Ber. Naturhist. Ges.	119	127 - 204	Hannover 1975

Feingliederung und Korrelation der Mergelkalk-Fazies des Unter-Campan von Misburg, Höver und Woltorf im ostniedersächsischen Becken

von MUSTAFA ABU-MAARUF +)

Mit 26 Abbildungen und 2 Tabellen

Z u s a m m e n f a s s u n g :

1. Die Grundlage der Untersuchungen bilden vier Tagesaufschlüsse der Zementindustrien von Misburg und Höver sowie ein rd. 30 km entferntes Profil im Einschnitt des Mittellandkanals bei Woltorf. Unter Berücksichtigung der Lagerungsverhältnisse wurden die Profile an Hand der physikalischen und strukturellen Merkmale lithostratigraphisch untergliedert und die Schichteinheiten mittels ihrer titrimetrisch bestimmten $CaCO_3$-Gehalte in die Karbonatgesteins-Skala eingeordnet. Nur drei Sedimenttypen - Kalkmergel, Mergelkalk und mergeliger Kalk - sind vertreten. Der durchschnittliche $CaCO_3$-Gehalt der einzelnen Biozonen nimmt vom Liegenden zum Hangenden zu. Im Profil Höver trennt eine Faziesgrenze die ca. 25 m mächtige basale Kalkmergel-Serie von der hangenden Mergelkalk/Kalk-Wechselfolge. In Misburg und Woltorf bildet ein 1 - 2 m mächtiger glaukonitreicher Transgressionshorizont den wichtigsten Leithorizont im tieferen Unter-Campan (pilula-Transgression).

2. Für die lithostratigraphische Korrelation dienten vorzugsweise Kalkmergellagen; ein Teil von ihnen ließ sich nicht nur innerhalb der Grubendimensionen verfolgen, sondern gestattete eine weiterreichende (mindestens 3,5 km) Parallelisierung innerhalb der Lehrter Westmulde.

+) Dr. M. ABU-MAARUF, Faculty of Petrolium and Mining engineering, University of Tripoli, P.O. Box 3932, Tripoli/Libyen

Eine chemostratigraphische Korrelation mittels der $CaCO_3$-Kurven ist nur unter Hinzuziehung lithostratigraphischer Daten möglich.

3. Das von ERNST (1963 u. 1968) für das Unter-Campan gegebene biostratigraphische Gliederungsschema wurde an Hand von streng horizontierten Neuaufsammlungen überarbeitet. Hinsichtlich der Zonenmächtigkeiten, Vertikalreichweiten und Häufigkeitsverteilung der leitenden Echiniden und Belemniten waren Revisionen notwendig. Insbesondere mußte die pilula-Subzone bei Misburg weiter gefaßt und die Liegendgrenze der conica/papillosa-Subzone i.S. KHOSROVSCHAHIANs (1972) nach unten verschoben werden. Makropaläontologisch wurde nachgewiesen, daß das Unter-Campan von Woltorf kondensiert ist.

4. Die systematische Untersuchung der Foraminiferen-Fauna ergab, daß im Unter-Campan mindestens 164 Arten und Unterarten auftreten. Nur 10 dieser Arten oder Unterarten eignen sich für eine Untergliederung. Diese Leitformen ermöglichen eine Trennung von unterem und oberem Unter-Campan. Kombiniert man ihre Vertikalreichweiten miteinander, so lassen sich außerdem einige der Subzonen von ERNST (1968) bestimmen. Die Angaben von HILTERMANN & KOCH (1962) über die Vertikalverbreitung der Stensioeina-Arten und -Unterarten im Unter-Campan von NW-Deutschland wurden vervollständigt. Mittels der Vertikalreichweite und Häufigkeitsverteilung von 3 Bolivinoides-Arten und Eouvigerina elongata BROTZEN n.ssp. konnte nachgewiesen werden, daß die Faziesgrenze bei Höver synchron mit der Unter-Campan-Transgression von Misburg und Woltorf ist. In Misburg und Woltorf fehlen die tieferen Teile der pilula-Subzone. Eine von AL-ABAWI (1968) angenommene Schichtlücke innerhalb der pilula-Subzone von Misburg besteht nicht. Die genannten Arten markieren innerhalb der pilula-Subzone eine mikropaläontologisch gut faßbare Grenze, die sich für die Trennung von unterem und oberem Unter-Campan eignen würde.

5. Die quantitative Häufigkeitsverteilung der Makrofauna ließ sich ökostratigraphisch auswerten. Mehrere Häufigkeitsmaxima wichtiger Echiniden und Belemniten konnten über mehrere km verfolgt werden und ermöglichten eine Verfeinerung der Parallelisierung.

   Durch ökostatistische Untersuchungen der Foraminiferen-Fauna wurde die korrelative Eignung von Arten- und Individuenzahlkurven nachgeprüft. Die Ausschläge der Artenzahl-Kurven lassen sich zum Teil erst nach Heranziehung zusätzlicher stratigraphischer Methoden eindeutig miteinander parallelisieren; die Individuen-Frequenzen gestatten eine sichere Korrelation bis zu Entfernungen von rd. 2 km.

6. Mit Computer-Verfahren wurden variationsstatistische Untersuchungen an Neoflabellina und Bolivinitella durchgeführt. Kombiniert man bei Neoflabellina rugosa (D'ORBIGNY) die Entwicklungshöhen einiger Parameter und ihrer Quotienten miteinander, so lassen sich fast alle makropaläontologi-

schen Subzonen fassen. Die Mittelwerte der Kammerzahlen erlauben bei reichen Bolivinitella galeata-Populationen eine Zweiteilung des oberen Unter-Campan.

7. Zur Rekonstruktion der paläogeographischen und paläoökologischen Verhältnisse wurden der Belemniten-Anreicherungshorizont der pilula-Transgression, Einsteuerungsdiagramme von Belemniten sowie Einbettungslagen, Korrosionserscheinungen und Epizoenbewuchs bei Echiniden herangezogen. Ihr diente auch die Ökoanalyse der Foraminiferen-Fauna (Plankton/Benthos-Verhältnisse, Dominanzwerte und Diversitätswerte). Die pilula-Transgression wird auf eine epirogene Absenkung zurückgeführt. Sie machte sich besonders in den flachen Schwellengebieten am Rande der heutigen Oberkreide-Mulden bemerkbar. Zur Beckenmitte hin änderten sich die Sedimentationsverhältnisse, und eine vollständigere stratigraphische Folge kam zum Absatz (z.B. in der Lehrter Westmulde). Für die verschiedenen Biozonen wird ein bathymetrisches Modell gegeben.

INHALT

A. EINLEITUNG S. 130

B. LITHOLOGIE UND LITHOSTRATIGRAPHIE S. 134

C. CHEMOSTRATIGRAPHIE S. 144

D. BIOSTRATIGRAPHIE S. 148

1. Die Makrofauna S. 148

1.1 Lingua/quadrata-Subzone S. 149
1.2 Pilula-Subzone S. 150
1.3 Pilula/senonensis-Subzone S. 155
1.4 Senonensis-Subzone S. 156
1.5 Papillosa-Subzone S. 157
1.6 Conica/papillosa-Subzone S. 158
1.7 Gracilis/senior-Subzone S. 158

2. Die Foraminiferen-Fauna S. 159

E. ÖKOSTRATIGRAPHIE S. 170

1. Die Makrofauna S. 170

2. Die Foraminiferen-Fauna S. 172

F. PHYLOGENIE UND STRATIGRAPHIE AUSGEWÄHLTER FORAMINIFEREN-ARTEN S. 179

1. Neoflabellina rugosa (D'ORBIGNY) S. 179

2. Bolivinitella galeata VASILENKO S. 187

G. PALÄOGEOGRAPHIE UND PALÄOÖKOLOGIE S. 187

H. TEKTONIK S. 198

I. LITERATUR S. 201

A. EINLEITUNG

Im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes "Geologische Korrelationsforschung" befaßt sich die vorliegende Untersuchung mit vielschichtigen stratigraphischen Problemkreisen des Unter-Campan in SE-Niedersachsen. Das Unter-Campan wurde bei Misburg und Höver östlich Hannover von den Zementindustrien in großräumigen Mergelkalkgruben ausgezeichnet aufgeschlossen und bietet wegen seines bedeutenden Fossilreichtums neben Lägerdorf eins der besten Schlüsselprofile in der höheren nordwestdeutschen Oberkreide (Abb. 1). Außer den Profilen oder Profilteilstücken bei Hannover wurde das ca. 30 km entfernte Kanalprofil Woltorf zwecks Überprüfung der Reichweite der verschiedenen stratigraphischen Methoden herangezogen.

Historisches [1]

Die Oberkreide östlich Hannover gehört zwar seit jeher zu den klassischen Fundgebieten Nordwestdeutschlands, doch blieben die biostratigraphischen, faunistischen und tektonischen Verhältnisse des Unter- und Ober-Campan lange Jahrzehnte nur unbefriedigend bekannt.

Erst KLINGLER (1948) versuchte - parallel zu seinen Lägerdorfer Untersuchungen - eine biostratigraphische Feingliederung im Campan von Misburg zu entwerfen, die jedoch nicht zur Veröffentlichung kam. Ihm folgend hat ERNST (1963b) - ebenfalls ausgehend vom Standardprofil Lägerdorf - die Profile von Höver und Misburg als Prüfstein und Stütze seiner zwischenzeitlich vielfach erprobten Campan-Gliederung herangezogen. 1968 brachte er die biostratigraphische Einstufung der Oberkreide-Aufschlüsse im Raum Hannover-Braunschweig auf den neuesten Stand seines weiterentwickelten Korrelationsschemas. Dieses megapaläontologische Schema bildet auch die Grundlage der in dieser Arbeit verwendeten biostratigraphischen Gliederung.

ERNST (1963b) hatte wegen der eintönigen faziellen Ausbildung des Campans bei Höver und Misburg keine lithostratigraphische Feingliederung vorgenommen, so daß er sein Fossilmaterial zumeist nur auf Subzonen- oder Zonen-Genauigkeit horizontieren konnte. Deshalb war es eine der Grundaufgaben dieser Arbeit, sein biostratigraphisches Schema im Bereich des Unter-Campans

---

[1] Der historische Teil wurde gegenüber der Original-Fassung stark gekürzt, da er in das Referat von ERNST & SCHMID (1975, dieser Band) über den Forschungsstand der Misburger Oberkreide eingearbeitet wurde.

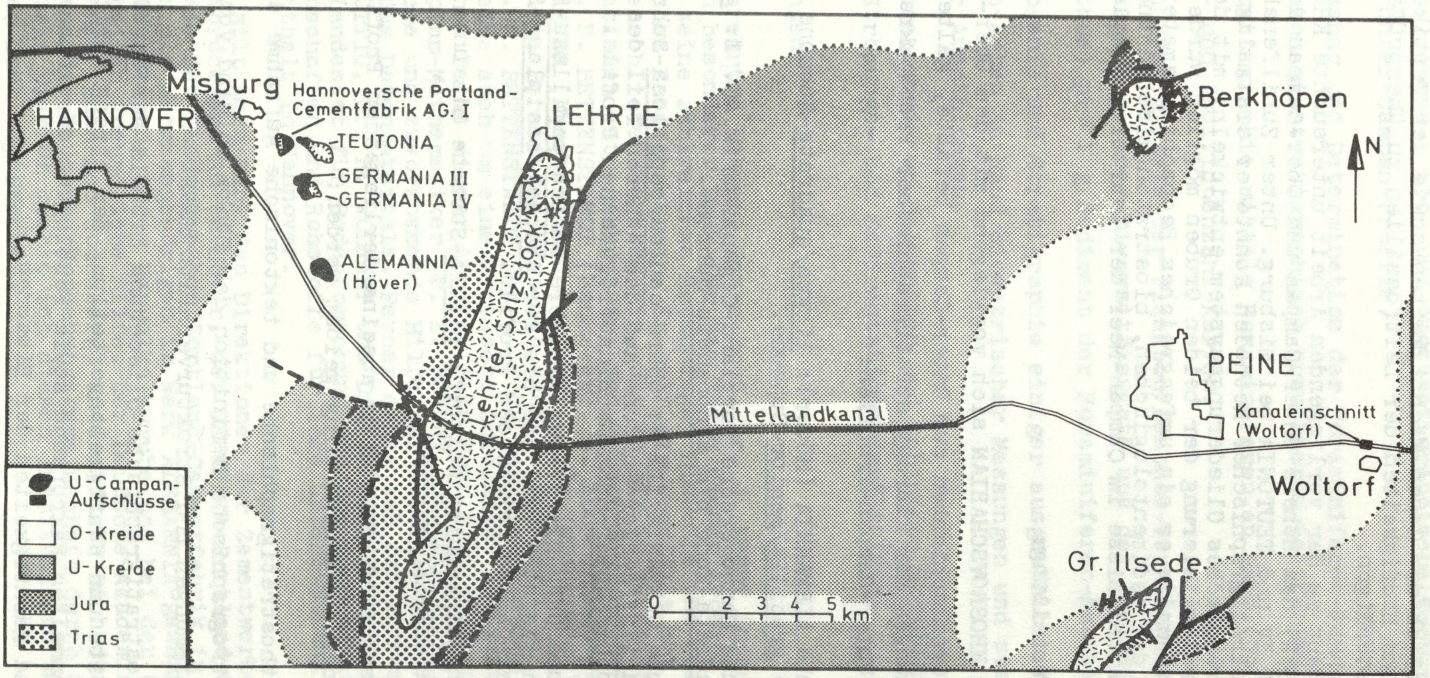


Abb. 1

ABGEDECKTE GEOLOGISCHE KARTE MIT DEN UNTERSUCHTEN UNTERCAMPAN-AUFSCHLÜSSEN IM RAUM HANNOVER-PEINE

[Als Unterlage diente die geotektonische Übersichtskarte von NW-Deutschland, M 1:100 000, Geol. L.-A. Hann. 1947]

hinsichtlich der Zonen-Mächtigkeiten sowie der Vertikalreichweiten und Häufigkeiten der Leitfossilien zu überprüfen und zu vervollständigen.

Als Pendant zu der vorliegenden Arbeit untersuchte KHOSROVSCHAHIAN (1972) das höhere Unter-Campan und Ober-Campan der Gruben GERMANIA IV und TEUTONIA bei Misburg. Unter Zuhilfenahme bio- und ökostratigraphischer Methoden konnte er erstmalig ein lithostratigraphisches Gliederungssystem entwickeln, mit dem eine exakte Parallelisierung der beiden Gruben möglich wurde. Darüber hinaus sammelte er ein umfangreiches Beobachtungsmaterial zur Deutung der sedimentologischen, biostratonomischen und ökologischen Verhältnisse im Campan-Meer der Lehrter Westmulde.

Aufgabenstellung:

Während KHOSROVSCHAHIAN sich vorwiegend mit dem Ober-Campan und dessen Grenzschichten zum Unter-Campan befaßte, galten meine Untersuchungen der Klärung stratigraphischer Problemkreise an folgenden Unter-Campan-Profilen:

1. Grube ALEMANNIA (Höver): lingua/quadrata-Subzone bis tiefste gracilis/senior-Subzone.
2. Grube Hannoversche Portland-Cementfabrik AG. I: granulata-quadrata-Zone bis senonensis-Subzone.
3. Grube GERMANIA III-N: Obere conica/papillosa-Subzone bis gracilis/senior-Subzone aus dem höheren Teil des bis zur conica/senior-Subzone hinaufreichenden Profils.
4. Grube GERMANIA IV-NW: Mittlere conica/papillosa-Subzone aus dem tiefsten Teil des bis zur stobaei/basiplana-Subzone des Ober-Campan reichenden Profils.
5. Kanaleinschnitt Woltorf: pilula-Subzone bis unterste gracilis/senior-Subzone.

An diesen fünf, ca. 30 km auseinanderliegenden Profilen sollte folgender Aufgabenkatalog gelöst werden:

1. Lithostratigraphische und tektonische Aufnahme der Profile.
2. Petrographische Definition der Bänke an Hand von $CaCO_3$-Bestimmungen und Strukturverhältnissen.
3. Biostratigraphische Gliederung mittels der Vertikalreichweite und Häufigkeitsverteilung der streng horizontiert gesammelten Makrofauna sowie Festlegung der genauen Grenzen und Mächtigkeiten der Biozonen.

4. Litho-, chemo-, bio- und ökostratigraphische Korrelation der fünf Unter-Campan-Profile.

5. Erfassung und Determination der Foraminiferen-Fauna und Auswahl von biostratigraphisch brauchbaren Leitformen.

6. Ökostratigraphie mittels Foraminiferen an Hand von Artenzahl- und Individuenzahl-Kurven.

7. Ökoanalyse mittels der Plankton/Benthos-Verhältnisse, der Dominanzwerte, der Diversitätswerte und der Individuenzahl (Benthos) pro 1 g Sediment der Foraminiferen-Faunen.

8. Phylogenie und Stratigraphie einiger ausgewählter Foraminiferen-Arten an Hand biometrischer Messungen und statistischer Auszählungen.

9. Biostratonomie an Belemniten und Echiniden und Rückschlüsse auf Strömungs- und Sedimentationsverhältnisse.

Danksagungen:

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. G. ERNST (Braunschweig), gilt mein besonderer Dank für das Thema dieser Arbeit, besonders aber für seine zahlreichen Ratschläge, Hinweise und sein stets freundliches Entgegenkommen. Er half mir ebenfalls mit seinem großen menschlichen Verständnis, das er mir in allen schwierigen Situationen entgegenbrachte. Den Herren Mikropaläontologen Prof. Dr. F. BETTENSTAEDT (Hannover), W. KOCH (Hannover), Prof. Dr. M. KAEVER (Münster) und Prof. Dr. G.F. LUTZE (Kiel), möchte ich für ihre Beratungen herzlich danken. Besonders die Herren Prof. Dr. F. BETTENSTAEDT und W. KOCH bemühten sich in dankenswerter Weise auch um eine kritische Durchsicht des mikropaläontologischen Teils dieser Arbeit. Mein Dank gilt weiterhin dem Herrn Diplom-Mathematiker Dr. E. MUNDRY (Hannover) für seine freundliche und zuvorkommende Hilfe bei der statistischen Auswertung des Datenmaterials. Ferner danke ich den Herren Prof. Dr. G. LÜTTIG, Dr. R. WOLFART und Dr. J. THIELE vomNiedersächsischen Landesamt für Bodenforschung und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe für ihre Unterstützung bei meinem Aufenthalt in Hannover.

Außerdem gilt mein Dank den Direktionen der Zementwerke ALEMANNIA der Nordcement-AG in Höver, der GERMANIA-Portland-Cementwerke sowie der Hannoverschen Portland-Cementfabrik in Misburg. Besonders die Werksangehörigen im Werk ALEMANNIA gewährten mir bei der Bearbeitung ihrer Mergelkalkgrube und bei den analytischen Arbeiten freundliche Hilfe. Der Deutsche Akademische Austauschdienst (Bonn-Bad Godesberg) unterstützte mich durch ein Stipendium, die Deutsche Forschungsgemeinschaft durch Sach- und Reisemittel. Hierfür möchte ich diesen Institutionen meinen herzlichen Dank aussprechen.

B. LITHOLOGIE UND LITHOSTRATIGRAPHIE

Die lithostratigraphischen Untersuchungen und Fossilaufsammlungen der Mergelkalkaufschlüsse wurden in den Jahren 1970-1973 durchgeführt. Nach dem Studium der Lagerungsverhältnisse wurden die Schichtkomplexe an Hand ihrer physikalischen Eigenschaften (Härte, Farbe, Struktur, Verwitterungsgrad usw.) in einzelne Bänke und Lagen gegliedert und vom Liegenden zum Hangenden fortlaufend numeriert. Im Kanaleinschnitt Woltorf wurden die Einzelbänke - besonders im unteren Teil des Profils - wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse meist zu Schichtgruppen zusammengefaßt.

Die petrostratigraphische Gliederung der untersuchten Profile wurde in Abb. 2-4 dargestellt. Die verschiedenen Sedimenttypen wurden durch unterschiedliche Signaturen kenntlich gemacht. Die $CaCO_3$-Kurven wurden rechts neben die Profile gestellt.

Die Sedimenttypen:

Die Sedimente des Unter-Campan im Raum Hannover - Peine sind sämtlich der Kalk/Mergel-Sedimentreihe zuzuordnen. Nur drei der Sedimenttypen dieser Reihe sind nach den $CaCO_3$-Gehaltsbestimmungen vertreten. Es sind nach der Nomenklatur von CORRENS (1968):

Kalkmergel	:	65 - 75 % $CaCO_3$
Mergelkalk	:	75 - 85 % $CaCO_3$
Mergeliger Kalk	:	85 - 95 % $CaCO_3$

Kalkmergel: Außer geringmächtigen Kalkmergellagen in den höheren Teilen des Profils ist die gesamte basale Folge des derzeit in Höver aufgeschlossenen Unter-Campan in ca. 25 m Mächtigkeit als Kalkmergel ausgebildet. Bis auf die obersten 2,5 m gehört diese Serie zur lingua/quadrata-Subzone. Die Schichten sind durch einen dunklen Farbton und die Armut an Schichtflächen charakterisiert. Ein Farbumschlag (Faziesgrenze) trennt diesen Profilteil von der hangenden durch Schichtflächen und Bankung gekennzeichneten Mergelkalk/Kalk-Serie.

Glaukonitischer Mergelkalk: In den Profilen Misburg und Woltorf (Abb. 4) bildet ein ca. 1 - 2 m mächtiger glaukonitreicher

Transgressionshorizont den wichtigsten Leithorizont im tieferen Unter-Campan. Die Glaukonitkörner sind häufig nesterweise in einen sandigen Mergelkalk eingestreut. Darüber liegt eine Mergelkalk/Kalkmergel-Folge. Im unteren Teil dieser Sedimentfolge kommen noch gelegentlich vereinzelte Glaukonitkörner vor; in höheren Profilteilen werden sie zunehmend seltener.

Flintführung: Eine petrographische Besonderheit des Unter-Campan des Profils Woltorf ist die Einschaltung von drei flintführenden Kalkbänken im höchsten Profilteil. Besonders kräftig sind die Flintsteine in den Kalkbänken W40 und W42b entwickelt. Die horizontale Erstreckung dieser Flintlagen ist unbekannt, da sie bisher nur im Profil Woltorf beobachtet wurden, zu dem es keine nahe benachbarten Parallelprofile gibt. Bei den Flinten handelt es sich um sehr dichte Hornsteine von unterschiedlicher Größe und Form. Die Grenzen zwischen der kalkigen Grundmasse und den Flintsteinen sind unscharf.

Gefüge: Trotz äußerlicher Einförmigkeit ist die petrographische Zusammensetzung der Einzelbänke des Unter-Campan durchaus nicht homogen. Die Grenzen zwischen den verschiedenen Schichteinheiten sind meistens unscharf und die Übergänge fließend. Dünne dunkle tonreichere Schlieren durchziehen die kalkreiche Matrix der Kalk- und Mergelkalkbänke. In der Grundmasse einiger Kalkmergellagen - besonders in der gracilis/senior-Subzone - sind helle kalkreichere Bröckchen unregelmäßig verteilt. Auch eine beginnende Phacoidbildung ist nicht selten zu beobachten. Sie tritt, wie schon KHOSROVSCHAHIAN (1972) nachweisen konnte, bevorzugt in den Mergelkalkbänken auf. Besonders kräftig sind derartige Strukturen in der senonensis-Subzone entwickelt. Nur im Profil Woltorf treten vergleichbare Erscheinungen weitgehend zurück, obwohl die Schichten petrographisch ebenfalls inhomogen sind.

Eine ganz ähnliche Phacoid- und Bröckchenbildung im höheren Campan von Misburg wurde von KHOSROVSCHAHIAN auf frühdiagenetische subaquatische Sedifluktionen zurückgeführt (vgl. auch VOIGT, 1962; STEINICH, 1972). Die Strukturverhältnisse der sedifluktiv beeinflußten Sedimente wurden von KHOSROVSCHAHIAN (1972, S. 13-20) an Hand von Gesteinsanschliffen ausführlich beschrieben und dargestellt.

