

STRATIGRAPHISCH-FAZIELLE UNTERSUCHUNGEN AN DOGGER- UND MALM=
ZEITLICHEN ABLAGERUNGEN IM RAUM WOLFSBURG (OST-NIEDERSACHSEN)

(mit 7 Abb.)

von JÜRGEN KREUSCH

<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
1. EINLEITUNG	4
2. REGIONALGEOLOGISCHER UND TEKTONISCHER ÜBERBLICK	6
3. ÜBERBLICK ÜBER DIE IM RAUM WOLFSBURG NACHGE- WIESENEN DOGGER- UND MALMSCHICHTGLIEDER	8
3.1. Dogger	8
3.2. Malm	9
4. KURZBESCHREIBUNG, FAUNA UND EINSTUFUNG DER AUFSCHLÜSSE	10
4.1. Aufschluß Planetarium	10
4.2. Aufschluß Klieversberg I	11
4.3. Aufschluß Turnhalle	13
4.4. Aufschluß Ehmen-Bau	15
4.5. Aufschluß Querenhorst	16
4.6. Aufschluß Klieversberg II	17
4.7. Aufschluß Tiergarten	18
4.8. Aufschluß Windmühlenberg	20
4.9. Aufschluß Ehmen	21
4.10. Aufschluß Fischteiche	23
4.11. Aufschluß Heidwinkel	24
5. MIKROFAZIESANALYSE	25
5.1. Vorbemerkungen	25
5.2. Die MF-Typen und ihre Bildungsbedingungen	27
5.2.1. Mikritischer Faziestyp (MF-Typ A)	27
5.2.1.1. Mikrit-Quarz Fazies (MF-Typ A 1)	27
5.2.1.2. Mikrit-Bioklast-Fazies (MF-Typ A 2)	28
5.2.2. Biomikritischer Faziestyp (MF-Typ C)	29
5.2.2.1. Filamentkalkähnlicher MF-Typ (MF-Typ C 1)	29
5.2.2.2. Ostracodenkalk MF-Typ (MF-Typ C 2)	30
5.2.2.3. Mäßig bioklastführender MF-Typ (MF-Typ C 3)	31
5.2.2.4. Stark bioklastführender MF-Typ (MF-Typ C 4)	32
5.2.2.5. Characeen-Gyrogonit MF-Typ (MF-Typ C 5)	33
5.2.3. Peloidführender MF-Typ (MF-Typ D)	34
5.2.3.1. reiner peloidführender MF-Typ (MF-Typ D 1)	34
5.2.3.2. peloid-bioklastischer MF-Typ (MF-Typ D 2)	35
5.2.4. Kalkoolithischer MF-Typ (MF-Typ F)	36
5.3. Zusammenfassende Darstellung der aus der MF-Analyse gewonnenen Ablagerungsbedingungen	37
6. BIOFAZIELLE UNTERSUCHUNGEN IM MALM	40
6.1. Mikrofauna und Biotop	40
6.1.1. Grundsätzliche Bemerkungen	40
6.1.2. Untersuchungen im unteren Kimmeridge	41
6.1.3. Untersuchungen im mittleren Kimmeridge	42
6.1.4. Untersuchungen im oberen Kimmeridge und den gigas-Schichten	43
6.2. Megafauna und Biotop	44
7. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	45
8. DANK	47
9. ANGEFÜHRTE SCHRIFTEN	49

1. EINLEITUNG

Bei dieser Arbeit handelt es sich um die gekürzte Fassung einer am Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover durchgeführten und von Herrn Prof. Dr. R. FISCHER betreuten Diplomarbeit.

Eine Grundlage dieser Arbeit bildete die auf den Raum Wolfsburg hin regional ausgerichtete und auf den Jura beschränkte Fossil-sammlung ROLKE¹⁾, aus deren Durchsicht und Neubearbeitung sich die Frage nach Ablagerungsbedingungen von Dogger und Malm in diesem Raum ergab.

Überblicke über die Geologie des Raumes Wolfsburg brachten BRAUNS (1869, 1874), SCHOTT (1930, 1938, 1949), KUMM (1952), HUCKRIEDE (1967). ROLKE (1979) befaßte sich speziell mit dem Jura. MEST-WERDT (1914a, 1914b) und WOLDSTEDT (1928, 1929) bearbeiteten und erläuterten die geologischen Karten 1:25000. Im Vergleich zu anderen Regionen NW-Deutschlands ergibt sich der Eindruck eines nur unzureichenden Kenntnisstandes von Dogger und Malm.

