

Geol. Paläont. Westf.	37	51 S.	39 Abb.	Münster August 1995
--------------------------	----	-------	---------	------------------------

Tuff-Vorkommen und ihre Bio- und Eventstratigraphie im Turon des Teutoburger Waldes, der Egge und des Haarstrangs

David S. Wray, Ulrich Kaplan & Christopher J. Wood

Kurzfassung

Markante, tonreiche Lagen in der turonischen Plänerkalk-Fazies des Teutoburger Waldes, der Egge und des Haarstrangs können anhand der in ihnen vorkommenden Lanthanoide (Seltene Erdmetalle) unterschieden werden, ob ihre nichtkarbonatischen Bestandteile terrestrischen oder vulkanischen Ursprungs sind. Insgesamt wurden 24 Aufschlüsse im Mittel- und Ober-Turon zwischen Lengerich im Norden und Geseke-Westereiden im Süden beprobt. Von den vier nachgewiesenen Tufflagen T C, T D1, T E und T F gehört die untere in das Mittel-Turon und die drei folgenden in das Ober-Turon. Erstmals lassen sich einzelne Tufflagen von relativ küstennahen Aufschlüssen in der Grünsandfazies des südlichen Westfalen über die Karbonatplattform und Ablagerungen des Schelfrandes in der Egge und im mittleren Teutoburger Wald bis in die Beckenfazies des nordwestlichen Teutoburger Waldes verfolgen. Die hier erstmals für Europa nachgewiesene Verbreitung identischer Tufflagen in unterschiedlichen Ablagerungsräumen unterstreicht damit ihre große Bedeutung als absolut isochrone Leithorizonte.

Abstract

Conspicuous, clay-rich beds in the Turonian Plänerkalk facies of the Teutoburger Wald, Egge and Haarstrang in the Münster Basin can be separated by means of their rare-earth element (REE) content into those which are of terrestrial or of volcanic origin. A total of 24 exposures in the Middle and Upper Turonian between Lengerich in the north and Geseke-Westereiden in the south were sampled. REE analysis presented in this paper demonstrates that the four proven tuffs of the Middle and Upper Turonian Lower Saxony tephrostratigraphic framework (T C, T D1, T E, and T F) can be unequivocally correlated to the Münster Basin, although T C has been recognised at only one locality. As in the case of Lower Saxony, the main marl seams such as M E and the *Micraster* Marl are shown to be detrital, as is M Teuto. For the first time, individual tuffs have been followed from relatively near-shore successions in the greensand facies of southern Westphalia, across the carbonate platform and the shelf-margin deposits of the Egge and the central Teutoburger Wald into the basinal facies of the north-western Teutoburger Wald. The recognition for the first time in the Upper Cretaceous of Europe of identical tuff beds in various depositional facies emphasises the great significance of tuffs as absolute isochronous marker horizons.

* Anschriften der Verfasser:

Dr. David S. Wray, Geochemistry Unit, School of Earth Sciences, University of Greenwich, Grenville-Building, Central Avenue, Pembroke (Area), Chatham Maritime, Chatham, Kent ME4 4 AW, England; Ulrich. Kaplan, Eichenallee 141, D 33332 Gütersloh, Deutschland; Christopher J. Wood, 20, Temple Road, Croydon, Surrey CRO 1HT, England.

The tuff described by SEIBERTZ & VORTISCH (1979) from the southern Münster basin is inferred from its stratigraphical position to be tuff T F although their sample locality is no longer exposed.

Establishment that the T F/T G/*Micraster* Marl event-bundle underlies the Soest Greensand demonstrates that the latter cannot be the correlative of the *Micraster* Event and/or *Hyphantoceras* event beneath that event-bundle as hitherto supposed. Furthermore, data demonstrates that the Rothenfelde Greensand has a similar relationship to the event-bundle indicating that the Soest Greensand and the Rothenfelde Greensand are broadly time equivalent.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	6
2. Geologischer Rahmen	8
3. Tuffe	8
4. Stratigraphie	11
4.1 Lithostratigraphie	11
4.2 Eventstratigraphie	11
4.3 Biostratigraphie	14
4.4 Stratigraphie der turonen Tuffe in Westfalen	15
5. Lokalitäten und Proben	15
6. Schriftenverzeichnis	52

1. Einleitung

In den Plänerkalken des westfälischen Turon heben sich markante Mergellagen von den sonst monotonen karbonatischen Gesteinsfolgen ab. Traditionell wurde für diese Mergellagen eine terrestrische Herkunft ihrer mineralischen, nicht karbonatischen Bestandteile angenommen. So sah beispielsweise HEIM (1957) die Differenzen zwischen den mineralischen Bestandteilen den Plänerkalken des Münsterländer Kreidebecken und denen des niedersächsischen Subhercyn durch die mineralischen Unterschiede ihrer Liefergebiete bedingt. Für das Münsterland sind diese beim rheinischen Massiv und für das subhercynische Becken beim hercynischen Festland zu suchen.

Erste Hinweise darauf, daß in Mergellagen des Turon neben terrestrischem auch vulkanisches Tuff-Material auftreten kann, gaben DORN & BRÄUTIGAM (1959) für zwei tonreiche Lagen im Mittel-Turon von Woltwiesche bei Salzgitter-Söhlde, Niedersachsen. 1979 analysierten SEIBERTZ & VORTISCH eine tuffogene Bentonit-Lage im südöstlichen Münsterland. Ihre geochemischen Untersuchungen zeigten für diese eine Mineral-Zusammensetzung aus vulkanischen Glasparkeln, Quarz, Natron- und Kalifeldspat, Oligoklas, Biotit, Muskovit, Olivin, Hornblende, Zirkon, Turmalin, Augit sowie Tonminerale wie Smektit und Kaolinit.

Bis auf diese Ausnahme steht für Westfalen bisher die Analyse markanter Mergellagen und weiterer tuffverdächtiger Horizonte auf ihren möglichen vulkanischen oder terrestrischen Ursprung noch aus. In vorhergehenden Studien in England und Niedersachsen (WRAY, 1995) zeigten sich zwischen Mergellagen und Tuffen Unterschiede in der Mineralogie und dem Chemismus der in ihnen vorkommenden Lanthanoide (Seltene Erdmetalle, engl. rare-earth elements, abgekürzt: REE). Darauf aufbauend wurden potentielle Tuffe und markante Mergellagen in 24 Lokalitäten des Teutoburger Waldes, der Egge und des Haarstrangs beprobt und analysiert.

Die beprobten Mergellagen und Tuffe sind im Arbeitsgebiet über mehrere Sedimentationsräume verbreitet. Diese reichen von einer küstennahen Schwellenregion im Süden, über eine Karbonatplattform im Süd-

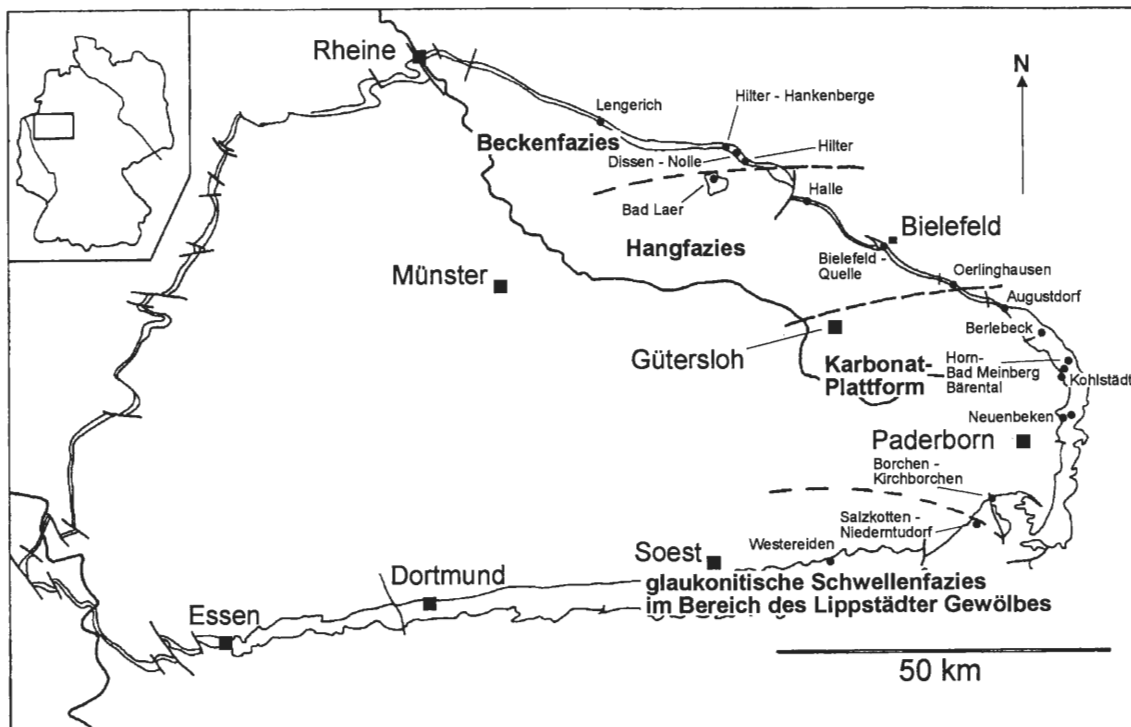


Abb. 1: Lage des Arbeitsgebietes und Aufschlüsse mit beprobten Tuff- und Mergellagen.
Position of the study area and location of sections with sampled tuff and marl beds.

osten, eine Hangfazies besonders im mittleren Teutoburger Wald bis zu einer becken nahen Fazies im nordwestlichen Teutoburger Wald. Damit kann nun erstmals in der europäischen Oberkreide nachgewiesen werden, daß sich einzelne vulkanische Tufflagen über unterschiedliche Sedimentationsräume verbreiten können.

Dieser Nachweis unterstreicht die große stratigraphische Bedeutung überregional verbreiteter vulkanischer Tufflagen als absolut isochrone Leithorizonte, wie sie schon von vorhergehenden Autoren wiederholt hervorgehoben wurde (vgl. ERNST, SCHMID & SEIBERTZ, 1983; SEIBERTZ & VORTISCH, 1979). Treten dann noch wie in Westfalen und Niedersachsen Tephro-Events in enger Nähe zu Bioevents und/oder Mergellagen auf, wird damit nicht nur der Isochronismus dieser nicht tuffogenen Events nachgewiesen, sondern diese „Event-Bündel“ (angliert „event-bundle“) bieten eine hochauflösende Stratigraphie, die weit über der von Zonen und Subzonen liegt. Damit werden nun Faunenunterschiede zwischen unterschiedlichen Ablagerungsräumen mit hoher stratigraphischer Präzision erkennbar. Es bieten sich nun methodische Ansätze zu einer verfeinerten Rekonstruktion der Paläoökologie des westfälischen Kreidemeeres.

Immer noch unbeantwortet ist die Frage zur geographischen Herkunft der Tuffe. Es gibt kaum Hinweise auf Vulkanismus in der Ober-Kreide Nordwest-Europas. Potentielle Liefergebiete der turonen Aschen in NW-Deutschland sind Zentral-Europa und Süd-Schweden, wo Strukturbewegungen mit magmatischen Aktivitäten einhergehen (KLINGSPOR, 1976; HARRISON et al. 1979; ZIMMERLE, 1989).

D a n k s a g u n g: Dr. P. Lanser und Dr. D. Grzegorzcyk, Westfälisches Museum für Naturkunde & paläontologische Bodendenkmalpflege unterstützten unsere Geländearbeit. Prof. Dr. R. Blume, Universität Bielefeld, gab wertvolle Hinweise zum geochemischen Teil unserer Arbeit.

2. Geologischer Rahmen

Die Ablagerungen des westfälischen Turon liegen wie die gesamte Münsterländer Oberkreide auf dem nach Norden abtauchenden Sporn der 'Rheinischen Masse'. Dadurch bedingt gewinnen sie generell nach Nordwesten an Mächtigkeit und nehmen im Süden ihre küstennächste Position ein. Die im hohen Cenoman einsetzende und im Ober-Turon sich verstärkende Inversionstektonik mit der Absenkung der Rheinischen Masse und der Hebung des östlich angrenzenden 'Niedersächsischen Tektogens' führte schließlich zur Bildung der Vorosning-Senke im unmittelbaren Vorland des Teutoburger Waldes. Deren nordwestlicher Abschnitt wurde damit das Beckenzentrum des westfälischen Turon. Faziell werden die turonen Beckenablagerungen durch eine Wechselfolge zenti- bis dezimeterdicker Kalk- und Mergelbänke repräsentiert.

Im Gebiet des Teutoburger Waldes zeigen nach Südosten zunehmende Karbonatgehalte und zurückgehende Mergelseinschaltungen den Übergang zum Schelfrand an, wobei, durch Regressionen und Transgressionen bedingt, sich der Schelfrand im Turon zeitweilig nach Norden bzw. nach Süden verschieben konnte. Im tiefen Ober-Turon setzt im Bereich von Oerlinghausen die Randfazies der Karbonatplattform ein (NEUWEILER, ERNST & BOLLMAN in ERNST & WOOD, 1992).

Der Übergang zur Karbonatplattform ist im südlichen Teutoburger Wald im Raum Augustdorf zu beobachten. Faziell wird die Karbonatplattform durch harte, dünnbankige und oft leicht flaserigen Kalke bestimmt. Sie nimmt im Ober-Turon die nördlichen Teile der Egge und des östlichen Haarstrangs ein. Das Egge-Lineament begrenzt in diesem Gebiet das Münsterländer Kreide-Becken im Osten. Unmittelbar auf das sedimentologische Geschehen während des Turon eingreifende tektonische Ereignisse wie im nordwestlichen Teutoburger Wald ereigneten sich wohl nicht. Daß sich die Karbonat-Plattform zumindest in der tiefen Oberkreide auch östlich des Egge-Lineaments erstreckte, zeigen die Vorkommen des Mittel-Turon im Bereich der Kührsener Kreidescholle (BLÖMER, 1990).

Im Südwesten des Arbeitsgebietes geht bei Salzkotten-Niederntudorf mit einem raschen Fazieswechsel die ober-turone Karbonatplattform in die glaukonitische Fazies des Soester Grünsandes über. Der Soester Grünsand erstreckt sich bei zunehmender Küstennähe und abnehmender Mächtigkeit bis in das westliche Ruhrgebiet. Dieser kleinräumige und markante Fazieswechsel legt die Vermutung nahe, daß eventuell ein mit einer aktiven Störung einhergehendes Paläorelief die Ursache sein könnte. Ob der sich dem Arbeitsgebiet nordwestlich anschließende Geseker Sattel und der Salzkottener Sprung im Kontext mit diesem Fazieswechsel gesehen werden können, muß derzeit noch offen bleiben.

3. Tuffe

Als erste wiesen DORN & BRÄUTIGAM (1959) Tuffe in der niedersächsischen Lesser Mulde in der turonen 'Söhlde Kreide' nach. Sie identifizierten im Steinbruch Woltwiesche zwei Tuff-Horizonte, die sie mit den Buchstaben A und B bezeichneten, und korrelierten diese mit zwei Tuffen im 4 km entfernten Steinbruch Kraus in Söhlde.

Tuff A besteht aus einer unteren blaßgrünen Montmorillonit-Lage, die nach oben in eine Lage mit glasigen Aschen übergeht, die mit ihrer blaßgrauen Farbe mit dem überliegenden Plänerkalken augenscheinlich übereinstimmt. Die Montmorillonit-Lage konnte von den anderen Tonen und Mergeln des Profils durch ihre Farbe, ihrem thixotropen Charakter und ihrem muscheligen Bruch klar unterschieden werden. Die feine Fraktion bestand vorrangig aus Montmorillonit, in der gröberen Fraktion kamen sichtbare Glaspartikel in Quantitäten von mehreren Prozent vor.

Tuff B zeigte die gleiche Struktur wie Tuff A, aber die schmutziggrüne Montmorillonit-Lage wurde zusätzlich noch durch hellere Flecken aus Aschenpartikeln charakterisiert. Der obere Teil der Tufflage zeigte vom äußeren Eindruck her große Ähnlichkeiten mit den umgebenden Kalken, die sich aber beim Säure-Test nicht bestätigten. Nach dem Refraktions-Index des Glases lag eher eine basische als saure Zusammensetzung vor.

BRÄUTIGAM (1962) identifizierte insgesamt 8 Tuff-Horizonte, die er mit den Buchstaben O, A, B, C, D, E, F und G benannte. Er ging von der Annahme aus, daß die Tuffe A und B auf das Gebiet von Söhlde beschränkt seien. Ihre allgemeine stratigraphische Stellung konnte er noch nicht aufzeigen. Er korrelierte die Tuff-Horizonte C, D und E zwischen dem Straßeneinschnitt Flöteberg und Kahnstein, die Tuff-Horizonte F und G zwischen Flöteberg, Kahnstein und dem Salzgitter-Salder. Er wies sowohl auf eine markante dicke

Mergellage – später als M E benannt – als auch auf eine weitere, höher liegende Mergellage mit reichem *Micraster* – Vorkommen hin – später nicht immer konsistent als *Micraster* – Lage, *Micraster* – Mergel oder M G benannt.

ERNST, SCHMID & KLISCHIES (1979) gingen auf diese Tephro-Events im Kontext der damals bestehenden niedersächsischen Oberkreide-Stratigraphie ein. Ihre Abbildung 7 ist eine vereinfachte und abgeänderte Version der Beilage 16 in der Dissertation von BRÄUTIGAM (1962). Diese Abbildung zeigt die Tufflagen O, C, D, E, F und G in ihren korrekten Positionen in den Profilen von Kahnstein und Flöteberg. Auch wurden die Tufflagen F und G korrekt mit Salzgitter-Salder korreliert. Dagegen blieben bei ihnen die Tufflagen A und B im Profil von Woltwiesche immer noch isoliert. ERNST, SCHMID & KLISCHIES (1979) diskutierten erstmals die Möglichkeiten einer überregionale Korrelation mit den isochronen Tufflagen. Sie stellten auch die stets enge Beziehung zwischen den Tuffen F, G und der *Micraster*-Lage heraus und konnten damit den Isochronismus dieser Seeigel-Lage nachweisen.

In einem unveröffentlichtem Bericht für die deutsche Forschungsgemeinschaft (ERNST & SCHMID, 1979) wurde zum ersten Mal festgestellt, daß die Tuffe B und E von BRÄUTIGAM identisch sind. Die augenscheinlich unterschiedliche (bio-)stratigraphische Stellung beider Vorkommen, von denen BRÄUTIGAM ausging, wurde auf eine fazielle Kontrolle der Fossilvorkommen zurückgeführt. Auch wurde auf die Entdeckung von Tuff E in der Sack-Mulde durch KELLER hingewiesen, die südlich des Gebietes liegt, von dem die turonen Tuffe ursprünglich beschrieben wurden. Tuff E enthält hier Fe-Beidellit, ein Verwitterungsprodukt intermediärer bis basischer Tuffe.

Als sich die Bedeutung der Mergellage M E zur Korrelation der „Söhlder Kreide“ mit fast reinen Karbonaten und den sich von ihnen deutlich unterscheidenden mergeligen Plänerkalken von Salzgitter-Salder herausstellte, war es nun möglich, für ganz Niedersachsen ein eventstratigraphisches Schema zu erstellen, in dem die Tephrostratigraphie integriert werden konnte (ERNST, SCHMID & SEIBERTZ, 1983). In deren Arbeit (S. 547 und Fig. 5) werden BRÄUTIGAM's Tuffe A und B mit den Tuffen C (Richtigkeit fraglich) und E korreliert. Auch bemerkten sie ein geringmächtiges Ökoevent mit dünnchaligen Inoceramen und *Sternotaxis plana* – später als *costellatus/plana* Event bezeichnet – ca. 6 m unter dem Tuff. Sie wiesen nach, daß der Tuff O immer auf einer markanten weißen Kalksteinbank liegt, der sogenannten Weißen Grenzbank. In der Lesser Mulde tritt dicht über den dortigen höchsten Rotplänern und immer über Tuff C und unter Tuff D eine schwach entwickelte Flint-Lage auf, der sogenannte Flint F 23, die man damals noch auf die reine Schreibkreide der Lesser Mulde beschränkt sah. ERNST, SCHMID & SEIBERTZ (1983) gingen noch von der Annahme aus, daß vermutlich die Tuffe F und G im südlichen Münsterland in eine Schichtlücke unter dem Soester Grünsand fielen, erwähnten aber ein mögliches Vorkommen von Tuff E und der überliegenden Mergellage M E in Halle im nordöstlichen Bereich des Beckens. Das von SEIBERTZ & VORTISCH (1979) aus dem südlichen Westfalen beschriebene isolierte Tuff-Vorkommen stellten sie in das hohe Ober-Turon.

Ein revidiertes tephrostratigraphisches Schema wurde erstmals für das Profil von Salzgitter-Salder in einem Übersichtsprofil im Kontext mit bedeutsamen Ökoevents publiziert (WOOD, ERNST & RASEMANN, 1984, Fig. 2). Da sich diese Arbeit vorrangig auf die Turon-Coniac – Grenze konzentrierte, wurden turone Events unter der Mergellage E nicht weiter diskutiert und nur profilmäßig dargestellt. Aber unter diesen Events fand erstmals eine weitere tuff-ähnliche dünne Mergellage zwischen den Tuffen D und E seine Darstellung. Die durch die vorgegebene alphabetische Reihe auftretenden Benennungsprobleme umging man dadurch, daß Tuff D in Tuff D1 umbenannt und der neue angenommene Tuff mit D2 genannt wurde. In dieser Arbeit wurden auch erstmals die heute generell akzeptierten Abkürzungen T für Tuffe und M für Mergel gebraucht und in Fig. 4 der Versuch unternommen, das Turon und Coniac zwischen Deutschland und England auch unter Hinzuziehung von Tuff- und Mergellagen zu korrelieren.

KAPLAN & BEST (1984, Abb. 2) korrelierten erstmals das niedersächsische Schlüsselpprofil von Salzgitter-Salder mit dem Profil von Halle im Münsterländer Becken auch unter Hinzuziehung markanter litho- und tephrostratigraphischer Leithorizonte. In allen nachfolgenden Arbeiten über das westfälische Turon legten KAPLAN (und Mitarbeiter) dieses eventstratigraphische und das in ihm integrierte tephrostratigraphische Schema wenn auch mit einigen Modifikationen und biostratigraphischen Ergänzungen zu Grunde (KAPLAN, 1986, 1988, 1991, 1992a, b, KAPLAN & KENNEDY, 1994). KAPLAN führte für eine markante Mergellage unmittelbar über der Weißen Grenzbank die Bezeichnung M Teuto und für eine dünne Mergellage, die immer ca. 1 m über der Mergellage E liegt, die Bezeichnung M Echen ein.

Obwohl sowohl in Niedersachsen als auch in Westfalen immer wieder Tuff-Vorkommen erwähnt wurden, muß festgestellt werden, daß mit der Ausnahme von DORN & BRÄUTIGAM (1959) mit dem Nachweis der Tuffe D1 und E bei Söhle und der von SEIBERTZ & VORTISCH (1979) mit der Beschreibung eines Tuff-Vorkommens im südlichen Westfalen in keiner Arbeit ein geochemischer Nachweis erfolgte.

WRAY (1995) war der erste, der mit Hilfe der Lanthanoide (Seltene Erdmetalle) detritische Mergellagen und vulkanische Tufflagen des niedersächsischen Turons unterschied. Auf seine Arbeit wird hier für weitergehende Ausführungen verwiesen. Das Verfahren beruht auf der Tatsache, daß detritische Mergel durch Verwitterungsprozesse ein nahezu ausgewogenes Verhältnis der einzelnen Elemente der in ihnen vorkommenden Lanthanoide aufweisen (HASKIN & GEHL, 1962; HASKIN et al. 1966; PIPER, 1974). Im Vergleich mit diesen tonreichen Horizonten ist bei Bentoniten das Mengen-Verhältnis der in ihnen vorkommenden Lanthanoide unausgeglichen. Dieser Unterschied beruht wahrscheinlich auf der variablen Zusammensetzung des einerseits terrestrischen und andererseits vulkanischen Ursprungsmaterials. Im niedersächsischen Turon zeigen Tuffe im Verhältnis zu anderen tonreichen Lagen in den Verteilungskurven der Lanthanoide eine markante negative Abweichung von Europium. Auch können die schweren Lanthanoide nahezu ganz fehlen. Schreibkreide und Kalke führen hier generell nur einen geringen Anteil an Lanthanoiden. Ihre Zusammensetzung entspricht tendenziell dem des Seewassers mit einer großen negativen Cer Abweichung, einer geringen negativen Europium Abweichung und einer signifikanten Anreicherung der schweren Elemente der Lanthanoiden (ELDERFIELD et al. 1981; ELDERFIELD & GREAVES, 1982).

Da Kalke stets auch Tonminerale und umgekehrt tonreiche Horizonte auch immer Karbonate enthalten, summieren sich folglich in ihnen ihre beiden Ursprungsbestandteile: Einerseits stammen diese aus Karbonaten sowie aus Mineralien, die sich unter marinen Bedingungen bilden. Andererseits sind sie terrestrische, vorrangig nicht karbonatische Mineralien, die marin sedimentiert und erhalten wurden. Da nun Tone im Vergleich mit Karbonaten eine signifikant höhere Konzentration an Lanthanoiden aufweisen, verändert sich mit einem steigenden Tonanteil auch das gesamte Verteilungsmuster der Lanthanoide. Folglich werden tonreiche Horizonte mit fehlenden oder geringen Karbonatanteilen primär Verteilungsmuster der Lanthanoide in Tonen widerspiegeln. Mergelige Plänerkalke dagegen zeigen immer ein Verteilungsmuster, das sich aus dem für Tone und Karbonate zusammensetzt.