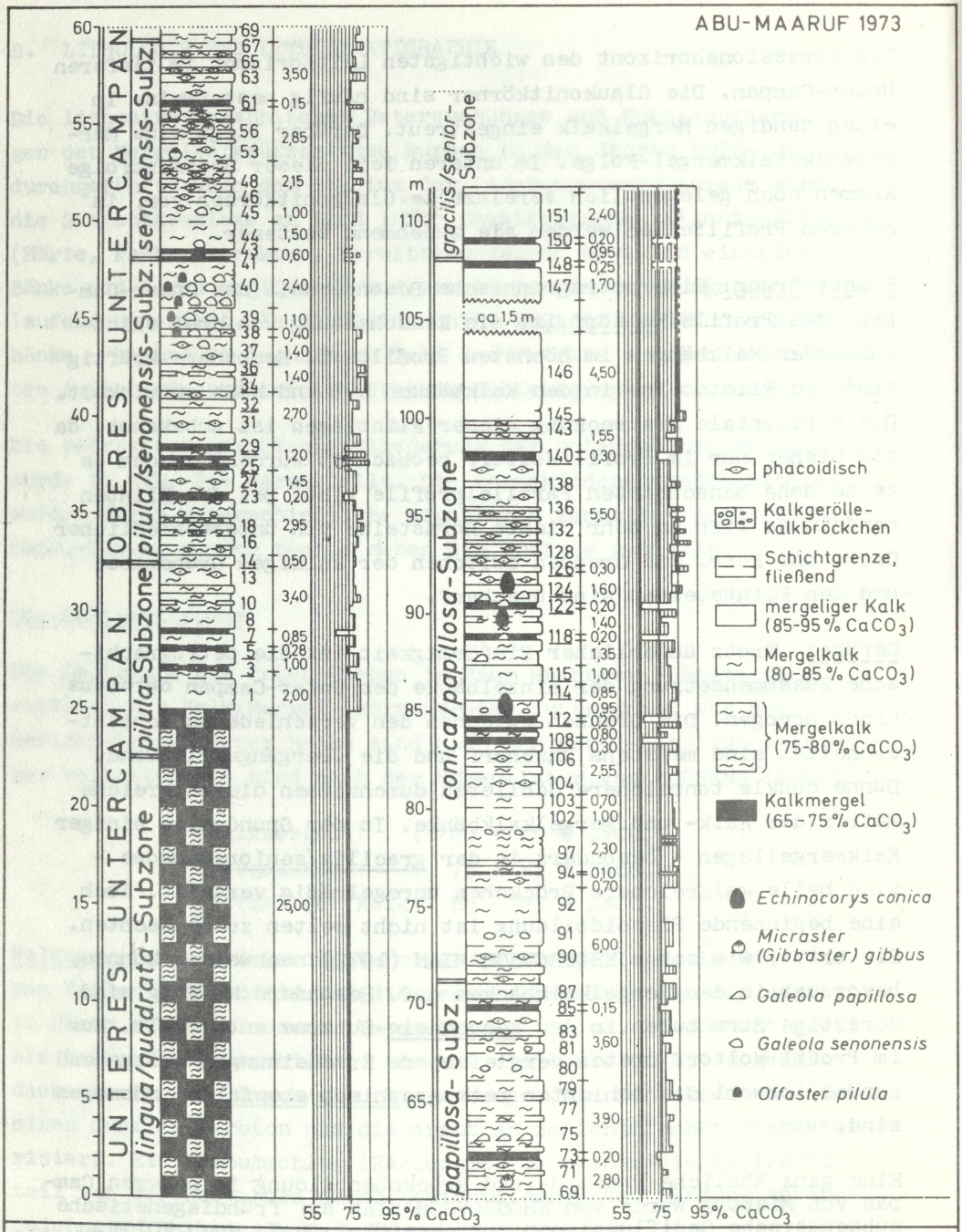


Abb. 2. **Feinstratigraphische Gliederung des Untercampans der Grube ALEMANNIA (Höver) Stand 1971**

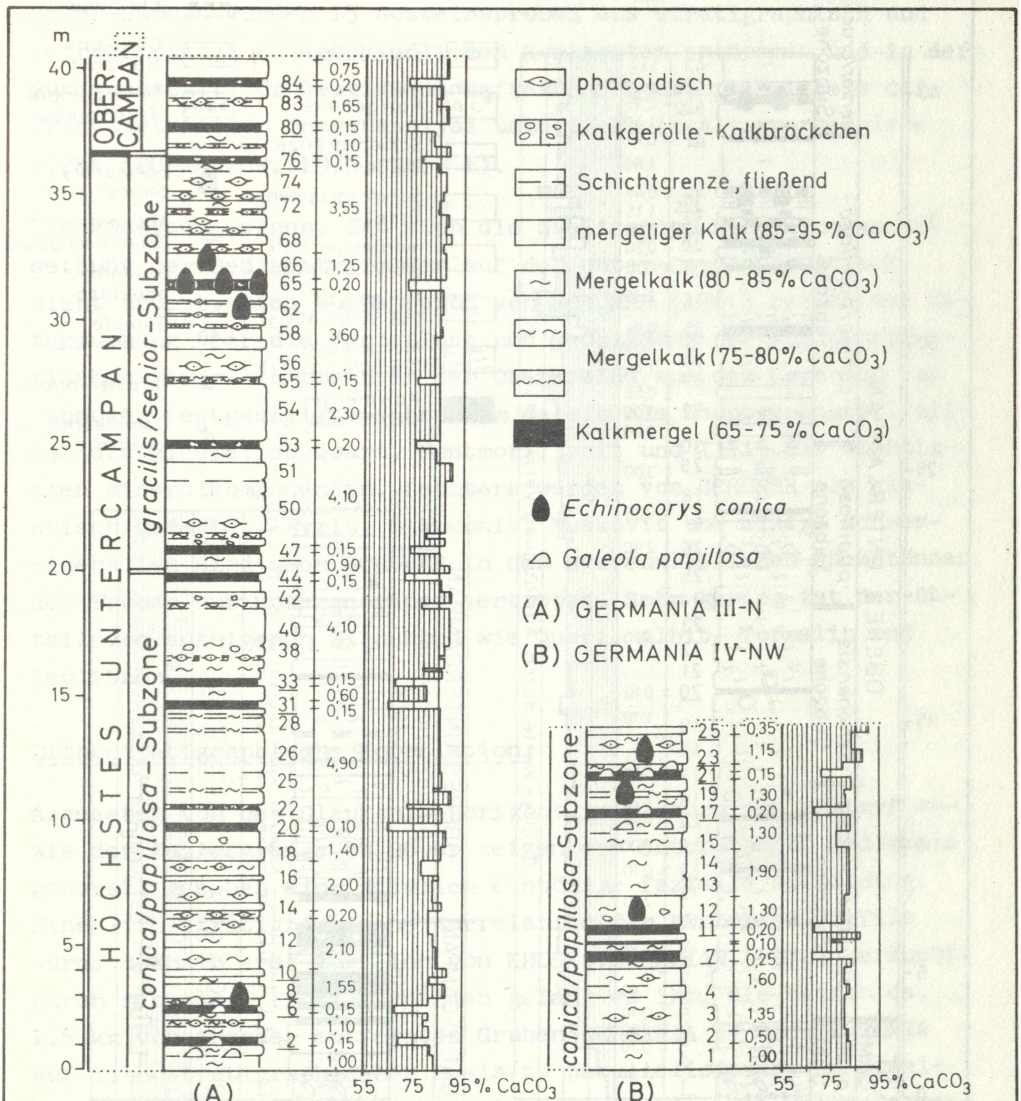


Abb. 3. Feinstratigraphische Gliederung des Untercampans der Gruben GERMANIA III-N (A) und GERMANIA IV-NW (B) (Stand 1972)

ABU-MAARUF 1973

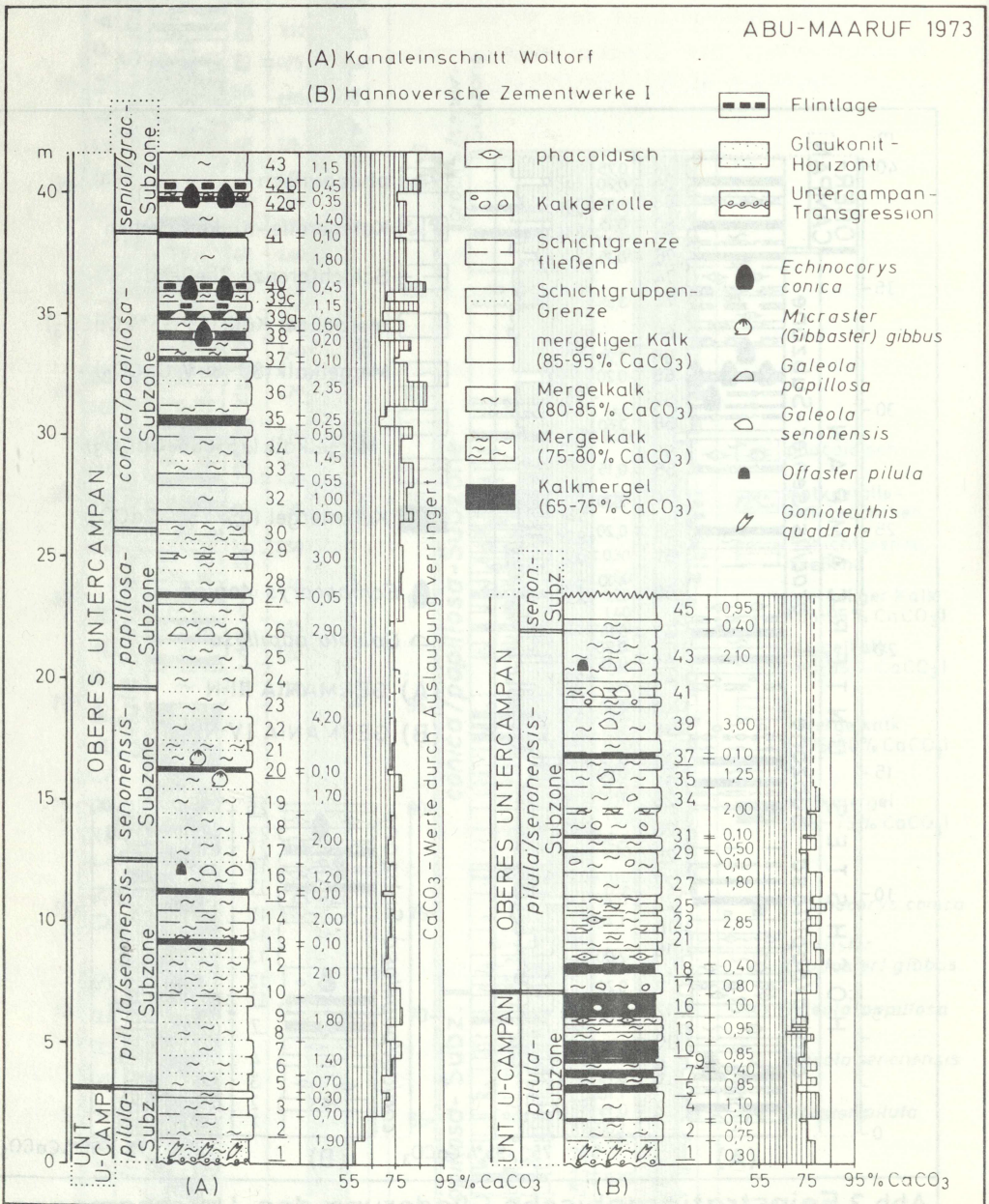


Abb.4. Feinstratigraphische Gliederung des Untercampans des Kanaleinschnittes Woltorf (A) und der Grube I der Hannoverschen Zementwerke (B) (Stand 1972)

Mineralzusammensetzung:

Für die Erfassung der Mineralzusammensetzung der Sedimente des Unter-Campan wurden 15 Gesteinsproben aus stratigraphisch und petrographisch unterschiedlichen Horizonten entnommen und in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe mittels diffractometrischer Phasenanalyse untersucht (Analysenergebnisse siehe ABU-MAARUF, 1973, Tab. 1).

Die Analysen zeigen, daß sich die qualitative Mineralzusammensetzung der Sedimente im Verlauf des Unter-Campan praktisch nicht ändert. Dies wurde schon von SCHÖNER (1960) bei seiner Untersuchung über die Verteilung und Neubildung der nichtkarbonatischen Mineralkomponenten der Oberkreide aus der Umgebung von Hannover festgestellt. Neben dem Calcit als Hauptgemengteil bilden die Mineralien Quarz, Montmorillonit und Illit die wichtigsten Mineralkomponenten. Letztere werden von SCHÖNER als klastisch gedeutet. Pyrit, Glaukonit, Muskovit und einige Schwermineralien sind nach SCHÖNER in den säureunlöslichen Rückständen der Proben nur untergeordnet vertreten. Sehr gering ist der Anteil von authigenen Bildungen wie Quarz, Albit, Turmalin und Zeolithen.

Lithostratigraphische Korrelation:

Abgesehen von dem Glaukonit-Horizont in Misburg und Woltorf sowie der Faziesgrenze in Höver zeigen die Unter-Campan-Sedimente generell gesehen eine ziemlich eintönige fazielle Ausbildung. Eine lithostratigraphische Korrelation der Misburger Profile wurde deshalb erst kürzlich von KHOSROVSCHAHIAN (1972) versucht. Durch minutiöse Profilaufnahmen gelang es ihm, die beiden ca. 1,5 km voneinander entfernten Gruben GERMANIA IV und TEUTONIA auf lithostratigraphischer Basis zu parallelisieren. In Erweiterung dazu konnten in der vorliegenden Arbeit die Unter-Campan-Profile der 2 - 3,5 km auseinanderliegenden Profile Höver und Misburg lithostratigraphisch korreliert werden (siehe Abb. 5).

Eine Korrelation des Profils Woltorf mit den Gruben Höver und Misburg war auf lithostratigraphischer Grundlage nur unter Vor-

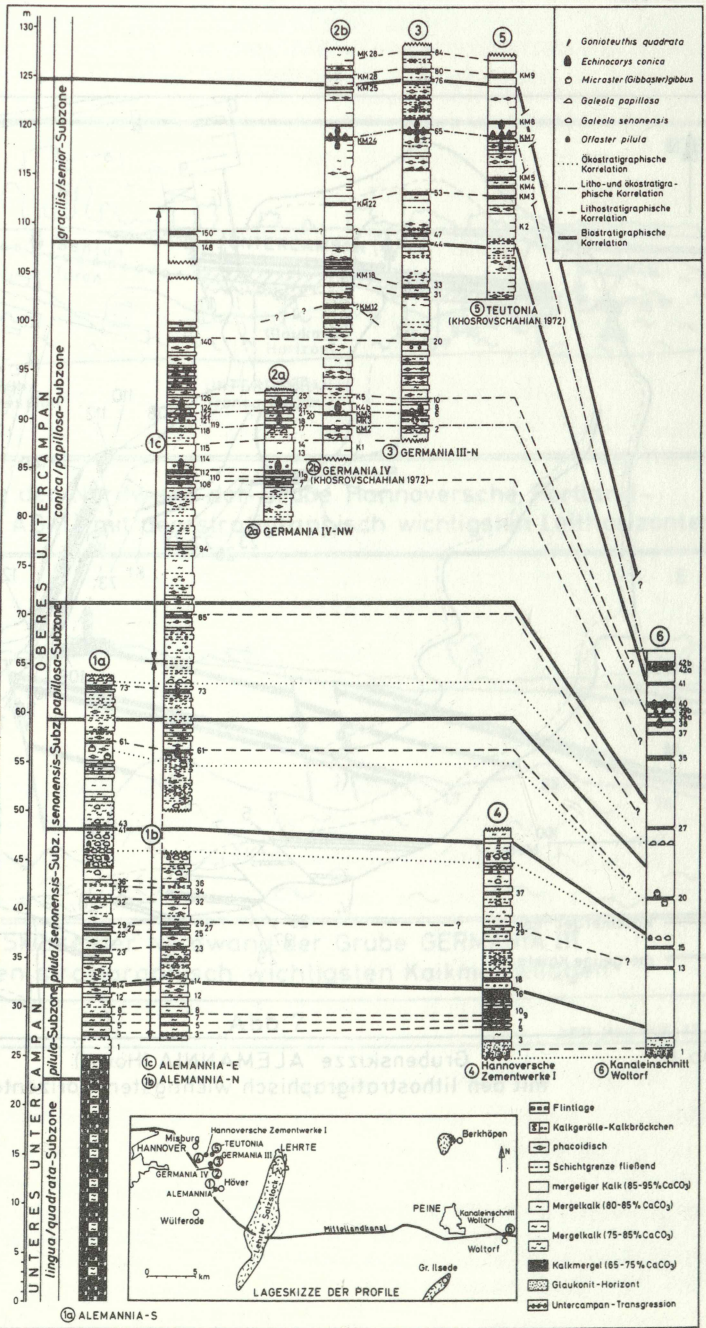
behalt durchzuführen (Abb. 5). Wegen der Kondensation des Profils führte erst die Anwendung bio- und ökostratigraphischer Methoden zum Erfolg.

Als wichtigste lithostratigraphische Leithorizonte bewährten sich die Kalkmergellagen, die als geringmächtige dunkelgraue Schichten die Mergelkalk/Kalk-Folge unterbrechen. Der größte Teil dieser Lagen läßt sich - bei geeigneten Aufschlußverhältnissen - innerhalb der Grubendimensionen verfolgen, und einige deutlicher entwickelte Lagen lassen eine Überbrückung der Grubenprofile von Höver und Misburg zu. Neben den Kalkmergellagen sind auch einige prägnante Mergelkalk- und Kalkbänke für die lithostratigraphische Parallelisierung geeignet (Abb. 5). Zu beachten ist, daß sich die Kalkmergellagen in den tieferen Profilteilen (pilula- bis papillosa-Subzone) weniger deutlich abheben als in der conica/papillosa-Subzone, da die Unterschiede in den $CaCO_3$-Gehalten zum umgebenden Gestein geringer sind.

Da die Kalkmergellagen außer ihrer dunkleren Färbung keine spezifischen Besonderheiten aufweisen, müssen die Abstände zwischen den Einzellagen als beste Hilfsmittel für die Identifikation ihrer Schichtnummern dienen. Sehr gleichbleibend sind z.B. die Abstände in der sog. Dreierlage der mittleren conica/papillosa-Subzone (Höver: H 108/ H 110/ H 112; GERMANIA IV: G 7/ G 9/ G 11). Sehr brauchbar für die Lithostratigraphie ist auch die dicht über der Dreierlage folgende sog. Zweierlage (Höver: H 118/ H 122; GERMANIA IV: G 17/ G 21; GERMANIA III: g2/g6).

Bei der praktischen Anwendung des lithostratigraphischen Schemas zeigt sich, daß eine Identifikation der Leitbänke an frischen Baggerstößen kaum durchzuführen ist; erst bei angewitterten Grubenstößen wird die natürliche Gliederung der Sedimente sichtbar. Bei feuchter Witterung tritt die Bankung meist deutlicher hervor, da durch den aufquellenden Tongehalt in den Bänken die Farbunterschiede verstärkt werden. Deshalb ist es ratsam, die lithostratigraphische Aufnahme der Profile bei feuchtem Wetter vorzunehmen.

Abb. 5



LITHO-, ÖKO- UND BIOSTRATIGRAPHISCHE KORRELATION IM UNTERCAMPAN VON SE-NIEDERSACHSEN

ABU-MAARUF 1973

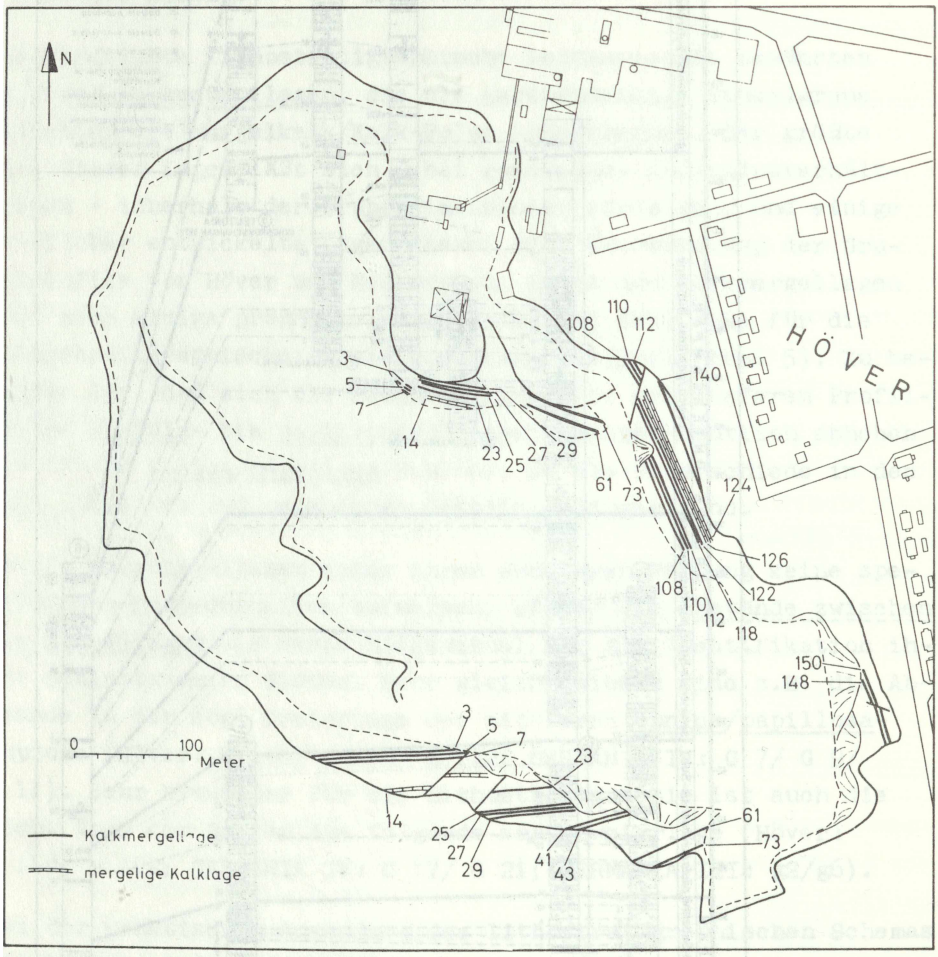
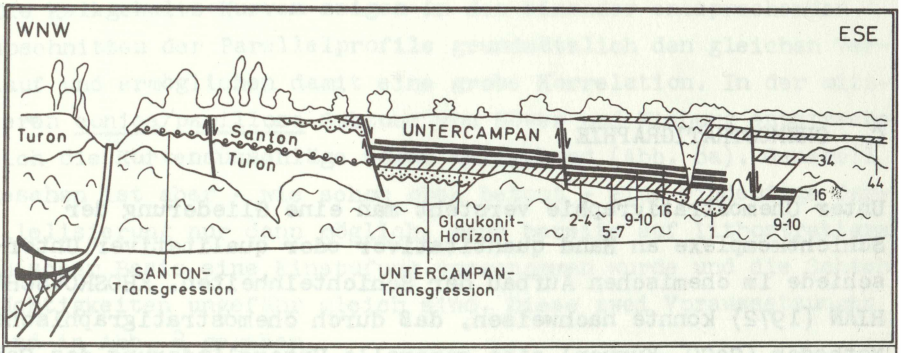
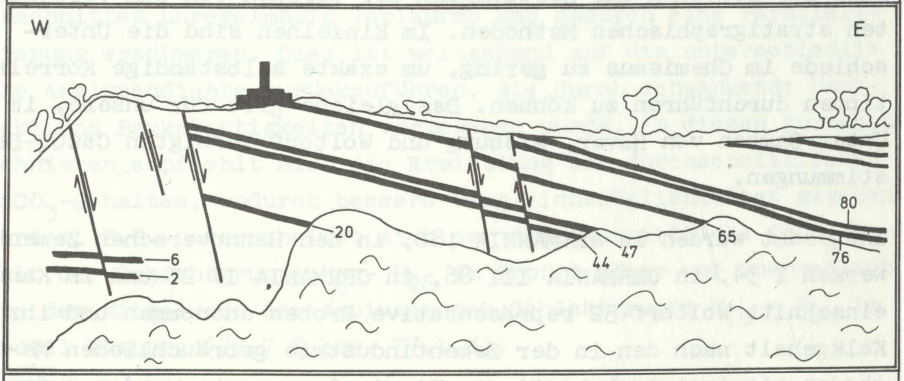


Abb. 6. Grubenskizze ALEMANNIA (Höver)
mit den lithostratigraphisch wichtigsten Horizonten ABU-MAARUF 73



A) Skizze der Nordwand der Grube Hannoversche Portland-Cementfabrik AG (I) mit den stratigraphisch wichtigsten Leithorizonten



B) Skizze der Nordwand der Grube GERMANIA III mit den stratigraphisch wichtigsten Kalkmergellagen

Abb. 7.

Die Abb. 6 - 7 zeigen Gruben- bzw. Wandskizzen der Aufschlüsse ALEMANNIA, Hannoversche Zementwerke I und GERMANIA III, in die die lithostratigraphisch wichtigsten Leithorizonte eingetragen wurden. In den Abb. 2 - 4 wurden die prägnantesten Leitbänke und Leitlagen durch Unterstreichen kenntlich gemacht.

C. CHEMOSTRATIGRAPHIE

Unter Chemostratigraphie versteht man eine Gliederung der Schichtkomplexe an Hand quantitativer oder qualitativer Unterschiede im chemischen Aufbau der Schichteinheiten. KHOSROVSCHAHIAN (1972) konnte nachweisen, daß durch chemostratigraphische Methoden ($CaCO_3$-Kurven) eine generelle Untergliederung des Campan von Misburg möglich ist; doch dienten seine Analysen-Reihen eher zur Stützung und Bestätigung der übrigen von ihm verwendeten stratigraphischen Methoden. Im Einzelnen sind die Unterschiede im Chemismus zu gering, um exakte selbständige Korrelationen durchführen zu können. Das gleiche gilt für unsere, im Unter-Campan von Höver, Misburg und Woltorf erfolgten $CaCO_3$-Bestimmungen.

Insgesamt wurden in ALEMANNIA 180, in den Hannoverschen Zementwerken I 34, in GERMANIA III 86, in GERMANIA IV 27 und im Kanaleinschnitt Woltorf 52 repräsentative Proben entnommen und ihr Kalkgehalt nach den in der Zementindustrie gebräuchlichen Methoden titrimetrisch bestimmt. Die Analysenwerte wurden zusammen mit der lithostratigraphischen Gliederung der Profile in Abb. 2 - 4 graphisch dargestellt. Die gestrichelten Abschnitte in den Karbonatkurven wurden nach Schätzwerten konstruiert, die im Gelände an Hand der petrographischen Ausbildung der Schichten gewonnen wurden. Quantitative Analysen liegen aus diesen Abschnitten nicht vor.

Im Kanaleinschnitt Woltorf konnten die $CaCO_3$-Analysen nicht für eine petrographische Definition der Bänke herangezogen werden, weil der Kalkgehalt in diesem Profil durch Auslaugungseinwirkungen des Kanalwassers verringert wurde.

Die chemostratigraphische Korrelation mittels der $CaCO_3$-Gehalte wurde in Abb. 8 dargestellt, drei Profile aus dem tieferen und zwei aus dem höheren Unter-Campan werden miteinander verglichen Die Kalkgehalts-Kurven zeigen in den einander entsprechenden Abschnitten der Parallelprofile grundsätzlich den gleichen Verlauf und ermöglichen damit eine grobe Korrelation. In der mittleren conica/papillosa-Subzone von Höver und Misburg entsprechen sich die Kurvenausschläge sogar weitgehend (Abb. 8a). Generell gesehen ist aber - wie schon oben betont - eine eindeutige Parallelisierung nur dann möglich, wenn bereits auf lithostratigraphischer Basis eine Einstufung vorgenommen wurde und die Schichtmächtigkeiten ungefähr gleich sind. Diese zwei Voraussetzungen sind in Abb. 8 gegeben.

Der Kurvenvergleich zeigt weiterhin, daß die Kurven in einigen Abschnitten unregelmäßig verlaufen und dadurch eine Parallelisierung erschweren. Dies ist weitgehend auf die unterschiedliche Analysendichte zurückzuführen, die durch schwankende Bankzahl und Bankmächtigkeiten vorgegeben wurde. In diesen Kurvenabschnitten empfiehlt sich die Ermittlung des durchschnittlichen $CaCO_3$-Gehaltes, wodurch bessere Vergleichsmöglichkeiten gegeben werden. Z.B. unterscheidet sich der durchschnittliche $CaCO_3$-Gehalt der Schichtgruppe H_8 - H_{26} im Profil Höver nur unerheblich von dem Mittelwert der äquivalenten Schichtgruppe M_{10} - M_{28} im Profil Misburg (77,7 % bzw. 77,1 %).