Die Aufschlußverhältnisse sind durch weitgehende Bebauung des Geländes und die Verfüllung der meisten alten Steinbrüche sehr schlecht. Neben noch zugänglichen Gruben und Brüchen wurden Baugruben und andere kurzfristige Aufschlüsse aufgenommen. Die Mehrzahl der Aufschlüsse liegt im Kerngebiet der Stadt Wolfsburg bzw. in unmittelbarer Umgebung; lediglich drei Aufschlüsse liegen SE von Wolfsburg im Streichen der oberen Allertal-Störungszone.

Es wurden insgesamt ca. 300 Proben entnommen. Aus 180 orientierten Festgesteinsproben wurden ca. 150 Folienabzüge und 30 Dünnschliffe hergestellt und mikrofaziell analysiert (nach FLÜGEL 1978). Zur Unterscheidung von Kalzit und Dolomit wurden Dünnschliffe und Gesteinsanschliffe mit Alizarin-S behandelt. Die Proben wurden jeweils aus Bänken entnommen, für die gleichartige Ablagerungsbedingungen angenommen werden können ("Beprobungseinheiten"); die Anzahl der Proben pro Beprobungseinheit wurde proportional zur Bankmächtigkeit festgelegt.

1) Die Sammlung ROLKE befindet sich etwa je zur Hälfte im Heimatmuseum Wolfsburg und in der paläontologischen Sammlung der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover.

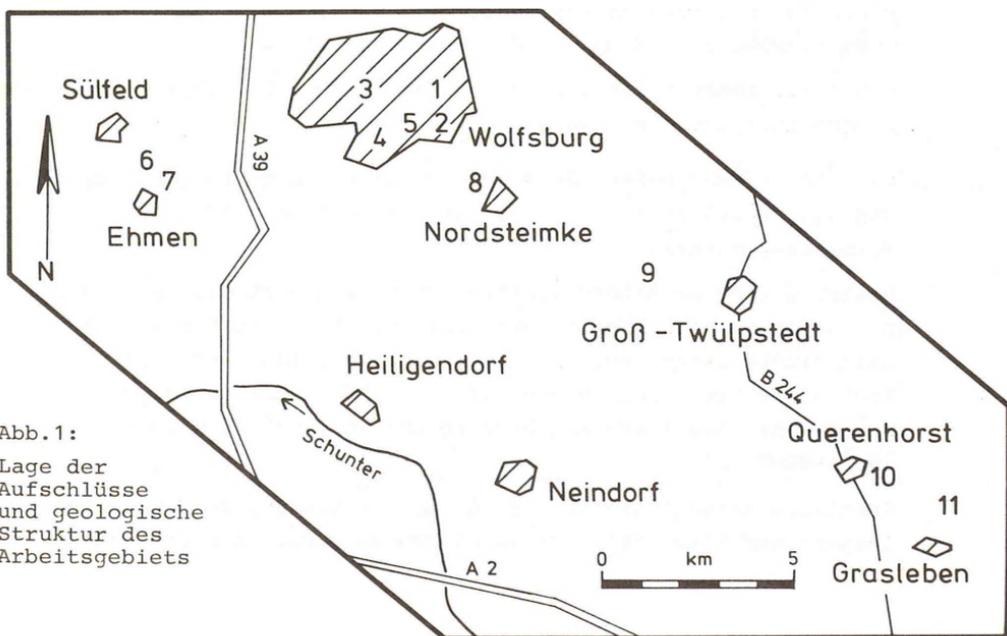
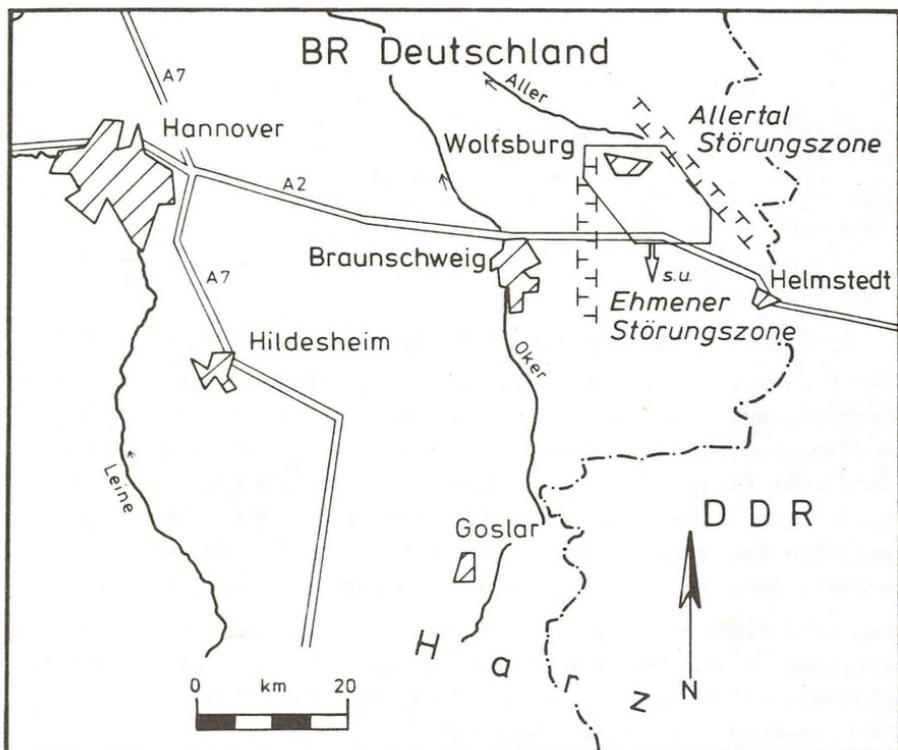


