Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgegend 39 (1998), S. 43-69

Zur Stratigraphie der tiefen Oberkreide im Teutoburger Wald (NW-Deutschland)

Teil 4: Neue stratigraphische Ergebnisse zum Cenoman des Raumes Halle (Westfalen)

Ulrich KAPLAN, Gütersloh

Mit 7 Abbildungen

Inhalt **Seite**

Zusammenfassung/Abstract 44
1. Einleitung 44
2. Lokalitäten 46
3. Lithostratigraphie 49
4. Bio- und Eventstratigraphie 56
   4.1 Unter-Cenoman 56
   4.2 Mittel-Cenoman 59
   4.3 Ober-Cenoman 60
5. Sequenz-, Cyclo- und Isotopenstratigraphie 62
6. Literatur 65

Verfasser:
Ulrich Kaplan, Eichenallee 141, D-33332 Gütersloh

Zusammenfassung

Das ca. 160 m mächtige Cenoman des Raumes Halle (Westfalen) wird lithostratigraphisch in die vier Einheiten Cenoman-Mergel (ca. 62 m), Cenoman-Pläner (ca. 46 m), Cenoman-Kalk (ca. 40 m) und die ins nachfolgende Turon hinaufreichende Schwarzbunte Wechselfolge (ca. 16 m) gegliedert. Bedeutsam sind im Cenoman-Pläner vier Grabganglagen, die lateral in Oligostrome übergehen können, die partiell aufgearbeitetes Alb und Unter-Cenoman führen. Die wechsellagerenden Folgen von Mergel- und Kalksteinbänken werden als MILANKOVITCH-Zyklen gedeutet. Das Cenoman läßt sich derzeit in 8 Ammoniten-Zonen bzw. 12 Ammoniten-Zonen und Subzonen gliedern. Diesen stehen 7 Inoceramen-Zonen gegenüber. Insgesamt 18 Events unterschiedlicher Genese gestatten eine hohe stratigraphische Auflösung. Eustatische Meeresspiegelschwankungen lassen 5 Sequenzen 3. Ordnung erkennen. Bio-, event- cyclo- und sequenzstratigraphische Korrelationsmöglichkeiten werden aufgezeigt. Isotopenstratigraphische Ansätze werden diskutiert.

Abstract

The ca. 160 m thick Cenomanian of the Halle area (Westphalia) is divided into four lithostratigraphic units: Cenomanian Marl (ca. 62 m), Cenomanian Pläner (ca. 46 m), Cenomanian Limestone (ca. 40 m), and the Schwarzbunte Wechselfolge (Black-Variegated Alternation) (ca. 16 m), which extends up into the overlying Turonian. In the Cenomanian Pläner there are four significant burrowed horizons, which can pass laterally into oligostromes containing, in part, reworked Albian and Cenomanian. The alternating successions of marl and limestone beds are interpretated as MILANKOVITCH cycles. The Cenomanian can be subdivided into 12 units comprising 5 undivided ammonite zones and 3 ammonite zones divided into 7 subzones, as against 7 inoceramid zones. 18 events of different origin permit a high stratigraphical resolution. 5 3rd-order sequences resulting from eustatic sea-level movements can be recognised. The application of bio-, event-, cyclo- and sequence-stratigraphy is demonstrated, and the use of isotope stratigraphy is discussed.

1. Einleitung

Die 1985 mit einem Beitrag von KAPLAN & BEST begonnene Reihe zur Stratigraphie der tiefen Oberkreide im Teutoburger Wald wurde bisher mit

zwei Beiträgen zum Turon in lockerer Folge fortgesetzt (KAPLAN 1991; 1992a). Der hier vorgelegte Reviewartikel gründet sowohl in Bezug auf den Text als auch hinsichtlich der Abbildungen auf Teile des stratigraphischen Beitrags des Autors in einer Monographie der Münsterländer Cenoman-Ammoniten (KAPLAN in KAPLAN et al. 1998) und faßt die seit 1985 vielfältigen neuen stratigraphischen Ergebnisse für das Cenoman des Raumes Halle (Westfalen) (Abb. 1) zusammen, die nun ein erheblich differenzierteres und über weite Profilabschnitte hochauflösendes Gliederungsschema bieten. Die Problemstellung des Beitrags von KAPLAN & BEST (1985) war erst einmal die Einführung einer auf Ammoniten und Inoceramen gründenden Biostratigraphie im Kontext mit einer emendierten Inoceramenstratigraphie (KELLER 1982) sowie der von ERNST et al. (1983) eingeführten Eventstratigraphie. Immerhin bildete diese Arbeit das Gerüst für Cenoman-Stratigraphien des Münsterlandes und NW-Deutschlands (KAPLAN et al. 1984; WIEDMANN et al. 1989). In den folgenden Jahren ging es neben einer Weiterentwicklung der vorgenannten Stratigraphien darum, die mit ihnen im Kontext stehenden cyclo-, sequenz- und isotopenstratigraphischen Möglichkeiten zu realisieren.

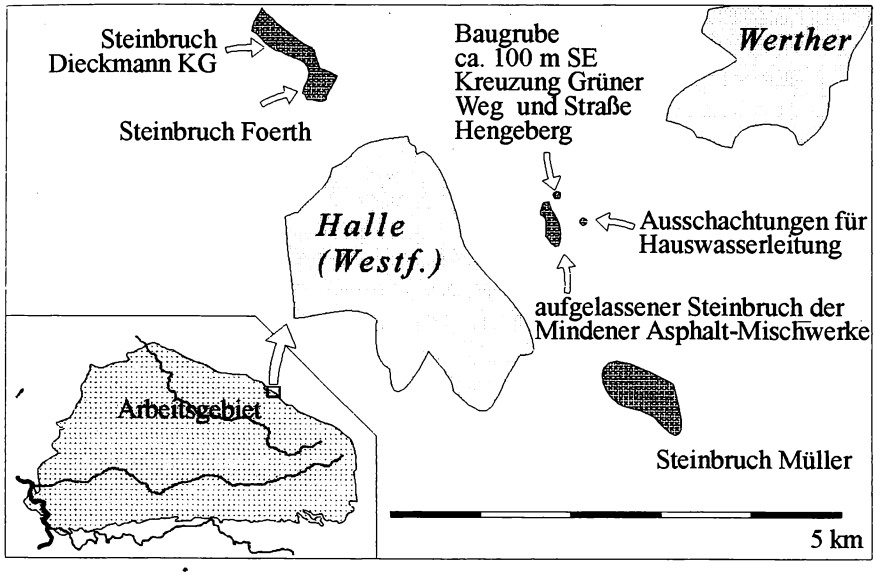


Abb. 1: Lage des Arbeitsgebietes im Münsterländer Becken und der im Text erwähnten Lokalitäten.

Während sich im Rahmen der Inoceramen-Stratigraphie in Hinsicht auf die Zonierung bislang nur geringe, aber bei den Grenzen der Zonen doch deutliche Änderungen abzeichnen (vgl. KAPLAN et al. 1984; WIEDMANN et al. 1989; TRÖGER 1989), erbrachte die systematische Revision der Ammonitenfaunen des Münsterländer Cenoman (KENNEDY in KAPLAN et al. 1998) eine erhebliche Erweiterung der bislang bekannten annähernd 50 Arten auf 75. Aufsammlungen in in den Jahren nach 1985 erweiterten Aufschlüssen ermöglichen besonders im Unter-Cenoman eine präzisere und feinere Gliederung. Die aus dem Raum Bielefeld (APFEL 1993) und Lengerich (KAPLAN 1992b) bekannte Cenoman/Turon-Grenze kann erstmals für den Raum Halle beschrieben werden. Die Diskussion der Stufen und Unterstufen-Grenzen erfolgt vor dem Hintergrund der Beschlüsse der internationalen Subkommission für Kreide-Stratigraphie auf ihrer Sitzung in Brüssel im September 1995 (GALE et al. 1996; TRÖGER & KENNEDY 1996), deren Vorschläge auch für das Arbeitsgebiet durchaus zu Grenzverschiebungen führen (KAPLAN in KAPLAN et al. 1998).
Gegenüber diesen traditionellen Ansätzen gewinnt die Korrelation von im Dezimeterbereich dicken Mergel- und Kalksteinbankpaaren, sogenannten Couplets (GALE 1995), an Bedeutung, weil sie nicht nur eine größtmögliche stratigraphische Auflösung erlaubt, sondern auch weite Profilabschnitte europaweit bankgenau korrelieren läßt (GALE 1995). Sequenzstratigraphische Ansätze nutzen die in den Gesteinsfolgen sedimentologisch und auch faunistisch dokumentierten globalen Schwankungen des Meeresspiegels. Die bislang nur in unmittelbaren Nachbargebieten durchgeführten isotopenstratigraphischen Arbeiten lassen charakteristische und überregional übereinstimmende δC^{13} - Kurvenverläufe erkennen (JENKYNS et al. 1994; VOIGT & HILBRECHT 1997).
Wesentlich ist, daß keine der hier dargestellten Methoden zur Untergliederung der aufgeschlossenen Gesteinsfolgen für sich allein in der wissenschaftlichen Praxis Anwendung findet. Alle Arbeiten setzen bislang immer noch einen soliden biostratigraphischen Rahmen voraus. Die Korrelation von Folgen von Bankpaaren und/oder δC^{13} -Kurven gelingt fast nur, wenn diese eventstratigraphisch eingegrenzt werden.
Die in den Profildarstellungen gebrauchten lithologischen Symbole werden in Abb. 2 dargestellt.

2. Lokalitäten

Von den nachfolgend aufgelisteten Lokalitäten sind drei noch betriebene Steinbrüche und eine ein aufgelassener Steinbruch. Alle erschließen meh-

rere Zehnermeter mächtige Profilstöße. Da sich ihr Abbau weitgehend auf karbonatreiche Schichtenfolgen beschränkt, mußte für die sonst nicht zugänglichen mergeligen Ablagerungen auf Bauaufschlüsse zurückgegriffen werden. In dieser Arbeit werden mehrere im Arbeitsgebiet liegende kleinere aufgelassene Steinbruchbetriebe nicht berücksichtigt, weil in ihnen entweder nur kurze Profilabschnitte aufgeschlossen sind, oder erhebliche tektonische Störungen eine befriedigende stratigraphische Aufnahme nicht zulassen. Die zu den einzelnen Aufschlüssen aufgelisteten Schriften erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie beziehen sich vorrangig auf stratigraphische und paläontologische Fragestellungen. In ihnen finden sich auch Abbildungen mit Fossilreichweiten, auf deren wiederholte Darstellung hier aus Platzgründen verzichtet wird.