In Abb. 9 wurde der durchschnittliche $CaCO_3$-Gehalt der einzelnen Biozonen miteinander verglichen. Generell gesehen ist eine Zunahme des $CaCO_3$-Gehaltes von älteren zu jüngeren Zonen festzustellen. Eine Ausnahme bildet nur die pilula/senonensis-Subzone von Höver. Die Analysenserie Woltorf bestätigte - trotz der $CaCO_3$-Auslaugung in diesem Profil - diesen Trend. In der Horizontalen ändert sich der durchschnittliche $CaCO_3$-Gehalt in den tieferen Teilen der Profile (pilula/senonensis-Subzone) von Höver und Misburg zunächst nur unbedeutend; in höheren Profilteilen (conica/papillosa-Subzone) ist eine Zunahme des mittleren Kalkgehalts von Süden nach Norden festzustellen (Abb. 9). Ob diese Verhältnisse auch noch für die gracilis/senior-Subzone gelten, ist un-

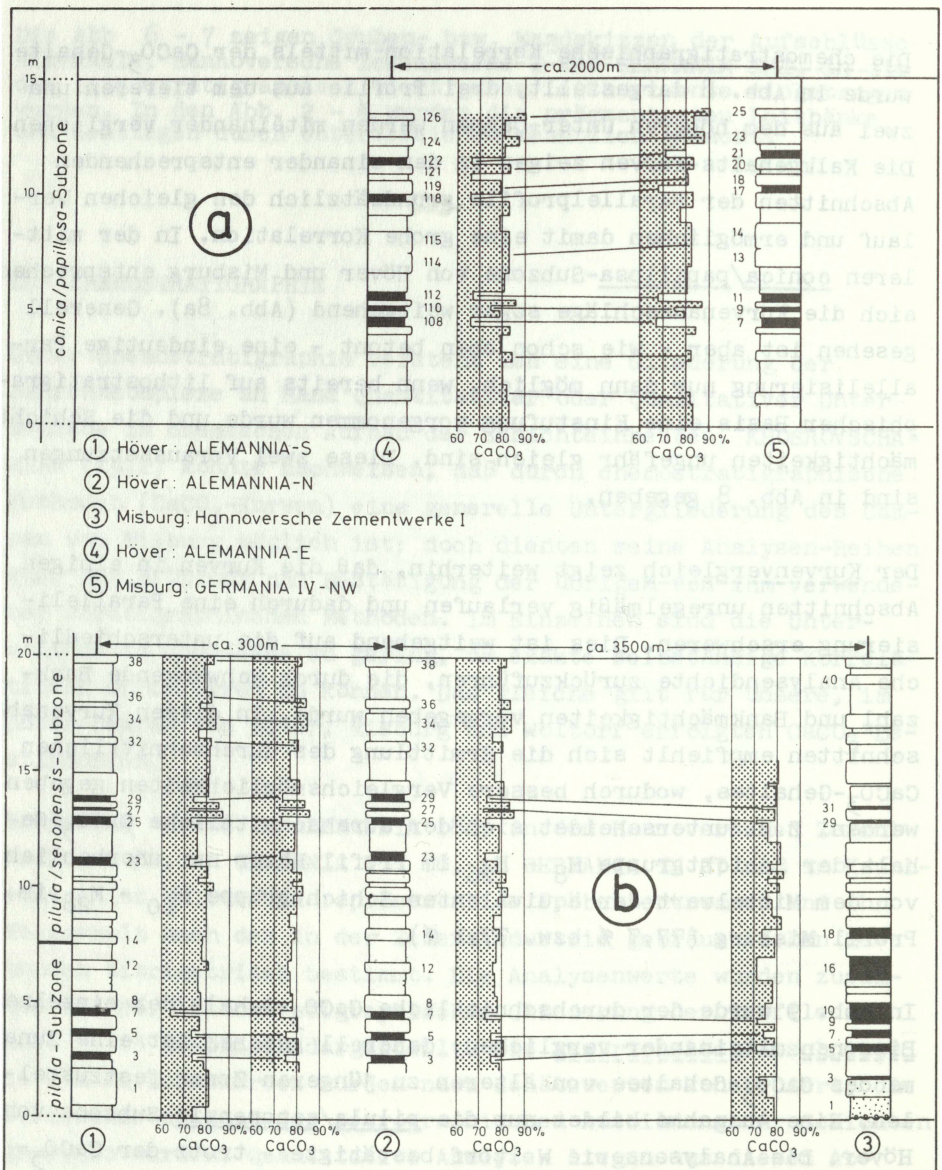


Abb. 8. Chemostratigraphische Korrelation im Untercampan von Höver und Misburg bei Hannover ABU-MAARUF 73

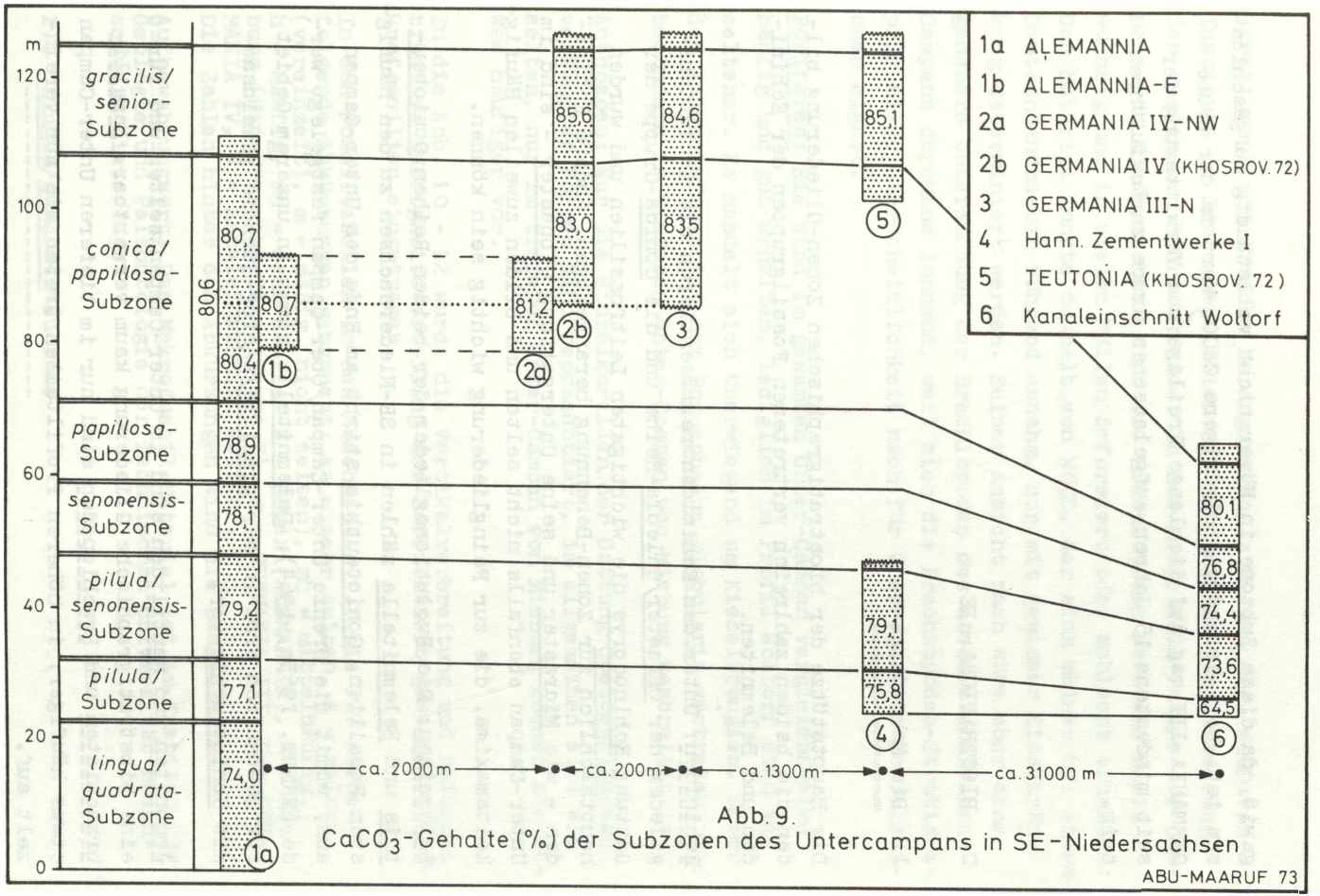


Abb. 9.
$CaCO_3$-Gehalte (%) der Subzonen des Untercampans in SE-Niedersachsen

gewiß, da diese Subzone in Höver nicht vollständig aufgeschlossen ist. Der geringfügig niedrigere $CaCO_3$-Wert in der Grube GERMANIA III mag auf die lange Freilage und Verwitterung der seit mindestens 15 Jahren aufgelassenen Grube zurückzuführen sein.

D. BIOSTRATIGRAPHIE

1. Die Makrofauna

Die Hauptstütze der biostratigraphischen Zonen-Gliederung bilden die beiden zahlreich vertretenen Fossilgruppen der Echiniden und Belemniten.

Echiniden: Unter den Echiniden repräsentieren die Evolutionsglieder der Offaster/Galeola-Reihe und die conica-Gruppe der Gattung Echinocorys die wichtigsten Leitfossilien und wurden hauptsächlich zur Zonen-Benennung herangezogen. Andere Echiniden - wie Micraster und seine Untergattung Gibbaster - sind im Unter-Campan ebenfalls nicht selten und bilden zuweilen Häufigkeitsmaxima, die zur Feingliederung wichtig sein können.

Belemniten: Die Evolutionsglieder der beiden Reihen Gonioteuthis und Belemnitella zählen in SE-Niedersachsen zu den häufigsten Fossilien. Gonioteuthis stirbt am Ende des Unter-Campan aus, womit die Grenze Unter-Campan/Ober-Campan festgelegt wurde (ERNST, 1963a, 1964); Belemnitella kommt in unserem Gebiet für gewöhnlich erst in der gracilis/senior-Subzone gemeinsam mit Gonioteuthis vor.

Ammoniten und Nautiliden sind im Unter-Campan selten und für eine biostratigraphische Gliederung kaum verwertbar. Lamellibranchiaten und Brachiopoden sind nur im tieferen Unter-Campan etwas häufiger, in höheren Profilteilen treten sie nur vereinzelt auf.

Brachiopoden: Sie wurden erst in neuerer Zeit verstärkt für

stratigraphische Zwecke herangezogen; z.B. von C.J. WOOD vom Institute of Geological Sciences, London, für die Gliederung der englischen Schreibkreide. In der Mergelkalk-Fazies des Campans von Niedersachsen sind die Brachiopoden meistens kleinwüchsig und in vielen Fällen deformiert oder schlecht erhalten. Das Material konnte deshalb von WOOD, der sich meiner bei einem Deutschlandbesuch rührend annahm, nur mit gewisser Einschränkung determiniert werden. Seiner Ansicht nach wäre aber eine genauere Untersuchung der Brachiopoden des niedersächsischen Campans durchaus lohnend, weil sich die Brachiopoden-Stratigraphie aller Wahrscheinlichkeit nach für überregionale Korrelationen eignet.

Poriferen: Sie sind im gesamten Unter-Campan vergleichsweise häufig und gut erhalten, lediglich im Profil Woltorf sind sie seltener. Es handelt sich überwiegend um Kieselspongien. Unter den Kalkschwämmen ist nur Porosphaera globularis vertreten, die besonders im tieferen Unter-Campan von Misburg verbreitet ist.

Anthozoen: Nur die Einzelkorallen der Gattung Coelosmilia und verwandter Formen sind repräsentiert, im allgemeinen sind sie selten, nur im tieferen Unter-Campan von Misburg kommen sie etwas häufiger vor.

In die Abb. 10 - 12 wurde die Vertikalverbreitung und halbquantitative Häufigkeitsverteilung der horizontiert gesammelten Makrofossilien eingetragen.

In den Fossiltabellen in den Abschnitten 1.1 bis 1.7 wurden folgende Abkürzungen gebraucht: ss = sehr selten, s = selten (vereinzelt), m = mäßig (nicht selten), mh = mittelhäufig, h = häufig, sh = sehr häufig. H = Höver (ALEMANNIA), M = Misburg (Hannoversche Zementwerke I), g = GERMANIA III, G = GERMANIA IV, W = Kanaleinschnitt Woltorf.
Die Zahlen hinter den Abkürzungen sind die Banknummern.

Aufbewahrungsort: Das Makrofossil-Material ist im Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Braunschweig hinterlegt.

1.1 Lingua/quadrata-Subzone

Diese Subzone ist nur in der Grube ALEMANNIA (Höver) aufgeschlossen. Ihre Hangendgrenze gegen die pilula-Subzone ist

durch das Erstauftreten von Offaster pilula (LAMARCK) festgelegt (ERNST, 1963b) und liegt 2,5 m unter der Faziesgrenze. Zur Zeit ist eine 22,5 m mächtige Schichtserie unter der pilula-Subzone aufgeschlossen. Die Liegendgrenze dieser Subzone gegen die granulataquadrata-Zone ist nach ERNST (1963a) nur schwer faßbar und die Zonen-Mächtigkeit bleibt deshalb solange ungewiß, wie keine ausreichend großen Gonioteuthis-"Populationen" untersucht werden.

Die lingua/quadrata-Subzone ist neben ihrer besonderen lithologischen Ausbildung (siehe Abschnitt B) auch durch das gemeinsame Vorkommen ihrer Leitfossilien Inoceramus gr. lingua/patootensis und relativ schlanke Gonioteuthis quadrata (BLAINVILLE) charakterisiert. An Echiniden wurde nur ein deformiertes Exemplar von Echinocorys gr. marginata (GOLDFUSS) etwa 15,5 m unter der Hangendgrenze gefunden.

Dieser Fund beweist, daß irreguläre Echiniden in den Kalkmergeln der lingua/quadrata-Subzone nicht gänzlich fehlen. Jedoch ist die Echiniden-Fauna ebenso wie in der Schreibkreide-Fazies der lingua/quadrata-Subzone von Lägerdorf und Lüneburg (ERNST, 1963a) ziemlich verarmt. Diese in unterschiedlichen Faziesbereichen gewonnenen Befunde stützen die Ansicht von ERNST (1970), daß die Verarmung der Seeigel-Fauna nicht auf ungünstige Lokalfaktoren zurückgeht, sondern in regional gültigen ökologischen Biotopveränderungen ihre Ursachen hat.

Sonstige Makrofossilien

Brachiopoden: Kingena (s); Orbirhynchia bella PETTETT (s); Terebratuliden (m).

Poriferen (mh).

1.2 Pilula-Subzone

Diese Subzone ist in der Grube ALEMANNIA vollständig und in den Aufschlüssen Hannoversche Zementwerke I und II sowie Woltorf in ihren höheren Teilen aufgeschlossen. Ihre Liegendgrenze wurde bereits diskutiert. Ihre Hangendgrenze ist durch das Erstauf-

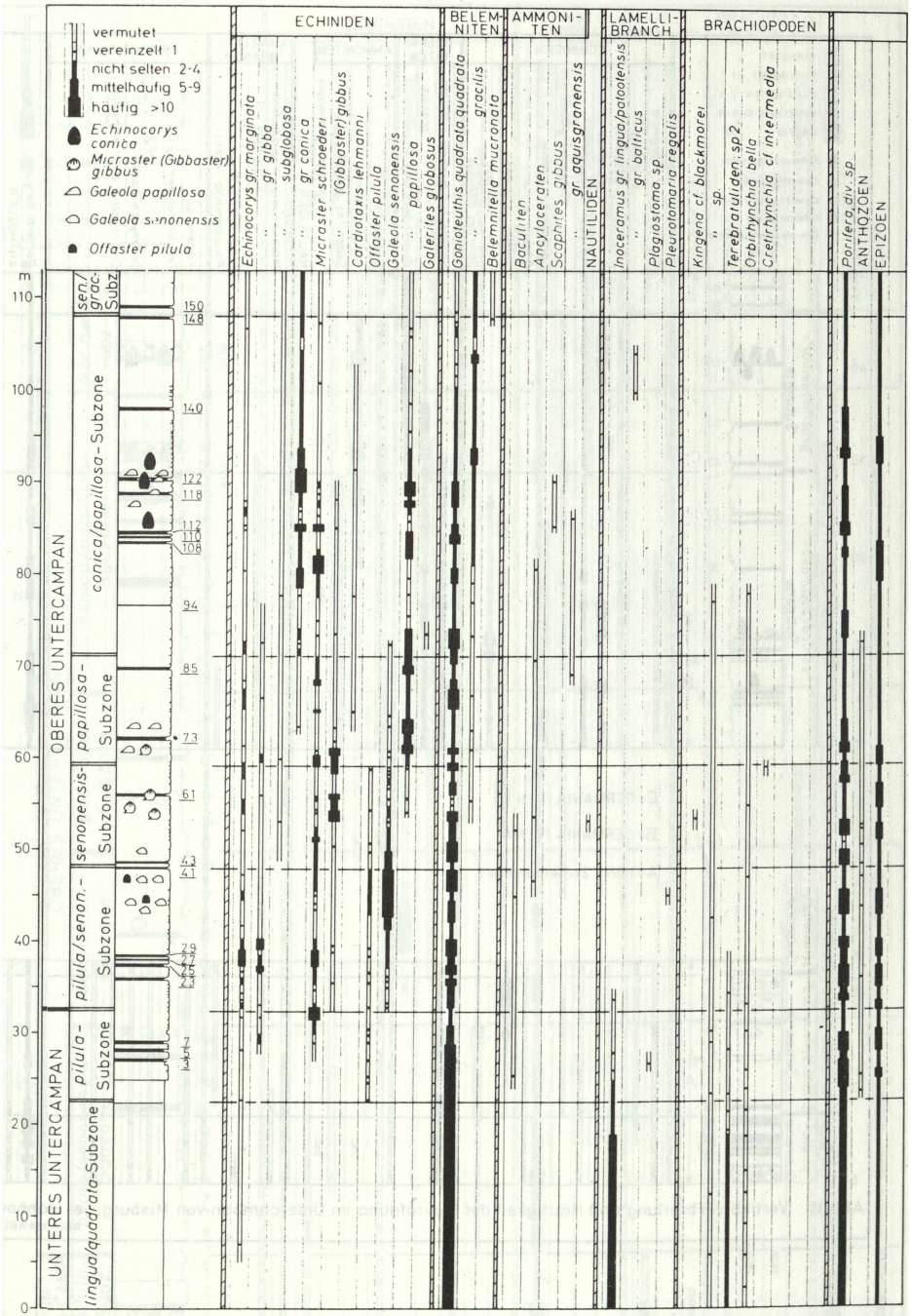


Abb.10. Vertikalverbreitung und Häufigkeit der Makrofauna im Untercampan von Höver bei Hannover (Grube ALEMANNIA)

ABU-MAARUF 1973

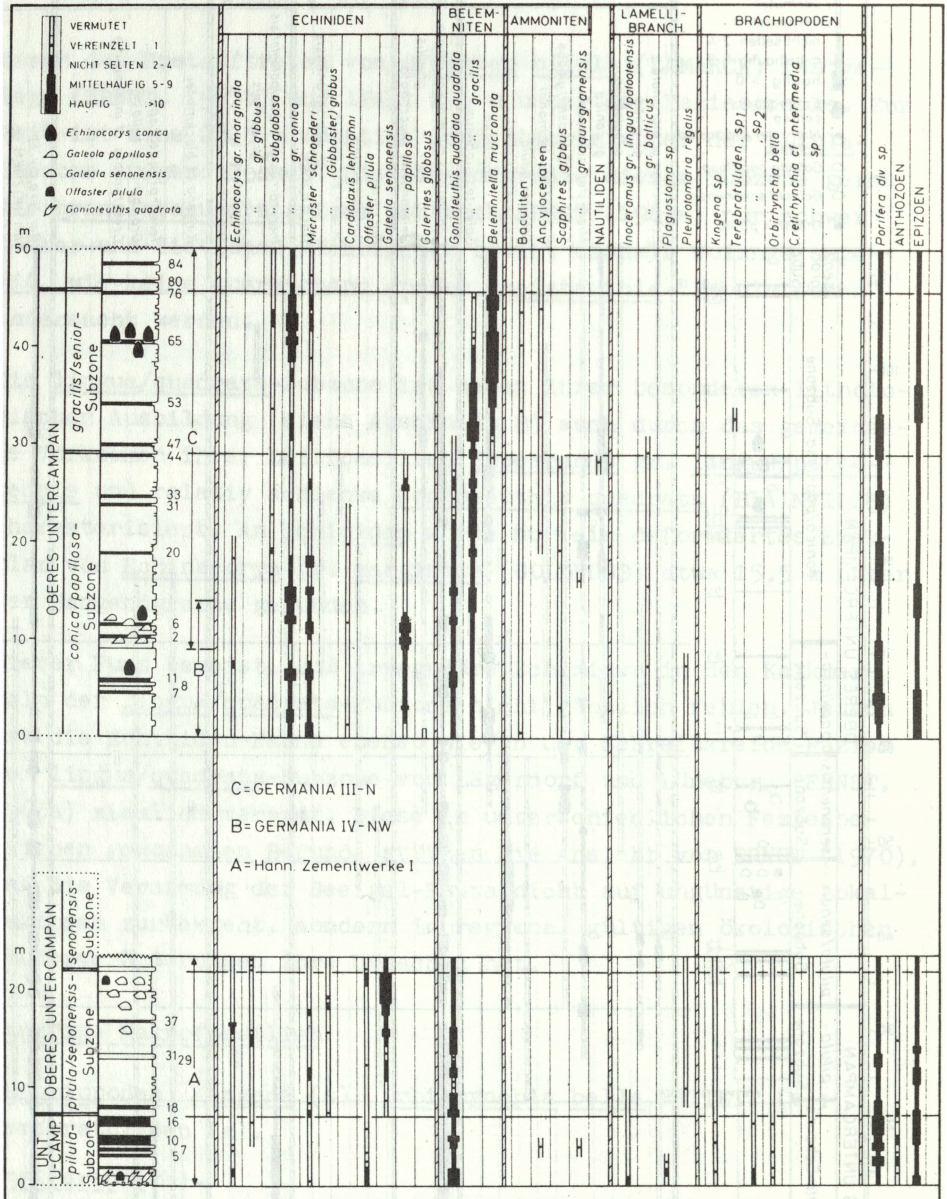


Abb.11. Vertikalverbreitung und Häufigkeit der Makrofauna im Untercampan von Misburg bei Hannover

ABU-MAARUF 73

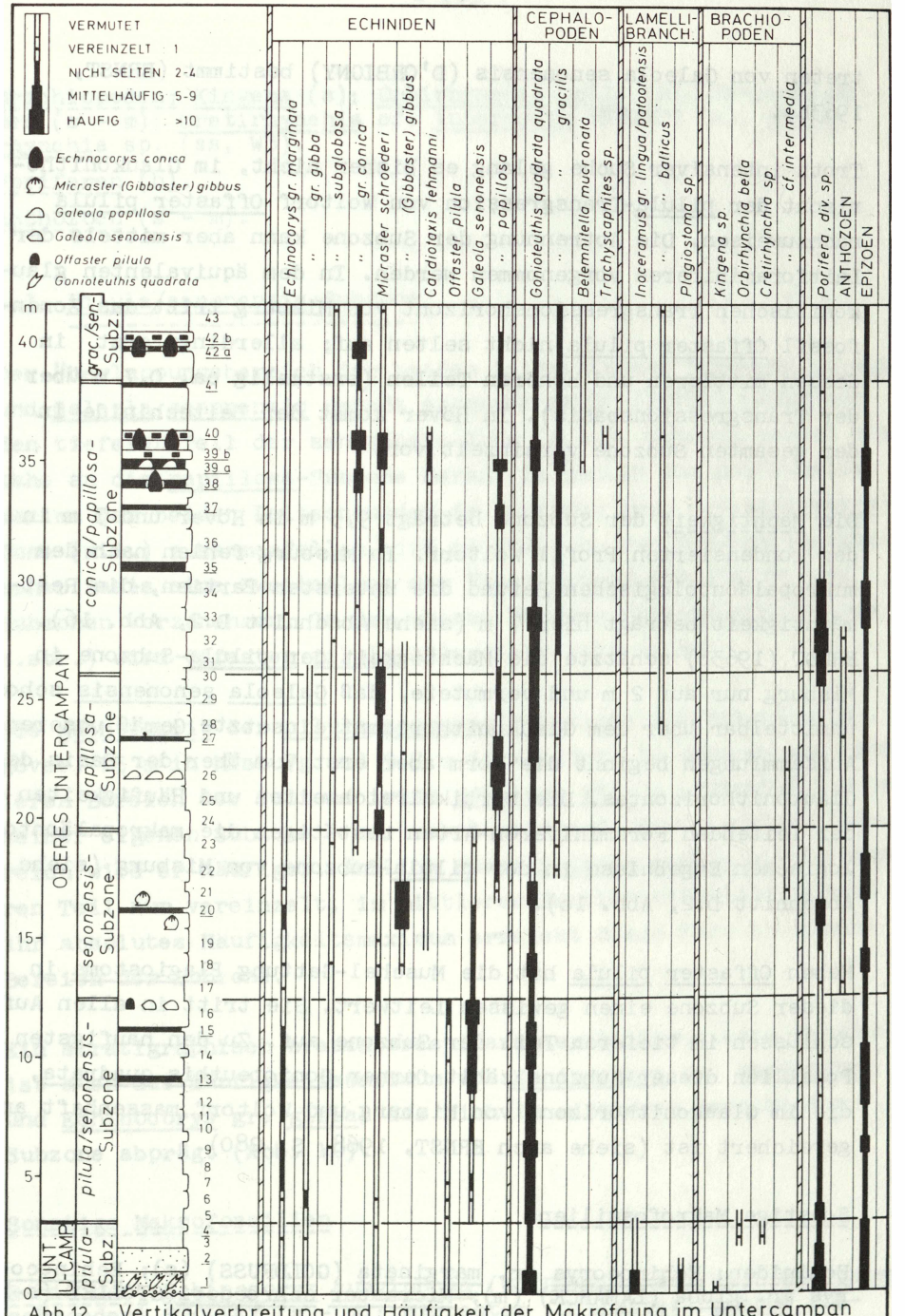


Abb. 12. Vertikalverbreitung und Häufigkeit der Makrofauna im Untercampan von Woltorf bei Peine (Kanaleinschnitt) ABU-MAARUF 73

treten von Galeola senonensis (D'ORBIGNY) bestimmt (ERNST, 1963b).

Trotz intensiver Suche gelang es bisher nicht, im Glaukonithorizont der pilula-Transgression von Woltorf Offaster pilula nachzuweisen. Die Abtrennung der Subzone kann aber mittels der Leitforaminiferen vorgenommen werden. In dem äquivalenten glaukonitischen Transgressionshorizont von Misburg tritt das Zonenfossil Offaster pilula nicht selten auf; allerdings erst in dessen mittleren und höheren Teilen (erstmalig ca. 0,7 m über der Transgressionsbasis). In Höver kommt der Leitechinide in der gesamten Subzone vereinzelt vor.