Abb. 1:
 Lage der
 Aufschlüsse
 und geologische
 Struktur des
 Arbeitsgebiets

Etwa 120 Lockergesteinsproben wurden mit Hilfe der H_2O_2 -Methode aufbereitet und auf Mikrofaunen untersucht. Diese Proben wurden aus petrographisch unterscheidbaren Einheiten entnommen, wobei auch hier mächtigere Einheiten in regelmäßigen Abständen mehrfach beprobt wurden.

Zur Bestimmung der genaueren Mineralzusammensetzung wurden einzelne Festgesteinsproben nach der Pulver-Diffraktometermethode geröntgt.

2. REGIONALGEOLOGISCHER UND TEKTONISCHER ÜBERBLICK (vgl. Abb. 1)

Der Raum Wolfsburg gehört weitgehend zum NW-Teil des Subherzynes Beckens, das im wesentlichen aus mesozoischen Schichtgliedern aufgebaut wird und charakterisiert ist durch herzynes (NW-SE) Streichen seiner Strukturelemente. Im Gebiet W Wolfsburg hingegen treten rheinisch (NNW-SSE) streichende Strukturelemente auf, die die herzyn streichenden Strukturen des Subherzynes Beckens abschneiden und nach N zum Gifhorner Trog überleiten.

Das Arbeitsgebiet selbst hat Anteil sowohl am Subherzynes Becken als auch an dem östlichsten der rheinisch streichenden Strukturelemente des Braunschweig-Hannoverschen Raumes. Von Bedeutung sind insbesondere zwei Strukturelemente

- die zum Subherzynes Becken gehörende obere Allertal-Störungszone im E und SE des Arbeitsgebietes
- die zur rheinischen Zone gehörende Ehmener Störungszone im W des Arbeitsgebietes

Zwischen diesen beiden Strukturelementen liegt die aus Keuper- und Lias-zeitlichen Gesteinen aufgebaute flache Aufbeulung des Neindorfer Sattels.

Sowohl die obere Allertal-Störungszone wie auch die Ehmener Störungszone sind kompliziert gebaute, stark durch Salztektonik beeinflusste Strukturen, in denen die aus Trias- und Jura-zeitlichen Gesteinen bestehenden Deckschichten über dem aufgedrungenen Zechsteinsalinar eingebrochen und zerstückelt worden sind (WOLDSTEDT 1929).

Sämtliche Aufschlüsse sind an diese Strukturen, in denen sich Dogger- und Malm-zeitliche Ablagerungen erhalten haben, gebunden.