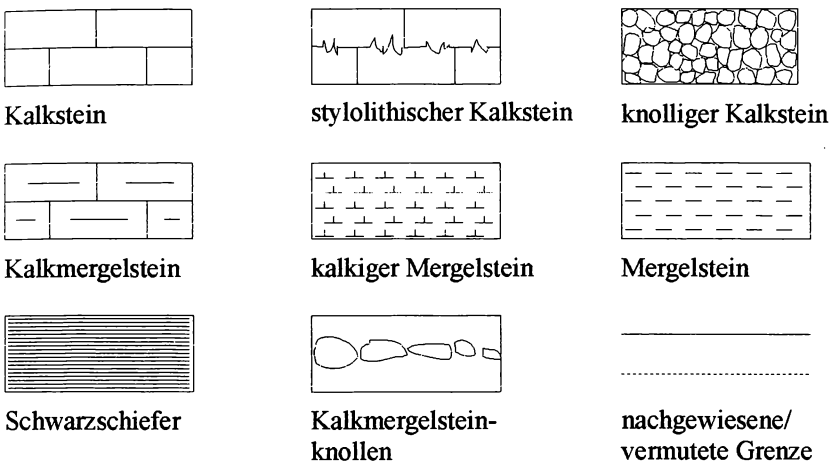


Abb. 2: Lithologische Symbole.

Lokalitäten:

Halle-Ascheloh, Ausschachtungen für Hauswasserleitung NW Bauernhof Goedecke, SE-Rand der ehemaligen Grube der Für'schen Ziegelei,
Lage: TK 25 Blatt 3916 Halle, R = 3458070, H = 5769860,
Stratigraphie: tiefes Unter-Cenoman, tiefe Cenoman-Mergel,
Schriften: KAPLAN in KAPLAN et al. (1998).

Halle-Ascheloh, Baugrube ca. 100 m SSE der Kreuzung Grüner Weg (= K 58) und Straße Hengeberg (= K 29) (Abb. 3),

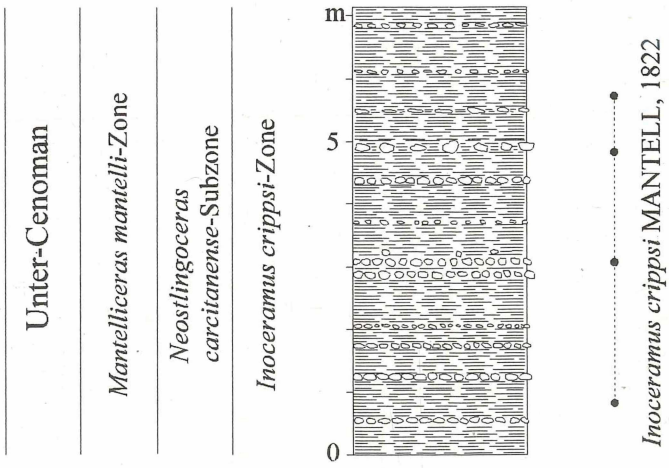


Abb. 3: Halle-Ascheloh, Baugrube ca. 100 m SSE der Kreuzung Grüner Weg (= K 58) und Straße Hengeberg (= K 29). Profilabschnitt im unteren Cenoman-Mergel.

Lage: TK 25 Blatt 3916 Halle (Westfalen), R = 3457940, H = 5770148,
Stratigraphie: Unter-Cenoman, tiefe *Mantelliceras mantelli*-Zone, *Neostlingoceras carcitanense*-Subzone,
Schriften: KAPLAN in KAPLAN et al. (1998).

Halle-Ascheloh, aufgelassener Steinbruch der Mindener Asphalt-Mischwerke Zweigniederlassung Weser-Mischwerke, Dr. Joachim SCHMIDt GmbH & Co KG (Abb. 4),
Lage: TK 25 Blatt 3916 Halle (Westfalen), R = 3457850, H = 57 69 800,
Stratigraphie: Unter-Cenoman, *Mantelliceras mantelli*-Zone bis Mittel-Cenoman, *Acanthoceras rhotomagense*-Zone,
Schriften: KAPLAN & BEST (1985), KAPLAN et al. (1985), MÜLLER & DIEDRICH (1991).

Halle-Künsebeck, Steinbruch der Heinrich Müller Kalk- und Mergelwerke GmbH (Abb. 5),
Lage: TK 25 Blatt 3916 Halle (Westfalen) R = 34 59 000 H = 57 67 750,
Stratigraphie: Unter-Cenoman, *Mantelliceras mantelli*-Zone bis Ober-Cenoman, *Calycoceras guerangeri*-Zone,
Schriften: KAPLAN & BEST (1985); KAPLAN et al. (1984), KAPLAN in KAPLAN et al. (1998), KELLER (1982).

Halle, Hesseltal, Steinbruch der Dieckmann KG und südöstlich angrenzender Steinbruch der Ferdinand Foerth GmbH & Co. (Abb. 6),

Lage: TK 25 Blatt 3916 Halle (Westfalen) R = 34 55 150 H = 5771520,
Stratigraphie: Unter-Cenoman, *Mantelliceras dixoni*-Zone bis Mittel-Coniac,
Schriften: KAPLAN (1991), KAPLAN & BEST (1985), KAPLAN & SCHMID (1983), KAPLAN et al. (1986), KAPLAN in KAPLAN et al. (1998), MEYER (1990).

3. Lithostratigraphie

Die fazielle Entwicklung des Cenoman im Arbeitsgebiet wurde erstmals von dem Bad Rothenfelder Medizinalrat KANZLER (1920) und dann von MESTWERDT (1926) im Rahmen der geologischen Landesaufnahme beschrieben. Ihre Beiträge besaßen wie der von ALTHOFF (1928) eher kursorischen Charakter und griffen auf die bereits von ROEMER (1855) in BRONN & ROEMER (1851-1856) und SCHLÜTER (1866; 1871-1876) eingeführten und heute noch bestehenden Einheiten Cenoman-Mergel, Cenoman-Pläner und Cenoman-Kalk zurück. Die heute im Arbeitsgebiet oberste lithologische Einheit des Cenoman, die schwarzbunte Wechselfolge, wurde von den vorgenannten Autoren noch zum nachfolgenden Turon geschlagen. Jedem dieser lithostratigraphischen Abschnitte kommt Formationsrang zu.

(1) Die Cenoman-Mergel liegen auf dem Flammenmergel des Ober-Alb. Ihre Basis bildet ein bestenfalls mehrere Dezimeter dicker glaukonitischer und sandig-schluffiger Mergelstein, das *Neohibolites ultimus/Aucellina* sp.-Event. Im Arbeitsgebiet wurde es meines Wissens in den letzten Jahren nicht aufgeschlossen, ließ sich aber bisher im Teutoburger Wald bei Bielefeld-Lämmershagen (Einschnitt der Autobahn A 2), Dissen-Hankenberge (Einschnitt der Autobahn A 33) und Lengerich (nördlicher Eisenbahneinschnitt) (HAACK 1935) nachweisen. Zwei kleine Baugruben bei Halle-Ascheloh schlossen den unteren und mittleren Cenoman-Mergel punktuell auf. Ausschachtungen für eine Hauswasserleitung NW Bauernhof Goedecke am SE-Rand der ehemaligen Grube der Für'schen Ziegelei zeigten, daß er in seinem basalen Abschnitt aus dunklen Tonmergelsteinen besteht, in denen keine Konkretionen vorkommen. In seinem mittleren Abschnitt, der in einer Baugrube ca. 100 m SSE der Kreuzung Grüner Weg (= K 58) und Straße Hengeberg (= K 29) bei Halle-Ascheloh aufgeschlossen war, finden sich Lagen kleiner Konkretionen (Abb. 3). In dem im benachbarten aufgelassenen Steinbruch der Mindener Asphalt-Mischwerke aufgeschlossenen oberen Cenoman-Mergel werden die Konkretionen zum Hangenden