Die Mächtigkeit der Subzone beträgt 9,5 m in Höver und 3 m in dem kondensierten Profil Woltorf. In Misburg fehlen nach dem mikropaläontologischen Befund die untersten Partien, die Restmächtigkeit beträgt hier 7 m (siehe Abschnitt D.2, Abb. 16). ERNST (1963b) schätzte die Mächtigkeit der pilula-Subzone in Misburg nur auf 2 m und vermutete, daß Galeola senonensis schon unmittelbar über dem Glaukonithorizont einsetzte. Gemäß unseren Aufsammlungen beginnt die Form aber erst 7 m über der Basis des Glaukonithorizontes. Die Vertikalreichweiten und Häufigkeiten der leitenden Foraminiferen-Arten bestätigen die makropaläontologischen Ergebnisse in der pilula-Subzone von Misburg (siehe Abschnitt D.2, Abb. 16).

Neben Offaster pilula hat die Muschel-Gattung Plagiostoma in dieser Subzone einen gewissen Leitwert. Sie tritt in allen Aufschlüssen im tieferen Teil der Subzone auf. Zu den häufigsten Fossilien dieser Subzone zählt ferner Gonioteuthis quadrata, die im Glaukonithorizont von Misburg und Woltorf massenhaft angereichert ist (siehe auch ERNST, 1968, S. 280).

Sonstige Makrofossilien

Echiniden: Echinocorys gr. marginata (GOLDFUSS) (s); Echinocorys gr. gibba (LAMARCK) (m); Micraster schroederi STOLLEY (s-h).
Ammoniten: Baculiten (s); Ancyloceraten (ss, M8)
Lamellibranchiaten: Inoceramus gr. lingua/patootensis (s - m).

Brachiopoden: Kingena (s); Orbirhynchia bella (s); Terebratuliden (s - m); Cretirhynchia cf. intermedia PETTETT (s); Cretirhynchia sp. (ss, W3).

Poriferen (h).

Anthozoen (s - m).

1.3 Pilula/senonensis-Subzone

Der Überlappungsbereich der beiden Leitechiniden Offaster pilula und Galeola senonensis umfaßt entgegen ERNST (1963b) nicht nur den tieferen Teil der senonensis-Zone (s.l.), sondern reicht bis nahe an die papillosa-Subzone heran. Da jedoch die Häufigkeitsmaxima der beiden Leitechiniden im tieferen Teil der senonensis-Zone (s.l.) zusammenfallen, ist es möglich, auf ökostratigraphischer Basis eine Zweiteilung des Überlappungsbereichs in zwei Subzonen vorzunehmen. In der oberen Subzone (senonensis-Subzone s.str.) wird Offaster pilula allerdings sehr selten.

Die Mächtigkeit der pilula/senonensis-Subzone beträgt 16 m in Höver, 15 m in Misburg und 9,5 m in Woltorf. Im unteren und mittleren Bereich der Subzone tritt Offaster pilula - ähnlich wie in seiner eigenen Subzone - nur vereinzelt auf. Erst im oberen Bereich wird er häufiger. Ähnlich kommt Galeola senonensis im unteren Teil nur vereinzelt, im mittleren Bereich mittelhäufig vor; ihr absolutes Häufigkeitsmaximum erreicht diese Form im oberen Bereich der Subzone.

Ein stratigraphisch brauchbares Charakteristikum dieser Subzone ist auch das Häufigkeitsmaximum von Echinocorys gr. marginata und Echinocorys gr. gibba, das sich im mittleren Bereich der Subzone abprägt (Abb. 10).

Sonstige Makrofossilien

Echiniden: Echinocorys subglobosa (GOLDFUSS) (ss, W9); Micraster schroederi STOLLEY (s - m); Micraster (Gibbaster) gibbus (LAMARCK) (s).

Belemniten: Gonioteuthis quadrata quadrata (mh - h)

Ammoniten: Baculiten (ss, H39); Ancyloceraten (ss, H40)

Lamellibranchiaten: Inoceramus gr. lingua/patootensis (ss, H16)
Gastropoden: Pleurotomaria regalis ROEMER (ss, H39 und M23)
Brachiopoden: Kingena (ss, H36); Orbirhynchia bella (s); Terebratuliden (ss, H18); Cretirhynchia cf. intermedia PETTETT (s)
Poriferen (mh - h in H. und M.; m in W)
Anthozoen (s)

1.4 Senonensis-Subzone

Die untere Grenze dieser Subzone wurde, wie schon erwähnt, durch die Häufigkeitsmaxima von O. pilula und G. senonensis festgelegt. Da zwischen Galeola senonensis (D'ORBIGNY) und G. papillosa KLEIN ein allmählicher Formwandel vonstattengeht (ERNST, 1971), wurde die Hangendgrenze der senonensis-Subzone dort gezogen, wo die typischen papillosa-Formen in den "Populationen" überwiegen. Ca. 1 m über dieser Grenze wird G. papillosa außerordentlich häufig. Offaster pilula kommt in der senonensis-Subzone nur ganz vereinzelt vor. Im mittleren Bereich der Subzone bildet Micraster (Gibbaster) gibbus (LAMARCK) ein deutliches Häufigkeitsmaximum (Höver, Woltorf) und läßt sich in diesem Horizont feinstratigraphisch verwerten (Abb. 10 u. 12). In Höver beträgt die Mächtigkeit der Subzone 11 m und in dem kondensierten Profil Woltorf 7 m.

Sonstige Makrofossilien

Echiniden: Echinocorys gr. marginata (s - m): Echinocorys gr. gibba (ss, H59); Echinocorys subglobosa (s); Micraster schroederi (s - m).
Belemniten: Gonioteuthis quadrata quadrata (mh - h); Gonioteuthis quadrata gracilis (STOLLEY) (s)
Ammoniten: Baculiten (ss, H48): Ancyloceraten (ss, H53)
Nautiliden: (ss, H52)
Brachiopoden: Kingena cf. blackmorei OWEN (s); Orbirhynchia bella (ss, H40); Cretirhynchia cf. intermedia (ss, H67 u. W21)
Poriferen (h in H. u. M., mh in W).
Anthozoen (s).

1.5 Papillosa-Subzone

Diese Subzone ist nur in den Aufschlüssen ALEMANNIA (Höver) und Woltorf zugänglich. Die Liegendgrenze wurde bereits besprochen; die Hangendgrenze ist durch das erste häufigere Auftreten von Echinocorys gr. conica (AGASSIZ) charakterisiert. Vereinzelt auftretende Vorläufer von E. gr. conica wurden bei der Grenzziehung nicht berücksichtigt.

KHOSROVSCHAHIAN (1972, S. 28, Abb. 8) zog bei seiner Untersuchung der Grube GERMANIA IV die Hangendgrenze der papillosa-Subzone etwa 19 m höher, da er die papillosa-reichen Lagen in der conica/papillosa-Subzone als Grundlage für seine Grenzziehung verwendete; jedoch wurden bei einer Neuaufnahme der tiefsten Profilteile in GERMANIA IV-NW in etwas tieferem Niveau - schon unterhalb der papillosa-reichen Lagen - ca. 10 typische Exemplare der conica-Gruppe geborgen. Somit ist auch KHOSROVSCHAHIANs (1972) Mächtigkeitsangabe über die conica/papillosa-Subzone zu revidieren.

Die Vertikalverbreitung von G. papillosa ist - im Vergleich zu den phylogenetischen Vorläufern - relativ groß und reicht von der oberen senonensis- bis in die gracilis/senior-Subzone. Dieser Kleinechinide bildet in den von uns bearbeiteten Profilen zwei Häufigkeitsmaxima. Das erste liegt in der tieferen papillosa-Subzone, das zweite in der mittleren conica/papillosa-Subzone. Das zweite Häufigkeitsmaximum ist gleichzeitig durch seinen Reichtum an Echinocorys gr. conica gekennzeichnet (Abb. 5).

Die Mächtigkeit der papillosa-Subzone beträgt 12 m in Höver und 6,5 m in Woltorf.

Sonstige Makrofossilien

Echiniden: Echinocorys gr. marginata - gibba (s - m); Echinocorys subglobosa (ss, H69); Micraster schroederi (m - mh); Micraster (Gibbaster) gibbus (mh - h); Cardiotaxis lehmanni (STOLLEY) (ss, H78).

Belemniten: Gonioteuthis quadrata quadrata (mh - h); Gonioteuthis quadrata gracilis (s).

Ammoniten: Scaphites gr. aquisgranensis (Abdruck) (ss, H84); Ancyloceraten (ss, H87).

Poriferen (m - mh in H u. M, s - m in W).

Anthozoen (ss, W27).

1.6 Conica/papillosa-Subzone

Die Liegendgrenze wurde bereits diskutiert. Die Hangendgrenze wurde mit dem Erstauftreten von Belemnitella mucronata (SCHLOTTHEIM) bestimmt. Die Subzone ist zur Zeit nur in den Aufschlüssen ALEMANNIA (Höver) und Woltorf vollständig aufgeschlossen. In GERMANIA IV sind ihre tiefsten Abschnitte überdeckt, während in den Gruben GERMANIA III und TEUTONIA nur die höheren Teile zugänglich sind (Abb. 5). Die beiden Zonen-Echiniden haben ihre maximale Häufigkeit im mittleren Teil der Subzone; sonst sind sie seltener oder treten nur vereinzelt auf.

Die Mächtigkeit der Subzone beträgt 37 m in Höver und 12,5 m in Woltorf.

Sonstige Makrofossilien

Echiniden: Echinocorys gr. gibba (ss, H90); Echinocorys gr. marginata (s); Echinocorys subglobosa (s - m); Micraster (Gibbaster) gibbus (s); Micraster schroederi (m - mh); Cardiotaxis lehmanni (s in H u. M, m in W); Galerites globosus ROEMER (non/DE FRANCE) (ss, H90).

Belemniten: Gonioteuthis quadrata quadrata (s - mh); Gonioteuthis quadrata gracilis (m - mh).

Ammoniten: Baculiten (ss, G1); Ancyloceraten (s); Scaphites gibbus (s); Scaphites gr. aquisgranensis (s), Scaphites sp. (ss, W40).

Nautiliden (ss, g51).

Lamellibranchiaten: Inoceramus gr. balticus (s).

Gastropoden: Pleurotomaria regalis (ss, G13).

Brachiopoden: Kingena (ss, H105).

Poriferen (mh - h in H u. M, s - mh in W).

Anthozoen (s).

1.7 Gracilis/senior-Subzone

Diese Subzone ist in den Gruben GERMANIA III, GERMANIA IV und TEUTONIA bei Misburg vollständig aufgeschlossen. In Höver und Woltorf sind nur ihre untersten Partien zugänglich. Die Liegendgrenze wurde durch das Erstauftreten von Belemnitella mucronata,

die Hangendgrenze mit dem Aussterben von Gonioteuthis quadrata gezogen. Der Überlappungsbereich der beiden Leitbelemniten beträgt 16,5 m (vgl. SCHMID 1953, ERNST 1963b). Belemnitella mucronata bildet ein Häufigkeitsmaximum in höheren Teilen der Subzone. Die Häufigkeit von Gonioteuthis quadrata nimmt von unten nach oben ab. Ein Charakteristikum für den oberen Bereich der Subzone ist ein zweites Häufigkeitsmaximum von Echinocorys gr. conica.

Sonstige Makrofossilien

Echiniden: Echinocorys subglobosa (s); Micraster schroederi (m).
Ammoniten: Baculiten (s); Ancyloceraten (s).
Lamellibranchiaten: Inoceramus gr. balticus (s).
Brachiopoden: Terebratuliden (ss, g51).
Poriferen (m - mh in H u. g, s in W).

2. Die Foraminiferen-Fauna

In der Mikrofauna des Unter-Campan bilden die Foraminiferen die weitaus häufigste und artenreichste Fossilgruppe. Aus nahezu allen Bänken der lithostratigraphischen Profile wurden Proben von 1 - 2 kg entnommen. Für die Ausschlämmung der Proben wurde das normale 0,1mm-Sieb verwendet.

Die meisten Arten und Unterarten wurden nach den Abbildungen und Beschreibungen von FRANKE (1928), BROTZEN (1936), CUSHMAN (1946) HAGN (1953), HOFKER (1957) und HILTERMANN & KOCH (1962) bestimmt. Ferner wurde das Fossilmaterial von AL-ABAWI (1968) berücksichtigt.

Insgesamt wurden rd. 165 Arten und Unterarten aus 18 verschiedenen Foraminiferen-Familien im Unter-Campan (lingua/quadrata- bis conica/papillosa-Subzone) gefunden und nach Familien getrennt in einer Fossilliste zusammengestellt. Die 78 wichtigsten Formen wurden in Abb. 14 mit ihrer Vertikalreichweite und Häufigkeit aufgeführt. Die Gesamtliste kann in der Original-Fassung der Dissertation (ABU-MAARUF 1973) eingesehen werden. Die mei-

sten in der Fossilliste aufgezählten Foraminiferen sind in der Literatur schon ausreichend beschrieben und abgebildet. Für das Verständnis einiger in den stratigraphischen Tabellen (Abb. 14 - 16) aufgeführten Formen sind deshalb nur wenige zusätzliche Bemerkungen erforderlich.

Lituola sp.

Die Art ähnelt der vorwiegend im Maastricht auftretenden Lituola grandis (REUSS), unterscheidet sich aber durch die unregelmäßige Anordnung ihrer Kammern. Die Mündungsöffnungen sind nicht deutlich zu erkennen.

Gaudryina sp.

Im Vergleich zu Gaudryina rugosa ORBIGNY ist unsere Form kleiner und gedrungen. Der Biserial-Teil ist nur schwach oder nicht entwickelt. Möglicherweise handelt es sich um Jugendexemplare von G. rugosa.

Siphogaudryina sp.1

Im Gegensatz zu anderen Siphogaudryina-Arten sind die vorliegenden Gehäuse grobkörniger und besitzen nur einen kleinen Anfangsteil sowie parallele Seitenränder. Das Hälschen, in dem die Mündung endet, ist meistens abgebrochen.

Siphogaudryina sp.2 und sp.3

Unsere Formen ähneln den vermutlich mikrosphärischen und megalosphärischen Gehäusen von Heterostomella bavaria HAGN; jedoch ist eine Zuordnung zu dieser Art fraglich, weil der Querschnitt des jüngsten Teils unserer Gehäuse immer dreieckig ist und die Seitenränder weder im jüngsten noch im ältesten Teil parallel verlaufen.

Trochammina sp.

Die Gattungszuordnung ist nicht ganz gesichert; es könnte sich auch um den mehrzeiligen Anfangsteil eines Jugendgehäuses von Dorothia handeln.

Glomospira sp.

Es lag nur ein schlecht erhaltenes, nicht näher bestimmbares Exemplar dieser Gattung vor.

Heterohelix sp.

Die Form steht Heterohelix pulchra (BROTZEN) nahe, jedoch sind ihre Suturen nicht so tief eingesenkt und ihre Gehäuse-Breite nimmt weniger stark zu. Es ist allerdings möglich, daß unsere Gehäuse noch als Extremvarianten in die Variationsbreite von H. pulchra gehören.

Valvulineria sp.

Im Gegensatz zu Valvulineria lenticula (REUSS) hat diese Art einen scharfen Rand und eine weniger stark aufgewölbte bis flache Spiralseite.

Osangularia sp.

Trotz des kleinen Wuchses zeigt die Spiralseite unserer Art mehr Windungen als Osangularia cordieriana (ORBIGNY).

Cibicides sp.

Die Suturen sind verglichen mit Cibicides excavatus BROTZEN nur schwach oder überhaupt nicht eingesenkt.

Eouvigerina elongata (BROTZEN 1936)

Abb. 13A

1936 Uvigerina elongata n. sp. - BROTZEN, S. 138, Taf. 9, Fig. 9

1957 Eouvigerina gracilis (EGGER). - HOFKER, S. 277, Abb. 332 (pars: nur 1. Form)

HOFKER gibt an, daß die Art "ziemlich variabel" ist und erwähnt in seiner Synonymie-Liste außer U. elongata noch zusätzlich:

1899 Uvigerina gracilis. - EGGER, S. 132, Taf. 15, Fig. 27, 30, 31.

1926 Eouvigerina gracilis. - CUSHMAN, S. 4.

1933 Eouvigerina austinana. - CUSHMAN, S. 62, Taf. 9, Fig. 5.

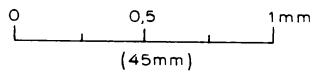
Diese Arten sind mit unserer Spezies nicht synonym. Eine Nachprüfung der Angaben von HOFKER ergab zunächst, daß der Autor von Uvigerina gracilis nicht EGGER 1899 ist, sondern REUSS 1851, der diese Art erstmalig aus dem Eozän beschrieben hat. EGGER hat lediglich den Namen von REUSS für eine Form aus der Oberkreide (vorwiegend Maastricht) verwendet. Die Forman von REUSS und EGGER sind jedoch kürzer und konischer als unsere Unter-Campan-Art. - Eouvigerina gracilis CUSHMAN 1926 ist mit der Art von REUSS homonym und nicht mit den Spezies von REUSS, EGGER oder unserer Form identisch. Sie hat kürzere Kammern und ähnelt eher Eouvigerina cretacea. - Bei Eouvigerina austinana CUSHMAN 1933 handelt es sich wahrscheinlich um ein Jugend-Exemplar, da es sehr kurz ist und sehr wenig Kammern hat. Außerdem ist das Gehäuse "depressed" und hat dementsprechend einen ovalen Querschnitt.

Uvigerina elongata BROTZEN kommt unserer Art am nächsten und ist wahrscheinlich der unmittelbare Vorläufer aus dem Santon. Der Anfangsteil entspricht bis zur Mitte unseren Gehäusen, aber die letzten Kammern der Santon-Form sind noch glatt sowie kugeliger und nicht so langgestreckt wie im Unter-Campan. Ich schließe unsere Unter-Campan-Art zunächst noch an E. elongata an. Offenbar handelt es sich jedoch um eine phylogenetisch weiter entwickelte, kurzlebige jüngere Unterart, die an anderer Stelle als Eouvigerina elongata n. ssp. beschrieben werden soll.

Die beiden phylogenetisch abwandelnden Arten Neoflabellina rugosa (ORBIGNY) und Bolivinitella galeata VASILENKO werden in Kapitel F näher behandelt.

Für die Darstellung der vertikalen Reichweiten und Häufigkeiten (Abb. 14) wurden 37 Proben, hauptsächlich aus den Kalkmergel- und Mergelkalkbänken, ausgewählt. Diese Auswahl erfolgte nach zwei Gesichtspunkten: Zum einen sollten die Proben artenreich, zum anderen die Proben-Abstände möglichst gleich sein, damit die unterschiedlich mächtigen Biozonen durch entsprechende Proben-Zahl repräsentiert würden. Die Individuenzahlen der Arten wurden in einer lockeren Rückstandsschüttung auf dem Auslese-Schälchen zum Teil durch Schätzungen ermittelt:

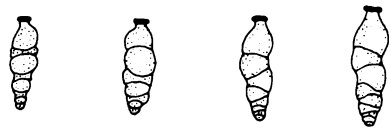
B



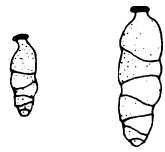


BOLIVINITELLA GALEATA
conica/papillosa-Subzone (Höver / H 108)

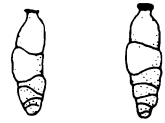
A



EOUVIGERINA ELONGATA N.SSP.
pilula-Subzone (Hann. Zem. I / M7)



EOUVIGERINA ELONGATA N.SSP.
pilula-Subzone (Höver / H2)



EOUVIGERINA ELONGATA N.SSP.
pilula-Subzone (Höver / H4)

Abb.13

75 Individuen = sehr häufig
25-75 Individuen = häufig
6-24 Individuen = mittelhäufig
5 Individuen = nicht selten

Wenn eine Art erst bei der Durchmusterung von mehr als einer Schüttung beobachtet wurde, wurde sie als sehr selten bezeichnet.

In Abb. 14 sind fast alle Sandschaler (30 Arten) und Kalkschaler (61 Arten) dargestellt - mit Ausnahme der Familien Saccamminidae, Lagenidae, Polymorphinidae und Ellipsoidinidae, die stratigraphisch meist weniger wichtig sind. Nur 10 Arten und Unterarten eignen sich für eine Untergliederung des Unter-Campan; sie wurden noch einmal in Abb.15 zusammengefaßt. Die übrigen Foraminiferen der Abb. 14 sind Durchläufer oder für Gliederungszwecke zu selten. Andere Formen stellen Faziesfossilien dar, die nur bei bestimmten Umweltbedingungen erscheinen und dann wieder aussetzen.

Die stratigraphisch brauchbaren Leitarten (Abb. 15) ermöglichen eine Trennung von unterem und oberem Unter-Campan. Wenn man außerdem ihre Vertikalreichweiten miteinander kombiniert, lassen sich mit ihnen folgende Subzonen des Unter-Campan bestimmen:

lingua/quadrata-Subzone
pilula-Subzone
conica/papillosa-Subzone.

Die pilula/senonensis-Subzone läßt sich im Raum Höver - Misburg mittels Bolivinitella galeata ausscheiden. Zudem vollzieht sich der Häufigkeitswechsel von Stens. exsculpta granulata und Stens. pommerana an der Untergrenze dieser Subzone.

Die Darstellung von HILTERMANN u. KOCH (1962, Tab. 19) über die Vertikalverbreitung von Oberkreide-Foraminiferen in NW-Deutschland ist nach Abb. 14 und 15 in einigen Punkten zu revidieren. Die wichtigsten Korrekturen betreffen die Gattung Stensioeina:

1. S. exsculpta muß S. exsculpta gracilis heißen und S.

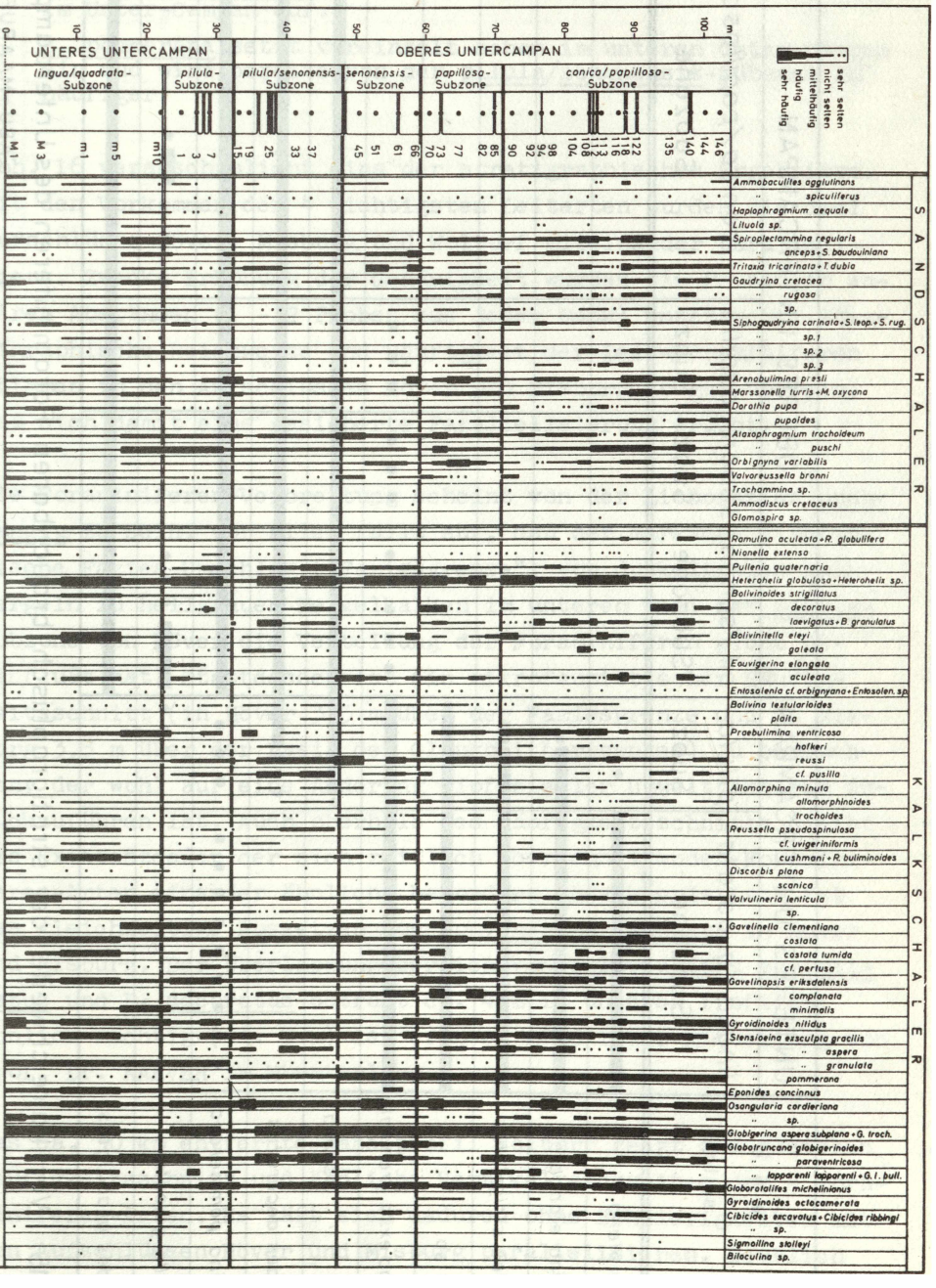


Abb. 14. Vertikalverbreitung und Häufigkeit von Foraminiferen-Arten im Untercampan von Höver bei Hannover

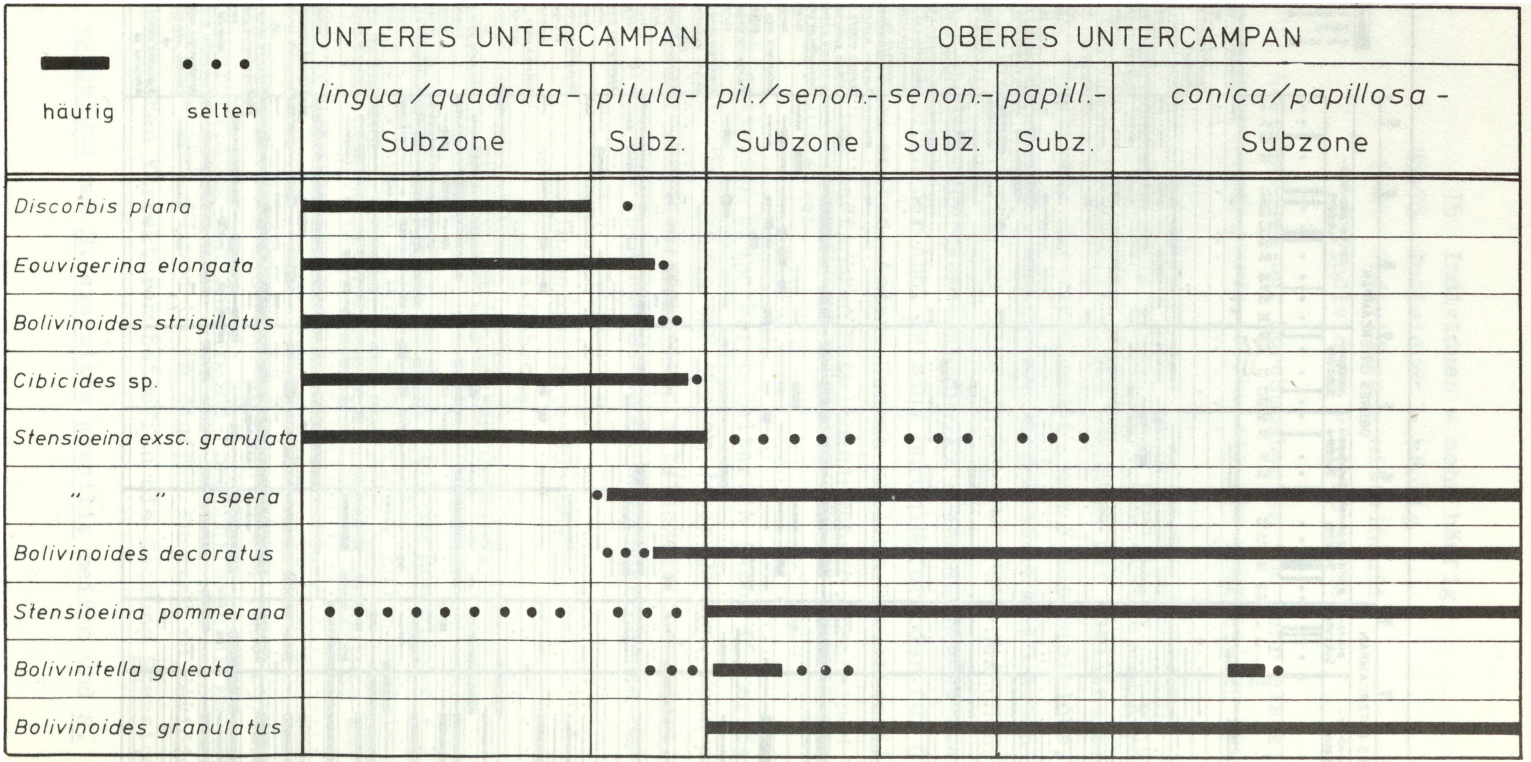


Abb. 15. Vertikalreichweite der stratigraphisch brauchbaren Foraminiferen des Untercampans

ABU-MAARUF 73

exsculpta granulata tritt nicht nur im Santon, sondern auch im Unter-Campan auf.

