

Berliner paläobiologische Abhandlungen	10	257-288	Berlin	2009-11-11
--	----	---------	--------	------------

**Neue Tagesaufschlüsse der Unter-Kreide (Hauterive – Unter-Apt)  
im Großraum Hannover – Braunschweig: Stratigraphie und Faunenführung**

Jörg Mutterlose<sup>1</sup> & Kurt Wiedenroth<sup>2</sup>

**Zusammenfassung:** Aus fünf z. T. nur kurzfristig zugänglichen Tagesaufschlüssen des Raumes Hannover - Braunschweig, in denen Schichten des Unter-Hauterive bis Unter-Apt erschlossen waren/sind, wird die Lithologie, Stratigraphie und Faunenführung dokumentiert. Es werden die reichen Cephalopodenvergesellschaftungen der *Endemoceras*-Schichten (Hannover Waterloosäule), der *Aegocrioceras*-Schichten (Resse), der *Simbirskites*-Schichten (Hannover Flughafen), des Hauterive/Barrême Grenzbereichs (Frielingen) sowie des Barrême und Unter-Apt (Klein Schöppenstedt) vorgestellt.

Die Ammoniten lassen im Hauterive und Barrême lang- und kurzfristige Wechsel in der Dominanz endemischer, tethyalen und borealer Ammonitengattungen erkennen. Neben zwei jeweils > 500.000 Jahre andauernden Phasen endemischer Ammonitenentwicklung (*Endemoceras*, *Aegocrioceras*) kommt es im Hauterive und Barrême wiederholt zu kurzfristigeren, < 100.000 Jahre anhaltenden Einwanderungswellen tethyalen Gattungen (*Crioceratites*, *Spitidiscus* u.a.). Boreale Formen dominieren mit der Gattung *Simbirskites* während des gesamten Ober-Hauterive. Während das Barrême des Profils Klein Schöppenstedt keine Ammoniten führte, deuten die Funde von *Deshayesites* im tiefen Unter-Apt auf eine Vereinheitlichung des Meeresraumes hin. Diese *Deshayesites* erlauben hier auch eine biostratigraphische Datierung des Fischeschiefer-Horizontes, der dem globalen Oceanic Anoxic Event 1a (=OAE1a) entspricht.

Die Belemnitenfaunen des Hauterive lassen ebenfalls Änderungen in ihrer Zusammensetzung erkennen. Während das gesamte Ober-Hauterive durch die sich endemisch entwickelnde Belemnitenart *Hibolites jaculoides* gekennzeichnet wird, wurden in den *Aegocrioceras*-Schichten des tiefen Ober-Hauterive und der höchsten *Simbirskites discofalcatus*-Zone des höchsten Ober-Hauterive jeweils Abschnitte mit borealen Acroteuthiden beobachtet. In den *Aegocrioceras*-Schichten ist dies *Acroteuthis rawsoni*, in der *S. discofalcatus*-Zone *A. rawsoni* und *Acroteuthis stolleyi*. Kurz darüber setzt die für das Barrême typische Art *Praeoxyteuthis pugio* ein. Das Barrême wird dann durch eine individuenreiche, endemische Belemnitenfauna aus der Gruppe der Oxyteuthiden gekennzeichnet und im Unter-Apt, unterhalb des Fischeschiefers, durch die tethyale Gattung *Neohibolites* abgelöst.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit liegt auf den feinlaminierten Sedimenten (Hauptblättern, Blättern, Fischeschiefer) des Barrême und Unter-Apt. Die räumliche und zeitliche Verteilung dieser Laminite belegt Unterschiede zwischen der Becken- und der Randfazies. In der Beckenfazies (Frielingen) setzt die Blätternbildung sehr früh in der *Praeoxyteuthis pugio*-Zone des Unter-Barrême ein, in der Randfazies deutlich später in der *Aulacoteuthis*-Zone des höheren Unter-Barrême. Isotopengeochemische Befunde an Belemniten belegen für den Hauptblättern des oberen Unter-Barrême für das  $\delta^{18}\text{O}$  Signal eine Warmphase mit Temperaturen von 15-20°C (*Aulacoteuthis*-Warmzeit), während gleichzeitig die  $\delta^{13}\text{C}$  Signatur auf erhöhte Produktivität hinweist. Das Ober-Barrême ist durch eine Abkühlung der Wassertemperaturen gekennzeichnet. Die Laminitenbildung setzt sich bis in die *Deshayesites tenuicostatus*-Zone des Unter-Apt fort und endet dort mit dem Fischeschiefer.

**Schlüsselwörter:** Unter-Kreide, NW-Deutschland, Ammoniten, Belemniten, Biostratigraphie, Faunenwanderung, Evolutionsmuster, Laminite

**Abstract:** The lithology and faunal contents of Early Hauterivian to Early Aptian marine sediments (Early Cretaceous) are described from five mostly temporary sections in the Hannover-Braunschweig area of northwest Germany. Particular emphasis is paid to the rich cephalopod faunas of the Lower Hauterivian *Endemoceras* Beds (Waterloosäule section), the lower Upper Hauterivian *Aegocrioceras* Beds (Resse section), the Upper Hauterivian *Simbirskites* Beds (Flughafen section), the Hauterivian/Barremian boundary interval (Frielingen section) and the Barremian to lower Aptian (Klein Schöppenstedt section).

The ammonites of the Hauterivian and Barremian are characterized by short-term and long-term changes in the dominance of endemic, tethyan and boreal genera. Apart from two phases of endemic evolution (*Endemoceras*, *Aegocrioceras*), each lasting > 500 000 years, several short-term immigration waves (< 100 000 years) of tethyan genera (e.g. *Crioceratites*, *Spitidiscus*) occurred in the Late Hauterivian and Barremian. The

boreal genus *Simbirskites* dominates the ammonite fauna throughout the Upper Hauterivian. The Barremian sediments of the Klein Schöppenstedt section did not yield any ammonites, while finds of *Deshayesites* in the Lower Aptian indicate a major faunal shift and a homogenisation of the depositional environment.

The Hauterivian belemnite faunas also show changes in the composition of the assemblages. *Hibolites jaculoides* evolved endemically throughout the Late Hauterivian, punctuated by two distinct intervals of boreal *Acroteuthis* influxes. The lower interval, in the lower Upper Hauterivian *Aegocrioceras* Beds, yields *Acroteuthis rawsoni*; the upper one, in the uppermost Hauterivian *Simbirskites discofalcatus* Zone, *A. rawsoni* and *Acroteuthis stolleyi*. This younger influx of boreal belemnites is followed a short time later by the first occurrence of *Praeoxyteuthis pugio*, the index taxon for the lowermost Barremian. The belemnite fauna of the Barremian is numerically abundant, consisting of endemic oxyteuthids. These are replaced in the Early Aptian by the tethyan genus *Neohibolites*, represented by *N. ewaldi*, which has its first occurrence below the Lower Aptian Fischeschiefer (=Oceanic Anoxic Event 1a; OAE1a).

A third aspect of the current study is focused on the laminated sediments (Hauptblättertton, Blättertone, Fischeschiefer) of the Barremian and Lower Aptian. The spatial and stratigraphic patterns of these laminites clearly document differences between the basin centre and the basin margin. In the basin centre, deposition of laminites (Blättertone) began in the earliest Barremian *Praeoxyteuthis pugio* Zone, at the basin margin, however, deposition of laminites did not begin before the late Early Barremian *Aulacoteuthis* zone. Stable isotope data gained from belemnites provide a  $\delta^{18}\text{O}$  signal indicating warm temperatures for the Hauptblättertton (*Aulacoteuthis* Zone) of 15–20°C (*Aulacoteuthis* warm phase). The  $\delta^{13}\text{C}$  data simultaneously suggest an increased productivity. Temperatures declined throughout the Late Barremian, while the deposition of laminated sediments continued into the *Deshayesites tenuicostatus* Zone of the Early Aptian (Fischeschiefer).

**Keywords:** Early Cretaceous, northwest Germany, ammonites, belemnites, biostratigraphy, faunal migration, evolutionary patterns, laminated sediments

**Anschrift der Autoren:** 1 Jörg Mutterlose, Ruhr-Universität Bochum, Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, Universitätsstr. 150, D-44801 Bochum. E-mail: joerg.mutterlose@rub.de

2 Kurt Wiedenroth, Am Hohen Holze 19, D-30823 Garbsen. E-mail: kurt.wiedenroth@web.de

## 1. Einleitung

In den Jahren 1996 bis 2008 haben die Verfasser im Raum Hannover - Braunschweig drei neue, nur kurzzeitig zugängliche Tagesaufschlüsse (Hannover Flughafen, Hannover Waterloosäule, Klein Schöppenstedt) lithologisch aufgenommen. Weiterhin wurden die bereits existierenden Profile Frielingen und Resse (Mutterlose & Wiedenroth 1995, 1996) um neu erschlossene Abschnitte ergänzt, vermessen und beprobt. Neben einer detaillierten Profilaufnahme, die Voraussetzung für jegliche weitere geologisch-paläontologische Bearbeitung, erfolgte in diesen Aufschlüssen eine horizontierte Aufsammlung von Makrofossilien sowie eine Probennahme für eine mikropaläontologische und geochemische Bearbeitung. Die vorliegenden Befunde (Makropaläontologie, Biostratigraphie, Karbonatwerte), sollen im Rahmen dieser Arbeit vorgestellt werden. Besondere Berücksichtigung erfahren dabei zwei Themenbereiche.

Es sollen hier die reichen Ammonitenvergesellschaftungen der *Endemoceras*-Schichten (Hannover Waterloosäule), der *Aegocrioceras*-Schichten (Resse), der *Simbirskites*-Schichten (Hannover Flughafen), des Hauterive/Barrême Grenzbereichs (Frielingen) sowie des Barrême und Unter-Apt (Klein Schöppenstedt) vorgestellt und in ihrem biogeographischen Kontext diskutiert werden. Gleiches gilt für die Belemnitenfaunen, die im Rahmen von geochemischen Untersuchungen an anderer Stelle jüngst vorgestellt wurden (Mutterlose et al. 2009). Beide Cephalopodengruppen sollen hier taxonomisch und stratigraphisch angesprochen und ausgewertet werden, um ein besseres Verständnis ihrer Migrations- und Evolutionsmuster zu erhalten.

Weiterhin sollen in dieser Arbeit die räumliche Verteilung, Genese und Paläoozeanographie der unter anoxischen Bedingungen entstandenen laminierten Sedimente des Barrême und Unter-Apt (Hauptblättertton, Blättertton, Fischeschiefer) diskutiert werden. Aus den hier beschriebenen Profilen Frielingen und Klein Schöppenstedt ergeben sich neue Informationen über das Bildungsalter, die räumliche Verteilung und die paläoozeanographischen Verhältnisse (Temperatur, Wasserschichtung) dieser Laminite. Schliesslich sollen die makropaläontologischen Beobachtungen im Licht neuer geochemischer und paläoozeanographischer Befunde in einen größeren, überregionalen Zusammenhang gestellt werden.

## 2. Geologischer Rahmen

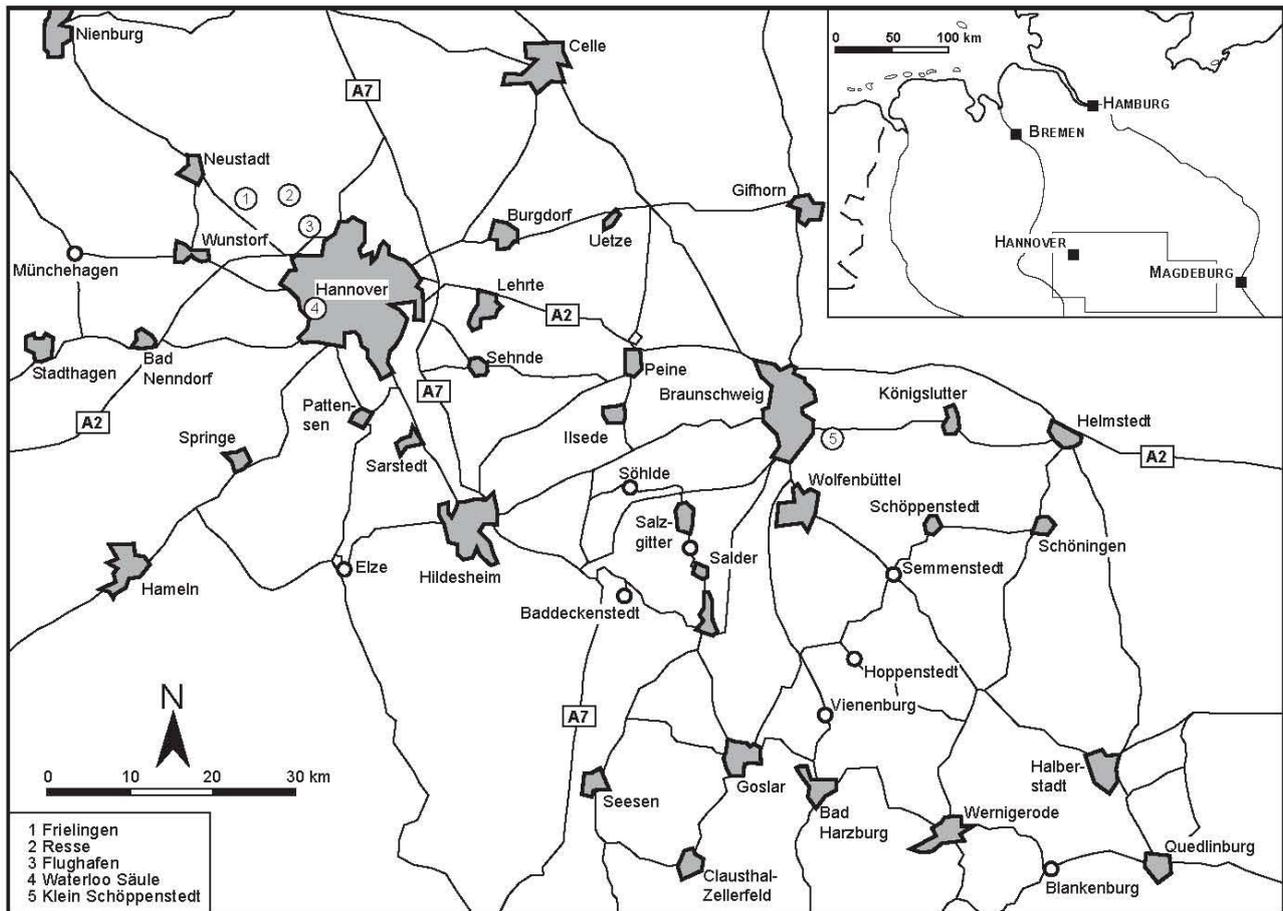
Das in West - Ostrichtung etwa 280 km lange und in Süd - Nordrichtung 80 km breite Niedersächsische Becken stellte während der Unterkreide ein epikontinentales Nebenmeer dar. Infolge von starker Subsidenz und hohem Sedimenteintrag wurden im Berrias - Alb Siliziklastika bis über 2000 m Mächtigkeit abgelagert. Aufgrund variierender Sedimentmächtigkeiten und lokal unterschiedlicher lithologischer Ausbildung kann dieses Becken in einen Westteil (Raum Rheine-Bentheim-Meppen-Groningen), einen Zentralteil (Raum Osnabrück-Bielefeld-Minden-Vechta) und einen Ostteil (Raum Hannover-Braunschweig) gegliedert werden. Die Grenzen der einzelnen Teilbecken verlaufen etwa entlang der Flüsse Ems und Leine. Die hier bearbeiteten Aufschlüsse liegen im Ostteil des Beckens. Eine eingehendere Darstellung der Entwicklung des Niedersächsischen Beckens geben Schott et al. (1967/69), Michael (1974, 1979), Kemper (1979), Mutterlose (1992) sowie Mutterlose & Bornemann (2000).

Im Hauterive besaß das Becken marine Verbindungen einerseits nach Norden über die Pompeckj'sche Schwelle, zum anderen bestand über die Karpatenstrasse eine Anbindung an die Tethys. Die an Trans- und Regressionsphasen sowie klimatische Schwankungen gebundenen Einflüsse arktisch-borealer und tethyalen Floren und Faunen wechselten sich ab. Die stärker transgressiven Perioden des Hauterive waren gekoppelt mit der kurzzeitigen Einwanderung tethyalen Floren und Faunen (*Acanthodiscus*, *Crioceratites*, *Spitidiscus* u.a.). Diese entwickelten sich dann z. T. im Unter-Hauterive und tiefen Ober-Hauterive endemisch weiter (*Endemoceras*, *Aegocrioceras*). Arktisch-boreale Elemente (*Simbirskites*) hingegen dominieren während regressiver Phasen in weiten Teilen des Ober-Hauterive.

Das Barrême war durch regressive Tendenzen gekennzeichnet, es kam zu einer Aussüßung der Karpatenstrasse und einer Unterbrechung der Verbindung zur Tethys. Die marinen Floren und Faunen haben im Barrême entsprechend eindeutig boreales oder endemisches Gepräge (Mutterlose 1992). Bei den Belemniten z.B. sind die Oxyteuthidae (*Praeoxyteuthis*, *Aulacoteuthis*, *Oxyteuthis*) eine boreal-endemische Gruppe dominant. Die Benthos-Vergesellschaftungen belegen im Laufe des Barrême eine kontinuierliche Verarmung infolge eines reduzierten Sauerstoffangebotes (Michael 1967). Typisch für das Barrême sind feinlaminierte Tonsteine, die sogenannten Blättertone, die unter anoxischen Bedingungen abgelagert wurden. Diese Blättertone, die eine stabile Wasserschichtung eines nur nach Norden offenen Nebenmeeres widerspiegeln, sind im gesamten Becken in unterschiedlicher Ausbildung entwickelt (z.B. Schott et al. 1967/69).

Auch die dunklen pyritreichen Tonsteine, die den Blättertonen eingeschaltet sind, weisen auf mangelnde Durchlüftung des Bodenwassers in einem gegliederten Nebenmeer hin. Palynologische Untersuchungen (Below & Kirsch 1997) belegen für diese Laminite (Hauptblätterton, Blätterton, Fischeschiefer) ein gehäuftes Vorkommen von Prasinophyten (*Pterospermella*, *Leiosphaera*), die auf reduzierte Oberflächenwassersalinitäten hinweisen. Diese Bedingungen werden als Folge eines verstärkten Zuflusses von Süßwasser von den benachbarten Festländern im Süden und Norden während feucht-warmer Klimaphasen gesehen (Mutterlose et al. 2009).

