

Geol. Paläont. Westf.	70	15-54	19 Abb. 1 Tab.	Münster März 2008
--------------------------	----	-------	-------------------	----------------------

Das Albium (Unterkreide) im Teutoburger Wald und Eggegebirge

Ulrich Kaplan*

Kurzfassung:

Das Albium (oberste Unterkreide) im Teutoburger Wald und Eggegebirge wird anhand neuer Geländebe- funde und der Auswertung vorliegender Daten litho- und biostratigraphisch neu beschrieben. Die Ablage- rungsfolge wird im Eggegebirge in den Osning-Sandstein, den Osning-Grünsand, den Gault-Sandstein und den auflagernden Flammenmergel gegliedert, im Teutoburger Wald in den Osning-Sandstein, den Osning- Grünsand und den Flammenmergel. Der Flammenmergel zeigt von SE nach NW eine deutliche Mächtig- keitszunahme und einen Wechsel von küstennahen Feinsanden über schluffige und verkieselte Mergel- steine zu beckenwärtigen Ton- und Tonmergelsteinen. Insgesamt können im Flammenmergel drei Sedi- mentationszyklen unterschieden werden. Erstmals wird ein Vorschlag zur durchgehenden Zonierung mit Ammoniten vorgelegt.

Abstract:

The Albian (late Lower Cretaceous) of Teutoburger Wald and Eggegebirge is redescrbed litho- and bios- tratigraphically by means of new field data and interpretation of existing data. The deposits are divided in the Eggegebirge into the top Osning-Sandstone, the Osning-Greensand, and the Flammenmergel, in the Teutoburger Wald into the top Osning-Sandstone, the Osning-Greensand, and the Flammenmergel. The Flammenmergel shows a significant growth of its thickness from SE to NW and an alternation from near shore fine grained silicified sandstones over silicified silt- and marlstones to basinal marl- and claystones. Three sedimentary cycles can be subdivided in the Flammenmergel. For the first time a proposal is made for an ammonite zonation.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	16
2.	Lokalitäten	18
3.	Aufschlüsse und Profile des Albiums im Teutoburger Wald und Eggegebirge	29
3.1	Referenzprofile	29
3.1.1	Raum Altenbeken	29
3.1.2	Detmold (Altarstein, Grotenburg und Bohrung Heidental 4/79n)	30
3.1.3	Bielefeld-Gadderbaum (Aufschlüsse an der Bodelschwingh-Straße)	32
3.2.	Weitere Aufschlüsse im Osning-Grünsand und Flammenmergel	35
3.2.1	Osning-Grünsand und tonig-mergeliger Abschnitt des Flammenmergels	35
3.2.2	Aufschlüsse im kieseligen Abschnitt des Flammenmergels	35
3.2.3	Gault-Sandstein und Flammenmergel in der Kühlsener Kreidemulde bei Bad Driburg-Kühlsen	36

* Anschrift des Verfassers

Ulrich Kaplan, Eichenallee 141, D 33332 Gütersloh, Deutschland, E-Mail: U.K.Kaplan@t-online.de

3.2.4	Flammenmergel bei Bad Iburg-Glane	.37
3.2.5	Umgelagertes Albium bei Halle-Ascheloh	.37
4.	Lithostratigraphische Korrelation	.37
5.	Fauna und Biostratigraphie	.41
5.1	Aptium/Albium-Grenze und Unteralbium	.42
5.2	Mittelialbium	.44
5.3	Oberalbium	.46
5.4	Zusammenfassung der stratigraphischen Befunde	.47
5.5	Anmerkungen zur lithofaziellen Entwicklung und zu Sedimentations-Zyklen	.51
6.	Schriftenverzeichnis	.53

1. Einleitung

Das Albium ist die jüngste Stufe der Unterkreide und mit einer Dauer von ca. $12,4 \pm 1,0$ Mill. Jahren auch eine der ausgedehnteren Stufen der Kreide. Es wurde von $112,4 \pm 1,0$ bis $99,6 \pm 0,9$ Mill. Jahren vor unserer Zeitrechnung abgelagert (GRADSTEIN et al. 2004: 85). Im Eggegebirge nimmt das Albium mit dem obersten Osningsandstein, dem Osning-Grünsand, dem Gault-Sandstein und dem Flammenmergel und im Teutoburger Wald mit dem obersten Osningsandstein, dem Osning-Grünsand, und dem Flammenmergel einen nicht geringen Anteil der kretazischen Ablagerungen ein. Doch im Gegensatz zu der recht gut aufgeschlossenen hangenden Plänerkalkstein-Gruppe der tiefen Oberkreide und den immer noch existenten Steinbrüchen im liegenden Osningsandstein ist das Albium nur spärlich aufgeschlossen. Der wesentliche Grund dafür ist, dass seine Gesteine weder als Naturbausteine noch als Grundstoff für die Brantkalk- und Zementproduktion geeignet sind. Der Osning-Grünsand wurde bei Hilter-Hankenberge bis zum zweiten Weltkrieg als Ziegeleirohstoff gewonnen. Flammenmergel wurde nur gelegentlich abgebaut, nordwestlich von Bielefeld als Ziegeleirohstoff und südöstlich von Bielefeld als Wege- und Bahnschotter. Doch der aus ihm gebrochene Schotter erwies sich wenig als tauglich, weil er rasch an der Luft zerfällt. So endete noch zu Beginn des vorhergehenden Jahrhunderts der Versuch, Lämershagener Flammenmergel als Schotter für Bahntrassen an die Reichsbahn zu verkaufen, mit einem finanziellen Fiasko für den Steinbruchbetreiber.

Der Osning-Grünsand ist heute nur noch mit kurzen Abschnitten bei Bielefeld-Gadderbaum aufgeschlossen. Lesestücke finden sich in einem Wegeaufschluss in der Clever Schlucht bei Borgholzhausen und auf einem Feld bei Borgholzhausen-Holland. Im Flammenmergel existieren heute noch zwischen Hilter-Hankenberge und Detmold-Schling elf Aufschlüsse, die noch eine Profilaufnahme zulassen (Abb. 1). Diese Aufschlüsse wurden teils schon zu Beginn des vorhergehenden Jahrhunderts aufgelassen, teils ging ihr Betrieb noch bis zum zweiten Weltkrieg. Da diese Profile bislang noch nicht dokumentiert wurden, werden sie hier erstmals dargestellt, beschrieben, korreliert und im Kontext der Ablagerungen des Albiums des Teutoburger Waldes litho- und biostratigraphisch interpretiert. Neben diesen Aufschlüssen geben auch Wegeböschungen, freiliegende Wurzelrichter umgestürzter Bäume sowie kleinere Gruben, aus denen Wegeschotter entnommen wurde, vom Eggegebirge bis in den Raum Bad Iburg immer instruktive Einblicke in die Ablagerungsfolgen. In diesem Zusammenhang besonders zu erwähnen sind der Nordhang der Grotenburg bei Detmold-Hiddensen und verfallene Wegeaufschlüsse am NW-Hang des Rietholzes bei Bad Driburg-Kühlsen, die beide wesentlich zum Verständnis albischer Ablagerungsfolgen im Gebiete des Teutoburger Waldes und des Eggegebirges beitragen. Weitere kleinere Aufschlüsse finden sich im Eggegebirge zwischen Lichtenau-Herbram und Horn, bei Bielefeld-Gadderbaum und Ibbenbüren-Dörenthe.

Bohrungen, die im Gebiet des Teutoburger Waldes albische Ablagerungen durchteuften sind rar. KAEVER & BECKER (1985) beschreiben die Bohrung Heidental 4/79n und legen eine litho- und biostratigraphische Gliederung vor, die wesentlich für die Korrelation des Albiums im Eggegebirge und im Teutoburger Wald ist. THIERMANN (1970a, b, 1973) gibt in den Erläuterungen zur Geologische Karte 1:25000 der Blätter Bevergern, Tecklenburg und Rheine kurze Zusammenfassungen von Bohrergebnissen.

SPEETZEN (2005) verdanken wir eine Neubearbeitung der Unterkreide des Raumes Altenbeken mit einer essentiellen Neuinterpretation der vorliegenden stratigraphischen Daten. Er greift dabei unter anderem auf die Arbeit von SCHLÜTER (1866) mit ihren umfangreichen biostratigraphischen Daten zurück. Für den mittleren Teutoburger Wald bei Bielefeld stellen ALTHOFF & SEITZ (1934) eine Gliederung des Albi-

ums vor, die auf feinstratigraphischen Profilaufnahmen und Fossilauflammlungen beruhend auch heute noch Bestand hat. Weitere litho- und biostratigraphische Beschreibungen finden sich eher verstreut in den Erläuterungen der den Teutoburger Wald und das Eggegebirge abdeckenden geologischen Karten. Nicht unerwähnt bleiben darf OWEN (1979), der in NW-deutschen Sammlungen vorliegende und in der Literatur erwähnte Albium-Ammoniten neu bestimmt und biostratigraphisch einstuft. Dabei listet er auch mehrere bislang unbeachtet gebliebene Exemplare aus dem Teutoburger Wald und dem Eggegebirge auf, so dass nicht nur einige lithostratigraphische Einheiten biostratigraphisch präziser eingestuft werden können, sondern auch die Korrelation des Albiums im Teutoburger Wald und Egge auf biostratigraphischer Basis möglich ist.

Das im Text erwähnte Fossilmaterial stammt aus folgenden Sammlungen:

- GPIH Geologisch-paläontologisches Institut Hamburg
- GPIM Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum, Münster
- WMfN Westfälisches Museum für Naturkunde, Münster

Danksagung: Dr. E. Speetzen, Münster diskutierte mit mir die Arbeitsergebnisse im Gelände, unternahm eine kritische Durchsicht des Manuskriptes und gab wichtige Hinweise. Dr. M. Hiß, Dr. J. Farrenschon und Dr. V. Friedlein, Geologischer Dienst des Landes NRW diskutierten Geländebefunde, Bohrdaten und gaben wertvolle Hinweise. Unterstützung erhielt ich durch das LWL Museum für Naturkunde und paläontologische Bodendenkmalpflege, Dr. D. Grzegorzcyk und Dr. K.-P. Lanser. Fr. Gödecke, Halle-Ascheloh, gestatte mir den Zutritt zu der Fürschen Ziegeleigrube. Fr. U. Müller, Bielefeld, zeigte mir Aufschlüsse im Raum Bielefeld-Gadderbaum. Dipl. Geol. U. Scheer (Ruhrlandmuseum Essen) öffnete wie gewohnt die von ihm betreute Sammlung. Ehepaar Buschschrüter (Rheine) und Dr. M. Brix (Bochum) stellen während Exkursionen gesammelte Ammoniten zur Verfügung. Allen danke ich für ihr Entgegenkommen und ihre Hilfe.

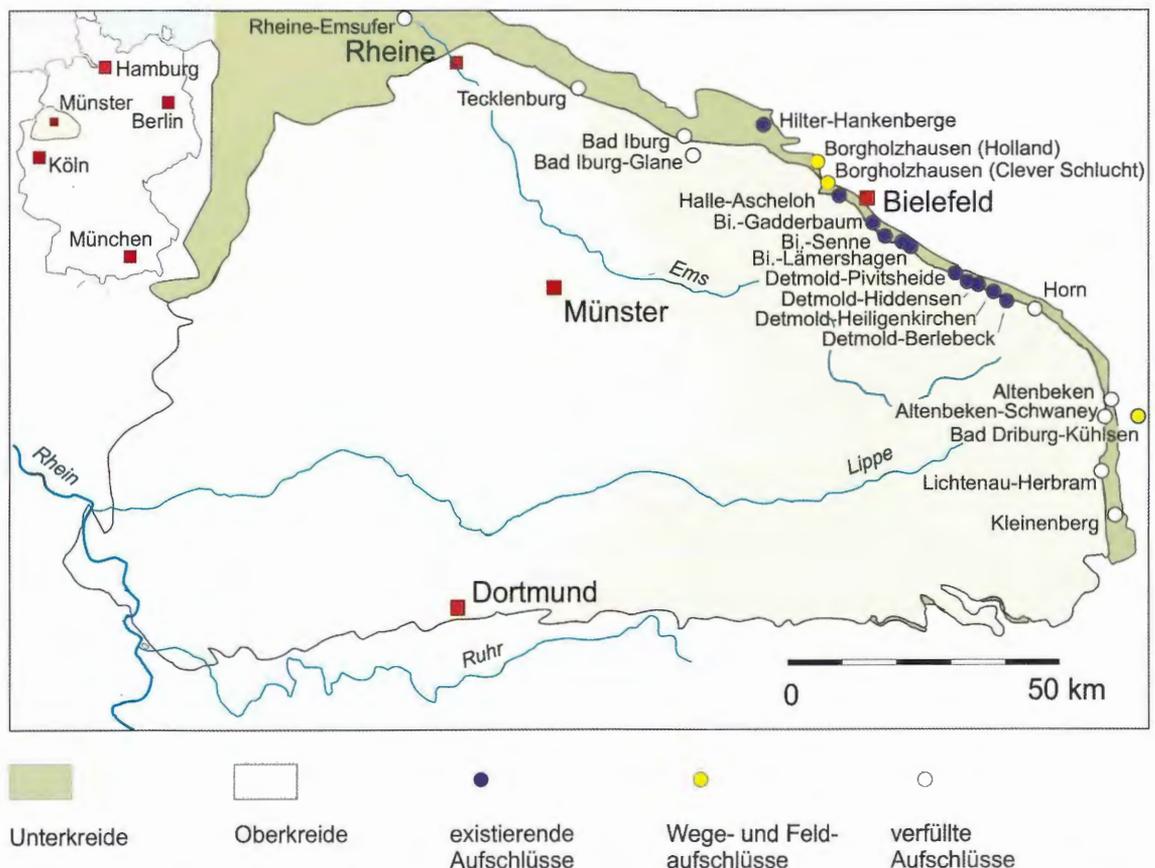
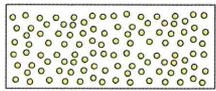


Abb. 1: Übersichtskarte der Kreidevorkommen des Münsterländer und angrenzender Gebiete sowie die im Text erwähnten Aufschlüsse.

2. Lokalitäten

Die im Text erwähnten und auf der Abb. 1 verzeichneten Lokalitäten werden in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet. Kleinere Aufschlüsse an Wegeböschungen, die selten mehr als ein bis zwei Profilmeter erschließen, werden nur erwähnt, wenn sie bemerkenswerte Faunen liefern oder von stratigraphischer und von paläogeographischer Relevanz sind. Neben Flammenmergel-Aufschlüssen werden auch stratigraphisch bedeutsame Aufschlüsse anderer Albium-Vorkommen erwähnt. Nomenklatorisch nicht emendierte Fossil- und Ortsangaben werden in Anführungszeichen gesetzt.

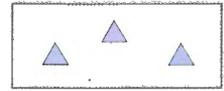
Altenbeken, westlicher Einschnitt des Eisenbahntunnels,



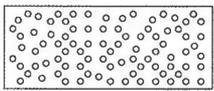
Sandstein



Tonstein



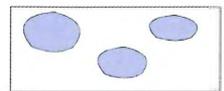
Verkieselungen



Schluffstein-Feinsandstein



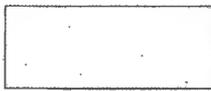
kalkiger Mergelstein



kieselige Geoden



Mergelstein



Aufschlusslücke



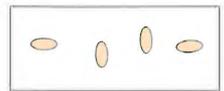
Glaukonit



Tonmergelstein



starke Bioturbation



Phosphoritknollen



nachgewiesene
Reichweite



vermutete Reichweite



Eisenstein

Abb. 2: Lithologische Symbole.

Altenbeken, westlicher Einschnitt des Eisenbahntunnels,

Lage: TK 25 Blatt 4219 Altenbeken, Rechts 3497170, Hoch 5737326, NN + 286 m,

Stratigraphie: Osning-Sandstein, Oberaptium, Osning-Grünsand, Mittelalbium, Gault-Sandstein, unteres Oberalbium, *Mortoniceras inflatum*-Zone,

Schriften: SCHLÜTER (1866: 54), SPEETZEN (2005: 85).

Altenbeken, Anschnitt nördlich des Bahnhofs Altenbeken,

Lage: TK 25 Blatt 4219 Altenbeken, Rechts 3496475, Hoch 5737096, NN + 281 m,

Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone,

Schriften: SPEETZEN (2005: 92).

Altenbeken-Schwaney, „oberhalb Rauer Grund“,

Lage: TK 25 Blatt 4219 Altenbeken, ca. Rechts 3497300, Hoch 5731100, NN + 320 m,

Stratigraphie: Gault-Sandstein, Mittelalbium, *Euhoplites lorincatus*-Zone,

Schriften: OWEN (1979: 572),

Sammlungsmaterial: GPIM B.6710.

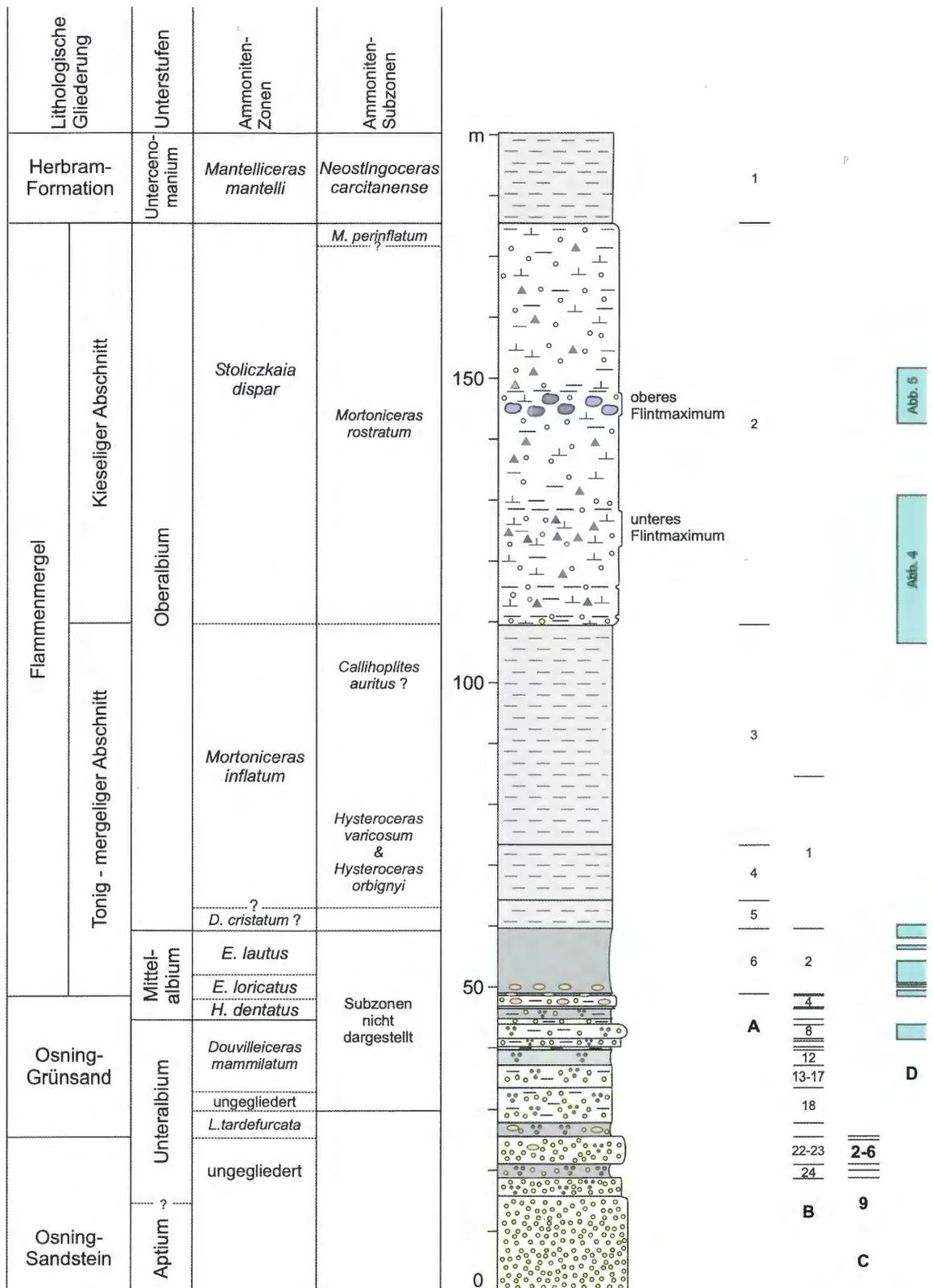
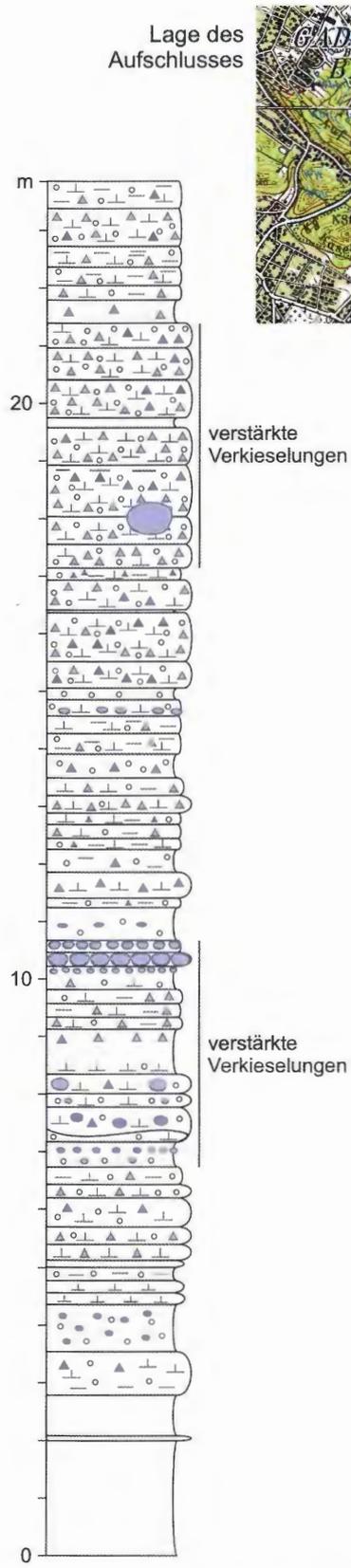


Abb. 3: Bielefeld-Gadderbaum, Bereich der Bodelschwingh-Straße, nach ALTHOFF & SEITZ (1934, S. 18-19), A = Profil parallel der Straße bei Salem, B = Profil in der Schlucht nahe Salem, C = Profil am Kahlenberg, D = im August 2007 noch aufgeschlossene Profilabschnitte.

Lithologische Gliederung	Unterstufen	Ammoniten-Zonen	Ammoniten-Subzonen
Flammenmergel			
Kieseliger Abschnitt			
Tonig - mergeliges Member			
	Oberalbium	<i>Stoliczkaia dispar</i>	<i>Mortoniceras rostratum</i>



Lage des Aufschlusses



Abb. 4: Bielefeld-Gadderbaum, aufgeschlossener Steinbruch an der Westseite der Bodelschwingh-Straße in der Höhe von Haus Salem.

Bad Driburg-Kühlsen, verfallene Wegeaufschlüsse am NW-Hang des Rietholzes,
 Lage: TK 25 Blatt 4320 Willebadessen, Rechts 3502527, Hoch 5726135, NN + 239 m,
 Stratigraphie: Gault-Sandstein, Grünsand 2, Flammenmergel, Mittel- Oberalbium.

