLE, H. (1935): Der Ostrand der Rheinischen Masse und seine Kreidebedeckung. — Abh. preuß. geol. Landesanst., N. F., 139: 137–158, 3 Abb., 1 Taf.; Berlin.
- [18] STILLE, H., & MESTWERDT, A. (1911): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Liefg. 167, Blatt Detmold: Preuß. Geol. Landesanst., 60 S.; Berlin.
- [19] WEAVER, P. P. E. (1981): The distribution of Ostracoda in the British Cenomanian. — Ser. Brit. micropaleont. Soc., 156–162, 4 Abb.; Chichester.
- [20] WILKINSON, I. P., & MORTER, A. A. (1981): The biostratigraphical zonation of the East Anglian Gault by Ostracoda. — Ser. Brit. micropaleont. Soc., 163–176, 3 Abb., 3 Taf.; Chichester.