Eine im tiefen Apt (*Deshayesites tenuicostatus*-Zone) einsetzende Transgression führt im Unter-Apt zu einer großräumigen Änderung der paläoozeanographischen Rahmenbedingungen. Es erfolgte ein Wechsel von der relativ abgeschlossenen Nebenmeersituation zu einem stärker pelagisch beeinflussten Randmeer. Diese Entwicklung ist allerdings erst in der hohen *D. tenuicostatus*- bzw. tiefen *Deshayesites deshayesi*-Zone abgeschlossen. Bei den planktonischen (kalkiges Nannoplankton, Calcisphären, Foraminiferen) und nektonischen Gruppen (Ammoniten, Belemniten) vollzieht sich an der Apt/Barrême Grenze ein markanter Wechsel, deutlich vor der Ablagerung des Fischeschiefers (Keupp & Mutterlose 1994). Die Benthos-Vergesellschaftungen vollziehen diese ozeanographische Veränderung allerdings erst in der hohen *D. tenuicostatus*- oder tiefen *D. deshayesi*-Zone. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde in NW-Deutschland eine Wechselfolge von Blättertonen und dunklen Tönen abgelagert. Diese Entwicklung findet ihren Höhepunkt mit dem feinlaminierten Fischeschiefer (Äquivalent des Oceanic Anoxic Event 1a; =OAE 1a) der *D. tenuicostatus*-Zone. Dieser stellt das Endglied der unter anoxischen Bedingungen entstandenen Laminite dar. Der danach erfolgende Wechsel im Sedimentationsregime manifestiert sich in den hellen und bunten Hedbergellenmergeln, die unter stärker pelagischen Bedingungen abgelagert wurden.



**Abb. 1:** Lage der bearbeiteten Aufschlüsse. 1 = Frielingen, 2 = Resse, 3 = Hannover Flughafen, 4 = Hannover Waterloosäule, 5 = A39 (Klein Schöppenstedt).

### 3. Aufschlüsse und Faunenführung

Ausführliche Beschreibungen und Profildarstellungen von älteren Unterkreideaufschlüssen geben Mutterlose (1984) und Mutterlose & Wiedenroth (1995, 1996). Diese Arbeiten wurden seit 1996 kontinuierlich ergänzt durch die Bearbeitung von z. T. nur kurzzeitig zugänglichen Aufschlüssen, die etwa beim Ausbau der U-Bahn Strecken in Hannover entstanden. Im Rahmen dieser Geländeaktivitäten wurden die Profile Hannover Flughafen (Ober-Hauterive), Hannover Waterloosäule (Unter-Hauterive), Klein Schöppenstedt (Barrême und Unter-Apt) neu aufgenommen. Die Schichtenfolge des Profils Frielingen (Ober-Hauterive) wurde ins Hangende ergänzt, das Profil Resse (tiefes Ober-Hauterive) konnte erweiternd im unteren Teil aufgenommen werden. Aufgrund einer reichen Ammoniten- bzw. Belemnitenführung ist für diese Profile eine gute biostratigraphische Gliederung möglich. Eine Übersicht der Lage und stratigraphischen Reichweite der hier vorgestellten Profile geben Abb. 1 und 2.

#### 3.1 Frielingen (Abb. 1, 2, 3)

##### Allgemeines

Die Tongrube liegt ca. 20 km nördlich von Hannover, direkt östlich der B6. Koordinaten: 52°28.690N, 9°30.739E. Die Grube steht derzeit nicht mehr im kontinuierlichen Abbau, wiederholt erfolgte in den letzten Jahren jedoch eine Tonentnahme im südwestlichen Grubenbereich. Dies führte zur Erschließung neuer Schichtenfolgen im Hangenden des von Mutterlose & Wiedenroth (1995) publizierten Profils. Neu sind damit die oberen 15 m des Profils, die Schichten 138-166 (Abb. 3).

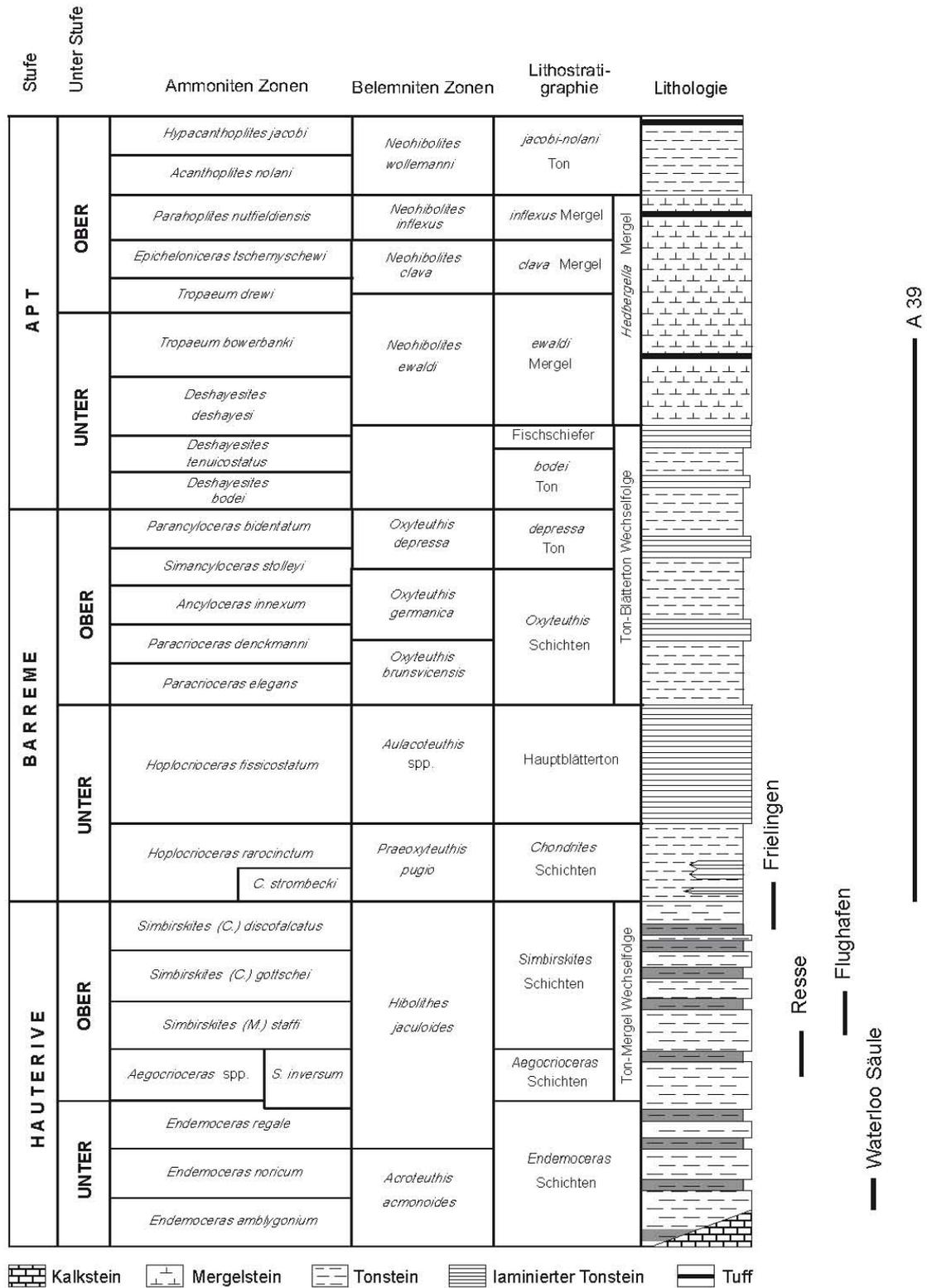


Abb. 2: Biostratigraphie und Reichweite der bearbeiteten Aufschlüsse.

Frielingen

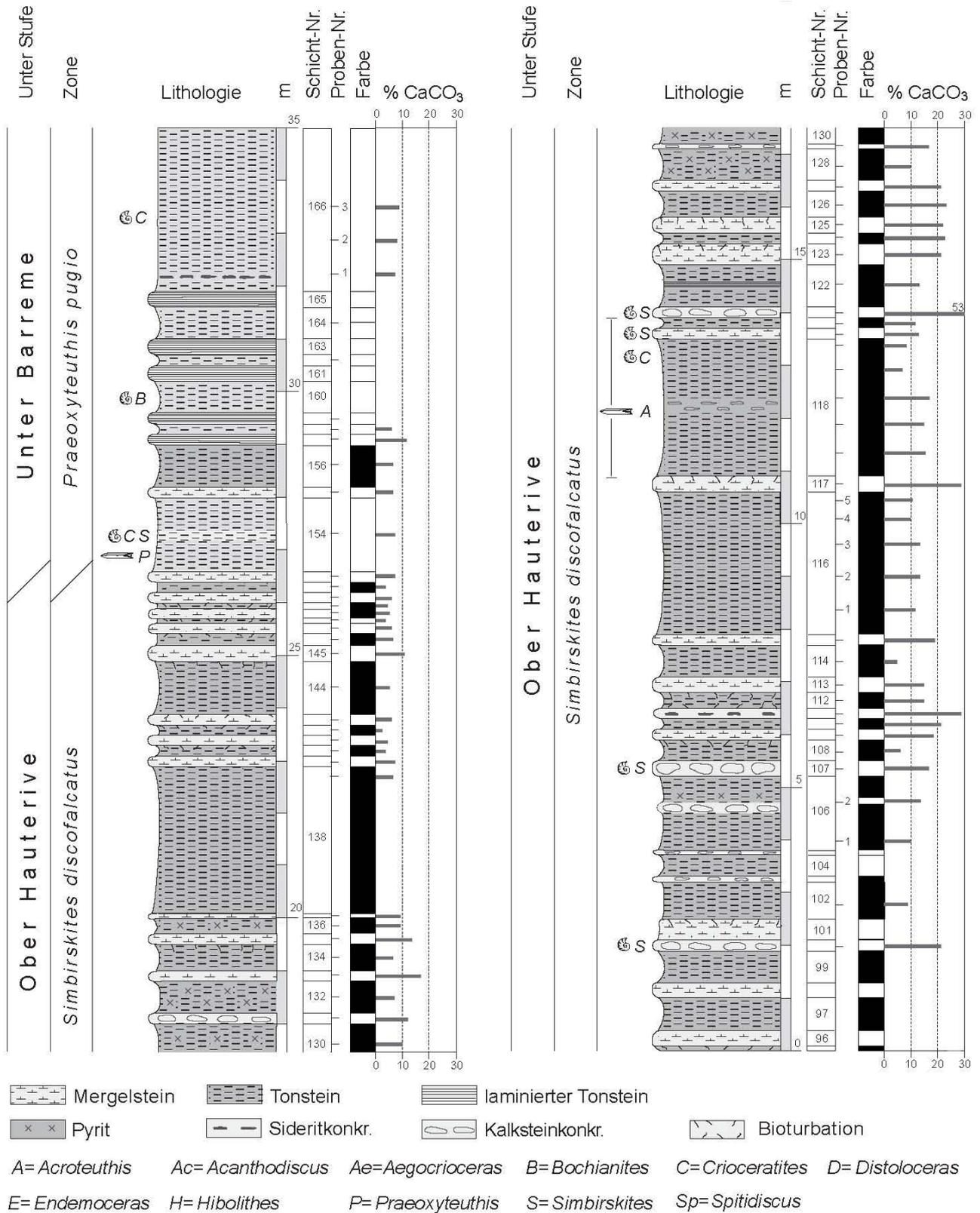


Abb. 3: Lithologie und Biostratigraphie des Profils Frielingen.

### Lithologie und Stratigraphie

In der Grube stand/steht eine 35 m mächtige Ton-/Mergelsteinfoolge an, die in den unteren 28 m durch eine deutliche Hell-/Dunkelbankung im Dezimeter- bis Meterbereich gekennzeichnet ist (Abb. 3). Dieser Abschnitt führt lagenweise helle Kalksteinkonkretionen und weist neben intensiven Bioturbationsspuren (*Chondrites*) auch Pyrit auf. Die Karbonatwerte schwanken in diesem Bereich erheblich mit Werten < 5% für die dunklen tonigen Lagen und > 10% für die hellen mergeligen Lagen. In den oberen 7 m tritt die Hell-/Dunkelbankung zurück, sie wird ersetzt durch eine Blätterton-/Tonsteinfoolge. Es treten insgesamt fünf laminierte Blättertonlagen auf, die jeweils eine Mächtigkeit im Dezimeterbereich haben. Die Karbonatwerte sind hier deutlich geringer, sie liegen fast durchgehend unter 10%.

Die Schichtenfolge, die in die *Simbirskites discofalcatus*-Zone (hohes Ober-Barrême) und *Praeoxyteuthis pugio*-Zone (tiefes Unter-Barrême) zu stellen ist, führt eine reiche Makrofauna. In den Konkretionslagen und in den Tonsteinen der Schichten 100-121 kommt die biostratigraphisch leitende Ammonitenart *Simbirskites discofalcatus* vor. Mit dem Erstauftreten von *Praeoxyteuthis pugio* (Schicht 154) wird hier die Grenze Hauterive/Barrême gezogen. Diese Datierung wird gestützt durch den Fund von *Crioceratites strombecki* in Schicht 154. In den bis ca. 1970 üblichen stratigraphischen Gliederungsschemata wurde das Erstauftreten von *C. strombecki* zur Definition der Barrêmebasis herangezogen. Daneben ist aus diesem Aufschluss eine reiche Invertebratenfauna u.a. mit Serpuliden, Einzelkorallen, Bivalven, Gastropoden, Brachiopoden bekannt. Für eine eingehendere Darstellung der Flora und Fauna sei auf Mutterlose et al. (1994) verwiesen. Diese Autoren unternehmen auch den Versuch einer hochauflösenden Analyse und Deutung der Hell-/Dunkelbankung. Luppold et al. (2005) beschreiben die Ostrakodenabfolge im höheren Profilteil.

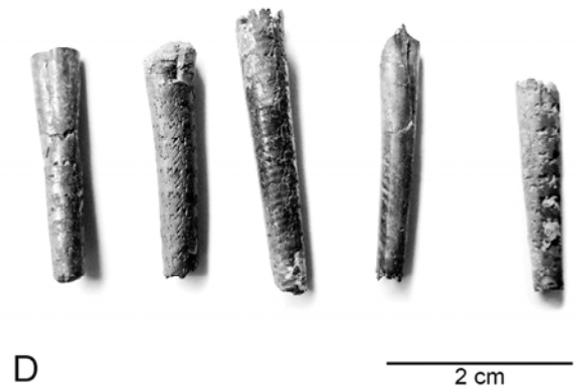
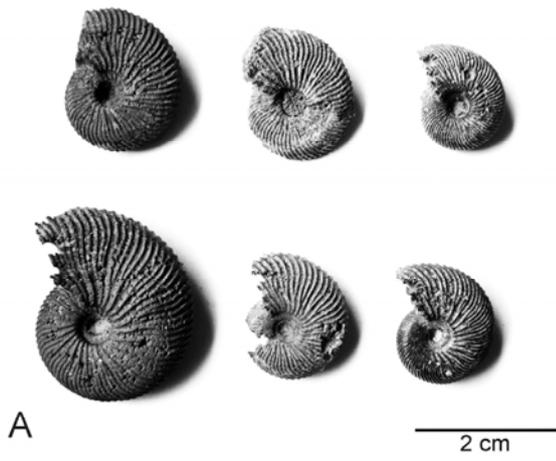
### Ammonitenfaunen (Abb. 4)

Die Schichtenfolge des Profils Frielingen wird in den unteren 27 m (Schichten 95 - 154 Mitte) durch verschiedene Simbirskiten der Untergattung *Craspedodiscus* charakterisiert (*Simbirskites (Craspedodiscus) discofalcatus*, *Simbirskites (Craspedodiscus) juddi*, *Simbirskites (Craspedodiscus) phillipsi*). *S. discofalcatus* kennzeichnet die Schichten 100-121, *S. phillipsi* (Abb. 4) ist auf die Schichten 139 - 154 beschränkt. In Schicht 154 Mitte tritt neben diesen Simbirskiten auch *C. strombecki* auf. In den oberen 8 m des Profils sind dann in zwei Schichtpaketen jeweils Lagen mit tethyalen Ammonitentaxa eingeschaltet. Schicht 160 zeigt eine reiche kleinwüchsige tethyale Fauna mit *Bochianites* sp., *Crioceratites* sp. und *Spitidiscus* sp., Schicht 166 großwüchsige *Crioceratites* (Abb. 4). Diese tethyalen Taxa sind jeweils auf ~ 50 cm mächtige Horizonte beschränkt, die hier als tethyale Einwanderungshorizonte gedeutet werden. Sowohl *C. strombecki*, als auch die höher diverse Faunenassoziation der Schicht 160 belegen diese kurzfristigen Einwanderungshorizonte, ohne dass es zu einer Weiterentwicklung der eingewanderten Taxa kommt.