Stufe	Zone	Herkömmliche Gliederung in NW-Deutschland		Lithologische Ausbildung	
Callonium	Ober-Callonium	Quenstedtoceras lamberti ●	1-4	nicht nachgewiesen	
		Peltoceras athleta ●			
	Mittel-Callonium	Erymnoceras coronatum			
	Kosmoceras jason ●				
	Unter-Callonium	Sigaloceras calloviense ●	E7	nicht nachgewiesen	
Macrocephalites macroceph ●					
Bathonium	Ober-Bathonium	Clydoniceras discus	E6	nicht ausgebildet	
		Oxycerites aspid ●	E6	nicht ausgebildet	
		"Prohectioceras retrocostatum"	E6		
	Mittel-Bathonium	Morrisiceras morrise	E5	nicht nachgewiesen	
		Tulites subcontractus			
		Procerites progracilis			
Unter-Bathonium	Zigzagiceras zigzag X	E5	nicht nachgewiesen		
Bajocium	Ober-Bajocium	Parkinsonia parkinsoni ●	E 1-4	nicht nachgewiesen	
		Garantiana garantiana	♂ 2b-c		
		Strenoceras subfurcatum X	♂ 2a		
	Mittel-Bajocium	Stephanoceras humphriesianum ●	♂1	nicht nachgewiesen	
		Otoites sauzei X			
	Unt. Bajocium	Witchellia laeviuscula	♂	nicht nachgewiesen	
Hyperlioceras discites					
Aalenium	Ober-Aalenium	Graphoceras concavum	B	nicht nachgewiesen	
		Ludwigia munchisonae			
	Unt. Aal.	Leioceras opalinum			

Abb. 2: Die im Raum Wolfsburg nachgewiesenen Schichtglieder des Dogger (verändert nach JORDAN 1980) und das lithologische Standardprofil. (Erläuterung der Gesteinssignaturen s. Abb. 7)

Die Anlage beider Strukturelemente geht auf die jungkimmerische Phase zurück; ihre hauptsächliche Ausbildung haben sie jedoch in der subherzynen Phase erfahren. Dabei müssen "normale" Tektonik und Salinartektonik in einem engen Wirkungszusammenhang gesehen werden, wobei den salztektonischen Vorgängen (Salzaufstieg, Salzablaugung) eine entscheidende Rolle bei der Ausbildung der Strukturelemente zukommt (LOTZE 1949).

3. ÜBERBLICK ÜBER DIE IM RAUM WOLFSBURG NACHGEWIESENEN

DOGGER- UND MALMSCHICHTEN

Die Wolfsburger Dogger-Schichten lassen sich trotz überraschender Fossilarmut mit Hilfe der von ROLKE horizontiert entnommenen Ammoniten stratigraphisch untergliedern. Die Gliederung der Malmprofile wird durch reiche Mikrofaunen ermöglicht.

3.1. Dogger

Auf der Grundlage der von JORDAN (1980) vorgelegten Gliederung des NW-deutschen Doggers konnte der Dogger im Raum Wolfsburg stratigraphisch detaillierter untergliedert werden als dies bisher von KUMM (1952) und ROLKE (1979) versucht wurde (s. Abb. 2).

Aalenium-zeitliche Ablagerungen sind zwar nicht durch Ammonitenfunde zu belegen, doch sprechen lithofazielle Gesichtspunkte dafür, die zwischen oberstem Lias und Polyplocus-Sandstein ausgebildeten Tone und Mergel ins untere Aalenium zu stellen und den Polyplocus-Sandstein ("=Dogger-beta-Sandstein") ins obere Aalenium zu stellen. Nach KUMM (1952) sind im Gebiet E von Braunschweig Gesteine des unteren Aalenium (opalinum-Zone) durch Ammoniten nachgewiesen.

Fast alle Zonen des Bajocium lassen sich nachweisen. Durch Ammoniten nicht nachgewiesen, aus paläogeographischen Überlegungen aber wahrscheinlich vorhanden, sind nur die Gesteine des unteren Bajociums sowie der garantiana-Zone des oberen Bajociums.

Die Bathonium-zeitlichen Ablagerungen sind dagegen nur lückenhaft ausgebildet. Ablagerungen des unteren Bathoniums sind durch Funde von *Siemiradzkia (S.) aurigera* (OPPEL), *Parkinsonia (O.) valida* WETZEL und *Parkinsonia (O.) württembergica* (OPPEL) nachgewiesen.