Im niedersächsischen Turon gelang WRAY (1995) mit der Analyse der Lanthanoide der Nachweis, daß von den im tephroevent-stratigraphischen Rahmen etablierten Tuffen nur die Tuffe T C, T D1, T E und T F definitiv vulkanischen und nicht detritischen Ursprungs sind. Die vermutlichen Tuffe T D2 und T G stellten sich als detritisch heraus. Keine Mergellage, die im höheren Turon und Coniac in niedersächsischen Aufschlüssen beprobt wurde, zeigte mit ihren Lanthanoiden für vulkanische Tone typische Merkmale. Anzu merken ist, daß Tuff C, der bei Söhlde im Steinbruch Dammann sehr gut identifiziert werden kann, bisher noch nicht im nur wenige Kilometer entfernten Salzgitter-Salder nachgewiesen werden konnte. Die hier als T C angesprochene Mergellage zeigte mit den in ihr vorkommenden Lanthanoiden Merkmale eines detritischen Mergels.

Für die Überprüfung der im niedersächsischen subhercynen Becken gewonnenen Erkenntnisse boten sich die Aufschlüsse im Münsterländer Kreidebecken an. Dazu beprobten wir alle markanten Mergel- und potentiellen Tufflagen, die sich im Arbeitsgebiet als Korrelative zu niedersächsischen Vorkommen und als regional wichtige Leithorizonte herausgestellt haben. (Zur Auflistung und zur feinstratigraphischen Position der beprobten Horizonte und zu Details der Probenentnahme siehe S. 15). Um die verschiedenen Proben vergleichen zu können, wurden sie auf den „U.S.G.S. rock standard SCo-1 (Cody Shale)“ geeicht, der als Teil des Verfahrens ebenfalls analysiert wurde (zur Diskussion siehe JARVIS & JARVIS, 1985).

Es gelang über die Analyse der Lanthanoide der Nachweis, daß auch im westfälischen Turon die in Niedersachsen nachgewiesenen Tuffe T C, T D1, T E und T F vorkommen, wobei sich Tuff C bisher nur in Oerlinghausen fand. Die Mergellage Teuto, die mit ihrer Lage unmittelbar über der Weißen Grenzbank vermutlich mit der Mergellage „T O“ korreliert, ist ein detritischer Mergel. Die Erkenntnis, daß sich das Event-Bündel Tuff F/ Mergel „T G“/Micraster – Event über verschiedene Ablagerungsräume verfolgen läßt, ist von großer stratigraphischer Bedeutung. Besonders durch die Tatsache, daß dieses Event-Bündel unter dem Soester Grünsand auftritt und von diesem immer von der sogenannten Faulen Lage (KAPLAN, WOOD & WRAY, 1994) einem relativ mergeligen Horizont, getrennt wird, wird evident, daß zumindest im südöstlichen Westfalen unter dem Soester Grünsand keine größere Schichtlücke existiert, wie sie noch von vorhergehenden Autoren (ERNST, SCHMID & SEIBERTZ, 1983) angenommen wurde. Damit wird auch die Korrelation des Soester Grünsandes mit den Scaphiten Schichten älterer Autoren (STILLE, 1908; SEIBERTZ, 1978)) hinfällig (KAPLAN, WOOD & WRAY, 1994).

Die geochemischen Analyse-Ergebnisse zur Unterscheidung der Tuffe und detritischen Mergel im westfälischen Turon werden stratigraphisch in den Abbildungen 3-39 dargestellt und als Tabelle zusammengefaßt im Anhang 2. Die Verteilungsmuster der Lanthanoide entsprechen denen, wie sie in den Tuffen und Mergel in Niedersachsen beobachtet wurden (WRAY, 1995). Tektonische Beanspruchungen und Bewegungen und laterale Faziesänderungen schränken die Möglichkeiten zur Analyse und Unterscheidung der ton-

reichen Horizonte nicht ein. Neben den auch in Niedersachsen nachgewiesenen Tuffen konnten keine weiteren in Westfalen entdeckt werden. Die subhorizontalen Lanthanoid-Profile der Mergellagen M Teuto und M E bestätigt die Annahmen, daß ihre Tone ebenso wie in Niedersachsen detritisch sind. Ebenso ist die Lage „T G“ detritisch wie alle unter der Mergellage M Teuto und über dem Micraster Event beprobten Mergellagen. Einige dieser detritischen Horizonte zeigen leichte negative Cer- und Europium-Abweichungen. Diese gehen vermutlich auf geringfügige Einträge biogenen Phosphates zurück, dessen Lanthanoide eine Seewasser-Signatur aufweisen.

Die in mehreren Lokaltäten aufgeschlossenen Tuffe T D1, T E und T F haben Lanthanoid-Profile mit einer markanten negativen Abweichung von Europium. Ihnen fehlen nahezu ganz die schweren Elemente der Lanthanoiden. Die meisten Proben zeigen auch eine leichte Verringerung der Anteile an leichten Elementen der Lanthanoiden. Der nur in Oerlinghausen nachgewiesene Tuff C zeigt eine nicht so markante Europium Abweichung wie die anderen Tuffe, kann aber dennoch klar von den unter- und überliegenden detritischen Mergeln unterschieden werden. Die nur leichte negative Europium-Abweichung von Tuff C kann ein Anzeichen dafür sein, daß er von Aschen stammt, die magmatisch weniger entfaltet waren.

Soweit Plänerkalk-Horizonte beprobt wurden, zeigen diese ein Profil mit einer leichten negativen Cer-Abweichung und einer geringfügigen Zunahme der schweren Elemente der Lanthanoide. Es läßt sich am besten als ein kombiniertes Profil aus marinen Karbonaten und detritischen Tonen interpretieren.

Tuffe bestehen generell aus zwei sich farblich unterscheidenden Horizonten, wie schon DORN & BRÄUTIGAM (1959) beobachteten, die auch Unterschiede in ihren Lanthanoid-Profilen aufweisen. Die untere gelb-braune Lage zeigt ein Profil, daß wesentlich charakteristischer für Bentonite ist als die obere graue Lage mit einem subhorizontalen Profil und mit einer im Vergleich zur unteren Lage geringeren Europium-Abweichung. Da sich aber die obere graue Lage immer noch deutlich von den unter- und überliegenden detritischen Mergellagen unterscheidet, liegt es nahe, daß sie integraler Bestandteil des Tuffs ist.

Die Lanthanoid-Profile eines Tuffs schwanken von Aufschluß zu Aufschluß. Dies kann man besten bei Proben von Tuff F beobachten. So zeigen besonders die Proben von Bad Laer, Kirchborchen, Salzkotten-Niederntudorf und Geske-Westereiden ein deutliches Zurückgehen der leichten Elemente der Lanthanoide und eine kleinere Abweichung bei Europium. Diese Erscheinung kann mit Sortierungsprozessen während des Transportes zusammenhängen, da die genannten Aufschlüsse das südwestliche Verbreitungsgebiet von Tuff F einnehmen. Alternativ können Unterschiede in Lanthanoid-Profilen aber auch mit der Mobilisierung der Lanthanoide während Authigenese zurückgehen, wie sie von MIŁODOWSKI & ZALASICZ (1990) berichtet werden.

4. Stratigraphie

4.1 Lithostratigraphie

Strukturgeologisch bedingt unterscheiden sich die turonen Ablagerungsräume im Osten des Münsterländer Kreide faziell signifikant. Deshalb ist es nicht möglich, für das gesamte westfälischen Turon eine einheitliche Lithostratigraphie zu etablieren.

Die Ablagerungen des Mittel- und Ober-Turon im südöstlichen Münsterland bis zum mittleren Teutoburger Wald werden in die „Untere Plänerkalkstein-Einheit“ und der nachfolgenden „weißgrauen Kalkstein-Einheit“ gegliedert. Im Gebiet der Karbonat-Plattform lassen sich diese beiden lithostratigraphischen Einheiten kaum unterscheiden. Im südlichen Westfalen geht die „weißgraue Kalkstein-Einheit“ in den glaukonitischen Soester Grünsand über (FRIEG, HISS & MÜLLER, 1989), der in seinem östlichen Verbreitungsgebiet zumindest geographisch an den Geseker Sattels gebunden ist. Im nordwestlichen Arbeitsgebiet im Bereich von Lengerich unterschied KAPLAN (1992) eine „untere Kalk-Mergel Wechselfolge“ und eine „obere Kalkmergel-Wechselfolge“, die durch die weiße Grenzbank (s.u.) getrennt werden.

4.2 Event-Stratigraphie und Leithorizonte

Die von ERNST, SCHMID & SEIBERTZ (1983) für die NW-deutsche Plänerkalk-Gruppe entwickelte und von WOOD, ERNST & RASEMANN (1984) für den niedersächsischen Turon/Coniac-Grenzbereich verbesserte Event-Stratigraphie läßt sich mit wenigen Modifizierungen auch in den pelagischen Ablagerungen des

Turon im Teutoburger Wald, Egge und Haarstrang nachvollziehen (KAPLAN 1986, 1991, 1992a, b, c, KAPLAN & BEST 1984). In den genannten Schriften finden sich auch weitergehende Angaben zu den Invertebraten-Faunen.

Folgende Events und Leithorizonte des westfälischen Mittel- und Ober-Turon sind wesentlich zur fein-stratigraphischen Einstufung der beprobteten Mergel- und Tufflagen:

– *Mytiloides hercynicus* Event: Neben Massenvorkommen der Index-Art auch *Inoceramus apicalis*, *I. cuvierii*, als leitender Cephalopode *Collignonicerias woollgari*, kennzeichnender Echinide *Cardiaster* sp.

– Event-Bündel Weiße Grenzbank, *Inoceramus apicalis* & *cuvierii* Event und Mergellage M Teuto: Die Weiße Grenzbank markiert den Top der *Inoceramus apicalis* & *cuvierii* Zone mit einem Häufigkeitsmaximum beider Inoceramenarten.

Collignonicerias woollgari und *Sciponoceras* sp. treten gelegentlich auf. Erste *Inoceramus lamarcki* ca. 1,2 m unter Basis der Weißen Grenzbank markieren die Grenze zur folgenden *Inoceramus lamarcki* Zone.

– *Inoceramus lamarcki* Events: Zwei Horizonte mit Massenvorkommen von *Inoceramus lamarcki* und anderen Inoceramen-Arten in den Schichten über der Weißen Grenzbank erhalten durch Reichhaltigkeit ihren Faunen Event-Character. Daneben kommen immer wieder weniger prägnante Anreicherungen von Inoceramen lagenweise vor. Außer Inoceramen treten andere Faunenelemente selten auf, und diese sind in der Regel sehr schlecht erhalten. Zu ihnen gehören holasteroide Echiniden und Ammoniten, darunter die leitende Form *Collignonicerias woollgari*.

– Tuff T C: Diese bisher in Westfalen unbekannte Tufflage konnte nur in Oerlinghausen, Stbr. O. Foerth, nachgewiesen werden. In den Forstweg-Profilen im Raum Altenbeken-Neuenbeken war sie nicht aufzufinden, in Halle und Bielefeld fiel sie wahrscheinlich tektonisch bedingten Profilverlusten zum Opfer, in Hilter-Hankenberge und Lengerich verdecken Schuttfächer die entsprechenden Profilabschnitte.

– Kalkknollen-Lage mit basaler Ammoniten-Lage: Zwischen dem dritten und vierten *I. lamarcki* Häufigkeitsmaximum, läßt sich in den Profilen von Lengerich und Oerlinghausen ein ca. 3 m mächtiger Horizont mit Kalkknollen beobachten. Er ist in Halle so stark kondensiert, so daß nur die Ammoniten-Lage nachweisbar ist. In dem Forstweg-Profil von Bärenthal-Schierenberg ist sie nur schlecht aufgeschlossen.

– Flint-Lage F 23 und / oder dünn laminierte Plänerkalke: Flinte beschränken sich im Arbeitsgebiet auf die Flint-Lage F 23, die ca. 2-3 m unter der Mittel/Ober-Turon Grenze liegt. Bis zu vier Lagen von bis zu 10 cm mächtigen grauen Flinten liegen in laminiertem Plänerkalkstein. In Aufschlüssen wie Halle, Steinbruch F. Foerth und Horn – Bad Meinberg, Bärenthal, Forstweg-Aufschluß Schierenberg, wo bisher keine Flinte auftraten, finden sich nur die laminierten Plänerkalke. Flint F 23 wurde bis Lengerich, östlicher Teil des Steinbruchs der Dyckerhoff AG; Hilter, Autobahn-Einschnitt A 33; Oerlinghausen; O. Foerth Steinbruch und Altenbeken – Neuenbeken, Südhang des Papenbergs, Forstweg-Aufschluß nachgewiesen. *Inoceramus costellatus* tritt erstmals in den Flintlagen von F 23 auf und markiert damit die Mittel/Ober-Turon Grenze im Sinne der Inoceramen-Stratigraphie (KAPLAN. 1992b).

– *Inoceramus costellatus* / *Sternotaxis plana* Event: Eng mit der Flintlage F 23 korreliert zeigt dieses Event einen signifikanten Faunenwechsel der Inoceramiden und Ammoniten an. Im Sinne der Ammoniten-Stratigraphie markiert es mit dem ersten Auftreten von *Subprionocyclus neptuni* die Ober-Turon Basis (KAPLAN 1986, 1991 a, b). In Westfalen tritt der namengebende Echinide *Sternotaxis plana* nicht so häufig auf wie *Infulaster exentricus*, der besonders in der becken nahen Fazies des nordwestlichen Teutoburger Waldes weitverbreitet ist.

– Event-Paar Tuff D 1 und unterliegende unbenannte Mergellage: Diese beiden immer ca. ein Meter voneinander auftretenden Lagen treten in Plänerkalk-Profilen des mittleren und süd-östlichen Teutoburger Waldes als markante Leithorizonte hervor. In der Beckenfazies von Lengerich werden beide durch die dortige Kalk-Mergel-Wechselagerung so überprägt, daß sie nur noch als wenige Millimeter dünne und bräunliche bis rostige Bestege in Mergellagen zu identifizieren sind.

– *Allocrioceras* / *Orbirhynchia* Lage: Bestimmt durch gehäuftes Vorkommen der namengebenden Gattungen *Allocrioceras* und *Orbirhynchia*.

– Mergellage „T D 2“: Lithostratigraphischer Leithorizont, ca. 5 m bis 6 m unter Tuff T E. Die frühere Annahme, daß diese Lage ein Tuff ist, bestätigte sich nicht in unseren Analysen.

– Tuff T E: Lithostratigraphischer Leithorizont ca. 3 m unter Mergellage M E. Er konnte von uns in der Kalk-Mergel-Wechselfolge von Lengerich nicht gefunden und nachgewiesen werden.

– Mergellage M E: Markante Mergellage und bedeutsamer lithologischer Leithorizont des NW-deutschen Turon. In der beckenahen Fazies von Lengerich von einer Kalk-Mergel-Wechselagerung überprägt.

– Mergellage M E chen: Dünne Mergellage ca. 1 m über M E, in der Kalk-Mergel-Wechselagerung von Lengerich nicht erkennbar.

– *Hyphantoceras* Event: ca. 13-25 m über Mergellage M E, „Scaphiten Schichten“ s. str. älterer deutscher Autoren. Dynamische Entwicklung der reichen, über 20 Arten umfassenden Ammoniten-Fauna (KAPLAN (1991, KAPLAN & KENNEDY, im Druck), daneben noch eine diverse Invertebraten-Fauna mit Echiniden, Inoceramen, Crinoiden, Brachiopoden und andere Formen.

– *Mytiloides incertus* Lage: Charakterisiert durch die Index-Art, seltenen Vertretern der desmoceratiden Ammoniten-Fauna des oberen *Hyphantoceras* Events.

– Event-Bündel Tuff T F, Mergellage „T G“ und *Micraster* Event: Diese drei dicht beieinander liegende Events bilden durch ihr markantes lithologisches Erscheinungsbild und durch ihre charakteristische Fauna einen markanten Leithorizont im höheren Ober-Turon. Während für Tuff F ein vulkanischer Ursprung nachgewiesen werden konnte, ist für die ca. 1-1,5 m höher liegende, ehemals als Tuff G angesprochene Mergellage ein terrestrischer Ursprung gesichert (s.u.). Da mit dieser Art keine Revision der Benennung der Leithorizonte durchgeführt werden soll, benutzen wir die alte wenn auch irrtümliche Bezeichnung in Anführungsstrichen weiter. Tuff F gewinnt durch seine scharfen Liegend- und Hangend-Kontakte ein prägnantes Bild. Dagegen variiert das Erscheinungsbild der Mergellage „T G“. Im südlichen Westfalen ist sie nur als dünner Mergelbesteg erhalten, im Bereich von Halle und Bad Laer ist sie deutlich als dünne Mergellage entwickelt. Dagegen geht sie im nordwestlichen Teutoburger Wald in die vorherrschende Kalk-Mergel-Wechselagerung über. Die Mergellage „T G“ wird durch eine kompakte, ca. 30-35 cm mächtige Kalksteinbank von dem nachfolgenden *Micraster* Event getrennt. Die Basis des *Micraster* Events ist stets als Mergellage ausgebildet. Im Bereich der Schwellenregion im Bereich des Geseker Sattels hebt sich das *Micraster* Event in der Folge von glaukonitischen Kalkmergelsteinen nur wenig vom umgebenden Gestein ab. Im Bereich der Karbonatplattform und der Rampe ist die Mergellage unten und oben scharf begrenzt. Dagegen geht sie bereits im Raum Halle schon in eine Kalk-Mergel-Wechselagerung über.

Im *Micraster* Event zeigen sich deutliche Faunenunterschiede in den verschiedenen Ablagerungsräumen, die in KAPLAN, WOOD & WRAY, 1994) diskutiert werden.

– Faule Lage: Überlagert wird das *Micraster* Event in allen Aufschlüssen von einer durch zurückgehende Karbonatgehalte geprägten Profilabschnitt, der bis zu drei Meter über das *Micraster* Event reicht. In der Grünsandfazies machen sich mergelige Einschaltungen bemerkbar, im Bereich der Karbonatplattform (Kirchborchen) wird das Gestein insgesamt flaseriger, im Teutoburger Wald ist dieser Abschnitt als Kalk-Mergel-Wechselagerung entwickelt, in der die Mergel in nordwestlicher Richtung zunehmend dominieren.

Der von KAPLAN, WOOD & WRAY (1995) eingeführte Begriff „Faule Lage“ greift auf eine lokale Bezeichnung des betreffenden stratigraphischen Abschnitts von Steinbrucharbeitern im Steinbruch Stelbrink, Salzkotten-Niederntudorf, zurück. Sie veranschaulichen mit diesem Begriff die geringe technische Brauchbarkeit des betreffenden Profilabschnitts bedingt durch seinen erhöhten Mergelanteil.

– Werksteinbänke des Soester Grünsandes: Mit „Soester Grünsand“ wird die glaukonitische Plänerkalkstein-Fazies am Südrand des Münsterländer Kreidebeckens bezeichnet, die nach Osten an den Geseker Sattel gebunden ist. Innerhalb des Soester Grünsandes heben sich zwei arenitische und durch einen höheren Glaukonitgehalt gekennzeichnete Horizonte ab, die im Raum Anröchte und in Salzkotten-Niederntudorf als Werksteinbänke abgebaut werden. Diese Werksteinbänke liegen sowohl bei Westereiden als auch bei Salzkotten-Niederntudorf über der „Faule Lage“ und damit über dem „*Micraster* Event“, mit denen sie bisher korreliert wurden (ERNST, SCHMID & SEIBERTZ, 1983). Nach Osten setzen sie sich vom östlichen Bahneinschnitt von Salzkotten-Niederntudorf bis Kirchborchen als Doppel-Mergellagen fort, über denen jeweils Massenvorkommen von *Micraster* liegen.

– Rothenfelder Grünsand: Mass Flow glaukonitischer Plänerkalke und Turbidite, ca. 7-9 m über dem *Micraster* Event und ca. 4-6 m über der „Faulen Lage“. Seine Verbreitung ist auf den mittleren Teil des Teutoburger Waldes zwischen Hilter und Bad Laer begrenzt (KAPLAN & BEST 1984).

Sowohl die Werksteinbänke des Soester Grünsandes als auch der Rothenfelder Grünsand liegen immer wenige Meter über dem *Micraster* Event und der Faulen Lage. Damit liegt nahe, daß beide Ereignisse in einem nahen zeitlichen Kontext stehen (KAPLAN, WOOD & WRAY, 1994).

Im Bereich Halle – Bad Laer zeigt die „untere submarine Gleitung“ (KAPLAN & BEST, 1984) die sich verstärkende inversionstektonische Aktivität an der Grenze von Rheinischem Massiv und Niedersächsischen Tektogen an.

Die Turon/Coniac Grenze in Westfalen wird ausführlich von KAPLAN & KENNEDY (1994) diskutiert. Wesentlich ist, daß zwischen den Grenzen nach Ammoniten und Inoceramen eine nicht unerhebliche Differenz besteht.

Nach Inoceramen beginnt das Coniac im *Didymotis* Event II mit dem ersten Auftreten von *Cremnoceramus rotundatus*. Nach Ammoniten liegt die Grenze mit dem ersten Auftreten von *Forresteria* (*Harleites*) *petrocoriensis* dicht unter dem einige Meter höher liegenden *Isomicraster* Event und *Cremnoceramus inconstans* Event.

4.3 Bio-Stratigraphie

a) Ammoniten

Die Gliederung des westfälischen Turon erfolgt nach KAPLAN (1986, 1988, 1991a) und KAPLAN & KENNEDY (1994), wo eine ausführliche Diskussion erfolgt.

Die Basis des Mittel-Turon wird mit dem ersten Auftreten von *Collignoniceramus woolgari* im *Mytiloides hercynicus* Event gezogen. Erste für das nachfolgende Ober-Turon typische Formen wie *Lewesiceramus mantelli*, *Allocrioceras schlueteri*, *A. billinghursti*, *Hyphantoceras reussianum* und *Scaphites geinitzii* setzen an der Basis der Kalkknollen-Lage ein.

Das Ober-Turon beginnt mit dem ersten Einsetzen von *Subprionocyclus neptuni* im *Inoceramus costellatus/Sternotaxis plana* Event. Die *Subprionocyclus neptuni* Zone reicht bis ca. drei Meter über das *Micraster* Event, wo dann mit *Prionocyclus germari* die leitende Form des höheren Ober-Turon einsetzt. Zur Umbenennung der ehemaligen *Subprionocyclus normalis* Zone in *Prionocyclus germari* Zone siehe KAPLAN & KENNEDY (1994).

b) Inoceramen

Die Inoceramen-Stratigraphie der Mittel- und Ober-Turon Westfalens gründet auf Gliederungen von ERNST, SCHMID & SEIBERTZ (1983), KELLER (1982) und TRÖGER (1981; 1989), die von KAPLAN (1986, 1992) für die pelagische Plänerkalkstein-Fazies Westfalens übertragen wurde.

Die Basis des Mittel-Turon wird mit dem ersten Auftreten von *Inoceramus apicalis* und *cuvierii* im *Mytiloides hercynicus* Event gezogen. Die *I. apicalis* und *cuvierii* Zone reicht bis zur basalen Weißen Grenzbank. Der in Oerlinghausen bereits ca. 1,5 m unter der Mergellage M Teuto einsetzende *Inoceramus lamarcki* markiert die Basis der oberen mittel-turonen Inoceramen-Zone.

Nach Inoceramen wird die Basis des Ober-Turon mit dem ersten Einsetzen von *Inoceramus costellatus* in der Flint-Lage F 23 bzw. in der mit ihr korrelierenden laminierten Lage definiert. Damit liegt sie geringfügig niedriger als die Ober-Turon-Basis nach Ammoniten.

Das Ober-Turon läßt sich in drei Inoceramen-Zonen gliedern. Die *Inoceramus costellatus* Zone reicht vom *Inoceramus costellatus/Sternotaxis plana* Event bis zur Mergellage M E. Im Gegensatz zu Niedersachsen ist *I. costellatus* im Teutoburger Wald über die gesamte Zone verbreitet. Weitere charakteristische Formen sind *Inoceramus cuvierii* und *Inoceramus lamarcki stuemckeii*. Letztere tritt ca. ein Meter unter M E mit bis über ein Meter großen Exemplaren auf.

Die Basis der *Mytiloides striatoconcentricus* Zone liegt direkt über der Mergellage M E. Weiter persistieren *Inoceramus lamarcki stuemcke* bis wenige Meter über M E und *Inoceramus costellatus*, der in weiteres Häufigkeitsmaximum im *Hyphantoceras* Event erreicht. Wenige Meter über dem *Hyphantoceras* Event erreicht *Mytiloides incertus* ein Häufigkeitsmaximum.

Die *Inoceramus* aff. *frechi* Zone setzt direkt über Tuff T F ein und reicht bis zur Basis des Coniac. ERNST, WOOD & RASEMANN (1984) trennen noch im höchsten Turon eine *Inoceramus (Cremnoceramus) waltersdorfensis hannovrensis* Zone ab. Da er bereits tiefer auftritt (KELLER, 1982; TRÖGER, 1989) wurde von KAPLAN (1991) und KAPLAN & KENNEDY (1994) auf diese Zone verzichtet.