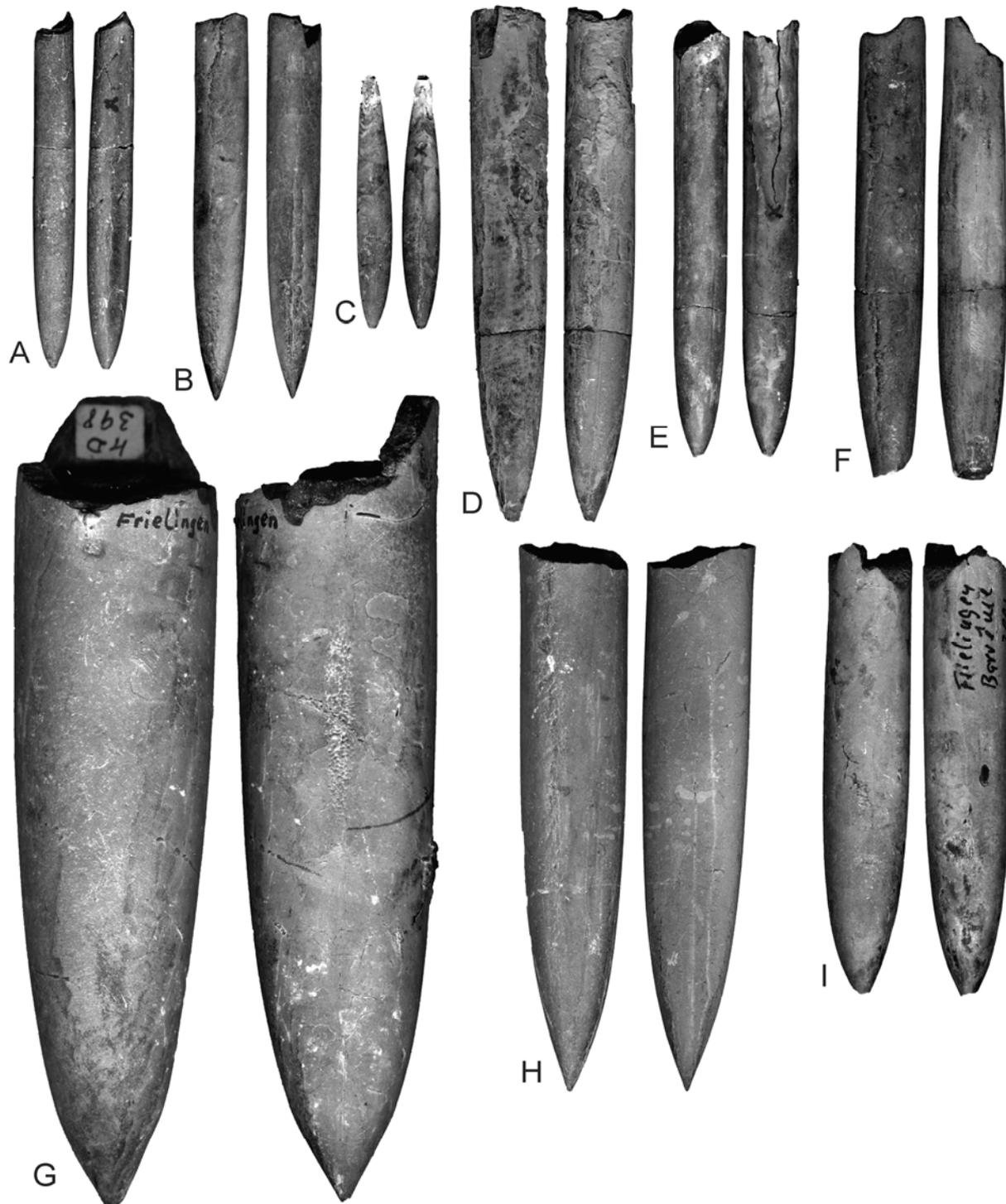
### Belemnitenfaunen (Abb. 5)

Belemniten sind vertreten durch *Hibolithes jaculoides* (Schichten 96-144), *Acroteuthis (Boreioteuthis) rawsoni*, *Acroteuthis (Boreioteuthis) stolleyi* (Schichten 118-120) und *Praeoxyteuthis pugio* (Schicht 154). Phylogenetisch junge Formen von *Hibolithes jaculoides* dominieren im oberen Profilabschnitt, sie leiten über zum Barrêmeformenkreis von *Hibolithes minutus*. Im Bereich der Schichten 118 - 120 treten mit *A. (B.) rawsoni* und *A. (B.) stolleyi* Zuwanderungsformen des boreal-atlantische Raumes kurzfristig auf (Abb. 5); eine Beschreibung dieser Gruppen geben Mutterlose et al. (1987). So kann *A. (B.) rawsoni* homeomorph zu Arten der Gattung *Aulacoteuthis* sein.

Insbesondere bestehen Ähnlichkeiten zu *Aulacoteuthis descendens*, einer Art aus dem höheren Hauptblätterton des oberen Unter-Barrême. Während Rostrenform und Ventralfurche bei beiden Formen sehr ähnlich entwickelt sind, unterscheiden sie sich durch die cylindroteuthiden (*A. (B.) rawsoni*) bzw. oxyteuthiden (*A. descendens*) Seitendoppellinien (vgl. Diskussion bei Mutterlose et al. 1987). *Praeoxyteuthis pugio* (Abb. 5) schliesslich, erstmalig in Schicht 154 beobachtet, leitet die Phase der barrêmezeitlichen Oxyteuthiden ein.



← **Abb. 4:** Ammoniten aus dem Profil Frielingen. **A.** *Simbirskites (Craspedodiscus) phillipsi* (Roemer, 1841); *S. discofalcatus*-Zone (Ober-Hauterive); Schichten 139-154. **B.** *Crioceratites* sp.; *P. pugio*-Zone (Unter-Barrême); Schicht 160. **C.** *Spitidiscus* sp.; *P. pugio*-Zone (Unter-Barrême); Schicht 160. **D.** *Bochianites* sp.; *P. pugio*-Zone (Unter-Barrême); Schicht 160. **E.** *Crioceratites* sp.; *P. pugio*-Zone (Unter-Barrême); Schicht 166.



**Abb. 5:** Belemniten aus dem Profil Frielingen. Links jeweils die Lateralansicht, rechts die Ventralansicht. Alle Exemplare 1:1. **A, E, I.** *Praeoxyteuthis pugio* (Stolley, 1925); *P. pugio*-Zone (Unter-Barrême). **A.** Schicht 156. **E.** Schicht 160. **I.** Schicht 154. **B, D, H, F.** *Acroteuthis (Boreioteuthis) rawsoni* Pinkney, 1987; *S. discofalcatus*-Zone (Ober-Hauterive). **B.** Schicht 119-121. **D.** 80 cm unter Schicht 119. **H.** Schicht 110. **F.** 80 cm unter Schicht 121. **C.** *Hibolithes minutus* Swinnerton, 1935; *P. pugio*-Zone (Unter-Barrême); Schicht 160. **G.** *Acroteuthis stolleyi* Pinckney, 1987; *S. discofalcatus*-Zone (Ober-Hauterive).

Resse

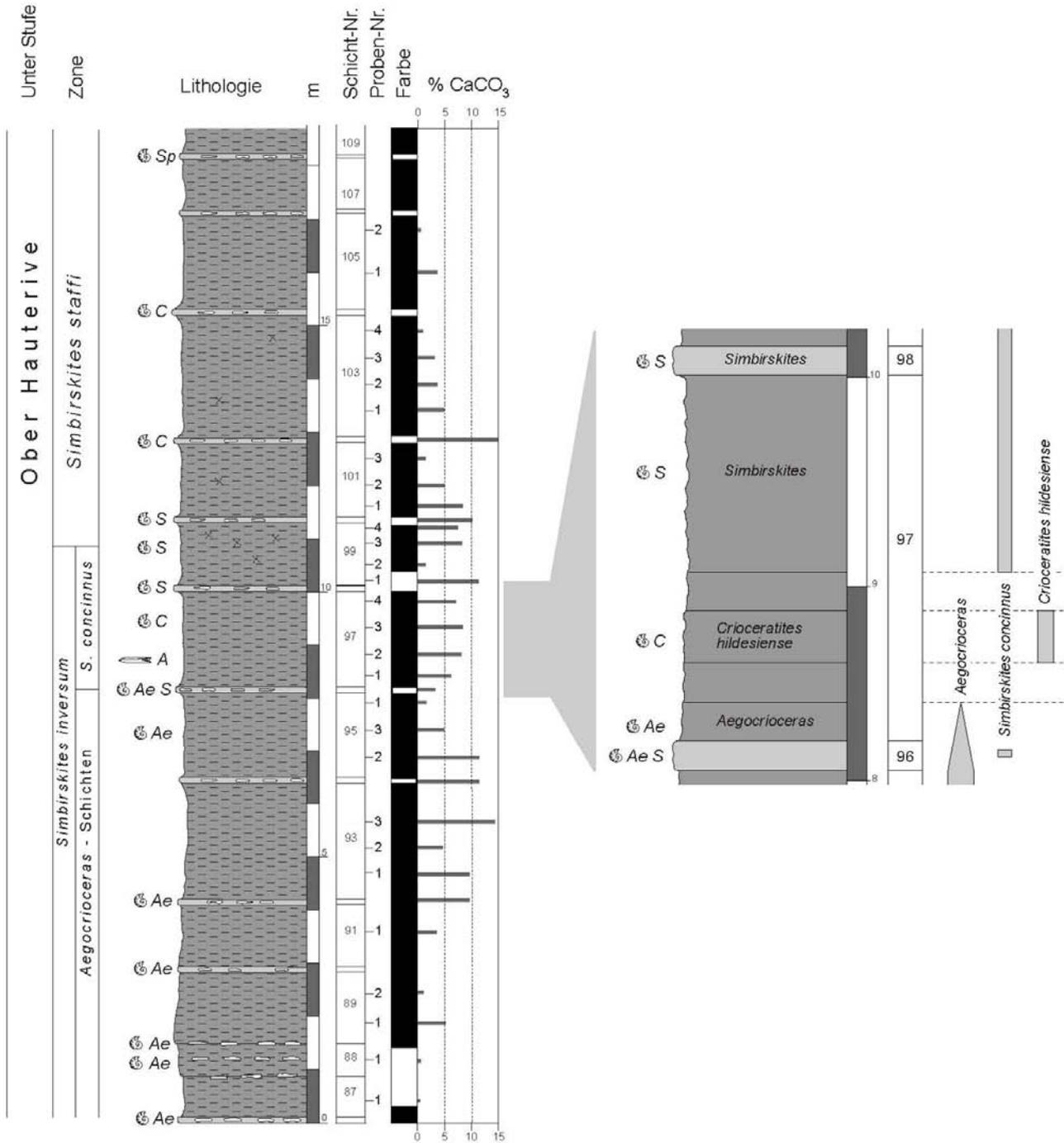


Abb. 6: Lithologie und Biostratigraphie des Profils Resse. Legende vgl. Abb. 3.

3.2 Resse (Abb. 1, 2, 6, 7, 8)

Allgemeines

Die Tongrube Resse des Ziegeleiwerkes Hainholz liegt etwa 10 km nördlich Hannover direkt westlich der Bundesstraße Engelbostel - Resse. Koordinaten: 52°28.794N, 9°38.116E.

Diese Grube, 1993 neu aufgefahen, wurde 2008 stillgelegt. Erweiterungsmassnahmen in den letzten zwei Jahren erlaubten jedoch eine Ergänzung des von Mutterlose & Wiedenroth (1996) publizierten Profils ins Liegende. Die unteren 4 m des Profils, also die Schichten 91-86 sind dementsprechend neu.

## Lithologie und Stratigraphie

Die rund 18 m mächtige Schichtenfolge ist gekennzeichnet durch mittel- dunkelgraue Tonsteine, in die in regelmässigen Abständen braun-graue kalkige Konkretionslagen eingeschaltet sind (Abb. 6). Diese haben eine Dicke von 10-20 cm, sind meist durchgehend ausgebildet, und bilden markante Leithorizonte. Eine rhythmische Hell- /Dunkelbankung, wie sie z.B. in Frielingen deutlich ausgebildet ist, fehlt hier. Bioturbationsspuren (*Chondrites*) sind untergeordnet entwickelt, kleine Pyritkonkretionen treten wiederholt auf. Die Karbonatwerte sind insgesamt relativ gering, sie schwanken zwischen 0,3% und 15%.

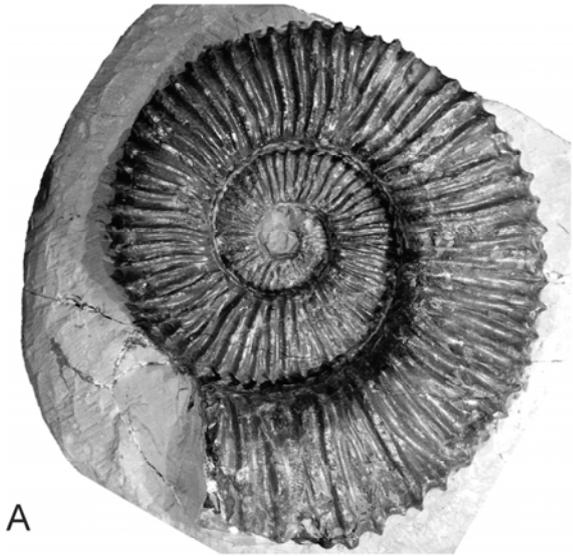
Wie in älteren Arbeiten auch (Mutterlose & Wiedenroth 1996) wird die Basis des Ober-Hauterive hier mit dem Einsetzen von *Aegocrioceras* definiert. Die in ganz NW-Europa durch eine großräumige Transgression gekennzeichneten *Aegocrioceras*-Schichten entsprechen der *Simbirskites inversum*-Zone von Speeton (NE England). Diese Zone wird dort noch zum hohen Unter-Hauterive gerechnet. Grabungen, die im Herbst 2008 in den Schichten 96 - 99 durchgeführt wurden, haben folgendes Detailbild der Ammonitenverteilung ergeben (Abb. 6, rechter Teil). Die Gattung *Aegocrioceras* beschränkt sich auf den unteren Profilabschnitt (Schichten 86 - 97 unten) und tritt in den unteren 20 cm der Schicht 97 letztmalig auf. Die ersten Simbirskiten stammen aus Schicht 96 und Schicht 97 oben (*Simbirskites concinnus*), aus Schicht 98 sind *Simbirskites concinnus*, *Simbirskites decheni* und *Simbirskites inversum* belegt. *Simbirskites staffi* tritt erstmalig in Schicht 99, gehäuft dann in Schicht 100 auf. Biostratigraphisch lassen sich damit die unteren 8 m (Schichten 86 - 95 Top) den *Aegocrioceras*-Schichten zuordnen, die Schichten 96 - 99 Mitte bereits den *Simbirskites*-Schichten, die oberen 8 m (Schichten 99 Mitte - 109) dann der *Simbirskites staffi*-Zone. In Abb. 6 wird der Abschnitt 96 - 99 Mitte dementsprechend als Schichten mit *S. concinnus* geführt.

Eine eingehendere Darstellung dieser Grube geben Mutterlose & Wiedenroth (1996). Neben Nautiliden sind Bivalven (*Nucula*, *Thracia phillipsii*), Gastropoden (*Turbo*), Krebse (*Mecochirus*) sowie Fisch- und Saurierreste bekannt.

## Ammonitenfaunen (Abb. 7)

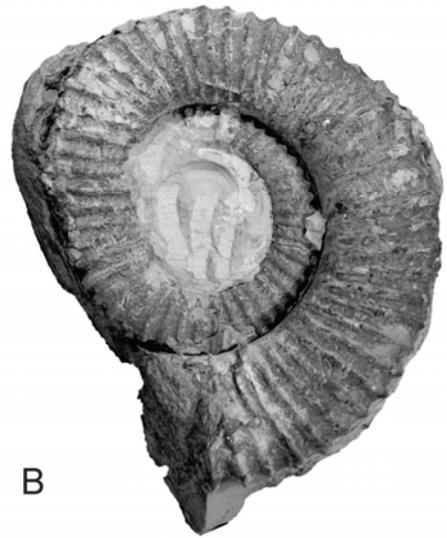
Das Faunenbild der *Aegocrioceras* Schichten NW-Deutschlands wird eindeutig durch die Heteromorphengattung *Aegocrioceras*, die in großer Individuenfülle in diesem Abschnitt auftritt, dominiert (Abb. 7). Die Herkunft dieser Gruppe, die auch aus den zeitgleichen Schichten von Speeton gut belegt ist (Rawson 1975, 1995, Immel 1979, Kemper et al. 1987), verbleibt unklar. Da *Aegocrioceras* nicht in der Tethys vorkommt, handelt es sich um eine im südlichen Borealgebiet endemische Ammonitengattung, die möglicherweise indikativ für Kaltwasserbedingungen ist (Kemper & Wiedenroth 1987). Auffallend ist die große Individuenfülle, die in NW Deutschland sowohl in den Beckenprofilen von Niedernwöhren, Haste und Resse, als auch im Randprofil von Moorberg beobachtet wurde. Mutterlose & Wiedenroth (1996) beschreiben aus den Aufschlüssen Haste und Resse die folgenden Taxa: *Aegocrioceras spathi*, *Aegocrioceras bicarinatum*, *Aegocrioceras quadratum*, *Aegocrioceras compressum*, *Aegocrioceras semicinatum*, *Aegocrioceras capricornu*.

Die Schichtenfolge in Resse ist in den unteren 9 m (Schichten 86, 88, 90, 92, 96, 97 unten) sehr reich an *Aegocrioceraten*. Nach Funden aus den neu angeschnittenen Konkretionslagen 86 und 88 (Abb. 7) dominieren in diesem tiefsten Abschnitt eng gerollte Formen, die hier als *Aegocrioceras semicinatum* und *Aegocrioceras capricornu* angesprochen werden. In den folgenden Konkretionslagen 90 und 92 treten hingegen weiter gerollte *Aegocrioceraten* auf, die dem Formenkreis um *Aegocrioceras rarocinctum* zugeordnet wurden. Aus Konkretionslage 96 schliesslich stammen weit gerollte Formen, *Aegocrioceras spathi*. Diese phylogenetische Linie belegt eine endemische Entwicklung, bei der zunächst eng gerollte Formen vorherrschen, die dann durch weit gerollte Arten ersetzt werden. In Resse, das im Bereich der Schichten 96 und 97 den Übergang von den *Aegocrioceras*-Schichten zu den überlagernden *Simbirskites*-Schichten erfasst, überlappen sich die endemischen *Aegocrioceraten* und die borealen *Simbirskiten* nur geringfügig; in Schicht 96 treten beide Gattungen übereinander auf (vgl. Abb. 6, rechter Teil). In Konkretionslage 98 wurden *Simbirskites concinnus*, *Simbirskites decheni* und *Simbirskites inversum* gefunden, in Schicht 99 Mitte vereinzelte Exemplare von *Simbirskites staffi* und in Schicht 100 dann häufig *S. staffi*, die Leitform der *S. staffi*-Zone. Die arktisch-boreale Ammonitenart *Simbirskites (Speetonicerus) inversum*, im unteren Ober-Hauterive von Speeton sehr häufig vertreten (Rawson 1971, Doyle 1989), ist aus NW-Deutschland häufiger nur aus den tiefen *Aegocrioceras*-Schichten des West- und Zentralteils des Niedersächsischen Beckens bekannt (Kemper et al. 1987) sowie aus den tiefen *Simbirskites*-Schichten von Resse (Schicht 98). Dieses biogeographische Muster macht eine langsame Einwanderung von *S. inversum* aus dem Nordwesten über Holland wahrscheinlich.