Bad Iburg, verfüllte Fischersche Ziegeleitongrube,
 Lage: TK 25 Blatt 3814 Bad Iburg, Rechts 3437155, Hoch 5781446, NN + 136 m,
 Stratigraphie: Flammenmergel, Mittel- und Oberalbium,
 Schriften: HAACK (1930, S 30).

Bad Iburg, Bacheinschnitt Drögensiek,
 Lage: TK 25 Blatt 3814 Bad Iburg, Rechts 3437155, Hoch 5781446, NN + 136 m,
 Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone,
 Schriften: HAACK (1930: 33), ALTHOFF & SEITZ (1935: 23).

Bad Iburg-Giane, überbaute Flammenmergel-Vorkommen an der Bielefelder Straße, Schulstraße,
 Bergstraße-Schützenstraße,
 Lage: TK 25 Blatt 3814 Bad Iburg, Rechts 3435500, Hoch 5779500 (zentraler Wert), NN + 100 m,
 Stratigraphie: Flammenmergel, Mittel- und/oder Oberalbium,
 Schriften: HAACK (1930: 33).

Bielefeld-Gadderbaum, Aufschlüsse im Bereich der Bodelschwingh-Straße (Übersichtsprofil Abb. 3),

Bielefeld-Gadderbaum, aufgelassener Steinbruch an der Ostseite der Bodelschwingh-Straße in Höhe von
 Haus Salem. (Abb. 4),
 Lage: TK 25 Blatt 4017 Brackwede, Rechts 3468132, Hoch 5762257, NN + 201 m,
 Stratigraphie: oberer Osning-Grünsand und unterer Flammenmergel, Mittel- Oberalbium,
 Schriften: ALTHOFF & SEITZ (1934).

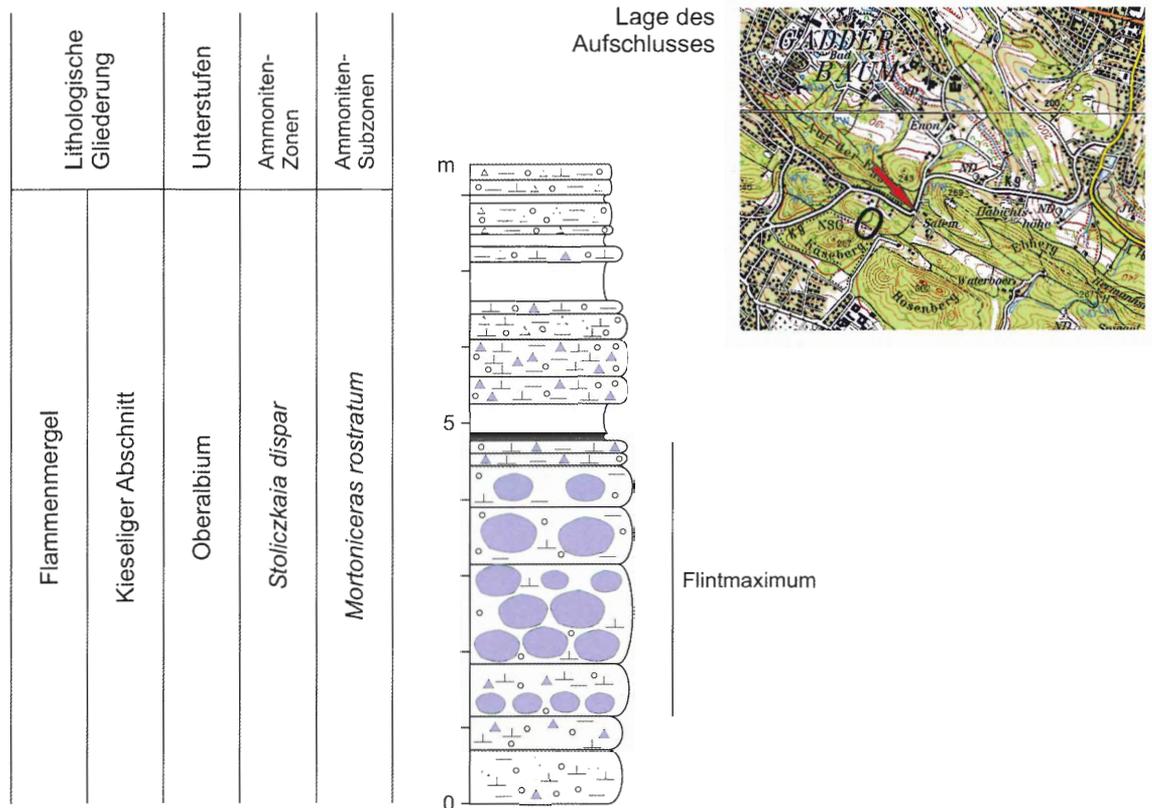


Abb. 5: Bielefeld-Gadderbaum, aufgeschlossener Steinbruch an der Ostseite der Bodelschwingh-Straße in der Höhe von Haus Salem.

Bielefeld-Gadderbaum, aufgelassener Steinbruch an der Ostseite der Bodelschwingh-Straße in Höhe von Haus Salem. (Abb. 5),

Lage: TK 25 Blatt 4017 Brackwede, Rechts 3468098, Hoch 5762173, NN + 207 m,
 Stratigraphie: oberer Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone,
 Schriften: ALTHOFF & SEITZ (1934).

Bielefeld-Gadderbaum, verfallener Graben am Nordosthang von „Auf der Egge“,

Lage: TK 25 Blatt 4017 Brackwede, Rechts 3467800, Hoch 5762400, NN + 210 m,
 Stratigraphie: Osning-Grünsand, tiefer Flammenmergel, Unter- und Mittelalbium,
 Schriften: - .

Bielefeld-Gadderbaum, Wegeaufschluss östlich Haus Salem,

Lage: TK 25 Blatt 4017 Brackwed, Rechts, 3468277, Hoch 5762009, NN + 238 m, mittlerer Wert,
 Stratigraphie: Flammenmergel, oberes Flintmaximum, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone.

Bielefeld-Lämershagen, aufgelassener Steinbruch nordöstlich Arend,

Lage: TK 25 Blatt 4017 Brackwede, Rechts 3472967, Hoch 5760020, NN + 240 m,
 Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone.

Bielefeld-Lämershagen, aufgelassener Steinbruch westlich der Lämershagener Straße beim Feuerwehrhaus,

Lage: TK 25 Blatt 4017 Brackwede, Rechts 3473873, Hoch 5759833, NN + 221 m,
 Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone.

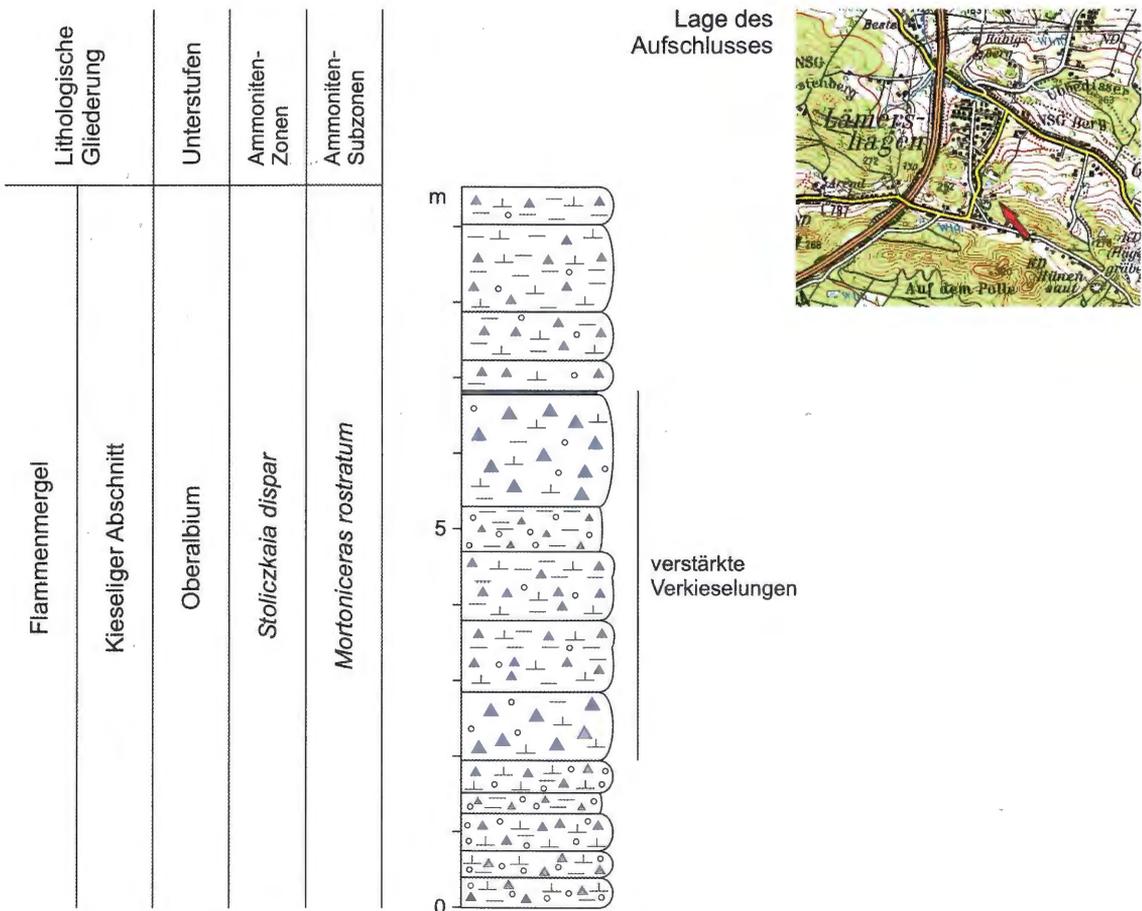
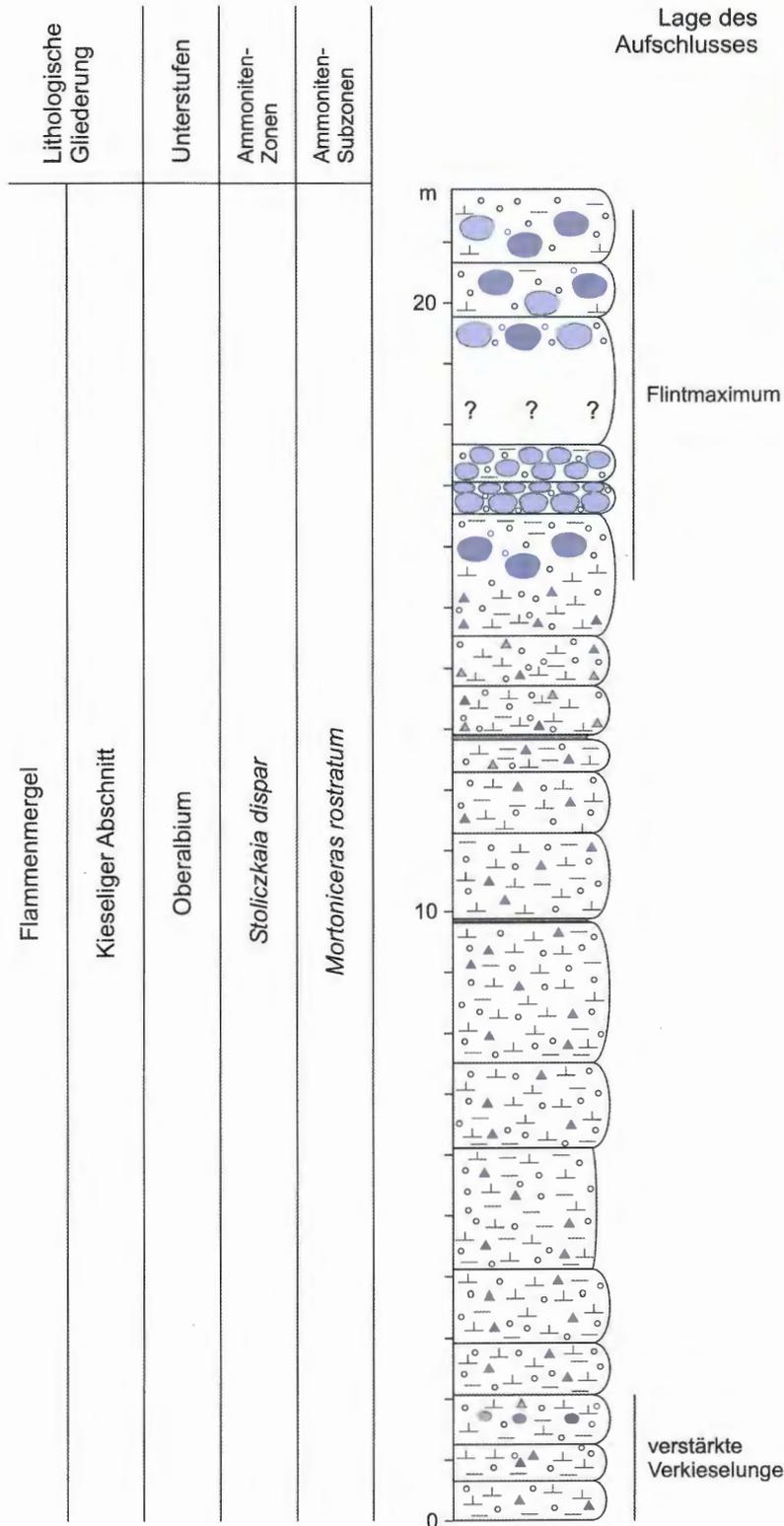


Abb. 6 : Bielefeld-Lämershagen, aufgelassener Steinbruch östlich der Lämershagener Straße bei Haus Nr. 34.



Lage des Aufschlusses

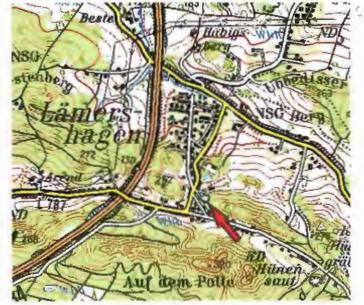


Abb. 7: Bielefeld-Lämershagen, aufgelassener Steinbruch östlich der Lämershagener Straße am Feuerwehrhaus.

Lithologische Gliederung	Unterstufen	Ammoniten-Zonen	Ammoniten-Subzonen
Flammenmergel			
Kieseliger Abschnitt			
Oberalbium			
<i>Stoliczkaia dispar</i>			
<i>Mortoniceras rostratum</i>			

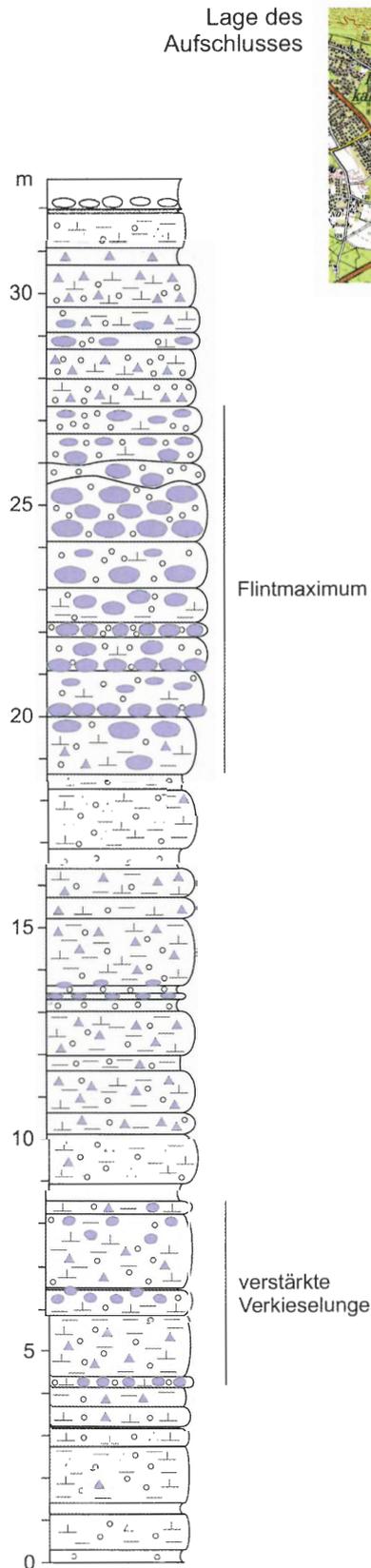


Abb. 8: Bielefeld-Senne, aufgelassener Steinbruch am Hahnenkämpen.

Lage des Aufschlusses

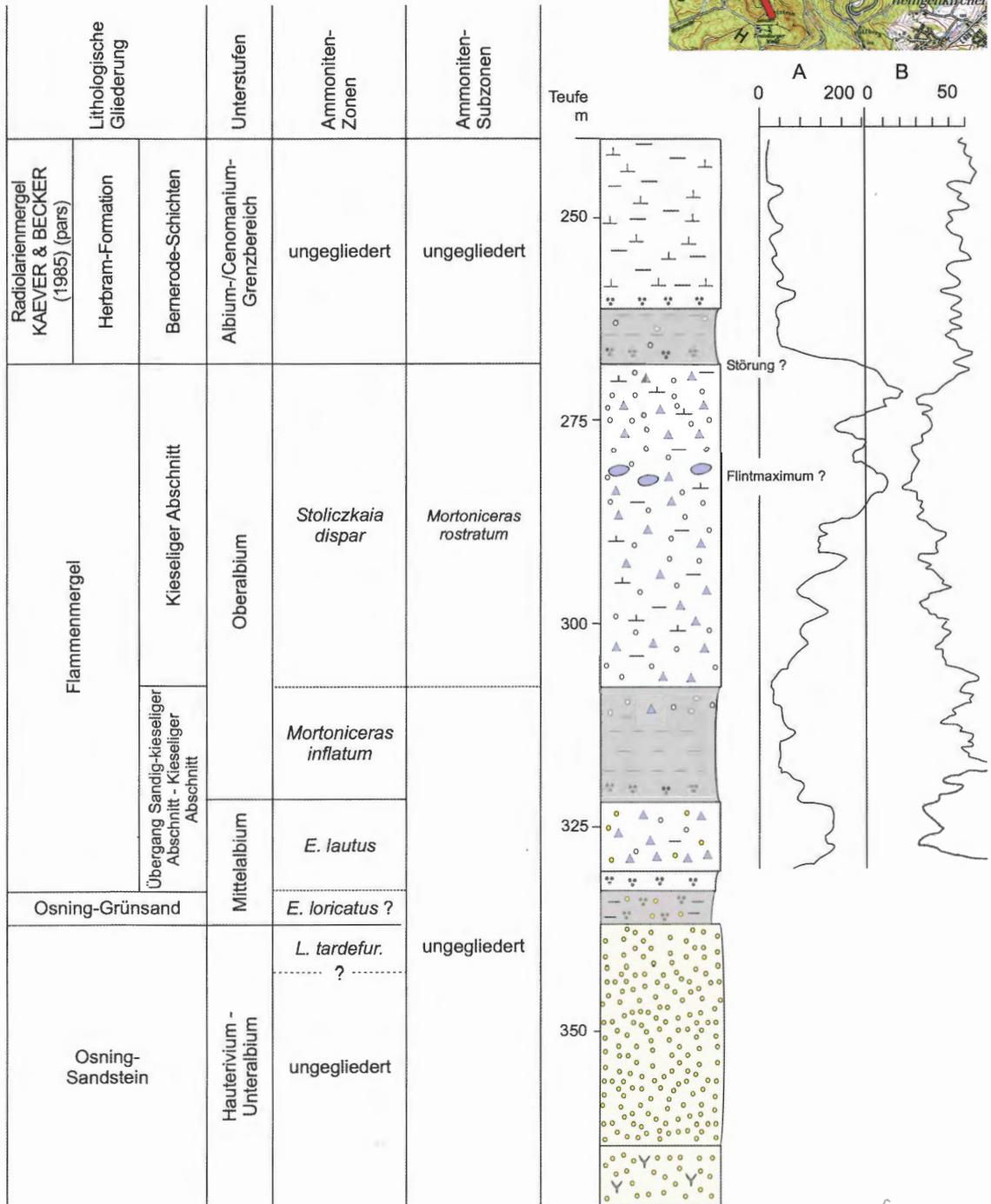
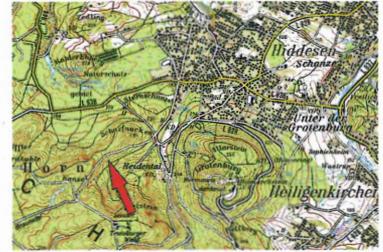


Abb. 9: Detmold-Hiddesen, Bohrung Heidetal 4/79n (nach KAEVER & BECKER 1985, Fig. 2 umgezeichnet, stratigraphisch partiell umgedeutet und ergänzt, Log umgezeichnet nach BECKER & KAEVER 1982, 1 = Widerstand [Ohm-m], 2 = Gamma Ray [CPS]).

Bielefeld-Lämershagen, aufgelassener Steinbruch östlich der Lämershagener Straße bei Haus Nr. 34. (Abb. 6),
 Lage: TK 25 Blatt 4017 Brackwede, Rechts 3473940, Hoch 5759810, NN + 214 m,
 Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone.

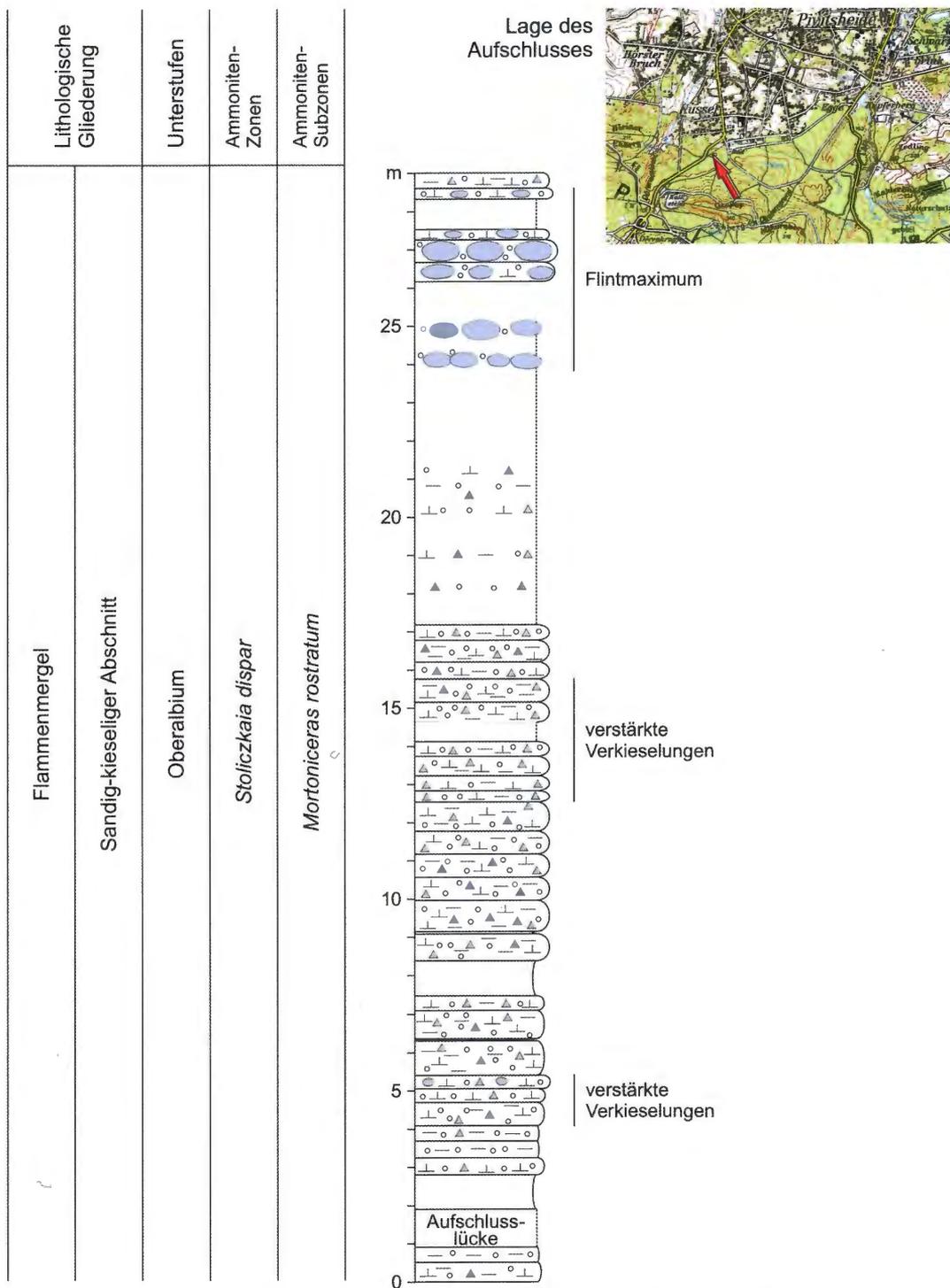


Abb. 10: Detmold-Pivitsheide, Straßenböschung an der L 758 (Augustdorfer Straße) (Das Profil ist schlecht aufgeschlossen, die Mächtigkeiten der Einzelhorizonte sind oft geschätzt).