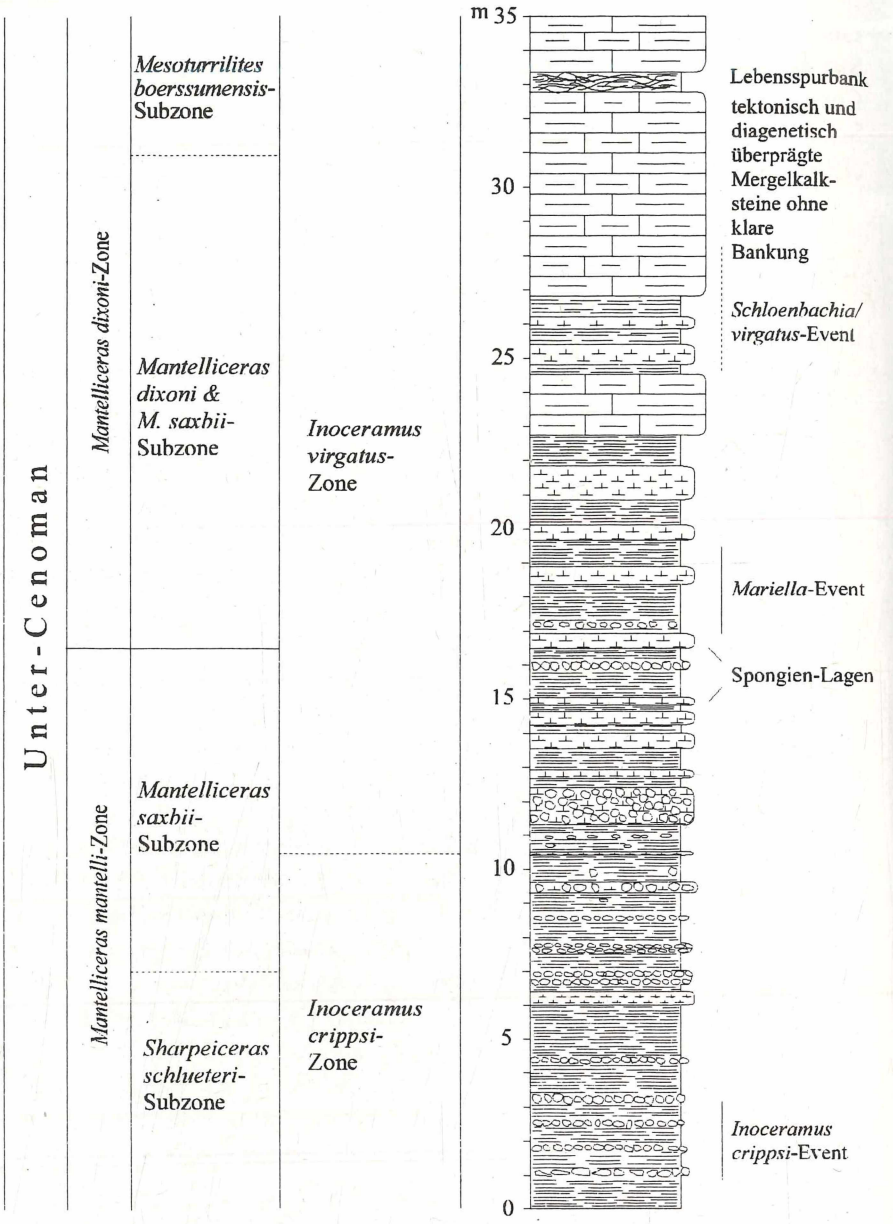


Abb. 4: Halle-Ascheloh, aufgelassener Steinbruch der Mindener Asphalt-Mischwerke Dr. Joachim Schmidt GmbH & Co KG, Teilprofil des Unter-Cenoman, obere *Mantelliceras mantelli*-Zone und basale *Mantelliceras dixoni*-Zone.

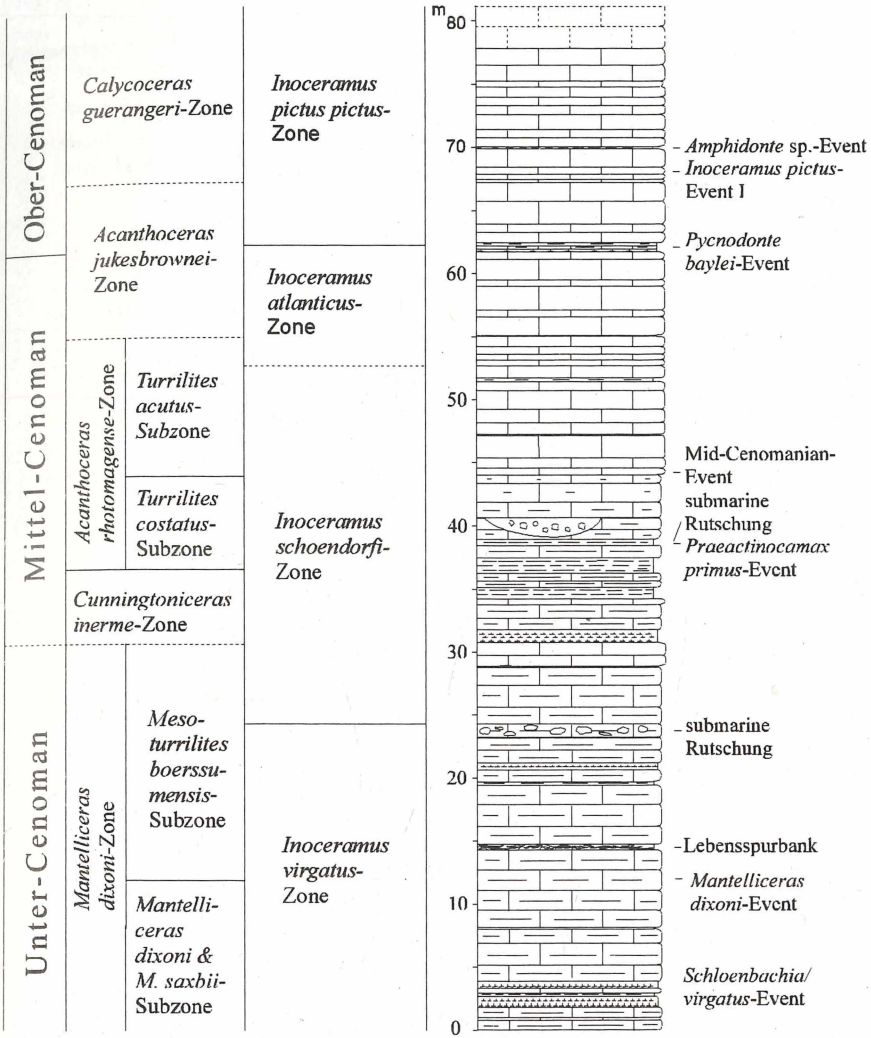


Abb. 5: Halle-Künsebeck, Steinbruch der Heinrich Müller Kalk- und Mergelwerke GmbH.

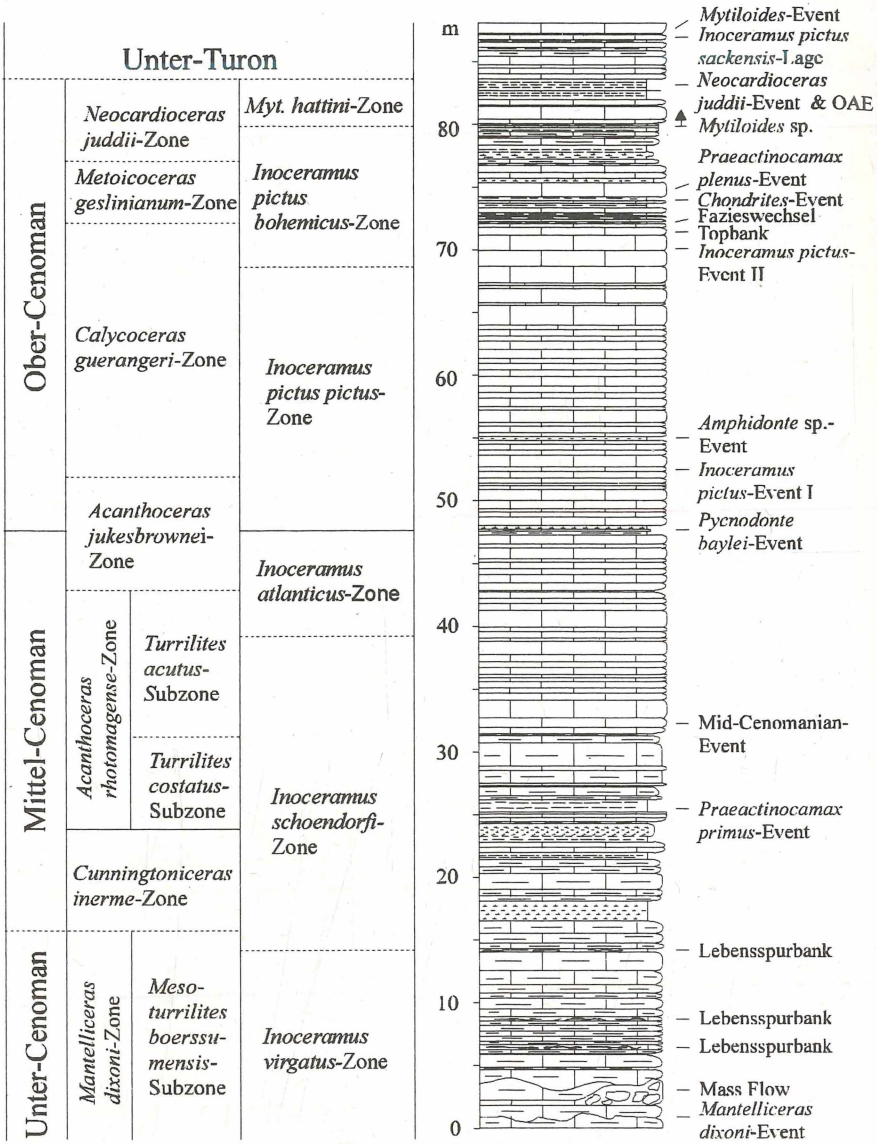


Abb. 6: Halle-Hesseltal, Steinbruch der Dieckmann KG, nach eigenen Profilaufnahmen und KAPLAN & SCHMID (1983) sowie MEYER (1990), OAE = Ocean Anoxic-Event.