A

5 cm



B

2 cm



C

5 cm



D

5 cm



E

2 cm



F

5 cm

← **Abb. 7:** Ammoniten aus dem Profil Resse; *Aegocrioceras*-Schichten (Ober-Hauterive). Alle Exemplare Schicht 86. **A.** *Aegocrioceras semicinctum* (Roemer, 1841). **B, C.** *Aegocrioceras* sp. **D.** *Aegocrioceras capricornu* (Roemer, 1841). **E.** *Aegocrioceras bicarinatum* (Young & Bird, 1828). **F.** *Aegocrioceras compressum* Rawson, 1975.

*Crioceratites hildesiense* hat seinen Ersteintritt in Schicht 97 (40 cm über Basis) und tritt dann noch im höheren Teil des Profils (Schichten 102, 104) auf. Damit schliessen sich die tethyalen *Crioceratites* der *hildesiense* Gruppe und die endemischen *Aegocrioceras* in ihrer Verbreitung aus. *Spitidiscus rotula* schliesslich, eine tethyale Art, ist für Schicht 108 dokumentiert.

Die Befunde von Resse belegen, dass a) im tiefen Ober-Hauterive (*Aegocrioceras*-Schichten, *S. staffi*-Zone) endemische und boreale Ammoniten dominieren, b) sich die endemischen *Aegocrioceras* und die borealen Simbirskiten nur ganz geringfügig überlappen, c) sich endemische *Aegocrioceras* und tethyale *Crioceratites* ausschliessen, d) *Crioceratites* und andere tethyale Einwanderungsformen nur in einzelnen Migrationsschüben in den Borealbereich einwanderten. Sie kommen ausschliesslich in einzelnen Lagen vor, ohne eine durchgehende Verbreitung zu haben.

### Belemnitenfaunen (Abb. 8)

Die Belemnitenfaunen sind durch *Hibolithes jaculoides* gekennzeichnet, einer im Boreal heimisch gewordenen tethyalen Einwanderungsform. Konservative Vertreter mit deutlicher Taille im Aleolarbereich und Keulenbildung im Apikalbereich treten im gesamten Abschnitt auf. Daneben konnten in Schicht 97 mit *Acroteuthis rawsoni* auch vereinzelte Exemplare boreal-atlantischer Herkunft gefunden werden.

### 3.3 Hannover Flughafen (Abb. 1, 2, 9, 10, 11)

Im Zuge des Neubaus der S-Bahnstrecke am Flughafen Hannover wurden 1996 umfangreiche Ausschachtungsarbeiten durchgeführt. Dabei konnte im Bereich des S-Bahnhofes unmittelbar westlich des Terminals C und in dem sich direkt nordöstlich anschliessenden Streckenabschnitt bis auf die Höhe der Flughafenzufahrtsstrasse ein Profil aufgenommen werden. Koordinaten: 52°27.626N, 9°42.100E.

In der Trogstrecke war eine 25 m mächtige Folge mittel- bis dunkelgrauer Tonsteine mit zahlreichen kalkigen Konkretionslagen von 10-20 cm Dicke erschlossen (Abb. 9). Eine rhythmische Wechselfolge heller Mergel und dunkler Tone, wie sie für die zeitlich etwas jüngeren Serien des höchsten Hauterive von Frielingen typisch ist, war nur undeutlich entwickelt. Die Karbonatwerte sind insgesamt gering, sie schwanken zwischen < 1% und 12%.

Die Schichtenfolge, die in die *Simbirskites staffi*- und *Simbirskites gottschei*-Zonen des mittleren Ober-Hauterive zu stellen ist, führte eine reiche Makrofauna. In den Konkretionslagen der Schichten 99 - 114 kommen vor allem Arten der Ammonitengattungen *Simbirskites* und *Crioceratites* vor. *Simbirskites staffi*, die Leitform für die *S. staffi*-Zone, wurde in Schicht 99 beobachtet, *Simbirskites kayseri* in Schicht 114.

Eine Korrelation der Profile Resse und Hannover Flughafen ist mit Hilfe der Konkretionslagen 100 (Resse) bzw. 99 Mitte (Flughafen) möglich (Abb. 10). In beiden Profilen treten in diesem Horizont typische graue Konkretionen auf, die häufig *Simbirskites staffi* führen. Diese *S. staffi*-Lage wird hier als Korrelationshorizont genutzt. Weiterhin ist so ein stratigraphischer Abgleich mit zwei Profilabschnitten der Lokalität Haste (vgl. Mutterlose & Wiedenroth 1996) möglich (Abb. 10).

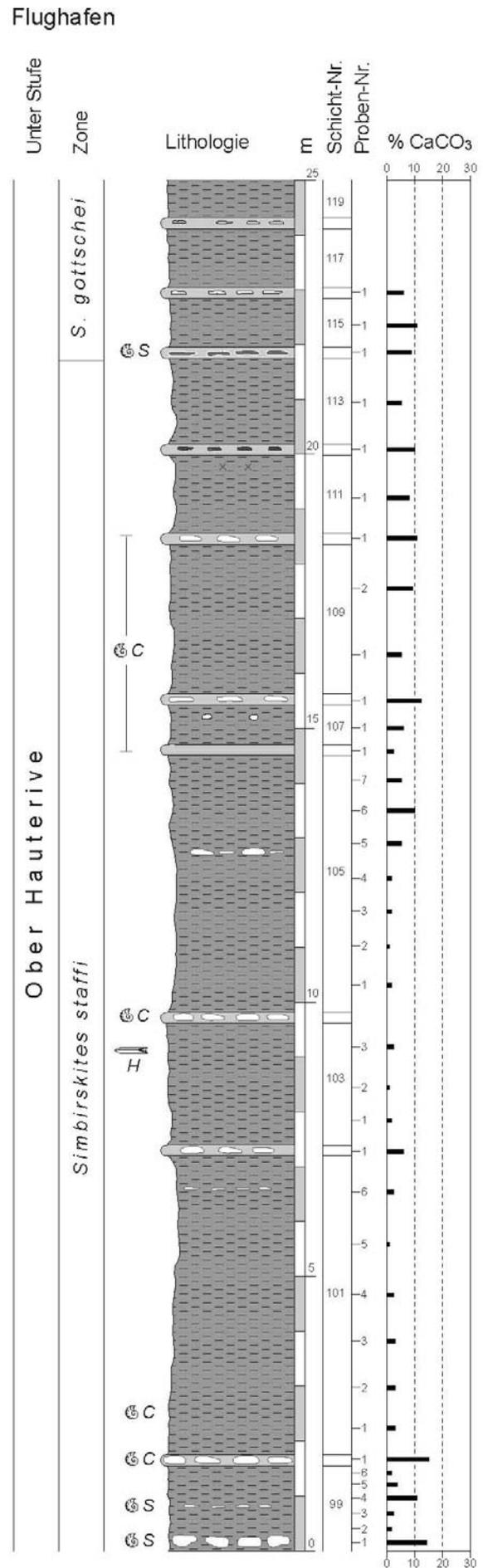
### Ammonitenfaunen (Abb. 11)

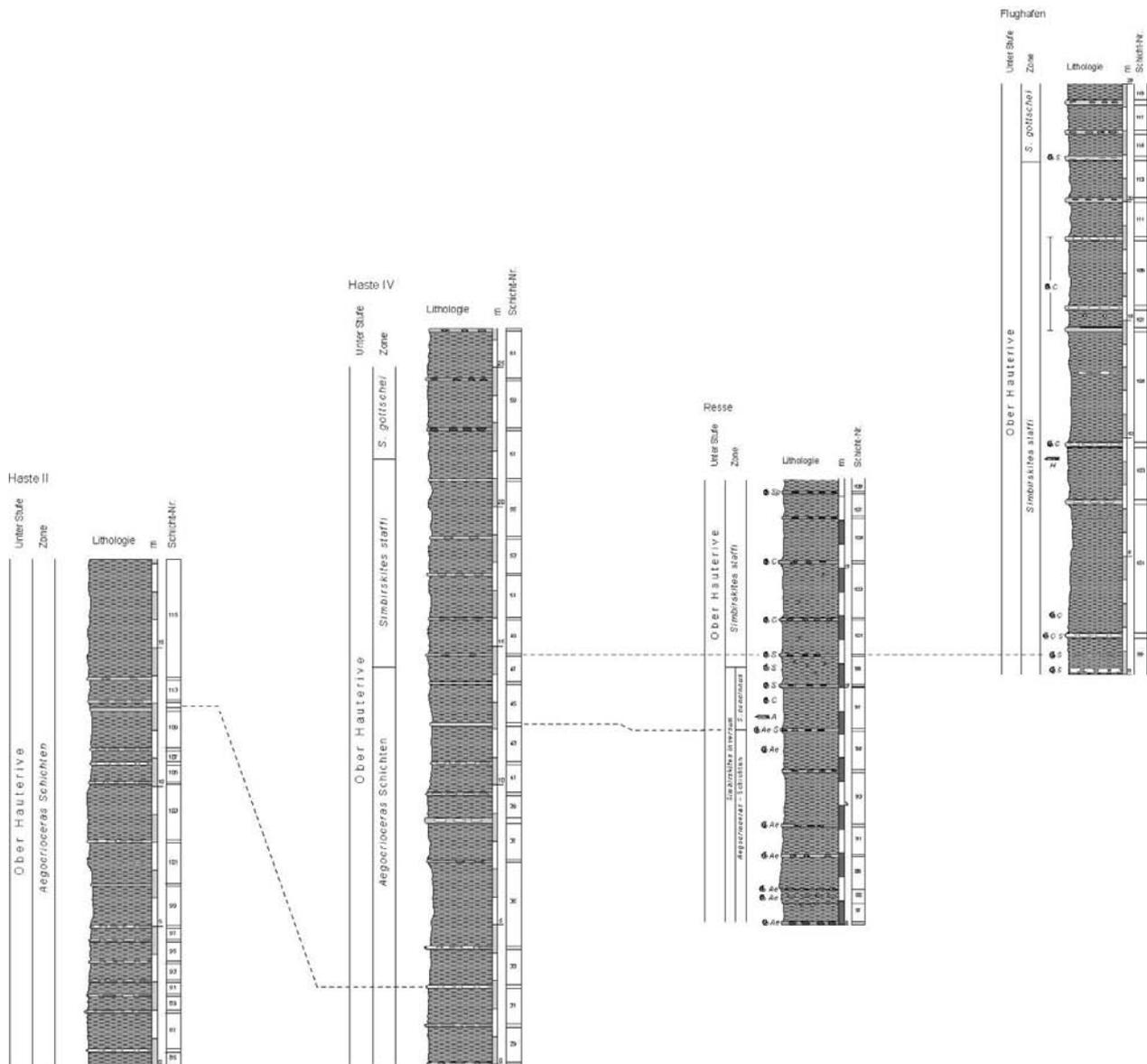
Neben den leitenden Simbirskiten wurden zahlreiche *Crioceratites* geborgen: *Crioceratites hildesiense* (Schicht 100), *Crioceratites seeleyi* (Schicht 101 unten) und *Crioceratites wermbteri* (Schicht 104). Im Abschnitt der Schichten 106 - 110 sind heteromorphe Ammoniten (*C. hildesiense*, *C. seeleyi*) häufig. Die *Crioceratites* im Profil Flughafen zeigen in ihrer Verbreitung nur geringe Überlappung mit den borealen Simbirskiten (Schicht 100), auch hier sind die *Crioceratites* auf einzelne isolierte Immigrationeschübe beschränkt.



**Abb. 8:** Belemniten aus dem Profil Resse. Links jeweils Lateralansicht, rechts Ventralansicht. Alle Exemplare 1:1. **A, B.** *Hibolithes jaculoides* Swinerton, 1936; *Aegocrioceras*-Schichten (Ober-Hauterive); Schicht 88.

**Abb. 9:** Lithologie und Biostratigraphie des Profils Hannover Flughafen. Legende vgl. Abb. 3.





**Abb.10:** Lithostratigraphische Korrelation der Profile Haste, Resse und Hannover Flughafen. Legende vgl. Abb. 3.

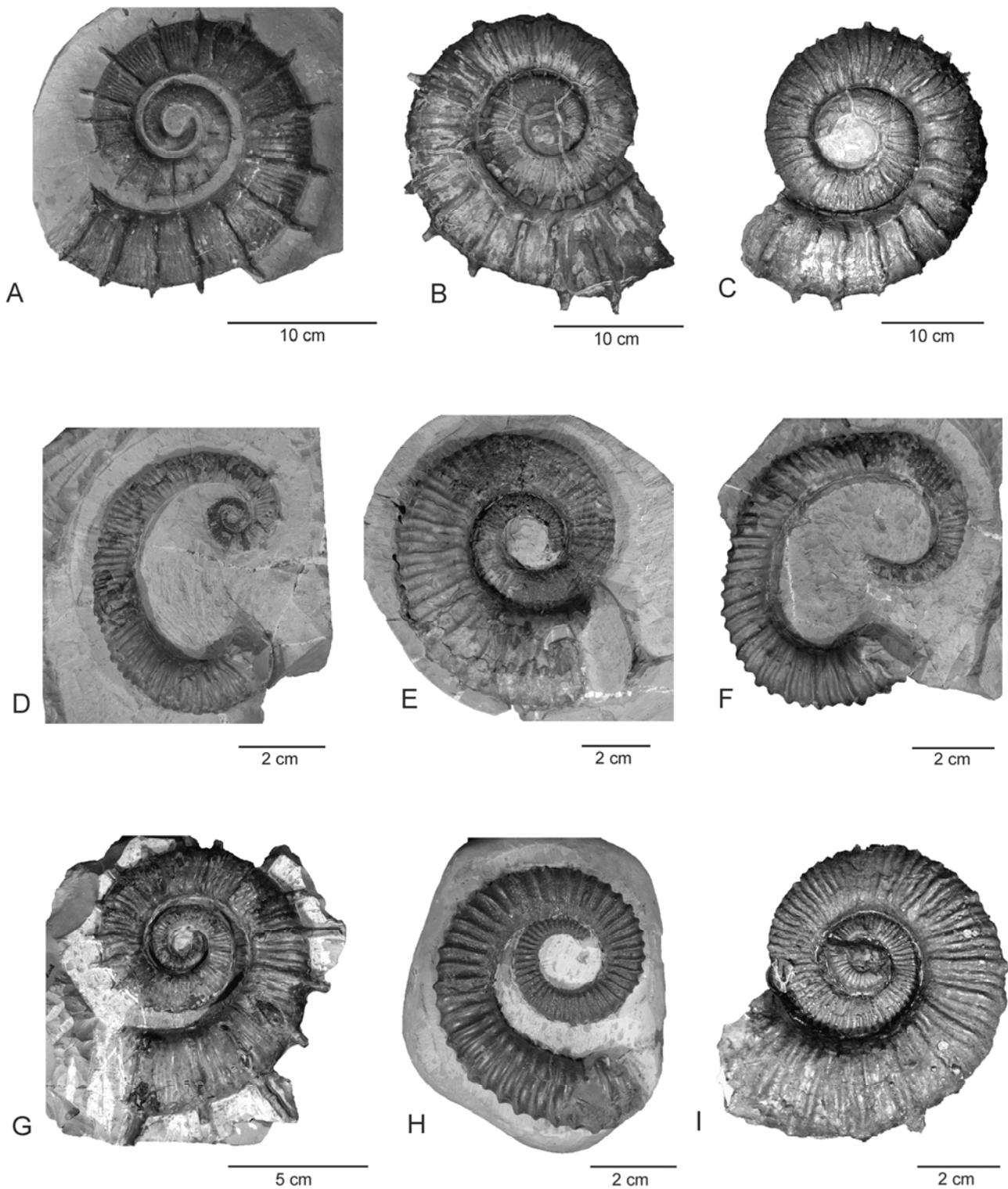
### 3.4 Hannover Waterloosäule (Abb. 1, 2, 12, 13, 14, 15)

#### Allgemeines

Im Verlauf der Ausbauarbeiten der U-Bahnstrecken 3 und 7 waren 1997 Sedimente des Unter-Hauterive auf Höhe der Waterloosäule in Hannover Zentrum erschlossen. Koordinaten: 52°21.905N, 9°43.536E bis 52°22.004N, 9°43.628E. Dieses nur kurzzeitig zugängliche Profil verlief in SW Richtung von der Waterloosäule auf die Legionsbrücke entlang der Lavesallee zu.

#### Lithologie und Stratigraphie

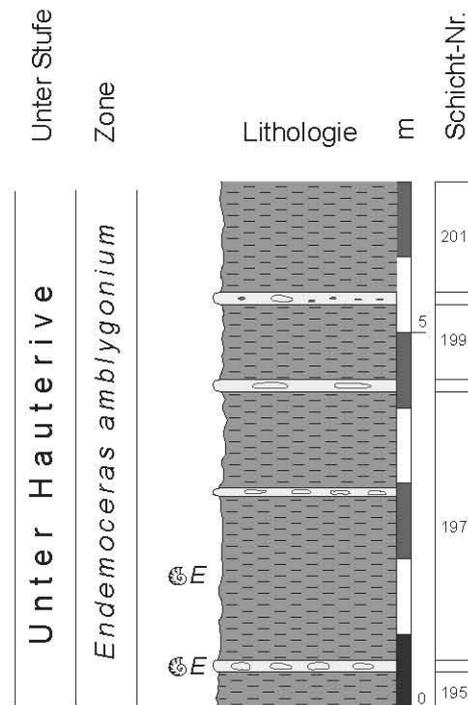
Die Tonsteinabfolge wird durch eine Störung in einen SW Abschnitt und einen mächtigeren NE Profiltail zerlegt, die beiden Profilabschnitte zeigen keine Überlappung (Abb. 12, 13). Der ca. 7 m mächtige SW Abschnitt und das 27 m mächtige NE Profil setzen sich aus dunklen Tonsteinen und bis 20 cm starken kalkigen Konkretionslagen zusammen. Pyrit ist nesterweise angereichert, die Karbonatwerte schwanken von 1% bis 30%.