4.4 Stratigraphie der turonen Tuffe in Westfalen:

– Tuff C, bisher in Westfalen nur in Oerlinghausen nachgewiesen, liegt im mittleren Mittel-Turon, mittlere *Inoceramus woollgari* Zone, untere *Inoceramus lamarcki* Zone. Feinstratigraphisch liegt Tuff C ca. 18 m über M Teuto, ca. 14 m über dem *Inoceramus lamarcki* Event I und ca. 25 m unter der Basis der Kalkknollen-Lage. Allerdings sind die Einmessungen zu einem nicht geringen Maß durch Störungen beeinträchtigt.

– Tuff D 1 liegt im tiefen Ober-Turon, tiefe *Subprionocyclus neptuni* Zone, tiefe *Inoceramus costellatus* Zone. Feinstratigraphisch liegt Tuff T D1 ca. 5 m – 7 m über dem Top des *Inoceramus costellatus/Sternotaxis plana* Events. Tuff D1 wird stets in einem Abstand von ca. 1 m von einer bisher unbenannten Mergellage unterlagert. In der Beckenfazies von Lengerich, wo Tuff T D1 nur als rostigfarbener millimeterdünner Besteg in Erscheinung tritt, findet sich in der Wechsellagerung von Kalk- und Mergelbänken in einem Abstand von 1 m wieder ein millimeterdünner rostigfarbener Besteg, der wahrscheinlich der unteren Mergellage entspricht.

– Tuff E liegt in der mittleren *Subprionocyclus neptuni* Zone, im Top der *Inoceramus costellatus* Zone. Feinstratigraphisch liegt Tuff E ca. 3 m – 5 m unter der Mergellage M E und dabei ca. 2 m – 4 m unter der Lage mit riesenwüchsigen *Inoceramus lamarcki stuemcke*.

– Tuff F liegt im Top der *Subprionocyclus neptuni* Zone und markiert die Grenze zwischen *Mytiloides striatoconcentricus* und *Inoceramus* aff. *frechi* Zone. Feinstratigraphisch liegt Tuff F ca. 1 m bis 1,5 m unter der Mergellage „Tuff G“ und 1, 3 bis 1,8 m unter der Basis des *Micraster* Events.

5. Lokalitäten und Proben

Die Lokalitäten werden in ihrer Verbreitung von Nordwesten nach Südosten aufgelistet (Abb. 1). Diese Reihenfolge spiegelt in etwa den Übergang von der beckenwärts orientierten Fazies des nordöstlichen Beckens von Münster über den Schelfrand und die Karbonatplattform in seinem südöstlichen Bereich zur relativ küstennahen glaukonitischen Fazies des Haarstrangs im Gebiet des Lippstädter Gewölbes wider. Die Angaben zur Stratigraphie beziehen sich auf die Reichweite des abgebildeten Referenzprofils. Zur Lithologie siehe Abb. 2.

Proben: Wir beprobten alle markanten Mergel- und potentiellen Tufflagen, die sich im Arbeitsgebiet als wichtige Leithorizonte herausgestellt haben. Dazu gehören: Mergellage M Teuto, Tuff C, unbenannte Mergellage ca. 22 m über Tuff C, Tuff D 1 und die ihn unterlagernde unbenannte Mergellage, die ehemals als Tuff angesprochene Mergellage „T D 2“, Tuff E, Mergellage M E, Mergellage M Echen, Tuff F, ehemals als Tuff angesprochene Mergellage „T G“, *Micraster* Event. Zusätzlich beprobten wir makroskopisch als Tuffe erscheinende Mergellagen des unteren Mittel-Turon in Oerlinghausen und bei Berlebeck. Ebenfalls beprobt wurde eine markante Mergellage über der unteren Werksteinbank in Salzkotten-Niederntudorf, Steinbruch Stelbrink.

Für jedes Profil wird die feinstratigraphische Position der entnommenen Proben aufgelistet, profilmäßig und so weit möglich auch photographisch dargestellt. Die Mehrzahl der sich als Tuffe erwiesenen Horizonte wurde ergänzend ca. 50 cm unter ihrer Basis beprobt, um mögliche Aufarbeitungseffekte auszuschließen. Ebenso wurden von Tufflagen selbst zwei Proben entnommen, nämlich aus ihrer in der Regel rostigbraunen unteren Hälfte und der grauen oberen Hälfte.

	Kalkstein
	mergeliger Kalkstein
	Mergelkalk
	kalkiger Mergel
	Mergel
	Kalkmergel-Wechselagerung
	Mergelbesteg
	Mergellage
	Tuff
	Glaukonit
	Kalkarenit
	Aufschlußlücke

Abb. 2: Lithologische Symbole.
Lithological symbols.

1. Lengerich, aufgelassener Steinbruch Wicking II (Abb. 3).

L a g e: TK 25 Blatt 3813 Lengerich, R = 34 23 100, H = 57 84 100.

S t r a t i g r a p h i e: hohes Mittel – Turon bis mittleres Ober – Turon.

P r o b e n: ? Mergellage ME Basis

? Mergellage ME Mitte

? Mergellage ME Top

Tuff D 1, oberer brauner Besteg, 6,5 m über Top des *Inoceramus costellatus* / *Sternotaxis plana* Events;

unterer brauner Besteg, 5,5 m über Top des *Inoceramus costellatus*/ *Sternotaxis plana* Events.

A n m e r k u n g e n: Tuff C und Tuff E sind in der Kalk-Mergel-Wechselfolge nicht auffindbar.

S c h r i f t e n: KAPLAN (1992a).

2. Lengerich, aufgelassener Steinbruch Wicking I im nordwestlichen Abbaugbiet der Dyckerhoff AG (Abb. 4).

L a g e: TK 25 Blatt 3813 Lengerich R = 34 24 250, H = 57 83 850.

S t r a t i g r a p h i e: hohes Unter – Cenoman bis basales Ober – Turon.

P r o b e n: M Teuto Basis

M Teuto Mitte

M Teuto Top.

Anmerkungen: Bräunliche Mergellagen unter M Teuto, die in Hilter-Hankenberge und Oerlinghausen beprobt wurden, sind nicht erkennbar.

Schriften: KAPLAN (1992a).

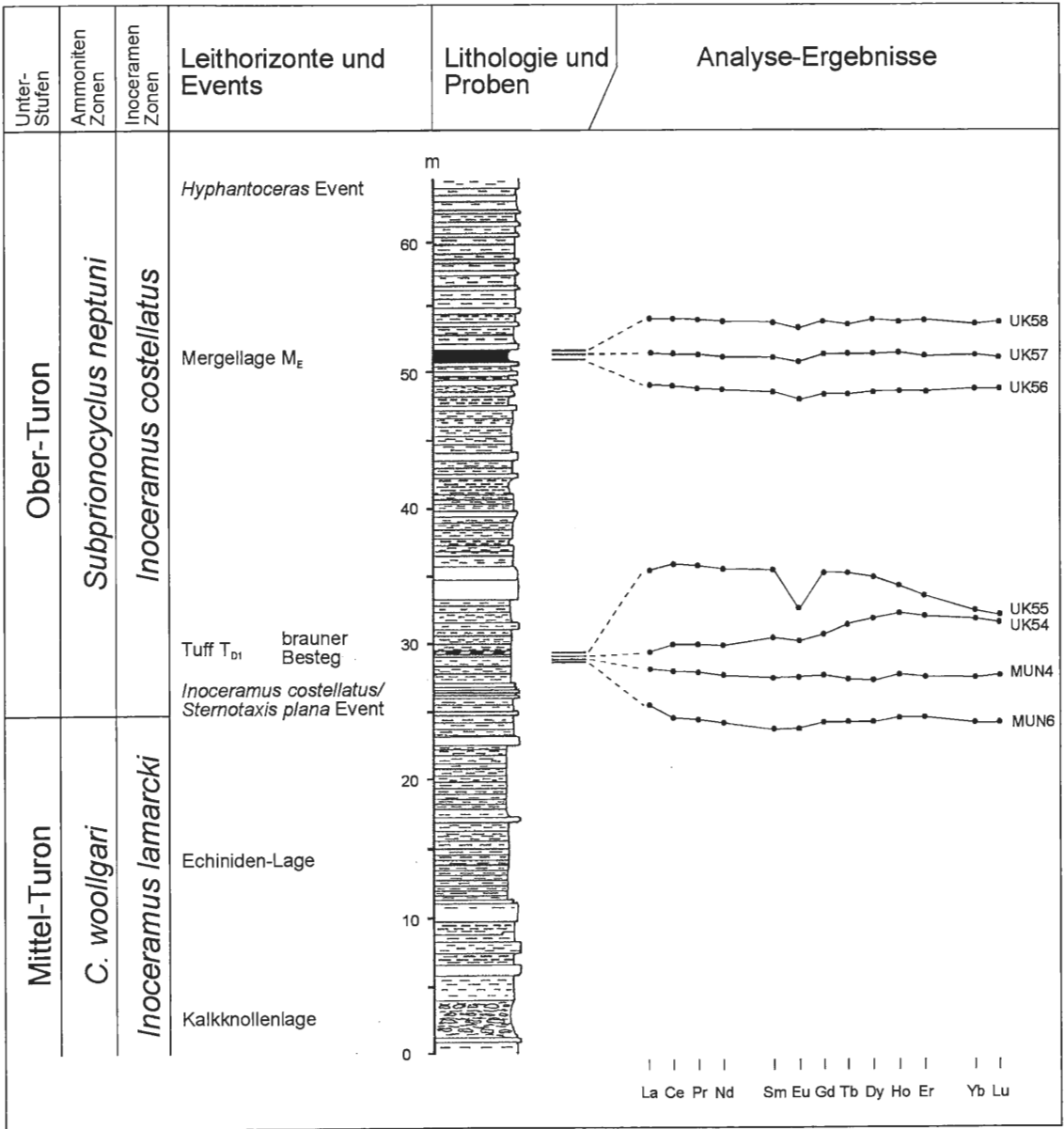


Abb. 3: Lengerich, aufgelassener Steinbruch Wicking II am Intruper Berg.
Lengerich, disused Wicking II Quarry on the Intruper Berg.

3. Hilter – Hankenberge, Autobahneinschnitt A33 (Abb. 5 und 6).

L a g e: TK 25 Blatt 3814 Bad Iburg R = 34 42 600 H = 57 80 400.

S t r a t i g r a p h i e: Hohes Unter- bis basales Mittel-Turon.

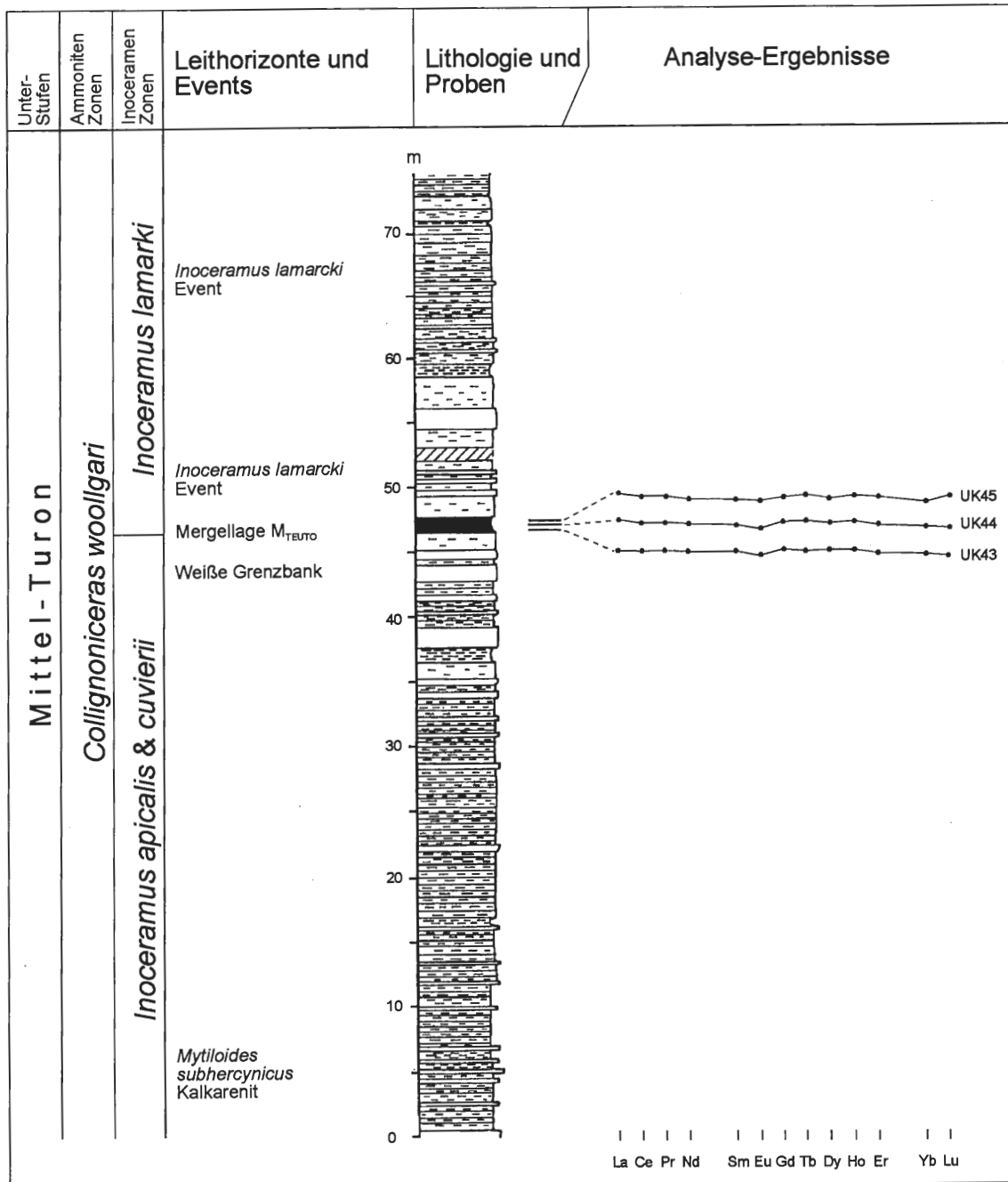


Abb. 4: Lengerich, Steinbruch des Zementwerks der Dyckerhoff AG, aufgelassener Steinbruch Wicking I.
Lengerich, Dyckerhoff AG Cementwork Quarry, disused Wicking I Quarry.

Proben: 17,45 m unter M Teuto (Probe 1)
11,25 m unter M Teuto (Probe 2)
4,3 m unter M Teuto (Probe 3)
2,65 m unter M Teuto (Probe 4)
M Teuto Basis
M Teuto Mitte
M Teuto Top.

A n m e r k u n g e n: Die noch von einem der Autoren (U. KAPLAN, 1985) und NEUWEILER & BOLL-MANN (1991) beobachten Horizonte Tuff D1 und die ca. ein Meter tiefer liegende unbenannte Mergellage waren zur Zeit der Probenentnahme für diese Arbeit (4/1994) schon unter Schuttfächern verdeckt, ebenso der Bereich, wo Tuff C zu erwarten wäre.

S c h r i f t e n: BOLLMANN (1990), NEUWEILER (1989), NEUWEILER & BOLLMAN (1991).

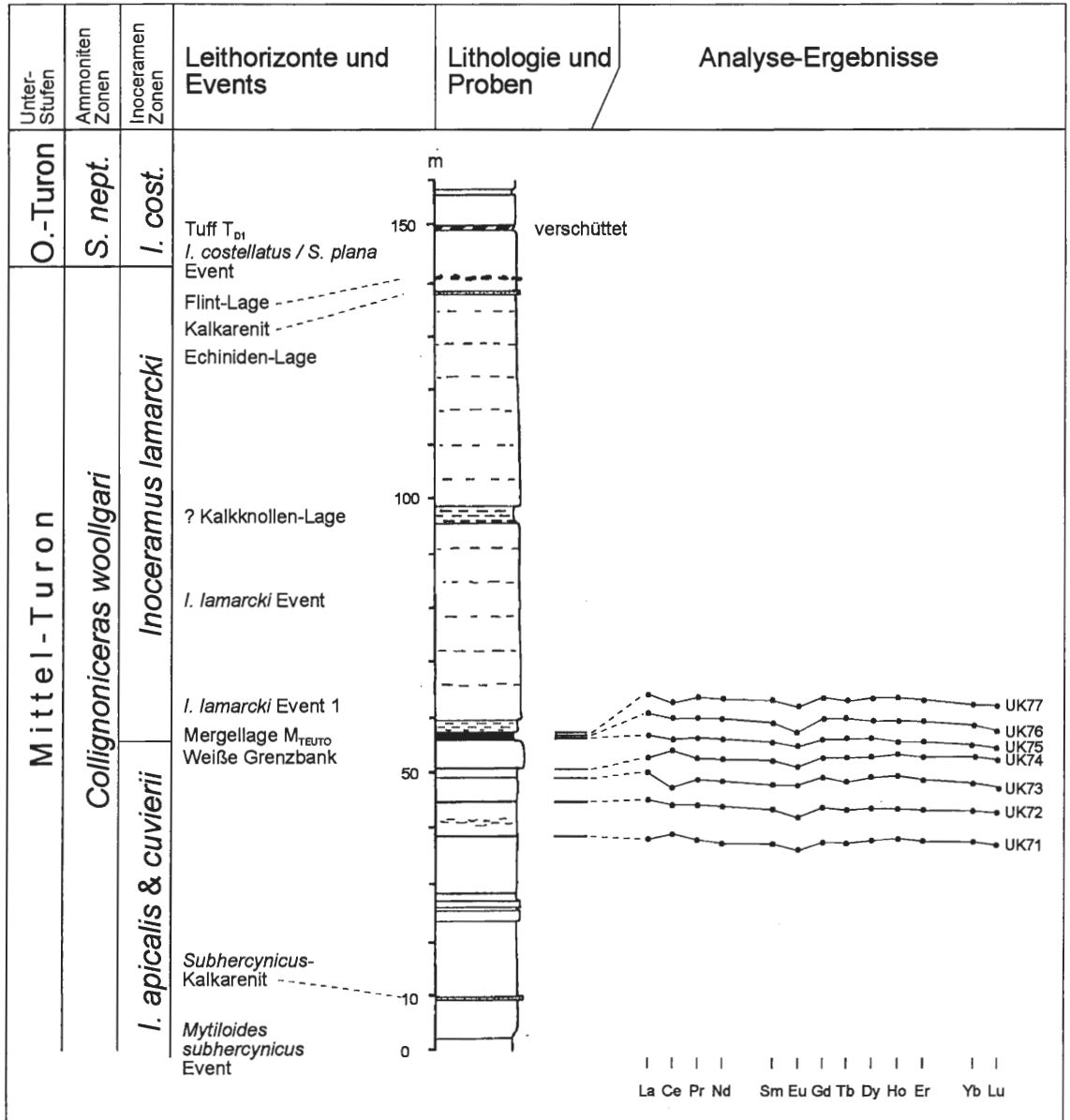


Abb. 5: Hilter-Hankenberge, Autobahneinschnitt A 33, verändert nach BOLLMANN (1990) und NEUWEILER (1989).

Hilter-Hankenberge, A 33 motorway section, altered after BOLLMANN (1990) and NEUWEILER (1989).



Abb. 6: Hilter-Hankenberge, Autobahneinschnitt A 33. **a** = Horizont von Probe 2, 11,25 m unter Mergellage M Teuto. **b** = Weiße Grenzbank, **c** = Mergellage M Teuto.

Hilter-Hankenberge, A 33 motorway section. **a** = horizon of sample 2, 11,25 m below marl bed M Teuto. **b** = white boundary bed, **c** = marl bed M Teuto.

4. Hilter, aufgel. Stbr. Schulte Roßkotten, auch Wicking genannt, Einschnitt der ehemaligen Feldbahnzufahrt (Abb. 7 und 8).

L a g e: TK 25 Blatt 3815 Dissen, R = 34 43 000, H = 57 78 900.

S t r a t i g r a p h i e: hangende Schichten des *Hyphantoceras* Events bis basale Grauweiße Wechselfolge.

P r o b e n: Tuff F

Micraster Event Basis

Micraster Event Top.

A n m e r k u n g e n: Mergellage „T G“ ist nicht eindeutig identifizierbar.

S c h r i f t e n: ELBERT (1902); KAPLAN & BEST (1984), KAPLAN & KENNEDY (1994).

5. Dissen – Nolle, SE Noller Schlucht, Westhang des Petersbrinks, aufgelassener bäuerlicher Kleinsteinsbruch (Abb. 9 und 10).

L a g e: TK 25 Blatt 3815 Dissen, R = 34 45 280, H = 57 77 730.

S t r a t i g r a p h i e: Ober-Turon, Bereich um *Micraster* Event.

P r o b e n: Tuff F

Micraster Event Basis.

Micraster Event Top

A n m e r k u n g e n: Mergellage „T G“ nicht eindeutig identifizierbar, starke Querplattung.

S c h r i f t e n: –.

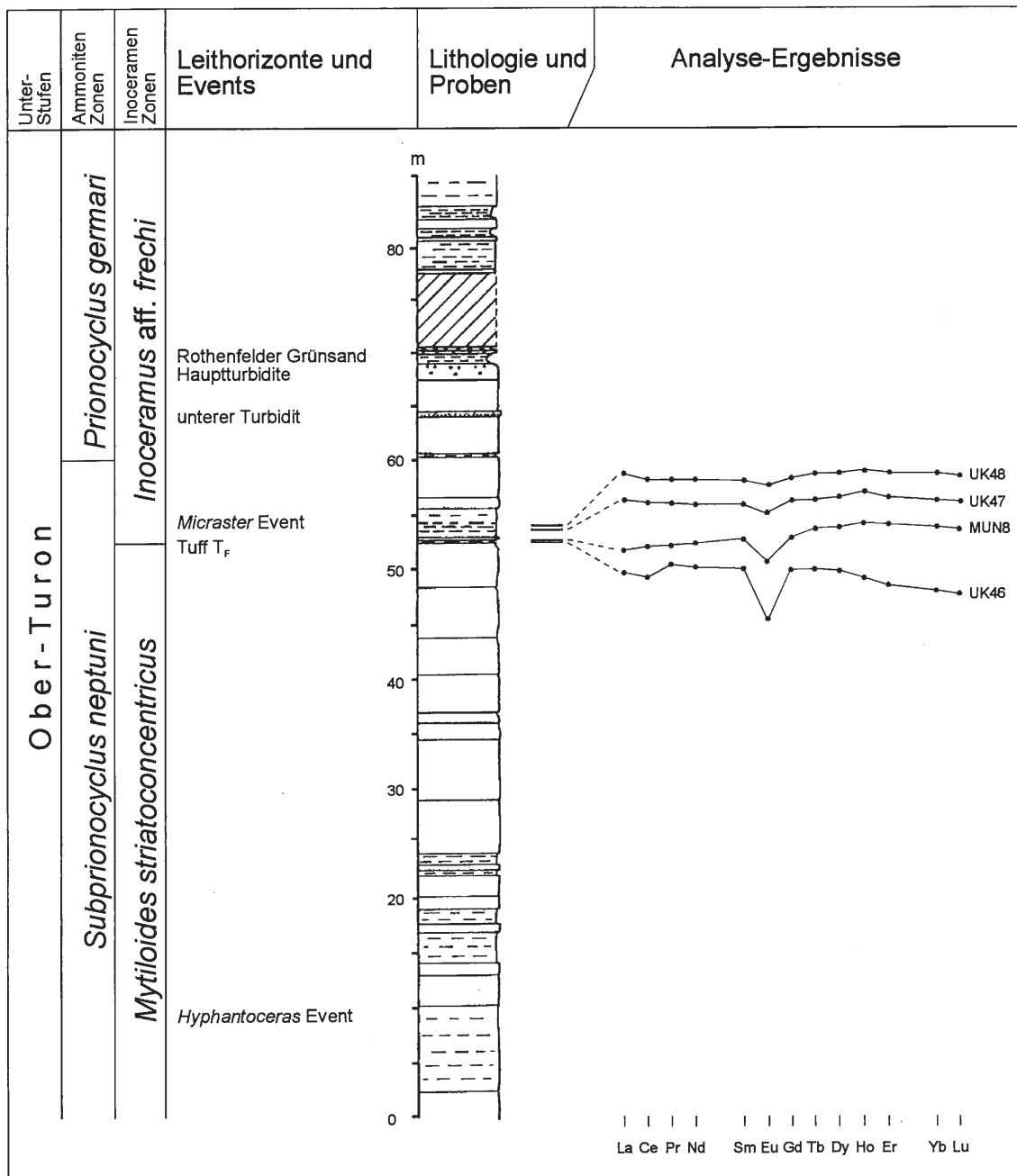


Abb. 7: Hilter, aufgelassener Steinbruch Schulte Roßkotten, ehemalige Feldbahnzufahrt.
Hilter, disused Schulte Roßkotten Quarry, former entrance of the field railway.

6. Bad Laer, Kleiner Berg, aufgel. Stbr. Anneliese, Bauschuttdeponie der Dieckmann KG, Osnabrück (Abb. 11 und 12).

L a g e: TK 25 Blatt 3814 Bad Iburg R = 34 39 900, H = 57 75 450.

S t r a t i g r a p h i e: Ober-Turon, Top *Hyphantoceras* Event bis tiefe „Grauweiße Wechselfolge“.

P r o b e n: Tuff F

Mergellage „Tuff G“

Micraaster Event Basis



Abb. 8: Hilter, aufgelassener Steinbruch Schulte Roßkotten, ehemalige Feldbahnzufahrt, stark verwittertes und überwachsenes Profil. **a** = Faule Lage, mergeliger Abschnitt über dem *Micraster* Event, **b** = *Micraster* Event, **c** = Tuff F.