Bielefeld-Lämershagen, aufgelassener Steinbruch östlich der Lämershagener Straße am Feuerwehrhaus. (Abb. 7),

Lage: TK 25 Blatt 4017 Brackwede, Rechts 3474095, Hoch 5759813, NN + 232 m,
Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone.

Bielefeld-Senne, aufgelassener Steinbruch am Hahnenkämpen (Abb. 8),

Lage: TK 25 Blatt 4017 Brackwede, Rechts 3471714, Hoch 5760304, NN + 239 m
Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone.

Borgholzhausen, Wegeböschung in der Clever Schlucht,

Lage: TK 25 Blatt 3915 Bockhorst, Rechts 3452510, Hoch 5772626, NN + 182 m,
Stratigraphie: Osning-Grünsand und basaler Flammenmergel, Unter- bis Oberalbium
(Lesesteine an Böschung).

Borgholzhausen, Feld E Kreisstraße K 25, Nordende der Bauernschaft Holland,

Lage: TK 25 Blatt 3815 Dissen, Rechts 3451560, Hoch 5776231, NN + 190 m,
Stratigraphie: Osning-Sandstein, Osning-Grünsand und Flammenmergel, Unter- bis Oberalbium
(Lesesteine auf Feld).

Detmold-Berlebeck, Hangsteinstraße, Abbauwand unterhalb der Adlerwarte,

Lage: TK 25 Blatt 4119 Horn-Bad-Meinwerk, Rechts 3491328, Hoch 5750794, NN + 209 m,
Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone,
Schriften: KAEVER & BECKER (1985).

Detmold-Hiddesen, Bohrung Heidental 4/79n (Abb. 9),

Lage: TK 25 Blatt 4018 Lage, ca. Rechts 3487000, Hoch 5753000, NN + 260 m,
Stratigraphie: Osning-Grünsand, Flammenmergel, Mittel- bis Oberalbium,
Schriften: KAEVER & BECKER (1985).

Detmold-Hiddesen, Heidental, aufgelassener und überwachsener Kleinsteinbruch,

Lage: TK 25 Blatt 4018 Lage, Rechts 3488330, Hoch 5753977, NN + 200 m,
Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone.
Schriften: KEILHACK et al. (1917: 26).

Detmold-Hiddesen, Nordhang des Altersteins und der Grotenburg, Kleinaufschlüsse an Forstwegböschungen und bei entwurzelten Bäumen,

Lage: TK 25 Blatt 4019 Detmold, Rechts 348900, Hoch 5754000, NN + 220 m – 356 m,
Stratigraphie: Flammenmergel, Mittel- und Oberalbium,
Schriften: FARRENSCHON (1986: 76), STILLE & MESTWERDT (1911: 34).

Detmold-Hiddesen, aufgelassener Steinbruch westlich des Altarsteins,

Lage: TK 25 Blatt 4019 Detmold, Rechts 3488825, Hoch 5753431, NN + 280 m,
Stratigraphie: Osning-Sandstein, Hauterivium - Unteralbium,
Schriften: FARRENSCHON (1986: 76 f), STILLE & MESTWERDT (1911: 34).

Detmold-Hiddesen, Grotenburg, alter Parkplatz am Hermannsdenkmal,

Lage: TK 25 Blatt 4019 Detmold, Rechts 3489068, Hoch 5752917, NN + 368 m,
Stratigraphie: Flammenmergel, ? Oberalbium.

Detmold-Pivitsheide, Nordende der Dörenschlucht, Straßenböschung und aufgelassener Steinbruch an der L 758 (Abb. 10),

Lage: TK 25 Blatt 4018 Lage, Rechts 3484660, Hoch 5755261, NN + 193 m,
Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone,
Schriften: KEILHACK et al. (1917: 26).

Detmold- Schling, aufgelassener Steinbruch am Vogelpark (Abb. 11),

Lage: TK 25 Blatt 4019 Detmold, Rechts 3490234, Hoch 5751739, NN + 213 m,
Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone,

Schriften: FARRENSCHON (1986 : 77), STILLE & MESTWERDT (1911: 34), WEERTH (1929: 76).
Halle-Ascheloh, Mergelgrube der ehemaligen Für schen Ziegelei (Abb. 11),
Lage: TK 25 Blatt 3916 Halle/Westf. Rechts 3458302, Hoch 5770050, NN + 198 m,
Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalium,
Schriften: KANZLER (1920: 95), MESTWERDT (1926: 15), KAPLAN (2007: 210),
Sammlungsmaterial: WMfN, Ruhrlandmuseum Essen.

Halle-Ascheloh, aufgelassener Steinbruch der Mindener Asphaltmischwerke (MIAMI),
Lage: TK 25 Blatt 3916 Halle/Westf. Rechts 3457850, Hoch 57769800, NN + 200 m,
Stratigraphie: umgelagertes Oberalium in Baddeckenstedt-Formation, Unterocenomanium,
Faunenbelege: *Neohibolites ultimus*,
Schriften: KAPLAN et al. (1998: 21), KAPLAN (2007: 211).

Hilter-Hankenberge, überwachener Bahneinschnitt,
Lage: TK 25 Blatt 3814 Bad Iburg, Rechts 3441960, Hoch 5781691, NN + 160 m,
Stratigraphie: Osning-Grünsand - Flammenmergel, Oberalium,
Schriften: ALTHOFF & SEITZ (1935: 23), HAACK (1930: 30).

Hilter-Hankenberge, Hohlweg zur aufgelassenen Tongrube der Ziegelei Hankenberge (Abb. 13),
Lage: TK 25 Blatt 3814 Bad Iburg, Rechts 3442875, Hoch 5780546, NN + 202 m.
Stratigraphie: Flammenmergel, Mittelalium, *Euhoplites lautus*-Zone.

Hilter-Hankenberge, aufgelassene und überwachsene Tongrube der Ziegelei Hankenberge,
Lage: TK 25 Blatt 3815 Dissen, Rechts 3443105, Hoch 5780366, NN + 242 m,
Stratigraphie: Osning-Grünsand, Unteralium & Mittelalium, Flammenmergel, Oberalium,
Schriften: HAACK (1930: 30), KANZLER (1920: 94).

Horn, Kleinsteinbrüche an Nordwesthang des Knieberges,
Lage: TK 25 Blatt 4119 Horn-Bad Meinberg, Rechts 3495310, Hoch 5747040, NN + 287 m,
Stratigraphie: Flammenmergel, Mittel- und Oberalium,
Schriften: FARRENSCHON (1990: 82).

Horn, Nordosthang des Kahlehaars,
Lage: TK 25 Blatt 4119 Horn-Bad Meinberg, ca. Rechts 3495000, Hoch 5747500, NN + ca. 300 m,
Stratigraphie: Flammenmergel, Mittelalium, *Euhoplites lautus*-Zone,
Schriften: FARRENSCHON (1990: 82), STILLE 1911: 36).

Lichtenau-Herbram, Äcker südlich der Waldheide,
Lage: TK 25 Blatt 4319 Lichtenau, Rechts 3495550, Hoch 5727400, NN + 307 m,
Stratigraphie: Gault-Sandstein, Mittelalium, *Euhoplites lautus*-Zone,
Schriften: FIEDLEIN (2004: 69), Sammlungsmaterial: WMfN.

Lichtenau-Herbram, Steinbruch südlich Herbram,
Lage: TK 25 Blatt 4319 Lichtenau, Rechts 3495095, Hoch 5725996, NN + 291 m,
Stratigraphie: Gault-Sandstein, Mittelalium,
Schriften: FIEDLEIN (2004: 69).

Rheine, Emsufer nördlich der Eisenbahnbrücke,
Lage: TK 25 Blatt 3710 Rheine, ca. Rechts 2597640, Hoch 5797000, NN + 32 m,
Stratigraphie: unteres Mittelalium, Osning-Grünsand,
Schriften: SCHLÜTER (1866: 54), THIERMANN (1973: 48).

Tecklenburg, „Mergelkuhle bei Stalljohann“,
Lage: TK 25 Blatt 3712 Ibbenbüren, Rechts 3420083, Hoch 5787536, NN + 127 m,
Stratigraphie: Flammenmergel, Oberalium, *Mortoniceras inflatum*-Zone,
Schriften: OWEN (1978: 576),
Sammlungsmaterial: GPIH.

3. Aufschlüsse und Profile des Albiums im Teutoburger Wald und Eggegebirge

Die Ablagerungsgeschichte des Albiums im Gebiet des Teutoburger Waldes und des Eggegebirges bestimmen sowohl strukturgeologische Muster als auch insgesamt transgressiv verlaufende Meeresspiegel-Schwankungen. Strukturgeologisch liegt das Arbeitsgebiet an der Schollengrenze der Rheinischen Masse zum Niedersächsischen Tektogen im Gebiet des Teutoburger Waldes sowie der Hessischen Senke im Gebiet des Eggegebirges. Die Nordzunge der Rheinischen Masse war zu Beginn des Albiums noch weitgehend Festland, wurde dann aber im Zuge der großen Albium-Cenomanium-Transgression überflutet, wobei der größte Transgressionsfortschritt im Oberalium erreicht wurde (Abb. 14). Die Albium-Transgression entspricht nach HAQ et al. (1987: 1160) dem Superzyklus UZA-1 und dem unteren Abschnitt von UZA-2, die im unteren Unteralbum beginnen und im oberen Oberalbum enden. Die rasche Mächtigkeitzunahme albischer Ablagerungen von Südosten nach Nordwesten lassen vermuten, dass die paläozoische Rumpffläche nach Nord beziehungsweise Nordosten abfiel.

Die Ablagerungsfolge des Albiums im Teutoburger Wald umfasst nach herkömmlicher Sichtweise die obersten Schichten des Osning-Sandsteins, den Osning-Grünsand und den Flammenergel, im Teutoburger Wald. Südöstlich von Horn schalten sich zwischen Osning-Grünsand und Flammenmergel noch der Gault-Sandstein Fund und ein weiterer Grünsand (Grünsand 2 bei SPEETZEN, 2005: 86) ein. Auf diese Begrifflichkeiten wird im folgenden Text zurückgegriffen. Die dringend notwendige Revision und Anpassung der herkömmlichen lithostratigraphischen Bezeichnungen an die Regeln der lithostratigraphischen Nomenklatur stehen noch aus. Ihnen soll mit dieser Arbeit nicht vorgegriffen werden.

3.1 Referenzprofile

Für den gesamten Teutoburger Wald und das Eggegebirge liegen bislang drei umfassende Profildarstellungen des Albiums vor, die in Abb. 5 zusammengefasst dargestellt werden. Diese dienen als Referenzprofile, mit denen die oft isolierten und geringmächtigen anderen Aufschlüsse des Albiums korreliert werden können.

3.1.1 Raum Altenbeken

Im Rahmen seiner Abhandlung über die Schichtenfolge und Ausbildung der Unterkreide am Südostrand der Westfälischen Kreidemulde stellt SPEETZEN (2005: 24) eine revidierte lithostratigraphische Gliederung für die Unterkreide des nördlichen Eggegebirges im Raum Feldrom dar.

Der obere Abschnitt des Osning-Sandsteins besteht aus dünnbankigen bis plattigen mittelkörnigen Sandsteinen, die teilweise auch Flaser- und Schrägschichtung aufweisen (SPEETZEN 1970: 28). Überlagert wird der Osning-Sandstein vom Osning-Grünsand. STILLE (1911: 12) führte ihn als lithostratigraphischen Begriff ein. SPEETZEN (2005: 83) demonstriert, dass im Hangenden des eigentlichen Osning-Grünsands noch ein weiterer Grünsand existiert, der irrtümlicher Weise von STILLE mit dem Osning-Grünsand gleichgesetzt wurde. Er schlägt deshalb vor, den Osning-Grünsand als „Grünsand 1“, den anderen als „Grünsand 2“ zu bezeichnen¹. Im Raum Altenbeken besteht der Osning-Grünsand aus einer stark glaukonitischen Abfolge von grünlich-grauen bis grünen sandigen Tonen, tonig-schluffigen Feinsandsteinen sowie mürben mittelkörnigen Sandsteinen (SPEETZEN 2005: 83). Das Vorkommen von nesterartig in einer Einkolkung des Osning-Sandsteins angereicherten Phosphorit-Geröllen deutet auf einen Hiatus zwischen Osning-Sandstein und Osning-Grünsand hin (SPEETZEN 2005: 84). Der Osning-Grünsand erreicht im Egge-Gebirge Mächtigkeiten von durchschnittlich 5 m, die zwischen 3 und 7 m schwanken könne (FARRENSCHON 1990: 81)².

¹ V. FRIEDLEIN teilte mir freundlicher Weise mit, dass der Grünsand 2 auch in Bohrungen bei Altenbeken erfasst wurde.

² SPEETZEN (2005: 83) weist richtiger Weise darauf hin, dass FARRENSCHON in den Erläuterungen zur Geologischen Karte Horn-Bad Meinberg einer Fehlinterpretation von STILLE (1911) folgt und den Osning-Grünsand mit dem Grünsand 2 gleichsetzt.

Der überlagernde Gault-Sandstein ist überwiegend als rot bis braunrot gefärbter hämatitischer Sandstein ausgebildet (SPEETZEN 2005: 85). Er lässt sich in seinem Verbreitungsgebiet in die drei Schichtglieder Gault-Basiskonglomerat, Gault-Hauptsandstein und Gault-Plattensandstein differenzieren (FRIEDLEIN 2004: 69; SPEETZEN 2005: 85). Im Raum Altenbeken ist das Basiskonglomerat als 0,4 bis 0,6m mächtige „Trümmererz“-Bank ausgebildet (SPEETZEN 2005: 85). Für das Blatt Lichtenau nennt FRIEDLEIN (2004: 69) Mächtigkeiten von 0,3 m bis über 3 m. Über dem Gault-Basiskonglomerat folgt im Raum Altenbeken ein 15 bis 20 m mächtiger weißgrauer Feinsandstein, der teilweise rot gefleckt und stark verkieselt ist sowie partiell Schwammnadeln führt (SPEETZEN 2005: 85). Weiter nach Süden auf Blatt Lichtenau beschreibt FRIEDLEIN (2004: 71) den Gault-Hauptsandstein als nur mäßig verfestigten, mittel- bis feinkörnigen, intensiv rot gefärbten Sandstein, der einen makroskopisch deutlich festzustellenden Glaukonitgehalt aufweist. SPEETZEN (2005: 85) erwähnt im Raum Altenbeken ca. 6 m über der Basis des Gault-Sandsteins einen 1,5 m mächtigen glaukonitischen grünsandigen Horizont. Der Gault-Plattensandstein als oberstes Schichtglied erreicht bei Altenbeken eine Mächtigkeit von ca. 20 m. Nach FRIEDLEIN (2004: 70) setzt er im Raum Lichtenau mit scharfem Kontakt zum liegenden Gault-Hauptsandstein ein. Ihn kennzeichnen dünnbankige, dickbankige rotbraune Sandsteinbänke, die schräg- oder horizontalgeschichtet oder durch eine starke Bioturbation strukturlos sind.

Über dem Gault-Sandstein liegt der Grünsand 2 (SPEETZEN 2005: 86). Er besteht aus glaukonitischen, grünen bis grünlich grauen Feinsandsteinen, die tonig-schluffig bis schwach feinsandig sind. Er erreicht eine Mächtigkeit von ca. 5 m im Raum Feldrom und ca. 0,45 m im Raum Altenbeken.

Den nachfolgenden Flammenmergel beschreibt SPEETZEN (2005: 87) als weißgrauen bis gelbgrauen stark verkieselten Feinsandstein. In seinem Erscheinungsbild ähnelt er dem Gault-Sandstein des nördlichen Eggegebirges. Im Bahneinschnitt nördlich des Bahnhofs Altenbeken treten im Abstand von 1,0 m markante Kieselknollenbänke auf (SPEETZEN, mündl. Mitt.). Im Raum Altenbeken erreicht der Flammenmergel eine Mächtigkeit von ca. 15 m, die nach Norden rasch auf 30 – 35 m anwächst.

3.1.2 Detmold (Altarstein, Grotenburg und Bohrung Heidental 4/79n)

Die Bohrung Heidental 4/79n (Abb. 9) durchteufte eine Schichtenfolge vom Mitteluronium (Oerlinghausen-Formation) bis zum Hauterivium (Osning-Sandstein) und damit auch das gesamte Albium (KAEVER & BECKER 1985: 289). Forstwegaufschlüsse und entwurzelte Bäume am Nordhang von Altarstein und Grotenburg sowie das 3,5 km nordöstlich liegende Profil an der Straßenböschung am Nordende der Dörenschlucht bei Detmold-Pivitsheide (Abb. 11) erlaubten weitere Einblicke in die Ablagerungsfolge

Den oberen Osning-Sandstein beschreiben KAEVER & BECKER (1985: 290) als kompakten, mittelsandigen, hellbraunen bis beigeen Sandstein. Aussagen zum Übergang in den Osning-Grünsand machen sie nicht. Der in der Bohrung 4 m mächtige Osning-Grünsand ist dunkelgrau bis grün, tonig und in seinem unteren Abschnitt stark glaukonitisch.

Die überlagernde Schichtenfolge erreicht insgesamt eine Mächtigkeit von 114 m. Sie setzt sich zusammen aus hell- bis dunkelgrauen Schluffsteinen bis Feinsandsteinen im unteren Abschnitt, dem Flammenmergel und dem so genannten Radiolarien-Mergeln im oberen Teil (KAEVER & BECKER 1985: 291). In den Forstwegaufschlüssen am Hangfuß des Altarsteins bei Detmold-Hiddesen führt der untere feinsandige Abschnitt des Flammenmergels Kieselkonkretionen. Etwa 11 m über der Basis des Flammenmergels schaltet sich ein 11 m mächtiger toniger Abschnitt ein, der in seinem unteren Abschnitt glaukonitisch ist.

Der obere Teil dieses Profilsabschnitts korreliert nach seiner stratigraphischen Position offensichtlich mit großen Teilen des Profils am Nordausgang der Dörenschlucht bei Detmold-Pivitsheide (Abb. 11). Hier stehen schluffige bis feinsandige Mergelsteine an, die die für den Flammenmergel charakteristische starke Bioturbation aufweisen. Das Profil lässt in seinen relativ gut aufgeschlossenen Abschnitten eine rhythmische Bankung erkennen, wobei die Bankgrenzen durch die Bioturbation stark wulstig überprägt sind. Im unteren Abschnitt des Profils schalten sich noch zwei Tonmergelstein-Bänke ein. Alles in allem ist das Gestein durchgängig spiculitisch, wobei drei Bereiche stärker verkieselt sind. Die beiden unteren Verkieselungsabschnitte sind weniger prägnant und zeichnen sich durch eine Häufung von Kieselkonkretionen aus. Das obere Flintvorkommen besteht dagegen aus einem etwa 5 m mächtigen Abschnitt

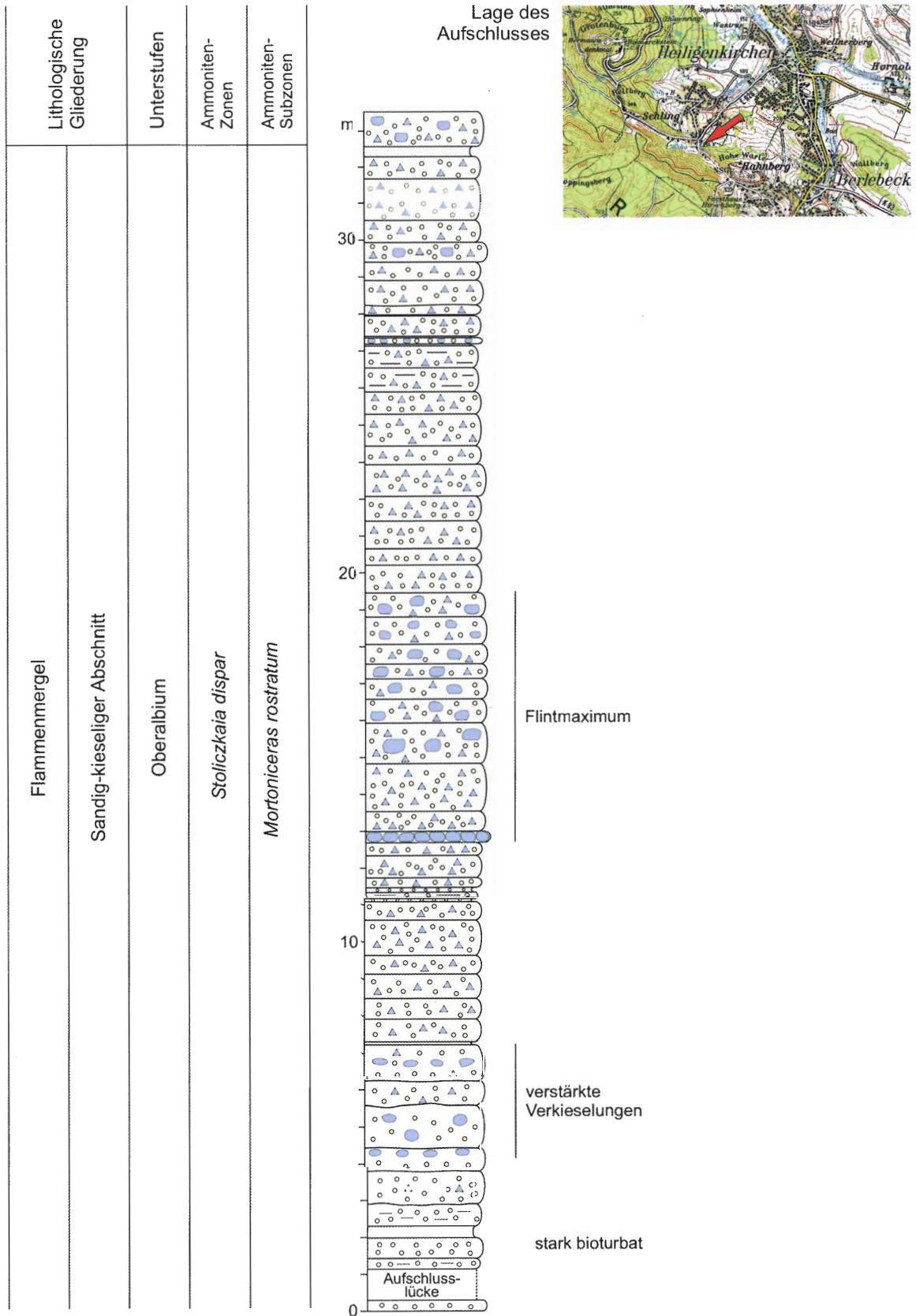


Abb. 11: Detmold- Schling, aufgelassener Steinbruch am Vogelpark.

mit großen bankfüllenden Kieselkonkretionen. Es zeichnet sich zudem durch einen stärkeren Anteil von Feinsand aus.