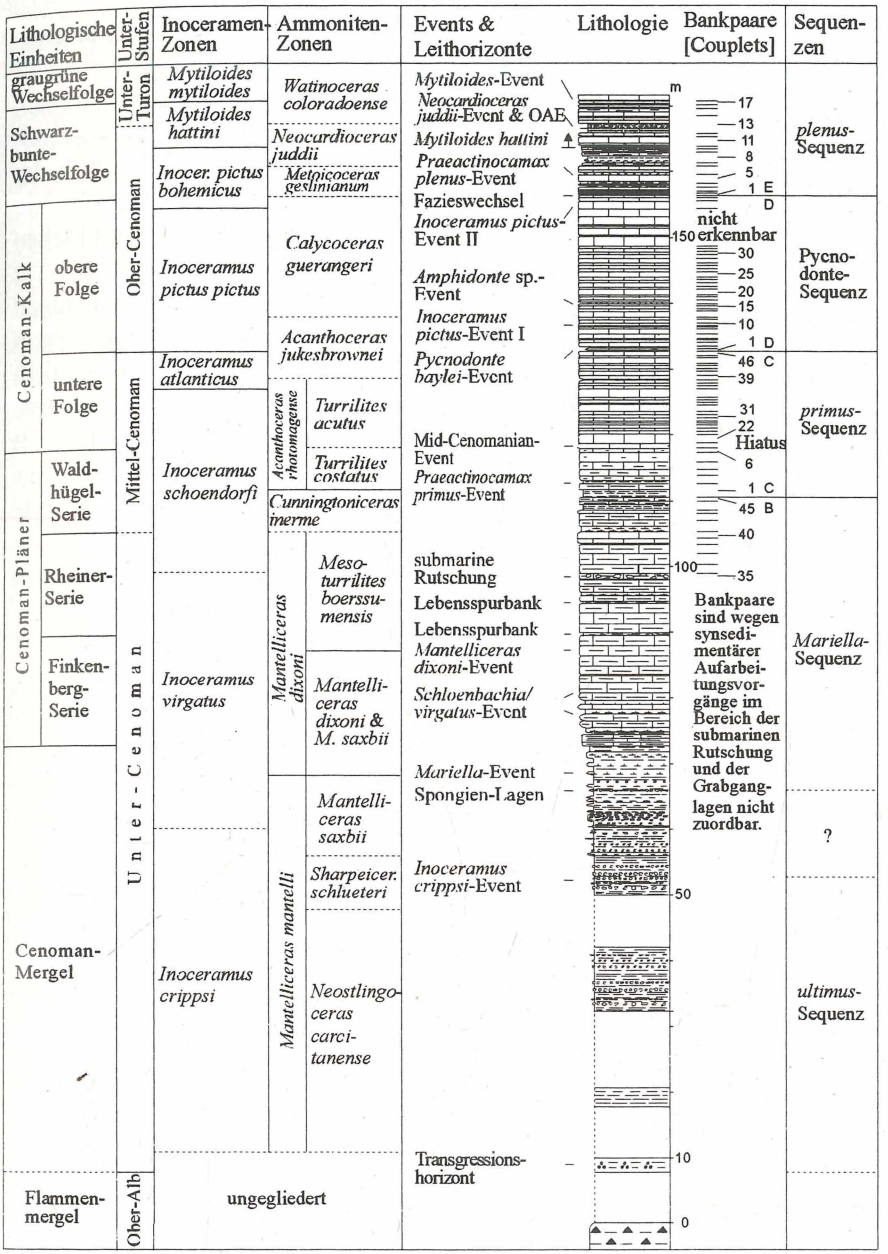


Abb. 7: Generalisiertes Profil des Cenoman im mittleren Teutoburger Wald.

hin größer und verdichten sich zu Mergelkalk- und Kalkmergelsteinbänken (Abb. 4).
Für die Abgrenzung des Cenoman-Mergels zum überliegenden Cenoman-Pläner im Raum Halle schlug KAPLAN in KAPLAN et al. (1998) als Grenze die Basis der ersten kompakten Kalkmergelstein-Bank im Steinbruch der Mindener Asphaltmischwerke bei Halle-Ascheloh vor (Profilmeter 26,8 in Abb. 4) vor. Denn mit ihnen beginnend dominieren die karbonatischen Ablagerungen über dem terrigenen Eintrag.
(2) Der Cenoman-Pläner besteht aus einer Wechselfolge von wenigen Dezimeter bis mehr als einen Meter dicken Kalkmergelsteinbänken und Mergelkalksteinbänken, die mit Tonmergelstein- und Mergelsteinbänken alternieren. Im Raum Halle (Westfalen) (Abb. 7) und im 35 km nordwestlichen liegenden Lengerich (EISENLOHR 1980; KAPLAN 1992b) können im Cenoman-Pläner drei lithologische Einheiten etabliert werden, die auch mit veränderter Terminologie von MEYER (1990) für das Cenoman-Vorkommen von Hannover-Wunstorf beschrieben wurden.
Als älteste Einheit nennt EISENLOHR (1980) die "Finkenberg-Serie", die weitgehend dem "Mergel-Kalkstein-Komplex" von MEYER (1990) entspricht. Sie besteht aus blaugrauen, unregelmäßig geschichteten, stark bioturbaten und knauerigen Kalkmergelsteinbänken, in die sich wiederholt dickere Mergelkalkbänke einschalten.
Die überliegende "Rheiner-Serie" kennzeichnen nach EISENLOHR (1980) gelblich-graue, scherbig brechende knauerige Kalkmergelsteine, die durch Zwischenlagen von blättrigen Mergeln getrennt werden. Gegenüber der liegenden Finkenberg-Serie ist die Wechsellagerung von hellen Kalkmergelsteinen und dunkleren Mergel- bzw. Mergelkalksteinen ausgeprägter. Sie können als MILANKOVITCH-Zyklen interpretiert werden. Charakteristisch für diesen lithostratigraphischen Abschnitt sind kleinräumige submarine Rutschungen, die lateral in Grabganglagen übergehen. Nach KAPLAN in KAPLAN et al. (1998) treten sie zwischen Altenbeken-Schwaney im Südosten und Rheine-Waldhügel im Nordwesten im Teutoburger Wald in bis zu vier Lagen vermutlich horizont-beständig auf. MEYER (1990) schlug für diese Einheit den Begriff "Rinnenkomplex" vor.
In der untersten Rutschung im aufgelassen Steinbruch der Mindener Asphalt-Mischwerke in Ascheloh fanden sich in dem partiell wenig verfestigten, leicht glaukonitischen und aus Schalendetritus bestehenden Kalkstein (vgl. MÜLLER & DIETRICH 1991) neben aufgearbeiteten Fossilien der *M. dixoni*-Zone auch Nannoplankton des Alb (CEPEK, unveröffentl. Bericht des Nieders. Landesamts für Bodenforschung 1982). Die in der Rutschmasse vorkommenden *Neohibolites ultimus* können im tethyalen Raum

wohl bis in das Mittel-Cenoman vorkommen (CHRISTENSEN 1990). Doch in NW-Deutschland treten sie gewöhnlich nur an der Alb/Cenoman-Grenze gehäuft auf. Damit liegt nahe, daß Alb bis Unter-Cenoman im Zuge der Rutschungen aufgearbeitet wurden. Die glaukonitischen Sedimentanteile deuten auf einen Transport aus einem Flachwassergebiet hin. Eine Herkunft aus dem Gebiet der nordöstlich liegenden nordwestfälisch-lippischen-Schwelle (HAACK 1924) liegt nahe.

In den obersten Schichten des Rinnenkomplexes schaltet sich eine dickbankige Mergelkalksteinlage ein, die sich zumindest im Nordosten des Arbeitsgebietes von Altenbeken-Schwaney bis Rheine korrelieren läßt.

Der oberste Abschnitt des Cenoman-Pläners besteht aus einer Folge von dickbankigen grauen Mergelkalken und Kalkmergeln, die nach oben in flaserige mittelgraue Kalkmergelsteine übergehen. Von EISENLOHR (1980) wurde er als "Waldhügel-Serie" und von MEYER (1990) als "bioklastischer Mergelsteinkomplex" bezeichnet. Sowohl in Halle-Künsebeck (Abb. 6) als auch in Lengerich (KAPLAN 1992b) können sich im Top dieser Einheit submarine Rutschungen einschalten. Die Mächtigkeit des Cenoman-Pläners beträgt bei Halle ca. 45 m.

(3) Die Abgrenzung zwischen Cenoman-Pläner und Cenoman-Kalk diskutiert KAPLAN in KAPLAN et al. (1998) und legt die Grenze an den Top des bioklastischen Mergelstein-Komplexes bzw. der Waldhügel-Serie. Der Cenoman-Kalk besteht aus einer Wechselfolge von harten, weißen und fossilarmen Kalksteinbänken mit dünnen Mergelkalksteinlagen und -bestegen. Markante lithostratigraphische Leithorizonte sind die grauen Mergelkalksteinlagen des *Pycnodonte baylei*-Events in der Mitte des Cenoman-Kalks, eine Gruppe von 6-7 dickbankigen hervortretenden Kalksteinbänken in ihrem oberen Drittel, stylolithische Kalke in ihrem obersten Abschnitt sowie eine leicht okerfarbene Kalkbank an ihrem Top, die Top-Bank sensu KAPLAN (1995). KAPLAN & et al. (1985) teilten mit der markanten Mergelkalksteinbank des *P. baylei*-Events als Grenze die Cenoman-Kalke in eine obere und untere Folge. Im Raum Halle beträgt die Mächtigkeit des Cenoman-Kalks ca. 40 m.

(4) Die schwarzbunte Wechselfolge folgt im Arbeitsgebiet wie im sonstigen Teutoburger Wald zwischen Horn und Ibbenbüren-Brochterbeck mit einem scharfen Fazieswechsel auf den Cenoman-Kalk. Sie besteht aus einer sich rasch ablösenden Folge von roten, braunen und schwarzen Mergelkalk-, Mergel- und Tonmergelsteinbänken und olivfarbenen Kalkbänken. Lithologisch läßt sich die Folge zweiteilen. Die unteren drei Meter bestehen aus wechsellagernden roten und braunen Mergelsteinen bzw. Kalkmergelsteinen und harten Kalksteinbänken, in die sich nur zwei

Schwarzschieferlagen einschalten. Die nachfolgenden 13 m bestehen aus fast schwarzen bis hellgrauen, oft laminiert erscheinenden Mergelkalksteinen, den sogenannten Schwarzschiefern, und mit ihnen wechsellagernden olivfarbenen bis hellen Kalkmergelstein- und Kalksteinbänken. Die markantesten Horizonte der schwarzbunten Wechselfolge sind die flaserig-knollige Kalkbank des *P. plenus*-Events, die sie unmittelbar überlagernde rote Mergelkalkbank, die "rote Grenzbank" sensu KAPLAN & SCHMID (1983) und die dickbankigen Schwarzschieferbänke des *N. juddii*-Events, in dessen Abschnitt das im Cenoman/Turon-Grenzbereich global verbreitete Ocean Anoxic Event (OAE) seine größte Ausdehnung hatte.

4. Bio- und Eventstratigraphie

Das Cenoman als älteste Stufe der Oberkreide wurde von D'ORBIGNY (1848) eingeführt. Das Typusgebiet umfaßt die Umgebung von Le Mans, Sarthe, Frankreich.