Hilter, disused Schulte Roßkotten Quarry, former entrance of the field railway, deeply weathered and overgrown section. **a** = Faule Lage, marly unit over the *Micraster* Event, **b** = *Micraster* Event, **c** = Tuff F.

Micraster Event Mitte

Micraster Event Top.

Anmerkungen: –

Schriften: KAPLAN (1986), KAPLAN & BEST (1984).

7. Halle/Westfalen, Stbr. F. Foerth (Abb. 13-16).

Lage: TK 25 Blatt 3916 Halle (Westf.) R = 34 54 750 H = 57 71 300.

Stratigraphie: Unter-Turon bis ? Mittel-Coniac.

Proben: Tuff D 1

Tuff E

Mergellage M E, Basis

Mergellage M E, Mitte

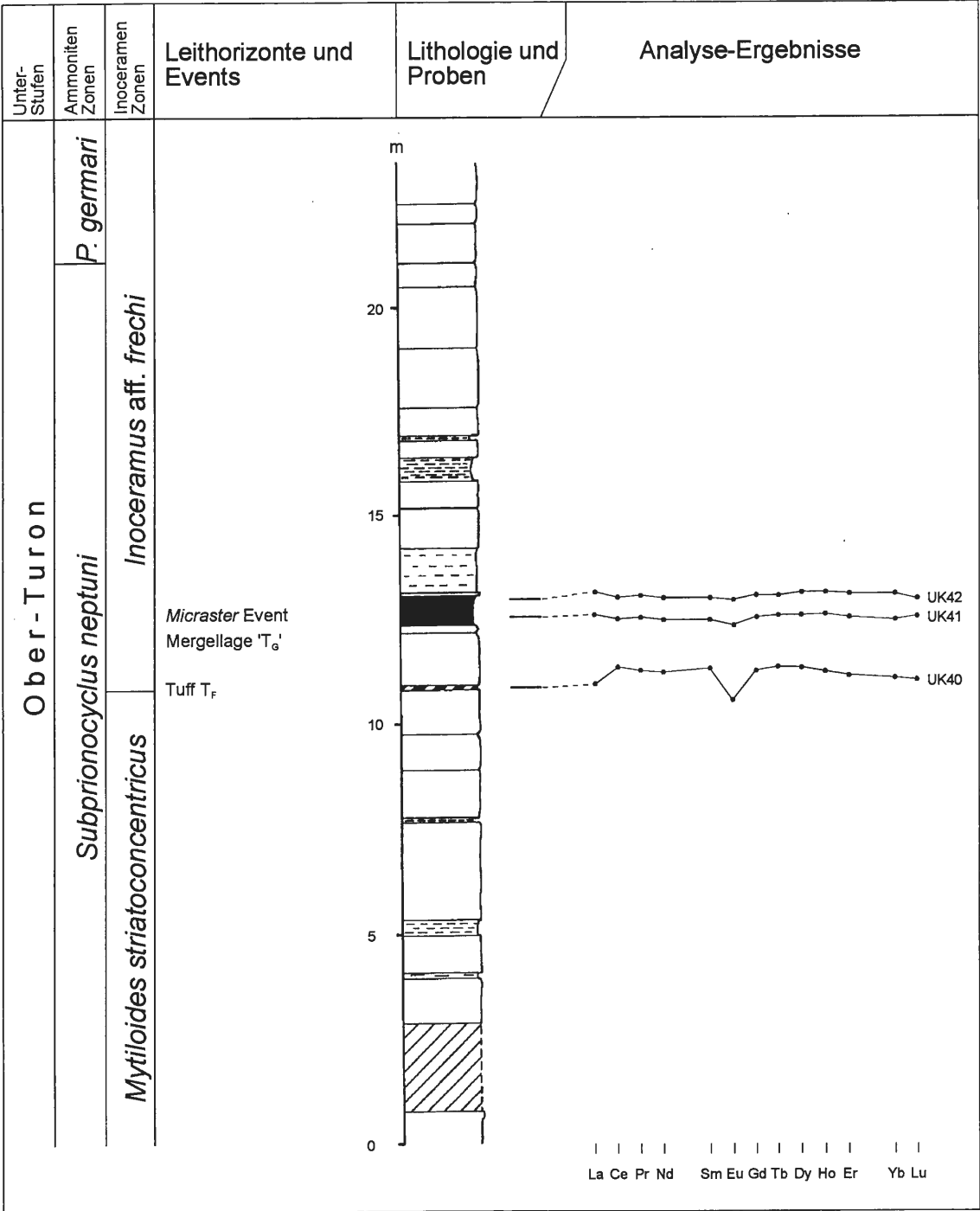


Abb. 9: Dissen, Noller Schlucht, aufgelassener Steinbruch am Petersbrink.
 Dissen, Noller Schlucht, disused quarry on the Petersbrink.

Mergellage M E, Top
 Tuff F
 Mergellage „T G“
 Micraster Event, Basis
 Micraster Event, Mitte
 Micraster Event, Top.



Abb. 10: Dissen, Noller Schlucht, aufgelassener Steinbruch am Petersbrink. **a** = Tuff F, **b** = Mergellage „T G“, **c** = *Micraster* Event, **d** = Faule Lage.

Dissen, Noller Schlucht, disused quarry on the Petersbrink. **a** = Tuff F, **b** = marlbed „T G“, **c** = *Micraster* Event, **d** = Faule Lage.



Abb. 11: Bad Laer, Kleiner Berg, aufgelassener Steinbruch Anneliese und jetzige Bauschuttdeponie der Dieckmann AG, Osnabrück. **a** = Basis des *Micraster* Events, **b** = Mergellage „T G“, **c** = Tuff F.

Bad Laer, Kleiner Berg, disused Anneliese Quarry, now building refuse dump belonging to Dieckmann AG, Osnabrück.

a = base of the *Micraster* Event, **b** = marl bed „T G“, **c** = Tuff F.

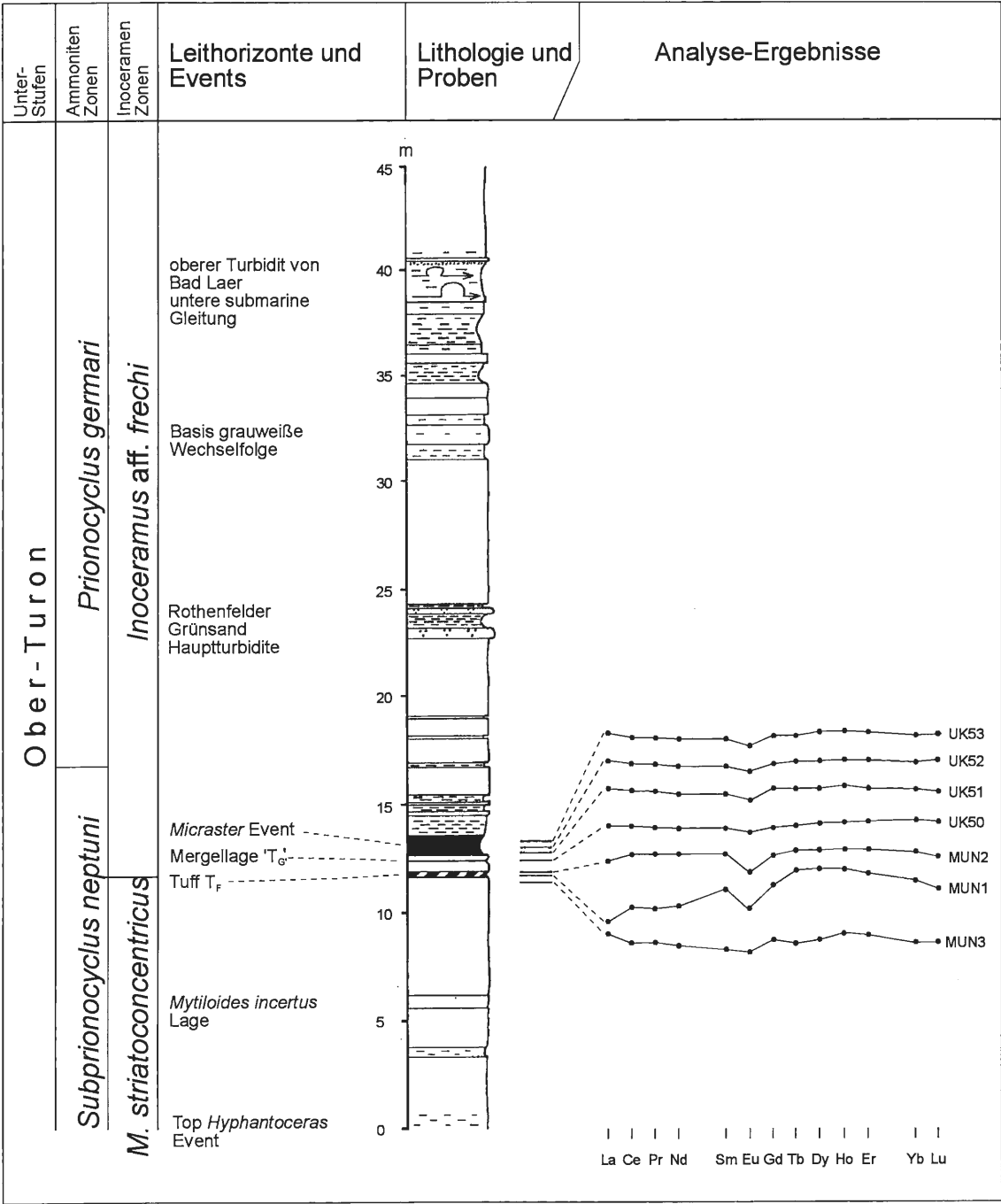


Abb. 12: Bad Laer, Kleiner Berg, aufgelassener Steinbruch Anneliese und jetzige Bauschuttdeponie der Dieckmann AG, Osnabrück.

Bad Laer, Kleiner Berg, disused Anneliese Quarry, now building refuse dump belonging to Dieckmann AG, Osnabrück.

Anmerkungen: M Teuto tektonisch bedingt ausgefallen, Mergellage unter Tuff D 1 und „T D2“ nicht aufgeschlossen.

Schriften: KAPLAN (1986; 1991); KAPLAN & BEST (1985); KAPLAN & KENNEDY (1994).

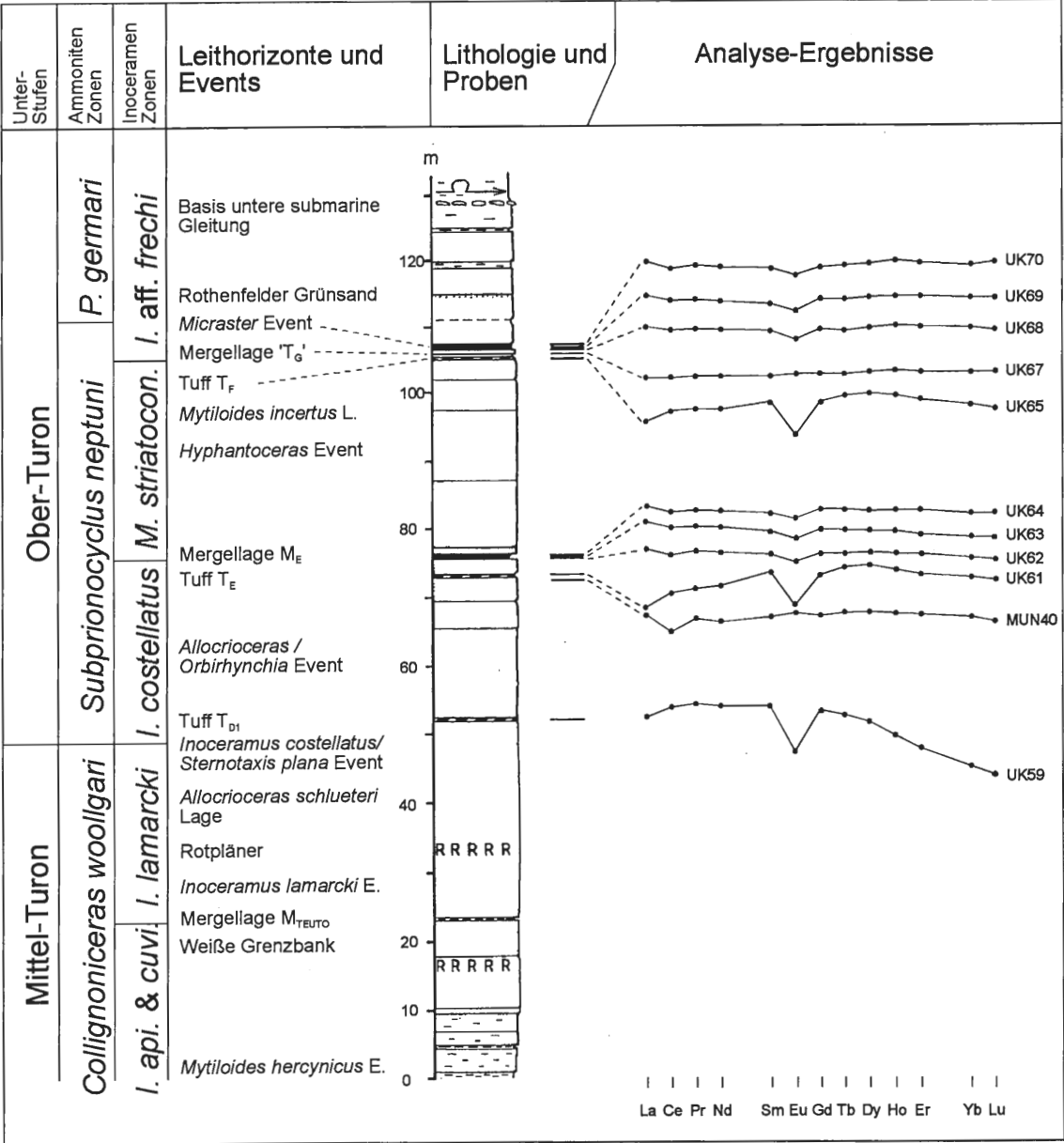


Abb. 13: Halle/Westfalen, Steinbruch F. Foerth.
Halle/Westfalen, F. Foerth Quarry.

8. Bielefeld – Quelle, Straßeneinschnitt Ostwestfalendamm (Abb. 17).

L a g e: TK 25 Blatt 3917 Bielefeld R = 34 65 900, H = 57 63 600.

S t r a t i g r a p h i e: Hohes Cenoman bis ?Mittel-Coniac (submarine Großgleitung).

- Proben:
- M Teuto
 - Tuff E
 - Mergellage M E, Basis
 - Mergellage M E, Mitte
 - Mergellage M E, Top
 - Micraster* Event.

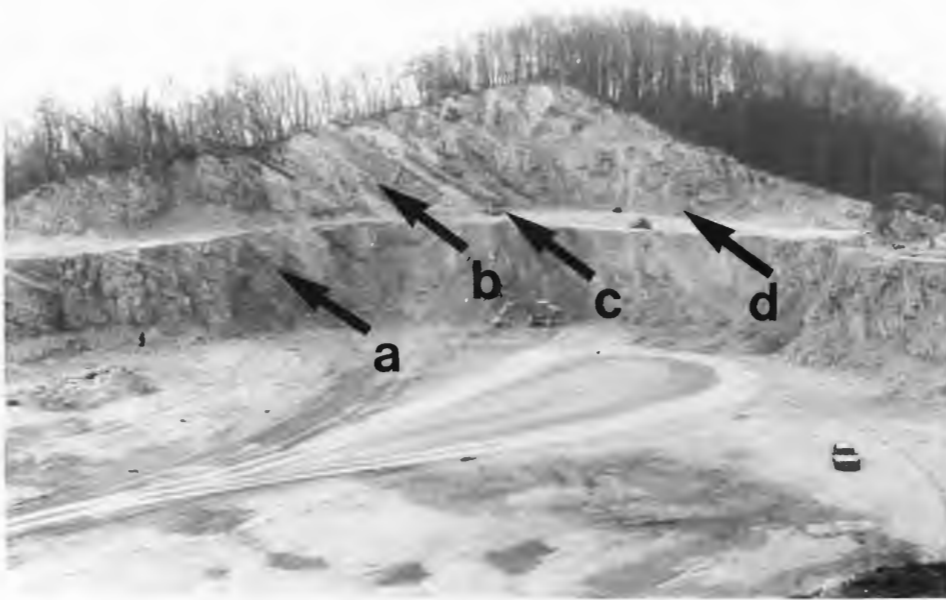


Abb. 14: Halle/Westfalen, Steinbruch F. Foerth, nordwestliche Profilwand vor teilweiser Wiederverfüllung. Überkippte Lagerung. **a** = Bereich des *Hyphantoceras* Events, **b** = Mergellage M E, **c** = Tuff E, **d** = Bereich des Event-Bündels *Inoceramus costellatus* Event, unbenannte Mergellage, Tuff D 1.
 Halle/Westfalen, F. Foerth Quarry, north west face before partial backfilling. Overturned bedding. **a** = region of the *Hyphantoceras* Event, **b** = marl bed M E, **c** = Tuff E, **d** = region of the event-bundle *Inoceramus costellatus* Event, unnamed marl bed, Tuff D1.



Abb. 15: Halle/Westfalen, Steinbruch F. Foerth. Überkippte Lagerung. **a** = Tuff D1, **b** = unterliegende und unbenannte Mergellage, **c** = *Inoceramus costellatus*/*Sternotaxis plana* Event.
 Halle/Westfalen, F. Foerth Quarry. Overturned bedding. **a** = Tuff D1, **b** = underlying and unnamed marl bed, **c** = *Inoceramus costellatus*/*Sternotaxis plana* Event.

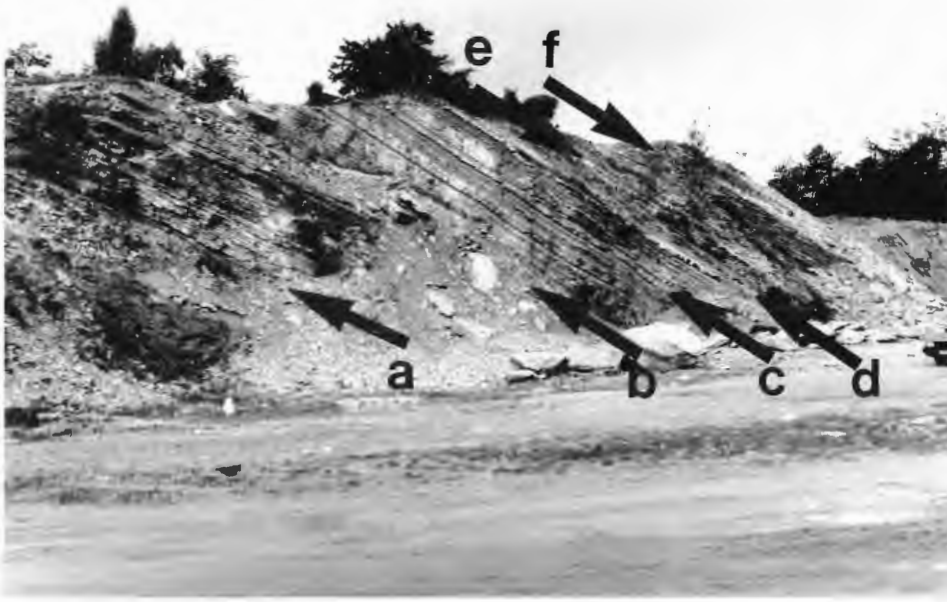


Abb. 16: Halle/Westfalen, Steinbruch F. Foerth. Überkippte Lagerung. **a** = Rothenfelder Grünsand, **b** = Basis der *Prionocyclus germari* Zone, **c** = Faule Lage, **d** = *Micraster* Event, **e** = Mergellage „T G“, **f** = Tuff F.

Halle/Westfalen, F. Foerth Quarry. Overturned bedding. **a** = Rothenfelde Greensand, **b** = base of the *Prionocyclus germari* Zone, **c** = Faule Lage, **d** = *Micraster* Event, **e** = marl bed „T G“, **f** = Tuff F.

Anmerkungen: Wegen starker tektonischer Überprägung ließen sich Tuff D 1 und die ihn unterlagernde unbenannte Mergellage im Straßeneinschnitt nicht mehr erkennen. Der Tuff F und die Mergellage „T G“ sind tektonisch ausgewalzt und die Bewegungsbahn durch Kalkspat ausgefüllt, so daß keine Proben mehr entnommen werden können.

Schriften: APFEL (1994).

9. Oerlinghausen, Kalkwerk O. Foerth (Abb. 18-21).

Lage: TK 25 Blatt 4017 Brackwede, R = 34 76 700, H = 57 57 050 (zentrale Werte).

Stratigraphie: mittleres Unter – Turon bis mittleres Ober – Turon.

Proben: 33,0 m unter M Teuto,
 28,4 m unter M Teuto,
 17,4 m unter M Teuto,
 6,5 m unter M Teuto,
 M Teuto,
 Tuff C, 22,5 m über M Teuto,
 Mergellage ca. 22 m über Tuff C,
 Mergellage unter Tuff D 1,
 Tuff D 1,
 Tuff E,
 M E, Basis und mittlerer Teil,
 M E, Top.

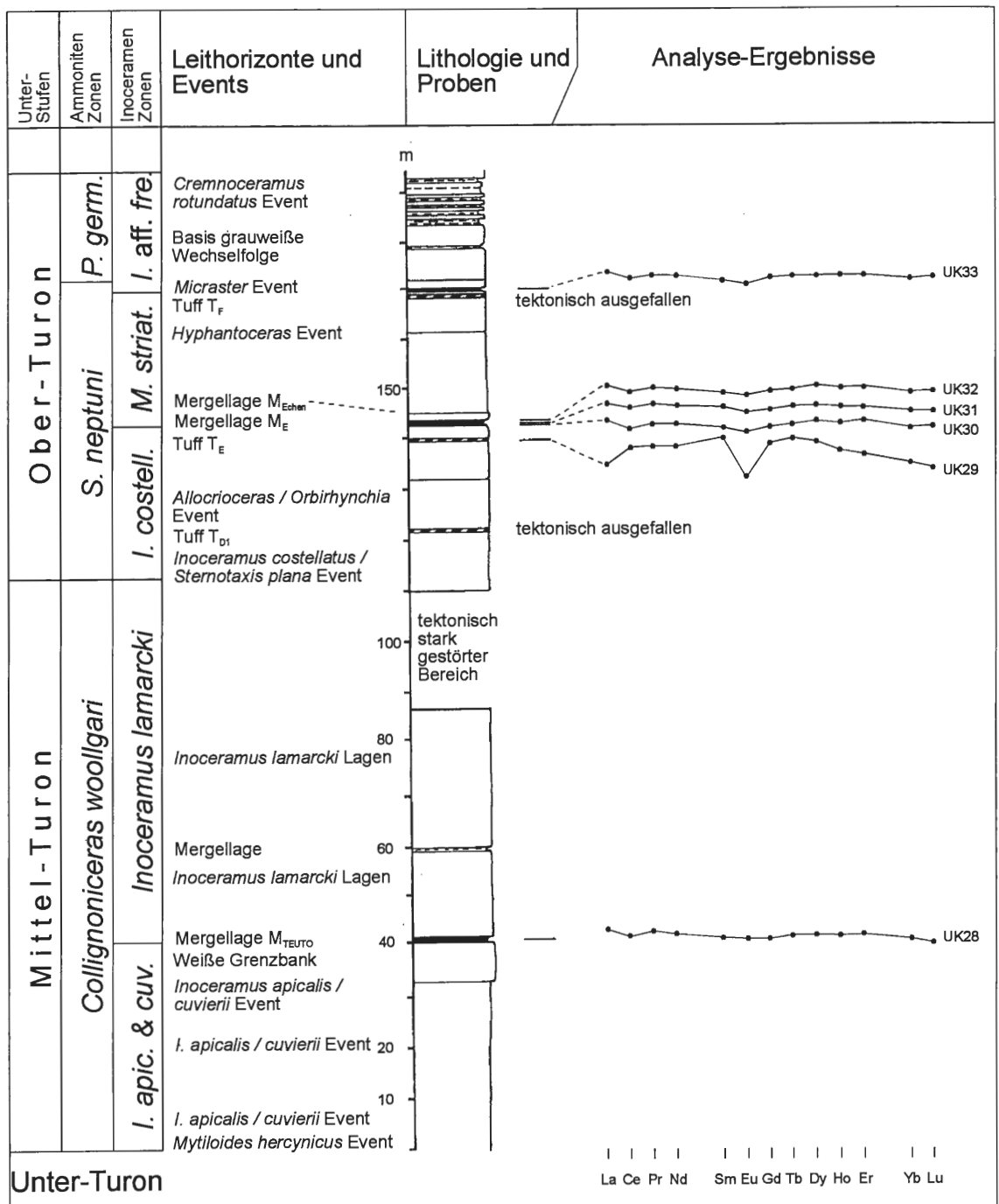


Abb. 17: Bielefeld-Quelle, Straßeneinschnitt Ostwestfalen-Damm, verändert nach APFEL (1993) und eigenen Profilaufnahmen (U. K.).

Bielefeld-Quelle, Ostwestfalen-Damm road cutting, altered after APFEL (1993), supplemented by U. K. field logs.

Anmerkungen: Die Mergellage „T D 2“ war in dem betreffenden stark angewitterten Profilabschnitt nicht mehr eindeutig zu erkennen. Die Proben unter M Teuto wurden bräunlichen Mergellagen und – bestenfalls – entnommen, die äußerlich Tuff – Charakter besitzen. Der Bereich von Tuff C und der ca. 22 m über ihm liegenden Mergellage sind stark gestört. Die angegebenen Mächtigkeiten sind deshalb nur Schätzwerte.