Leider lassen die Abgaben von KAEVER & BECKER (1985) nicht erkennen, in welcher Teufe das Flint-Maximum in der Bohrung Heidental 4/79n zu vermuten ist. Nach der Schichtenbeschreibung in Becker & Kaever (1982) scheint ein mögliches Flintmaximum zwischen 279,0 und 282,5 m zu liegen, dort steht jeweils etwas von „hart“.

Im Hangenden der Feinsande tritt ein 7 m mächtiger toniger Abschnitt auf, der wiederum an seiner Basis glaukonitisch ist. Die nachfolgenden circa 50 m mächtigen Radiolarienmergel beschreiben KAEVER & BECKER (1985: 291) als mittelgrauen, schluffigen Ton- bis Tonmergelstein, der durch eine auffallend starke Radiolarienführung gekennzeichnet ist. Dieser Profilabschnitt gehört bereits in die weitgehend in das Unter Cenomanium zu stellende Herbram-Formation (Cenoman-Mergel), sein starker Tongehalt spricht für eine Zuordnung zu den Bemero-Schichten. Nach freundlicher persönlicher Mitteilung von Dr. M. HISS, Geologischer Dienst NRW, ist die Cenomanium-Basis bei einer Teufe von 240 m zu vermuten, bei der KAEVER & BECKER (1985) die planktonische Foraminifere *Columnella advena* erwähnen. Im oberen Abschnitt der Radiolarien-Mergel bei einer Teufe von 225 m haben KAEVER & BECKER (1985, Abb. 2) das Vorkommen von Glaukonit dargestellt, ohne dieses im Text zu erwähnen.

Da im Vergleich mit den Profilen von Detmold-Pivitsheide (Abb. 9) und Detmold-Heiligenkirchen (Abb. 11) in der Bohrung-Heidental 4/79n über dem möglichen Flintmaximum ein 10 – 15 m mächtiger Profilabschnitt zu fehlen scheint, kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Übergang vom Flammenmergel zu den Radiolarienmergel durch eine Störung überprägt wird.

3.1.3 Bielefeld-Gadderbaum (Aufschlüsse an der Bodelschwingh-Straße)

Zu Beginn der 30er Jahre des vorhergehenden Jahrhunderts existierten in Bielefeld-Gadderbaum im Bereich der Bodelschwingh-Straße und bei Haus Salem insgesamt drei vorübergehende Aufschlüsse, die das gesamte Albium aufschlossen (ALTHOFF & SEITZ 1936: 6). Diese Aufschlüsse wurden von ALTHOFF in den Jahren 1930 und 1933 aufgenommen und gemeinsam mit SEITZ überarbeitet (ALTHOFF & SEITZ 1935: 6). Sie werden hier zeichnerisch umgesetzt als Sammelprofil in Abb. 3 dargestellt. Für diese Darstellung wurde auf die tabellarische Übersicht von ALTHOFF & SEITZ (1935: 18-19) zurückgegriffen und bei noch existierenden Profilabschnitten ergänzt. In Abb. 3 sind auch die im Juni 2007 noch aufgeschlossenen Profilabschnitte eingezeichnet. Diese wurden neu aufgenommen und in Abb. 4 und 5 dargestellt. Eigene Aufsammlungen sind aufgrund der mittlerweile schlechten Aufschlussverhältnisse kaum mehr möglich, sieht man von dem Fund von *Actinoceramus concentricus* im obersten Osning-Grünsand und von vereinzelt aber biostratigraphisch bedeutsamen Funden von *Aucellina* sp. im aufgelassenen Steinbruch an der Westseite der Bodelschwingh-Straße in Höhe von Haus Salem ab (Abb. 4).

Den Übergang vom Osning-Sandstein in den Osning-Grünsand konnten ALTHOFF & SEITZ (1935: 8 und 14) in den Profilen in der Schlucht nahe Haus Salem und am Kahlenberg erfassen (Abb. 3). Das Profil am Kahlenberg reichte bis ca. 27 m in den Osning-Sandstein hinab. Die obersten Schichten des Osning-Sandsteins sind leicht glaukonitisch. Der Übergang zum Osning-Grünsand ist durch eine rasche Zunahme des Glaukonit- und Tongehalts zu erkennen. Als konstitutives Merkmal für den Osning-Grünsand sehen ALTHOFF & SEITZ (1935: 15) das Vorkommen von Phosphoriten an und lassen deshalb mit dem Einsetzen von Phosphoritknollen führenden Schichten den Osning-Grünsand beginnen. Der Osning-Grünsand selbst besteht aus wechsellagernden glaukonitischen Sandsteinen, sandigen Mergeln und tonigen Grünsanden. Er erreicht bei Bielefeld-Gadderbaum eine Mächtigkeit von 22 m. Die obersten 2,5 m des Osning-Grünsands stehen noch in einer Straßenböschung an der Westseite der Bodelschwingh-Straße an. Hier finden sich glaukonitische Sandmergelsteine mit Phosphoriten. Ein weiterer stark verfallener Aufschluss mit oberstem Osning-Grünsand findet sich etwa 350 m nordwestlich von der Bodelschwingh-Straße bei Haus Salem.

Die im Bereich Gadderbaum 125 m mächtigen Schichten im Hangenden des Osning-Grünsands werden herkömmlicher Weise als Flammenmergel bezeichnet. Sie lassen eine klare Zweiteilung erkennen: Die 60 m mächtige untere Folge führt nur in ihrem tiefsten Abschnitt spiculitische Kalkmergelsteinbänke, sonst

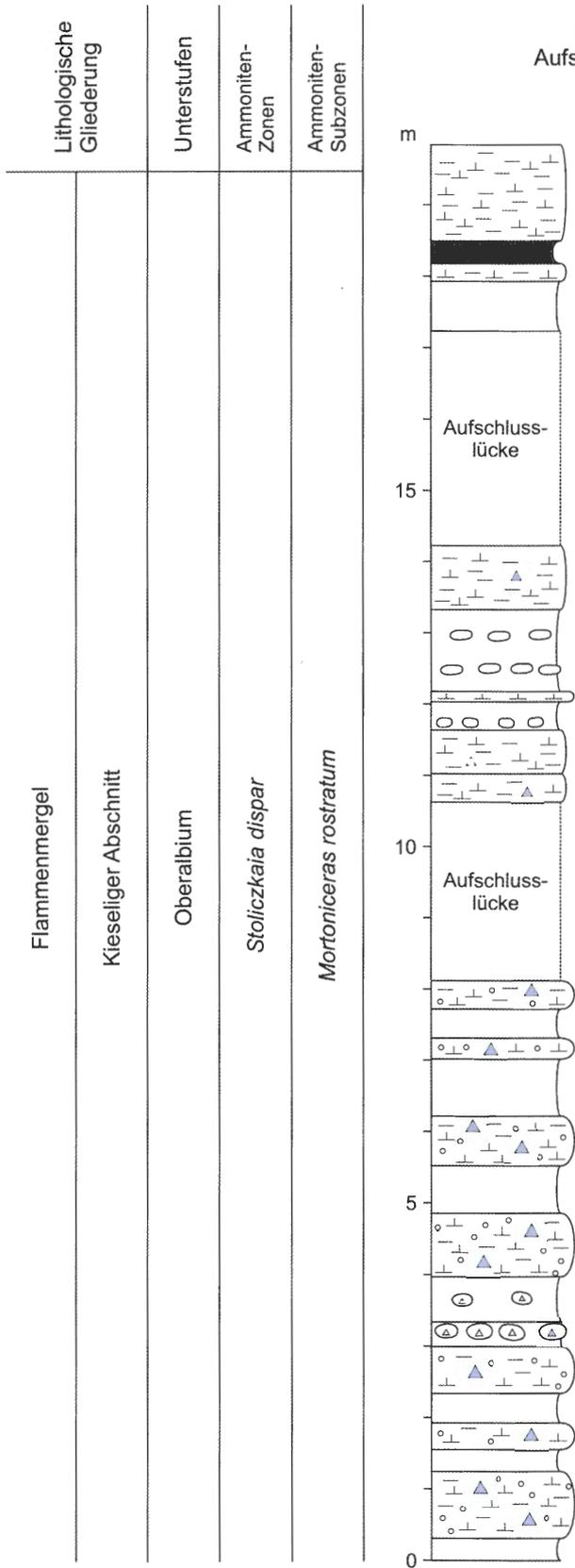
dominieren Tonmergel- und Mergelsteine. Die 65 m mächtige obere Folge besteht aus gebankten mergeligen bis kalkmergeligen, schluffig-feinsandigen und kieseligen Gesteinen. In Abb. 3 werden diese beiden lithologischen Einheiten als „tonig-mergeliger Abschnitt“ und als „kieseliger Abschnitt“ bezeichnet.

Der untere Teil des tonig-mergeligen Abschnitts ist an der Westseite der Bodelschwingh-Straße sporadisch über 17 Profilmeter und in dem oben erwähnten stark verfallenen Aufschluss etwa 350 m nordwestlich von der Bodelschwingh-Straße bei Haus Salem aufgeschlossen, sein oberster Abschnitt mit ca. 4 m im aufgelassenen Steinbruch der Bodelschwingh-Straße in Höhe von Haus Salem (Abb. 4).

Die recht generalisierten Angaben von ALTHOFF & SEITZ lassen sich darauf hin ergänzen, dass der Flammenmergel aus verkieselten etwa 30 cm mächtigen grauen, festen spiculitischen Mergelsteinbänken und geschätzt 70 cm mächtigen dunkelgrauen Ton- bis Tonmergelsteinbänken besteht. Etwa 10 m über dem Top des Osning-Grünsands tritt eine Bank mit der typischen Bioturbation des Flammenmergels auf, in der sich auch Ansätze von Verkieselungen finden. Augenscheinlich alternieren in den nur sporadisch und schlecht aufgeschlossenen Profiltteilen mergelige bis kalkmergelige und tonig-mergelige Bänke.

An der Bodelschwingh-Straße in Höhe von Haus Salem erreicht der Flammenmergel nach den Angaben von ALTHOFF & SEITZ (1935: 7) eine Mächtigkeit von ca. 76 m. In diese Mächtigkeit subsumieren sie einen jüngeren helleren Schichtkomplex und einen älteren dunkleren, gleichmäßig grauen und nicht typisch geflammtten Schichtkomplex. Der obere Schichtkomplex entspricht dem kieseligen Abschnitt, der untere repräsentiert den oberen Teil des tonig-mergeligen Abschnitts. Leider geben die Autoren keine Mächtigkeit des kieseligen Abschnitts an. Sie ist auf jeden Fall geringer als 76 m, nach Korrelationen und Vergleichen mit anderen Vorkommen des kieseligen Abschnitts dürfte sie bei ca. 65 m liegen.

Der Übergang zwischen dem tonig-mergeligen Abschnitt und dem kieseligen Abschnitt vollzieht sich mit einem raschen Fazieswechsel (Abb. 4). Der kieselige Abschnitt setzt mit schluffigen, teilweise feinsandigen kieseligen Mergel- bis Kalkmergelsteinen ein, in die sich in den unteren 15 m ein bis acht Dezimeter mächtige Mergelsteinbänke einschalten. Diese sind wiederum schluffig und teilweise kieselig. Die oberen acht Meter des Profils charakterisiert eine Wechsellagerung von kieseligen Kalkmergelsteinbänken und dünnen Mergelbestegen, wobei hier auch noch zwei dezimeterdicke Mergellagen auftreten. Die starke Bioturbation der kieseligen Kalkmergelsteinbänke überprägt mitunter ihre ursprüngliche Bankung. Sie lässt diese flaserig erscheinen, schafft durch *Thalassinoides*-Galerien wie Bankfugen aussehende Bestege und überprägt die Bankungsober- und -unterflächen mit wulstigen Strukturen. Die Verkieselungen bilden zwei Maxima jeweils im unteren und oberen Profildrittel. Dabei können sie sich bis zu Flintknollen verdichten und mitunter regelrechte Flintlagen bilden (Abb. 4). Nur wenige Zehnermeter südöstlich liegt der aufgelassene Steinbruch an der Ostseite der Bodelschwingh-Straße in Höhe von Haus Salem (Abb. 5). Das etwa 8 m mächtige Profil lässt eine Zweiteilung erkennen. Im unteren Abschnitt setzt einen Meter über der Profilbasis ein ca. 4 m mächtiger Abschnitt ein, der durch eine prägnante Flintführung gekennzeichnet ist. Die Flintknollen durchziehen ganze Bänke und beide erreichen eine Mächtigkeit bis zu 30 - 40 cm. Der obere etwas mehr als 3 m mächtige Abschnitt besteht aus einer Wechsellagerung von mergeligen und kieseligen Bänken.



Lage des Aufschlusses



- *Puzosia (Puzosia) mayoriana* (D'ORBIGNY, 1841)
- *Callinophilites* sp.
- *Anisoceras* sp. ex grp. *armatum* (J. SOWERBY, 1817)
- *Hamites* sp.

Abb. 12: Halle-Ascheloh, aufgelassene Mergelgrube der ehemaligen Für'schen Ziegelei.

3.2. Weitere Aufschlüsse im Osning-Grünsand und Flammenmergel

3.2.1 Osning-Grünsand und tonig-mergeliger Abschnitt des Flammenmergels

Die Liegendgrenze des Osning-Grünsands beziehungsweise der Übergang vom Osning-Sandstein zum Osning-Grünsand ist nirgends aufgeschlossen. Geringmächtige Partien des obersten Osning-Sandsteins stehen noch an der Westwand der Ziegeleitongrube Hankenberge östlich von Hilter-Hankenberge an. Allerdings konnten die von HAACK (1930: 29) erwähnten glaukonitischen Sandsteine nicht aufgefunden werden. Aussagefähige Aufschlüsse im Osning-Grünsand bestehen nicht mehr. In einem Hohlweg in der Clever Schlucht ca. 2 km südlich von Borgholzhausen und auf einem Acker bei Borgholzhausen am Nordende der Bauernschaft Holland finden sich nur Lesestücke dunkelgrüner, stark glaukonitischer und wenig verfestigter toniger Sandsteine.

Der überliegende tonig-mergelige Abschnitt des Flammenmergels ist im Gebiet des Teutoburger Waldes ebenfalls nur spärlich und dann fast nur in seinen unteren Abschnitten aufgeschlossen. Neben den beiden erwähnten Vorkommen bei Bielefeld-Gadderbaum finden sich feste und leicht kieselige Mergelsteinbänke auch in dem erwähnten Hohlweg in der Clever Schlucht bei Borgholzhausen. Einzig im Hohlweg zur aufgelassenen Grube der Ziegelei Hankenberge findet sich in überkippter Lagerung ein etwa 8 m mächtiges, allerdings schon teilweise verfallenes Profil des unteren Teil des tonig-mergeligen Abschnitts, ohne dass der Übergang zum Osning-Grünsand erreicht wird (Abb. 13). Die Schichtenfolge besteht aus einer Wechsellagerung von 10 bis 40 cm mächtigen grauen, festen, spiculitischen Mergelsteinen und 40 bis 80 cm mächtigen dunkelgrauen Ton- bis Tonmergelsteinen. Wie in Bielefeld-Gadderbaum wird dieser spiculitische Abschnitt von Ton- und Mergelsteinen überlagert, die sich in der aufgelassenen Tongrube der Ziegelei Hankenberge an ihrer südlichen Abbaugrenze immer wieder sporadisch aufgeschlossen finden.

3.2.2 Aufschlüsse im kieseligen Abschnitt des Flammenmergels

Von allen Abschnitten des Flammenmergels ist der kieselige Abschnitt zwischen Halle-Ascheloh und Detmold-Schling in mehreren Steinbrüchen und einer Straßenböschung noch am besten aufgeschlossen. Sie werden nachfolgend in ihrer geographischen Verbreitung von Südosten nach Nordwesten beschrieben.

Der südlichste Aufschluss ist, abgesehen von Kleinsteinbrüchen an Nordwesthang des Knieberges südöstlich von Horn, eine alte Abbauwand unterhalb der Adlerwarte bei Detmold-Berlebeck. Eine Profilaufnahme war hier nicht möglich. Der ca. 8 m mächtige Gesteinsstoß zeigt eine deutliche rhythmische Folge von hellgrauen spiculitischen Bänken aus hartem Feinsandstein und dünnen Mergelfugen und –bestegen.

Etwa 1,5 km weiter nordwestlich ist bei Detmold-Schling, in einem aufgelassenen Steinbruch am Vogelpark, der Flammenmergel mit einer Mächtigkeit von 33 m aufgeschlossen (Abb. 10). Die Schichtenfolge steht nahezu seiger. Die Gesteinsabfolge besteht aus rhythmisch gebankten, kieseligen, schluffigen harten Feinsandsteinen mit Kieselschwammrelikten (FARRENSCHON 1990: 82). Sie zeigt die für den Flammenmergel charakteristische Bioturbation. Die Mächtigkeit der Einzelbänke schwankt zwischen 0,2 m und mehr als 1 m. Getrennt werden sie durch Fugen und seltener durch sandige Mergelbestege und –lagen, die insbesondere im unteren und oberen Profilabschnitt auftreten. Die Verkieselungen zeigen zwei Maxima. Das untere liegt 4 – 7 m über der Profilbasis, das obere als regelrechtes Flintmaximum mit verkieselten Einzelbänken ausgebildet zwischen 13 m und 19 m über der Profilbasis.

Auf der Grotenburg bei Detmold-Hiddesen stehen am alten Parkplatz südlich des Hermannsdenkmals feinsandige und verkieselte Gesteine des Flammenmergels an. Die schlechten Aufschlussverhältnisse erlauben keine Profilaufnahme. Das Gleiche gilt für den heute als Parkplatz genutzten Kleinsteinbruch im Heidental bei Detmold-Hiddesen. Er ist weitgehend verfallen und überwachsen. Nach KEILHACK et al. (1917: 26) war dieser Bruch ebenso wie der an der L 758 (Augustdorfer Straße) in Detmold-Pivitsheide bereits vor dem ersten Weltkrieg aufgelassen. Unmittelbar angrenzend an diesen verfallenen Steinbruch steht der kieselige Abschnitt mit einer Mächtigkeit von ca. 29 m noch an der Straßenböschung an (Abb. 10). Die Schichtenfolge ist stark überkippt und fällt nach Nordosten ein. Das Profil ist allerdings

schlecht aufgeschlossen, die Mächtigkeiten der Einzelhorizonte und insbesondere der oberen Profilabschnitte konnten oft nur überschlägig eingemessen werden. Die Schichten zeigen eine Wechsellagerung von kieseligen, schluffigen Feinsandsteinbänken und Mergelsteinlagen. Im unteren Profilabschnitt treten zwei dickbankige Mergelsteinlagen auf. In zwei Abschnitten, etwa 5 m und 13 m bis 16 m über der Profilbasis, verstärken sich die Verkieselungen. Die obersten 6 Profilmeter bilden ein regelrechtes Flintmaximum mit bankfüllenden Verkieselungen.

Bei Bielefeld-Lämershagen ist der kieselige Abschnitt des Flammenmergels in drei aufgelassenen Steinbrüchen aufgeschlossen. In allen ist die Schichtenfolge überkippt und durch Überschiebungstektonik überprägt. Im Aufschluss nordöstlich von Arend annähernd 500 m westlich der Autobahnbrücke ist die Zerschierung so stark, dass auf eine Profilaufnahme verzichtet wurde. Die Schichtenfolge ist gebankt und besteht aus einer Wechsellagerung von dickbankigen, im Anschlag hellgrauen, schluffig bis feinsandigen, kieseligen Kalkmergelsteinen und leicht feinsandigen, mitunter auch kieseligen Mergellagen und Bestegen. Der aufgelassene Steinbruch östlich der Lämershagener Straße bei Haus Nr. 34 (Abb. 6) erschließt eine Schichtenfolge von ca. 9 m. Die Dicke der Bänke schwankt beträchtlich zwischen 0,2 m und deutlich über 1 m. Von 1,9 m bis 6,8 m über der Profilbasis treten verstärkte Verkieselungen auf. Diese korrelieren mit der Basis der Schichtenfolge des 100 m westlichen liegenden Steinbruchs am Feuerwehrhaus (Abb. 7). Durch tektonische Überprägung ist die Bankungsfolge nicht gut ausgebildet. Bei ca. 10 m und 13 m über der Profilbasis treten zwei markante Mergellagen auf, bei 15 m bis 21 m findet sich das Flintmaximum mit bankfüllenden Verkieselungen. In diesem Bereich ist die Matrix überwiegend feinsandig.

Etwa 2,4 km westlich der oben beschriebenen Aufschlüsse liegt bei Bielefeld-Senne der aufgelassene Steinbruch am Hahnenkämpen (Abb. 8). Auch hier ist die Schichtenfolge überkippt und fällt nach Nordosten ein. Das Profil ist fast 33 m mächtig. Die Schichtenfolge ist ähnlich wie in Bielefeld-Lämershagen aufgebaut. Nur sind hier die Mergellagen prägnanter und zum Teil dicker. Etwa 4 m bis 8 m über der Profilbasis treten verstärkt Verkieselungen auf. 19 m bis 27 m über der Profilbasis findet sich das Flintmaximum, ähnlich wie in Bielefeld-Lämershagen in feinsandiger Matrix. ADRIAN & BÜCHNER (1981: 353) beschreiben eine Flint-Konkretion aus dem Steinbruch Hahnenkämpen. Im Dünnschliff erscheint sie als stark silifizierter Sandstein, dessen Bindemittel als feinkörniges Gemenge von Chalzedon und Quarz vorliegt. Die klastischen Gemengeanteile bestehen aus scharfkantigen ca. 0,2 mm großen Quarzkörnern, daneben treten Eisenhydroxid, inkohlte Pflanzenreste und in großer Menge verkieselte deformierte Fossilshalen und Querschnitte von Schwammnadeln auf.

Die aufgelassene Mergelgrube der Fürschen Ziegelei bei Halle-Ascheloh (Abb. 12) ist der nordwestlichste Aufschluss des kieseligen Abschnitts des Flammenmergels. Insgesamt steht eine Schichtfolge von ca. 19 m Mächtigkeit an. Der Gesteinsverband wird deutlich durch Querplattung (Sigmoidalklüftung) überprägt. Einzelne Profilabschnitte sind verschüttet. Die Ablagerungsfolge besteht aus einer Wechsellagerung leicht kieseliger, etwas schluffiger Kalkmergelsteinbänke mit dickbankigen Mergellagen, die mitunter Kalkmergelstein-Knollen führen.