2. S. pommerana setzt vereinzelt schon im unteren Unter-Campan ein und wird bereits von der pilula/senonensis-Subzone an häufiger.

Abb. 16 veranschaulicht eins der stratigraphischen Ergebnisse. Mit den Vorkommen der 4 wichtigsten Leitarten wurden die drei Aufschlüsse Höver, Misburg und Woltorf miteinander parallelisiert. Zwecks Erhöhung der Genauigkeit wurden die Faunen in engeren Abständen (1 - 2 Proben aus jeder Bank) untersucht. Stratigraphische Reichweite und Häufigkeit der Leit-Foraminiferen stimmen in den Aufschlüssen Höver und Misburg so gut überein, daß sich damit eine gesicherte Parallelisierung ergibt.

Die Foraminiferen-Verbreitung scheint von der Lithofazies unabhängig zu sein. Vor allem fällt auf, daß der markante lithologische Fazies-Umschlag ("Faziesgrenze") von dunkelgrauen Kalkmergeln zu hellgrauen Mergelkalken im unteren Teil der pilula-Subzone von Höver die Verteilung der Foraminiferen nicht beeinflußt hat. Stattdessen ist ein mikrofaunistischer Häufigkeitsschnitt (in Höver 3,3 m über der Faziesgrenze und in Misburg 3,8 m über der Basis des Glaukonithorizontes) zu beobachten, der wohl auf eine Änderung biofazieller Umweltfaktoren zurückzuführen ist. Auch oberhalb des Häufigkeitsschnitts bleibt die Existenzdauer der sich zeitlich überschneidenden Foraminiferen-Arten einander ähnlich, besonders charakteristisch ist das gleichzeitige Aussetzen von Eouvigerina elongata in Höver und Misburg. Der Überlappungsbereich von Bolivinoides strigillatus und B. decoratus beträgt ca. 4 m in unseren Profilen; ähnlich mächtig (ca. 5 m) ist er nach mündlicher Mitteilung von Prof. Dr. KAEVER im Münsterland.

Das ca. 30 km entfernte Kanalprofil Woltorf zeigt den gleichen Häufigkeitsschnitt und ähnliche Vertikalreichweiten der 4 Foraminiferen-Arten. Es läßt sich dadurch ohne Schwierigkeiten mit den Aufschlüssen Höver und Misburg parallelisieren. Deutlich zeigt sich eine Mächtigkeitsreduktion (Kondensation) in der pilula-Zone von Woltorf, die für das gesamte Profil auch makro-

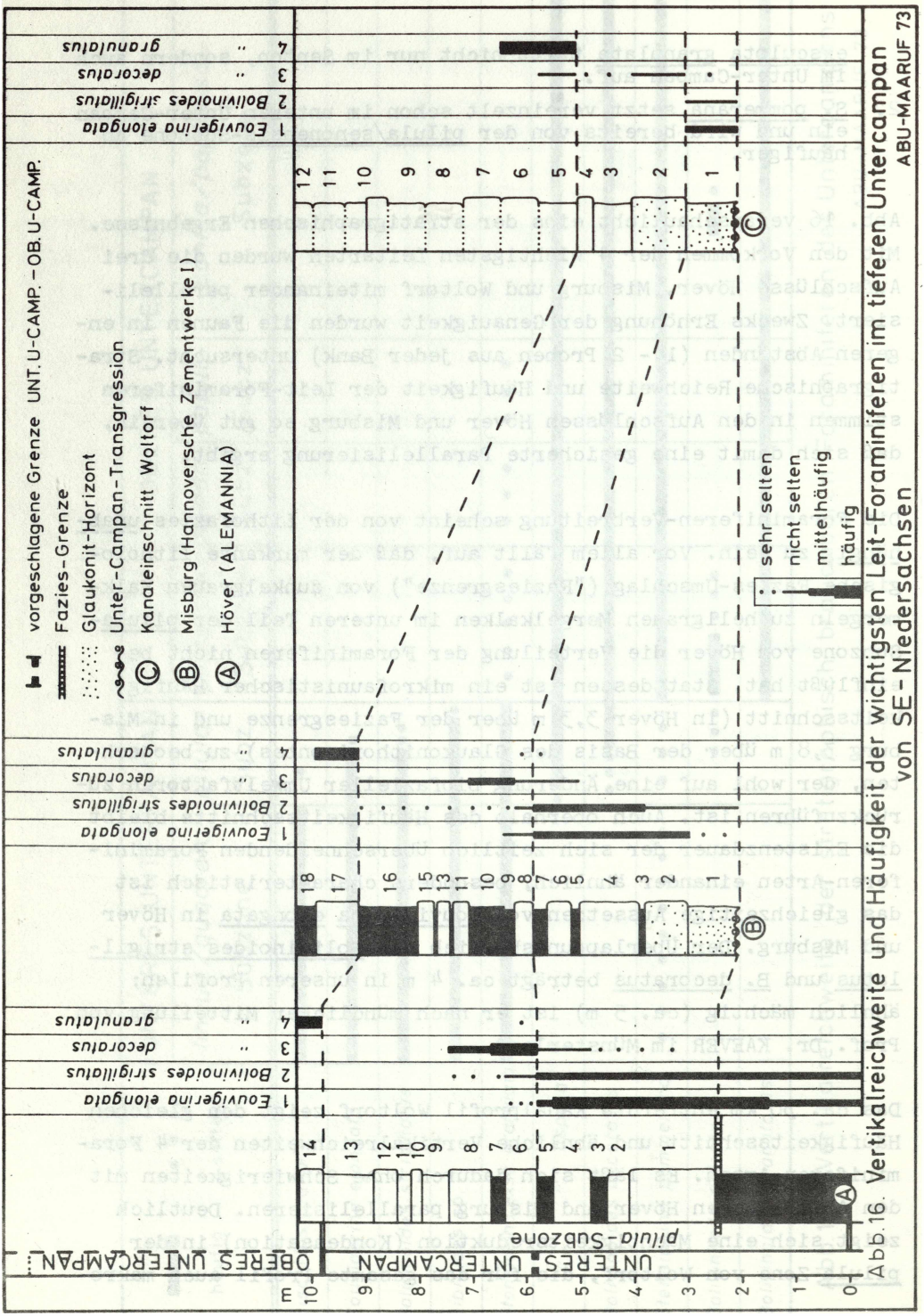


Abb. 16. Vertikalreichweite und Häufigkeit der wichtigsten Leit-Foraminiferen im tieferen Untercampan von SE-Niedersachsen

ABU-MAARUF 73

paläontologisch nachgewiesen werden konnte (siehe Kapitel D. 1 und Abb. 5).

Aus der Parallelisierung mittels der Leit-Foraminiferen geht hervor, daß die Sedimentationsgeschwindigkeit im tieferen Unter-Campan in Höver und Misburg gleich war. Als weiteres Ergebnis zeigt sich, daß die lithologische Faziesgrenze in Höver ungefähr mit der Unter-Campan-Transgression in Misburg synchron ist. Somit umfaßt die Schichtlücke in Misburg neben den von ERNST (1963b) festgestellten oberen granulataquadrata- und lingua/quadrata-Schichten auch noch die tiefste pilula-Zone.

Die oberhalb der lithologischen Faziesgrenze befindliche Teil der pilula-Zone in Höver ist nahezu ebenso mächtig wie die gesamte pilula-Zone in Misburg (vgl. Kap. D.1.1.2.). Demgegenüber gibt ERNST (1963b, S. 135, 137) für die pilula-Subzone in Höver 10 m und in Misburg nur 2 m an. Die zu geringe Mächtigkeitsangabe in Misburg hat AL-ABAWI (1968, S. 418, Abb. 12) zu falschen Folgerungen geführt. AL-ABAWI schloß auf Grund von statistischen Auszählungen der Windungsrichtung von Foraminiferen auf eine Schichtlücke in dem etwa 2 m mächtigen Glaukonithorizont der pilula-Subzone von Misburg. Die Foraminiferen-Parallelisierung (Abb. 16) läßt aber keinen Zweifel daran, daß der mittlere und obere Teil der pilula-Subzone in Höver und Misburg fast gleich mächtig ist und eine Schichtlücke erst unterhalb des Glaukonithorizontes besteht.

Der Häufigkeitsschnitt der Leit-Foraminiferen in der pilula-Subzone bildet eine markante, mikrofaunistisch leicht faßbare Grenze. Vom Standpunkt des Mikropaläontologen wäre es zweckmäßig, die Grenze zwischen unterem und oberem Unter-Campan mit dieser biofaziellen Grenze gleichzusetzen. Nach dem Vorschlag von ERNST (1968, Tab. 1) liegt die Grenze zwischen unterem und oberem Unter-Campan, allerdings geringfügig höher, an der Oberkante der pilula-Subzone.

E. ÖKOSTRATIGRAPHIE

1. Die Makrofauna

Die quantitative Untersuchung der Häufigkeitsverteilung der Makrofauna eröffnete brauchbare ökostratigraphische Arbeitsmöglichkeiten. Die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Arten oder Artengruppen wurde in Abb. 10 - 12 dargestellt. Es wurde darauf verzichtet, die exakte Zahl der Fundstücke pro Schichteinheit anzugeben, da diese einerseits zu stark von der jeweiligen, für die Aufsammlung verwendeten Zeit, andererseits von den Aufschlußverhältnissen abhängt.

Bänke mit auffallendem Fossilreichtum wurden als gesonderte Fossilhorizonte in die Profile eingetragen (Abb. 5, 10-12). Diese Fossilhorizonte dienten als wichtigste Grundlage für die ökostratigraphischen Korrelationen. Zumeist handelt es sich bei diesen Bezugshorizonten nicht um eng begrenzte Lagen oder Bänke, sondern um fossilreiche Schichtgruppen im Meter-Bereich.

Die Gründe für die vertikal wechselnde Mengenverteilung können kaum in den geringfügigen Fazies-Unterschieden gesucht werden, zumal die $CaCO_3$-Prozentsätze nur in relativ kleinen Grenzen schwanken (Mergelkalke bis mergelige Kalke). Nur die Kalkmergel-Serie der lingua/quadrata-Subzone bildet hier eine Ausnahme, die sich in einem deutlichen Faunenwechsel widerspiegelt.

Die auffälligen Häufigkeitsmaxima in der eintönigen Mergelkalkserie des mittleren und oberen Unter-Campan betreffen in der Regel nicht nur eine einzige Fossilart; z.B. fällt die Blütezeit von Offaster pilula in der obersten pilula/senonensis-Subzone mit der von Galeola senonensis zusammen, und das gleiche gilt für Galeola papillosa und Echinocorys gr. conica im mittleren Bereich der conica/papillosa-Subzone.

Echiniden: Besonders die Leit-Echiniden und Micraster (Gibbaster) gibbus bilden deutliche Häufigkeits-Maxima und -Minima in der Vertikalen. In lateraler Richtung erweisen sich vor allem die Maxima als horizontbeständig und gestatten damit eine Verfeinerung des zonen-stratigraphischen Schemas (vgl. ERNST, 1967). Aus Abb. 5 wird ersichtlich, daß die Echiniden im wesentlichen

fünf wichtige ökostratigraphische Leithorizonte bilden. Sie lassen sich nicht nur innerhalb des Aufschlußbereiches in Höver, sondern ebenso in den 2 bis 3,5 km entfernten Aufschlüssen von Misburg sowie in dem ca. 30 km entfernten Kanaleinschnitt Woltorf verfolgen. Natürlich unterliegt die Mengenverteilung der Echiniden in den ökostratigraphischen Horizonten gewissen Schwankungen, doch sind diese im allgemeinen nur verhältnismäßig gering. So ist z.B. der papillosa-Horizont in der conica/papillosa-Subzone von Misburg reicher an Galeola papillosa als dessen Äquivalent in Höver. Wahrscheinlich ist das Nahrungsangebot für solche unterschiedliche Besiedlungsdichte verantwortlich.

Belemniten: Gonioteuthis bildet an der Basis der transgressiven pilula-Zone einen wichtigen ökostratigraphischen Leithorizont. Der etwa 2 m mächtige glaukonitreiche Horizont ist - besonders in seinem unteren Teil - durch eine ganz ungewöhnliche Konzentration der Belemniten gekennzeichnet. Die faunistischen und lithologischen Eigenarten gleichen einander weitgehend in den ca. 30 km auseinanderliegenden Profilen von Misburg und Woltorf. ERNST (1968) konnte diesen Horizont auch an anderen Stellen in SE-Niedersachsen nachweisen oder sein Vorhandensein an Hand von Sammlungsmaterial und Literatur wahrscheinlich machen. Mehrfach diskutierte ERNST die ökologischen Faktoren, die zu der Belemniten-Anreicherung führten; 1968 (S. 280) vermutet er, daß eine verlangsamte Sedimentation bei hoher Belemniten-Besetzung der Biotope die eigentliche Ursache des Massenauftretens sei. Diese Annahme konnte ich an Hand der vertikalen Reichweiten der Leitforaminiferen für Woltorf bestätigen (Abb. 16). Problematisch bleibt jedoch die Deutung der Belemniten-Anreicherung in Misburg. Hier sprechen die Leitforaminiferen gegen eine Kondensation (Abb. 16). Trotz nahezu gleicher Sedimentationsgeschwindigkeit in Höver und Misburg zeigen die Belemniten in Höver eine ganz "normale" Häufigkeitsverteilung ohne hervortretende Maxima. Deshalb muß für Misburg eine stratigraphisch tiefer herabgreifende Ausspülung und sekundäre Anreicherung durch die Unter-Campan-Transgression erneut diskutiert werden (vgl. ERNST, 1963b). Dafür sprechen auch die von ERNST (1963b) erwähnten Befunde, wie fragmentarische Einbettung, Rollpolitur, Korrosionsgrad und der

etwas höhere prozentuale Anteil von Gonioteuthis granulataquadrata in den "Populationen".

2. Die Foraminiferen-Fauna

Ökostratigraphische Untersuchungen auf Grund statistischer Auszählungen an Foraminiferen wurden in Deutschland in den letzten Jahren mehrfach durchgeführt, z.B. MICHAEL (1967, 1968), LUTZE (1968) u.a. AL-ABAWI (1968) verwendete Arten- und Individuenzahl-Kurven von Oberkreide-Foraminiferen im Raum Hannover - Lehrte, um den Mergelkalkbruch Hannoversche Cementfabrik I mit Bohrprofilen zu parallelisieren.

Um die Möglichkeiten einer Artenzahl- und Individuenzahl-Stratigraphie zu überprüfen, wurden in Höver und Misburg mehrere Teilprofile aus zwei verschiedenen Zeitabschnitten (pilula-Subzone und mittlere conica/papillosa-Subzone) miteinander verglichen. Zwecks Vermeidung von Fehlern wurden die 60 m, 2000 m resp. 3000 m voneinander entfernten Profil-Abschnitte zunächst litho-, chemo- und biostratigraphisch genau miteinander parallelisiert.

Arbeitsmethodik:

Der Auszählung der Foraminiferen-Arten (Abb. 17) lagen fossilreiche Schlämmrückstände in vollen Rückstandsgläschen zugrunde. Die Artenzahl der Foraminiferen in einer Probe wurde maximal in 12 dichten Rückstandsschüttungen erfaßt. Bei der Durchmusterung traten die meisten Arten in den ersten zwei Schüttungen auf. In der dritten Schüttung kamen in der Regel 3 - 5 Arten neu hinzu, in der vierten Schüttung nur noch 1 - 2. Manchmal wurden dann in der fünften oder sechsten Schüttung keine weiteren Arten mehr beobachtet, jedoch in den folgenden Schüttungen noch einmal 1 - 2 seltene Spezies. Deshalb wurden die Untersuchungen solange fortgesetzt, bis die letzten fünf Schüttungen keine neuen Arten mehr erbrachten. - Vor jeder Schüttung wurde der Rückstand erneut durchmischt, um feinere und gröbere Fraktionen gleichmäßig auf die Auslese-Schale zu bringen und weder kleinwüchsige noch großwüchsige Formen zu übersehen. Die Auszählung erfolgte zunächst getrennt nach Sand- und Kalkschalern. Da die Artenzahl der Sandschaler aber nur geringfügig schwankt und praktisch keinen Einfluß auf den Verlauf der summarischen Artenzahl-Kurve hat, wurden in Abb. 17 Sand- und Kalkschaler gemeinsam dargestellt.

Für die Ökoanalyse der Foraminiferen in Abb. 18 - 19 und 24 - 25 wurde dem Gesamtrückstand jeder Probe ein korngrößen-getreuer repräsentativer Teilrückstand entnommen. Dies erfolgte durch Teilung des Rückstandes mit einem Mikroprobenteiler (konstru-

iert von Herrn BETTELS, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe). Der Teilrückstand wurde möglichst gleichmäßig auf der Auslese-Schale verteilt. Die mit Merkstrichen registrierten Individuen-Zahlen jeder benthonischen Art wurden jeweils in Prozent zur Gesamtstückzahl der ausgezählten Fauna (etwa 200 - 300 Individuen) umgerechnet. Getrennt davon wurde das Plankton ausgezählt, um das Plankton/Benthos-Verhältnis zu berechnen.

Artenzahl-Stratigraphie:

Abb. 17 zeigt die Beziehungen zwischen Kalkgehalts- und Artenzahl-Kurven in drei Parallelprofilen aus der conica/papillosa-Subzone. Da die Kalkgehalts-Kurven der drei Profile sich kaum unterscheiden (siehe Abb. 8), wurde nur eine gemittelte Kurve eingezeichnet. Es zeigt sich, daß die Artenzahl-Kurven zur $CaCO_3$-Kurve meist annähernd spiegelbildlich verlaufen. Dies bestätigt die schon bekannte Tatsache, daß mit steigendem Kalkgehalt die Artenzahl der Foraminiferen abnimmt. Jedoch besteht - besonders bei höheren Kalkgehalten - keine strenge Korrelation zwischen Artenzahl und Kalkgehalt. Die Relation beider Werte weicht im unteren Profilteil von der im oberen Profilteil ab. Hierfür drei Beispiele

Probe 6	86,5 % $CaCO_3$	79 - 86 Arten
Probe 15	84,0 % $CaCO_3$	51 - 60 Arten
Probe 27	84,0 % $CaCO_3$	43 - 52 Arten

Diese starken Unterschiede in der Artenzahl bei hohem, nahezu gleichem Kalkgehalt lassen sich in den entsprechenden Proben aller Profile erkennen und ermöglichen eine ökostratigraphische Parallelisierung. Offensichtlich hängt der Artenreichtum nicht vom Ton- oder Kalkgehalt ab, sondern von zeitlichen Änderungen biofazieller Faktoren. Im Gegensatz dazu differieren die Artenzahlen bei niedrigem Kalkgehalt bzw. höherem Tongehalt nur sehr geringfügig sowohl im Zeitablauf als auch in lateralräumlicher Richtung:

Probe 2	67 % $CaCO_3$	87 - 90 Arten
Probe 7	67 % $CaCO_3$	88 - 91 Arten
Probe 29	66 % $CaCO_3$	86 - 90 Arten

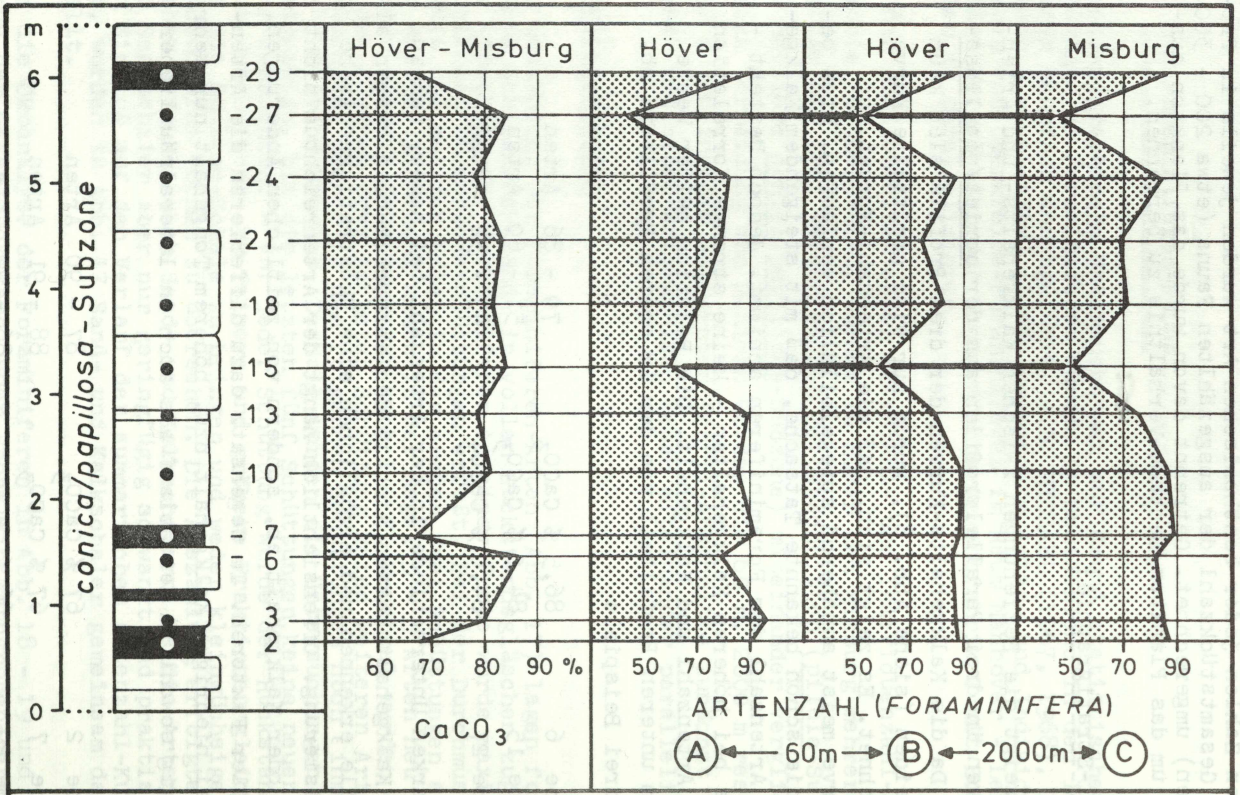


Abb.17. Artenzahl-Kurven von drei Parallelprofilen aus dem Untercampan von Höver und Misburg

ABU-MAARUF 73

Diese geringen Unterschiede in der Artenzahl sind auch in den stärker mergeligen Lagen anderer Profile zu beobachten und können zu einer Verwechselung der Horizonte führen. Korrelationen mittels der Ausschläge von Artenzahl-Kurven sollten deshalb vorsichtig erfolgen und zusätzlich durch andere feinstratigraphische Methoden gestützt werden.

Individuenzahl-Stratigraphie:

In Abb. 18 und 19 wurden vor allem die prozentualen Individuen-Frequenzen der häufigsten benthonischen Foraminiferen-Gattungen bzw. -Arten dargestellt. Abb. 18 veranschaulicht die Frequenzen in drei Parallelprofilen der conica/papillosa-Subzone, Abb. 19 diejenigen in zwei Parallelprofilen der pilula-Subzone. Die Profil-Abstände betragen im ersten Fall 60 m bzw. 2000 m, im zweiten Fall 3500 m.

Bei Betrachtung der Kurven fällt sofort auf, daß sich in Abb. 18 bessere Übereinstimmungen und mehr ökostratigraphische Vergleichspunkte zeigen als in Abb. 19. In letzterer verhalten sich die meisten Arten und Gattungen indifferent, bei einigen, z.B. bei Globorotalites oder Praebulimina, stoßen sogar Häufigkeits-Maxima und -Minima in äquivalenten Horizonten aufeinander.