Schriften: KAPLAN (1992b).

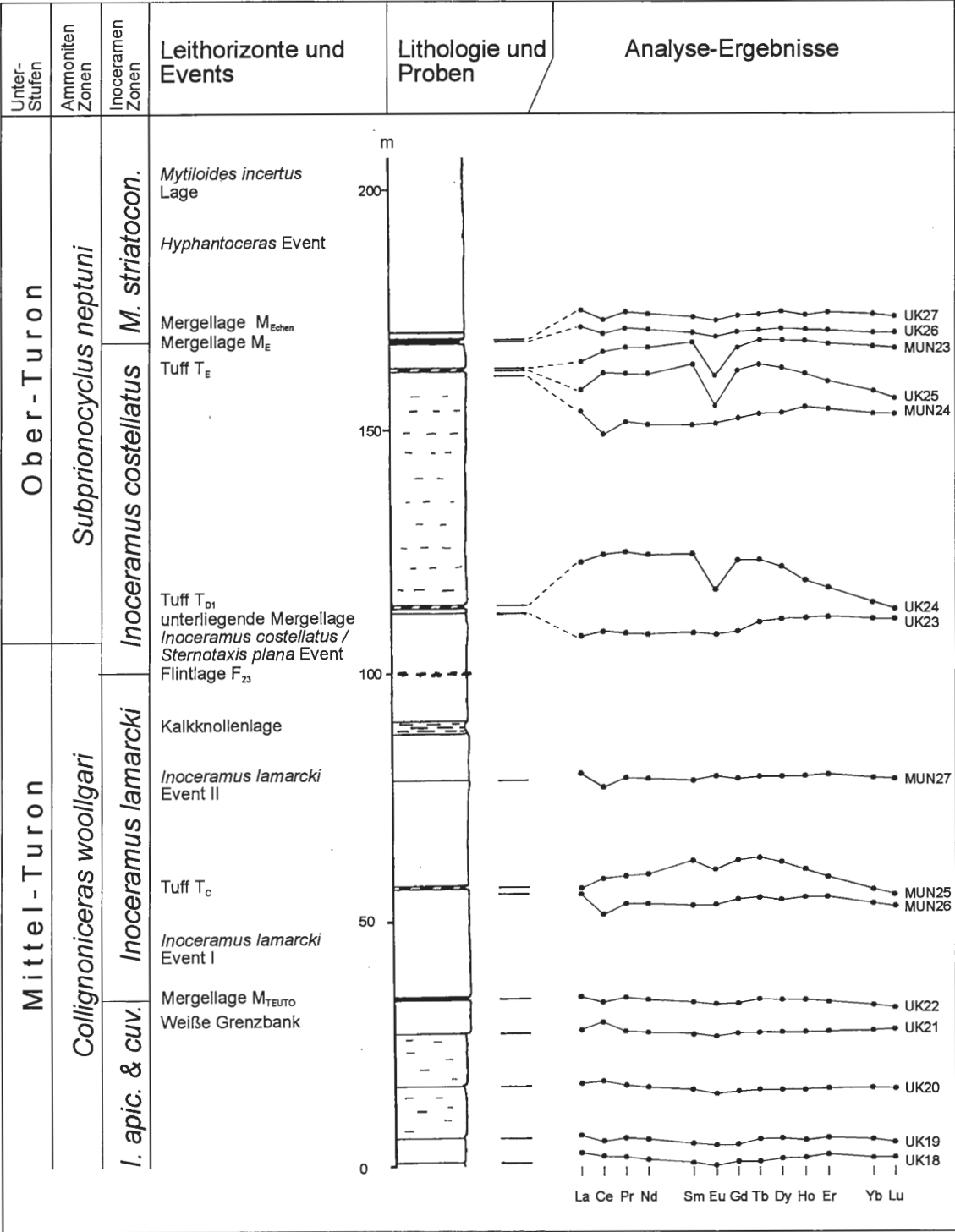


Abb. 18: Oerlinghausen, Steinbruch O. Foerth.
Oerlinghausen, O. Foerth Quarry.

Abb. 20: Oerlinghausen, Steinbruch O. Foerth. **a** = Mergellage M E (partiell verschüttet), **b** = Tuff E, **c** = Tuff D1, **d** = unbenannte unterliegende Mergellage, **e** = *Inoceramus costellatus*/*Sternotaxis plana* Event, **f** = Flintlage F 23.
Oerlinghausen, O. Foerth Quarry. **a** = marl bed M E (partly covered), **b** = Tuff E, **c** = Tuff D1, **d** = unnamed underlying marl bed, **e** = *Inoceramus costellatus*/*Sternotaxis plana* Event, **f** = flint bed F 23.

Abb. 19: Oerlinghausen, Steinbruch O.
Foerth. **a** = Tuff E, **b** = Mergellage M E.
Oerlinghausen, O. Foerth Quarry.
a = Tuff E, **b** = marl bed M E.





Abb. 21: Oerlinghausen, Steinbruch O. Foerth. **a** = Flintlage F 23, **b** = Tuff C, **c** = *Inoceramus lamarcki* Event I, **d** = Mergellage M Teuto.
Oerlinghausen, O. Foerth Quarry. **a** = flint bed F 23, **b** = Tuff C, **c** = *Inoceramus lamarcki* Event I, **d** = marl bed M Teuto.

10. Augustdorf – Döreschlucht, Steinbruch und Bauschuttdeponie der Splitt- und Schotterwerke Döreschlucht Gogun (Abb. 22 und 23).

L a g e: TK 25 Blatt 4018 Lage, R = 34 84 200, H = 57 54 700.

S t r a t i g r a p h i e: hohes Mittel-Turon bis mittleres Ober – Turon

P r o b e n: unbenannte Mergellage ca. 1 m unter Tuff D1

Tuff D1

Tuff E

M E, unterer und mittlerer Abschnitt

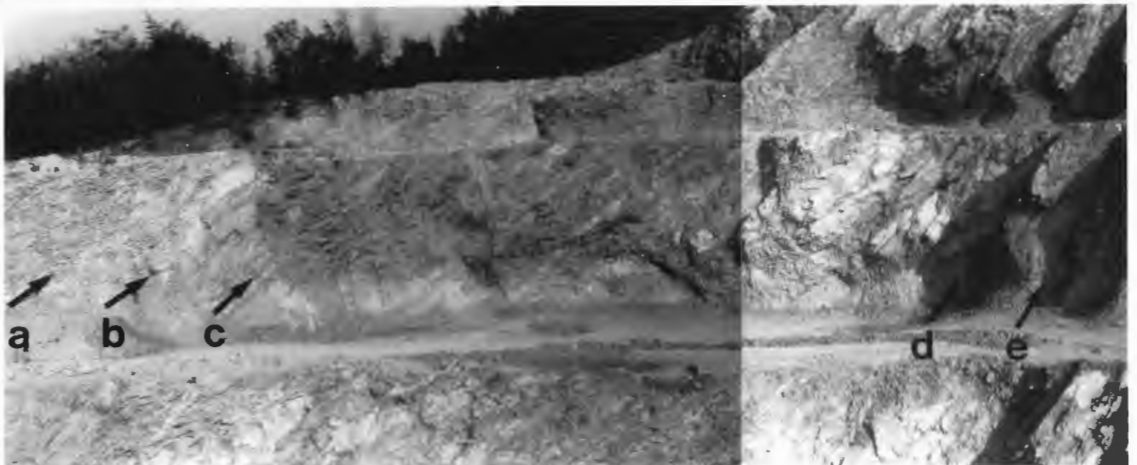
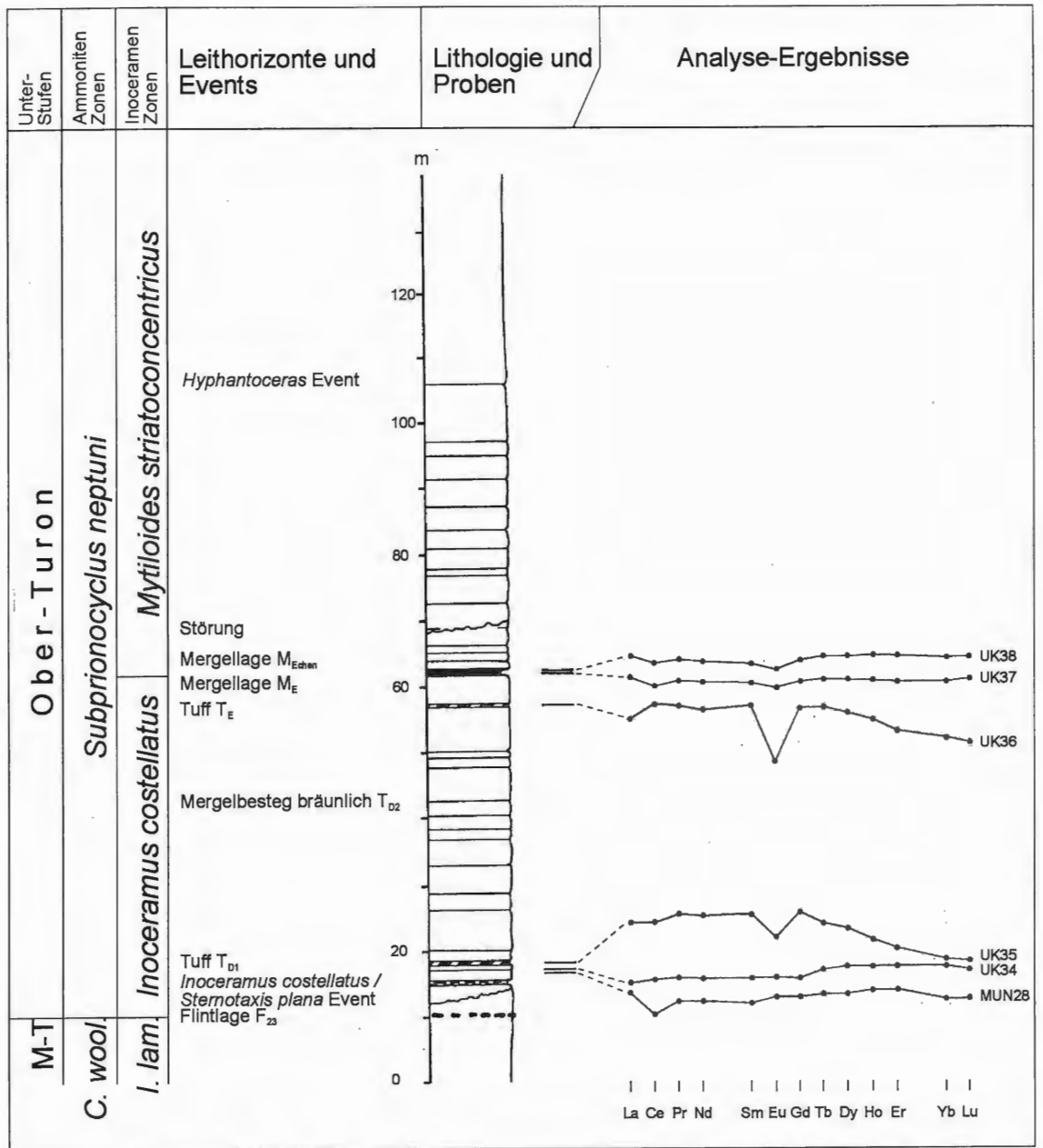
M E, Top.

A n m e r k u n g e n: Die Mergellage „T D 2“ ist in dem stark gestörten Profil nicht eindeutig identifizierbar.

S c h r i f t e n: KAPLAN (1992b).

Abb. 22: Augustdorf, Steinbruch und Bauschuttdeponie Gogun. ▼
Augustdorf, Gogun Quarry and building refuse dump.

Abb. 23: Augustdorf, Steinbruch und Bauschuttdeponie Gogun. Überkippte Lagerung. a = Flintlage F 23, **b** = *Inoceramus costellatus/Sternotaxis plana* Event, **c** = Tuff D1 und unterliegende unbenannte Mergellage, **d** = Tuff E, **e** = Mergellage M E.
Augustdorf, Gogun Quarry and building refuse dump. Overturned bedding. **a** = flint bed F 23, **b** = *Inoceramus costellatus/Sternotaxis plana* Event, **c** = Tuff D1 and underlying un-named marl bed, **d** = Tuff E, **e** = marl bed M E.



11. Berlebeck, Gauseköte, nördlich Großer Gauseköterberg (Abb. 24).

L a g e: TK 25 Blatt 4119 Horn-Bad Meinberg, R = 34 91 030, H = 57 48 540.

S t r a t i g r a p h i e: unteres Mittel-Turon ohne Basis bis erstes *Inoceramus lamarcki* Event.

P r o b e n: 18,1 m unter aufgeschlossenem Top der Weißen Grenzbank,
18,8 m unter aufgeschlossenem Top der Weißen Grenzbank,
21,1 m unter aufgeschlossenem Top der Weißen Grenzbank.

A n m e r k u n g e n: Mergellage M Teuto nicht aufgeschlossen, liegt aber mit hoher Wahrscheinlichkeit im Bereich der Aufschlußblücke, da deren liegenden Schichten häufig *Inoceramus apicalis* führen, die hangenden dagegen *Inoceramus lamarcki*.

S c h r i f t e n: –

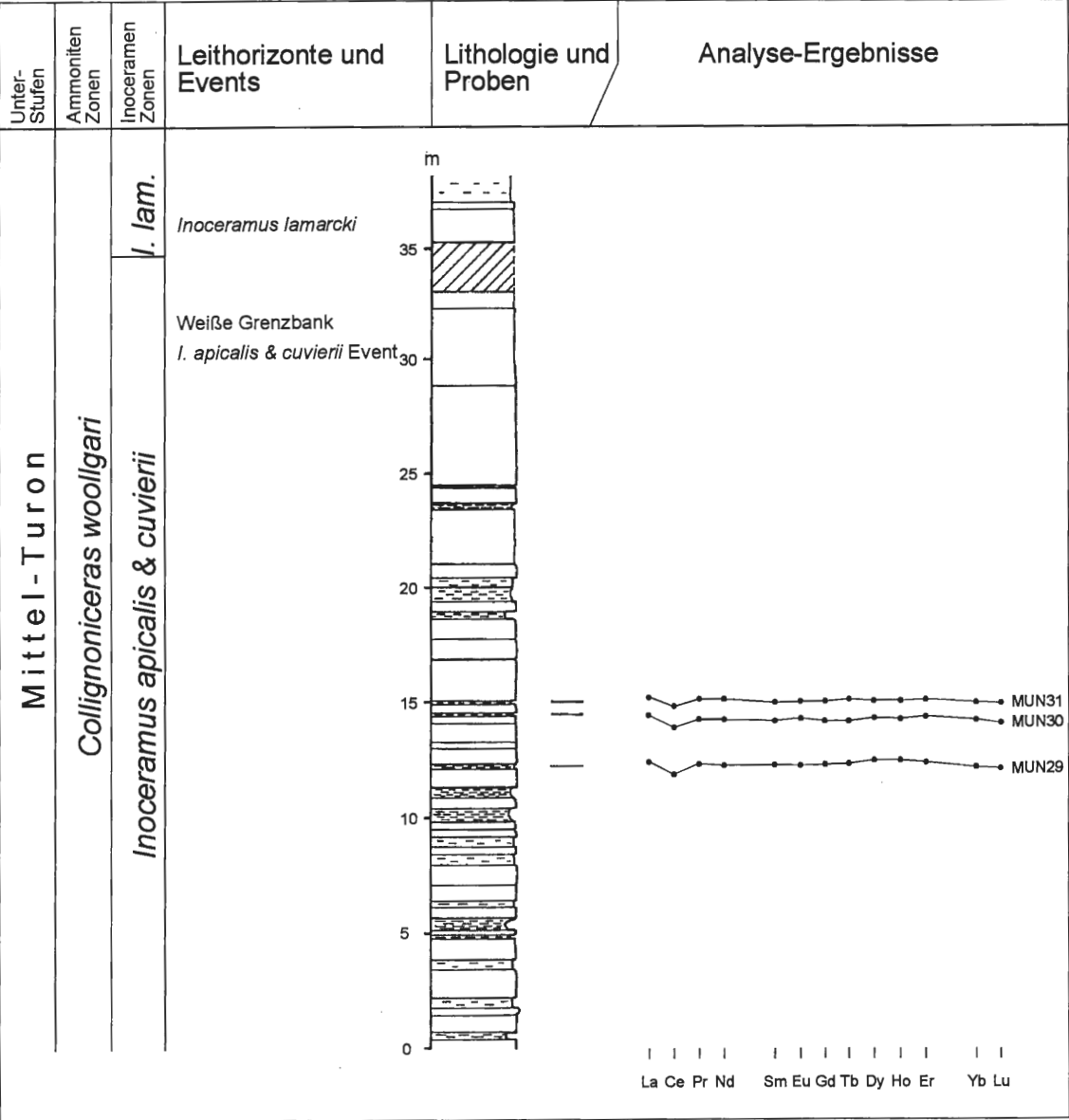


Abb. 24: Berlebeck, Gauseköte, nördlich Großer Gauseköte Berg, Forstweg-Aufschluß.
Berlebeck, Gauseköte, north of Großer Gauseköte Berg, forest track section.

12. **Horn-Bad Meinberg, Westseite des Barentals** (Abb. 25).

L a g e: TK 25 Blatt 4119 Horn – Bad Meinberg, R = 34 92 950 H = 57 45 060.

S t r a t i g r a p h i e: hohes Mittel-Turon bis Ober-Turon.

P r o b e n: Tuff D 1.

A n m e r k u n g e n: Unterliegende unbenannte Mergellage von Tuff D 1 nicht erkennbar.

S c h r i f t e n: – .

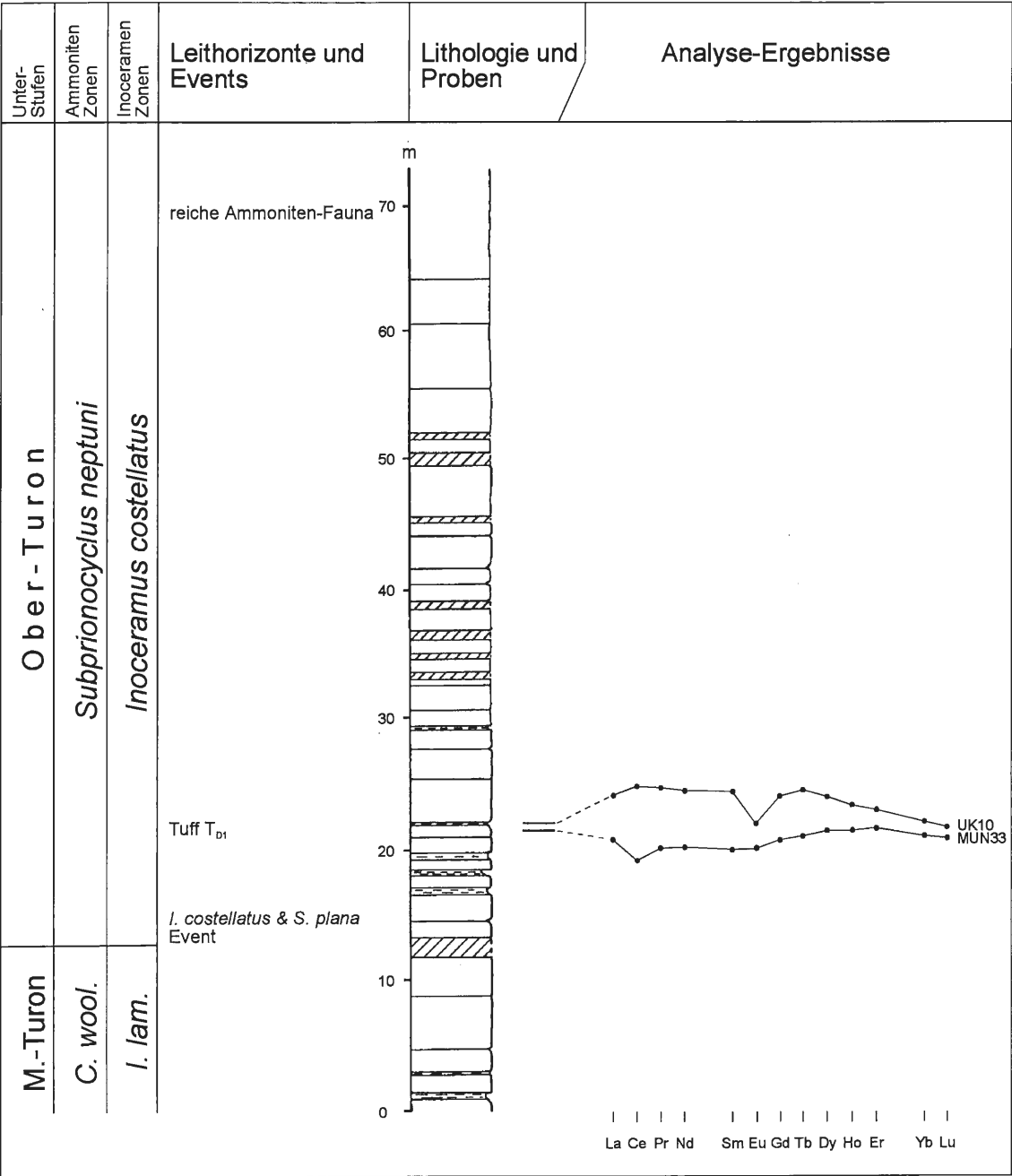


Abb. 25: Horn - Bad Meinberg, Westseite des Barentals, Forstweg-Aufschlüsse.
Horn - Bad Meinberg, west side of the Barental, forest track section.

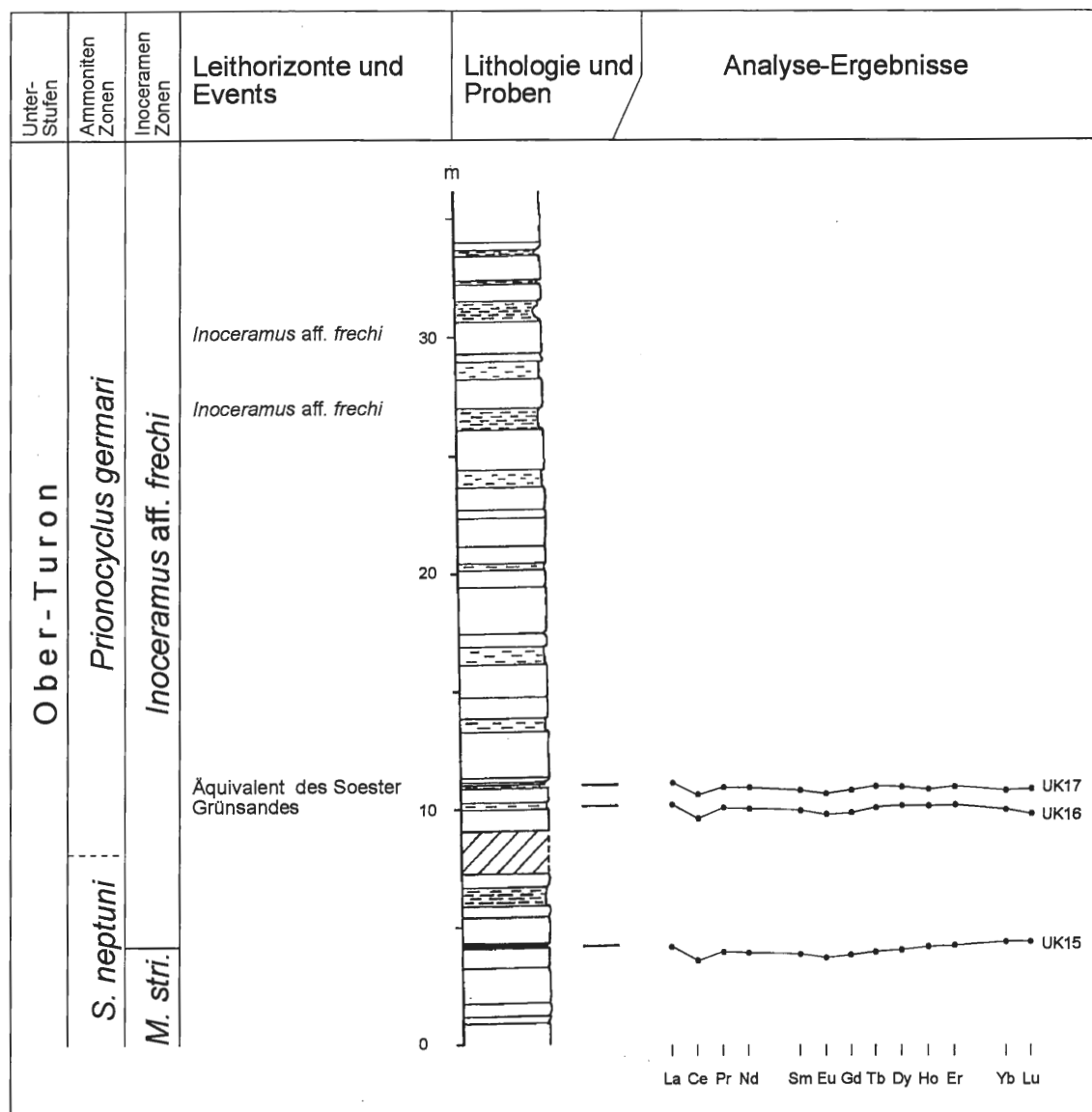


Abb. 26: Kohlstädt, Finkenberg, kombiniertes Profil des nordöstlichen Einschnitts der Umgehungsstraße (Tuff E und hangende Schichten) und des aufgelassenen Steinbruchs am Finkenberg (Tuff F und liegende Schichten).