4.1 Unter-Cenoman

(1) Alb-Cenoman-Grenze: Die internationale Subkommission für Kreide-Stratigraphie einigte sich auf ihrer Sitzung in Brüssel im September 1995 darauf, die Basis des Cenoman mit dem Einsetzen der planktonischen Foraminifere *Rotalipora globotruncanoides* zu definieren. Als globales Standardprofil für die Grenze wurde das Alb-Cenoman-Profil am Mont Risou nahe Rosans, Südfrankreich festgelegt (GALE, et al. 1996; TRÖGER & Kennedy 1996).
Die Grenzziehung mit Foraminiferen bereitet in NW-Deutschland derzeit Schwierigkeiten. So ist das tiefe Unter-Cenoman sowohl in zentralen Beckenteilen des niedersächsischen Beckens (FRIEG & KEMPER 1989) als auch am Südostrand des Münsterländer Kreidebeckens mikrofaunistisch durch sandschalige Foraminiferen geprägt. Planktonische Formen sind selten oder fehlen ganz (vgl. SPEETZEN, EL-ARNAUTI & KAEVER 1974; KOCH 1977; FRIEG & KEMPER 1989), auch sind deren Vorkommen nicht an Makrofaunen geeicht. Eine mikropaläontologische Korrelation zwischen dem Mont Risou in Südfrankreich und NW-Deutschland scheint nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich.
In der nordwestdeutschen Plänerkalksteinfazies wird die Alb/Cenoman-Grenze traditionsgemäß in den glaukonitischen Transgressionshorizont des *N. ultimus/Aucellina* sp.-Events gelegt (ERNST, SCHMID & SEIBERTZ 1983). Im Arbeitsgebiet war er bislang nicht aufgeschlossen. Im Münster-

länder Kreidebecken läßt sich aber dieser Horizont mit seinen Index-Arten *Neohibolites ultimus* und *Aucellina gryphaeoides* vom Raum Büren (HISS 1989) über die Egge (SKUPIN 1989; FARRENSCHON & SKUPIN 1991) bis nach Lengerich (HAACK 1935) im Norden verfolgen. Die im südöstlichen Westfalen bei Marschallshagen (FARRENSCHON & SKUPIN 1991) bekannten Vorkommen von *Inoceramus anglicus* im basalen Cenoman-Mergel und der im gleichen Fundgebiet und Niveau erstmals auftretende *Inoceramus crippsi* konnten wegen fehlender Aufschlüsse nicht erfaßt werden.

(2) *Mantelliceras mantelli*-Zone: Nach den Beobachtungen im Standardprofil vom Mont Risou in Südfrankreich liegt die Basis der *M. mantelli*-Zone und damit auch die der *Neostlingoceras carcitanense*-Subzone einige Meter über der Alb-Cenoman-Grenze definiert mit dem Einsetzen von *R. globotruncanoides*. Zur Basis der *M. mantelli*-Zone können im Arbeitsgebiet wie in der übrigen Plänerkalksteinfazies derzeit keine Angaben gemacht werden. Auch ist der untere Teil des Cenoman-Mergel sehr fossilarm. In einem im tiefen Cenoman-Mergel angelegten Aushub für eine Hauswasserleitung in Ascheloh konnte keine Makrofauna beobachtet werden. In der benachbarten Baugrube, die einen etwas höheren stratigraphischen Abschnitt erschloß (Abb. 3) kam wohl *I. crippsi* vor, Ammoniten fehlen. In einem der wenigen Aufschlüsse im mittleren Cenoman-Mergel bei Horn-Bad Meinberg konnten nur *Schloenbachia varians*; *Sciponoceras baculoides* und *I. crippsi* sowie rhynchonellide Brachiopoden erfaßt werden (KAPLAN in KAPLAN et al. 1998). Diese Beobachtungen decken sich mit denen älterer Autoren, die den Cenoman-Mergel des Teutoburger Waldes als sehr fossilarm beschreiben (KANZLER 1920; HAACK 1935).

Die erste diverse Ammonitenfauna tritt im *Inoceramus crippsi*-Event auf. Es wird durch ein gehäuftes Vorkommen der Index-Art gekennzeichnet. Es ist derzeit nur im aufgelassenen Steinbruch der Mindener Asphalt-Mischwerke bei Ascheloh aufgeschlossen (Abb. 5) und liegt dort in einem ca. zwei Meter mächtigen Abschnitt im basalen Teil der aufgeschlossenen Schichtenfolge. Seine Ammonitenfauna besteht aus *S. varians*, *M. mantelli*, *Mantelliceras* sp., *Hypoturrilites gravesianus* und *H. tuberculatus*. Diese Fauna ist durchaus typisch für die *M. mantelli*-Zone. Allerdings konnten bisher noch keine hier zu erwartende Sharpeiceraten nachgewiesen werden.

In Südengland beschränken sich die Vorkommen von *Sharpeiceras laticlavium* und *S. schlueteri* auf den weiteren Bereich des *I. crippsi*-Events (GALE 1995; pers. Mitt. C.J. WOOD), dieser umfaßt folglich die *S. schlueteri*-Subzone. Damit ist es möglich, im Cenoman-Mergel des Teutoburger

Waldes ein Schichtpaket als *N. carcitanense*-Subzone einzugrenzen, dessen Untergrenze einige Meter über dem *N. ultimus/Aucellina* sp.-Event als Cenoman-Basis und dessen Obergrenze einige Meter unter dem *I. crippsi*-Event liegt.
In Ascheloh treten bis zum ca. 15 m höher liegenden *Mariella*-Event Ammoniten der Fauna des *I. crippsi*-Events immer wieder auf, ohne sich eindeutig in einem Fundhorizont anzureichern. Ihr Vorkommen entspricht der *Mantelliceras saxbii*-Subzone.
In der *M. saxbii*-Subzone tritt erstmals *I. virgatus* auf und markiert damit die Grenze zwischen der nach ihm benannten Zone und der unterliegenden *I. crippsi*-Zone.
(3) *Mantelliceras dixoni*-Zone: Mit dem ersten Vorkommen von *M.* cf. *dixoni* im *Mariella*-Event wird die Basis der Zone gezogen. Die Ammonitenfauna ist deutlich diverser als im unterliegenden *I. crippsi*-Event. Bedeutsame Ammonitenarten im Teutoburger Wald sind *S. varians*, *M. mantelli*, *M. saxbii*, *Mariella* (*Mariella*) *essenensis*, *M.* (*M.*) *lewesiensis*, *M.* (*M.*) *cenomanensis* sowie *Hypoturrilites mantelli*. Überregional treten unter dem Event und auch an seiner Basis Spongien auf (Abb. 4) (ERNST & REHFELD 1996). Da *M. saxbii* auch über dem *Mariella*-Event verbreitet auftritt, wird an seine Unterkante die Basis der *M. dixoni & M. saxbii*-Subzone gelegt. Sie umfaßt den unteren Abschnitt der *M. dixoni*-Zone.
Ab dem *Mariella*-Event nimmt die Diversität der Ammonitenfauna weiter zu und verdichtet sich mit *I. virgatus* zum *Schloenbachia/virgatus*-Event, das im Arbeitsgebiet im Übergangsbereich von Cenoman-Mergel zum Cenoman-Pläner liegt. Im Gegensatz zu anderen Events ist das *Schloenbachia/virgatus*-Event sowohl an seiner Liegend- als auch an seiner Hangendgrenze nicht scharf begrenzt.
Gegenüber den sehr häufigen *S. varians* und *I. virgatus* treten die anderen im *Schloenbachia/virgatus*-Event vorkommenden Ammoniten zurück. Nennenswert sind *M. mantelli*, *M. saxbii* und *Hypoturrilites gravesianus*.
Während *M. dixoni* im unteren Teil seiner Zone in Westfalen selten ist, kommt er in Halle-Künsebeck (Abb. 5) ca. 3 m über dem *Schloenbachia/virgatus*-Event häufiger vor (vgl. KELLER 1982). Gegenüber dem unteren Teil der *M. dixoni & M. saxbii*-Subzone ist die Ammonitenführung nicht mehr so divers. Nur im *M. dixoni*-Event tritt eine häufige und artenreiche Fauna auf, für das neben der Index-Art zum Teil großwüchsige *Acompsoceras renevieri* und *A. inconstans* charakteristisch sind.
Der stets präsente aber nicht häufige *Mesoturrilites boerssumensis* erscheint zuerst im *M. dixoni*-Event und kommt in den überliegenden Schichten vor. Er ist die Indexart der *M. boerssumensis*-Subzone, die den

Abschnitt vom *M. dixoni*-Event bis zur Basis der *Cunningtoniceras inerme*-Zone umfaßt. In ihr sind Ammoniten generell selten, am häufigsten ist noch *S. varians*, aber alle anderen Arten des *M. dixoni*-Events kommen mit der Ausnahme von *Hypoturrilites* vor.
Den oberen Abschnitt der *M. boerssumensis*-Subzone sieht GALE (1995) in Südengland durch verschiedene *Mantelliceras*-Spezies, seltenere *Acompsoceras* sowie *Hyphoplites* charakterisiert. Diese Fauna konnten wir bisher noch nicht identifizieren.