Die besseren Übereinstimmungen in den Häufigkeitsschwankungen bei geringen Profilabständen (60 - 2000 m) und die schlechteren Vergleichsmöglichkeiten bei größeren Entfernungen (3500 m) bestätigen die Ansicht von BETTENSTAEDT (1968, S. 360), daß benthonische Foraminiferen-Arten "vielfach in isolierte Kleinpopulationen aufgesplittert waren und immer nur begrenzte Flächen des Meeresbodens besiedelt haben". Ähnliche Verhältnisse fand AL-ABAWI (1968), der Profile aus dem Santon und Campan im Raum Hannover - Lehrte durch statistische Auszählungen der Windungsrichtung von Globorotalites und Gyroidina miteinander parallelisiert hat. In einigen Horizonten ergab die Windungsrichtung keine gleichsinnigen, sondern entgegengesetzte Kurvenausschläge. AL-ABAWI (1968, S. 408) folgert daraus, daß die Populationen damals zeitweilig getrennt waren und ihre Verbrei-

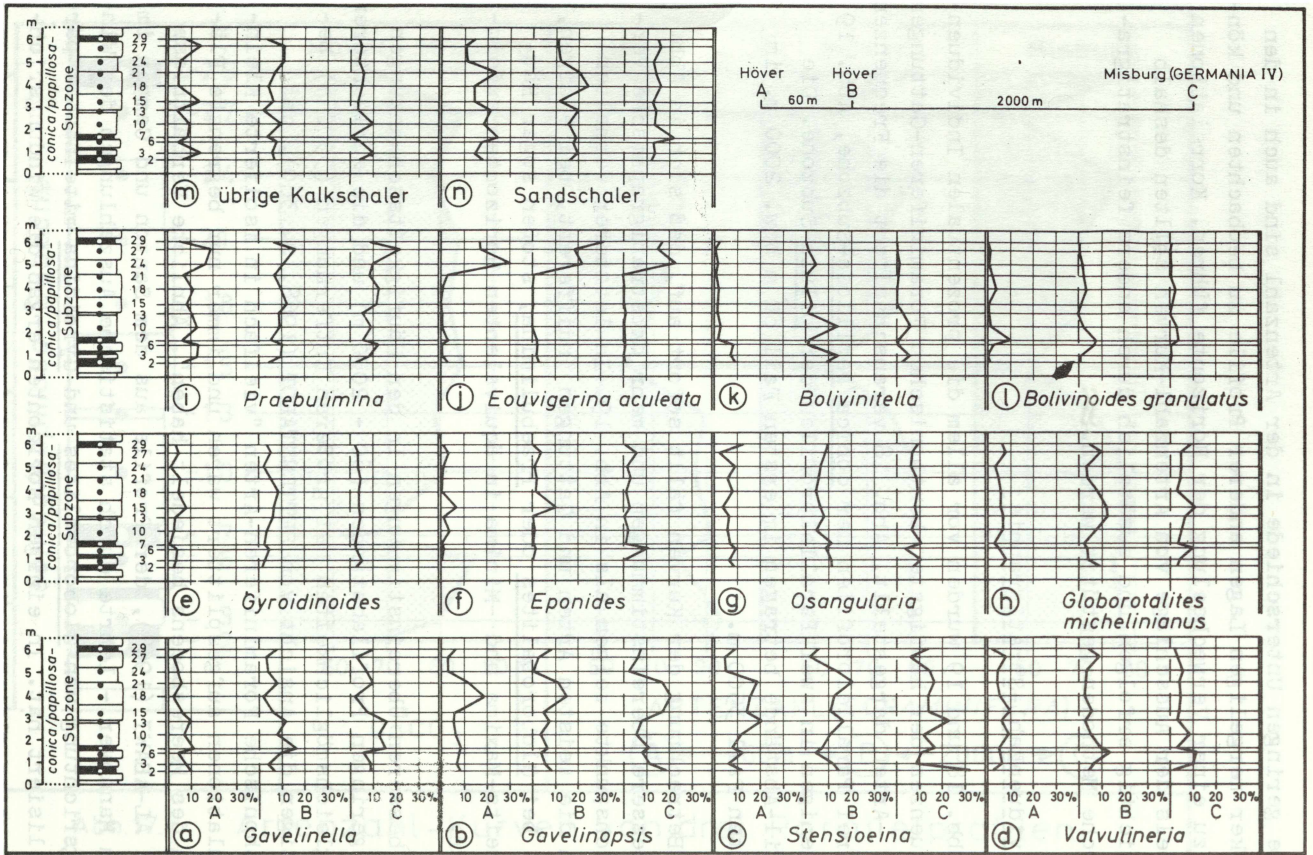


Abb.18. Quantitative Analyse der benthonischen Foraminiferen in drei Parallelprofilen aus der *conica/papillosa*-Subzone von Höver und Misburg

ABU-MAARUF 73

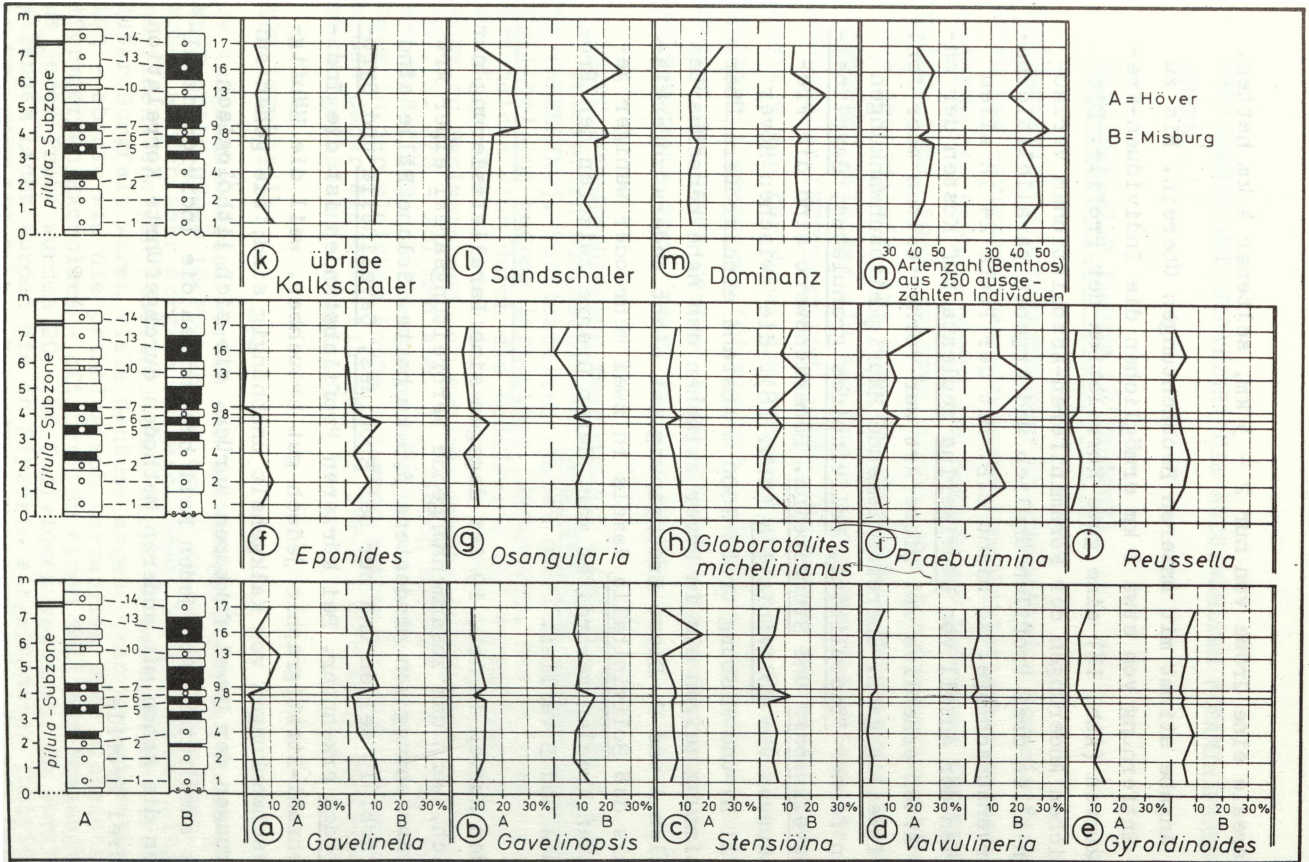


Abb. 19. Quantitative Analyse der benthonischen Foraminiferen in der *pilula*-Subzone von Höver und Misburg

ABU-MAARUF 73

tungsareale eine Größe von nur 2 - 3 km, seltener 4 km hatten.

Diese Angabe stimmt mit unseren Beobachtungen überein. Bis zu einer Entfernung von etwa 2 km ermöglichen die Individuen-Frequenzkurven (Abb. 18) eine gute Korrelation der Profile. Die zeitlichen Änderungen der Foraminiferen-Assoziationen verlaufen in allen drei Profilen ähnlich und ergeben parallelisierbare Kurvenausschläge. So nimmt z.B. mit der Probe 24 in allen Profilen der Anteil von Eouvigerina aculeata auf Kosten der anderen Arten erheblich zu. Diese Art war vorher selten oder fehlte zeitweilig ganz. Übereinstimmende Häufigkeitsschwankungen zeigen ferner Praebulimina, Bolivinoides granulatus, Gavelinella, Gavelinopsis und Stensioeina. Bemerkenswert sind die Frequenzkurven von Bolivinitella (Abb. 18), die zwischen Höver (Profil B) und Misburg trotz 2000 m Abstand eine größere Übereinstimmung zeigen als in Höver zwischen den nahe benachbarten Profilen A und B. Diese Erscheinung ist nicht anders zu erklären als daß Bolivinitella damals in zwei mehr oder weniger getrennten Arealen verbreitet war, deren Grenze zwischen den Profilen A und B verlief.

Mit den Kurven in Abb. 19 ist dagegen eine Parallelisierung nur möglich, wenn das zusammenhängende Verbreitungsareal einer Art eine Ausdehnung von mindestens 3,5 km hatte. Solche Fälle sind nach Abb. 19 selten und nur bei Eponides, Gavelinella und Gyroidinoides erkennbar. Bei kürzeren Profilabständen ist die Individuenzahl-Stratigraphie jedoch gut brauchbar, weil die Häufigkeitsschwankungen vom Kalkgehalt unabhängig sind; sie gehen auf Änderungen der Umweltfaktoren zurück, die sich lithologisch nicht auswirkten. Auf jeden Fall bestätigen die Individuenzahl-Kurven die schon mit anderen Methoden durchgeführte Korrelation der drei Profile.

F. PHYLOGENIE UND STRATIGRAPHIE AUSGEWÄHLTER FORAMINIFEREN-ARTEN

1. Neoflabellina rugosa (D'ORBIGNY)

Phylogenetische Untersuchungen an abwandelnden Foraminiferen-Arten und -Artengruppen mit variationsstatistischen Methoden sind für die Stratigraphie von besonderer Bedeutung (BETTENSTAEDT, 1962, 1968; GRABERT, 1959). Mit der Entwicklungshöhe einer abwandelnden Art kann man zu weitaus genaueren Altersbestimmungen gelangen als auf Grund ihrer Vertikalreichweite bzw. Lebensdauer (BETTENSTAEDT, 1968). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde für derartige Untersuchungen die Foraminiferen-Art Neoflabellina rugosa (D'ORBIGNY) ausgewählt, bei der sich im Verlauf des Unter-Campan eine Entwicklungstendenz andeutet (HILTERMANN & KOCH, 1957, Abb. 4 und 5).

In ihrer monographischen Bearbeitung haben HILTERMANN & KOCH drei Unterarten ausgeschieden: Neoflabellina rugosa sphenoidalis (WEDEKIND), Neoflabellina rugosa caesata (WEDEKIND) und Neoflabellina rugosa leptodisca (WEDEKIND). Die Unterarten unterscheiden sich durch die Modalwerte und Variationsbreite ihrer Längen/Breiten-Quotienten sowie durch den Quotienten von Länge zu Basisabstand der größten Breite (HILTERMANN & KOCH, 1957, S. 278 - 281 und Abb. 3); jedoch betonen die beiden Autoren, daß fließende Übergänge bestehen und die Unterarten meistens in der gleichen Fauna zusammen auftreten. Die 3 Formen wurden daher als eine einzige, in ihrem Umriß stark variierende Art aufgefaßt und vermessen.

Arbeitsmethodik:

Als Ausgangsmaterial wurden den Kalkmergellagen des Unter-Campan-Profils Höver 18 Proben von ca. 2 kg Gewicht entnommen. Die Proben wurden sehr sorgsam ausgeschlämmt, um die dünnschaligen und flachwüchsigen Neoflabellinen nicht zu beschädigen. Trotz dieser Sorgfalt waren viele Gehäuse angebrochen und eigneten sich - ebenso wie die pathologisch verzerrten oder diagenetisch deformierten Exemplare - oft nur für einen Teil der Messungen. Aus jeder Probe wurden 20 - 60 Individuen gewonnen. In durchfallendem Licht wurden die in Glyzerin eingebetteten Individuen bei 50- oder 100-facher Vergrößerung vermessen. Folgende Parameter wurden ausgewertet (siehe Neoflabellina-Skizze in Abb. 20 und 21 oben):

L = Länge
B = Breite

A = Abstand der größten Breite von der Basis
d = Proloculus-Durchmesser
W = Spirawinkel
n = Anzahl der Spirakammern

Die Meßdaten wurden von einer elektronischen Rechenanlage verarbeitet. Bei der Entwicklung des Programms und der Berechnung von Korrelationskoeffizienten, Regressionslinien, arithmetischen Mitteln, Vertrauensbereichen sowie bei der Durchführung von Signifikanztests half mir Herr Dr. E. MUNDRY vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (Hannover) in dankenswerter Weise. Die auf Lochkarten vorliegenden Meßdaten werden ebenso wie das mikropaläontologische Untersuchungsmaterial in der Abteilung für Mikropaläontologie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe aufbewahrt.

Phylogenie und Stratigraphie:

Gehäuse-Dimensionen: Die Länge (L), Breite (B) und der Abstand der größten Breite von der Basis (A) bestimmen in erster Linie die Gehäusegestalt von Neoflabellina rugosa. Da die Exemplare oft unvollständig waren, erfolgten die Messungen meist an nicht adulten ontogenetischen Stadien. Deshalb wurde auf die Bestimmung von Variabilität und Mittelwerten der Gehäuse-Dimensionen verzichtet, weil sie der wahren Variationsbreite und dem Mittelwert der jeweiligen Population ohnehin nicht entsprochen hätten. Zweckmäßiger als die Gehäuse-Dimensionen erwiesen sich die Gehäuse-Proportionen für die Verfolgung der untercampanen phylogenetischen Geschichte dieser Art.

Tabelle 1 zeigt die Korrelationskoeffizienten von L und B bzw. L und A. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß die Koeffizienten erstens positive hohe Werte darstellen, zweitens die Koeffizienten von L und B fast immer größer sind als die von L und A. Daraus ist zu schließen, daß bei den Populationen immer eine Beziehung zwischen dem Wachstum der verschiedenen Gehäuse-Dimensionen bestand und daß das Wachstum immer positiv allometrisch verlief. Weiterhin ist wegen der erwähnten unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten die Abhängigkeit des Breitenwachstums vom Längenwachstum stärker ausgeprägt als die Zunahme des Abstandes der größten Breite von der Basis.

Abb. 20 zeigt die Entwicklung der Gehäuse-Proportionen. Im Laufe des Unter-Campan bleibt die Variabilität dieser Proportionen, nach den Variationskurven zu urteilen, nahezu unverändert (Abb. 20a). Die Mittelwertskurve der L/B-Quotienten schwankt und läßt die Evolutionsrichtung kaum erkennen. Dagegen zeigt die lineare Regression der Mittelwerte der L/B-Quotienten eine mit geringer Geschwindigkeit verlaufende Evolution, die zu Formen mit größeren L/B-Quotienten führt (Abb. 20). In der lingua/quadrata-Subzone bis senonensis-Subzone sind die Mittelwerte der L/B-Quotienten in den Populationen stets kleiner als 1,6, in der papillosa-Subzone und conica/papillosa-Subzone fast immer größer als 1,6.

Umgekehrt verhalten sich die Mittelwerte der A/L-Quotienten. Sie sind in den Populationen der lingua/quadrata- bis papillosa-Subzone - abgesehen von wenigen Ausnahmen - größer als 0,40; in der conica/papillosa-Subzone sämtlich kleiner als 0,40. Die lineare Regression der Mittelwerte dieser Quotienten zeigt eine Tendenz zur Vergrößerung des Abstandes der größten Breite von der Basis (A) (Abb. 20d).

Generell ist festzustellen, daß die Gehäuse-Proportionen von Neoflabellina rugosa während des Unter-Campan nur kleinen phylogenetischen Schwankungen unterliegen. Trotz geringer Evolutionsgeschwindigkeit ist aber eine Tendenz zur Zunahme der schmalen Formen mit großem Abstand der größten Breite von der Basis (A) in der conica/papillosa-Subzone zu erkennen. Im Gegensatz dazu sind in den tieferen Subzonen breite Formen mit kleinen A-Werten häufiger.

Anfangsspira: Die Neoflabellinen bilden in ihren frühen ontogenetischen Entwicklungsstadien eine Spira mit 3 - 8 planspiral angeordneten Kammern, die von den spätontogenetisch entwickelten reitenden Kammern meist ganz umgeben sind. Abb. 21 zeigt die Entwicklung von Proloculus-Durchmesser, Spirawinkel und des Verhältnisses Spirawinkel/Spirakammerzahl bei Neoflabellina rugosa. Die Variationsbreite der Spirawinkel verschiebt sich im Lauf der Entwicklung (Abb. 21a). Die meisten Populationen der lingua/qua-

Population-Nr.	L und B	L und A
18	0,951	0,953
17	0,862	0,647
16	0,835	0,660
15	0,954	0,913
14	0,876	0,856
13	0,952	0,931
12	0,881	0,822
11	0,974	0,790
10	0,960	0,750
9	0,860	0,930
8	0,964	0,724
7	0,961	0,888
6	0,941	0,761
5	0,971	0,875
4	0,977	0,830
3	0,971	0,786
2	0,964	0,886
1	0,969	0,804

Tabelle 1: Korrelationskoeffizienten der Gehäuse-Dimensionen von Neoflabellina rugosa im Unter-Campan

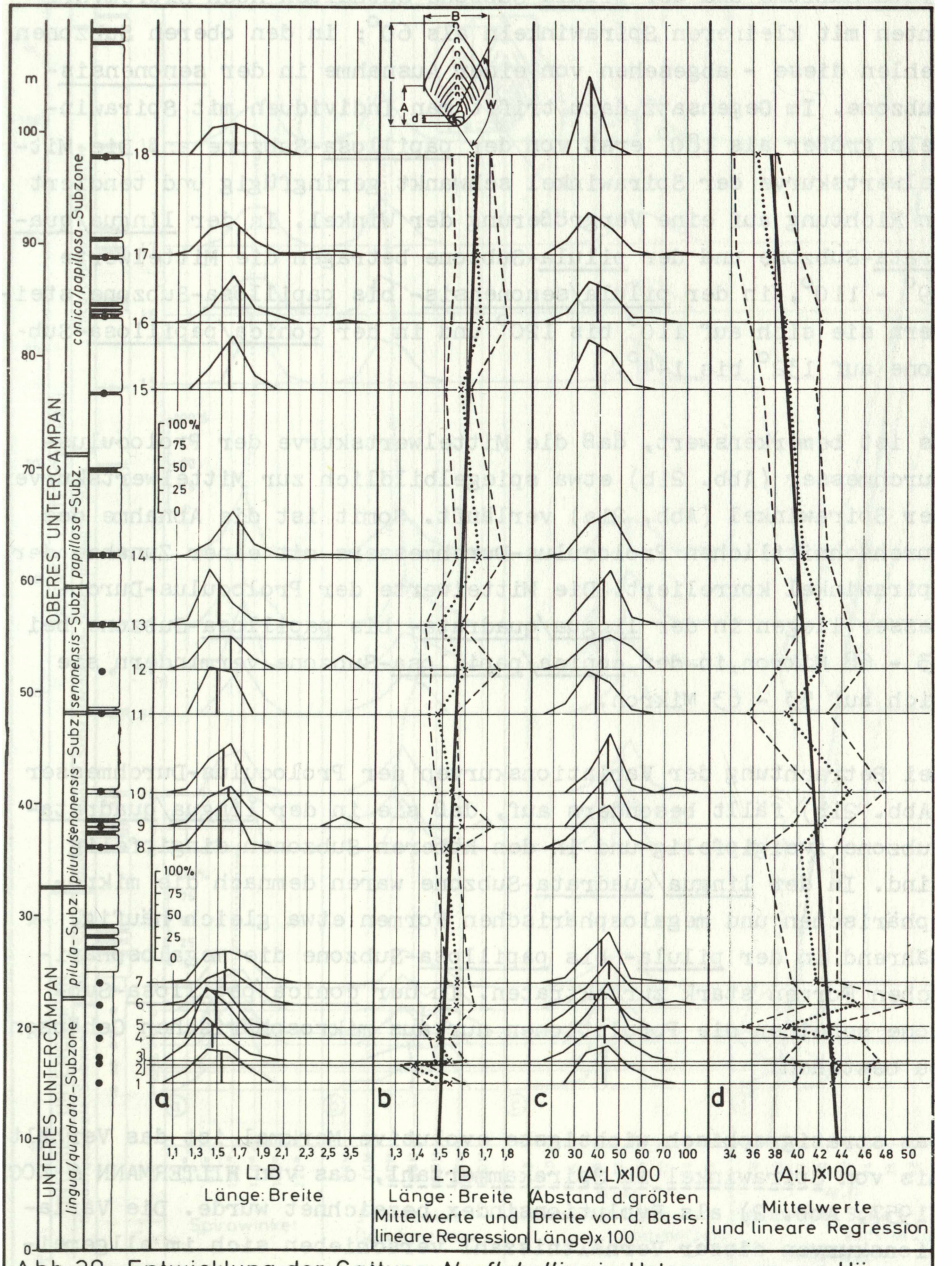


Abb. 20. Entwicklung der Gattung *Neoflabellina* im Untercampan von Höver

ABU-MAARUF 73

drata-Subzone und der pilula-Subzone enthalten noch Extremvarianten mit kleineren Spirawinkeln als 60°; in den oberen Subzonen fehlen diese - abgesehen von einer Ausnahme in der senonensis-Subzone. Im Gegensatz dazu trifft man Individuen mit Spirawinkeln größer als 180° erst von der papillosa-Subzone an. Die Mittelwertskurve der Spirawinkel schwankt geringfügig und tendiert in Richtung auf eine Vergrößerung der Winkel. In der lingua/quadrata-Subzone und der pilula-Subzone betragen die Mittelwerte 99° - 110°, in der pilula/senonensis- bis papillosa-Subzone steigern sie sich auf 110° bis 120° und in der conica/papillosa-Subzone auf 132° bis 144°.

Es ist bemerkenswert, daß die Mittelwertskurve der Proloculus-Durchmesser (Abb. 21b) etwa spiegelbildlich zur Mittelwertskurve der Spirawinkel (Abb. 21a) verläuft. Somit ist die Abnahme des durchschnittlichen Proloculus-Durchmessers mit einer Zunahme der Spirawinkel korreliert. Die Mittelwerte der Proloculus-Durchmesser liegen in der lingua/quadrata- bis papillosa-Subzone bei 63 - 68 Mikron, in der conica/papillosa-Subzone vermindern sie sich auf 53 - 63 Mikron.

Bei Betrachtung der Variationskurven der Proloculus-Durchmesser (Abb. 21b) fällt besonders auf, daß sie in der lingua/quadrata-Subzone zweigipfelig und in den höheren Subzonen eingipfelig sind. In der lingua/quadrata-Subzone waren demnach die mikrosphärischen und megalosphärischen Formen etwa gleich häufig, während in der pilula- bis papillosa-Subzone die megalosphärischen Formen stark zurücktraten. In der conica/papillosa-Subzone scheinen die Populationen nur aus mikrosphärischen Gehäusen zu bestehen.