Kohlstädt, Finkenberg, composite section of the north-eastern by-pass cutting (Tuff E and overlying beds) and the disused quarry on the Finkenberg (Tuff F and overlying beds).

Abb. 27: Kohlstädt, mittlerer Einschnitt der Umgehungsstraße (basale grauweiße Wechselfolge), aufgelassener Steinbruch Geise (Äquivalent der Werksteinbänke des Soester Grünsandes und hangende Schichten) und aufgelassener Steinbruch der Kohlstädter Kalkwerke (Tuff F bis basale grauweiße Wechselfolge).

Kohlstädt, central part of the by pass cutting (base of grey and white alternation), disused Geise quarry (equivalent of the Soest Greensand building stone beds and overlying beds), and disused Kohlstädter Kalkwerkequarry (Tuff F to base of grey and white alternation). ►

13. Kohlstädt, NE Einschnitt der Umgehungsstraße (Abb. 26).

L a g e: TK 25 Blatt 4119 Horn – Bad Meinberg, R = 34 91 950, H = 57 44 000.

Stratigraphie: Ober-Turon, untere *Subprionocyclus neptuni* Zone bis *Hyphantoceras* Event, ca. 45 m, Profiltop gestört.

Proben: Tuff D 1

M E.

Anmerkungen: –

Schriften: –

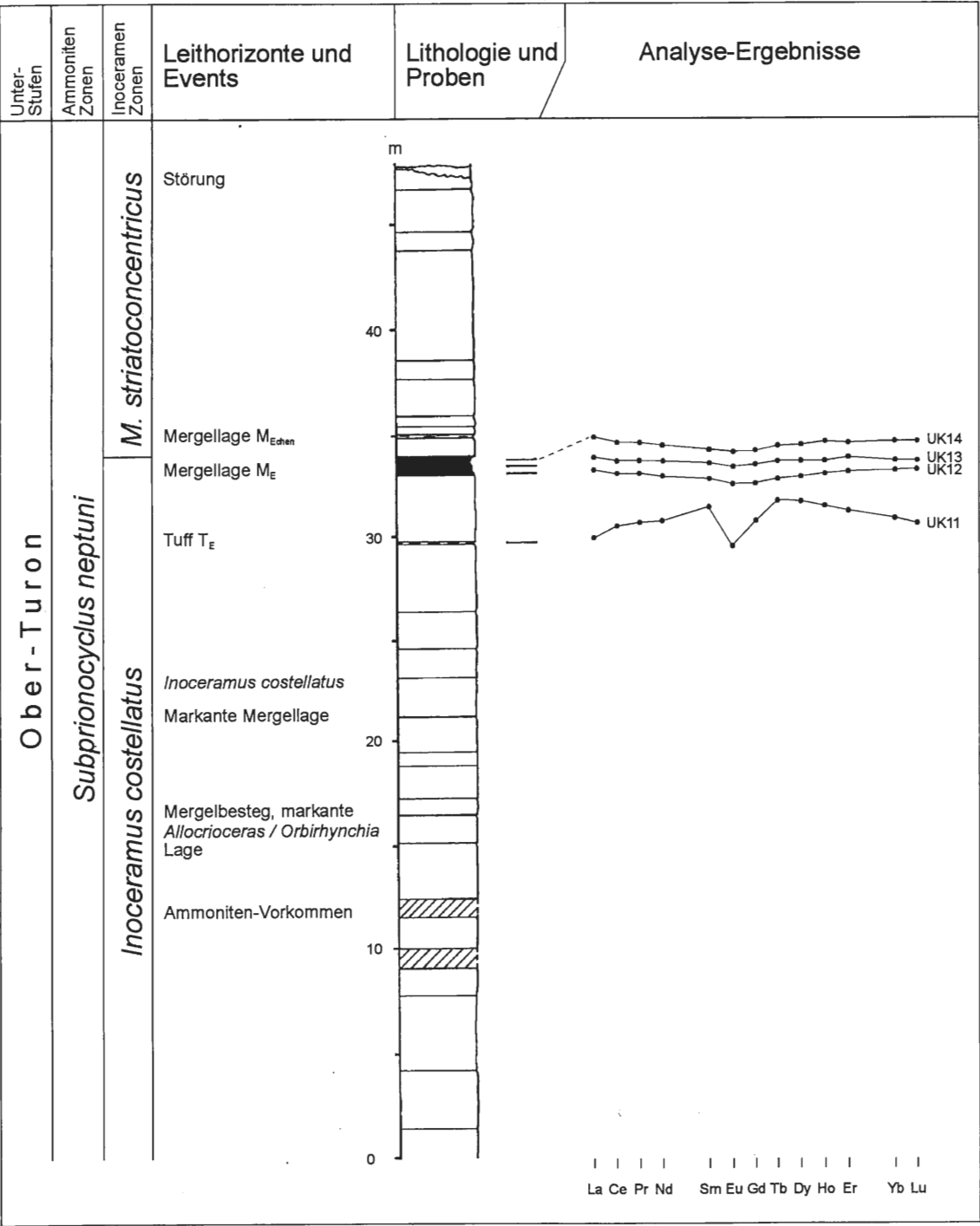
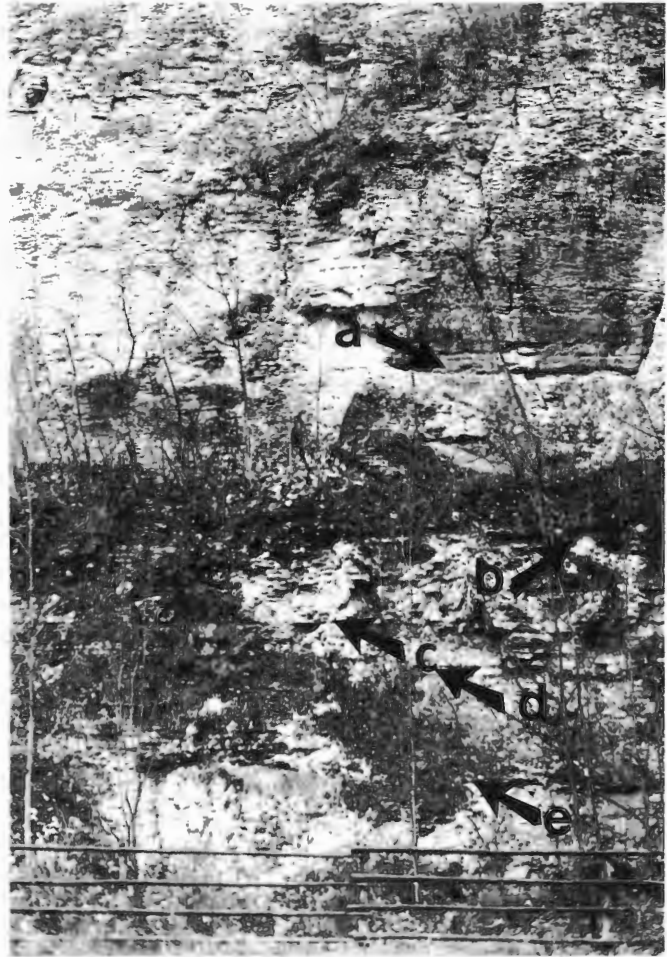


Abb. 28:

Kohlstädt, aufgelassener Steinbruch der Kohlstädter Kalkwerke. **a** = Äquivalent der oberen Werksteinbank des Soester Grünsandes, **b** = Äquivalent der unteren Werksteinbank des Soester Grünsandes, **c** = *Micraster* Event, **d** = Mergellage „T G“, **e** = Tuff E.

Kohlstädt, disused Kohlstädter Kalkwerke quarry. **a** = equivalent of the upper building stone bed of the Soest Greensand, **b** = equivalent of the lower building stone bed of the Soest Greensand, **c** = *Micraster* Event, **d** = marl bed „T G“, **e** = Tuff F.



14. **Kohlstädt, aufgelassener Steinbruch Bobenhausen am Finkenberg** (Abb. 26).

L a g e: TK 25 Blatt 4119 Horn – Bad Meinberg, R = 34 91 610, H = 57 43 890.

S t r a t i g r a p h i e: Ober-Turon, obere *Subprionocyclus neptuni* Zone, Steinbruchbasis ca. 6 m über Mergellage M E , Top Tuff F.

P r o b e n: Auf eine Beprobung von Tuff F wurde aus Sicherheitsgründen verzichtet.

A n m e r k u n g e n: – .

S c h r i f t e n: KAPLAN (1994), KOHEIL (1974).

15. **Kohlstädt, aufgelassener Steinbruch der Kohlstädter Kalkwerke** (Abb. 27).

L a g e: TK 25 Blatt 4119 Horn – Bad Meinberg, R = 34 91 220, H = 37 43 580.

S t r a t i g r a p h i e: Ober-Turon, hohe *Subprionocyclus neptuni* Zone, ca. 8 m unter Tuff F bis *Prionocyclus germari* Zone, untere grauweiße Wechselfolge.

P r o b e n: - Tuff F.

A n m e r k u n g e n: –

S c h r i f t e n: KOHEIL (1974).

16. Kohlstädt, mittlerer Einschnitt der Umgehungsstraße (Abb. 27 und 28).

L a g e: TK 25 Blatt 4119 Horn Bad Meinberg, R = 34 91 290, H = 57 43 510.

S t r a t i g r a p h i e: Ober-Turon, *Prionocyclus germari* Zone, untere grauweiße Wechselfolge. höhere Profilabschnitte durch Drahtgitter verbaut.

P r o b e n: bräunliche Mergellage unter Mergelbank 3,8 m über der Profilbasis.

A n m e r k u n g e n: –

S c h r i f t e n: KOHEIL (1974)

17. Kohlstädt, aufgelassener Steinbruch Geise (Abb. 27).

L a g e: TK 25 Blatt 4119 Horn – Bad Meinberg, R = 34 90 680, H = 57 43 460.

S t r a t i g r a p h i e: Ober-Turon, *Prionocyclus germari* Zone, Äquivalent der Werksteinbänke des Soester Grünsandes bis untere grauweiße Wechselfolge.

P r o b e n: bräunliche Mergellagen 0,8 m und 3,8 m über Steinbruch-Basis.

A n m e r k u n g e n: –

S c h r i f t e n: KOHEIL (1974).

18. Altenbeken – Neuenbeken, Kleiner Kobbennacken – Südhang, Forstweg – Aufschluß (Abb. 29).

L a g e: TK 25 Blatt 4219 Altenbeken, R = 34 92 960, H = 57 36 050.

S t r a t i g r a p h i e: tiefes Mittel-Turon über *Mytiloides hercynicus* Event bis hohes Mittel-Turon, Bereich Kalkknollen-Lage.

P r o b e n: M Teuto.

A n m e r k u n g e n: –

S c h r i f t e n: SCHLÜTER (1866).

19. Altenbeken – Neuenbeken, Papenberg – Südhang, Forstweg – Aufschluß (Abb. 30).

L a g e: TK 25 Blatt 4219 Altenbeken, R = 34 92 050, H = 57 35 450.

S t r a t i g r a p h i e: ? hohes Mittel-Turon bis unteres Ober-Turon.

P r o b e n: 3 Mergellagen, wahrscheinlich im Bereich von Tuff D 1.

A n m e r k u n g e n: – .

S c h r i f t e n: SCHLÜTER (1866).

20. Borchten – Kirchborchten, aufgelassener Steinbruch bei Mühle Lippe (= Lippe's Mühle, STILLE, 1904; 1979) (Abb. 31 und 32).

L a g e: TK 25 Blatt 4318 Borchten, R = 34 80 820, H = 57 25 410.

S t r a t i g r a p h i e: mittleres Ober-Turon, *Hyphantoceras* Event bis höheres Ober-Turon, Äquivalent der oberen Werksteinbank.

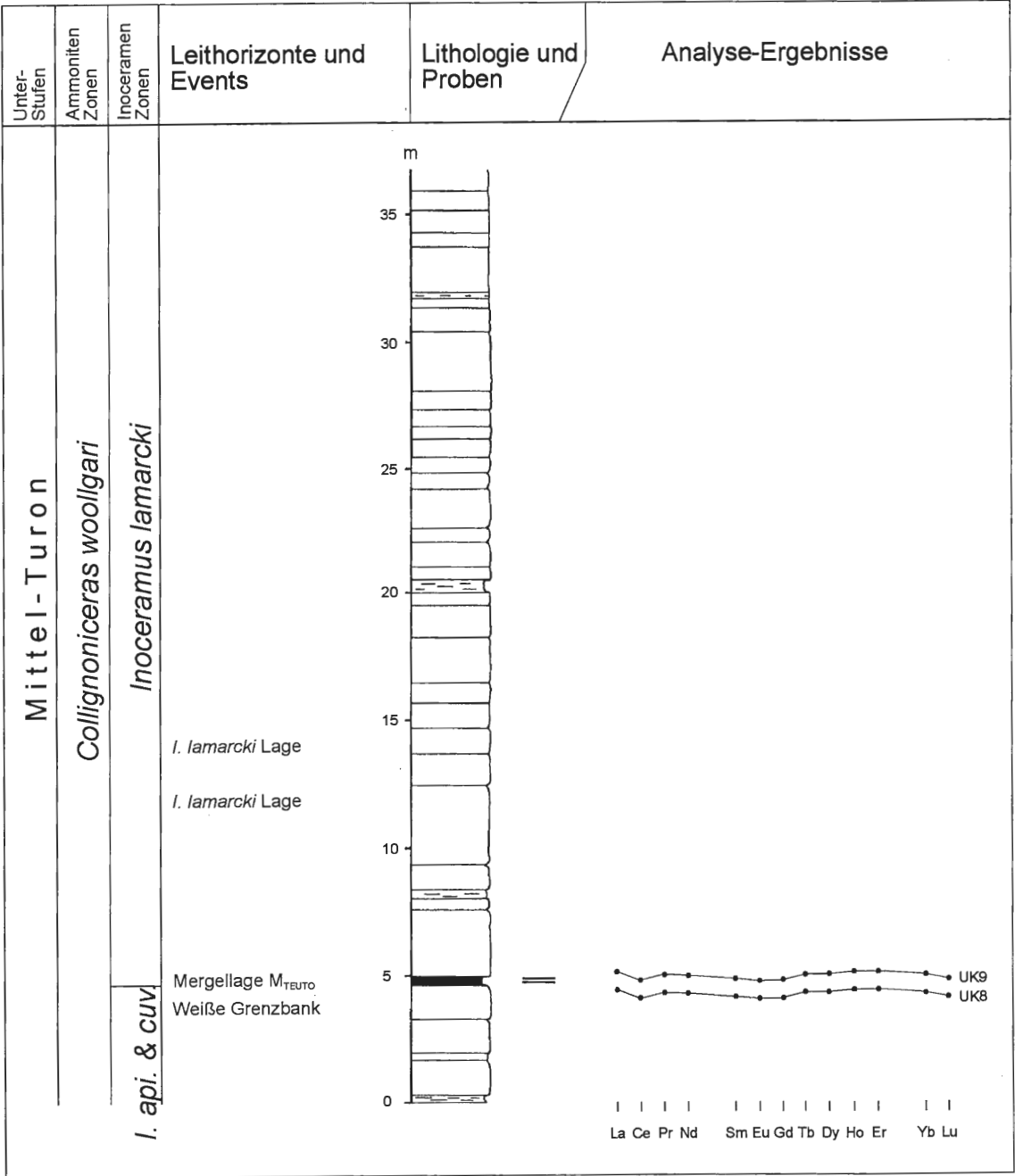


Abb. 29: Neuenbeken, Forstwegprofil am Südhang des Kleinen Kobbennacken.
Neuenbeken, forest track section on the southern slope of the Kleiner Kobbennacken.

Proben: Mergellage „T G“
Micraster Event.

Anmerkungen: Auf die Beprobung von Tuff F verzichteten wir aus Sicherheitsgründen.

Schriften: KAPLAN (1994), SEIBERTZ (1979), STILLE (1904; 1979).

Abb. 30: Neuenbeken, Forstwegprofile am Südhang des Papenbergs.
Neuenbeken, forest track sections on the southern slope of the Papenberg.

21. Kirchborchten – Gallihöhe, aufgelassener Steinbruch an der Alme – Eisenbahn (Abb. 33 und 34).

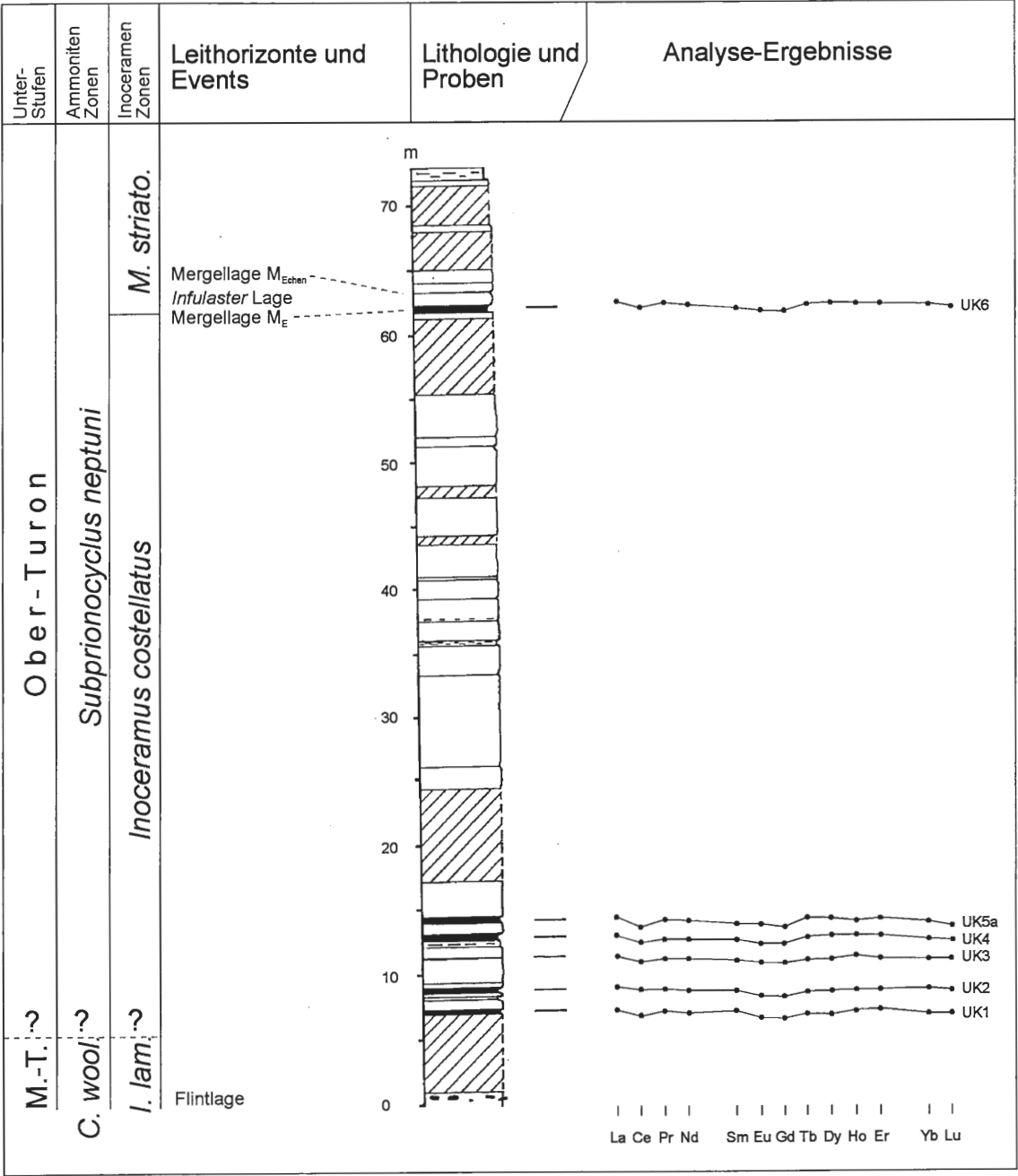
L a g e: TK 25 Blatt 4318 Borchten, R = 34 80 360, H = 57 25 950.

S t r a t i g r a p h i e: Ober-Turon, hohe *S. neptuni* Zone bis untere *P. germari* Zone.

P r o b e: Tuff F.

A n m e r k u n g e n: Da der Aufschluß nur 550 m SW des vorhergehenden Aufschluß liegt und die Profilbilder identisch sind, wurde auf eine Beprobung der Mergellage „T G“ und des *Micraster* Events verzichtet.

S c h r i f t e n: KAPLAN (1994), SEIBERTZ (1979), STILLE (1904; 1908).



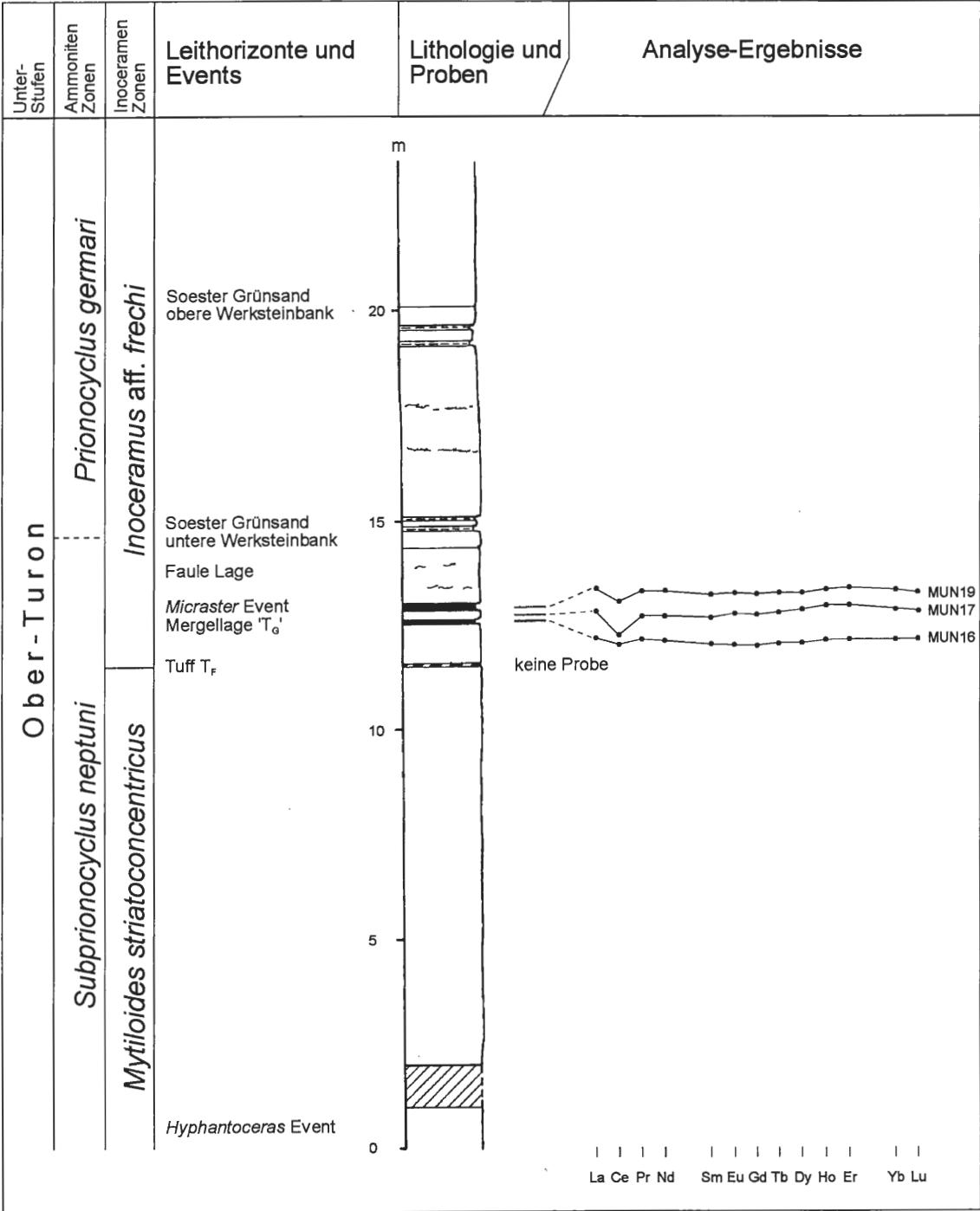


Abb. 31: Kirchborchten, aufgelassener Steinbruch am Lagerhaus Borchten, ehemals Lippes Mühle.
Kirchborchten, disused quarry opposite the Borchten warehouse, formerly Lippe's Mill.

Abb. 32: Kirchborchten, aufgelassener Steinbruch am Lagerhaus Borchten, ehemals Lippes Mühle.
a = Äquivalent der oberen Werksteinbank des Soester Grünsandes, **b** = Äquivalent der unteren Werksteinbank des Soester Grünsandes, **c** = *Micraster* Event, **d** = Mergellage „T G“, **e** = Tuff F.
Kirchborchten, disused quarry opposite the Borchten Lagerhaus, formerly Lippe's Mill. **a** = equivalent of the upper building stone bed of the Soest Greensand, **b** = equivalent of the lower lower building stone bed of the Soest Greensand, **c** = *Micraster* Event, **d** = marl bed „T G“, **e** = Tuff F.

22. Salzkotten – Niederntudorf, östlicher Einschnitt der Alme – Eisenbahn am Westhang des Hengelsberg (Abb. 35).

L a g e: TK 25 Blatt 4318 Borchten, R = 34 78 520, H = 57 22 610.