4.2 Mittel-Cenoman

Die Internationale Subkommission für Kreide-Stratigraphie einigte sich auf ihrer Sitzung in Brüssel im September 1995 darauf, die Basis des Mittel-Cenoman mit dem Einsetzen von *Cunningtoniceras inerme* zusammen mit dem von *Inoceramus schoendorfi* und *Rotalipora reicheli* festzulegen (TRÖGER & KENNEDY 1996).
Gesichert ist das Vorkommen von *C. inerme* und *I. schoendorfi* an der Basis des *Praeactinocamax primus*-Events im basalen Bereich des bioklastischen Mergelstein-Komplexes bzw. der Waldhügel-Serie im oberen Abschnitt der Cenoman-Pläner. Doch in Halle-Künsebeck (Abb. 5) setzt *I. schoendorfi* 5 m unter der Basis des *P. primus*-Events ein (KELLER 1982) und markiert damit die Untergrenze der gleichnamigen Zone. Nach Lesefunden bei Rheine-Waldhügel ist es möglich, daß *C. inerme* bereits ab der obersten Mergellage im Rinnenkomplex bzw. in der Rheiner-Serie vorkommt. Deshalb schlug KAPLAN in KAPLAN et al. (1998) die Basis dieser Lage als provisorische Unter-/Mittel-Cenoman-Grenze vor.
(4) *Cunningtoniceras inerme*-Zone: Die relativ geringmächtige *C. inerme*-Zone reicht bis in den weiteren Bereich des *P. primus*-Events. *C. inerme* kommt im basalen Bereich seiner Zone nur sehr vereinzelt vor. Dagegen ist er im unteren Abschnitt des *P. primus*-Events, wenn nicht gerade häufig, so doch durchaus verbreitet. Im unteren Teil des *P. primus*-Events kommen neben einer diversen Ammonitenfauna u.a. noch verschiedene Mollusken-, Gastropoden-, Brachiopoden- und Echiniden-Arten vor.
(5) *Acanthoceras rhotomagense*-Zone: Diese Fauna setzt sich im oberen Abschnitt des *P. primus*-Events fort. Wesentlich ist hier das erste Auftreten von *Acanthoceras rhotomagense*, das den Beginn der gleichnamigen Zone markiert. Nur auf den oberen Teil des Events beschränkt zu sein scheinen *P. (P.) mayoriana* und *Parapuzosia (Austiniceras) austeni*. Neben diesen verbreiteten und nicht seltenen Arten tritt wie im unteren Teil des Events eine artenreiche Invertebratenfauna auf. Neben dem namenge-

benden Belemniten *Praeactinocamax primus* kommt noch *Belemnocamax boweri* vor (CHRISTENSEN et al. 1992).
Im Hangenden des *P. primus*-Events nimmt die Diversität der Ammoniten-Fauna ab. Sie wird durch großwüchsige *P. (A.) austeni* und *A. rhotomagense* beherrscht.
In der prominenten Kalkbank des Mid-Cenomanian-Events kommt *S. baculoides* sehr häufig vor, seltener *A. rhotomagense*. Das Mittel-Cenoman-Event markiert die Grenze zwischen den beiden Subzonen der *A. rhotomagense*-Zone, nämlich der *Turrilites costatus*-Subzone unten und der *Turrilites acutus*-Subzone oben.
Ist die *T. costatus*-Subzone durch das häufige Vorkommen der Art gut begründet, erfolgt die Etablierung der *T. acutus*-Subzone in Anlehnung an die englische Cenomangliederung (KENNEDY 1970; GALE 1996), wo in kontemporären Profilabschnitten die in der nordwestdeutschen Pläner-kalksteinfazies noch nicht sicher nachgewiesene leitende Form vorkommt. Ammoniten treten in der *T. acutus*-Subzone der nordwestdeutschen Plänerkalksteinfazies nur gelegentlich auf, beschränken sich dabei fast nur auf ihren unteren Abschnitt und sind stets schlecht erhalten. Zu ihnen gehören *P. (A.) austeni A. rhotomagense*. Für den Raum Halle besteht die Möglichkeit, daß das Fehlen von *T. acutus* im Kontext mit einem Hiatus steht, der den unteren Bereich der *T. acutus*-Subzone umfaßt, in dessen Abschnitt das häufigste Vorkommen von *T. acutus* im anglo-pariser Becken liegt (Abb. 7).
In der obersten *A. rhotomagense*-Zone markiert das Einsetzen von *Inoceramus atlanticus* die Basis der obersten Inoceramen-Zone des Mittel-Cenoman. Die Art bleibt im Gegensatz zum nördlichen Westfalen im Arbeitsgebiet recht selten.
(6) *Acanthoceras jukesbrownei*-Zone: *A. jukesbrownei* ist im Arbeitsgebiet sehr selten. Er tritt im nördlichen Westfalen zuerst vereinzelt im mittleren Cenoman-Kalk ca. 3 - 5 m unter dem *P. baylei*-Event (s.u.) auf. Erst im Event selbst kommt er gehäuft vor. Neben ihm ist der verbreitete *Calycoceras* (*Proeucalycoceras*) *picteti* biostratigraphisch bedeutsam. Die Obergrenze der *A. jukesbrownei*-Zone wird mit seinem letzten Auftreten im *Inoceramus pictus*-Event I gezogen, das ca. 3 - 4 m über dem *P. baylei*-Event liegt.

4.3 Ober-Cenoman

Über die Definition der Mittel-/Ober-Cenoman-Grenze konnte auf der Tagung der Internationalen Subkommission für Kreide-Stratigraphie in

Brüssel im September 1995 noch keine Einigung erzielt werden. Favorisiert werden folgende Vorschläge (TRÖGER & KENNEDY 1996): a) das Einsetzen von *Acanthoceras jukesbrownei,* b) das Aussetzen von *Acanthoceras jukesbrownei,* c) das Einsetzen von *Calycoceras* (*Procalycoceras*) *guerangeri,* d) das Einsetzen der *Inoceramus pictus*-Gruppe.
Wegen der Seltenheit der Ammoniten und ihrer gegenüber südenglischen Vorkommen offensichtlich begrenzten Reichweite (A.S. GALE, pers. Mitt.) favorisiert KAPLAN in KAPLAN et al. (1998) deshalb die bisher in NW-Deutschland übliche Praxis, die Mittel-/Ober-Cenoman-Grenze in das *P. baylei*-Event zu legen, in dem mit *Inoceramus pictus* eine potentielle Index-Art für die Ober-Cenoman-Basis einsetzt.
Das *P. baylei*-Event führt im Arbeitsgebiet nicht eine so reiche Fauna wie im nördlichen und südöstlichen Westfalen. Die namengebende Auster kommt nesterweise vor.
(7) *Calycoceras guerangeri*-Zone: Die Benennung der vom Top des *I. pictus*-Event I bis zum Fazieswechsel reichenden Zone folgt in Anlehnung an die südenglische Gliederung. Ammoniten treten nur sehr selten auf. Ein großwüchsiger *Lewesiceras* sp. stammt wahrscheinlich aus dem *I. pictus*-Event I (KENNEDY in KAPLAN et al. 1998). *Sciponoceras* sp. ist im *Inoceramus pictus*-Event II dicht unter dem Fazieswechsel nicht selten. Hier kommt im Arbeitsgebiet mit *Schloenbachia* spp. eine für die *Calycoceras guerangeri*-Zone typische Ammonitenart vor. Die Obergrenze der Zone markiert der weitverbreitete Fazieswechsel am Top des Cenoman-Kalks.
(8) *Metoicoceras geslinianum*-Zone: Wie bei der vorhergehenden Zone wird die Basis der *M. geslinianum*-Zone in Korrelation mit der südenglischen Gliederung gezogen. Einzelfunde von *Calycoceras* (*Calycoceras*) *naviculare* liegen aus dem *Chondrites* sp.-Event vom Steinbruch Dieckmann im Hesseltal vor. In der unmittelbar über dem *Chondrites* sp.-Event liegenden Kalkknollenbank des *P. plenus*-Events tritt nach Aufsammlungen von G. DIEDRICH (Halle) eine relativ diverse und für die *M. geslinianum*-Zone typische Ammonitenfauna auf mit *Puzosia* (*Anapuzosia*) *dibleyi*, *Pachydesmoceras denisonianum, Metoicoceras geslinianum*, *Sciponoceras* sp. und *S. equalis* auf (KAPLAN in KAPLAN et al. 1998). Vorkommen des namengebenden Belemniten *Praeactinocamax plenus* sind im Teutoburger Wald selten.
(9) *Neocardioceras juddii*-Zone: Die Untergrenze der Zone wird mit dem ersten Auftreten von *N. juddii juddii* gezogen. Er konnte bisher in Lengerich (KAPLAN in KAPLAN et al. 1998) und Bielefeld (BREITKREUTZ et al. 1991) in der Schwarzschieferfazies des Teutoburger Waldes nach-

gewiesen werden. Nachweise fehlen aber noch aus dem Raum Halle. Sein Vorkommen beschränkt sich auf die dickbankigen Schwarzschieferbänke des Oceanic Anoxic Events [OAE], dessen Kern in NW-Deutschland dem *N. juddii*-Event terminologisch entspricht. Neben *N. juddii* konnten noch *Allocrioceras* sp. und *Sciponoceras* sp. bestimmt werden. Andere ebenfalls auch im Hesseltal vorkommende Ammoniten blieben gänzlich unbestimmbar.

(10) Die Cenoman/Turon-Grenze wird mit dem ersten Einsetzen von *Watinoceras coloradoense* und von dem Inoceramiden *Mytiloides hattini* gezogen. *W. coloradoense* kommt in Westfalen nur sehr selten vor, und die wenigen Funde lagen stets über dem ersten Auftreten von *M. hattini*, der wiederum in der schwarzbunten Wechselfolge nach noch zu verifizierenden Bestimmungen bereits in der *N. juddii*-Zone auftritt. Deshalb wird hier in Einklang mit der bisherigen Praxis in Westfalen die Cenoman/Turon-Grenze an den Top der Schwarzschieferfazies gelegt.

Das Cenoman läßt sich in vier Zonen mit planktonischen Foraminiferen gliedern: Die untere *Rotalipora brotzeni*-Zone beginnt bereits im Alb und umfaßt fast das gesamte Unter-Cenoman bis auf dessen Top, in dem die *Rotalipora reicheli*-Zone beginnt, die bis in die basale *T. acutus*-Zone reicht. Die nachfolgende *Rotalipora cushmani*-Zone wird durch die Gesamtreichweite der Indexart definiert. Die *Whiteinella archaeocretaceae*-Zone umfaßt die obere *Metoicoceras geslinianum*-Zone und die *Neocardioceras juddii*-Zone. Sie reicht bis in das Unter-Turon.

5. Sequenz-, Cyclo- und Isotopenstratigraphie

Neben den traditionellen bio- und eventstratigraphischen Ansätzen gewinnt die Sequenz- und Cyclostratigraphie zunehmend an Bedeutung. Isotopenstratigraphische Untersuchungen an markanten Profilabschnitten wie dem *P. primus*-Event und der schwarzbunten Wechselfolge zeigen vielversprechende Ansätze, aber sie bedürfen im Arbeitsgebiet noch weiterer Untersuchungen (vgl. JENKYNS et al. 1994; VOIGT & HILBRECHT 1997).