**Abb.11:** Ammoniten aus dem Profil Hannover Flughafen; *S. staffi*-Zone (Ober-Hauterive). **A.** *Crioceratites wermbteri* (Koenen, 1902). **B, G.** *Crioceratites hildesiense* (Koenen, 1902). **C, E, H.** *Crioceratites* sp. **D, F.** Mikroconch von *Crioceratites*. **I.** *Crioceratites seeleyi* (Neumayr & Uhlig, 1881).

Beide Profilabschnitte führten in den Konkretionslagen aber auch im Tonstein eine reiche Ammonitenfauna, die biostratigraphisch der *Endemoceras amblygoniu*- und *Endemoceras noricum*-Zone des Unter-Hauterive zugeordnet werden kann. Weiterhin wurden Serpeln, Bivalven (Austern, *Camptonectes*, *Thracia*), Nautiliden, Belemniten (*Acroteuthis*), Krebse und Wirbel von *Elasmosaurus* beobachtet.

## Waterloosäule SW



**Abb. 12:** Lithologie und Biostratigraphie des Profils Hannover Waterloosäule SW. Legende vgl. Abb. 3.

### Ammonitenfaunen (Abb. 14, 15)

In beiden Profilabschnitten wurde eine reiche pyritisierte Ammonitenfauna mit *Endemoceras amblygonium*, *Endemoceras noricum*, *Distoloceras roemeri*, *Distoloceras hystrix*, *Acanthodiscus radiatus*, *Acanthodiscus vaceki* und *Leopoldia* sp. geborgen (Abb. 14, 15). Die häufigen Funde der Gattung *Acanthodiscus*, die in der Randfazies sehr selten ist, deutet auf einen küstenferneren Ablagerungsraum hin. Die Küstenlinie dürfte ca. 50km weiter südlich im Bereich Hildesheim gelegen haben. *Endemoceras* entwickelte sich im Unter-Hauterive des südlichen Borealgebietes (NW Deutschland, NE England) endemisch aus tethyalen Einwanderungsformen (Thiermann 1963) und bildet mit den Arten *Endemoceras amblygonium*, *Endemoceras noricum* und *Endemoceras regale* eine fließende phylogenetische Reihe. Wie bereits Kemper et al. (1981) klarstellten, sind die Gattungen *Lyticoceras* und *Endemoceras* nicht identisch, damit besitzt die Gattungsbezeichnung *Endemoceras* nach wie vor Gültigkeit.

Da marine Migrationsrouten existierten, könnte diese endemische Entwicklung im Zusammenhang mit einer hauterivezeitlichen Abkühlungsphase gestanden haben. Sauerstoffisotopenbefunde (Podlaha et al. 1998, Weissert & Erba 2004) belegen eindrucksvoll einen globalen Abkühlungstrend für das Valangin und Hauterive, der eine Zuwanderung tethyalen Taxa in den Borealbereich im größeren Umfang erschwert haben könnte. Kurzfristige Einwanderungsschübe von tethyalen Formen belegen allerdings die Funde von *Acanthodiscus*, *Distoloceras* und *Leopoldia*, drei Gattungen, die in der Tethys häufig sind. Diese Gattungen werden allerdings nicht mit eigenen endemischen Arten in NW Europa heimisch

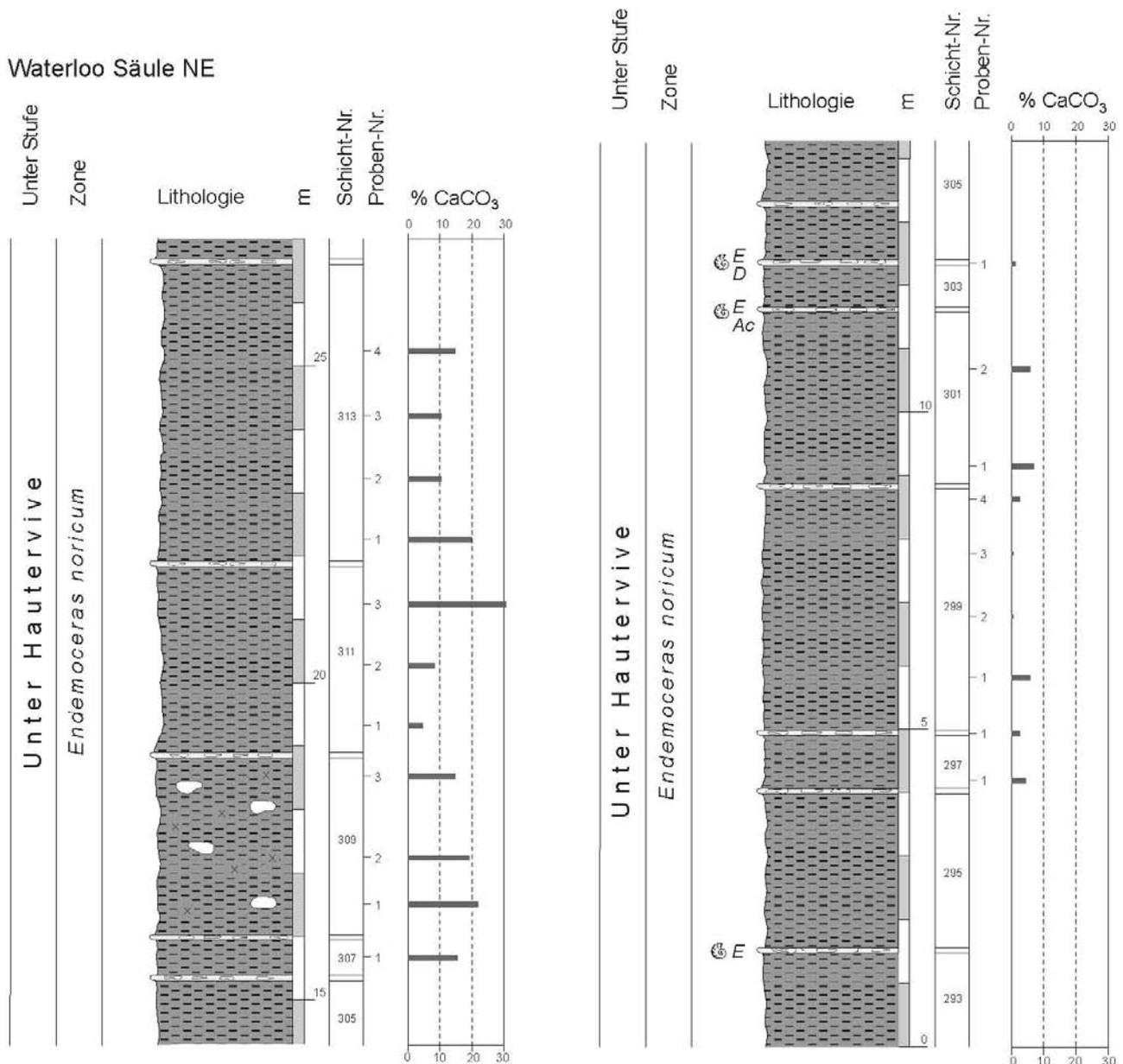
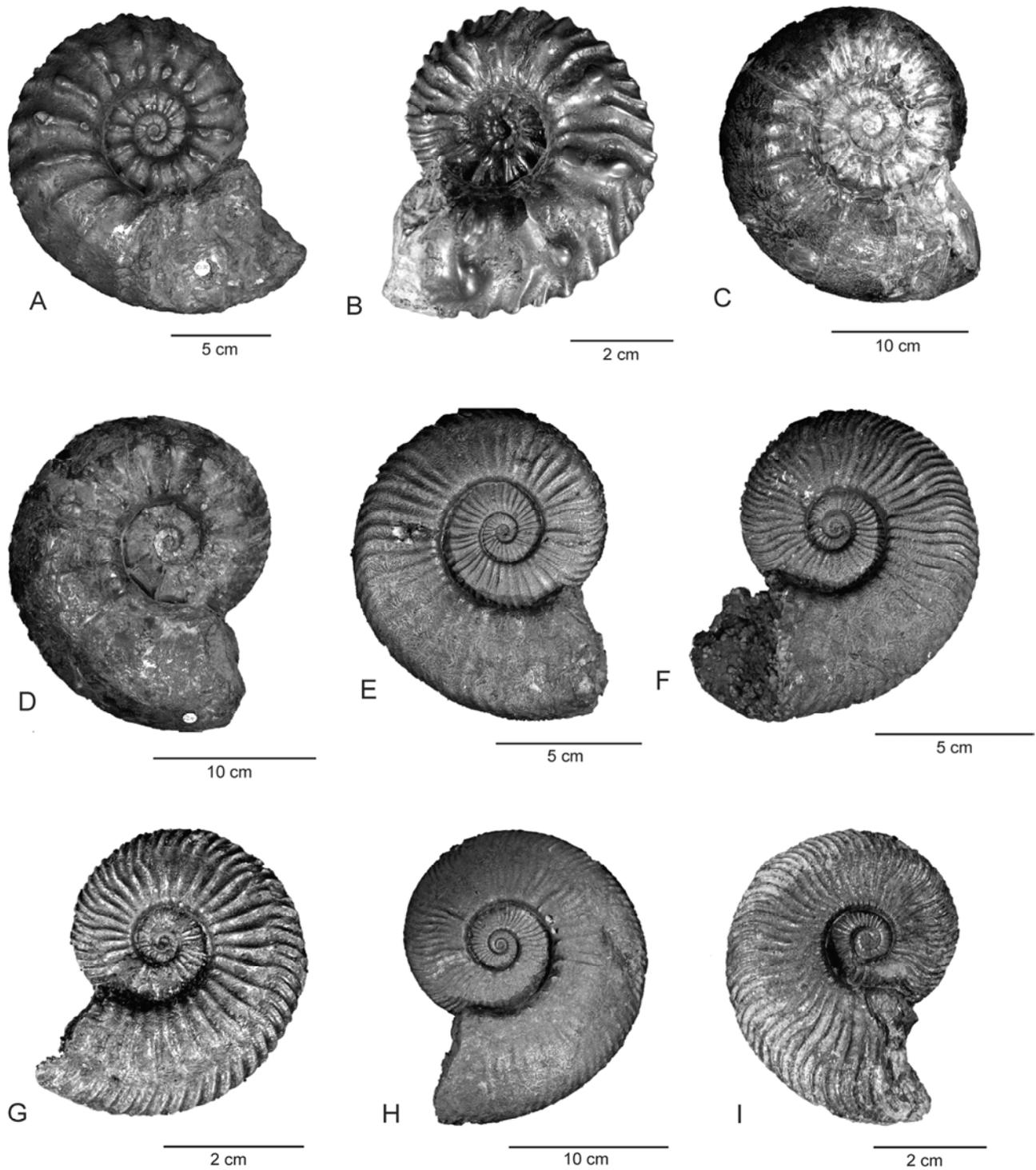


Abb. 13: Lithologie und Biostratigraphie des Profils Hannover Waterloosäule NE. Legende vgl. Abb. 3.

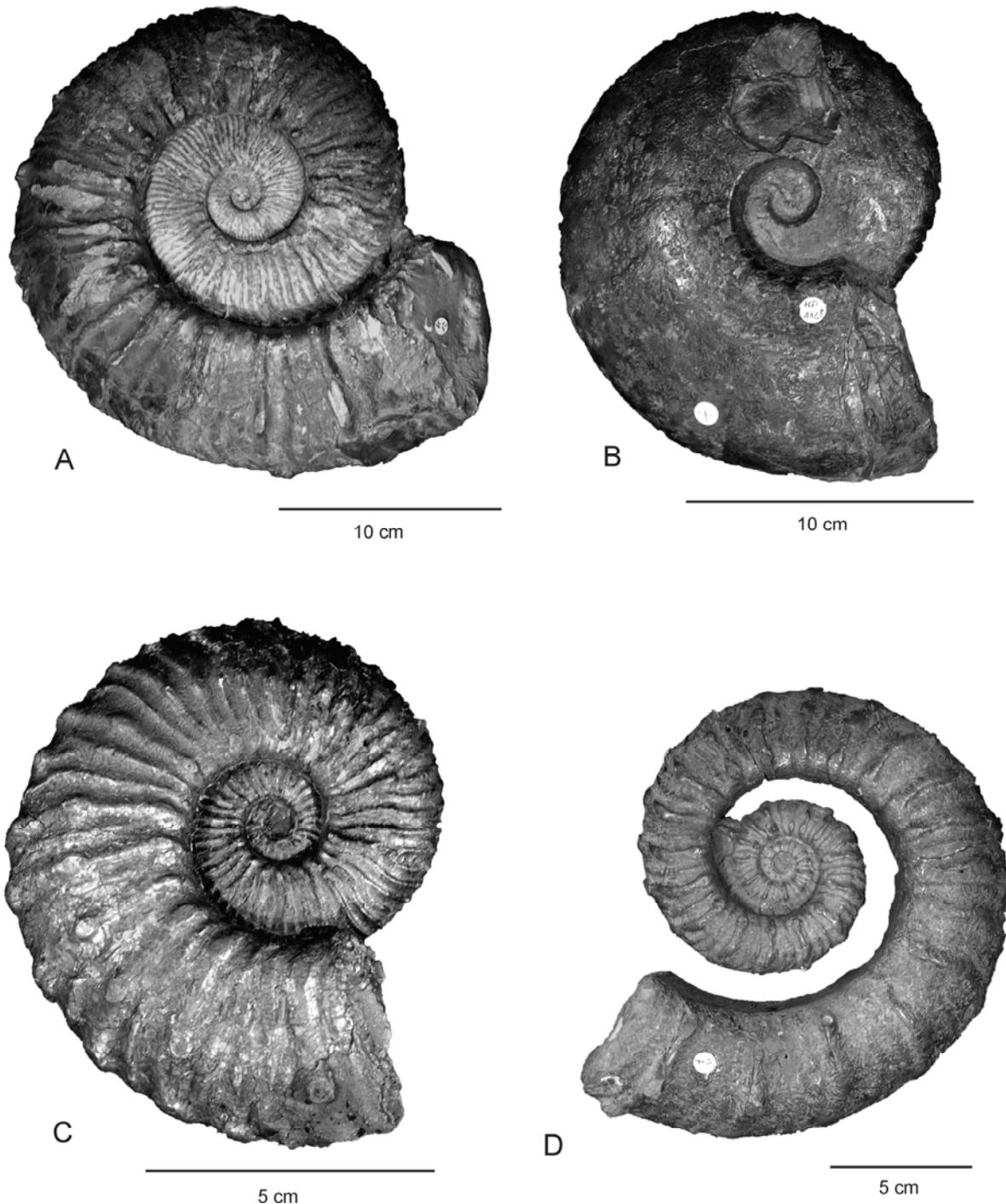
### 3.5 Klein Schöppenstedt (Abb. 1, 2, 16, 17, 18)

#### Allgemeines

Entlang der Autobahntrasse A39 etwa 3 km östlich Braunschweig wurde 2005 etwa 500 m südlich der Ortschaft Klein Schöppenstedt ein 103 m mächtiges Unter-Kreide Profil (Barrême bis Unter-Apt) aufgenommen. Koordinaten: 52°14.819 N, 10°36.657 E bis 52°14.845 N, 10°36.322 E. Südwestlich von Klein Schöppenstedt werden in dem Autobahneinschnitt Sedimente des Bathonium von *Aegocrioceras*-Schichten überlagert, darüber liegen Tonsteine des Ober-Hauterive. In östliche Richtung schliessen sich Ton- und Mergelsteine des Barrême und Apt an, die etwa 200 m weiter östlich von Quartär bedeckt werden. 1,5 km weiter östlich, nördlich von Cremlingen, wiederholt sich die Unterkreidesequenz von Westen nach Osten in umgekehrter Abfolge. Mergeliges Apt und der Fischechiefer werden von dunklen tonigen Sedimenten des Barrême überlagert. Im Bereich dieses Abschnittes der A39 Trasse, in dem bei Begehungen Oxyteuthiden der *brunsvicensis-germanica*-Gruppe aufgesammelt wurden, ist der am Naturkundemuseum in Braunschweig aufbewahrte Rest eines Ichthyosauriers geborgen worden. Damit stammt dieser Fund aus dem höheren Barrême.



**Abb. 14:** Ammoniten aus dem Profil Hannover Waterloosäule; *E. amblygonium*-Zone (Unter-Hauterive). **A, B, C.** *Acanthodiscus radiatus* (Bruguières, 1789). **D.** *Acanthodiscus vaceki* (Neumayr & Uhlig, 1881). **E, F, G, H.** *Endemoceras amblygonium* (Neumayr & Uhlig, 1881). **I.** *Endemoceras noricum* (Roemer, 1836).