Der Flammenmergel streicht auf einem Feld am Nordende der Bauernschaft Holland nördlich von Borgholzhausen aus. Im Vergleich mit den südöstlich gelegenen Aufschlüssen treten hier die Verkieselungen in den schluffigen Lesesteinen deutlich zurück. Dieser Trend setzt sich in der circa 9,7 km nordwestlichen gelegenen Grube der Ziegelei Hankenberge fort. Hier besteht nach Lesesteinfunden und auch nach der Beschreibung von HAACK (1930: 32) das Äquivalent des kieseligen Abschnitts „aus dunklem, etwas geflammtem, teils ziemlich weichem, teils festerem und dann wohl kieseligem, durchweg schlecht geschichtetem, oft auch gänzlich ungeschichtetem Mergel.“

3.2.3 Gault-Sandstein und Flammenmergel in der Kühlsener Kreidemulde bei Bad Driburg-Kühlsen

12 km südöstlich von Altenbeken streichen in der Kühlsener Kreidemulde Unterkreidevorkommen aus. Verfallene Wegeaufschlüsse am NW-Hang des Rietholzes lassen noch erkennen, dass hier eine Schichtenfolge ansteht, die augenscheinlich der im Raum Altenbeken weitgehend entspricht. Im Südwesten der Wegeaufschlüsse beginnend findet sich zuerst der rote Gault-Sandstein. Etwas weiter nordöstlich auftre-

tende stark bioturbate und glaukonitische sandige Mergelsteine entsprechen offensichtlich dem Grünsand 2 von SPEETZEN (2005). Darüber setzen die typischen stark bioturbaten gräulichen Sedimente des Flammenmergels ein, die zum Liegenden schluffig bis feinsandig sind und zum Hangenden mergeliger werden. Die sonst für den Flammenmergel typischen Verkieselungen scheinen schwächer ausgeprägt zu sein als im Eggegebirge, auch konnte das Flintmaximum, das im Gelände sonst stets markant hervortritt, nicht nachgewiesen werden. Zum Vorkommen des Altenbekener Grünsands können keine Aussagen gemacht werden, weil der Profilabschnitt zwischen oberem Flammenmergel, Herbram-Formation (= Cenoman-Mergel) und tiefer Baddeckenstedt-Formation (= Cenoman-Pläner) auch mit Lesesteinen nicht aufgeschlossen ist.

3.2.4 Flammenmergel bei Bad Iburg-Glane

HAACK (1930: 33) erwähnt in den Erläuterungen zur geologischen Karte von Blatt Iburg ein Flammenmergel-Vorkommen vom Südhang des Teutoburger Waldes bei Bad Iburg-Glane aus einem Gebiet, in dem eigentlich Plänerkalksteine des Turoniums und Coniaciums ausstreichen: „Zu nennen ist noch ein sehr merkwürdiges Vorkommen, das eigenartigerweise entgegen aller Gewohnheit südlich der Plänerkette in Glane auftritt. Hier ist Flammenmergel sowohl in Hohlwegen wie in Brunnen aufgeschlossen worden, in letzteren in mehreren Metern Mächtigkeit. Mir vorliegende Proben, große eckige Platten, lassen nicht daran zweifeln, daß das Gestein hier tatsächlich ansteht, wenn auch die obersten Partien infolge glazialer Einwirkung aufgearbeitet erscheinen. Daß das ganze eine vom Eise verschleppte Scholle sei, ist sehr unwahrscheinlich, da das Vorkommen auf mindestens 1 km westöstlicher Erstreckung nachzuweisen ist. Es müssen hier also bedeutende Verwerfungen vorhanden sein, an denen diese Scholle in die Höhe gepreßt worden ist, zu vergleichen etwa denen, längs welchen der aus Osning-Sandstein, Grünsandton und Flammenmergel bestehende Hülsberg zutage tritt, der weiter im Osten den Pläner durchbricht und vielleicht im Zusammenhang stehend mit der Aufwölbung des Rothenfelder Sattels, der ja ebenfalls eine am Teutoburger Walde ungewöhnliche Erscheinung darstellt.“ In einer Fußnote auf der gleichen Seite führt er weiter aus: „Von dem Glaner Gestein wurde ein Dünnschliff angefertigt. Dieser zeigt vollkommene Übereinstimmung mit einem Dünnschliff von sicherem Flammenmergel aus der Ziegeleitongrube am Hüls.“

Wenn HAACK das hier vorkommende Gestein mit dem aus der Ziegeleitongrube am Hülsberg vergleicht, müsste es folgerichtig aus dem unteren kieseligen Teil des tonig-mergeligen Abschnitts stammen. Die entsprechenden Vorkommen sind heute überbaut, so dass eine Verifizierung oder eine Ergänzung der Angaben von HAACK nicht möglich sind.

3.2.5 Umgelagertes Albium bei Halle-Ascheloh

In einer submarinen Rutschung in der Baddeckenstedt-Formation (Cenoman-Pläner, Untercenomanium, *Mantelliceras dixonii*-Zone) treten sandige und glaukonitische Mergelsteine mit einer reichen Fauna an Haifischzähnen und phosphatisierten Ammonitensteinkernen untercenomaner Arten auf. Daneben wurden auch albische Nannofossilien sowie der im Albium/Cenomanium-Grenzbereich vorkommende *Neohibolites ultimus* nachgewiesen KAPLAN (2007: 211). Die umgelagerten Sedimente stammen aus Flachwasserbereichen. Ihre Herkunft aus dem Gebiet der nordwestfälisch-lippischen Schwelle liegt nahe. Die Fossilfunde indizieren, dass sich die Schwelle bereits im Oberalium gehoben hat.

4. Lithostratigraphische Korrelation

Zum Übergangsbereich von Osning-Sandstein zum Osning-Grünsand liegen nur wenige Beobachtungen vor. Vom Eggegebirge nach Norden bis in den Raum Detmold sind beide Schichteinheiten scharf voneinander abgegrenzt. Nach SPEETZEN (2005: 85) treten bei Altenbeken an der Basis des Osning-Grünsands nesterartige Vertiefungen mit angereicherten Phosphorit-Geröllen auf, die auf einen erosiven Kontakt beider Schichteinheiten hindeuten. Für das Blatt Lage berichten KEILHACK et al. (1917: 25) von einem allmählichen Übergang von Osning-Sandstein zum Osning-Grünsand. Dieser Übergang wurde von ALTHOFF & SEITZ (1935: 18) profilmäßig erfasst (vgl. Abb. 3). Sie definierten die Untergrenze des Osning-Grünsands

Unterstufen	Ammoniten-Zonen	Ammoniten-Subzonen	Litho-logische Gliederung
	Stoliczkaia dispar	M. periplatum	Flammenmergel
	Mortoni-ceras rostratum	C. auritus ?	
Oberalbium	Mortoni-ceras inflatum	ungegliedert	Kieseliger Abschnitt
	H. varicosum & H. orbigny		
	D. cristatum ?		Tong - mergeliger Abschnitt
Mittel-albium	E. laurus		Osning-Grünsand
	E. loricaeus		
	H. dentatus		Osning-Sandstein
	Douvilleceras mammillatum		
	ungegliedert		
	L. tanderfur.		
Unteralbium	ungegliedert		



Osning-Sandstein	Osning-Grünsand	Sandig-kieseliger Abschnitt	Sandiger Abschnitt	Kieseliger Abschnitt	Flammenmergel	Stoliczkaia dispar	Mortoni-ceras rostratum	M. periplatum	Oberalbium
		Gault-Sandstein		Grünsand 2					
Epicheloni-maritime	D. mammillatum	E. laurus	Mortoni-ceras inflatum						M.-Alb.
			Subzonen unklar						Oberalbium
									U.-Alb.
									Oberaptium

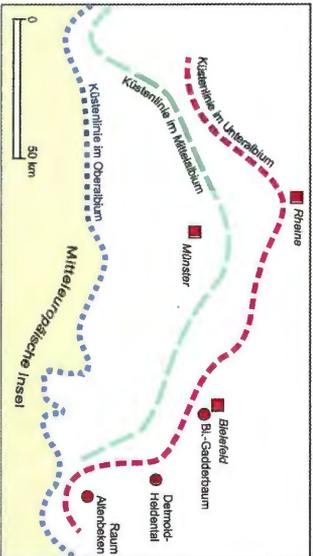


Abb. 13: Korrelation des Albioms zwischen Bielefeld-Gadderbaum, Detmold-Heidental mit Bohrung Heidental 4/79 n und dem Raum Altenbeken.

mit dem für den Osning-Sandstein untypischen Vorkommen von Phosphoriten. Für die weiter nordwestlich liegenden Vorkommen bleibt die Grenzziehung wieder unklar. Es finden sich immer wieder Hinweise darauf, dass die obersten Partien des Osning-Sandsteins glaukonitisch sind. Damit begründet sich die Vermutung, dass die lithostratigraphische Abtrennung dieser beiden Einheiten nicht immer einheitlich gehandhabt wurde.

Der Osning-Grünsand zeigt eine deutliche Mächtigkeitszunahme von seinen küstennäheren Vorkommen im Gebiet des Eggegebirges über den mittleren Teutoburger Wald bis zu den beckenwärtigen Vorkommen bei Tecklenburg und Rheine (Abb. 16). Südöstlich von Schwaney ist der Osning-Grünsand 0,5 m bis 2 m mächtig (FRIEDLEIN 2004: 68), bei Altenbeken etwa 4 m (SPEETZEN 2005: 84). SCHLÜTER (1866: 54) gibt zwar kein lithologisches Profil für das Osning-Grünsand-Vorkommen am Altenbekener Eisenbahntunnel an, erwähnt allerdings Fossilvorkommen aus seinem oberen Abschnitt. Auf Blatt Horn wächst der Osning-Grünsand auf bis zu 7 m an (FARRENSCHON 1990: 81). Er ist im Eggegebirge und im Raum Detmold durchgängig stark glaukonitisch und besteht aus sandigen Tonen, tonig-schluffigen Feinsandsteinen sowie mürben mittelkörnigen Sandsteinen (SPEETZEN 2005: 83). In der Bohrung Heidental geben KAEVER & BECKER (1985: 290) eine Mächtigkeit von 4 m an, wobei die untere Hälfte deutlich glaukonitreicher als die obere ist. Bis nach Bielefeld-Gadderbaum steigt die Mächtigkeit auf 22 m an. ALTHOFF & SEITZ (1935, S. 13) fassen die Ablagerungen des Osning-Grünsands als glaukonitreiche sandige Mergel und mergelige Sande beziehungsweise Sandsteine zusammen. HAACK (1930: 29) gibt folgende Profilbeschreibungen des Osning-Grünsands von Hilter-Hankenberge: „Über den glaukonitischen Sandsteinen der höchsten Lagen des Osning-Sandsteins, die dem Unteren Gault zuzurechnen sein werden, folgen vorwiegend tonige Ablagerungen, die z. T. aber auch noch glaukonitisch sind. Im Hankenberger Bahneinschnitt steht 17,5 m dunkler, z. T. glaukonitischer Ton mit glaukonitischen Spateisensteinknollen und -bänken an. Derselbe Ton wird in der Grube am Westfuß des Hüls (eines Berges, der zur Hauptsache auf Blatt Borgholzhausen gelegen ist), von der Hankenberger Ziegelei abgebaut. Im Jahre 1919 waren dort über dem Osning-Sandstein 6,5 m dunkler sandiger Ton aufgeschlossen. Es folgte eine 0,5 m starke glaukonitische Eisensteinbank und darüber 9,5 m dunkler, unten glaukonitischer Ton, darauf der Flammenmergel... Im Westen des Blattes scheint der Ton zurückzutreten und dafür eisenschüssige glaukonitische Sandsteine oder glaukonitische sandige Eisensteinbänke neben tonigem Grünsand zu herrschen.“

Diese von HAACK geschilderte Zweiteilung in eine untere mehr sandige und obere tonigere Partie findet sich auch auf Blatt Tecklenburg wieder. In den Erläuterungen der geologischen Karte des Blattes Tecklenburg schätzt THIERMANN (1970: 92) die Mächtigkeit des Osning-Grünsands auf 5 m. Im Raum Ibbenbüren-Hörstel besteht er aus „hellgrauen bis grünen, weichen, meist etwas geflammten sandigen Ton- und Tonmergelsteinen, denen schlierenartig oder linsenförmig Glaukonitlagen und Feinsandbänke einschaltet sind“. Dem folgt der ungefähr 15 m mächtige *minus*-Ton, der aus dunkelgrünen und grauen, geflammten, etwas sandigen glaukonitischen Ton- und Tonmergelsteinen besteht. Sein nördlichstes Ausstreichen liegt am Emsufer nördlich von Rheine. Er ist dort nach THIERMANN (1973: 48) als „eine wenige Meter mächtige Folge von hellgrauen und grünlichen, stark glaukonitischen, oft etwas geflammten Tonsteinen und tonigen Sandsteinen ausgebildet“. Die überlagernden, ca. 150 m mächtigen Ablagerungen, die von THIERMANN noch zum Mittelalium gestellt werden, bestehen aus Ton- und Tonmergelsteinen, die stellenweise auch glaukonitisch sein können.

Im Eggegebirge folgt über dem Osning-Grünsand der Gault-Sandstein. Diesem entspricht im Raum Detmold-Hiddesen der untere Abschnitt des Flammenmergels im Sinne von FARRENSCHON (1986: 77) respektive der Flammenmergel im Sinne von KAEVER & BECKER (1985: 290) und im Raum Bielefeld-Gadderbaum der tonig-mergelige Abschnitt (Abb. 15).

An der Basis des Flammenmergels und dies sowohl im Bereich des tonig-mergeligen Abschnitts zwischen Bielefeld-Gadderbaum (Abb. 3) und Hilter-Hankenberge (Abb. 13) als auch in Bereich seiner feinsandigen Ausbildung im Gebiet von Detmold-Hiddesen sowie im basalen Gault-Sandstein im Eggegebirge (SPEETZEN 2005: 85) treten verstärkt Verkieselungen auf. Diese bilden einen Leithorizont, mit dem sich die marginalen Ablagerungen im Eggegebirge bis zu den beckenwärtigen Vorkommen im mittleren Teutoburger Wald korrelieren lassen.

Der von SPEETZEN (2005: 85) erwähnte 1,5 m mächtige glaukonitische grünsandige Horizont ca. 6 m über der Basis des Gault-Sandsteins im Raum Altenbeken wurde in der Bohrung Heidental 4/79n nicht erfasst. Auch am Nordhang des Altarsteins konnte er durch Lesefunde nicht nachgewiesen werden. So muss offen bleiben, ob er bis in Raum Detmold reichte.

Die Korrelation dieses Horizontes nach Bielefeld-Gadderbaum muss unsicher bleiben, weil einerseits die Angaben von ALTHOFF & SEITZ (1935: 18) für diesen Profilabschnitt nicht aussagekräftig sind und er andererseits heute nur ungenügend aufgeschlossen ist. Möglich erscheint eine Korrelation mit Mergeltonsteinen, die unmittelbar über den basalen kieseligen Bänken des Flammenmergels liegen. Dem Grünsand 2 von SPEETZEN (2005: 86) entspricht in der Bohrung Heidental 4/79n zwischen den Teufen 268 m bis 261 m ein 7 m mächtiger toniger Abschnitt, der an seiner Basis glaukonitisch ist. Die genaue Korrelation dieses Horizontes mit dem Profil von Bielefeld-Gadderbaum bleibt unklar, weil dort die betreffenden Profilabschnitte als Mergelsteine ausgebildet sind, doch liegt er sicherlich wenig unterhalb des Übergangs vom tonig-mergeligen zum kieseligen Abschnitt.

Die lithostratigraphischen Einheiten des Flammenmergels im Raum Altenbeken korrelieren mit dem oberen Abschnitt des Flammenmergels im Sinne von FARRENSCHON (1986: 77) im Raum Detmold, der dem Flammenmergel von KAEVER & BECKER (1985: 291) entspricht und dieser wiederum mit dem kieseligen Abschnitt des Flammenmergels im Raum Bielefeld-Gadderbaum.

Der Übergang vom tonig-mergeligen zum kieseligen Abschnitt ist derzeit nur in Bielefeld-Gadderbaum zu beobachten (Abb. 4). Der Fazieswechsel vollzieht sich rasch mit dem Einsetzen von Kalkmergelstein-Bänken, die die typische geflammte Bioturbation des Flammenmergels aufweisen. Die unteren 12 m des Profils bestehen aus einer Wechsellagerung von zwischen 20 cm bis 80 cm dicken Tonmergelstein- und Mergelbänken mit ebenso dicken Kalkmergelstein-Bänken. Sowohl die Tonmergelstein- und Mergelbänke als auch die Kalkmergelstein-Bänke können spiculitisch sein, wobei die Kalkmergelstein-Bänke in der Regel stärker verkieselt sind. In den nachfolgenden Profilabschnitten treten dickere Mergellagen nur noch selten auf und die Kalkmergelsteinbänke werden durch dünne Mergellagen oder Bankfugen getrennt. Im Bereich von 4 m bis 7.5 m über der Basis des Abschnitts verdichten sich die Verkieselungen. Als unterer von zwei Horizonten mit verstärkten Verkieselungen ist er in Abb. 14 verzeichnet. Zusammen mit den dickbankigen Mergellagen erlaubt er eine Korrelation des Vorkommens von Bielefeld-Gadderbaum mit dem von Detmold-Pivitsheide. Der obere Horizont mit verstärkten Verkieselungen erlaubt die Korrelation der Profile von Bielefeld-Gadderbaum, Bielefeld-Senne, Bielefeld-Lämershagen, Detmold-Pivitsheide und Detmold-Schling (Abb. 17). In allen Profilen sind die Ablagerungsfolgen rhythmisch gebankt. Die Mächtigkeiten der einzelnen Bankpaare in den fünf Profilen liegen in Bereichen zwischen 20 cm und 150 cm und sie korrelieren eng miteinander. Damit liegt die Deutung nahe, dass diese rhythmischen Abfolgen Milankovich-Zyklen darstellen und zwar vermutlich Präzessions-Zyklen mit einer Periodizität zwischen 19 ka und 23 ka. Sie stehen damit den zyklischen Ablagerungen des Cenomaniums in Westeuropa (GALE 1995: 183) näher als den von NEBE (1999: 104) beschriebenen Exzentrizitäts-Zyklen mit Dauern von ca. 100 – 500 ka, die vom Oberaptium bis ins untere Oberalium bestimmend sind.

Während bei Detmold-Schling die Bankung aus spiculitischen Feinsandsteinen mit einem Quarzanteil von 65 - 80 Gew.-% (FARRENSCHON 1986: 77) und dünnen Mergelfugen, seltener sandigen Mergellagen besteht, geht der Feinsandgehalt nach Nordwesten zurück und die Bankung besteht aus zum Teil spiculitischen Mergellagen und entsprechenden Kalkmergelsteinen. Einzelne prominente Mergellagen lassen sich durchaus zwischen allen Profilen korrelieren, wie beispielsweise zwei Mergellagen, die jeweils unmittelbar unter und über den oberen Horizont der verstärkten Verkieselungen liegen.

Bedeutsamster Leithorizont im spiculitischen Abschnitt des Flammenmergels ist ein regelrechtes Flintmaximum in seinem mittleren Abschnitt. Zwischen Bielefeld-Gadderbaum und Detmold-Schling treten in einem ca. 8 m mächtigen Profilabschnitt bankfüllende Verkieselungen und Flintknollen auf. Diese sind in Feinsandsteine eingebettet. Nach Südosten lässt sich das Flintmaximum offensichtlich bis nach Altenbeken verfolgen. Dort treten nach einer frdl. Mitt. von E. Speetzen im Anschnitt nördlich des Bahnhofs in dem hier 11 m – 12 m mächtigen Flammenmergel zwei Kieselknollen-Bänke auf. Die untere, 0,2 m mächtig, liegt ca. 6 m über der Profilbasis, die obere, 0,4 m mächtig, einen Meter höher. Lesesteinfunde aus dem mittleren Teil des kieseligen Abschnitts auf einem Feld am Nordende der Bauernschaft Holland bei Borgholzhausen zeigen, dass keine koncretionären Verkieselungen mehr auftreten und das Gestein

insgesamt schluffig-mergeliger wird. Bei Hilter-Hankenberge ist der gesamte Flammenmergel als Mergel- und Tonmergelstein ausgebildet, wobei sich in Dünnschliffen zahlreiche Schwammnadeln nachweisen lassen (HAACK 1930: 33). Diese fazielle Entwicklung setzt sich mit zunehmenden Mächtigkeiten bis in den Raum Tecklenburg – Rheine fort (THIERMANN 1970: 94; 1973: 49).

Die Ablagerungen oberhalb des Flintmaximums bestehen bei Detmold-Schling aus der typischen Wechsellagerung von spiculitischen Feinsandsteinbänken und Mergelfugen, wobei zum Hangenden hin das Gestein insgesamt mergeliger wird. Am Top des Profils schaltet sich eine Mergellage ein. Auch im Raum Bielefeld setzt sich die Bankung aus spiculitischen Kalkmergelsteinen und Mergellagen fort, wobei hier die Mergellagen mächtiger werden. Unsicher muss der bankstratigraphische Anschluss des Vorkommens von Halle-Ascheloh bleiben. Hier besteht die Abfolge aus einer Wechsellagerung von dickbankigen Mergelbänken und typisch geflammt spiculitischen Kalkmergelsteinbänken, die den oberen und insgesamt mergeligeren Abschnitt des spiculitischen Abschnitts repräsentiert.

Im Eggegebirge folgt über dem Flammenmergel der Altenbekener Grünsand (SPEETZEN 2005: 87). Bei Altenbeken ist er als ein ca. 6 m mächtiger stark glaukonitischer Feinsandstein ausgebildet. Nach Norden verliert er an Mächtigkeit. Im Steinbruch am Vogelpark bei Detmold-Schling beobachteten STILLE & MESTWERDT (1911: 34) am Top des Flammenmergels etwa drei Meter mächtige glaukonitische, sandige Tone, die heute nicht mehr aufgeschlossen sind. KAEVER & BECKER (1985, Abb. 2) fanden in der Bohrung Heidental 4/79n an der Basis der Radiolarienmergel bei den Teufen von 268 m und 260 m sowie bei im Top ihrer Radiolarien-Mergel der Teufe von 225 m glaukonitische Mergel. Da Makrofossilfunde fehlen muss ihre bio- und eventstratigraphische Stellung offen bleiben. Zwischen Detmold und Hilter-Hankenberge konnten im Übergangsbereich von Flammenmergel und Herbram-Formation („Cenomanmergel“) keine Grünsande nachgewiesen werden³. Bei Hilter-Hankenberge und im nördlichen Eisenbahneinschnitt von Lengerich (KAPLAN et al. 1998: 45) tritt ein wenige Dezimeter dicker glaukonitischer Mergelstein auf, dessen Fossilführung ihn klar als dem *Neohibolites ultimus/Aucellina* sp.-Event zugehörig erkennen lässt, das die Basis des Cenomaniums markiert. Da bislang aus dem Altenbekener Grünsand keine Makrofossilfunde vorliegen, muss offen bleiben, ob er dem *Neohibolites ultimus/Aucellina* sp.-Event entspricht, wobei die lithostratigraphische Position eine Korrelation nahe legt⁴.