S t r a t i g r a p h i e: Ober-Turon, hohe *S. neptuni* bis untere *P. germari* Zone.

P r o b e n: Tuff F.

A n m e r k u n g e n: westlichstes Vorkommen der ober-turonen Karbonat-Plattform im Arbeitsgebiet, Faziesänderung des Soester Grünsandes.

S c h r i f t e n: KAPLAN (1994), SEIBERTZ (1979) STILLE (1904, 1908).

23. Salzkotten – Niederntudorf, Steinbruch Stelbrink (Abb. 36 und 37).

L a g e: TK 25 Blatt 4318 Borchten, R = 34 78 600, H = 57 21 250.

S t r a t i g r a p h i e: ? mittleres Ober-Turon bis höheres Ober-Turon, basale „Grauweiße Wechselfolge“.

P r o b e n: Tuff F, 2,25 m über Steinbruch-Basis.

Mergellage über der unteren Werksteinbank des Soester Grünsandes, 8,0 m über Steinbruch-Basis, bräunliches Material.

Mergellage über der unteren Werksteinbank des Soester Grünsandes, 8,0 m über Steinbruch-Basis, gräuliches Material.



Anmerkungen: Östlichstes Vorkommen des Soester Grünsandes.

Schriften: KAPLAN (1994), KAPLAN & KENNEDY (1994), SKUPIN (1994), STILLE (1904).

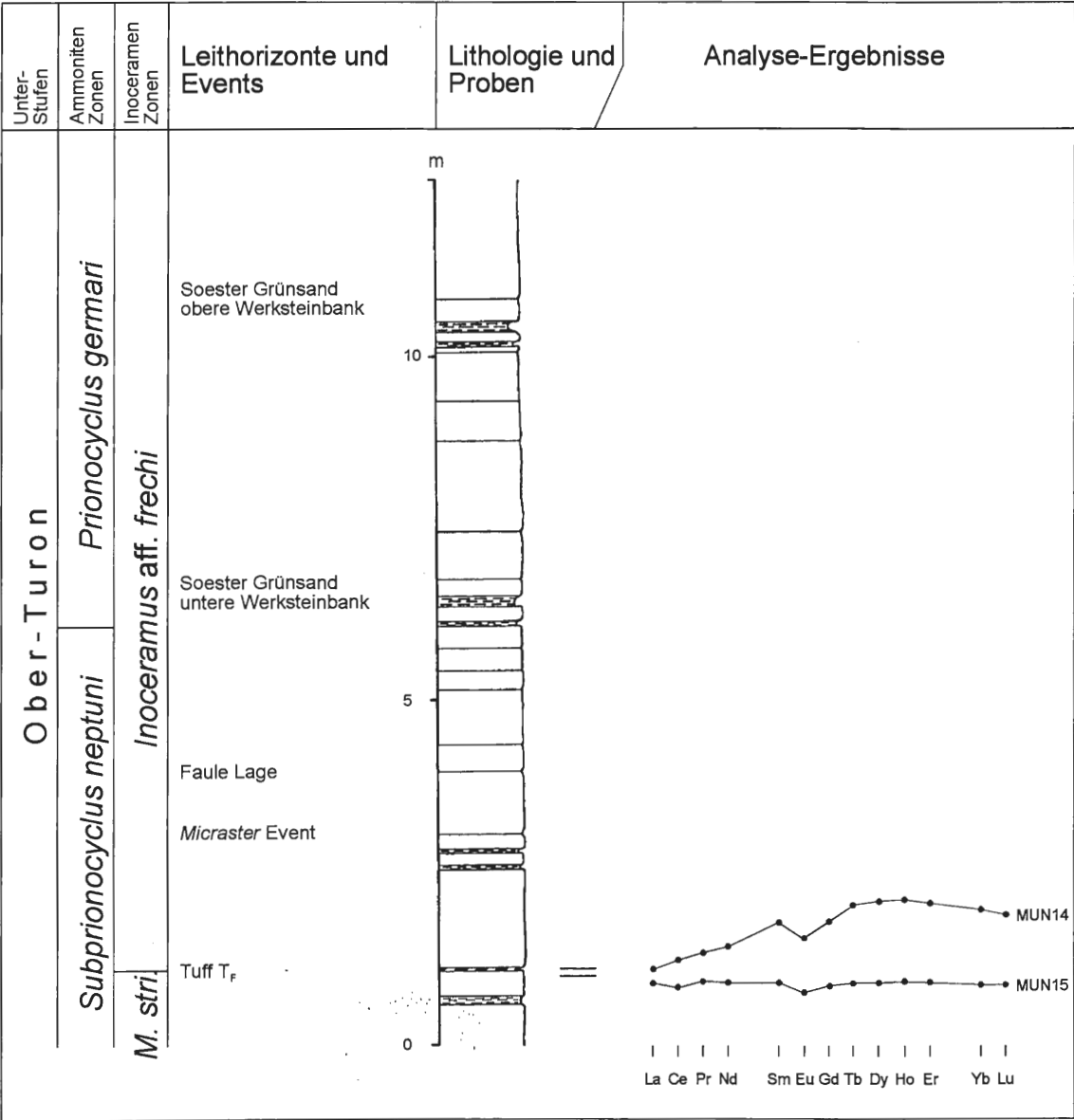


Abb. 33: Kirchborchen - Gallihöhe, aufgelassener Steinbruch an der Alme - Eisenbahn.
Kirchborchen - Gallihöhe, disused quarry beside the Alme railway.

Abb. 34: Kirchborchen - Gallihöhe, aufgelassener Steinbruch an der Alme - Eisenbahn. **a** = Äquivalent der oberen Werksteinbank des Soester Grünsandes, **b** = Äquivalent der unteren Werksteinbank des Soester Grünsandes, **c** = Faule Lage, **d** = *Micraster* Event, **e** = Mergellage „T G“, **f** = Tuff F.
Kirchborchen - Gallihöhe, disused quarry beside the Alme railway. **a** = equivalent of the upper building stone bed of the Soest Greensand, **b** = equivalent of the lower building stone bed of the Soest Greensand, **c** = Faule Lage, **d** = *Micraster* Event, **e** = marl bed „T G“, **f** = Tuff F. ►

24. Westereiden, Abfluß des Hochwasserrückhaltebeckens Pöppelsche (Abb. 38 und 39).

L a g e: TK 25 Blatt 4416 Effeln, R = 34 57 780, H = 57 15 510.

S t r a t i g r a p h i e: Ober-Turon, Top der *Subprionocyclus neptuni* Zone bis Coniac Basis, *Forresteria* (*Harleites*) *petrocoriensis* Zone, *Cremnoceramus rotundatus* Zone.

P r o b e: Tuff F.

A n m e r k u n g e n: Mergellage „T G“ und das *Micraster* Event sind faziell bedingt nicht eindeutig zu erkennen. Das Vorkommen liegt ca. 10 km östlich des von SEIBERTZ & VORTISCH (1979) beschriebenen Vorkommens von Tuff F.

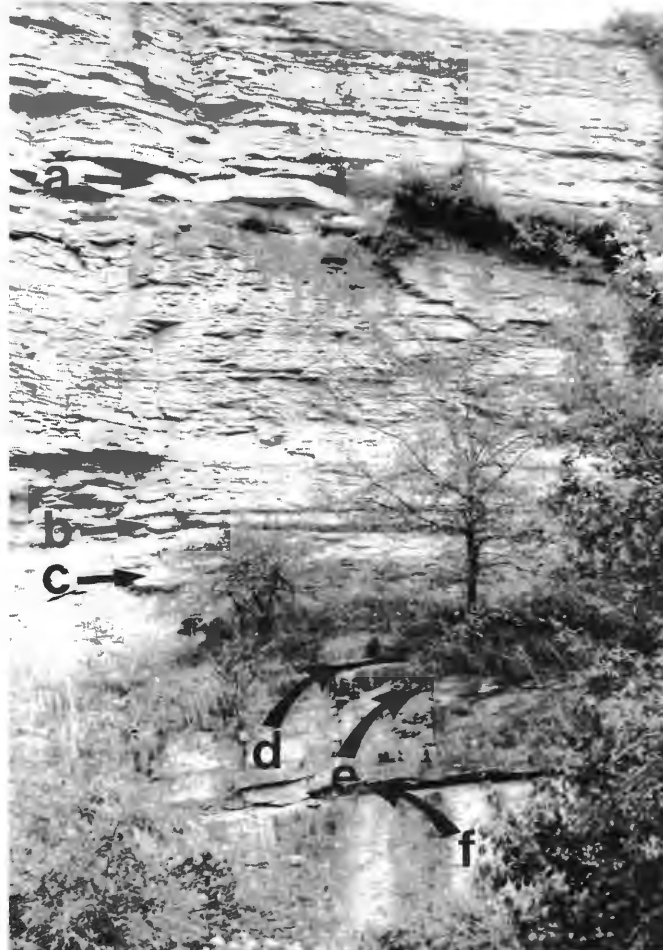
S c h r i f t e n: KAPLAN (1994), SEIBERTZ (1979).

25. Erwitte-Seringhausen, Brückenbaustelle beim Neubau der Autobahn A 44 Dortmund-Kassel 1973, Autobahnbrücken-Profil BP VII von SEIBERTZ & VORTISCH (1979)

L a g e: TK 25 Blatt 4415 Anröchte, R = 34 48 905, H = 57 14 740.

S t r a t i g r a p h i e: Ober-Turon, Top der *Subprionocyclus neptuni* Zone.

P r o b e: –



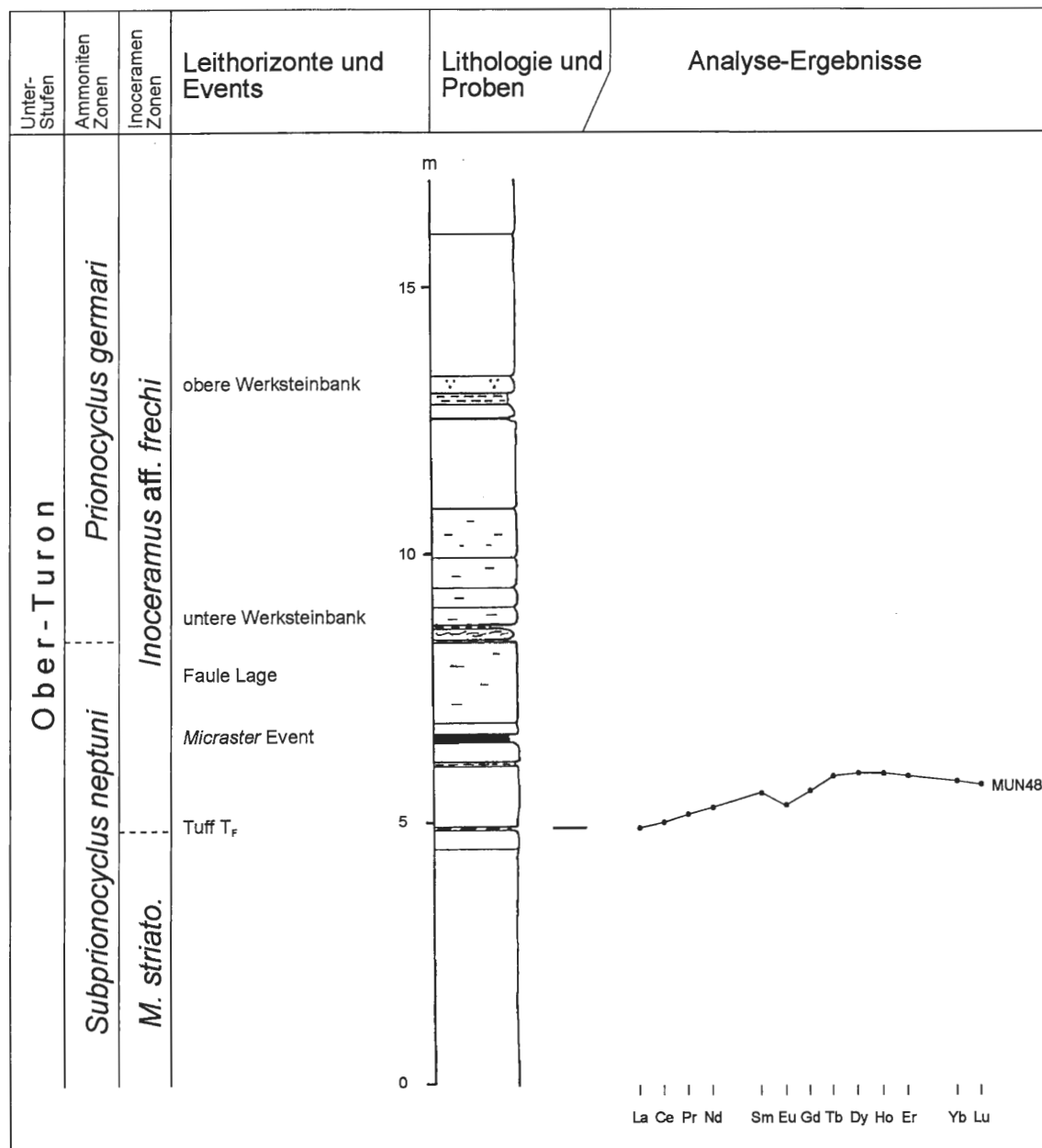


Abb. 35: Salzkotten-Niederntudorf, östlicher Einschnitt der Alme-Eisenbahn und aufgelassener Steinbruch am Hengelsberg.

Salzkotten-Niederntudorf, eastern cutting of the Alme - railway and disused quarry on the Hengelsberg.

Anmerkungen: Erstes beschriebenes Tuff-Vorkommen aus dem Turon von Westfalen (SEIBERTZ & VORTISCH, 1979), bisher westlichster Nachweis eines turonen Tuffes in NW-Deutschland. Dieser Aufschluß konnte von uns nicht mehr beprobt werden. Das von SEIBERTZ & VORTISCH (1979) abgebildete lithologische Profil entspricht dem des Event-Bündels Tuff F/Mergellage 'T G'/Micrafter Event im südlichen Westfalen. Dazu liegt dieses Vorkommen in unmittelbarer Nähe zum Soester Grünsand. Deshalb korrelieren wir dieses Tuff - Vorkommen mit Tuff T F.

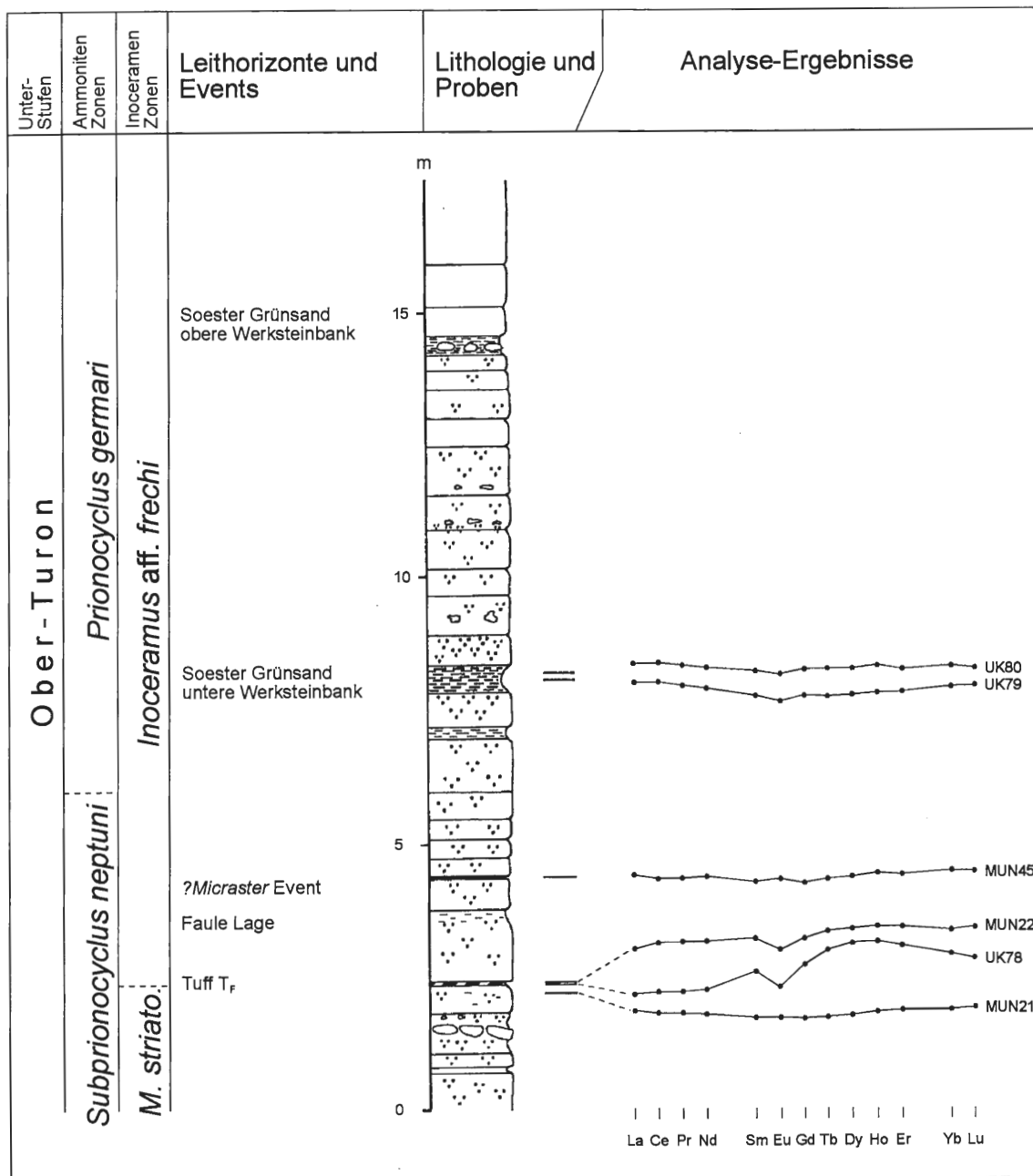


Abb. 36: Salzkotten-Niederntudorf, Steinbruch Stelbrink.
Salzkotten-Niederntudorf, Stelbrink Quarry.

Anhang 1:

Experimenteller Teil

Die Proben wurden mit einer Mischung von HF/HClO₄ aufgeschlossen und mit einem Induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometer (IPS-MS) nach den Methoden, die WRAY (1995) beschreibt, untersucht.

Geräte Parameter



Abb. 37: Salzkotten-Niederntudorf, Steinbruch Stelbrink. **a** = Äquivalent der oberen Werksteinbank des Soester Grünsandes, **b** = untere Werksteinbank des Soester Grünsandes, **c** = Faule Lage, **d** = *Micraster* Event, **e** = nur schwach entwickelte Mergellage „T G“, **f** = Tuff F.

Salzkotten-Niederntudorf, Stelbrink Quarry. **a** = equivalent of the building stone bed of the Soest Greensand, **b** = lower building stone bed of the Soest Greensand, **c** = Faule Lage, **d** = *Micraster* Event, **e** = only weakly developed marl bed „T G“, **f** = Tuff F.

Gerät:

VG Elemental Plasma Quant PQ2+ Turbo

Proben-Einführung: De Galan V-groove-Zerstäuber; Laufgeschwindigkeit der Probe: 1,2 ml/min. Die Zerstäuberkammer wird mit Wasser auf 8 C° gekühlt.

Bedingungen für das Plasma:

Aufgenommene Leistung: 1350 W,
abgestrahlte Leistung: 0 W

Strömungsgeschwindigkeit der Gase (jeweils l/min)

Kühlgas: 13
Hilfsgas: 0,5
Zerstäubergas: 0,9

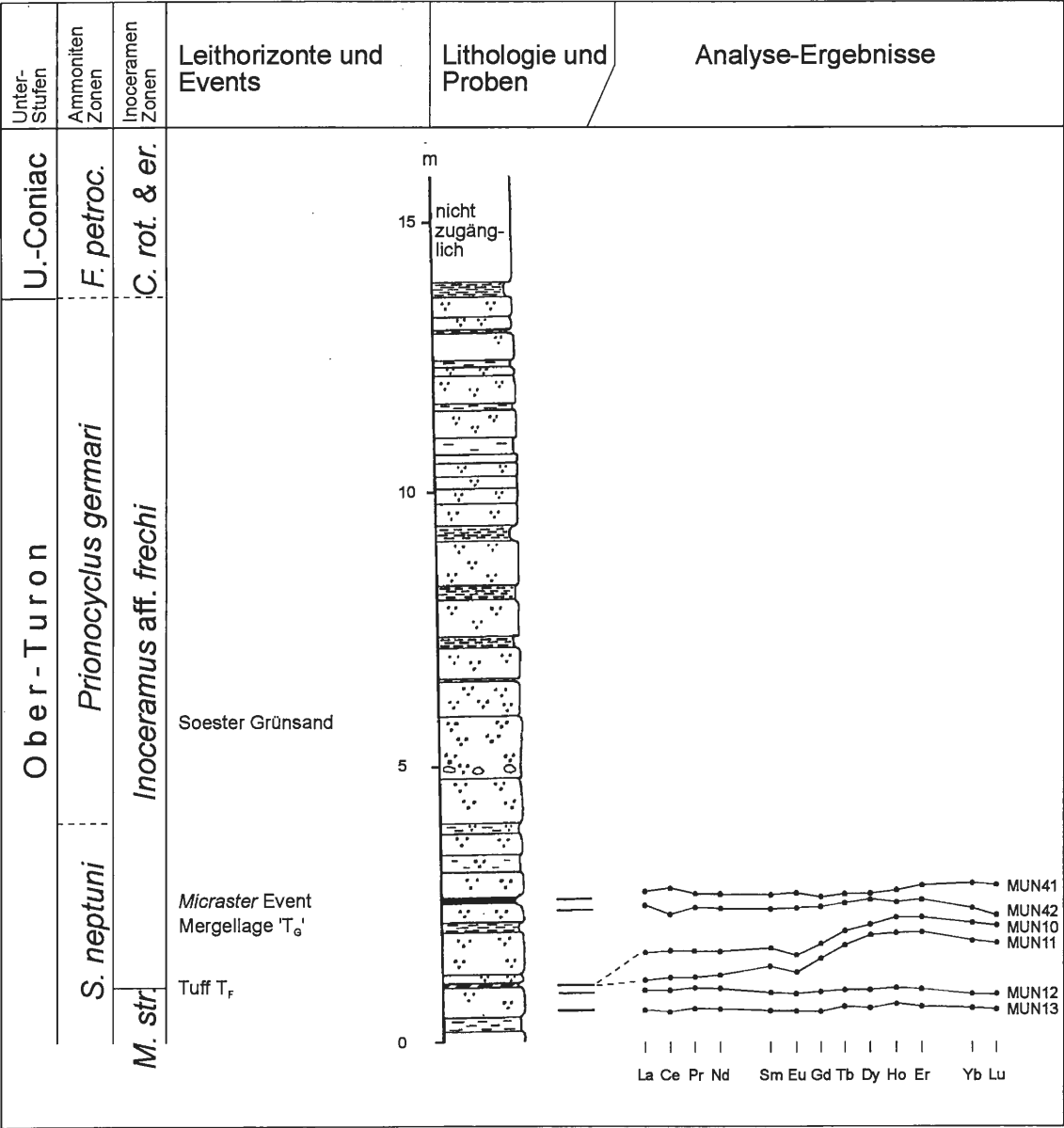


Abb. 38: Westereiden, aufgelassener Steinbruch und Abfluß des Hochwasserrückhaltebeckens Pöppelsche.

Westereiden, disused quarry and outflow of the Pöppelsche flood barrier basin.

Massenspektrometrie:

Optimierung auf ^{140}Ce (bei einem $^{140}\text{Ce}/\text{CeO}$ -Verhältnis von 1,3%). Erfasst werden Atome zwischen 139 und 175 Dalton; pro Dalton 20 Kanäle, Verweildauer 320 ns, Scanzeit 0,242 s (240 Scans/min).

Als interner Eichstandard werden allen Probenlösungen 18 ppb Rh zugesetzt. Abweichungskorrekturen erfolgen mit Hilfe der geräteeigenen Software.



Abb.39: Westereiden, aufgelassener Steinbruch und Abfluß des Hochwasserrückhaltebecken Pöppelsche. **a** = Tuff F, **b** = *Micraster* Event, **c** = Faule Lage, **d** = untere Werksteinbank des Soester Grünsandes, **e** = Turon/Coniac-Grenze.

Westereiden, disused quarry and outflow of the Pöppelsche flood barrier basin. **a** = Tuff F, **b** = *Micraster* Event, **c** = Faule Lage, **d** = horizon of the lower building stone bed of the Soest Green-sand, **e** = Turonian/Coniacian boundary.