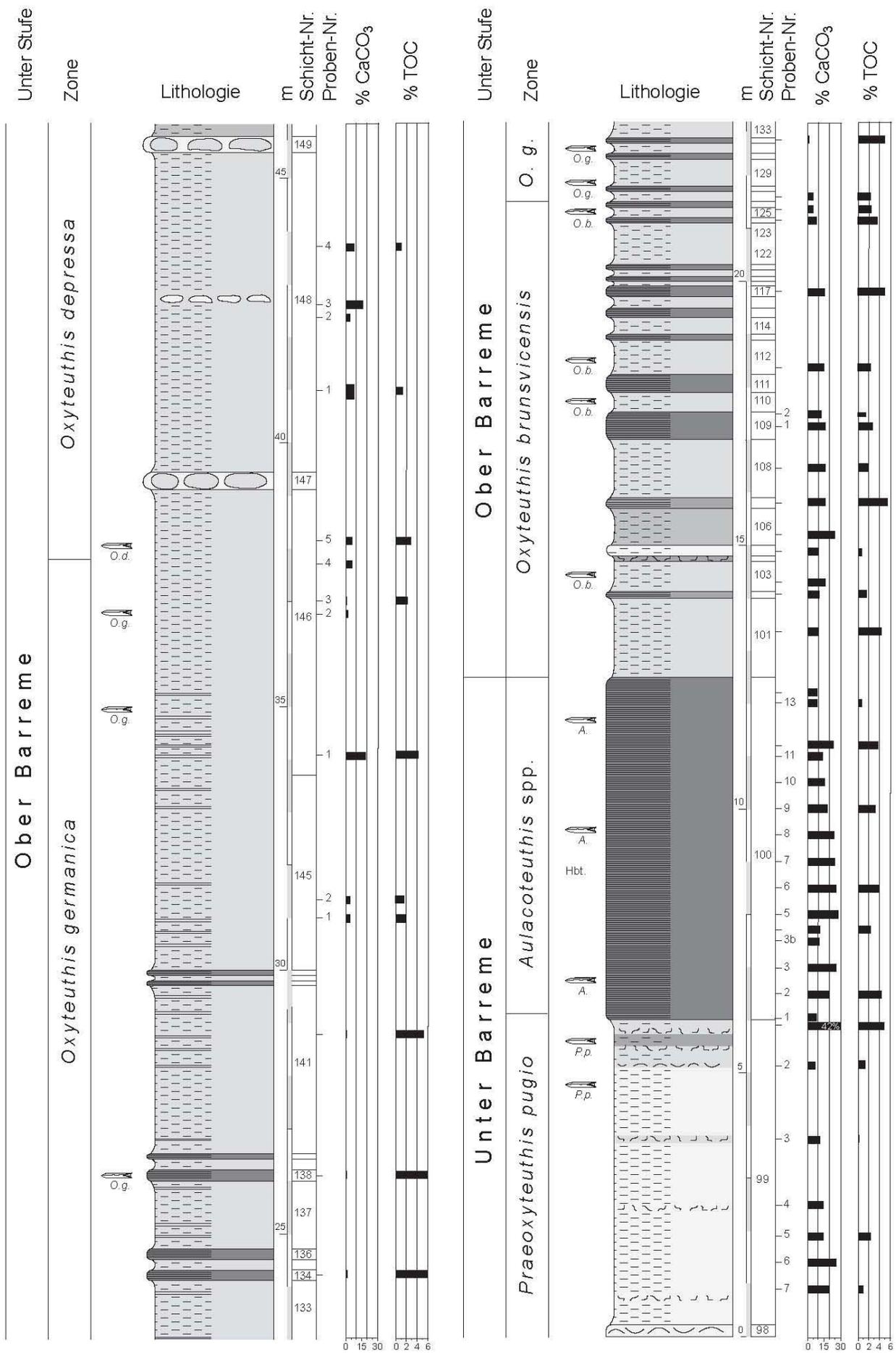
**Abb. 15:** Ammoniten aus dem Profil Hannover Waterloosäule; *E. amblygonium*-Zone (Unter-Hauterive). **A.** *Endemoceras longinodum* (Neumayr & Uhlig, 1881). **B.** *Leopoldia* sp. **C.** *Distoloceras* sp. **D.** *Distoloceras roemeri* (Neumayr & Uhlig, 1881).

### Lithologie und Biostratigraphie

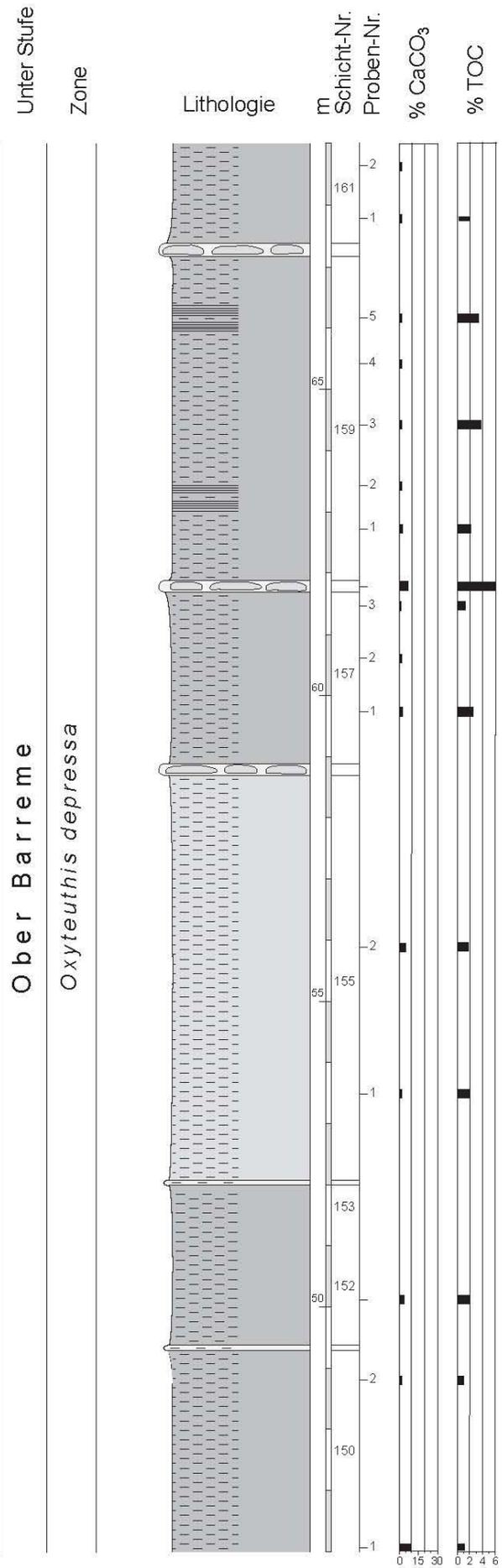
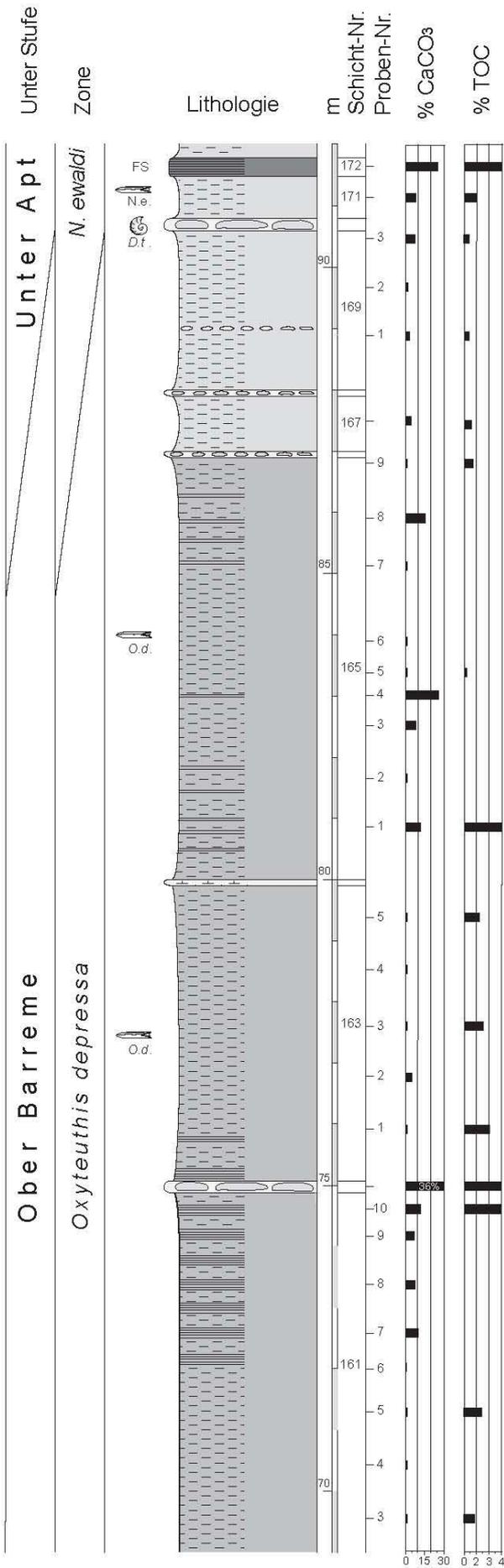
Das Unter-Barrême besteht aus 12,5 m mächtigen mittel- bis dunkelgrauen Tonsteinen, die im höheren Teil durch 6,5 m mächtige feinlaminierte CaCO<sub>3</sub> reiche Schwarzschiefer (=Hauptblättert) gekennzeichnet werden (Abb. 16).

**Abb. 16:** Lithologie und Biostratigraphie des Profils A39 (Klein Schöppenstedt). *P.* = *Praeoxyteuthis pugio*, *A.* = *Aulacoteuthis*, *O. b.* = *Oxyteuthis brunsvicensis*, *O. g.* = *Oxyteuthis germanica*, *O. d.* = *Oxyteuthis depressa*, *D. t.* = *Deshayesites tenuicostatus*, *N. e.* = *Neohibolites ewaldi*. → folgende Seiten.

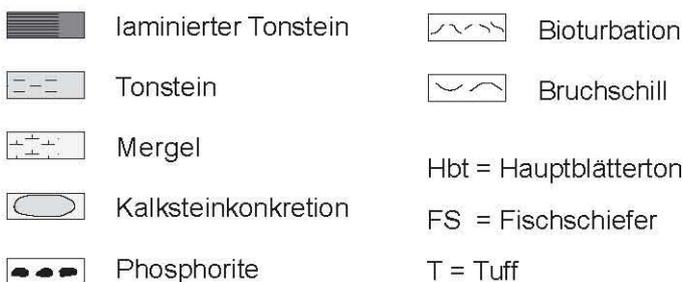
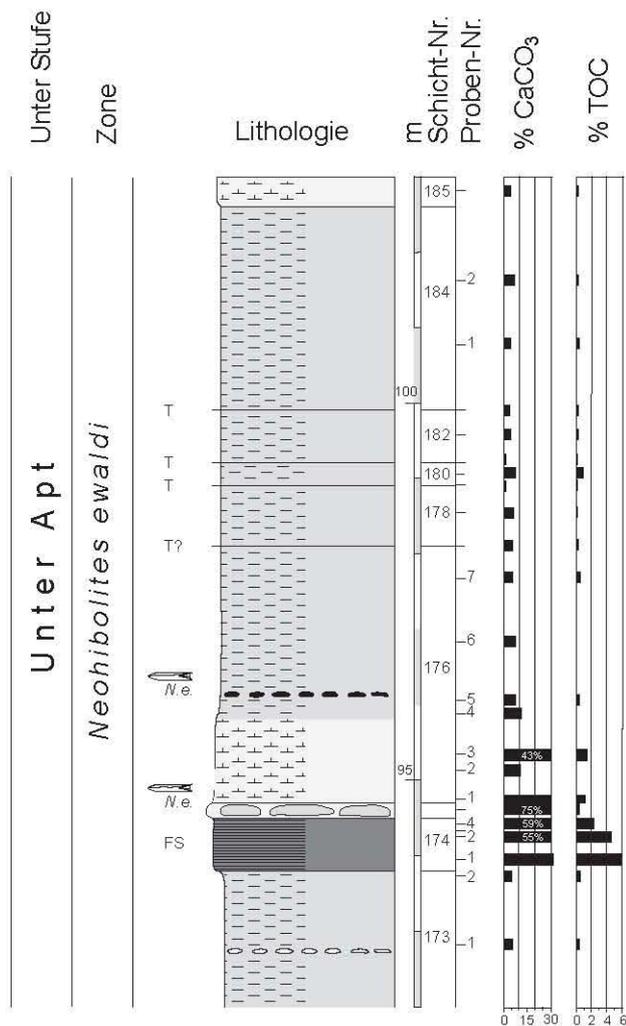
Klein Schöppenstedt 1



Klein Schöppenstedt 2



## Klein Schöppenstedt 3



Die Mächtigkeit des Ober-Barrême (72.5 m bzw. 78 m) konnte nicht genau bestimmt werden, da der Barrême/Apt Grenzbereich durch einen 5.5 m mächtigen Intervall gekennzeichnet ist. Das Ober-Barrême besteht aus dunklen Tonsteinen und laminierten Schwarzschieferhorizonten in Dezimeterstärke. Die obersten 12.5 m der Abfolge bestehen aus dunklen Tonsteinen, zwei laminierten Schwarzschieferlagen (Schichten 172, 174), einer Phosphoritlage, drei dünnen 1-2 cm starken Tuffhorizonten (Schichten 179, 181, 183) und hellen Mergeln, die stratigraphisch dem Unter-Apt angehören. Die Karbonatwerte im Barrême liegen zwischen 5% und 42%, wobei die Maxima eindeutig in den laminierten Schwarzschiefern liegen. Damit handelt es sich hier eher um Blätterttonmergel. Auch die beiden laminierten Blätterttonhorizonte des Unter-Apt (Schichten 172, 174) zeigen hohe Karbonatwerte bis zu 75%. Sie entsprechen dem Fischechiefer, der ein Äquivalent des Oceanic Anoxic Event 1a (OAE1a) darstellt.

Aus der Abfolge wurde eine aus 89 Exemplaren bestehende Belemnitenfauna horizontal geborgen, die eine detaillierte Zonierung erlauben. Die untersten 6 m (Schichten 98, 99) lassen sich über Funde von *Praeoxyteuthis pugio* der *P. pugio*-Zone des Unter-Barrême zuordnen. Der 6,5 m mächtige Hauptblättertton

(Schicht 100) gehört der *Aulacoteuthis*-Zone an. Das Ober-Barrême ist vollständig entwickelt, belegt mit der *Oxyteuthis brunsvicensis*-Zone (Schichten 101 bis 126), der *Oxyteuthis germanica*-Zone (Schichten 127 bis 146 Mitte) und der *Oxyteuthis depressa*-Zone (Schichten 146 Mitte bis 165 oben bzw. 169 Top). Schicht 170 ist durch eine relativ reiche Ammonitenfauna mit *Deshayesites tenuicostatus* und anderen Taxa gekennzeichnet, die das Unter-Apt kennzeichnen. Der Belemnit *Neohibolites ewaldi* tritt erstmalig in Schicht 171 kurz unterhalb des Fischeschiefers auf.

Eine geochemische Analyse ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ , Mg/Ca) der Belemniten des Profils Klein Schöppenstedt belegen eindrucksvoll die paläoklimatische Entwicklung des Barrême und Unter-Apt (Mutterlose et al. 2009). Das Sauerstoffisotopen Signal zeigt für das ca. 5 Mio Jahre lange Barrême Paläotemperaturvariationen. Das tiefe Unter-Barrême (*Praeoxyteuthis pugio*-Zone) ist durch eine kühle Phase mit  $\delta^{18}\text{O}$  Werten von - 1.2‰ bis 0.3‰ (16°C bis 10°C) gekennzeichnet, wobei die meisten Werte bei - 0.2‰ (12°C) liegen. Die *P. pugio*-Kaltzeit, die sich in das Hauterive erstreckt, wird durch ein markantes Erwärmungsereignis im oberen Unter-Barrême (*Aulacoteuthis*-Zone) abgelöst. Diese *Aulacoteuthis*-Warmzeit, die  $\delta^{18}\text{O}$  Daten von - 2‰ bis - 1‰ (20°C bis 16°C) zeigt, ist ein zeitlich relativ kurzzeitiges Ereignis, das im gesamten Becken einhergehend mit anoxischen Bodenwasserbedingungen. Diese resultierten in der Ablagerung TOC reicher laminiertes Ton-Mergelsteine. Für diese Warmzeit lassen sich die höchsten T°C für den gesamten Valangin - Barrêmeabschnitt rekonstruieren. Ein dritter Klimaabschnitt, die Ober-Barrême Kaltphase kennzeichnet die *Oxyteuthis brunsvicensis*-, *Oxyteuthis germanica*- und *Oxyteuthis depressa*-Zonen. Die  $\delta^{18}\text{O}$  Daten nehmen kontinuierlich auf Werte von 0‰ (12°C) im Ober-Barrême zu.

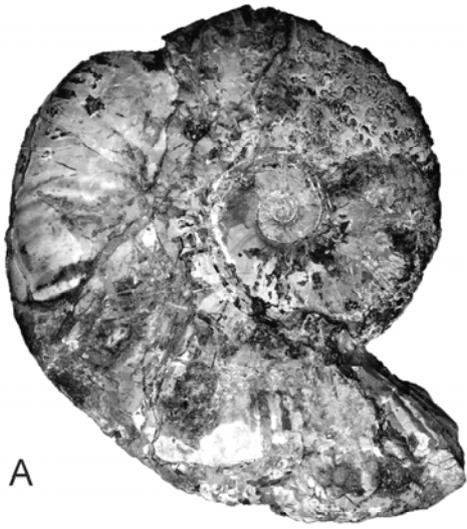
### Ammonitenfaunen (Abb. 17)

Die barrêmezeitliche Abfolge zeichnet sich durch das Fehlen von Ammoniten aus, die aus anderen benachbarten Fundorten relativ gut dokumentiert sind (Profil Gott). Im frühen Apt entstehen zwei neue Ammonitenfamilien, die Deshayesitaceae und die Douvilleicerataceae. In NW-Europa (NW Deutschland, S England) markiert das Auftreten der Gattung *Deshayesites* die Basis des Apt (Kemper 1967, 1970), die inzwischen auch aus Frankreich bekannt sind (Delanoy 1991). So kommt z.B. bei Bédoule *Deshayesites* direkt über den letzten Vertretern der Gattung *Colchidites*, die typisch für das Barrême ist, vor. Im Profil Klein Schöppenstedt konnte in der Lage 170 eine reiche Ammonitenvergesellschaftung mit *Deshayesites tenuicostatus*, *Deshayesites lestrangei*, *Aconeceras nisoides* und *Ancyllocera urbani* geborgen werden. Diese Assoziation entspricht in ihrer Zusammensetzung typischen Faunen des frühen Apt und kann damit der *D. tenuicostatus*-Zone des Unter-Apt zugeordnet werden. Der Fischeschiefer oder das OAE 1a kann damit biostratigraphisch in die *D. tenuicostatus*-Zone eingestuft werden. Eine detaillierte Darstellung der Ammonitenfaunen des frühen Apt geben Casey (1964), Kemper (1971, 1995) und Raisossadat (2004).