Das stratigraphisch wichtigste evolutive Merkmal ist das Verhältnis von Spirawinkel zu Spirakammerzahl, das von HILTERMANN & KOCH (1957, Abb. 2) als Evolutionsindex bezeichnet wurde. Die Variationskurven dieser Verhältniszahl verschieben sich im allgemeinen in Richtung auf die höheren Werte (Abb. 21c). Die Mittelwertskurve in Abb. 21d schwankt zwar in ihrem Verlauf, zeigt aber eine relativ hohe Evolutionsgeschwindigkeit, die durch die

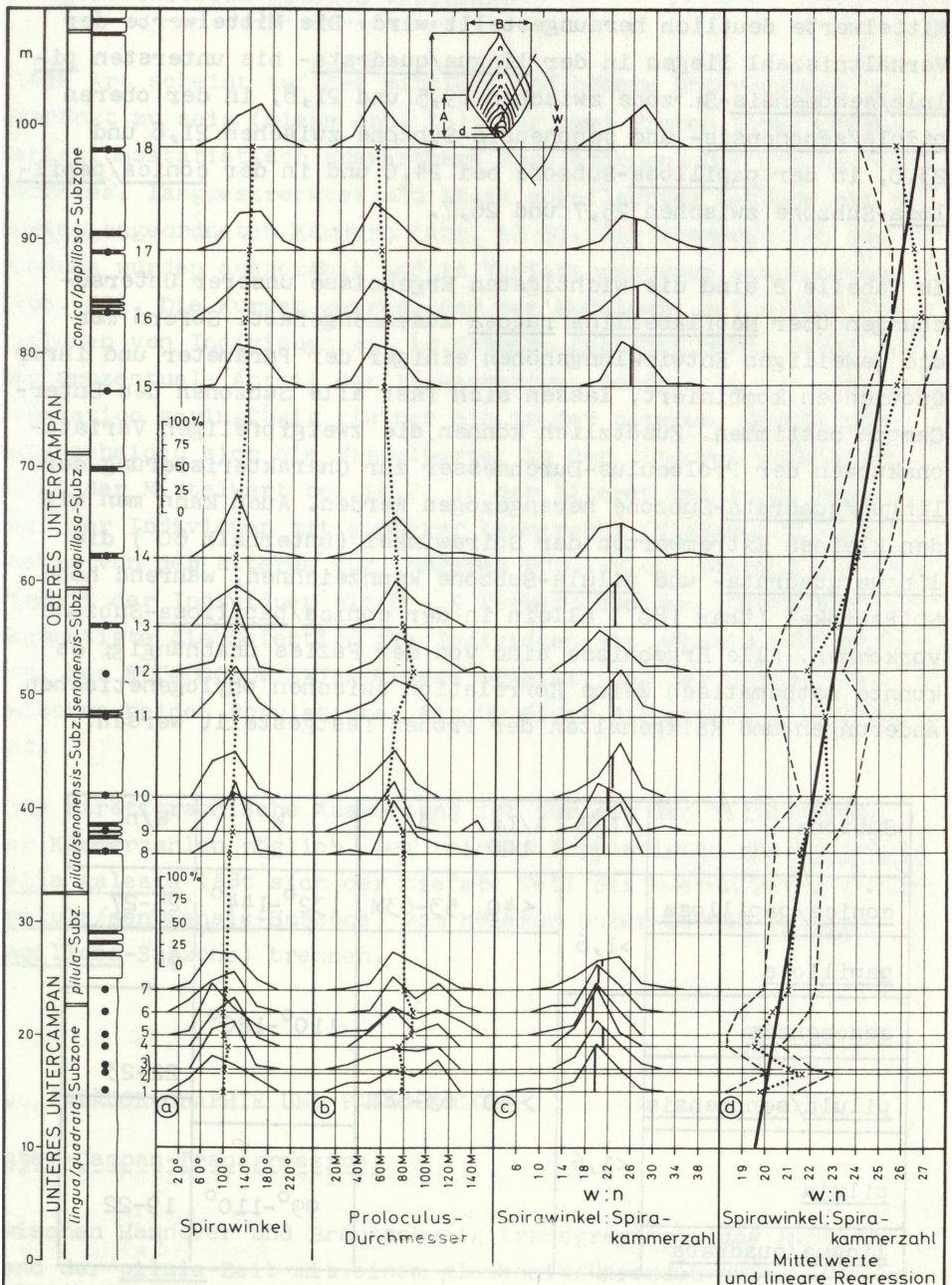


Abb. 21. Entwicklung der Gattung *Neoflabellina* im Untercampan von Höver

ABU-MAARUF 73

statistisch berechnete Neigung der linearen Regressionskurve der Mittelwerte deutlich herausgestellt wird. Die Mittelwerte der Verhältniszahl liegen in der lingua/quadrata- bis untersten pilula/senonensis-Subzone zwischen 19,5 und 21,8, in der oberen pilula/senonensis- und senonensis-Subzone zwischen 21,8 und 23,0, in der papillosa-Subzone bei 24,0 und in der conica/papillosa-Subzone zwischen 25,7 und 26,7.

In Tabelle 2 sind die wichtigsten Ergebnisse unserer Untersuchungen über Neoflabellina rugosa zusammengefaßt. Sofern man die jeweiligen Entwicklungshöhen einiger der Parameter und ihrer Quotienten kombiniert, lassen sich fast alle Subzonen des Unter-Campan bestimmen. Zusätzlich können die zweigipfeligen Variationskurven der Proloculus-Durchmesser zur Charakterisierung der lingua/quadrata-Subzone herangezogen werden. Auch kann man mit den kleinen Extremwerten der Spirawinkel (unterhalb 60°) die lingua/quadrata- und pilula-Subzone kennzeichnen, während hohe Spirawinkel (über 180°) allein in der conica/papillosa-Subzone vorkommen. Alle Ergebnisse sind von der Fazies unabhängig; es konnte mathematisch keine Korrelation zwischen phylogenetischen Änderungen und Kalkgehalten der Proben festgestellt werden.

<table>
<tr><th>Subzone</th><th>L/B</th><th>A/Lx 100</th><th>d</th><th>W</th><th>W/n</th></tr>
<tr><td>conica/papillosa</td><td rowspan="2">>1,6</td><td><40</td><td>53-63M</td><td>132°-144°</td><td>25-27</td></tr>
<tr><td>papillosa</td><td rowspan="4">>40</td><td rowspan="4">63-88M</td><td rowspan="2">110°-120°</td><td>24</td></tr>
<tr><td>senonensis</td><td rowspan="2">22-23</td></tr>
<tr><td>pilula/senonensis</td><td rowspan="3"><1,6</td><td rowspan="2">99°-110°</td></tr>
<tr><td>pilula</td><td rowspan="2">19-22</td></tr>
<tr><td>lingua/quadrata</td></tr>
</table>

Tabelle 2: Die Merkmals-Mittelwerte von Neoflabellina rugosa im Unter-Campan

2. Bolivinitella galeata VASILENKO

Diese Art scheint auf das mittlere und höhere Unter-Campan beschränkt zu sein (siehe Abb. 15). Nur zwei Proben boten reiche, variationsstatistisch auswertbare Populationen. Die Art hat ein schmales, langgestrecktes und stark abgeflachtes Gehäuse mit biserial angeordneten Kammern (Abb. 13 B). Die Kammerzahlen der Gehäuse wurden ausgezählt und in Variationskurven ausgewertet (Abb. 22). Die Kurven zeigen, daß der Modalwert bei beiden Populationen von Individuen mit 10 Kammern gebildet wird. Dabei ist der prozentuale Anteil der 10-kammerigen Gehäuse in der jüngeren Population geringfügig kleiner als in der älteren. Deutlicher unterscheiden sich die Mittelwerte; in der jüngeren Population liegt der Mittelwert bei 10,7, in der älteren bei 10,2. Der Anteil der Individuen mit größerer Kammerzahl (Klassen 11 - 15) wächst von der älteren zur jüngeren Population, während die Häufigkeit der Individuen mit 8 - 9 Kammern abnimmt. Offensichtlich begünstigte die Selektion die Individuen mit höheren Kammerzahlen. Der KOLMOGOROV/SMIRNOV-Test beweist, daß der Unterschied zwischen beiden Populationen mit 95 %iger Sicherheit signifikant ist.

Eine stratigraphische Auswertung ist nur mit den Mittelwerten der Kammerzahlen möglich. Bei reichen Populationen von Bolivinitella galeata läßt sich der tiefste Teil des oberen Unter-Campan (pilula/senonensis-Subzone) vom höheren Unter-Campan (conica/papillosa-Subzone) trennen.

G. PALÄOGEOGRAPHIE UND PALÄOÖKOLOGIE

Unter-Campan-Transgression:

Zwischen Hannover und Braunschweig transgredierte das Meer während der pilula-Zeit mit einem glaukonitführenden belemnitenreichen Horizont. Neben dem Glaukonitgehalt und der Anreicherung von Belemniten (Aufarbeitung und Kondensation) gründet sich nach ERNST (1968) die Annahme einer Transgression vor allem auf

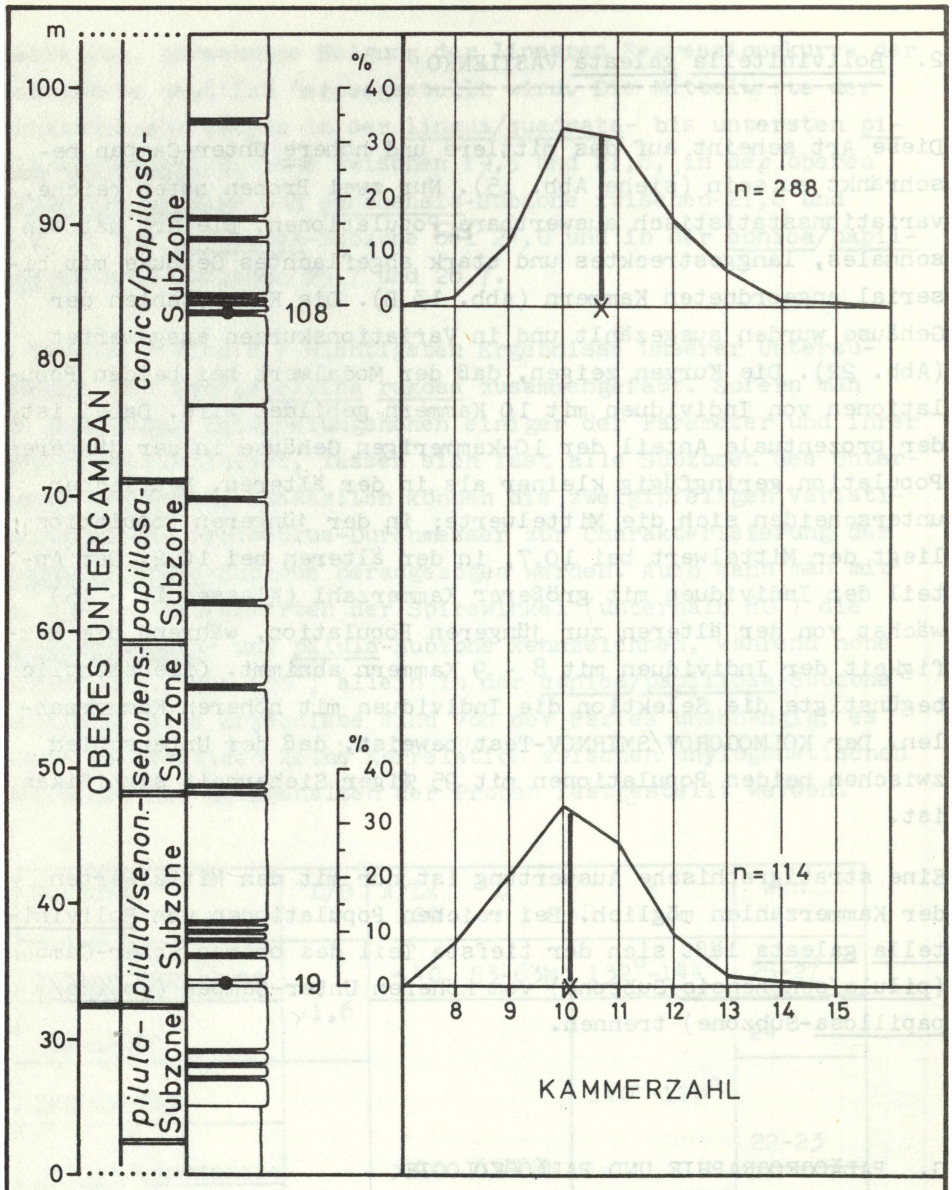


Abb. 22.

Evolutionstendenz von *Bolivinitella galeata* im Oberen Untercampan von Höver

ABU-MAARUF 73

das unterschiedliche Alter der liegenden Schichten (Schichtlücken). Eine diskordante Lagerung wurde bisher nicht festgestellt, weil die Transgression weniger auf orogene als auf epirogene Bewegungen zurückgeht. Auch ist der basale Transgressionshorizont praktisch geröllfrei, zumal die liegenden Tonmergel keine gröberen aufarbeitungsfähigen Komponenten enthalten.

Nach ERNST (1963b, 1968) und AL-ABAWI (1968) wurde der glaukonitische Transgressionshorizont der pilula-Subzone bisher in folgenden Unter-Campan-Aufschlüssen des Raumes Hannover - Braunschweig nachgewiesen bzw. sein Vorhandensein wahrscheinlich gemacht:

A. Lehrter Westmulde

1. Misburg, Mergelkalkbrüche der Hannoverschen Zementfabrik AG I und II
2. Misburg, Mergelkalkbruch GERMANIA I
3. Misburg, Kanaleinschnitt
4. Höver W 1, Bohrung (Horizont dicht unter der Tagesoberfläche)
5. Lehrte 44, Bohrung (in 808 m Teufe)

B. Peiner Oberkreide-Mulde

6. Schwicheldt, Kanaleinschnitt
7. Woltorf, Kanaleinschnitt
8. Oberg, Brunnenausschachtung

C. Meiner Mulde

9. Vordorf

Bemerkenswerterweise liegen alle diese Fundpunkte am Rande von Oberkreide-Mulden (vgl. ERNST, 1968, Abb. 1) und sind außerdem durch relativ geringe Zonenmächtigkeiten gekennzeichnet. Beides erklärt sich dadurch, daß die pilula-Transgression durch eine epirogene Absenkung ausgelöst wurde, die sich besonders in den flacheren Schwellengebieten, auf Untiefen oder am Rande der

Oberkreide-Mulden bemerkbar machte. Im Innern dieser Mulden herrschte dagegen eine fast lückenlose Sedimentation mit großen Mächtigkeiten. So wird das Unter-Campan im Beckenzentrum der Lehrter Westmulde 210 m bis über 300 m mächtig (BETTENSTAEDT & DIETZ, 1957, S. 498; AL-ABAWI, 1968, S. 414).

Solche Verhältnisse liegen offenbar auch schon in Höver vor. Dieser Aufschluß liegt schon etwas küstenferner und zeigt während der lingua/quadrata- und pilula-Zeit eine kontinuierliche Sedimentation. In der stratigraphischen Höhe der pilula-Transgression wechselt dort die Fazies von eintönigen grauen Kalkmergeln zu einer Wechselfolge von Mergelkalken und Kalken. Diese auffällige Änderung der Sedimentationsverhältnisse ist nach der Parallelisierung mittels der Foraminiferen-Verbreitung mit der pilula-Transgression in Misburg synchron (siehe S. 51). Der Fazies-Umschlag innerhalb der pilula-Subzone ist in der Bohrung Lehrte 11 auch noch im Beckenzentrum nachweisbar (AL-ABAWI, 1968, S. 423).

Strömungsrichtungen:

Zur Ermittlung der Strömungsverhältnisse während der Transgressions-Zeit wurden die Rostren von Gonioteuthis quadrata in den Glaukonithorizonten von Misburg und Woltorf sowie in den äquivalenten Schichten von Höver eingemessen. Die Einsteuerungsdiagramme wurden in Abb. 23 dargestellt. Unter der Annahme, daß sich die Belemniten im Regelfall mit der Spitze gegen die Strömung stellen, wurden die generellen Strömungstendenzen als Pfeile eingezeichnet. Bei Misburg und Woltorf waren die Strömungen überwiegend nach NE gerichtet, während sie in dem küstenferner gelegenen Profil Höver gegen S wiesen.

Bathymetrie:

In Abb. 24 sind die Plankton/Benthos-Verhältnisse der Foraminiferen in drei Zeitabschnitten des Unter-Campan dargestellt. Zu den Planktonten wurden die Arten der Gattungen Globigerina, Globotruncana, Heterohelix, Allomorphina und Pullenia gerechnet.

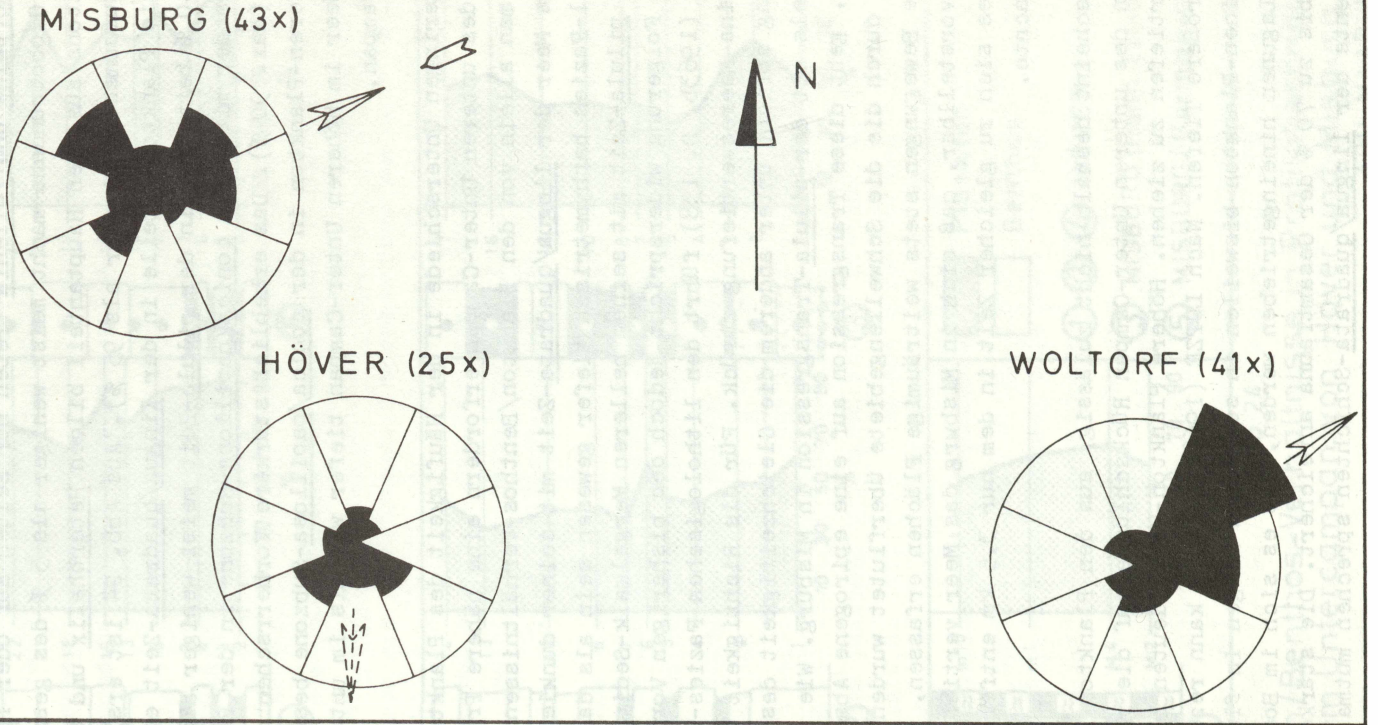


Abb. 23. Einsteuerungsdiagramme von *Gonioteuthis* aus den Glaukonit-Horizonten der *pilula*-Subzone von Woltorf und Misburg sowie den äquivalenten Bänken von Höver

ABU-MAARUF 73

Allomorphina und Pullenia treten nur selten auf oder fehlen ganz. Auch Globotruncana macht meist weniger als 5 % des gesamten Planktons aus. Den Hauptanteil bilden Heterohelix und Globigerina (zusammen meist mehr als 95 %). Aus Abb. 24 ist ersichtlich, daß die Plankton-Anteile in der lingua/quadrata-Zeit etwas mehr als 50 % betragen, in der pilula-Zeit meist weniger als 50 % und in der mittleren conica/papillosa-Subzone in der Regel über 70 % (max. 90 %). Das erheblich stärkere Vorherrschen von Foraminiferen-Plankton in der conica/papillosa-Subzone besagt, daß das Meer im höheren Unter-Campan tiefer war als im unteren Unter-Campan.

Die geringen Unterschiede in der Häufigkeit des Planktons innerhalb des unteren Unter-Campan erfordern eine nähere Prüfung. Geht man allein von den Plankton/Benthos-Verhältnissen aus, müßte das Meer der lingua/quadrata-Zeit mit seiner dunklen Kalkmergel-Fazies bathymetrisch tiefer gewesen sein als das der späteren pilula-Zeit mit seinen helleren Mergelkalk-Sedimenten. Diese Folgerung widerspricht jedoch den bisherigen Vorstellungen. ERNST (1963b, S. 138) führt den lithologischen Fazies-Umschlag auf eine Meeresvertiefung zurück. Für die Richtigkeit dieser Deutung spricht unter anderem die Gleichzeitigkeit des Faziswechsels mit der pilula-Transgression in Misburg. Wie schon erwähnt, geht diese Transgression auf eine epirogene Absenkung zurück, durch die die Schwellengebiete überflutet wurden. Da epirogene Bewegungen stets weiträumige Flächen erfassen, scheint es kaum vorstellbar, daß sich in Misburg das Meer vertiefte, während es sich zu gleicher Zeit in dem nur 3,5 km entfernten Höver verflachte.

Es erscheint deshalb nicht zulässig, aus den Plankton Benthos-Werten des unteren Unter-Campan Rückschlüsse auf die relativen Wassertiefen zu ziehen. Höhere Plankton-Werte deuten nicht immer auf größere Tiefen. Nach LUTZE (1968, S. 437) kann rezentes Globigerinen-Plankton bisweilen in so großen Mengen in flache Golfe oder Lagunen hineingetrieben werden, daß es sich im Bodensediment bis zu 70 % der Gesamtfauna anreichert. Die stärker tonigen Sedimente der lingua/quadrata-Schichten sprechen mutmaßlich für relative Landnähe; die Küste war noch ähnlich buchtenreich, wie

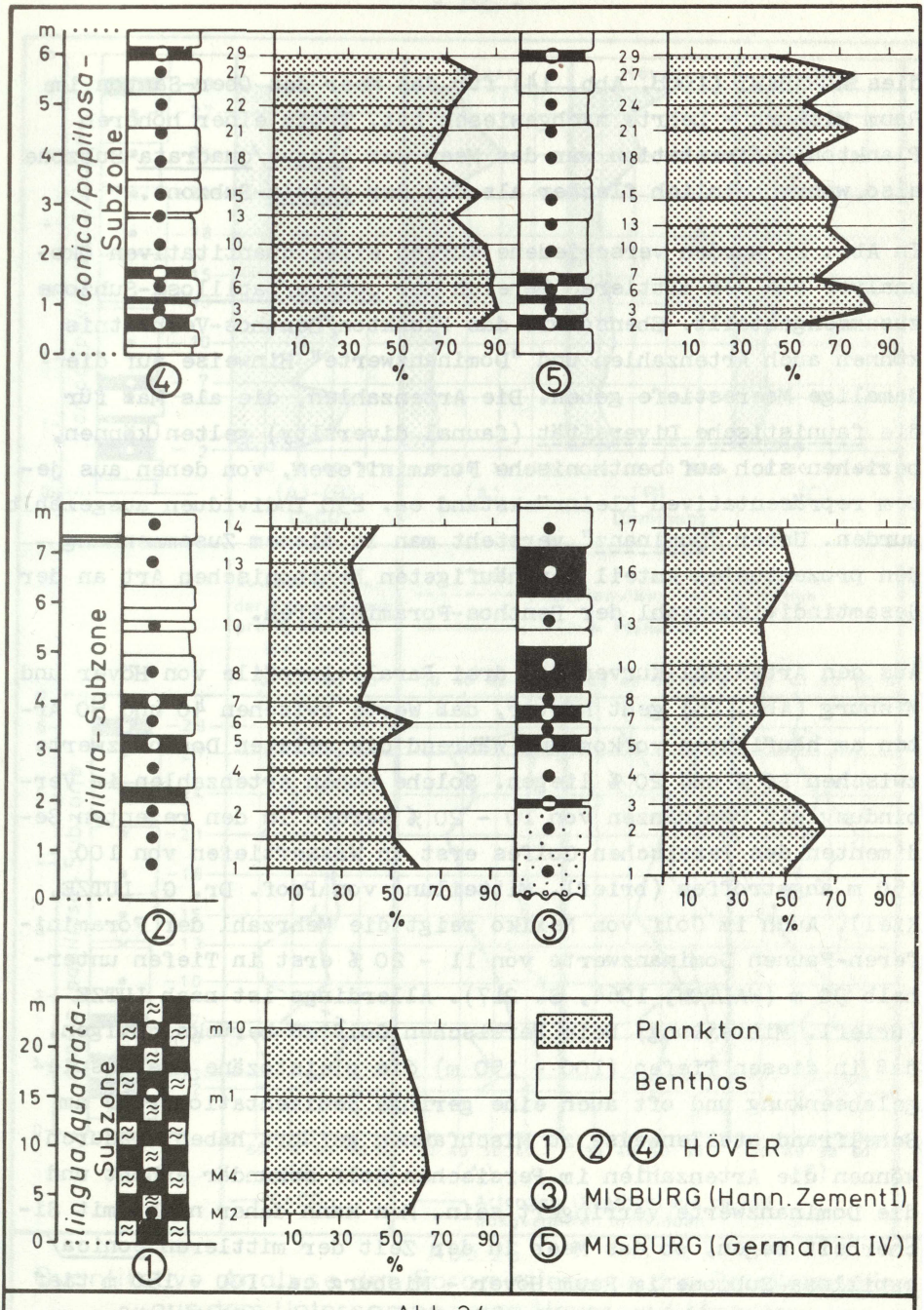


Abb. 24

Plankton/Benthos-Verhältnisse in Profilabschnitten aus dem Untercampan von Höver und Misburg

ABU-MAARUF 73

dies AL-ABAWI (1968, Abb. 14) für das Meer des Ober-Santon im Raum Misburg - Lehrte nachgewiesen hat. Trotz einer höheren Plankton-Sedimentation war das Meer der lingua/quadrata-Subzone also wahrscheinlich flacher als das der pilula-Subzone.

In Abb. 25 wurden verschiedene Kurven einer quantitativen Ökoanalyse aus dem mittleren Bereich der conica/papillosa-Subzone zusammengestellt. Ebenso wie das Plankton/Benthos-Verhältnis können auch Artenzahlen und "Dominanzwerte" Hinweise auf die damalige Meerestiefe geben. Die Artenzahlen, die als Maß für die faunistische Diversität (faunal diversity) gelten können, beziehen sich auf benthonische Foraminiferen, von denen aus jedem repräsentativen Kleinrückstand ca. 250 Individuen ausgezählt wurden. Unter "Dominanz" versteht man in diesem Zusammenhang den prozentualen Anteil der häufigsten benthonischen Art an der Gesamtindividuenzahl der Benthos-Foraminiferen.