5. Fauna und Biostratigraphie

Die biostratigraphische Gliederung des Albiums des Teutoburger Waldes und des Eggegebirges beruht nur in einem geringen Umfang auf eigene Aufsammlungen, da fast nur noch Aufschlüsse im kieseligen Abschnitt des Flammenmergels existieren, das für seine Fossilarmut bekannt ist, sieht man von der mitunter zahlreich zu findenden *Aucellina* sp. ab (Abb. 18: F-I). Deshalb wird für diese Arbeit auf die verstreuten Zitate verschiedener Autoren zurückgegriffen, die hier nomenklatorisch emendiert eingebracht werden. Die von ihnen erwähnten Einzelfunde lassen sich mit dem elaborierten lithostratigraphischen Schema in Beziehung setzen und erlauben damit eine biostratigraphische Interpretation und Korrelation der verschiedenen Schichtglieder. Die Angaben zu Vorkommen von Leitfossilien reichen zeitlich weit zurück und umfassen beispielsweise Arbeiten von SCHLÜTER (1866) über die Schichten des Teutoburger Waldes bei Altenbeken, KANZLER über die Geologie des Teutoburger Waldes (1920), die Abhandlungen von ALTHOFF & SEITZ (1934) über die Gliederung des Albiums bei Bielefeld, die Zusammenfassung der ammonitenstratigraphischen Daten des NW-deutschen Albiums von OWEN (1979) und die bereits mehrfach erwähnte Bohrung Heidental 4/79n bei Detmold-Heidental, die KAEVER & BECKER (1985) biostratigraphisch als Referenzprofil der mittleren Kreide darstellen. Deren Gliederung beruht auf Mikrofaunen, die von ihnen abgeleitete Ammonitengliederung stimmt insbesondere im oberen Abschnitt des Flammenmergels und im Radiolarienmergel nicht mit den Befunden in Nachbarprofilen überein. Daneben stehen die oft überlesenen Erwähnungen in den älteren Erläuterungen der geologischen Karten des Arbeitsgebietes wie von HAACK (1930; 1935), MESTWERDT (1926a, b), STILLE (1904; 1911) und STILLE & MESTWERDT (1911). Darüber hinaus werden in den jüngeren Erläuterungen keinerlei Neufunde zitiert.

³ = TK 3815 Dissen am Teutoburger Wald.

⁴ Das von KAPLAN et al. (1998) erwähnte Vorkommen im Einschnitt der Autobahn A 2 bei Bielefeld-Lämershagen, dass auf einer mündlichen Mitteilung beruhte, muss fraglich bleiben.

Tab. 1: Vorkommen von Leitfossilien im Albiun des Teutoburger Waldes und des Eggegebirges. Fossilbelege: 1 = ALTHOFF & SEITZ (1935), 2 = HAACK (1930), 3 = KANZLER (1920), 4 = MESTWERDT (1926), 5 = OWEN (1979), 6 = SCHLÜTER (1866), 7 = STILLE & MESTWERDT (1911), 8 = eigene Aufsammlungen.

Unter- stufen	Ammoniten- Zonen	Ammoniten- Subzonen	Belemniten- Zonen	Bivalven	Belemniten	Ammoniten
Oberalbiun	<i>Diplocoeras cristatum</i> ?	<i>Anahoplites daviesi</i> <i>Euhoplites nitidus</i>	<i>Neohibolites oxycaudatus</i>	<i>Actinoceras sulcatum</i> ¹ <i>Aucellina</i> sp. ⁴	<i>Neohibolites oxycaudatus</i> ¹	<i>Puzosia (Puzosia) mayoriana</i> ⁵ <i>Pleurohoplites renauxianus</i> ⁵ <i>Callihoplites auritus</i> ⁷ <i>Callihoplites cf. formosus/variabilis</i> ² <i>Callihoplites</i> sp. ⁸ <i>Hysteroceeras binum</i> ⁵ <i>Hysteroceeras subbinum</i> ⁵ <i>Hysteroceeras carionatum</i> ⁵ <i>Hysteroceeras varicosum</i> ⁵ <i>Mortoniceras (Mortoniceras) inflatum</i> ¹ <i>Mortoniceras (Mortoniceras) rostratum</i> ^{2,7} <i>Mortoniceras (Mortoniceras) sp.</i> ⁵ <i>Anisoceras</i> sp. ex grp. <i>armatum</i> ⁸ <i>Hamites</i> sp. ⁸
Mittelalbiun	<i>Euhoplites lautus</i> <i>Euhoplites loricatus</i> <i>Hoplites dentatus</i>	<i>Eu. meandrinus</i> <i>M. subdelaruei</i> <i>Dimorpho. niobe</i> <i>An. intermedius</i> <i>Hoplites spathi</i> <i>Hoplites spathi</i> <i>Lyellicerus lyelli</i> <i>H. eodentatus</i> <i>P. puzosianus</i> <i>O. raulinianus</i> <i>C. floridum</i> <i>S. kitchini</i>	<i>Neohibolites minirinus</i>	<i>Actinoceras aff. salomoni</i> ¹ <i>Actinoceras concentricus</i> ^{1,8}	<i>Neohibolites minimus</i> ^{1, 2, 3, 6, 7}	<i>Hoplites cf. similis</i> ¹ <i>Hoplites</i> sp. ¹ <i>Hoplites dentatus</i> ¹ <i>Dimorphoplites cf. doris</i> ¹ <i>Euhoplites lpricei</i> ⁵ <i>Euhoplites lautus</i> var. <i>duntonensis</i> ¹ <i>Euhoplites lautus</i> var. <i>biloba</i> ¹ <i>Euhoplites intermedius</i> ⁵ <i>Euhoplites lautus</i> ^{5,6}
Unteralbiun	<i>Leymeriella tanderfurcata</i> <i>Leymeriella (Proleymeriella) schrammeni</i>	<i>Douvillicerus mammillatum</i> <i>Leymeriella regularis</i>	<i>Neohibolites minor</i> <i>Neohibolites strombecki</i>	<i>Parahoplites milletianus</i> ^{1, 2, 7} <i>Douvillicerus mammillatum</i> ¹	<i>Leymeriella tanderfurcata</i> ^{1, 6, 7}	<i>Otohoplites raulinianus</i> ⁵ <i>Hoplites</i> sp. ¹ <i>Hoplites dentatus</i> ¹ <i>Leymeriella tanderfurcata</i> ^{1, 6, 7}

Die im oberen Oberalbiurn auftretenden Aucellinen werden herkömmlicher Weise als *Aucellina gryphaeoides* angesprochen. POLUTOFF (1933: 18-24) führt den Nachweise, dass die Gattung durchaus aus mehreren Arten besteht. Diese Beobachtung wird von MORTER & WODD (1983: 516) bestätigt. Die oft schlechte Erhaltung des vorliegenden Materials lässt eine Bestimmung auf Artebene kaum zu. Deshalb werden entsprechende Vorkommen als *Aucellina* sp. aufgelistet.

Die Ammoniten-Zonierung orientiert sich an SPAETH (2000: 21), OWEN (1979: 568) und den Kommentaren von OWEN (1999) zur europäischen und tethyalen Ammoniten-Zonierung des Albiurns. Da OWEN (1979) das Vorkommen von Subzonen in NW-Deutschland diskutiert, wird seiner dortigen Gliederung der Vorzug vor seiner weiter emendierten, aber im Arbeitsgebiet nicht mehr nachvollziehbaren Subzonen-Gliederung von 1999 gegeben. Differenzen zwischen der NW-deutschen Gliederung und der angelsächsischen zeigen sich im Unteralbiurn. In NW-Deutschland werden vier eigenständige Ammonitenzonen ausgeschieden, in England nur zwei, wobei die untere in drei Subzonen unterteilt wird. Das Oberalbiurn gliedert sich in NW-Deutschland in drei Ammonitenzonen, in England in zwei, wobei allerdings die untere Ammonitenzone NW-Deutschlands in England als Subzone auftaucht.

Überraschender Weise erlauben die vorliegenden Daten eine vollständige Gliederung in Ammoniten-Zonen und teilweise in Ammoniten-Subzonen. Dass diese biostratigraphische Untergliederung gelingt, liegt aber auch daran, dass neben den Vorkommen von Ammoniten auch die von Belemniten, Inoceramen und Aucellinen integriert werden konnten (Tab. 1). Die Inoceramen der Entwicklungsreihe *salomoni* — *concentricus* — *sulcatus* werden nach CRAMPTON (1996) und CRAMPTON & GALE (2005) zur Gattung *Actinoceras* MEEK 1864 gestellt.

5.1 Aptium/Albiurn-Grenze und Unteralbiurn

Die Basis des Albiurns wird mit dem Erstauftreten der Ammoniten-Gattung *Leymeriella* definiert (KEMPER 1973: 354; 1982: 24), deren drei aufeinander folgenden Arten *L. schrammeni*, *L. tardefurcata* und *L. regularis* die unteren drei der vier Ammoniten-Zonen des Unteralbiurns bilden. Für die *Leymeriella* (*Proleymeriella*) *schrammeni*-Zone liegen im Arbeitsgebiet keine faunistischen Nachweise vor. Die Zone fällt damit in eine Schichtlücke, die vermutlich auch noch Teile des Aptiurns umfasst. Denn der bei Altenbeken im obersten Osning-Sandstein oder an der Basis des Osning-Grünsands vorkommende *Ammonites Martini* (SCHLÜTER 1866: 53 = *Epicheloniceras martine*, stammt aus dem unteren Oberaptium. ALTHOFF & SEITZ (1935: 17) erwähnen *Acanthoplites* sp. aus dem unteren Osning-Grünsand und zwar aus einem Niveau, in dem auch *Leymeriella tardefurcata* auftritt. Damit lägen auch für Bielefeld-Gadderbaum Hinweise für eine Schichtlücke vor, die zumindest *L. schrammeni*-Zone des untersten Albiurns umfasst. Für Kondensationen im obersten Osning-Sandstein in diesem Bereich spricht auch das gemeinsame Vorkommen von *Dufrenoyia* sp., die im Münsterländer Becken im obersten Abschnitt des Unteraptiurns auftritt (KEMPER 1973: 352), und von *Callizoniceras* cf. *keilhacki*, der im hohen Oberaptium erscheint (KEMPER 1975: 90) (vgl. ALTHOFF & SEITZ 1935: 15).

- *Leymeriella tardefurcata*-Zone: SCHLÜTER (1866: 54) beobachtete „im Bette der Ems“⁵ *Leymeriella tardefurcata* und *Parahoplites milletianus* in Tonen mit Eisensteingeoden unter dem Äquivalent des Osning-Grünsands. Nach ALTHOF & SEITZ (1935: 12) kommt *L. juv. cf. tardefurcata* an der Basis des Osning-Grünsands bei Bielefeld-Gadderbaum vor (Abb. 3). STILLE & MESTWERDT (1911) erwähnen *L. tardefurcata* aus dem obersten Osning-Sandstein von Detmold-Hiddensen. SCHLÜTER (1866: 54) sammelte noch im oberen Teil des Osning-Grünsands bei Altenbeken *Parahoplites milletianus*, der nach SPATH (1923 - 1943: 4) und OWEN (1979: 568) in der *L. tardefurcata*-Zone auftritt.

- *Leymeriella regularis*-Zone: Für diese Zone liegen für das gesamte Arbeitsgebiet bislang keine faunistischen Nachweise vor. Eventuell entspricht bei Bielefeld-Gadderbaum dieser Zone der ungegliederte Profilabschnitt zwischen *L. tardefurcata*- und *Douvilleiceras mammilatum*-Zone. Eine Schichtlücke kann allerdings nicht ausgeschlossen werden.

⁵ Hierbei handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um den Aufschluss bei der Eisenbahnbrücke nördlich Rheine.

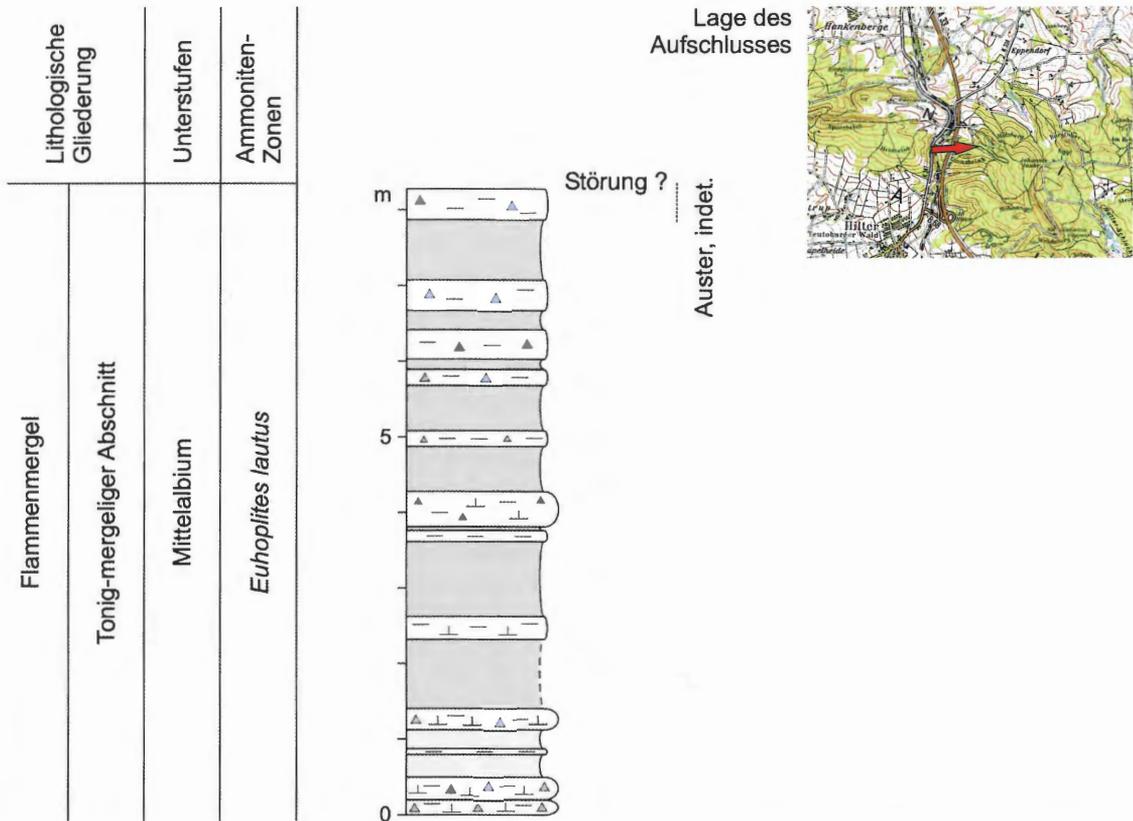


Abb. 14: Hilter-Hankenberge, Hohlweg zur aufgelassenen Tongrube der ehemaligen Ziegelei Hankenberge.

- *Douvilleiceras mammilatum*-Zone: Die leitende Art wurde bislang im Arbeitsgebiet nur bei Bielefeld-Gadderbaum in der Schicht 17 im Profil in der Schlucht nahe Salem nachgewiesen (ALTHOFF & SEITZ 1935: 22). SCHLÜTER (1866: 54) erwähnt *Amm. Raulinianus* = *Otohoplites raulinianus* in der oberen Partie des Osning-Grünsands von Altenbeken. Nach CASEY (1961: 497) tritt er in der gleichnamigen Subzone in der oberen *D. mammilatum*-Zone auf. Auch das Vorkommen von *Actinoceramus salomoni* im Osning-Grünsand bei Bielefeld-Gadderbaum kann als weiteres Indiz für die *D. mammilatum*-Zone gewertet werden, denn dieser Inoceramide ist nach CASEY (1961: 588) das verbreitetste Fossil in der *D. mammilatum*-Zone von Europa. Wenn von den vier Ammoniten-Subzonen nur die von *O. raulinianus* im Arbeitsgebiet nachgewiesen wurde, ist dies ein weiterer Hinweis auf die lückenhafte Entwicklung des Unteralbiuns. Bereits im obersten Unteralbiun tritt bei Bielefeld-Gadderbaum *Neohibolites minimus* auf, der mit seinem gehäuften Auftreten für das Mittelalbiun charakteristisch ist (Abb. 3).

5.2 Mittelalbiun

- Unter-/Mittelalbiun-Grenze und *Hoplites dentatus*-Zone: Im Sinne der Ammonitenstratigraphie markiert das Auftreten der Gattung *Hoplites* die Basis des Mittelalbiuns (OWEN 1999: 137). Die Basis der Zone wird sehr gut in dem Profil von Bielefeld-Gadderbaum (ALTHOFF & SEITZ 1935: 18) (Abb. 3) erfasst, wo zuerst *Hoplites* sp. und wenig später *Hoplites dentatus* im obersten Osning-Grünsand auftreten. Der etwas höher vorkommende *Hoplites* cf. *similis* ist ebenfalls für die *H. dentatus*-Zone leitend (SPATH 1923 - 1943: 112). Damit einhergehend erscheinen gehäuft *Actinoceramus concentricus* und *Neohibolites minimus*, die als die eigentlich charakteristischen Leitfossilien des Mittelalbiuns im Arbeitsgebiet gelten. Das massenhafte Vorkommen von kleineren Formen *Actinoceramus concentricus* im tiefen Mittelalbiun stellt nach KEMPER (1989: 460) ein Bioevent dar. Größere Formen wie z.B. die aus dem Gault-Sandstein von Lichtenau-Herbram (Abb. 18 E) sind charakteristisch für das höhere Mittelalbiun. Die *H. dentatus*-Zone erreicht bei Bielefeld-Gadderbaum eine Mächtigkeit von ca. 4 m, eine Untergliederung in Ammoniten-Subzonen ist nicht möglich.

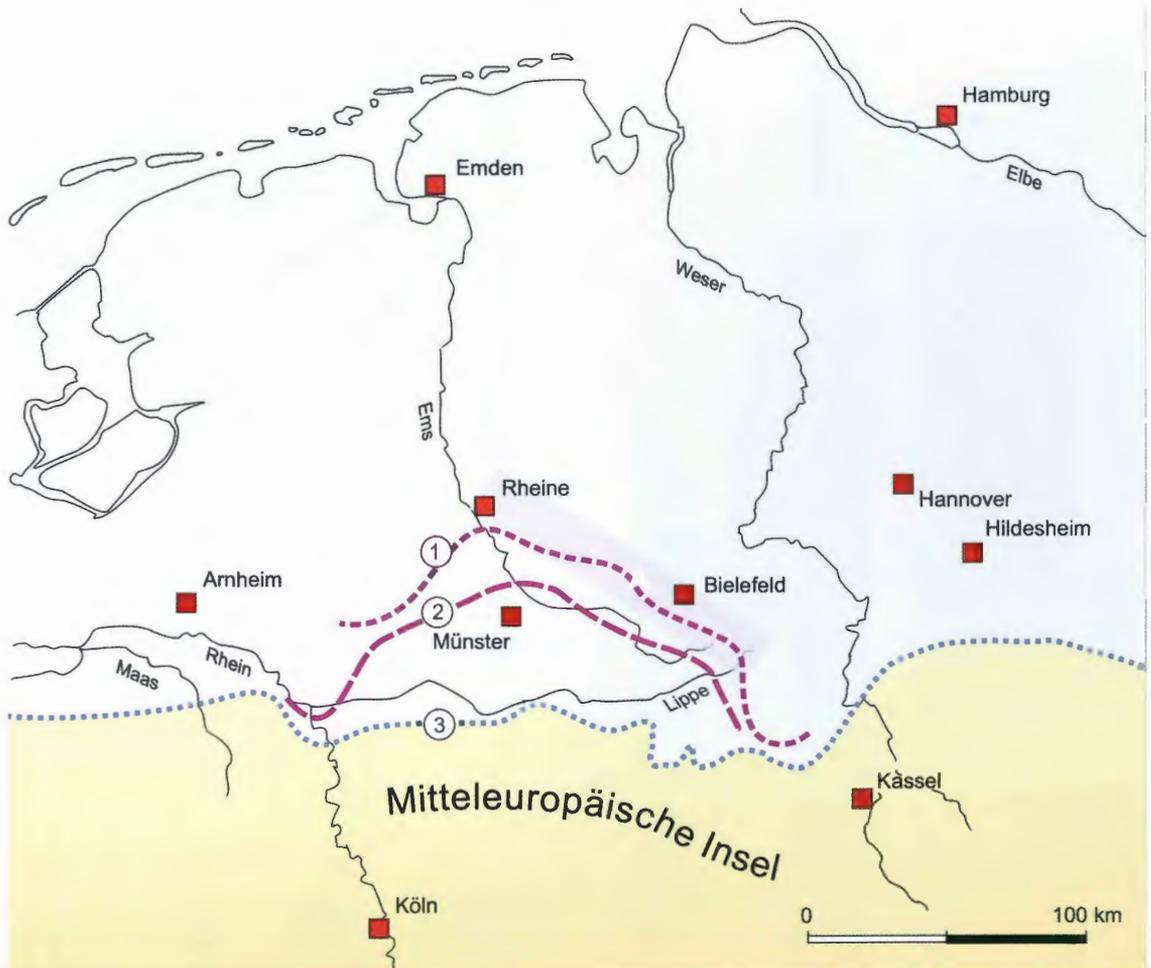


Abb. 15: Paläogeographie des Oberaltiums in NW-Deutschland. A Arbeitsgebiet, 1 Küstenlinie im Unteraltium, 2 Küstenlinie im Mittelaltium, 3 Küstenlinie im Oberaltium. Kartenvorlage verändert nach: Geologie im Münsterland (1995).

- *Euhoplites loricatus*-Zone: Nach OWEN (1979: 572) kommt *Euhoplites pricei* (GPIM B.6710) im Gault-Sandstein bei Altenbeken oberhalb der Lokalität „Rauer Grund“ vor. Als ältester makropaläontologischer Beleg für den Gault-Sandstein ist er in die *Anahoplites intermedius*-Subzone als unterste Subzone der *E. loricatus*-Zone einzustufen. *Dimorphoplites cf. doris* tritt bei Bielefeld-Gadderbaum (ALTHOFF & SEITZ 1935: 19) im Grenzbereich von Osning-Grünsand und Flammenmergel auf und ist in die jüngere *Mojsissovicsia subdelaruei*-Subzone zu stellen (OWEN 1979: 572). Der dort im untersten Flammenmergel vorkommende *Euhoplites lautus* var. *biloba* SPATH ist kennzeichnend für die *Euhoplites meandrinus*-Subzone als oberste Subzone der *E. loricatus*-Zone (OWEN 1978. S. 572). Nach KAEVER & BECKER (1985: 290, Fig. 2) entspricht der Osning-Grünsand in der Bohrung Heidental 4/79n vermutlich der *E. loricatus*-Zone, eine Begründung für ihre Annahme geben sie nicht.

- *Euhoplites lautus*-Zone: Nach STILLE (1911: 36) kommen schlecht erhaltene Bruchstücke von *Euhoplites lautus* am Nordosthang des Kahlehaars bei Horn vor. Die Fundortangabe legt ein Vorkommen im unteren Flammenmergel nahe. Das Vorkommen von *Euhoplites lautus duntonensis* bei Bielefeld-Gadderbaum (ALTHOFF & SEITZ 1934: 18) markiert nach OWEN (1978: 574) die *Euhoplites nitidus*-Subzone als untere der beiden Subzonen der *E. lautus*-Zone. Es liegt im unteren tonig-mergeligen Abschnitt des Flammenmergels. KAEVER & BECKER (1985: 290, Fig. 2) sehen in der Bohrung Heidental 4/79n die *E. lautus*-Zone zwischen Basis des Flammenmergels und der 11 m höher liegenden Basis des 11 m mächtigen tonigen Abschnitts (Abb. 9). Diese Einstufung stimmt recht gut der in den Nachbarprofilen von Bielefeld-Gadderbaum und des Raumes Altenbeken überein (Abb. 15).