Erste Hinweise zur Sequenzstratigraphie und Cyclostratigraphie der Plänerkalksteinfazies des Cenoman im Münsterländer Kreidebecken finden sich bei GALE (1995) und KAPLAN (1995). Ihre enge Korrelation mit südenglischen (GALE 1995) und niedersächsischen Vorkommen (ERNST & REHFELD 1997) erlaubt eine Übertragung der dort gewonnenen Erkenntnisse. Insgesamt lassen sich fünf in der Plänerkalksteinfazies des Münsterländer Kreidebeckens nachvollziehbare Sequenzen dritter Ordnung sensu HAQ et al. (1988) beschreiben.

Sequenz 1: Der transgressive glaukonitische Mergelsteinhorizont des *N. ultimus/Aucellina* sp.-Events ist nicht nur im Münsterländer Kreidebecken weit verbreitet, sondern läßt sich auch über große Gebiete Europas hinaus nach Osten bis zur Krim, Kasachstan, Turkmenien und den Iran nördlich von Sargos verfolgen (MARCINOWSKI in KAPLAN et al. 1998). Mit dem Transgressionshorizont geht ein Hiatus unterschiedlichen Ausmaßes einher, der sich im Arbeitsgebiet wegen der fehlenden Aufschlüsse nicht determinieren läßt. Biostratigraphisch entspricht diese Sequenz der *Neostlingoceras carcitanense*-Subzone des basalen Cenoman. Lithostratigraphisch umfaßt sie die unteren Zweidrittel des Cenoman-Mergels. Sie wurde als Sequence 1 von GALE (1995) bzw. als *ultimus*-Sequenz von ERNST & REHFELD (1997) benannt.

Sequenz 2: Im Übergangsbereich vom Essen-Grünsand zur Plänerkalksteinfazies im südöstlichen Westfalen deuten Phosphoritknollen in der Fossilbank sensu HEITFELD (1957) in der *M. mantelli*-Zone auf eine Sedimentationsunterbrechung hin. Im Raum Büren - Wünnenberg - Lichtenau-Atteln ist dieser Abschnitt durch eine schwache Sand- und Glaukonitführung gekennzeichnet (SKUPIN 1991). Damit zeichnet sich hier eine Sedimentationsunterbrechung ab (KAPLAN in KAPLAN et al. 1998). Im Arbeitsgebiet korreliert das *I. crippsi*-Event mit ihr. Von hier liegen allerdings keine bislang sequenzstratigraphisch relevanten Beobachtungen vor. GALE (1995) legt die Basis seiner zweiten cenomanen Sequenz gleichfalls in dieses Niveau. ERNST & REHFELD (1997) plazieren dagegen die Sequenzgrenze in die höherliegenden eng benachbarten Spongienlagen unterhalb des *Mariella*-Events.

Biostratigraphisch setzt die Sequenz 2 in der *S. schlueteri*-Subzone ein und umfaßt noch die *M. saxbii*-Subzone, die gesamte *M. dixoni*-Zone und die *C. inerme*-Zone. In der Plänerkalksteinfazies des Arbeitsgebietes beginnt diese Sequenz lithostratigraphisch im oberen Drittel des Cenoman-Mergels und reicht im Cenoman-Pläner bis in den mittleren bioklastischen Mergelstein-Komplex sensu MEYER (1990) bzw. der Waldhügel-Serie sensu EISENLOHR (1980). Diese Sequenz entspricht der Sequence 2 von GALE (1995) bzw. der *Mariella*-Sequenz von ERNST & REHFELD (1997).

Die Bankpaare aus alternierenden wenigen Zentimeter dünnen Mergellagen und mehrere Dezimeter dicken Kalkmergelsteinbänken, die besonders prägnant in der oberen Hälfte der Sequenz auftreten, lassen sich als MILANKOVITCH-Zyklen deuten. Ihre Korrelation mit den von GALE (1995) für Westeuropa identifizierten cenomanen Bankpaarfolgen [Couplets] ist derzeit nur für die obersten 10 Bankpaare und zwar die Couplets B 35 - B 45 möglich, weil unmittelbar unter diesen mit den erwähnten Rutschungs-

horizonten und Grabganglagen lokale Hiati unterschiedlichen Umfangs einhergehen (Abb.7).

Sequenz 3: Die Sequenzgrenze liegt im Bereich des *P. primus*-Events im mittleren bioklastischen Mergelstein-Komplex sensu MEYER (1990) bzw. der Waldhügel-Serie sensu EISENLOHR (1980). Ein Spurenfossilhorizont mit *Chondrites* und *Planolites*, der über das Arbeitsgebiet und das nordöstliche Westfalen hinaus bis nach Niedersachsen (ERNST & REHFELD 1997) in das anglo-pariser Becken (GALE 1995) korrelierenbar ist, läßt eine weitverbreitete Omissionsfläche erkennen.

Mit der Wende von Cenoman-Pläner zum Cenoman-Kalk wird im Teutoburger Wald mit dem Mid-Cenomanian-Event eine weitere Omissionsfläche erkennbar (MEYER 1990). Sie entspricht der weitverbreiteten Mid-Cenoman-Nonsequence (CARTER & HART 1977). Sie ist bis Kasachstan verfolgbar (MARCINOWSKI in KAPLAN et al. 1998). Die cyclostratigraphische Analyse zeigt, daß von den Couplets C 1 - 47 der Sequenz 3 sensu GALE (1995) bzw. der *primus*-Sequence sensu ERNST & REHFELD (1997) zumindest die Paare 7 bis 21 im Raum Halle fehlen (Abb.7). Die mit ihrem Fehlen einhergehende Schichtlücke umfaßt den unteren Abschnitt der *T. acutus*-Subzone.

Sequenz 4: Das *P. baylei*-Event markiert die Grenze zwischen dritter und vierter Sequenz. MEYER (1990) beschreibt von der unterliegenden Kalkbank des Events eine uneinheitliche Lithifizierung: In stärker verfestigten Bereichen treten vertikale Bauten auf, die mit Reliktsedimenten gefüllt sind. Daneben finden sich aber auch Zeichen plastischer Deformation. Die Mergel der Austernlage wurden geschüttet, die gute Erhaltung der Austern läßt einen relativ kurzen Transport vermuten. Im anglo-pariser Becken beschreibt GALE (1995) eine ähnliche sedimentologische Entwicklung der Sequenzgrenze, die insgesamt auf eine Omission hinweist. In Polen fällt dieser Bereich in einen Hiatus (MARCINOWSKI 1996).

Biostratigraphisch umfaßt die Sequence 4 sensu GALE (1995) bzw. die *pycnodonte*-Sequenz sensu ERNST & REHFELD (1997) die obere *A. jukesbrownei*-Zone und die *C. guerangeri*-Zone, lithostratigraphisch entspricht sie dem oberen Cenoman-Kalk.

Sequenz 5: Mit der nachfolgenden Sequenz schreitet die Transgression des Cenoman-Meeres weiter fort, wie seine auf dem Karbon aufliegenden Sedimente im südlichen Westfalen zeigen (HISS 1982). Im Teutoburger Wald ist der markante Fazieswechsel zwischen unterliegendem Cenoman-Kalk und überliegender schwarzbunter Wechselfolge ein sichtbares Zeichen für das mit dem Fazieswechsel einhergehende Aufbrechen der Karbonatplattform, die im südöstlichen Westfalen dagegen noch bis zur nächsten

Sedimentationsunterbrechung persistierte (KAPLAN in KAPLAN et al. 1998). Im Teutoburger Wald besaß sie, wenn überhaupt, nur einen kleinen Umfang, und nach cyclostratigraphischen Analysen kann sogar von einer vergleichsweise vollständigen Ablagerungsfolge ausgegangen werden.
Die enge Korrelation der Mergel- und Kalksteinbänke der schwarzbunten Wechselfolge im Teutoburger Wald wurde bereits von NIEDERMEYER (1969a, b) beschreiben, von KAPLAN (1995) ergänzt und bis in das südöstliche Westfalen ausgedehnt. Ihre Parallelisierung mit Vorkommen im anglo-pariser Becken ist möglich (GALE & KAPLAN in Vorber.). Sie entsprechen den Couplets E 1-17 von GALE (1995).
Biostratigraphisch beginnt diese Sequence 5 sensu GALE (1995) bzw. *plenus*-Sequenz sensu ERNST & REHFELD (1997) mit der *M. geslinianum*-Zone des Ober-Cenoman. Sie reicht über die *N. juddii*-Zone bis in das tiefe Unter-Turon.

Danksagung: Dr. T. Grzegorczyk und Dr. K.-P. Lanser vom Westfälische Museum für Naturkunde und paläontologische Bodendenkmalpflege unterstützten mich im Rahmen der Geländearbeit. Prof. Dr. W.J. Kennedy, Oxford, bestimmte das Ammonitenmaterial. Stratigraphische Fragen diskutierten C.J. Wood, Croydon, Prof. Dr. A.S. Gale, London, sowie Prof. Dr. G. Ernst, Berlin, C.J. Wood übersetzte die deutsche Kurzfassung ins Englische. Allen danke ich für ihre Hilfe.

6. Literatur

APFEL, R. (1993): Multistratigraphie und Faziesanalyse pelagigscher Kalke aus der tiefen Oberkreide (Untercenoman-Unterconiac) im Straßeneinschnitt am Ostwestfalendamm (B 61) östlich des Teutoburger Waldes und südlich von Bielefeld (NRW).- Dipl. Arb. Institut für Paläontologie, FU Berlin: 147 S.; Berlin.

ALTHOFF, W. (1928): Übersicht über die Gliederung der mesozoischen Schichten bei Bielefeld.- Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld u. Umgegend, 5: 1-20; Bielefeld.

BREITKREUTZ, H., DIEDRICH, R. & METZDORF, R. (1991): Fossilfunde aus der Schwarz-Bunten-Wechselfolge (Ob. Cenoman bis Unter Turon) des Ostwestfalendammes bei Bielefeld. - Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld, **32:** 37-48; Bielefeld.