Aus den Artenzahl-Kurven der drei Parallelprofile von Höver und Misburg (Abb. 25) geht hervor, daß Werte zwischen 40 und 50 Arten am häufigsten vorkommen, während die meisten Dominanzwerte zwischen 10 % und 20 % liegen. Solche hohen Artenzahlen in Verbindung mit Dominanzen von 10 - 20 % werden in den rezenten Sedimenten des Persischen Golfes erst in Wassertiefen von 100 - 150 m angetroffen (briefl. Mitteilung von Prof. Dr. G. LUTZE, Kiel). Auch im Golf von Mexiko zeigt die Mehrzahl der Foraminiferen-Faunen Dominanzwerte von 11 - 20 % erst in Tiefen unterhalb 90 m (WALTON, 1964, S. 217). Allerdings ist nach LUTZE (briefl. Mitteilung) beim Persischen Golf zu berücksichtigen, daß in diesen Tiefen (100 - 150 m) die pleistozäne Meeresspiegelabsenkung und oft auch eine geringe Sedimentationsrate am Schelfrand stellenweise zu Mischfaunen geführt haben. Dadurch können die Artenzahlen im Persischen Golf sekundär erhöht und die Dominanzwerte verringert sein. Man kann daher nicht mit Sicherheit sagen, ob das Meer in der Zeit der mittleren conica/papillosa-Subzone im Raum Höver - Misburg ca. 100 - 150 m tief gewesen ist. Die Wassertiefe könnte auch wesentlich größer gewesen sein, wofür z.B. die hohen Anteile der planktonischen Foraminiferen sprächen. Immerhin läßt sich aus den Auszählungen folgern, daß das Meer nicht flacher als 100 m war, denn bei sol-

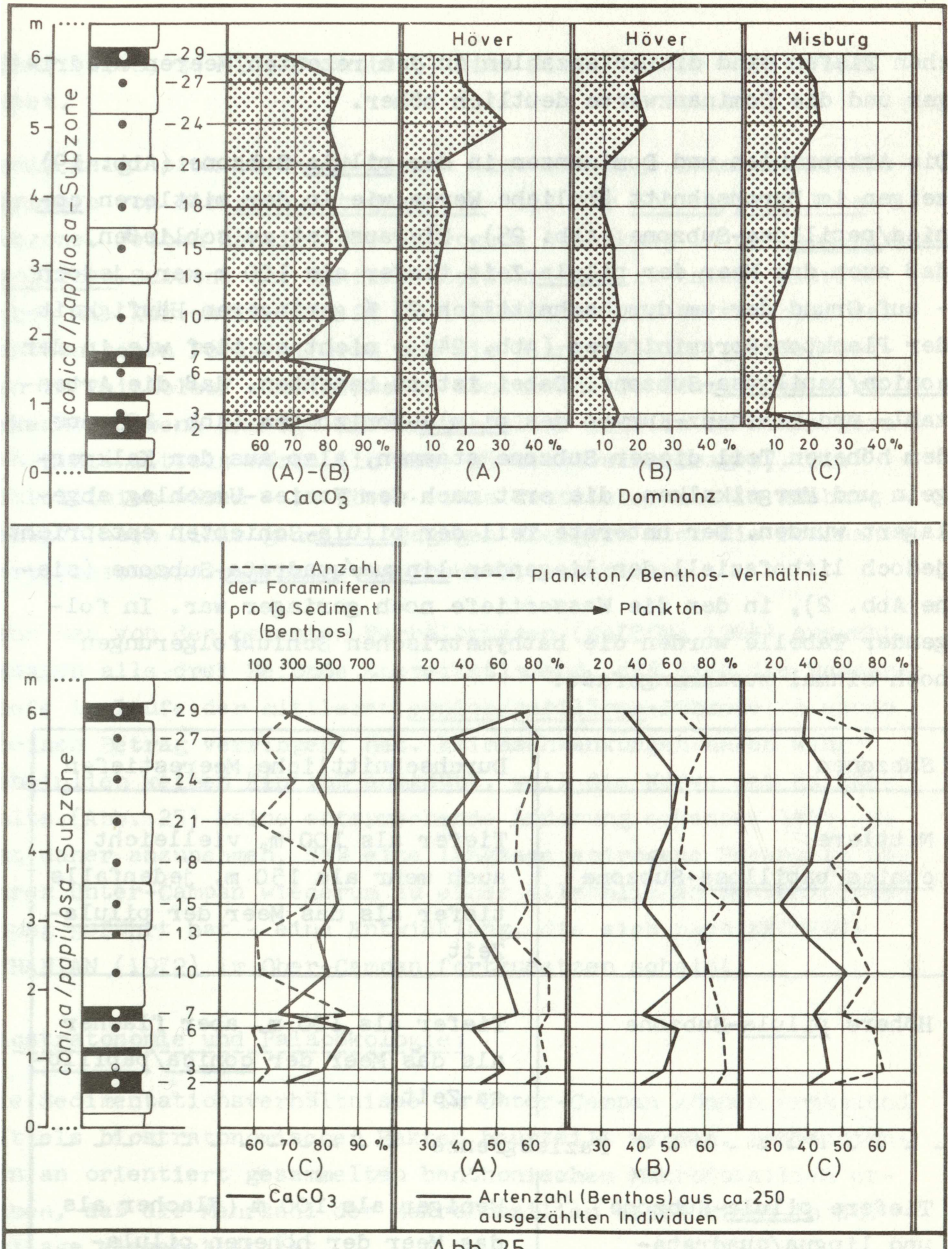


Abb. 25.
Quantitative Analyse der Foraminiferen in drei Parallelprofilen aus dem Untercampan von Höver und Misburg

ABU-MAARUF 73

chen Tiefen sind die Artenzahlen in den rezenten Meeren niedriger und die Dominanzwerte deutlich höher.

Die Artenzahlen und Dominanzen in der pilula-Subzone (Abb. 19) zeigen im Durchschnitt ähnliche Werte wie in der mittleren conica/papillosa-Subzone (Abb. 25). Hieraus ist zu schließen, daß auch das Meer der pilula-Zeit tiefer als 100 m war, jedoch - auf Grund der um durchschnittlich 25 % geringeren Häufigkeit der Plankton-Foraminiferen (Abb. 24) - nicht so tief wie in der conica/papillosa-Subzone. Dabei ist zu beachten, daß die Artenzahl- und Dominanz-Kurven des pilula-Horizontes (Abb. 19) aus dem höheren Teil dieser Subzone stammen, also aus den Kalkmergeln und Mergelkalken, die erst nach dem Fazies-Umschlag abgelagert wurden. Der unterste Teil der pilula-Schichten entspricht jedoch lithofaziell der liegenden lingua/quadrata-Subzone (siehe Abb. 2), in der die Wassertiefe noch geringer war. In folgender Tabelle wurden die bathymetrischen Schlußfolgerungen noch einmal zusammengefaßt:

Subzonen	Durchschnittliche Meerestiefen
Mittlere conica/papillosa-Subzone	Tiefer als 100 m, vielleicht auch mehr als 150 m, jedenfalls tiefer als das Meer der pilula-Zeit
Höhere pilula-Subzone	Tiefer als 100 m, aber flacher als das Meer der conica/papillosa-Zeit
- - - - - - - - - - - Faziesgrenze - - - - - - - - - - - -	
Tiefere pilula-Subzone und lingua/quadrata-Subzone	Weniger als 100 m (flacher als das Meer der höheren pilula-Subzone)

Die Wassertiefe der lingua/quadrata-Zeit ist schwer abzuschätzen. Das Meer war aber mutmaßlich tiefer als das der kalkärmeren granulataquadrata-Zone (ERNST, 1963b, S. 133), für die AL-

ABAWI (1968, S. 422, Fußnote 5) eine Tiefe von 10 - 50 m vermutet.

Damit zeigt sich im Unter-Campan eine ständige Zunahme der Wassertiefe von der granulataquadrata- bis zur conica/papillosa-Subzone. Jedoch scheint die epirogene Absenkung in der conica/papillosa-Subzone ihr Maximum überschritten zu haben. Hierfür geben die Kurven in Abb. 25 drei Hinweise. Die Artenzahlen der benthonischen Foraminiferen und die Plankton-Häufigkeiten zeigen im Zeitablauf eine schwache abnehmende Tendenz. Dies wird erkennbar, wenn man die Kurvenausschläge jeweils zu einer geraden Linie mitteln würde (in Abb. 25 nicht eingetragen). Die Mittellinien wären - in Höver etwas deutlicher als in Misburg - schwach nach links geneigt. Dagegen steigern sich die Dominanzwerte besonders oberhalb von Probe 21 erheblich.

Wenn man von den rezenten Verhältnissen (WALTON, 1964) ausgeht, besagen alle drei Befunde übereinstimmend, daß sich die Wassertiefe im Laufe der mittleren conica/papillosa-Subzone um einen kleinen Betrag verringert hat. Klimaschwankungen haben wahrscheinlich keinen Einfluß ausgeübt, weil die Kurve des Kalkgehalts (Abb. 25) keine entsprechende Änderung erkennen läßt. Es ist daher anzunehmen, daß eine langsame epirogene Hebung im höheren Unter-Campan wiederum zu einer allmählichen Meeresverflachung geführt hat - eine Entwicklung, die sich nach KHOSROV-SCHAHIAN (1972) im Ober-Campan fortzusetzen scheint.

Biostratonomie und Paläoökologie:

Die Sedimentationsverhältnisse im Unter-Campan können ergänzend mittels biostratonomischer Fakten beurteilt werden. Beobachtungen an orientiert gesammelten benthonischen Makrofossilien ergaben, daß die Mehrzahl der Makrofossilien meist nicht in Normallage eingebettet ist.

Besonders ausgeprägt zeigt sich dies an der Einbettungslage der Echiniden; viele liegen schräg zur Schichtung, in Seitenlage und gelegentlich auch in Apikallage im Sediment. Bei quantitativer Auswertung ergeben die verschiedenen Arten und Gattungen

je nach ihrer Coronenform unterschiedliche Ergebnisse. Beispielsweise finden sich die Kleinechiniden Offaster und Galeola wegen ihrer kleinen und rundlichen Formen in allen Einbettungslagen, die konischen Echinocorys conica bevorzugt in Basis- oder Seitenlage, die flachen Micraster schroederi und Cardiotaxis überwiegend in Normal- bzw. Apikallage. Die unterschiedlichen Einbettungslagen weisen auf unruhiges Bodenwasser hin, das die Einkippung der Coronen bewirkte (vgl. auch ERNST, 1966 und KHOSROV-SCHAHIAN, 1972, S. 58).

Zahlreiche Makrofossilien - besonders die Echiniden der Echinocorys-Gruppe - weisen Korrosionserscheinungen von wechselnder Intensität auf. Nach ERNST (1966) könnte die untermeerische Subsolution durch karbonatlösende Bodenströmungen verursacht worden sein, die auf die am Meeresgrunde liegenden Hartteile einwirkten.

Fast alle Fossilschalen dienten auf dem weichen Meeresboden den Epizoen als sekundäre Hartböden. Die Besiedlungsdichte der Epizoen unterlag während des Unter-Campan größeren Schwankungen (siehe Abb. 10 - 12), was sich möglicherweise durch unterschiedliche Sedimentationsgeschwindigkeit erklärt. Schwankende Sedimentationsraten lassen sich auch an Hand der unterschiedlichen Häufigkeit der benthonischen Foraminiferen in der mittleren conica/papillosa-Subzone vermuten. In Abb. 25 wurden die für 1 g Sediment berechneten Individuenzahlen der Benthos-Foraminiferen dargestellt; die Kurve zeigt unregelmäßige Amplituden. Die Schwankungen können natürlich auch umgekehrt, d.h. durch wechselnde Besiedlungsdichte bei gleichbleibender Sedimentationsgeschwindigkeit gedeutet werden.

H. TEKTONIK

Die Oberkreide-Aufschlüsse bei Höver und Misburg liegen im westlichen Randbereich der Lehrter Westmulde zwischen Lehrter und Benther Salzstock, der Kanaleinschnitt Woltorf am Ostrand der Peiner Oberkreidemulde zwischen den Salzstöcken von Gr. Ilsede/

Berkhöpen und Broistedt-Engelnstedt. Wie im gesamten norddeutschen Raum, bestimmt die Halokinese des Zechsteinsalinars auch in diesem Gebiet das tektonische Bild der postpermischen Ablagerungen und spielte eine Hauptrolle bei den Ablagerungs- und Lagerungsverhältnissen sowie den tektonischen Beanspruchungen der Campan-Sedimente.

In der Lehrter Westmulde ist die Mächtigkeit der Campan-Sedimente in der Nähe von Lehrte wesentlich größer als bei Höver und Misburg. Diese unterschiedlichen Mächtigkeitsverhältnisse wurden von BETTENSTAEDT & DIETZ (1957) auf die extreme synsedimentäre Absenkung in Salzstocknähe zurückgeführt, die durch Salzabwanderung im Untergrund bedingt ist.

Die Untercampan-Schichten streichen in den Gruben bei Höver und Misburg NNW/SSE und fallen nach ENE ein. Der Einfallwinkel beträgt in der Grube ALEMANNIA 7° - 12°, in GERMANIA III 13° - 16° und in der Hannoverschen Portland Cementfabrik I 8° - 10°. Nach KHOSROVSCHAHIAN (1972) erreicht der Einfallwinkel im Campan der Grube GERMANIA IV Maximalwerte von 14° - 18°, im Unter-Campan von TEUTONIA 5° - 10°.

In den Gruben bei Höver und Misburg komplizieren zahlreiche Störungen (Abschiebungen) die Lagerungsverhältnisse. Die Abschiebungen streichen in der Regel NNE/SSW bis NE/SW und fallen mit 40° - 80° gegen ESE bzw. SE ein. Sie versetzen die Schichten mit unterschiedlichen Sprunghöhen von 0,1 m bis 9 m staffelförmig in Richtung des Lehrter Salzstockes (Abb. 3 und Abb. 25). In die tektonische Karte der Grube ALEMANNIA (Abb. 26) wurden nur diejenigen Verwerfungen eingetragen, deren Sprunghöhe 0,5 m übersteigt. Während in den von uns bearbeiteten Gruben in Höver und Misburg nur Abschiebungen beobachtet wurden, kommen nach KHOSROVSCHAHIAN (1972) in der Grube TEUTONIA auch Aufschiebungen vor, auf denen die Hangendschollen der Grube nach W bis NW bewegt wurden. Aufgrund der Unterschiede in Streichrichtung, Charakter und Intensität ist anzunehmen, daß die Störungen unterschiedliches Alter besitzen und daß sie während mehrerer Bewegungsphasen der Salzstöcke angelegt wurden. Z.B. haben die NNE/SSW-streichenden Störungen, die zur Salzstock-

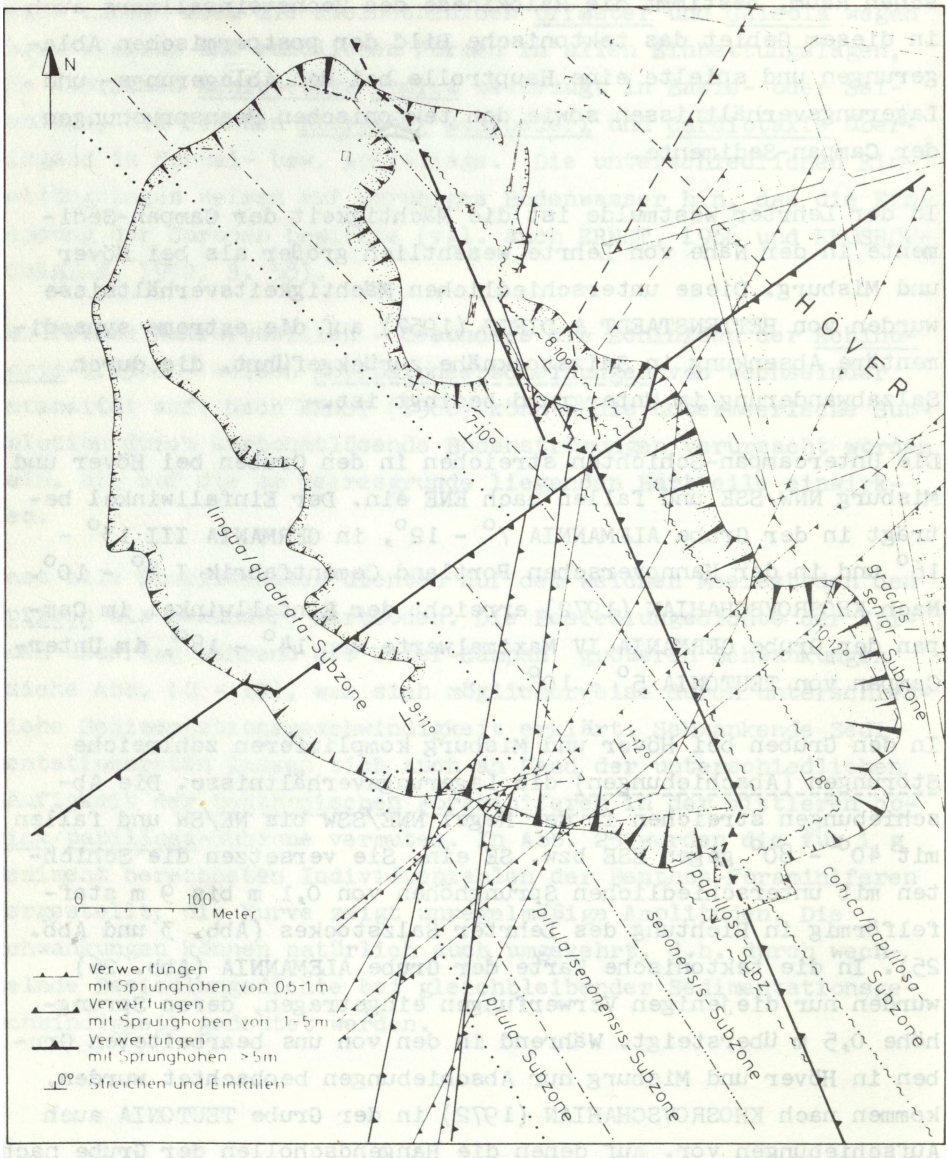


Abb. 26. Tektonische Karte des Untercampans der Zementgrube ALEMANNIA (Hover) Stand Dez. 1970

Achse parallel verlaufen, meist nur Sprunghöhen von weniger als 2 m, während die Sprunghöhen der tiefer greifenden NE/SW-Störungen 5 m überschreiten können. Auch die einzige NNW/SSE-streichende Störung in der Grube ALEMANNIA hat eine Sprunghöhe von rd. 6 m; ihr vermuteter Verlauf konnte durch drei Aufschlußbohrungen südwestlich der Grube bestätigt werden.
Bei Woltorf streichen die Unter-Campan-Schichten NNE/SSW und fallen mit 3° - 12° nach WNW ein. Beim Kanal-km 207,5 liegen die Schichten in Höhe der Kanalböschung fast horizontal; westlich davon fallen sie in Richtung ESE ein. Demnach ist hier am Ostrand der Woltorfer Scholle eine Spezialmulde ausgebildet. Die Störungen streichen generell in NS-Richtung und fallen im Durchschnitt mit 60° nach W ein. In der Regel handelt es sich um Abschiebungen mit Sprunghöhen von weniger als 1 m, die die Unter-Campan-Schichten in Richtung Westen zu der Salzachse Gr. Ilsede-Edesse versetzen.

I. LITERATUR

ABU-MAARUF, M. 1973: Stratigraphische Methoden zur Feingliederung und Korrelation der Mergelkalk-Fazies des Untercampan in SE-Niedersachsen. -- Dissertation, 96 S., Braunschweig.

AL-ABAWI, T. 1968: Methodische Untersuchungen zur Feinstratigraphie an Oberkreide-Foraminiferen im Raum Hannover - Lehrte. -- Ber. Naturhist. Ges., Beih. 5, KELLER-Festschrift, S. 393-425, Hannover.

BANDY, O.L. & ARNAL, R.E. 1960: Concepts of foraminiferal paleoecology. -- Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 44, S. 1921-1932.

BETTENSTAEDT, F. 1960: Die stratigraphische Bedeutung phylogenetischer Reihen in der Mikropaläontologie. -- Geol. Rundschau, 49, S. 51-69, Stuttgart.

------- 1962: Evolutionsvorgänge bei fossilen Foraminiferen. -- Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 31, S. 385-460, Hamburg.

------- 1968: Wechselbeziehungen zwischen angewandter Mikropaläontologie und Evolutionsforschung. -- Ber. Naturhist. Ges., Beih. 5, KELLER-Festschrift, S. 357-391, Hannover.

BETTENSTAEDT, F. & DIETZ, C. 1957: Tektonische und erdölgeologische Untersuchungen im Raum Lehrte östlich Hannover. -- Geol. Jb., 74, S. 463-522, Hannover.

BROTZEN, F. 1936: Foraminiferen aus dem schwedischen untersten Senon von Eriksdal in Schonen. -- Sver. geol. Unders., Ser. C, 396, Arsb. 30, 206 S., Stockholm.

CORRENS, C.W. 1968: Einführung in die Mineralogie. -- 458 S., Berlin (Springer-Verl.).

CUSHMAN, J.A. 1926: Eouvigerina, a new genus from the Cretaceous. -- Contr. CUSHMAN Found. Foram. Res., 2, 1, Sharon.

------- 1933: New american Cretaceous Foraminifera. -- Contr. CUSHMAN Found. Foram. Res., 9, Sharon.

------- 1946: Upper Cretaceous Foraminifera of the Gulf Coastal Region of the United States and adjacent areas. -- US geol. Serv., prof. pap., 206, 241 S., Washington.

------- 1955: Foraminifera their classification and economic use. -- 4. ed., 605 S., Cambridge, Massachusetts.

EGGER, J.G. 1899: Foraminiferen und Ostracoden aus den Kreidemergeln der Oberbayerischen Alpen. -- Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., 21, (1), S. 1-230, München.

ERNST, G. 1963a: Stratigraphische und gesteinschemische Untersuchungen im Santon und Campan von Lägerdorf (SW-Holstein). -- Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 32, S. 71-127, Hamburg.

------- 1963b: Zur Feinstratigraphie und Biostratonomie des Obersanton und Campan von Misburg und Höver bei Hannover. -- Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 32, S. 128-147, Hamburg.

------- 1964: Ontogenie, Phylogenie und Stratigraphie der Belemnitengattung Gonioteuthis BAYLE aus dem nordwestdeutschen Santon/Campan. -- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 7, S. 113-174, Krefeld.

------- 1966: Fauna, Ökologie und Stratigraphie der mittelsantonen Schreibkreide von Lägerdorf (SW-Holstein). -- Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 35, S. 115-150, Hamburg.

------- 1967: Über Fossilnester in Pachydiscus-Gehäusen und das Lagenvorkommen von Echiniden in der Oberkreide NW-Deutschlands. -- Paläont. Z., 41, S. 211-229, Stuttgart.

ERNST, G. 1968: Die Oberkreide-Aufschlüsse im Raume Braunschweig - Hannover und ihre stratigraphische Gliederung mit Echinodermen und Belemniten. 1. Teil: Die jüngere Oberkreide (Santon - Maastricht). -- Ber. Naturhist. Ges., Beih. 5, KELLER-Festschrift, S. 235-284, Hannover.

------- 1970: Faziesgebundenheit und Ökomorphologie bei irregulären Echiniden der nordwestdeutschen Oberkreide. -- Paläont. Z., 44, S. 41-62, Stuttgart.

------- 1971: Biometrische Untersuchungen über die Ontogenie und Phylogenie der Offaster/Galeola-Stammesreihe (Echin.) aus der nordwesteuropäischen Oberkreide. -- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 139, S. 169-225, Stuttgart.

------- & SCHMID, F. 1975: Stand der geologischen Forschungsarbeiten in den Oberkreide-Mulden zwischen Misburg und Lehrte. -- Ber. Naturhist. Ges., 119, S. 7-20, Hannover.

FRANKE, A. 1928: Die Foraminiferen der Oberen Kreide Nord- und Mitteldeutschlands. -- Abh. preuß. geol. L.-A., N.F., 111, 208 S., Berlin.

GRABERT, BR. 1959: Phylogenetische Untersuchungen an Gaudryina und Spiroplectinata (Foram.) besonders aus dem nordwestdeutschen Apt und Alb. -- Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., 498, S. 1-71, Frankfurt a.M.

GRIMSDALE, T.F. & van MORKHOVEN, F.P.C. 1955: The ratio between pelagic and benthonic foraminifera as a means of estimating depth of deposition of sedimentary rocks. -- 4th World Petr. Congr., Proc. Paper 4, sect. I/D, S. 473-489, Roma.

HAGN, H. 1953: Die Foraminiferen der Pinswanger Schichten (Unteres Obercampan). Ein Beitrag zur Mikropaläontologie der helvetischen Oberkreide Südbayerns. -- Palaeontographica Abt. A, 104, 119 S., Stuttgart.

HILTERMANN, H. 1952: Stratigraphische Fragen des Campan und Maastricht unter besonderer Berücksichtigung der Mikropaläontologie. -- Geol. Jb., 67, S. 47-66, Hannover.

------- & KOCH, W. 1950: Taxonomie und Vertikalverbreitung von Bolivinoides-Arten im Senon Nordwestdeutschlands. -- Geol. Jb., 64, S. 595-632, Hannover.

------- & KOCH, W. 1957: Revision der Neoflabellinen (Foram.) I. Teil: Neoflabellina rugosa (D'ORBIGNY) und ihre Unterarten. -- Geol. Jb., 74, S. 269-304, Hannover.

------- & KOCH, W. 1962: Oberkreide des nördlichen Mitteleuropa. - In: Leitfossilien der Mikropaläontologie. Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen. S. 299-338, Berlin-Nikolassee.

HOFKER, J. 1957: Foraminiferen der Oberkreide von Nordwestdeutschland und Holland. - Beih. Geol. Jb., 27, 464 S., Hannover.

KHOSROVSCHAHIAN, R. 1972: Feinstratigraphische und faziesanalytische Untersuchungen im Campan von Misburg bei Hannover. -- Dissertation, 84 S., Braunschweig.

KLINGLER, W. 1948: Die obersenone Schreibkreide von Lägerdorf unter besonderer Berücksichtigung der Echinoideen. -- Ungedruckte Dissertation, 105 S., Hamburg.

LUTZE, G.F. 1968: Ökoanalyse der Mikrofauna des Aptium von Sarstedt bei Hannover. -- Ber. Naturhist. Ges., Beih. 5, KELLER-Festschrift, S. 427-442, Hannover.

MICHAEL, E. 1967: Die Mikrofauna des NW-deutschen Barrême. Teil I: Die Foraminiferen des NW-deutschen Barrême. -- Paläontographica, Suppl.-Bd., 12, 171 S., Stuttgart.

------- 1968: Variations in the number of species of benthonic foraminifera in the Barremian of northwestern Germany. -- Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 4, S. 279-303, Amsterdam - London - New York (Elsev. Publ. Comp.).

SCHMID, F. 1953: Schlüsselprofile der Oberen Kreide NW-Deutschlands. -- Paläont. Z., 27, 3/4, S. 234-235, Stuttgart.

SCHÖNER, H. 1960: Über die Verteilung und Neubildung der nichtkarbonatischen Mineralkomponenten der Oberkreide aus der Umgebung von Hannover. -- Beitr. Mineral. Petrogr. 7, 2, S. 76-103, Berlin.

STEINICH, G. 1972: Endogene Tektonik in den Unter-Maastricht-Vorkommen auf Jasmund (Rügen). -- Geologie, Beih. 71/72, 207 S., Berlin.

VOIGT, E. 1962: Frühdiagenetische Deformation der turonen Plänerkalke von Halle/Westf. als Folge einer Großgleitung unter besonderer Berücksichtigung des Phacoid-Problems. -- Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 31, S. 146-275, Hamburg.

WALTON, W.R. 1964: Recent foraminiferal ecology and paleoecology. In: IMBRIE, J. & NEWELL, N. (eds.): Approaches to Paleoecology. -- S. 151-237, New York (Wiley & Sons).

ZORN, H. 1972: Sind morphologische Merkmale von Organismen durch Verhältniszahlen quantitativ zu erfassen? -- N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 140, 3, S. 354-377, Stuttgart.