### Belemnitenfaunen (Abb. 18)

Die individuen- und artenreiche Belemnitenfolge aus dem Profil Klein Schöppenstedt bestätigt die von Stolley (1925), Mutterlose (1983) und Mutterlose & Baraboshkin (2003) für NW Europa beschriebene phylogenetische Reihe: *Praeoxyteuthis pugio* (Unter-Barrême) - *Aulacoteuthis* spp. (mit *Aulacoteuthis speetonensis* - *Aulacoteuthis ernsti* - *Aulacoteuthis compressa* - *Aulacoteuthis descendens*; alle oberes Unter-Barrême) - *Oxyteuthis brunsvicensis* (unteres Ober-Barrême) - *Oxyteuthis germanica* (mittleres Ober-Barrême) - *Oxyteuthis depressa* (oberstes Barrême). *O. depressa*, die letzte Belemnitenart des Barrême, ist das häufigste Makrofossil in den dunklen Tönen der Beckenfazies. Diese *Praeoxyteuthis* - *Aulacoteuthis* - *Oxyteuthis*-Reihe ist endemisch für den südlichen Nordseeraum (NE England, N Deutschland), sie tritt nicht in der Tethys auf. Kleinwüchsige Arten der Gattung *Hibolithes* (*Hibolithes minutus*) treten nur untergeordnet auf. Damit erhalten die Belemnitenfaunen des Barrême eine stark endemische Prägung.

**Abb. 17:** Ammoniten aus dem Profil A39 (Klein Schöppenstedt); *N. ewaldi*-Zone (Unter-Apt). Alle Exemplare aus Schicht 170. **A.** *Deshayesites lestrangei* (Casey, 1963). **B, C, D.** *Deshayesites tenuicostatus* (Koenen, 1902). **E, F.** *Ancylloceras urbani* (Neumayr & Uhlig, 1881) **E.** Externseite. **F.** Lateralseite. →



A

5 cm



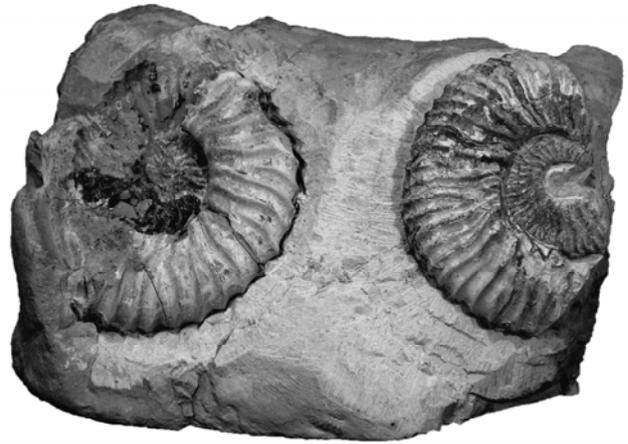
B

2 cm



C

2 cm



D

5 cm



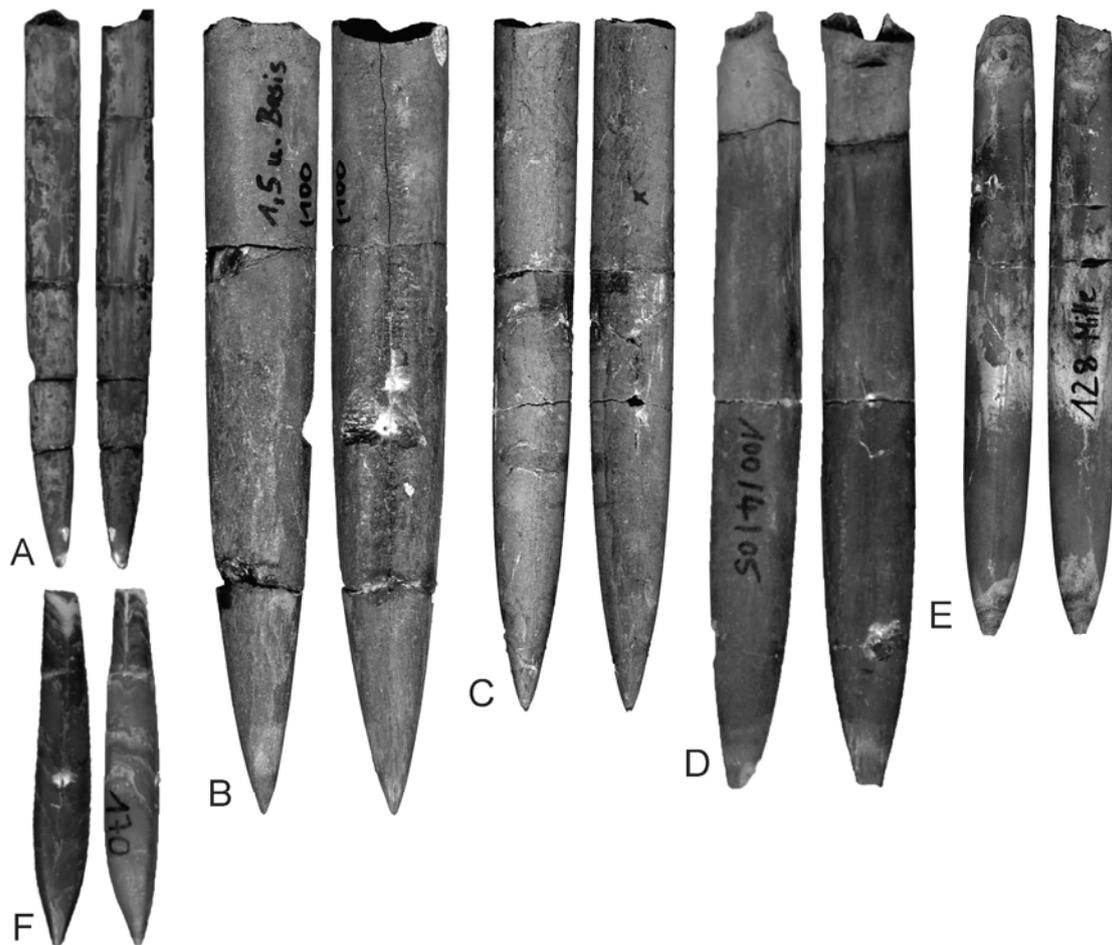
E

2 cm



F

5 cm



**Abb. 18:** Belemniten aus dem Profil A39 (Klein Schöppenstedt). Links jeweils die Lateralansicht, rechts die Ventralansicht. Alle Exemplare 1:1. **A, D.** *Aulacoteuthis compressa* Mutterlose, 1983; *Aulacoteuthis*-Zone (Unter-Barrême); Schicht 100. **B.** *Aulacoteuthis ernsti* Mutterlose & Baraboshkin, 2003; *Aulacoteuthis*-Zone (Unter-Barrême); Schicht 100. **C.** *Oxyteuthis brunsvicensis* (Strombeck, 1861); *O. brunsvicensis*-Zone (Ober-Barrême); Schicht 110. **E.** *Oxyteuthis germanica* Stolley, 1925; *O. germanica*-Zone (Ober-Barrême); Schicht 128 Mitte. **F.** *Neohibolites ewaldi* (Strombeck, 1861); *N. ewaldi*-Zone (Unter-Apt); Schicht 170.

Im Unter-Apt zeichnen sich für die Belemniten ähnlich einschneidende Veränderungen ab wie für die Ammoniten. Vertreter der Unterordnung Belemnitina (*Oxyteuthis*), die im borealen Barrême häufig waren, werden durch die Unterordnung Belemnopseina (*Neohibolites*) ersetzt. Der von Stolley (1926) aus dem untersten Apt NW-Deutschlands aufgeführte *Oxyteuthis senilis* konnte von uns im Profil Klein Schöppenstedt nicht bestätigt werden, danach stirbt die gesamte Unterordnung der Belemnitina im obersten Barrême aus. Die Belemnitenassoziationen des Apt NW-Deutschlands bestehen überwiegend aus Vertretern der kosmopolitischen Gattung *Neohibolites*, die ursprünglich tethyalen Herkunft ist. Im Profil Klein Schöppenstedt kommen früheste Exemplare von *Neohibolites ewaldi* direkt unterhalb des unteren Fischschieferhorizontes in Schicht 171 vor und belegen damit eindrücklich die Einwanderung tethyalen Formen vor der Bildung des OAE 1a.

#### 4. Laminierte Sedimente

Bei den Blättertonen des Barrême und dem Fischschiefer des Unter-Apt handelt es sich um feingeschichtete Sedimente, die aus einer Wechselfolge heller und dunkler Laminae bestehen. Für diese laminierten Sedimente liegen eine Reihe von sedimentologisch-geochemischen (Kemper & Zimmerle 1978, Gaida et al. 1981), mikropaläontologischen (Michael 1967, Keupp & Michael 1979, Below & Kirsch 1997, Keupp & Mutterlose 1994), makropaläontologischen (Mutterlose 1983) und jüngst auch geochemisch-ozeanographischen Arbeiten vor (Mutterlose et al. 2009), auf die hier verwiesen sei.

Älteste geringmächtige Blättertone sind aus dem untersten Barrême von Frielingen bekannt. Hier konnten insgesamt fünf jeweils 20-50 cm starke, laminierte Horizonte ausgehalten werden, die biostratigraphisch der *P. pugio*-Zone des Unter-Barrême zu zuordnen sind. Im Unter-Barrême sind die Blättertone dann mit dem Hauptbläterton des hohen Unter-Barrême (*Aulacoteuthis*-Zone) weit verbreitet, im Ober-Barrême schliesst sich eine typische Wechselfolge laminiertes Tonsteinhorizonte und dunkler Tonsteine an. Im Unter-Apt treten zunächst noch eine Reihe von geringmächtigen Blättertonlagen auf, die ihren Abschluss in dem mehrere Meter mächtigen Fischschiefer finden, der in Klein Schöppenstedt in zwei Laminitlagen zerfällt. Über diesem zeitlich jüngsten Laminithorizont folgen die bunten Hedbergellenmergel.

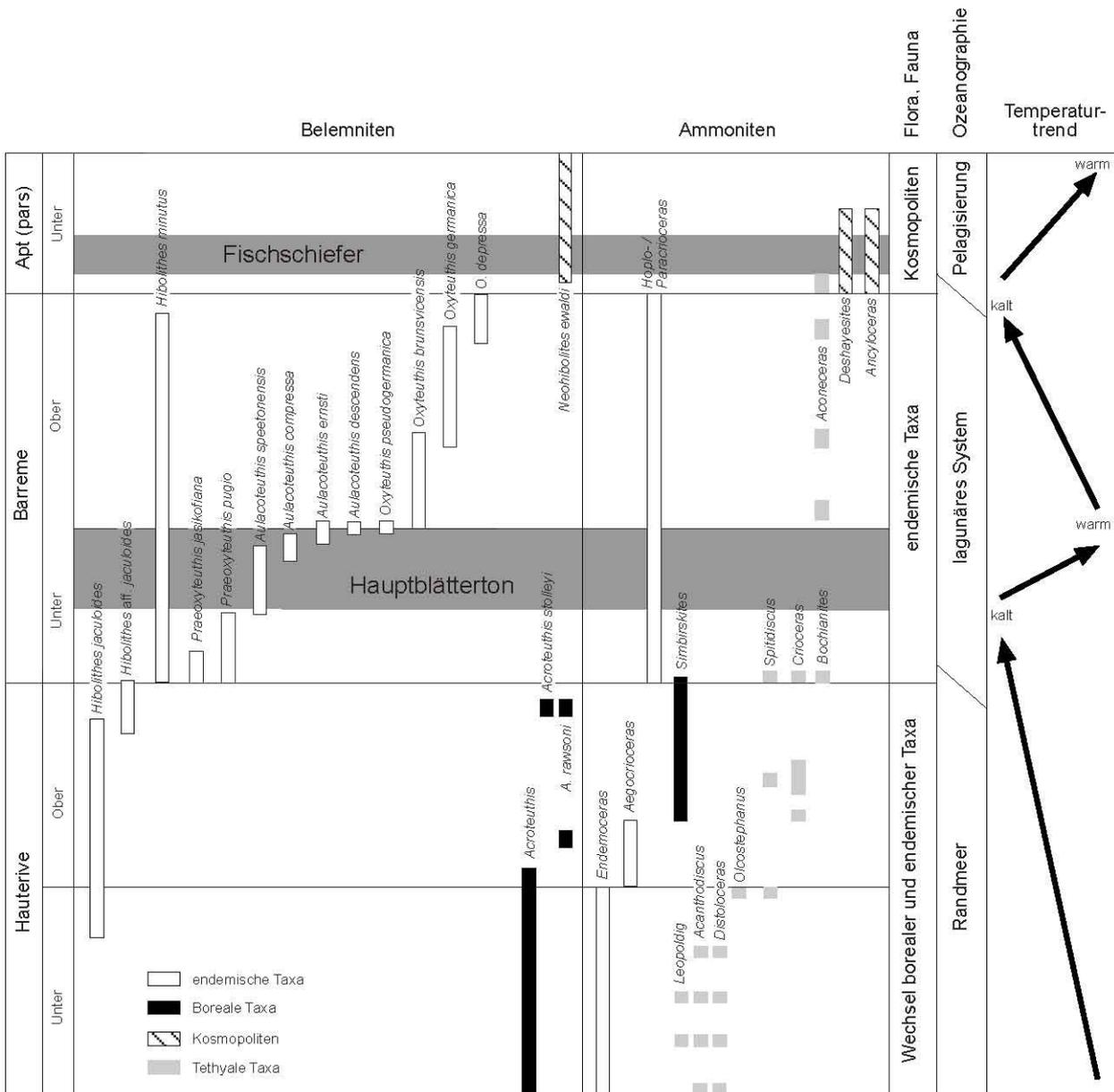
In der Beckenfazies des Profils Frielingen, das ungefähr 30 km südlich der Pompeckj'schen Schwelle und 60 km nördlich der Hildesheimer Halbinsel liegt, setzen die Blättertone in der *P. pugio*-Zone des tiefen Unter-Barrême ein. Im Aufschluss Gott, der sich ungefähr 20 km nördlich der Hildesheimer Halbinsel befindet und somit ein Profil des südlichen Beckenrandes darstellt, treten die frühesten Blättertone hingegen erst im hohen Unter-Barrême (*Aulacoteuthis*-Zone) auf. Da hier ein lückenloses Profil vom hohen Hauterive bis in das Barrême hinein vorliegt, setzten die anoxischen Verhältnisse somit an den Beckenrändern, in Abhängigkeit von der benutzten Zeitskala, eine (Haq et al. 1988) bis drei Millionen Jahre (Gradstein et al. 1994) später ein als im Beckenzentrum. Diese differenzierte Blättertonentwicklung setzt sich durch das gesamte Barrême hin fort. Die lithologische Ausbildung der Beckenprofile Rethmar und Hoheneggelsen belegt, dass es im Becken im gesamten Barrême wiederholt zur Bildung von Blättertonen kam. Die Mächtigkeit der einzelnen Blättertonlagen variiert im Beckenzentrum zwischen 6 m und 2 m im unteren Barrême bzw. zwischen 0,3 m und 0,2 m im oberen Barrême. Deutlich wird eine Abnahme der Blättertonmächtigkeiten in das Ober-Barrême. Im tiefen Apt (*D. tenuicostatus*-Zone) kam es dann nochmals zur Ablagerung einer mächtigeren Laminitserie. Mit ein bis vier Metern erreicht der Fischschiefer, das zeitlich letzte Glied der Barrême- und Aptlaminiten, nochmals erhebliche Mächtigkeiten. Im Barrême-/Aptgrenzbereich änderten sich die paläogeographischen Rahmenbedingungen bereits vor Ablagerung des Fischschiefers einschneidend.

Die  $\delta^{18}\text{O}$  Befunde lassen drei klimatische Trends erkennen. Eine Kaltzeit des frühen Barrême (*P. pugio*-Zone) weist Werte von - 1.2‰ bis 0.3‰ (16°C to 10°C; SMOW=-1) auf, wobei die meisten Daten um 0.2‰ (12°C; SMOW=-1) liegen. Es folgt die *Aulacoteuthis*-Warmzeit des oberen Unter-Barrême mit Werten von - 2‰ bis - 1‰ (20°C to 16°C; SMOW= -1). Diese *Aulacoteuthis*-Warmzeit liefert die wärmsten Temperaturen für den gesamten Valangin - Barrême Abschnitt im borealen Bereich. Eine dritte Klimaphase, die Kaltzeit des späten Barrême kennzeichnet die *Oxyteuthis brunsvicensis*-, *Oxyteuthis germanica*- und *Oxyteuthis depressa*-Zonen. Die  $\delta^{18}\text{O}$  Werte nehmen kontinuierlich auf 0‰ (12°C; SMOW= -1) im höchsten Barrême zu.

## 5. Schlussfolgerungen

Die Ammoniten lassen im Hauterive lang- und kurzfristige Wechsel in der Dominanz endemischer, tethyalen und borealer Ammonitengattungen erkennen (Abb. 19). Neben zwei jeweils > 500.000 Jahre andauernden Phasen endemischer Ammonitenentwicklung (*Endemoceras*, *Aegocrioceras*) kommt es im Ober-Hauterive wiederholt zu kurzfristigen < 100.000 Jahre anhaltenden Einwanderungswellen tethyalen Gattungen (*Crioceratites*, *Spitidiscus* u.a.). Boreale Formen dominieren mit der Gattung *Simbirskites* während des gesamten Ober-Hauterive. Endemische, boreale und tethyale Taxa schliessen sich in ihrem Vorkommen weitgehend aus. Die tethyalen Formen konnten vermutlich nur während klimatisch optimaler Bedingungen in das südliche Borealgebiet einwandern. Die endemischen und borealen Formen waren besser angepasst und konnten entsprechend über längere Zeiträume persistieren und sich z.T. auch weiter entwickeln. Während das Barrême des Profils Klein Schöppenstedt keine Ammoniten führte, deuten die Funde von *Deshayesites* im Unter-Apt auf eine Vereinheitlichung des Meeresraumes hin.