BRONN, H.G. & ROEMER, F. (1850-1856): H.G. BRONN'S Lethaea Geognostica.- Dritte, stark vermehrte Aufl., i-iv + 3-412 S; Stuttgart.

CARTER, D.J. & HART, M.B. (1977): Aspects of mid-Cretaceous stratigraphical micropalaeontology.- Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geol.), **29** (1): 1-135; London.

CHRISTENSEN, W.K., DIEDRICH, G. & KAPLAN, U. (1992): Cenomanian belemnites from the Teutoburger Wald.- Paläont. Z., **66** (3/4): 265-275; Stuttgart.

EISENLOHR (1980): (1980): Dreigliederung des *varians*-Pläners (Kc2) am Teutoburger Wald zwischen Iburg und Rheine.- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1980** (5), 272-276; Stuttgart.

ERNST, G. & REHFELD, U. (1997): The transgressive development in the Lower and Middle Cenomanian of the Salzgitter area (N-Germany) recorded by sea level-controlled eco- and litho-events.- Freiberger Forschungsheft, **C 468**: 79-107; Freiberg. [Karl-Armin TRÖGER Festschrift]

ERNST, G., SCHMID, F. & SEIBERTZ, E. (1983): Event-Stratigraphie im Cenoman und Turon von NW-Deutschland. - Zitteliana, **10**: 531-554; München.

FARRENSCHON, J. & SKUPIN, K (1991) mit Beitr. von DAHM-ARENS, H., JÄGER, B. & MICHEL, G.: Erläuterungen zu Blatt 4419 Kleinenberg.- Geol. Kt. Nordrh-.Westf., Erl., **4419**: 176 S; Krefeld.

FRIEG, E. & KEMPER, E. (1989): Micropaläontologische Gliederung und Abgrenzung von Ober-Alb und Unter-Cenoman in Nordwestdeutschland.- Geol. Jb., **A 113**: 73-193; Hannover.

GALE, A.S. (1995): Cyclostratigraphy and correlation of the Cenomanian stage in Western Europe.- in: HOUSE, M.R. & GALE, A.S. (Hrsg.): Orbital Forcing Timescales and Cyclostratigraphy.- Geol. Soc. Spec. Publ., **85**: 177-197; London.

GALE, A.S., KENNEDY, W.J., BURNETT, J.A., CARON, M. & KIDD, B.E. (1996): The Late Albian to Early Cenomanian succession at Mont Risou near Rosans (Drôme, SE France): an integrated study (ammonites, inoceramids, planktonic foraminifera, nannofossils, oxygen and carbon isotopes). - Cret. Res., **17**: 515-606; London.

HAACK, W. (1924): Die nordwestfälisch-lippische Schwelle.- Z. dt. geol. Ges., **76**: 33-52; Berlin.

- (1935): Erläuterungen zu Blatt Lengerich.- Geol. Kt. Preussen u. benachb. dt. Länder, Lieferung **336**:48 S.; Berlin.

HAQ, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1988): Mesozoic and Cenozoicchronostratigraphy and cycles of seal-level change.- Soc. Econ. Pal. Miner., Spec. Pub., **42**: 71-108; Tulsa.

HEITFELD, H. (1957): Zur Stratigraphie der Kreide am Nordrand des Sauerlandes zwischen Sichtigvor und Essentho.- N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **105** (1), 79-112; Stuttgart.

HISS, M (1982): Lithostratigraphie der Kreide-Basisschichten (Cenoman bis Unterturon) am Haarstrang zwischen Unna und Möhnesee (südöstliches Münsterland).- Münster. Forsch. Geol. Paläont., **57**: 59-135; Münster.

JENKYNS, H.C., GALE, A.S. & CORFIELD, R.M. (1994): Carbon- and oxygen-isotpoe stratigraphy of the English Chalk and Italian Scaglia and its palaeoclimatic significance.- Geol. Mag., **131** (1): 1-34; Cambridge.

KANZLER (1920): Geologie des Teutoburger Waldes und des Osnings.- Bad Rothenfelde.

KAPLAN, U. (1991): Zur Stratigraphie der tiefen Oberkreide im Teutoburger Wald (NW-.Deutschland), Teil 2: Turon und Coniac im Steinbruch des Kalkwerks Foerth, Halle/Westfalen.- Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgegend, **32**: 125-159; Bielefeld.

- (1992a): Die tiefe Oberkreide des Teutoburger Waldes, Teil 3: Das Turon zwischen Bielefeld-Senne und Augustdorf.- Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgegend, **33**: 191-208; Bielefeld.

- (1992b): Die Oberkreide-Aufschlüsse im Raum Lengerich/Westfalen.- Geol. Paläont. Westf., **21**: 7-37; Münster.

- (1995): Steinbruch Wallmeyer & Söhne. in: MUTTERLOSE, J., KAPLAN, U. & HISS, M.: Die Kreide im nördlichen Münsterland und im Westteil des Niedersächsischen Beckens.- Bochumer geol. u. geotechn. Arb., **45**: 43-51; Bochum.

KAPLAN, U. & BEST, M. (1985): Zur Stratigraphie der tiefen Oberkreide im Teutoburger Wald (NW-Deutschland). Teil 1: Cenoman. - Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld u. Umgegend, **27**: 81-103; Bielefeld.

KAPLAN U. & SCHMID, F. (1983): Der Grossammonit *Pachydesmoceras denisonianum* (STOLICZKA) und die Feinstratigraphie des hohen Ober-Cenoman im Hesseltal bei Halle in Westfalen (NW-Deutschland). - Ver. Natur.-Mus .Bielefeld, **5**: 1-20; Bielefeld.

KAPLAN, U., KELLER, S. & WIEDMANN, J. (1984): Ammoniten- und Inoceramen-Gliederung des Norddeutschen Cenoman. - Schriftenr. Erdwiss. Komiss., **7**: 307-347; Wien:

KAPLAN, U., Kennedy, W.J., Marcinowski; R. & Lehmann, J. (1998): Stratigraphie und Ammonitenfaunen des westfälischen Cenoman. Geol. Paläont. Westf., **51**: xxx S.; Münster.

KENNEDY, W.J. (1970): A correlation of the uppermost Albian and the Cenomanian of South-West England. Proc. Geol. Assoc., **81** (4), 613 - 677; London.

KOCH, W. (1977): Biostratigraphie in der Oberkreide und Taxonomie von Foraminiferen.- Geol. Jb., **A 38**: 11-123; Hannover.

MARCINOWSKI, R. (1996): The Cretaceous of Eastern Europe and Western Kazakhstan. In: W. KUHNT (Hrsg.), Cretaceous stratigraphy, paleobiology and paleobiogeography. Jost WIEDMANN Symposium Tübingen 7.-10. March 1996, (Abstract Vol.), 103-110; Tübingen.

MEYER, T. (1990): Biostratigraphische und sedimentologische Untersuchungen in der Plänerfazies des Cenoman von Nordwestdeutschland.- Mitt. geol. Inst. Univ. Hannover, **30**: 114 S.; Hannover.

MÜLLER, A. & DIEDRICH, G. (1991): Selachier (Pisces, Chondrichthyes) aus dem Cenomanium von Ascheloh am Teutoburger Wald (Nordrhein-Westfalen, NW-Deutschland).- Geol. Paläont. Westf., **20**: 105 S.; Münster.

NIEDERMEYER, G. (1969a): Feinstratigraphische Untersuchungen in der Oberkreide des Teutoburger Waldes, Teil 1. - Münster. Forsch. Geol. Paläont., **12**: 143-164; Münster.

- (1969b): Feinstratigraphische Untersuchungen in der Oberkreide des Teutoburger Waldes, Teil 2. - Münster. Forsch. Geol. Paläont., **14**: 125-158; Münster.

SCHLÜTER, C. (1863): Die Schichten des Teutoburger Waldes bei Altenbeken.- Z. dt. geol. Gesell., **18**: 35-76; Berlin.

- (1871-1876): Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. - Palaeontogr., **21**: 1-24, Taf. 1-8 (1871); **21**: 25-120, Taf. 9-35 (1872a); **24**: 1-144 (121-264) + x, Taf. 36-55 (1876); Stuttgart.

SKUPIN, K. (1989): mit Beitr. von DAHM-ARENS, H., MICHEL; G., VIETH-RIEDEMANN, A. & WEBER, P.: Erläuterungen zu Blatt 4418 Wünnenberg.- Geol. Kt. Nordrh.-Westf., Erl., **4418**: 151; Krefeld.

SPEETZEN, E., EL-ARNAUTI, A. & KAEVER, M (1974): Beitrag zur Stratigraphie und Paläogeographie der Kreide-Basisschichten am SE-Rand der Westfälischen Kreidemulde (NW-Deutschland).- N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **145** (2): 207-241; Stuttgart.

TRÖGER, K.A. (1989): Problems of Upper Cretaceous Inoceramid Biostratigraphy and Paleobiogeography in Europe and Western Asia.- In WIEDMANN, J. (Hrsg.): Cretaceous of the Western Tethys. Proceedings 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987: 911-930; Stuttgart.

TRÖGER, K.A. & KENNEDY, W.J. (1996) mit Beitr. von BURNETT, J.A., CARON, M. & ROBASZYNSKI, F.: The Cenomanian stage.- Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique, **66**-SUPP: 57-68; Brüssel.

VOIGT, S. & HILBRECHT, H. (1997): Late Cretaceous carbon isotope stratigraphy in Europe: Correlation and relations with sea level and sediment stability.- Palaeogeo., Palaeoclima. , Palaeoeco., **134**: 39-39; Amsterdam.

WIEDMANN, J. KAPLAN, U., LEHMANN, J. & MARCINOWSKI, R. (1989): Biostratigraphy of the Cenomanian of NW Germany. - In WIEDMANN, J. (Hrsg.). Cretaceous of the Western Tethys, 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen: 931-948: 1987; Stuttgart.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 39

Autor(en)/Author(s): Kaplan Ulrich

Artikel/Article: Zur Stratigraphie der tiefen Oberkreide im Teutoburger Wald (NW-Deutschland) 43-69