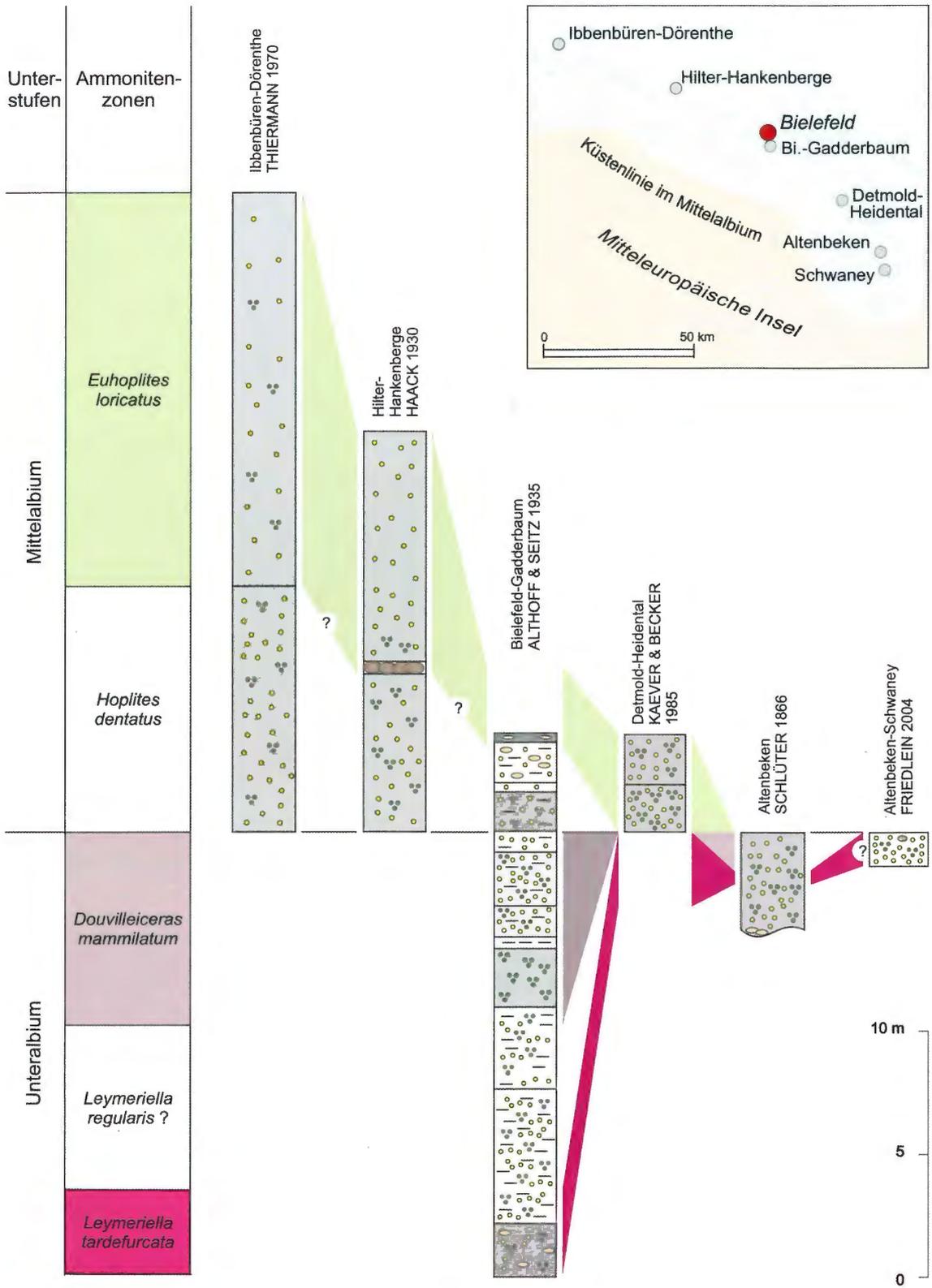


Abb. 16: Biostratigraphie und Korrelation des Osning-Grünsands zwischen Ibbenbüren-Dörenthe und Altenbeken-Schwaney.

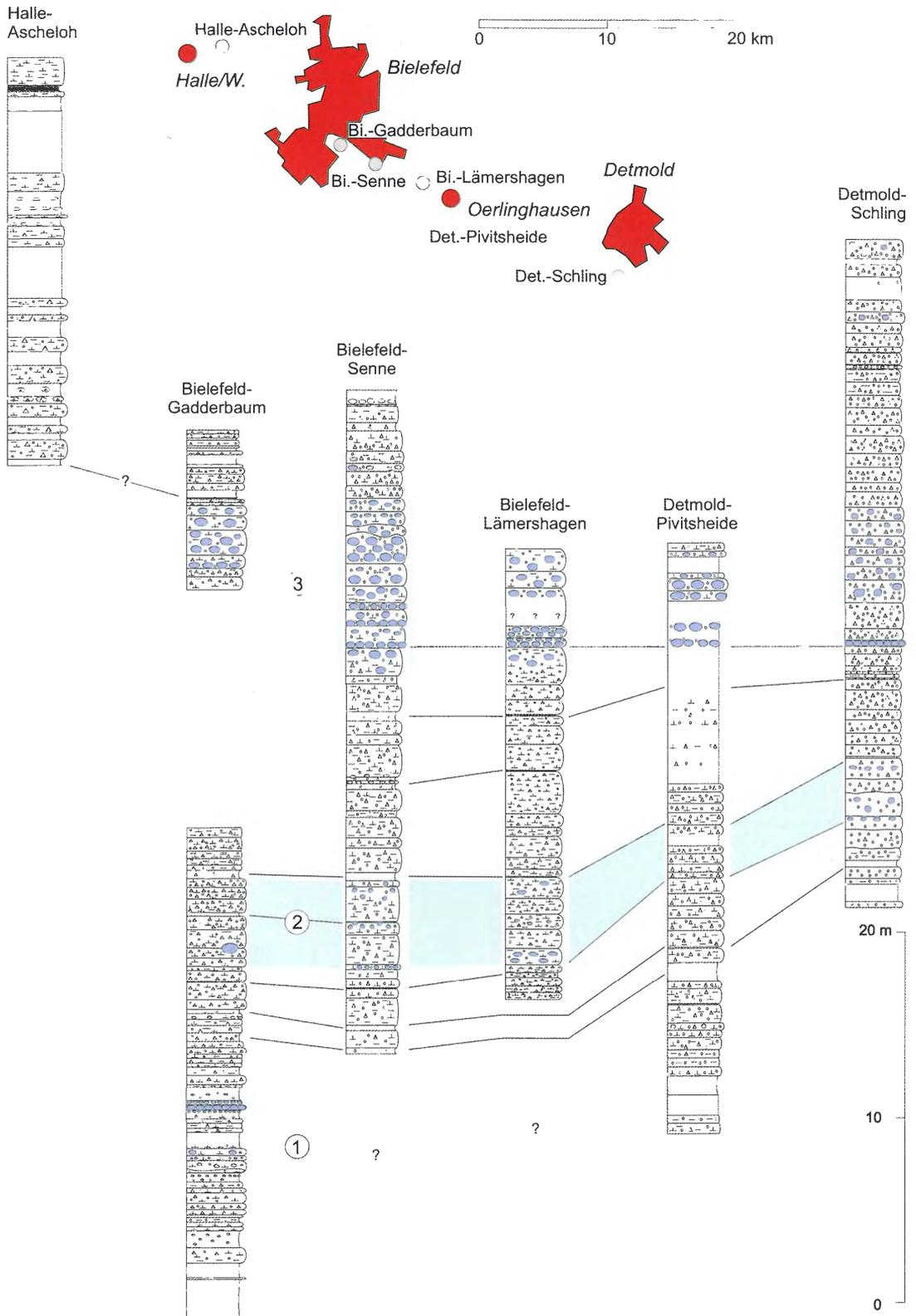


Abb. 17: Lithostratigraphische Korrelation der bestehenden Flammenmergel-Aufschlüsse im Teutoburger Wald zwischen Halle-Ascheloh und Detmold-Heiligenkirchen (Stand Juli 2007). Alle Aufschlüsse: Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone, *Mortoniceras rostratum*-Subzone. 1 = gelb hinterlegt: untere verstärkte Verkieselungen, 2 = grün hinterlegt: obere verstärkte Verkieselungen, 3 = blau hinterlegt: Flintmaximum.

KANZLER (1920: 96) und MESTWERDT (1926 b: 29) erwähnen den Fund eines kleinen Ammoniten in einer Phosphoritknolle des mittelalbischen Osning-Grünsands von Hilter-Hankenberge, den sie als *Hoplites deluci* ansprechen. Nach ALTHOFF & SEITZ (1935, Fußnote S. 23) gehörte dieses Stück in die Sammlung KANZLER, deren Verbleib ungeklärt blieb. Sollte es sich bei diesem Stück um *Epihoplites deluci* gehandelt haben, wäre es in die *Mortoniceras inflatum*-Zone des Oberalbiums zu stellen. Damit bliebe nur noch der Schluss übrig, dass entweder Bestimmung oder Fundort nicht stimmen.

5.3 Oberalbium

- Mittel-/Oberalbium-Grenze und *Dipoloceras cristatum*-Zone: Wegen der Seltenheit leitender Ammoniten wird in Nordwestdeutschland das Einsetzen von *Actinoceras sulcatus* als Zeitmarke für die Basis des Oberalbiums genommen (KEMPER 1989: 461). Dessen einziges horizontiertes Vorkommen stammt von Bielefeld-Gadderbaum (ALTHOFF & SEITZ 1935: 19) und liegt 10 m über der Basis des tonig-mergeligen Abschnitts des Flammenmergels. Da für die *D. cristatum*-Zone sonst keine faunistischen Nachweise vorliegen, kann sie nur durch die nachfolgende Zone eingegrenzt werden. Danach hat sie bei Bielefeld-Gadderbaum eine Mächtigkeit von ca. 3 m (Abb. 3).

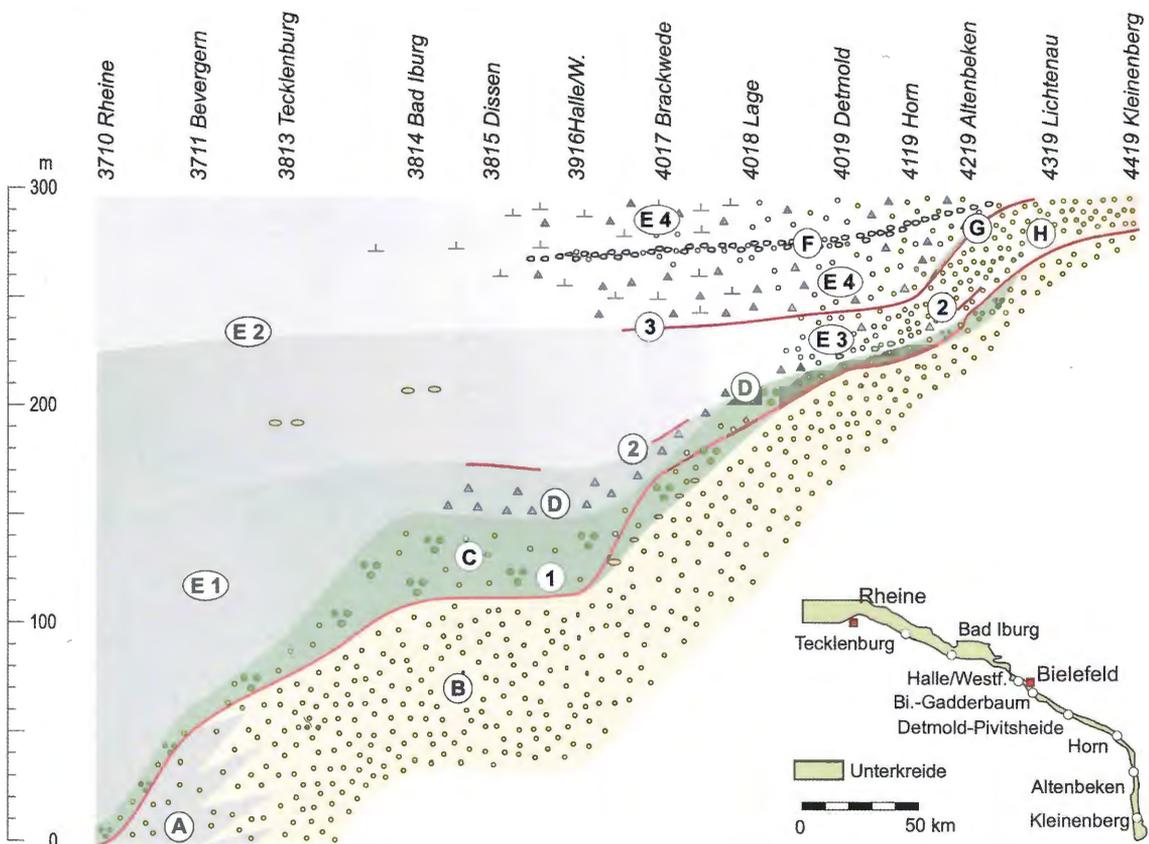


Abb. 19: Schematische Darstellung der lithofaziellen Entwicklung der Unterkreide im Teutoburger Wald.

1 Grenze Unter-/Mittelalbium, **2** Grenze Mittel-/Oberalbium in den Räumen Bielefeld und Altenbeken, **3** Grenze zwischen der liegenden *Mortoniceras inflatum*-Zone und der hangenden *Stoliczkaia dispar*-Zone im Oberalbium.

A Tonmergelstein-Fazies in lateraler Verzahnung mit Dörenther Sandstein, **B** Osning-Sandstein, **C** Osning-Grünsand, **D** verstärkte Verkieselungen an der Basis von Flammenmergel und Gault-Sandstein, **E 1 - E 4** u. **F**: Flammenmergel, **E 1** Tonmergelsteine, **E 2** Mergelsteine, **E 3** Feinsandsteine, gering verkieselt im lateralen Anschluss an den Gaultsandstein, **E 4** partiell verkieselte kalkige Mergelsteine, Kalkmergelsteine und verkieselte Feinsandsteine, **F** oberes Flint-Maximum, **G** Grünsand 2 von Altenbeken, **H** Gaultsandstein.

Mächtigkeiten nach Angaben in den Erläuterungen der betreffenden geologischen Karten 1:25000 und HENDRICKS & SPEETZEN (1983).

- *Mortoniceras inflatum*-Zone: Nach ALTHOFF & SEITZ (1935: 19) tritt *Mortoniceras inflatum* bei Bielefeld-Gadderbaum ca. 13 m über der Basis des tonig-mergeligen Abschnitts des Flammenmergels auf. Nach OWEN (1979: 576) kommen bei Tecklenburg in der wieder verfüllten Mergelgrube Stalljohann die phosphatisierten Ammoniten *Hysterocheras binum*, *H. subbinum*, *H. carionatum*, *H. varicosum* und *Mortoniceras* sp. (GPIH) vor, die für die *Hysterocheras varicosum*-Subzone leitend sind. KANZLER (1920: 96) und HAACK (1930: 24) erwähnen Vorkommen von *Epihoplites* cf. *deluci* aus der Ziegeleitongrube Hankenberge, dass nach SPATH (1923 - 1943: 181) in die *H. varicosum*-Subzone zu stellen ist.

KAEVER & BECKER (1985: 290, Fig. 2) scheiden keine *D. cristatum*-Zone aus und lassen das Oberalium mit der *M. inflatum*-Zone beginnen. Diese setzt nach ihnen an der Basis des tonigen Abschnitts ein, der sich 11 m über der Basis in den Flammenmergel einschaltet. Wie bei der älteren *E. lautus*-Zone korreliert diese Einstufung gut mit der in den Nachbarprofilen von Bielefeld-Gadderbaum und des Raumes Altenbeken (Abb. 15).

Nach OWEN (1979: 576) sind keine Ammoniten aus der *Callihoplites auritus*-Subzone aus NW-Deutschland bekannt. Doch SCHLÜTER (1866: 55) erwähnt *Amm. auritus* = *Callihoplites auritus* aus dem Gault-Sandstein von Altenbeken. STILLE (1904: 26) fand dort auch *C. auritus* im oberen Gault-Sandstein. Ein von HAACK (1930: 31) als „*Hoplites* cf. *renauxianus*“ bestimmter Ammonit aus dem Flammenmergel vom Drögensiek, östlich Bad Iburg, wird von ALTHOFF & SEITZ (1935: 23) in den Formenkreis von *Callihoplites* cf. *formosus/variabilis* gestellt, der auch für die *C. auritus*-Subzone leitend ist.

Ein wichtiges biostratigraphische Datum ist das Einsetzen von *Aucellina*. Nach MORTER & WOOD (1983: 518) beginnt das gehäufte und durchgängige Auftreten geringfügig unterhalb der Basis der *Stoliczkaia dispar*-Zone in der oberen *Mortoniceras inflatum*-Zone/ obere *Callihoplites auritus*-Subzone. OWEN (1999: 142) sieht nach Ergebnissen in Bohrungen bei Kirchrode das Einsetzen von *Aucellina* in der gleichen Subzone ein wenig tiefer.

In den angeführten Schriften liegen keine Hinweise auf das exakte Einsetzen von *Aucellina* sp. vor. Nach eigenen Aufsammlungen in Bielefeld-Gadderbaum setzt *Aucellina* sp. im Top des tonig-mergeligen Abschnitt ca. 2 m unter der Basis des kieseligen Abschnitts ein (Abb. 3). Da die liegenden Schichten des Profils nicht aufgeschlossen sind, ist es durchaus möglich, dass das Einsetzen ein wenig tiefer liegt.

- *Stoliczkaia dispar*-Zone: Die Untergrenze der Zone lässt sich im Arbeitsgebiet nicht mit Ammoniten abgrenzen. Sie liegt aber ein wenig höher als das Einsetzen von *Aucellina* sp. und damit im Bereich der Basis des kieseligen Abschnitts und seiner südöstlichen Äquivalente. KAEVER & BECKER (1985: 290) (Abb. 9) legen nach mikropaläontologischen Daten die Basis der Zone wenige Meter tiefer. In diesem Abschnitt, der dem oberen Gault-Sandstein entspricht, tritt nach STILLE (1904: 24) allerdings *C. auritus* auf. Für die genaue Festlegung der Basis der Zone besteht sicherlich noch Klärungsbedarf. STILLE (1904: 25) erwähnt „*Schl nbachia inflata* SOW.“ aus dem Flammenmergel von Altenbeken. Vermutlich handelt es sich hier um *Mortoniceras rostratum*. Aus dem oberen Teil des kieseligen Abschnitts der Fürschen Ziegeleitgrube bei Halle-Ascheloh konnten folgende Ammonitenfauna gefunden werden: *Puzosia mayoriana* (Abb. 18 A), *Callihoplites* sp. (Abb. 18 B), *Anisoceras* ex grp. *armatum* (Abb. 18 D), *Hamites* sp. (Abb. 18 C). Diese ist vergleichbar mit einem von OWEN (1979: 576) erwähnten Vorkommen aus der Grube Morgenstern bei Salzgitter, das er in die *Mortoniceras rostratum*-Subzone stellt.

Für die oberste Ammoniten-Subzone des Albioms, der *Mortoniceras perinflatum*-Subzone, liegen im Arbeitsgebiet keine faunistischen Nachweise vor. Dies ist sicherlich unter anderem auch damit begründet, dass dieser Abschnitt kaum aufgeschlossen war.

5.4 Zusammenfassung der stratigraphischen Befunde

Die Aptium/Albium-Grenze im Sinne von SPÄTH (2000: 21) kann nur in den Profilen von Bielefeld-Gadderbaum und Altenbeken einigermaßen sicher bestimmt werden (Abb. 15). An beiden Orten ist sie offensichtlich mit einer Schichtlücke verbunden, die das oberste Aptium und die *L. schrammeni*-Zone des untersten Albium umfasst. *L. tardefurcata* wurde in der Tonmergelstein-Fazies im Raum Rheine, im Osning-Grünsand bei Bielefeld-Gadderbaum und im Osning-Sandstein bei Detmold nachgewiesen. Diese Zone ist auch im oberen Osning-Grünsand bei Altenbeken überliefert. Damit wird deutlich, dass die Untergrenze des

Osning-Grünsands offensichtlich diachron entwickelt ist (Abb. 16). Ob der fehlende Nachweis für die nachfolgende *L. regularis*-Zone auf eine Schichtlücke oder auf Aufsammlungslücken zurückgeht, muss an dieser Stelle offen bleiben.

Die *Douvilleiceras mammilatum*-Zone als oberste Ammoniten-Zone des Unteralbiums wurde nur im Raum Bielefeld und im Osning-Grünsand bei Altenbeken nachgewiesen. Überraschender Weise scheint sie in den beckenwärtigen tonigen Ablagerungen im Raum Rheine zu fehlen. Nach SCHLÜTER (1866: 54) treten im Liegen von glaukonitischen Schichten mit *Actinoceras concentricus* und *Neohibolites minimus* *Leymeriella tardefurcata* und *Parahoplites milletianus* auf. In den Vorkommen des oberen Osning-Sandsteins, die traditionell dem Unteralbium zugerechnet werden, nämlich die Abschnitte zwischen Rheine und Bad Iburg sowie Detmold und Horn, liegen keinerlei Nachweise für die *D. mammilatum*-Zone vor. Auch hier muss unentschieden bleiben, ob eine Schichtlücke vorliegt oder Aufsammlungslücken bestehen. Wenn bei Bielefeld-Gadderbaum *Neohibolites minimus* im obersten Abschnitt der *D. mammilatum*-Zone gefunden wurde, entspricht dies seinem Auftreten in zentralen Teilen des niedersächsischen Beckens.

Der Beginn des Mittel-Albiums wird durch das gehäufte Auftreten von *Actinoceras concentricus* und *Neohibolites ultimus* markant angezeigt. Der leitende Ammonit *Hoplites dentatus* bleibt im Arbeitsgebiet selten. Er fällt zwischen Rheine und Hilter-Hankenberge mit der Basis des Osning-Grünsands zusammen. Bei Bielefeld-Gadderbaum liegt er ca. 5 m unter dem Top des hier knapp 30 m mächtigen Osning-Grünsands, der dort bis an die Basis der zweiten Ammonitenzone des Mittelalbiums, der *Euhoplites tardefurcata*-Zone, reicht. In der Bohrung Heidental 4/79n bei Detmold-Hiddensen stellen KAEVER & BECKER (1985: 291) den Osning-Grünsand mit Vorbehalt in die *E. locricatus*-Zone. Nordwestlich von Bielefeld-Gadderbaum kann nur bei Hilter-Hankenberge die stratigraphische Reichweite des Osning-Grünsands eingegrenzt werden, weil der überlagernde Flammenmergel mit der obersten Ammonitenzone des Mittelalbiums, der *Euhoplites lautus*-Zone einsetzt. Im südöstlichen Arbeitsgebiet, im Raum Altenbeken, geht der Osning-Grünsand nicht über das Unteralbium hinaus. Da der überlagernde Gault-Sandstein mit der obersten Ammonitenzone des Mittelalbiums, der *Euhoplites lautus*-Zone einsetzt, besteht im Raum Altenbeken zwischen liegendem Osning-Grünsand und hangendem Gault-Sandstein eine Schichtlücke, die die *H. dentatus*-Zone des unteren Mittelalbiums umfasst. Das lokale Basiskonglomerat könnte als Indiz für diese Schichtlücke interpretiert werden. Nach SPEETZEN (pers. Mitt.) liegt auch eine Deutung der Konglomerate als fluviatile Einträge vom Festland nahe. Damit ist nicht nur die Untergrenze sondern auch die Obergrenze des Osning-Grünsands diachron (Abb. 16).