Die Belemnitenfaunen des Hauterive zeigen ebenfalls Änderungen in der Zuwanderung erkennen. Während das gesamte Ober-Hauterive durch die sich endemisch entwickelnde Belemnitenart *H. jaculoides* gekennzeichnet wird, wurden in den *Aegocrioceras*-Schichten des tiefen Ober-Hauterive und der höchsten *S. discofalcatus*-Zone des höchsten Ober-Hauterive jeweils Abschnitte mit borealen Acroteuthiden beobachtet. In den *Aegocrioceras*-Schichten ist dies *A. rawsoni*, in der *S. discofalcatus*-Zone *A. rawsoni* und *A. stolleyi*. Kurz darüber setzt die für das Barrême typische Art *P. pugio* ein. Das Barrême wird dann durch eine individuenreiche, endemische Belemnitenfauna aus der Gruppe der Oxyteuthiden gekennzeichnet und im Unter-Apt, unterhalb des Fischschiefers (= Oceanic Anoxic Event 1), durch die tethyale Gattung *Neohibolites* abgelöst. Für diese Cephalopodengruppe zeichnet sich also eine Dominanz von endemischen Faunen (*H. jaculoides*, Oxyteuthiden) ab. Boreale Formen (*Acroteuthis*) wanderten nur gelegentlich in das südliche Boreal ein, Tethysformen (*Duvalia*, *Pseudobelus*, etc.) fehlen vollständig.



**Abb. 19:** Wanderungs- und Entwicklungsmuster verschiedener Cephalopodentaxa im Hauterive - Apt NW Deutschlands in Abhängigkeit von den ozeanographisch-klimatischen Rahmenbedingungen.

Die räumliche und zeitliche Verteilung der feinlamierten Sedimente (Hauptblättertton, Blättertone, Fischschiefer) des Barrême und Unter-Apt belegt Unterschiede zwischen der Becken- und der Randfazies. In der Beckenfazies setzt die Blätterttonbildung zeitlich früh in der hohen *S. discofalcatus*-Zone des Ober-Hauterive ein, in der Randfazies deutlich später in der *Aulacoteuthis*-Zone des höheren Unter-Barrême. Isotopengeochemische Befunde an Belemniten belegen für den Hauptblättertton des oberen Unter-Barrême für das  $\delta^{18}\text{O}$  Signal eine Warmphase mit Temperaturen von 15-20°C, während gleichzeitig die  $\delta^{13}\text{C}$  Signatur auf erhöhte Produktivität hinweist. Das Ober-Barrême ist durch eine Abkühlung der Wassertemperaturen gekennzeichnet. Die Laminitbildung setzt sich bis in die *D. tenuicostatus*-Zone des Unter-Apt fort und endet dort mit dem Fischschiefer.

**6. Dank**

Wir danken Herrn Buckow (Xella Harsteinwerke Frielingen) für die Unterstützung bei den Geländearbeiten. Im Rahmen eines DFG Projektes (Mu 667/33-1) wurden die Laboruntersuchungen durchgeführt, C. Wood verbesserte das Englisch des Abstract.

## 7. Taxonomischer Index

Taxonomischer Index der im Text und in den Tabellen aufgeführten Gattungen und Arten.

Ammoniten (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen):

*Acanthodiscus* Uhlig, 1905

*Acanthodiscus radiatus* (Bruguières, 1789)

*Acanthodiscus vaceki* (Neumayr & Uhlig, 1881)

*Aconeceras* Hyatt, 1903

*Aconeceras nisoides* (Sarasin, 1893)

*Aegocrioceras* Spath, 1924

*Aegocrioceras bicarinatum* (Young & Bird, 1828)

*Aegocrioceras capricornu* (Roemer, 1841)

*Aegocrioceras compressum* Rawson, 1975

*Aegocrioceras quadratum* (Crick, 1898)

*Aegocrioceras raricostatum* (Phillips, 1829)

*Aegocrioceras semicinctum* (Roemer, 1841)

*Aegocrioceras spathi* Rawson, 1975

*Ancyloceras* d'Orbigny, 1842

*Ancyloceras urbani* (Neumayr & Uhlig, 1881)

*Bochianites* Lory, 1898

*Colchidites* Djanlidzé, 1924

*Crioceratites* Lèveillé, 1837

*Crioceratites hildesiense* (Koenen, 1902)

*Crioceratites rarocinctum* (Koenen, 1902)

*Crioceratites seeleyi* (Neumayr & Uhlig, 1881)

*Crioceratites strombecki* (Koenen, 1902)

*Crioceratites wermbteri* (Koenen, 1902)

*Deshayesites* Kazansky, 1941

*Deshayesites tenuicostatus* (Koenen, 1902)

*Deshayesites lestrangei* (Casey, 1963)

*Distoloceras* Hyatt, 1900

*Distoloceras roemeri* (Neumayr & Uhlig, 1881)

*Distoloceras hystrix* (Phillips, 1829)

*Endemoceras* Thiermann, 1963

*Endemoceras amblygonium* (Neumayr & Uhlig, 1881)

*Endemoceras noricum* (Roemer, 1836)

*Endemoceras regale* (Pavlow, 1892)

*Hoplocrioceras* Spath, 1924

*Leopoldia* Mayr-Emayr, 1887

*Lyticoceras* Hyatt, 1900

*Olcostephanus* Neumayr, 1875

*Paracrioceras* Spath, 1924

*Parancyloceras* Spath, 1924

*Sanmartinoceras* Bonarelli, 1921

*Simancyloceras* Kemper, 1973

*Simbirskites* Pavlow, 1892

*Simbirskites* (*Craspedodiscus*) Spath, 1924

*Simbirskites* (*Craspedodiscus*) *discofalcatus* (Lahusen, 1874)

*Simbirskites* (*Craspedodiscus*) *gottschei* Koenen, 1904

*Simbirskites* (*Craspedodiscus*) *juddi* Rawson, 1971

*Simbirskites* (*Craspedodiscus*) *kayseri* (Neumayr & Uhlig, 1881)

*Simbirskites (Craspedodiscus) phillipsi* (Roemer, 1841)  
*Simbirskites (Milanowskia)* Chernova, 1952  
*Simbirskites (Milanowskia) concinnus* (Phillips, 1829)  
*Simbirskites (Milanowskia) decheni* (Roemer, 1841)  
*Simbirskites (Milanowskia) staffi* Wedekind, 1910  
*Simbirskites (Speetonicerias)* Spath, 1924  
*Simbirskites (Speetonicerias) inversum* (Pavlow, 1886)  
*Spitidiscus* Kilian, 1910  
*Spitidiscus rotula* (Sowerby, 1827)

Belemniten (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen):

*Acroteuthis* Stolley, 1911  
*Acroteuthis (Boreioteuthis) rawsoni* Pinckney, 1987  
*Acroteuthis (Boreioteuthis) stolleyi* Pinckney, 1987  
*Aulacoteuthis* Stolley, 1925  
*Aulacoteuthis compressa* Mutterlose, 1983  
*Aulacoteuthis descendens* Stolley, 1925  
*Aulacoteuthis ernsti* Mutterlose & Baraboshkin, 2003  
*Aulacoteuthis speetonensis* (Pavlow, 1892)  
*Duvalia* Bayle, 1878  
*Hibolithes* Montfort, 1808  
*Hibolithes jaculoides* Swinnerton, 1936  
*Hibolithes minutes* Swinnerton, 1935  
*Oxyteuthis* Stolley, 1911  
*Oxyteuthis brunsvicensis* (Strombeck, 1861)  
*Oxyteuthis depressa* Stolley, 1925  
*Oxyteuthis germanica* Stolley, 1925  
*Oxyteuthis pseudogermanica* Mutterlose, 1983  
*Oxyteuthis senilis* Stolley, 1925  
*Neohibolites* Stolley, 1911  
*Neohibolites ewaldi* (Strombeck, 1861)  
*Praeoxyteuthis* Mutterlose, 1980  
*Praeoxyteuthis jasikofiana* (Lahusen, 1874)  
*Praeoxyteuthis pugio* (Stolley, 1925)  
*Pseudobelus* de Blainville, 1827

Bivalven (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen):

*Camptonectes* Agassiz in Meek, 1864  
*Nucula* Lamarck, 1799  
*Thracia phillipsii* Roemer, 1841

Krebse

*Mecochirus* Germar, 1827

Dinoflagellaten (in alphabetischer Reihenfolge nach Gattungen):

*Leiosphaera* Eisenack, 1958  
*Pterospermella* Eisenack, 1972

Sonstige:

*Chondrites* Sternberg, 1833  
*Elasmosaurus* Cope, 1868

## 8. Literatur

- Below, R. & Kirsch, K.-H. (1997): Die Kerogen-Fazies der Tonstein-Blättertonstein-Rhythmite des Ober-Barrême - Unter-Apt im Niedersächsischen Becken (Norddeutschland) am Beispiel der Bohrung Hoheneggelsen KB 50.- *Palaeontographica*, **B 242**: 1-90.
- Casey, R. (1964): A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand, part V.- *Palaeontographical Society Monographs*, **117**: 289-398.
- Delanoy, G. (1991): Sur la présence du genre *Prodeshayesites* Casey, 1961 (Ammonoidea) dans l'Aptien inférieur du Bassin Vocontien.- *Cretaceous Research*, **12**: 437-441.
- Doyle J.C. (1989): The stratigraphy of a late Lower Hauterivian horizon in the Speeton Clay formation (Lower Cretaceous) of East Yorkshire.- *Proceedings Geological Association*, **100**: 175-182.
- Gaida, K.H., Gedenk, R., Kemper, E., Michaelis, W., Scheuch, R., Schmitz, H.J. & Zimmerle, W. (1981): Lithologische, mineralogische und organisch-geochemische Untersuchungen an Tonsteinen und Tonmergelsteinen der Unterkreide NW-Deutschlands (unter besonderer Berücksichtigung der Schwarzschiefer).- *Geologisches Jahrbuch*, **A 58**: 15-47.
- Gradstein, F.M., Agterberg, F., Ogg, J., Hardenbol, J., Van Veen, P., Thierry, J. & Huang, Z. (1994): A Mesozoic time scale.- *Journal Geophysical Research*, **99**: 24,051-24,074.
- Haq, B.U., Hardenbol, J. & Vail, P.R. (1988): Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change.- *Special Publications Soc, Econ. Petrol. Mineral.*, **42**: 71-108.
- Immel, H. (1979): Über den Ursprung der borealen Crioceratiten und zur Phylogenie der Gattung *Crioceratites* Léveillé (Ammonoidea, Kreide).- In: Wiedmann, J. (ed.): *Aspekte der Kreide Europas*. IUGS Series, **A 6**: 129-140; Schweizerbart, Stuttgart.
- Kemper, E. (1967): Die älteste Ammonitenfauna im Aptium Nordwest-Deutschlands.- *Paläontologische Zeitschrift*, **41**: 119-131.
- Kemper, E. (1970): Ein Beitrag zur Gliederung und Abgrenzung des norddeutschen Aptium.- *Newsletters on Stratigraphy*, **1**: 49-52.
- Kemper, E. (1971): Zur Gliederung und Abgrenzung des norddeutschen Aptium mit Ammoniten.- *Geologisches Jahrbuch*, **89**: 359-390.
- Kemper, E. (1979): Die Unterkreide Nordwestdeutschlands. Ein Überblick.- In: Wiedmann, J. (ed.): *Aspekte der Kreide Europas*. IUGS Series, **A 6**: 1-9; Schweizerbart, Stuttgart.
- Kemper, E. (1995.): Die Entfaltung der Ammoniten und die Meeresverbindungen im borealen Unter- und Mittel-Apt.- *Geologisches Jahrbuch*, **A 141**: 171-199.
- Kemper, E. & Zimmerle, W. (1978): Die anoxischen Sedimente der präoberaptischen Unterkreide NW-Deutschlands und ihr paläogeographischer Rahmen.- *Geologisches Jahrbuch*, **A 45**: 3-41.
- Kemper, E., Rawson, P.F. & Thieuloy, J.-P. (1981): Ammonites of Tethyan ancestry in the Early Lower Cretaceous of north-west Europe.- *Palaeontology*, **24(2)**: 251-311.
- Kemper, E., Mutterlose, J. & Wiedenroth, K. (1987): Die Grenze Unter-/Ober-Hauterive in Nordwestdeutschland, Beispiel eines stratigraphisch zu nutzenden Klima-Umschwungs.- *Geologisches Jahrbuch*, **A 96**: 209-218.
- Kemper, E. & Wiedenroth, K. (1987): Klima und Tiermigrationen am Beispiel der frühcretazischen Ammoniten Nordwestdeutschlands.- *Geologisches Jahrbuch*, **A 96**: 315-363.
- Keupp, H. & Michael, E. (1979): Calciolenelloidea aus der Blätterton-Fazies des nordwestdeutschen Unter-Barremium.- *Berichte Naturhistorische Gesellschaft Hannover*, **122**: 7-69.
- Keupp, H. & Mutterlose, J. (1994): Calcareous phytoplankton from the Barremian/Aptian boundary interval from NW Germany.- *Cretaceous Research*, **15**: 739-763.
- Luppold, F.W., Schudack, M. & Weiss, M. (2005): Lower Cretaceous and Upper Jurassic ostracods from selected localities of the Lower Saxony Basin.- *Berliner paläobiologische Abhandlungen*, **6**: 33-108.
- Michael, E. (1967): Die Mikrofauna des NW-deutschen Barrême. Teil I: Die Foraminiferen des NW-deutschen Barrême.- *Palaeontographica (Suppl.)*, **12**: 176 S.
- Michael, E. (1974): Zur Palökologie und Faunenführung des norddeutschen Unterkreide-Meeres.- *Geologisches Jahrbuch*, **A 19**: 1-68.

- Michael, E. (1979): Mediterrane Fauneneinflüsse in den borealen Unterkreide-Becken Europas, besonders Nordwestdeutschlands.- In: Wiedmann, J. (ed.): Aspekte der Kreide Europas. IUGS Series, **A 6**: 305-321; Schweizerbart, Stuttgart.
- Mutterlose, J. (1983): Phylogenie und Biostratigraphie der Unterfamilie Oxyteuthinae (Belemnitida) aus dem Barrême (Unterkreide) NW-Europas.- *Palaeontographica*, **A 180**: 1-90.
- Mutterlose, J. (1984): Die Unterkreide-Aufschlüsse (Valangin-Alb) im Raum Hannover-Braunschweig.- *Mitt. geol. Inst. Univ. Hannover*, **24**: 62 S.
- Mutterlose, J. (1987): Calcareous nannofossils and belemnites as warmwater indicators from the NW-German middle Aptian.- *Geologisches Jahrbuch*, **A 96**: 293-313.
- Mutterlose, J. (1992): Migration and evolution patterns of floras and faunas in marine Early Cretaceous sediments of NW Europe.- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **94**: 261-282.
- Mutterlose, J. & Baraboshkin, E. (2003): The taxonomy of the early Cretaceous belemnite genus *Aulacoteuthis* Stolley, 1911 (Belemnitida).- *Berliner paläobiologische Abh.*, **3**: 179-187.
- Mutterlose, J. & Bornemann, A. (2000): Distribution and facies patterns of Lower Cretaceous sediments in northern Germany - a review.- *Cretaceous Research*, **21**: 733-759.
- Mutterlose, J., Luppold, F.W. & Grenda, F. (1994.): Floren- und Faunenverteilung in rhythmisch gebankten Serien des Hauterive (Unterkreide) NW-Deutschlands.- *Berichte Naturhistorische Gesellschaft Hannover*, **136**: 27-65.
- Mutterlose, J., Pauly, S. & Steuber, T. (2009): Temperature controlled deposition of early Cretaceous (Barremian - early Aptian) black shales in an epicontinental sea.- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **273**: 330-345.
- Mutterlose, J. & Wiedenroth, K. (1995): Die Bio- und Lithofazies der Unterkreide (Hauterive bis Apt) in NW-Deutschland.- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen*, **E16**: 227-253.
- Mutterlose, J. & Wiedenroth, K. (1996): Faunenführung und Biostratigraphie des tiefen Ober-Hauterive (Unter-Kreide) im Großraum Hannover.- *Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover*, **138**: 27-65.
- Podlaha, O.G., Mutterlose, J. & Veizer, J. (1998): Preservation of  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  in belemnite rostra from the Jurassic/early Cretaceous successions.- *American Journal of Sciences*, **298**: 324-347.
- Raisossadat, S.N. (2004): The ammonite family Deshayesitidae in the Kopet Dagh Basin, north-east Iran.- *Cretaceous Research*, **25**: 115-136.
- Rawson, P.F. (1971): The Hauterivian (Lower Cretaceous) biostratigraphy of the Speeton Clay of Yorkshire, England.- *Newsletters on Stratigraphy*, **1**: 61-75.
- Rawson, P.F. (1975): Lower Cretaceous ammonites from north-east England: The Hauterivian heteromorph *Aegocrioceras*.- *Bulletin British Museum*, **26**: 129-159.
- Rawson, P.F. (1995): The "boreal" early Cretaceous (pre-Aptian) ammonite sequences of NW Europe and their correlation with the western mediterranean faunas.- *Memoire Description Carta Geologica d'Italy*, **51**: 121-130.
- Schott, W., Jaritz, W., Kockel, F., Sames, C.W., v. Stackelberg, V., Stets, J., Stoppel, D., Baldschuhn R. & Krampke, K.D. (1967/69): Paläogeographischer Atlas der Unterkreide von Nordwestdeutschland mit einer Übersichtsdarstellung des nördlichen Mitteleuropa.- 306 Kt., 1 Tab.; Hannover. Hierzu Erläuterungen zum Paläogeographischen Atlas der Unterkreide von NW-Deutschland. 315 S.; Hannover.
- Thiermann, A. (1964): Die Ammonitengattung *Endemoceras* n.g. aus dem Unter-Hauterive von Nordwest-Europa.- *Geologisches Jahrbuch*, **81**: 345-412.
- Stolley, E. (1925): Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden der norddeutschen unteren Kreide. 2. Die Oxyteuthidae des Norddeutschen Neokoms.- *Geologische und Paläontologische Abhandlungen, Neue Folge*, **14**: 179-212.
- Weissert, H. & Erba, E. (2004): Volcanism, CO<sub>2</sub> and palaeoclimate: a Late Jurassic–Early Cretaceous carbon and oxygen isotope record.- *Journal of the Geological Society London*, **161**: 695-702.