Anhang 2

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Lu
MUN1	25.8	71.5	7.3	30.4	9.0	1.3	8.4	1.7	10.9	2.5	5.7	4.5	0.6
MUN2	24.8	59.5	6.3	25.3	5.5	0.8	4.4	0.8	4.6	1.1	2.6	2.3	0.3
MUN3	14.5	25.2	2.7	10.1	1.9	0.4	2.0	0.3	1.9	0.5	1.2	1.0	0.1
MUN4	25.6	61.5	6.2	22.7	4.3	0.9	3.5	0.5	2.8	0.7	1.6	1.5	0.2
MUN6	17.3	28.0	2.8	10.7	2.0	0.4	1.9	0.3	1.8	0.4	1.1	0.9	0.1
MUN8	31.0	70.1	7.6	31.6	7.3	1.0	6.3	1.2	7.4	1.8	4.4	3.9	0.5
MUN10	20.8	45.1	4.8	18.9	4.2	0.8	3.8	0.8	5.3	1.4	3.5	2.9	0.4
MUN11	23.1	50.5	5.5	22.3	5.4	1.1	5.4	1.1	7.8	1.9	5.0	3.9	0.5
MUN12	17.1	35.5	4.0	15.6	3.0	0.6	2.6	0.4	2.5	0.6	1.5	1.2	0.2
MUN13	16.0	32.0	3.7	14.3	2.9	0.6	2.4	0.4	2.5	0.6	1.4	1.3	0.2
MUN14	24.3	62.1	7.6	34.0	11.2	1.8	9.5	2.1	13.7	3.2	7.5	6.2	0.8
MUN15	14.6	27.9	3.3	12.8	2.7	0.4	2.1	0.3	2.1	0.5	1.2	1.1	0.2
MUN16	18.1	32.0	3.8	15.0	2.9	0.6	2.6	0.4	2.5	0.6	1.5	1.5	0.2
MUN17	12.8	16.3	2.6	10.4	2.1	0.5	1.9	0.3	2.0	0.5	1.2	1.1	0.2
MUN19	14.6	22.9	3.1	12.1	2.3	0.5	2.0	0.3	1.9	0.5	1.2	1.1	0.2
MUN21	17.4	34.4	3.7	14.3	2.8	0.6	2.3	0.4	2.3	0.6	1.5	1.4	0.2
MUN22	35.0	83.6	9.0	36.4	8.1	1.4	6.7	1.2	7.8	1.9	4.6	4.0	0.6
MUN23	28.9	74.9	8.8	35.0	8.3	0.8	6.2	1.1	6.9	1.5	3.6	3.2	0.5
MUN24	8.5	10.8	1.5	5.6	1.2	0.3	1.1	0.2	1.2	0.3	0.8	0.6	0.1
MUN25	25.4	69.2	7.7	31.8	9.4	1.5	8.4	1.2	6.8	1.4	3.1	2.1	0.3
MUN26	6.6	8.5	1.2	4.5	0.9	0.2	0.9	0.1	0.8	0.2	0.5	0.4	0.1
MUN27	14.0	21.8	2.8	10.9	2.2	0.5	2.0	0.3	1.9	0.5	1.2	1.0	0.1
MUN28	9.0	11.7	1.7	6.5	1.3	0.3	1.3	0.2	1.2	0.3	0.8	0.6	0.1
MUN29	9.8	15.4	2.0	7.7	1.7	0.3	1.5	0.2	1.4	0.3	0.8	0.7	0.1
MUN30	9.9	16.2	2.0	7.9	1.6	0.3	1.4	0.2	1.3	0.3	0.8	0.7	0.1
MUN31	11.8	20.2	2.4	9.8	1.9	0.4	1.7	0.3	1.6	0.4	0.9	0.8	0.1
MUN33	11.0	14.8	2.0	8.2	1.6	0.3	1.8	0.3	1.9	0.5	1.2	0.9	0.1
MUN40	5.5	8.0	1.1	4.0	0.9	0.2	0.9	0.1	0.8	0.2	0.4	0.4	0.1
MUN41	20.6	45.9	4.3	17.0	3.5	0.7	3.0	0.5	2.8	0.7	1.9	1.9	0.3
MUN42	10.0	17.3	2.1	8.1	1.7	0.3	1.6	0.2	1.6	0.4	0.9	0.7	0.1
MUN45	16.1	31.4	3.3	13.6	2.6	0.5	2.2	0.4	2.2	0.6	1.4	1.3	0.2
MUN48	20.6	48.5	6.1	27.2	8.0	1.2	7.3	1.4	9.3	2.3	5.1	4.2	0.6
MUN49	21.6	54.2	6.6	29.9	8.9	1.3	8.8	1.8	11.7	2.7	6.4	5.0	0.7

Data in mg/L

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Lu
UK1	16.3	30.4	3.6	13.6	2.9	0.5	2.0	0.4	2.1	0.5	1.4	1.2	0.2
UK2	19.3	38.1	4.1	16.0	3.3	0.6	2.3	0.4	2.6	0.6	1.5	1.4	0.2
UK3	18.7	35.0	4.0	15.9	3.1	0.6	2.4	0.4	2.5	0.6	1.5	1.3	0.2
UK4	17.6	31.6	3.7	14.4	2.9	0.6	2.2	0.4	2.6	0.6	1.5	1.2	0.2
UK5a	17.9	30.5	3.8	14.7	2.8	0.6	2.2	0.5	2.5	0.5	1.5	1.2	0.2
UK6	21.4	37.1	4.7	18.0	3.5	0.7	2.7	0.5	3.0	0.7	1.8	1.5	0.2
UK8	15.7	26.9	3.2	12.8	2.4	0.5	2.0	0.4	2.1	0.5	1.3	1.1	0.2
UK9	16.7	28.7	3.5	13.5	2.6	0.5	2.1	0.4	2.2	0.5	1.4	1.2	0.2
UK10	101.4	260.1	26.7	100.3	20.4	2.3	15.6	2.7	13.9	2.7	6.2	4.4	0.6
UK11	34.4	93.4	10.7	44.3	12.1	1.2	7.6	1.8	10.7	2.2	5.1	4.0	0.5
UK12	33.4	64.7	6.9	25.7	5.1	1.0	3.8	0.7	4.1	1.0	2.7	2.5	0.4
UK13	31.7	60.9	6.6	25.6	5.1	1.0	3.9	0.7	4.1	0.9	2.6	2.2	0.3
UK14	25.9	48.6	5.2	19.3	3.5	0.7	2.8	0.5	3.1	0.8	1.9	1.8	0.3
UK15	22.6	36.0	4.6	17.7	3.6	0.7	2.9	0.5	3.0	0.7	1.9	1.9	0.3
UK16	19.8	30.7	4.1	15.9	3.1	0.6	2.4	0.5	2.7	0.6	1.6	1.3	0.2
UK17	20.5	33.3	4.2	16.4	3.2	0.6	2.8	0.4	2.7	0.6	1.6	1.3	0.2
UK18	11.3	21.6	2.3	8.4	1.6	0.3	1.4	0.2	1.4	0.3	0.9	0.8	0.1
UK19	14.9	27.1	3.1	12.0	2.3	0.5	1.9	0.3	1.9	0.4	1.2	1.1	0.1
UK20	17.5	38.2	3.7	14.0	2.7	0.5	2.2	0.3	2.1	0.5	1.3	1.2	0.2
UK21	26.4	67.1	5.7	21.8	4.4	0.9	3.8	0.6	3.4	0.8	2.2	2.0	0.3
UK22	19.9	36.3	4.3	16.3	3.2	0.7	2.7	0.4	2.6	0.6	1.5	1.3	0.2
UK23	27.3	65.0	6.6	25.3	5.4	1.1	4.7	0.9	5.6	1.4	3.6	3.1	0.5
UK24	112.1	277.4	31.0	113.8	24.1	2.3	18.3	2.7	13.7	2.4	5.3	3.5	0.4
UK25	32.7	101.5	10.6	40.8	10.3	0.9	7.9	1.4	7.5	1.6	3.4	2.5	0.3
UK26	23.3	41.3	5.0	19.0	3.7	0.7	3.2	0.5	3.1	0.7	1.8	1.5	0.2
UK27	20.5	34.9	4.3	16.3	3.1	0.6	2.8	0.4	2.7	0.6	1.6	1.4	0.2
UK28	19.1	34.3	4.1	15.2	2.9	0.6	2.4	0.4	2.4	0.6	1.5	1.2	0.2
UK29	24.6	74.5	8.2	32.1	8.0	0.7	6.0	1.0	5.6	1.1	2.6	1.9	0.3
UK30	18.6	32.5	3.8	15.0	2.9	0.6	2.5	0.4	2.5	0.6	1.6	1.2	0.2
UK31	21.3	40.3	4.7	17.7	3.5	0.7	2.9	0.5	2.8	0.7	1.6	1.4	0.2
UK32	17.7	31.7	3.7	14.2	2.7	0.6	2.4	0.4	2.4	0.5	1.4	1.1	0.2
UK33	15.2	27.0	3.1	12.1	2.2	0.5	2.0	0.3	1.9	0.5	1.2	1.0	0.1
UK34	24.6	55.4	6.1	23.8	5.0	1.1	4.2	0.8	4.9	1.2	3.0	2.7	0.4
UK35	77.3	200.2	20.6	78.5	17.2	4.0	14.4	1.9	9.6	1.9	3.9	2.8	0.4
UK36	67.7	191.6	19.7	70.7	16.0	1.1	13.0	2.0	10.5	2.2	4.5	3.4	0.5
UK37	22.1	39.6	4.7	17.9	3.6	0.7	3.1	0.5	2.9	0.7	1.7	1.5	0.2
UK38	20.3	36.9	4.2	16.0	3.2	0.6	2.9	0.5	2.7	0.7	1.7	1.4	0.2
UK40	50.6	154.7	15.3	57.9	13.1	1.4	10.7	1.7	10.1	2.2	5.2	4.2	0.6
UK41	17.1	32.1	3.6	13.3	2.8	0.5	2.5	0.4	2.3	0.6	1.4	1.1	0.2
UK42	14.0	26.1	2.9	10.8	2.2	0.5	2.0	0.3	1.9	0.5	1.1	1.0	0.1
UK43	18.2	36.4	4.0	15.2	3.1	0.6	2.8	0.4	2.4	0.6	1.4	1.2	0.2
UK44	19.3	37.4	4.1	15.4	3.1	0.6	2.7	0.4	2.4	0.6	1.4	1.2	0.2
UK45	15.9	30.8	3.3	12.4	2.5	0.5	2.2	0.4	1.9	0.5	1.2	1.0	0.2
UK46	163.1	310.6	42.8	161.3	32.0	2.5	26.4	4.1	23.1	4.7	10.6	8.5	1.2
UK47	13.0	25.6	2.7	10.4	2.1	0.4	2.0	0.3	1.9	0.5	1.2	1.0	0.1
UK48	10.8	20.6	2.2	8.6	1.7	0.4	1.5	0.3	1.6	0.4	0.9	0.8	0.1
UK50	15.5	32.4	3.4	13.1	2.7	0.5	2.3	0.4	2.3	0.5	1.4	1.3	0.2
UK51	14.4	29.0	3.1	11.4	2.3	0.4	2.2	0.3	2.0	0.5	1.2	1.1	0.2
UK52	13.9	27.7	2.9	10.9	2.2	0.5	2.0	0.3	2.0	0.5	1.2	1.0	0.2
UK53	13.7	26.5	2.8	10.7	2.2	0.4	2.0	0.3	2.0	0.5	1.2	1.0	0.1
UK54	25.3	61.6	6.5	25.2	5.9	1.3	5.4	1.0	6.9	1.7	4.3	3.7	0.5
UK55	59.6	145.9	14.7	55.5	10.9	1.1	9.0	1.4	7.4	1.4	3.1	2.1	0.3
UK56	21.6	44.5	4.5	17.3	3.3	0.7	2.8	0.4	2.6	0.6	1.6	1.5	0.2
UK57	16.3	33.9	3.6	13.6	2.7	0.6	2.4	0.4	2.2	0.5	1.3	1.2	0.2
UK58	18.6	39.1	4.1	15.5	3.1	0.6	2.7	0.4	2.5	0.6	1.5	1.3	0.2
UK59	119.4	301.9	34.8	130.6	26.7	2.5	20.8	2.9	15.0	2.7	5.5	3.5	0.4
UK61	22.3	61.7	7.2	29.9	8.0	0.9	6.4	1.2	7.0	1.5	3.6	3.0	0.4
UK62	19.4	36.0	4.1	16.0	3.1	0.6	2.7	0.4	2.5	0.6	1.5	1.2	0.2
UK63	27.4	51.6	5.7	21.8	4.1	0.8	3.7	0.6	3.2	0.7	1.8	1.5	0.2
UK64	19.2	35.2	3.9	15.2	3.0	0.6	2.8	0.4	2.4	0.6	1.5	1.2	0.2
UK65	19.3	54.1	6.0	24.4	7.2	1.9	6.8	1.2	7.2	1.6	3.7	3.1	0.5
UK67	22.9	48.3	5.3	21.2	4.3	1.0	3.8	0.6	3.6	0.9	2.2	2.0	0.3
UK68	15.3	29.9	3.3	12.8	2.5	0.5	2.2	0.3	2.1	0.5	1.3	1.1	0.2
UK69	13.4	25.4	2.8	10.6	2.1	0.4	1.9	0.3	1.8	0.4	1.1	1.0	0.1
UK70	12.7	22.9	2.6	9.9	2.0	0.4	1.7	0.3	1.7	0.4	1.0	0.9	0.1
UK71	17.7	40.7	3.9	14.6	2.9	0.6	2.6	0.4	2.4	0.6	1.4	1.3	0.2
UK72	16.1	31.0	3.3	12.6	2.4	0.5	2.2	0.3	1.9	0.4	1.1	1.0	0.1
UK73	13.3	20.4	2.6	10.0	1.9	0.4	1.8	0.3	1.7	0.4	1.0	0.8	0.1
UK74	17.1	41.5	3.7	14.6	2.9	0.6	2.6	0.4	2.4	0.6	1.5	1.3	0.2
UK75	21.0	40.5	4.5	17.2	3.3	0.7	3.0	0.5	2.8	0.6	1.6	1.3	0.2
UK76	18.8	35.6	3.9	15.0	2.8	0.5	2.6	0.4	2.3	0.5	1.4	1.2	0.2
UK77	18.8	32.5	3.9	15.0	3.0	0.6	2.7	0.4	2.5	0.6	1.4	1.2	0.2
UK78	21.2	46.6	5.0	20.5	6.0	1.0	5.9	1.2	8.3	2.0	4.8	3.6	0.5
UK79	25.5	55.6	5.5	20.3	3.9	0.7	3.3	0.5	2.9	0.7	1.9	1.8	0.3
UK80	23.2	50.3	5.2	19.4	4.0	0.8	3.5	0.5	3.1	0.8	1.9	1.8	0.3

6. Schriftenverzeichnis

- BLÖMER, N. (1990): Untersuchungen zur Stratigraphie und Tektonik im Bereich der Kührsener Kreidescholle (oberes Weserbergland).- Unveröff. Dipl.-Kart. und Dipl.-Arb. -Westf. Wilhelms Univ. Münster, 83 S., 26 Abb., 4 Anlagen; Münster.
- BOLLMANN, J. (1990): Faziesanalyse pelagischer Kalke der tieferen Oberkreide von Hilter/Hankenberge a.T.W., Teil II: Mittelturon bis Oberturon.- Dipl.-Arb. und Dipl.-Kart., Fr. Univ. Berlin, 122 S., 18 Abb., 10 Taf., 1 Karte; Berlin.
- BRÄUTIGAM, F. (1962): Zur Stratigraphie und Paläontologie des Cenomans und Turons im nordwestlichen Harzvorland.- Diss. Univ. Braunschweig, 261 S.; Braunschweig.
- CHAMLEY, H. (1989): Clay Sedimentology.- 623 S.; Berlin.
- ELDERFIELD, H., HAWKESWORTH, C.J., GREAVES, M.J. & CALVERT, S.E. (1981): Rare earth element geochemistry of oceanic ferromagnese nodules and associated sediments.- *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **45**: 513-528.
- ERNST, H. (1982): The Marl Layer M 100 in the Maastrichtian of Hemmoor – An Example of Selective CaCO₃ Dissolution.- *Geol. Jb.*, **A 61**: 109-127, 8 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- ERNST, G. & WOOD, C.J. (1992): Limestone quarry HOLLEKAMP, Wüllen near Ahaus. Upper Cenomanian to Turonian/Coniacian boundary. Key section of the western margin of the Münster Basin.- In: ERNST, G., HARRIES, P., HISS, M., KAEVER, M., KAPLAN, U., KETTELHACK, Ch., SKUPIN, K., WOLF, E.-O. & WOOD, C.J.: The Middle and Upper Cretaceous of the Münsterland (Westphalia), Gelände-Exkursion **A-1**, 4. Internationales Kreide-Symposium: 27-37, 15 Fig.; Hamburg.
- , SCHMID, F., & KLISCHIES, G. (1979): Multistratigraphische Untersuchungen in der Oberkreide des Raumes Braunschweig-Hannover. In: WIEDMANN, J. (Hrsg.): Aspekte der Kreide Europas.- IUGS Series A, **6**: 11-46, 15 Abb.; Stuttgart.
- , –, & SEIBERTZ, E. (1983): Event-Stratigraphie im Cenoman und Turon von NW-Deutschland. *Zitteliana*, **10**: 531-554, 3 Fig.; München.
- FRIEG, C., HISS, M., & MÜLLER, W. (1989): Stratigraphie im Turon und Unterconiac des südlichen und zentralen Münsterlandes. *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, **69**: 161-186, 5 Abb.; Münster.
- HARRISON, R.K., JEANS, C.V., & MERRIMAN, R.J. (1979): Mesozoic igneous rocks, hydrothermal mineralization and volcanogenic sediments in Britain and adjacent regions. *Bull. Geol. Surv. Great Britain*, **70**: 57-69; Keyworth.
- HASKIN, L. & GEHL, M.A. (1962): The rare-earth distribution in sediments.- *J. Geophys. Res.*, **67**: 2537-2541.
- , WILDEMAN, T.R., FREY, F.A., COLLINS, K.A., KEEDY, C.R., & HASKIN, M.A. (1966): Rare earths in sediments.- *J. Geophys. Res.*, **86**: 6091-6105.
- HEIM, D. (1957): Über die mineralischen, nichtkarbonatischen Bestandteile des Cenoman und Turon der mitteldeutschen Kreidemulden und ihre Verteilung.- *Heidelberger Beitr. Mineral. u. Petrogr.*, **5**: 302-330, 4 Abb.; Heidelberg.
- JARVIS, I., & JARVIS, K.E. (1985): Rare-earth element geochemistry of standard sediments: a study using inductively coupled plasma spectrometry. *Chemical Geology*, **53**: 335-344.
- KAPLAN, U. (1986): Ammonite Stratigraphy of the Turonian of NW-Germany.- *Newsl. Stratigr.*, **17**(1): 9-20, 4 Fig.; Berlin, Stuttgart.
- (1988): Die Ammoniten-Subfamilie Collignoniceratidae WRIGHT & WRIGHT 1951 aus dem Turon (Ober-Kreide) von Westfalen und Niedersachsen (NW-Deutschland). *Geol. Paläont. Westf.*, **12**: 5-45, 4 Abb., 1 Tab., 7 Taf.; Münster.
- (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. Ver. Bielefeld u. Umgegend e.V.*, **32**: 125-159, 11 Abb., 6 Taf.; Bielefeld.
- (1992a): Die Oberkreide-Aufschlüsse im Raum Lengerich/Westfalen.- *Geol. Paläont. Westf.*, **21**: 7-37, 9 Abb., 3 Taf.; Münster.
- (1992b): Zur Stratigraphie der tiefen Oberkreide im Teutoburger Wald (NW-Deutschland). Teil 3: Das Turon zwischen Bielefeld-Senne und Augustdorf. *Ber. naturwiss. Ver. Bielefeld u. Umgegend e.V.*, **33**: 191-208; Bielefeld.
- , & BEST, M. (1984): Neue Ergebnisse zur stratigraphischen Stellung und geographischen Verbreitung der „Rothenfelder Grünsande“ (Turbidite) und die submarine Großgleitung von Halle/Westfalen. *Osnabrücker naturwiss. Mitt.*, **11**: 17-26, 3 Abb.; Osnabrück.
- , & KENNEDY, W.J. (1994): Ammoniten des westfälischen Coniac.- *Geol. Paläont. Westf.*, **31**: 155 S., 7 Abb., 43 Taf.; Münster.
- , unter Mitarbeit von WOOD, C. J. & WRAY, D.S. (1994): Zur Stratigraphie des Soester Grünsandes, Ober-Turon, südliches Westfalen.- *Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld u. Umgegend e.V.*, **35**: 59-78, 4 Abb., Bielefeld.
- KLINGSPOR, I. (1976): Radiometric age determination on basalts and dolerites and related syenites in Skåne, South Sweden.- *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, **98**: 195-215; Stockholm.
- KOHEIL, M. (1974): Zur Stratigraphie und Tektonik des Turon im Teutoburger Wald zwischen Bockhorst und Kohlstädt.- Unveröff. Diss. Univ. Münster, 208 S.; Münster.
- MEIBURG, P. (1982): Saxonische Tektonik und Schollenkinematik am Ostrand des Rheinischen Massivs.- *Geotekt. Forsch.*, **62**: S. I-II, 1-267, 84 Abb., 1 Tab., 8 Beil.; Stuttgart.

- NEUWEILER, F. (1989): Faziesanalyse pelagischer Kalke aus der tiefen Oberkreide von Hilter/Hankenberge a.T.W., Teil I: Obercenoman bis Mittelturon.- Dipl.-Arb. Fr. Univ. Berlin, 116 S., 17 Abb., 6 Taf., 1 Karte; Berlin.
- PIPER, D.Z. (1974): Rare earth elements in the sedimentary cycle: a summary.- *Chemical Geology*, **14**: 285-304.
- SEIBERTZ, E. (1977): Litho-, Bio-, Ökostratigraphie, Sedimentologie und Tektonik im Soester Grünsand (oberes Mittelturon, südl. Münsterland).- *Geol. Jb.*, **A 40**: 61-113, 19 Abb., 2 Taf.; Hannover.
- (1978): Ökologie, Fazies und Fauna im Turon des südlichen Münsterlandes: Ein Fazieswirkungsschema.- *Paläont. Z.*, **52** (1/2): 93-109, 16 Abb.; Stuttgart.
- (1979): Stratigraphisch-fazielle Entwicklung des Turon im südöstlichen Münsterland (Oberkreide, NW-Deutschland).- *Newsl. Stratigr.*, **8** (1): 3-60, 34 Fig.; Berlin, Stuttgart.
- & VORTISCH, W. (1979): Zur Stratigraphie, Petrologie und Genese einer Bentonit-Lage aus dem oberen Mittel-Turon (Oberkreide) des südöstlichen Münsterlandes.- *Geol. Rdsch.*, **68** (2): S. 649-679, 17 Abb., 3 Tab.; Marburg.
- SKUPIN, K. (1982): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000, Erläuterungen zu Blatt **4218** Paderborn mit Beiträgen von MERTENS, H., MICHEL, G., SEIBERTZ, E. & WEBER, P. 140, 2 Taf.; Krefeld.
- mit Beiträgen von DAHM-ARENS, H., MICHEL, G. & WEBER, P. (1985): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Erläuterungen zu Blatt **4317** Geseke: 115 S., 16 Abb., 12 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- , mit Beiträgen von DAHM-ARENS, H., MICHEL, G., VIETH-REDEMANN, A. & WEBER, P. (1985): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Erläuterungen zu Blatt **4418** Wünnenberg: 151 S., 15 Abb., 10 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- STILLE, H. (1904): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Blatt Eitel.- *Kgl. Preuß. geol. L.-Anst.*, 21 S., 4 Fig.; Berlin.
- STILLE, H. (1908): Über die Verteilung der Fazies in den Scaphitenschichten der südöstlichen Kreidemulde nebst Bemerkungen zu ihrer Fauna.- *Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst.*, **26**: 140-172, Taf. 3; Berlin.
- (1979): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000. Erläuterungen zu Blatt **4318** Borcheln, 2. Auflage, hrsg. vom Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld. I-VIII + 1-21, 5 Abb., 1 Tab.; Krefeld.
- TRÖGER, K.-A. (1989): Problems of Upper Cretaceous Inoceramid Biostratigraphy and Palaeobiogeography in Europe and Western Asia.- In: WIEDMANN, J. (Hrsg.): *Cretaceous of the Western Tethys. Proceedings 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987*, 911-930, 8 Fig.; Stuttgart.
- VALETON, I. (1959): Eine vulkanische Tufflage aus der Oberkreide von Hemmoor/Niederelbe.- *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1959**: 193-204, Stuttgart.
- VOIGT, E. (1962): Frühdiagenetische Deformation der turonen Plänerkalke bei Halle/Westf. als Folge einer Großgleitung unter besonderer Berücksichtigung des Phacoid-Problems.- *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg*, **31**: 146-275, 34 Abb., 33 Taf.; Hamburg.
- WOOD, C.J. (1992): Overview Upper Cretaceous of Lower Saxony.- In: ERNST, G., MUTTERLOSE, J., & TRÖGER, K.-A. (Hrsg.): *Cretaceous biofacies of the eastern part of the Northwest German Basin, Field Excursion B-1*.- 4th International Cretaceous Symposium: 3-12, 6 Fig.; Hamburg.
- WRAY, D.S. (1990): The petrology of clay-rich beds in the Turonian (Upper Cretaceous) of the Anglo-Paris Basin.- Unveröff. Diss. CNA/City of London Polytechnic, London.
- (1995): Origin of clay-rich beds in Turonian chalks from Lower Saxony, Germany – a rare-earth element study.- *Chemical Geology*, **119**: 161-178; London.
- ZIMMERLE, W. (1989): Vestiges of volcanic activity in Cretaceous sediments of the Western Tethys.- In: WIEDMANN, J. (Hrsg.): *Proceedings 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987*: 951-987, 3 Fig., 1 Tab., 2 Taf.; Stuttgart.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologie und Paläontologie in Westfalen](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Wray David S., Kaplan Ulrich, Wood Christopher J.

Artikel/Article: [Tuff-Vorkommen und ihre Bio- und Eventstratigraphie im Turon des Teutoburger Waldes, der Egge und des Haarstrangs 5-53](#)