Die *Euhoplites lautus*-Zone markiert im südöstlichen Teil des Arbeitsgebiets im Raum Altenbeken – Lichtenau den unteren Gault-Sandstein, im Raum Detmold – Horn den unteren Flammenmergel in seiner feinsandigen Ausbildung. Im Raum Bielefeld wird sie durch den unteren Teil des tonig-mergeligen Abschnitts des Flammenmergels vertreten. In allen drei Ablagerungsräumen ist der Abschnitt der *E. lautus*-Zone durch verstärkte Verkieselungen geprägt. Dies gilt auch für das beckenwärtige Vorkommen von Hilter-Hankenberge.

Die Grenze Mittel-/Oberalbium fällt lithostratigraphisch eng mit dem 1,5 m mächtigen glaukonitischen grünsandigen Horizont ca. 6 m über der Basis des Gault-Sandsteins im Raum Altenbeken zusammen. Dieser korreliert mit dem 11 m mächtigen tonigen, zuunterst auch glaukonitischen Abschnitt in der Bohrung Heidental, der ca. 11 m über der Liegendgrenze des Flammenmergels einsetzt. Die Basis dieses Abschnitts fällt mit der Mittel-/Oberalbium-Grenze zusammen. Dieser Horizont korreliert gut mit dem Vorkommen von *Mortoniceras inflatum*, das bei Bielefeld-Gadderbaum 13 m über der Basis des Flammenmergels einsetzt und über den verkieselten Bänken der *E. lautus*-Zone liegt.

Callihoplites auritus tritt im oberen Gault-Sandstein von Altenbeken auf und datiert damit dessen Obergrenze auf die *M. inflatum*-Zone.

Wie oben diskutiert wurde, kann die Basis der *Stoliczkaia dispar*-Zone derzeit nicht präzise definiert werden, weil entsprechende Ammonitenfunde fehlen. Doch liegt die Grenze etwas über dem Einsetzen von *Aucellina* sp., das in der oberen *C. auritus*-Zone liegt. Damit fällt die Grenze im Raum Bielefeld-Gadderbaum in den obersten Teil des tonig-mergeligen Abschnitts des Flammenmergels und im Raum Detmold etwa an der Basis des kieseligen Abschnitts des Flammenmergels. Im Raum Altenbeken müsste die Grenze in den Grünsand 2 fallen, weil der unterliegende Gault-Sandstein noch in die *M. inflatum*-Zone

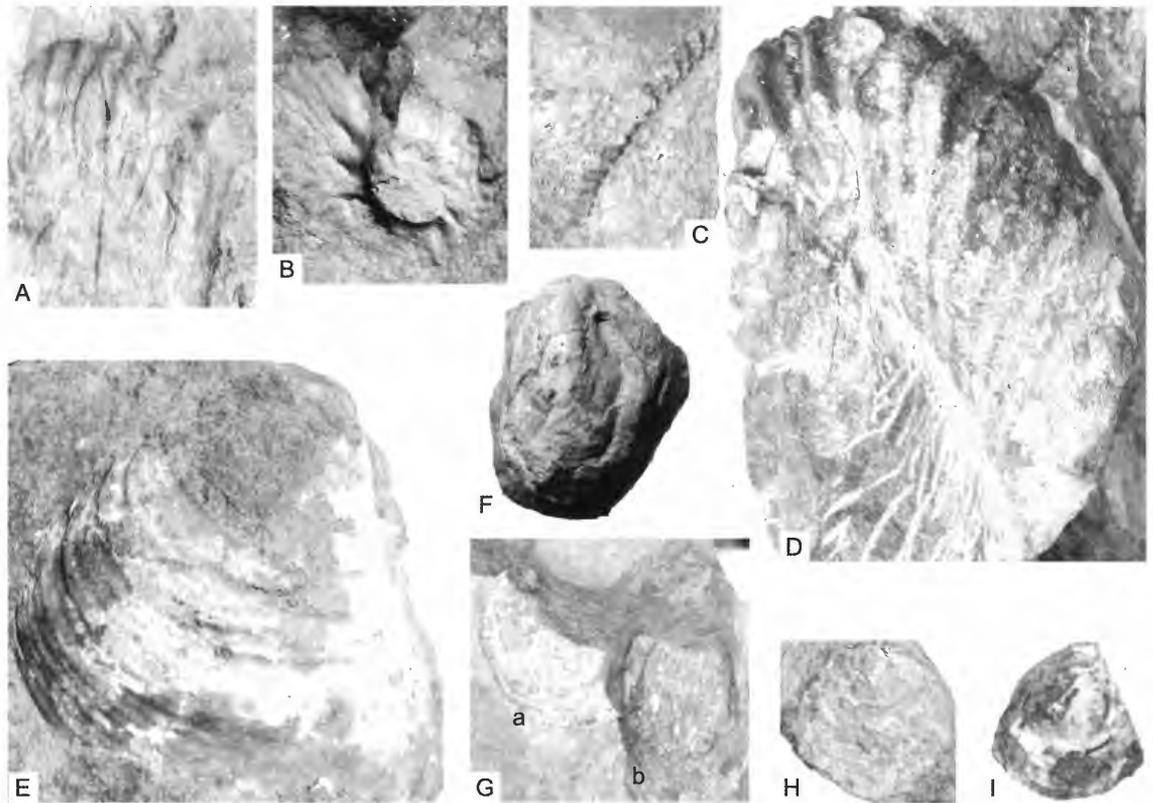


Abb. 18: Fossilien aus dem Albium des Teutoburger Waldes und des Eggegebirges. **A** *Puzosia* (*Puzosia*) *mayoriana* (D'ORBIGNY, 1841), **B** *Callihoplites* sp., **C** *Hamites* sp., **D** *Anisoceras* cf. *armatum* (J. SOWERBY, 1817), **E** *Actinoceras concentricus* (PARKINSON, 1819), **F-I** *Aucellina* sp., **F** linke Schale, **G** a linke, b rechte Schale, **H** rechte Schale, **I** linke Schale, 2 x (**A - D, F - I** Flammenmergel, Oberalbium, *Stoliczkaia dispar*-Zone, *Mortoniceras rostratum*-Subzone, Halle-Ascheloh, Grube der Für'schen Ziegelei, **E** Gaultsandstein, Mittelalbium, *Euhoplites lautus*-Zone, Lichtenau-Herbram, 1650 m ENE Kirche, alle Belegstücke WMfN).

zu stellen ist. Damit gehören der Flammenmergel im Raum Altenbeken und der kieselige Abschnitt des Flammenmergels im Raum Detmold und Bielefeld gänzlich in die *S. dispar*-Zone.

Innerhalb dieser Zone stellt das Flintmaximum einen markanten Leithorizont dar. Leitende Ammoniten der *S. dispar*-Zone konnten nur bei Halle-Ascheloh aufgesammelt werden. Diese gehören zur *Mortoniceras rostratum*-Subzone, als die untere von zwei Subzonen in der *S. dispar*-Zone. Faunistische Nachweise für die obere *M. perinflatum* gibt es im Arbeitsgebiet nicht.

Die hier vorlegte Gliederung von Osning-Grünsand und Flammenmergel deckt sich recht gut mit den Ergebnissen von FRIEG et al. (1989: 28) zur stratigraphischen Gliederung von Albium und Cenomanium im südwestlichen Münsterland.

5.5 Anmerkungen zur lithofaziellen Entwicklung und zu Sedimentations-Zyklen

In Abb. 19 wird die lithofazielle Entwicklung der Unterkreide im Teutoburger Wald in einem Paneelprofil schematisch dargestellt. Deutlich erkennbar ist die Mächtigkeitszunahme von den küstennahen Ablagerungen im Raum Kleinenberg – Lichtenau – Altenbeken zu den beckenwärtigen Vorkommen im Raum Bevergern – Rheine. Dort verzahnt sich der Osning-Sandstein mit der Tonmergelsteinfazies. Der überliegende Osning-Grünsand stellt nach KEMPER & ZIMMERLE (1982: 663) die südliche glaukonitische Randfazies im Mittelalbium des niedersächsischen Becken dar. Seine deutliche Mächtigkeitszunahme von SE

nach NW geht damit einher, dass sich die Aufschlusspunkte in nordwestlicher Richtung immer mehr von der ehemaligen Küstenlinie entfernen. Die Untergrenze deutet darauf hin, dass zumindest bei Bielefeld und Altenbeken der Übergang in pelagische Ablagerungsräume frühzeitiger stattfand als z.B. im Raum Detmold sowie zwischen Bevergern und Bad Iburg. Damit verstecken sich im Osning-Grünsand sicherlich mehrere Sedimentations-Zyklen, die allerdings bei den derzeitigen Aufschlussverhältnissen nicht identifiziert werden können.

SPEETZEN (2005: 92) beschreibt aus dem Osning-Grünsand, Gault-Sandstein und Flammenmergel im Eggegebirge zwei Sequenzen 3. Ordnung. Die untere umfasst den Osning-Grünsand und den Gault-Sandstein, die obere den Grünsand 2 und den Flammenmergel. Er sieht Hinweise auf eine weitere Sequenzgrenze innerhalb des Gault-Sandsteins. Seine Interpretation des Osning-Grünsands und des Gaultsandsteins als geschlossener Sedimentationszyklus muss daraufhin überprüft werden, dass im Raum Altenbeken zwischen Osning-Grünsand und Gault-Sandsteine eine Schichtlücke besteht, die zumindest eine Ammonitenzone umfasst (vgl. MS S. 48).

In diesem Kontext könnte das Basiskonglomerat des Gault-Sandsteins durchaus als Transgressionskonglomerat gedeutet werden. Im Raum Bielefeld-Gadderbaum fällt diese Sequenzgrenze an die Basis des tonig-mergeligen Abschnitts. Die hier vorkommenden Phosphorite zeigen Flachwasserbedingungen an. Biostratigraphisch fällt diese Sequenzgrenze mit der Basis der *E. loricatus*-Zone zusammen. Nach HAQ et al. (1987: 1161) beginnt hier der Zyklus 3. Ordnung 1.4, der in Superzyklus UZA-1 gehört. Paläogeographisch vollzieht sich in diesem Zyklus der Fazieswechsel von den küstennahen kieseligen Feinsandsteinen zu der beckenwärtigen Wechsellagerung von kieseligen Kalkmergelsteinbänken und Tonmergelsteinlagen zwischen Detmold und Bielefeld-Gadderbaum.

Die nächste Sequenzgrenze markieren Glaukonite an der Basis des 1,5 m mächtigen Horizonts ca. 6 m über der Basis des Gault-Sandsteins im Raum Altenbeken bzw. an der Basis des 11 m mächtigen tonigen Abschnitts im unteren Flammenmergel der Bohrung Heidental 4/79n bei Detmold-Hiddensen. Im Raum Bielefeld-Gadderbaum lässt sich diese Sequenzgrenze nicht sicher identifizieren, weil einerseits der betreffende Abschnitt nicht aufgeschlossen ist und andererseits die vorliegenden Profilbeschreibungen von ALTHOFF & SEITZ (1935: 19) nicht genügend Informationen enthalten. Vermutlich liegt sie im unteren tonig-mergeligen Abschnitt im Übergangsbereich von den basalen verkieselten Teilen zu den mergeligen Teilen. Biostratigraphisch fällt diese Sequenzgrenze mit der Basis der *D. cristatum*-Zone und des Oberalbiums zusammen. Hier beginnt nach HAQ et al. (1987: 1161) der Zyklus 1.5. Paläogeographisch lässt der zweite Sedimentations-Zyklus wieder den typischen Fazieswechsel von Feinsanden des Gault-Sandsteins im SE über spiculitische Feinsande des unteren Flammenmergels im Raum Detmold zu Tonmergel- und Mergelsteinen ab dem Raum Bielefeld erkennen, wobei sich im Raum Detmold-Hiddensen bereits über den basalen Glaukoniten Tonmergelsteine einschalten.

Der Grünsand 2 im Raum Altenbeken markiert die nachfolgende Sequenzgrenze. Diese ist in der Bohrung Heidental 4/79n und im Profil von Bielefeld-Gadderbaum aus den oben genannten Gründen nicht zu identifizieren. Sie ist dort im oberen Teil des tonig-mergeligen Abschnitts zu erwarten. Biostratigraphisch liegt sie in der unteren *Stoliczkaia dispar*-Zone. Die hier beginnende Sequenz dritter Ordnung 2.1 gehört zum Superzyklus UZA-2. Sie umfasst den kieseligen Abschnitt des Flammenmergels im Raum Detmold – Bielefeld und den Flammenmergel im Eggegebirge. Während dieses Sedimentations-Zyklus verschob sich der Fazieswechsel deutlich weiter nach Nordwesten, denn die spiculitischen Feinsande sind bis in den Raum Detmold verbreitet, die mergelig-schluffigen und teilweise feinsandigen sowie spiculitischen Sedimente können bis in den Raum Borgholzhausen verfolgt werden. Sie gehen dort in teilweise immer noch leicht spiculitische Mergelsteine über.

6. Schriftenverzeichnis

- ADRIAN, W. & BÜCHNER, M. (1981): Eiszeitliche Geschiebe und andere Gesteine als Rohstoffe für paläolithische Artefakte im östlichen Westfalen Teil 2: Konkretionäre kieselige Gesteine.- Ber. Nat.-wiss. Ver. Bielefeld, **25**: 28 1-3 62, 67 Abb.; Bielefeld.
- ALTHOFF, W. & SEITZ, O. (1934): Die Gliederung des Albiums bei Bielefeld.- Abh. westf. Provinzial-Mus. Naturkd., **5**: 5-26; Münster.
- BECKER, L. & KAEVER, M. (1982): Das Kreidprofil der Bohrung Heidental 4/79n in der Kernzone des Osnings, südwestlich Detmold.- Münster. Forsch. Geol. Paläont., **57**: 1-31, 4 Abb.; Münster.
- CRAMPTON, J.S. (1996): Biometric analysis, systematics and evolution of Albian Actinoceramus (Cretaceous Bivalvia, Inoceramidae). - Mon. Inst. Geol. Nuc. Sci. New Zealand, **15**: i-iv + 1-74, 5 Taf..
- CRAMPTON, J.S. & GALE, A.S. (2005): A plastic boomerang: speciation and intraspecific evolution in the Cretaceous bivalve Actinoceramus.- Paleobiology, **31**: 559-577; London.
- CASEY, R. (1961): The stratigraphical palaeontology of the Lower Greensand.- Palaeontology, **3**: 487-621, Taf. 77-84; London.
- FARRENSCHON, J. (1986) mit Beitr. von DAHM-ARENS, H., MICHEL, G. & VOGLER, H.: Erläuterungen zu Blatt 4019 Detmold.- Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25000, Erl., **4019**: 172 S., 13 Abb., 15 Tab., 3 Taf.; Krefeld (2. Aufl.).
- FARRENSCHON, J. (1990) mit Beitr. von DUBBER, H.-J., HEUSER, H.-& MICHEL, G.: Erläuterungen zu Blatt 4119 Horn-Bad Meinberg.- Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25000, Erl., **4119**: 195 S., 13 Abb., 13 Tab., 1 Taf.; Krefeld (2. Aufl.).
- FARRENSCHON, J. & SKUPIN, K. (1991) mit Beitr. von DAHM-ARENS, H., JÄGER, B.-& MICHEL, G.: Erläuterungen zu Blatt 4419 Kleinenberg.- Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25000, Erl., **4419**: 176 S., 15 Abb., 11 Tab., 1 Taf.; Krefeld (2. Aufl.).
- FRIEDLEIN, V. (2004): Erläuterungen zu Blatt 4319 Lichtenau.- Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25000, Erl., **4319**: 136 S., 19 Abb., 9 Tab., 2 Taf.; Krefeld (3. Aufl.).
- FRIEG, C., KEMPER, E. & OWEN, H. (1989): Die stratigraphische Gliederung des Alb und Cenoman im südwestlichen Münsterland nach Ammoniten, Foraminiferen, Ostracoden und Bohrlochmessungen.- Geol. Jb., **A 113**: 7-49, 8 Abb., 5 Taf.; Hannover.
- GALE, A. S. (1995): Cyclostratigraphy and correlation of the Cenomanian Stage in Western Europe.- Geological Society Special Publications, **85**: 177-197, 14 Abb.; London.
- GRADSTEIN, F.M., OGG, J.G., SMITH, A.G., BLEEKER, W., & LOURENCE, L.J. (2004): A new Geologic Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene.- Episodes, **27**: 83-100, 5 Abb.; Beijing.
- HAACK, W. (1930): Blatt Iburg.- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, Erl. **3814**: 97 S., 5 Abb., 1 Kt.; Berlin.
- HAACK, W. (1935): Blatt Lengerich.- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, Erl. **3813**: 48 S.; Berlin.
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1987): Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic.- Science, **235**: 1156-1167; Washington.
- HENDRICKS, A. & SPEETZEN, E. (1983): Der Osnig-Sandstein im Teutoburger Wald und im Eggegebirge – ein marines Küstensediment aus der Unterkreide-Zeit.- Abh. westf. Mus. f. Naturkde., **45**: 7 Abb., 1 Taf.; Münster.
- KANZLER, O. (1920): Geologie des Teutoburger Waldes und des Osnings.- 192 S.; Bad Rothenfelde.
- KAEVER, M. J. & BECKER, L. B. F. (1985): Die Bohrung Heidetal 4/79n, ein Referenzprofil der Mittleren Kreide in der Kernzone des Osnings bei Detmold, Lippisches Bergland.- Österr. Akad. Wiss. Schriftenr. Erdwissens. Komm., **7**: 287-295; Wien.
- KAPLAN, U. (2007): Geologische Exkursion in die Kreide im Raum Halle/Westfalen.- Der Aufschluss, **58**: 193-216, 43 Abb.; Heidelberg.
- KAPLAN, U., KENNEDY, W.J., LEHMANN, J. & MARCINOWSKI, R. (1998): Stratigraphie und Ammonitenfaunen des westfälischen Cenoman.- Geol. Paläont. Westf., **51**: 236 S., 36 Abb., 2 Tab., 66 Taf.; Münster.
- KEILHACK, K., KRAISS, A. & RENNER, O. (1917): Blatt Lage.- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, Erl. **4018**: 48 S.; Berlin.
- KEMPER, E. (1973): The Aptian and Albian stages in northwest Germany. In: CASEY, R. & RAWSON, P.F. (Hrsg.): The Boreal Lower Cretaceous.- 345- 360, 2 Abb., 2 Tab.; Liverpool.
- KEMPER, E. (1975): Die Cephalopoden aus dem Unter-Alb (Zone der *Leymeriella tardefurcata*) von Altwarmbüchen.- Ber. Naturhist. Ges., **119**: 87-111; Hannover.

- KEMPER, E. & ZIMMERLE, W. (1982): Das Ablagerungsmilieu zur Zeit des späten Apt und frühen Alb im Niedersächsischen Becken.- Geol. Jb., A 65: 655-680, 5 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- MESTWERDT, A. (1926a): Blatt Halle i. W.- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, Erl. **3916**: 41 S.; Berlin.
- MESTWERDT, A. (1926b): Blatt Borgholzhausen.- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, Erl. **3814**: 84 S., 5 Abb.; Berlin.
- MORTER, A. A. & WOOD, C. J. (1983): The biostratigraphy of Upper Albian – Lower Cenomanian *Aucellina* in Europe.- Zitteliana, **10**: 515-529, 3 Abb., 2 Taf.; München.
- NEBE, D. W. (1999): Zyklenuntersuchungen an unterkretazischen Sedimenten in NW-Deutschland - Nachweisbarkeit von Milankovitch-Zyklen.- Dissertation Fakultät für Geowissenschaften der Ruhr-Universität Bochum: 163 S., 58 Abb., 38 Tab.; Bochum.
- OWEN, H. G. (1979): Ammonite zonal stratigraphy in the Albian of North Germany and its setting in the Hoplitinid Faunal Province.- Aspekte der Kreide Europas. IUGS Series A, **6**: 563-588; Stuttgart.
- OWEN, H. G. (1999): Correlation of Albian European and Tethyan ammonite zonation and the boundaries of the Albian Stage and substages: some comments.- Scripta Geol., Spec. Issue, **3**: 129-149, 5 figs.; Leiden.
- POLUTOFF, N. (1933): Über Mittelkreide und Tertiär in der Tiefbohrung Sieletz nebst Beschreibung der mittelkretazischen Fauna.- Abh. preuß. Geol. L.-Anst., NF, **155**: 80 S., 5 Abb.; Berlin.
- SCHLÜTER, C. (1866): Die Schichten des Teutoburger Waldes bei Altenbeken.- Z. dt. geol. Ges., **18**: 76; Berlin.
- SPAETH, C. (2000): Alb.- In: Stratigraphische Kommission Deutschlands (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland III Die Kreide der Bundesrepublik Deutschland.- Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **226**: 21-25, Tab 7.; Frankfurt a.M.SPATH, L.F. (1923 1943): A Monograph of the Ammonoidea of the Gault, 2 Vol. — Palaeontogr. Soc. Mon.: 1-787, 72 Taf., London.
- 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.
- SPEETZEN, E. (2005): Schichtenfolge und Ausbildung der Unterkreide am Südostrand der Westfälischen Kreidemulde (NW-Deutschland).- Münster. Forsch. Geol. Paläont., **100**: 79-95, 7 Abb., 1 Tab.; Münster.
- STILLE, H. (1904): Erläuterungen zu Blatt Altenbeken.- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, Erl. **4219**: 30 S.; Berlin.
- STILLE, H. (1911): Erläuterungen zu Blatt 4119 Horn-Sandebeck.- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, Erl. **4119**: 64 S., 6 Abb.; Berlin.
- STILLE, H. & MESTWERDT, A. (1911): Erläuterungen zu Blatt 4019 Detmold.- Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, Erl. **4019**: 60 S.; Berlin.
- THIERMANN, A. (1970 a): Erläuterungen zu Blatt 3711 Bevergern.- Geologische Karte Nordrhein-Westfalen 1:25000, Erl. **3711**: 120 S., 9 Abb., 6 Tab., 5 Taf.; Krefeld.
- THIERMANN, A. (1970 b): Erläuterungen zu Blatt 3712 Tecklenburg.- Geologische Karte Nordrhein-Westfalen 1:25000, Erl. **3712**: 243 S., 22 Abb., 10 Tab., 7 Taf.; Krefeld.
- THIERMANN, A. (1973): Erläuterungen zu Blatt 3710 Rheine.- Geologische Karte Nordrhein-Westfalen 1:25000, Erl. **3710**: 174 S., 16 Abb., 12 Tab., 5 Taf.; Krefeld.
- WEERTH, O. (1929): Geologie des Landes Lippe.- 156 S.; Detmold.