Ablagerungen des mittleren Bathoniums dagegen scheinen auch im Raum Wolfsburg - entsprechend der von WESTERMANN (1958) geschilderten Situation - zu fehlen.

Im oberen Bathonium scheint nur die *aspidoides*-Zone ausgebildet zu sein, worauf neben dem Fund des Zonenleitfossils auch Vorkommen von *Siemiradzkia (S.) furcula* (NEUMAYR), *Siemiradzkia (S.) subfurcula* (LISSAJOUS), *Siemiradzkia (S.) verciacensis* (LISSAJOUS) und *Choffatia (H.) aequalis* (J.ROEMER) hinweisen, die zum Teil nicht nur, aber doch hauptsächlich für diese Zone charakteristisch sind (WESTERMANN, 1958). Im oberen Bathonium scheinen die *retrocostatum*-Zone und die *discus*-Zone nicht ausgebildet zu sein.

Im Callovium sind alle Zonen - mit Ausnahme der *coronatum*-Zone - durch leitende Ammoniten belegt.

Mächtigkeitsverhältnisse: Die Mächtigkeit des *Polyplocus*-Sandsteins beträgt ca. 20 m. Die gesamten Bajocium-zeitlichen Ablagerungen haben eine Mächtigkeit von rund 150 m, wobei für das mittlere und das obere Bajocium ca. 100 m anzunehmen sind. Auf Grund lithologischer Merkmale (vgl. 4.2.) dürfte die Mächtigkeit der Ablagerungen des Bathoniums ca. 20 m, die der Ablagerungen des Calloviums rund 30 m betragen, wobei die *Macrocephalenschichten* nur etwa 2 m mächtig sind.

3.2. Malm

Die Heersumer Schichten sind entgegen der Annahme von WOLDSTEDT (1929) im Raum Wolfsburg als unterstes Schichtglied des Malm ausgebildet, wie SEITZ (1950) mit Hilfe der Kernbohrung Fallersleben I sowie ROLKE (1979) anhand leitender Ammoniten gezeigt haben. Korallenoolith und Kimmeridge (im traditionellen NW-deutschen Sinn) sind ebenfalls entwickelt, wobei jedoch lediglich

W12	: 0,80 m	wie W13, jedoch stark sandig

W10	: 2,80 m	schwach sandiger Ton, grau, sehr selten schwach kalkig
W 9	: 4,00 m	sandiger Mergel, braun-graubraun, kleine weißschalige Schnecken
W 8	: 1,50 m	sandiger Ton, dklgrau-braun, mit Glimmer; darin eine ca. 0,2 m mächtige braune Fe-Kalkgeodenlage
W 7	: 3,50 m	sandiger Mergel, graubraun-grünlich, mit Glimmer; darin eingelagert bis 10 cm mächtige Kalksandsteinbänke
W 6	: 1,20 m	sandiger Mergel, braun, etwas Glimmer; darin eingelagert knollige Kalksandsteine, mäßig hart, braun
W 5	: 0,30 m	Fe-oolithischer Kalksandstein, rot-violett
W 4	: 0,40 m	sandiger Mergel, braun; darin eingelagert dünnbankige knollige Kalksandsteine wie W5
W 3	: 0,30 m	Ton, grau, etwas Glimmer, schwach sandig und stellenweise schwach kalkig
W 2	: 1,00 m	sandiger Mergel, braun-braungrau, etwas Glimmer; eingelagert braune Kalksandsteine
W 1	: 0,20 m	Kalksandstein, rot-braun, hart, mit roten Fe-oidhaltigen Geröllen und dichtgepackten Schillagen

Liegendes: nicht aufgeschlossen

Fauna und Einstufung:

Wegen seiner Fossilarmut ist die stratigraphische Einordnung des Profils anhand leitender Fossilien nicht möglich. Nur im Profilbereich W11 bis W13 findet man viele Terebrateln und Rhynchonellen sowie einzelne "Perisphinctes" sp. und Fragmente von verdrückten, ehemals wohl breit-kugeligen Ammoniten. Hinzu treten einzelne Exemplare von Pholadomya lirata (SOW.) und Fragmente großer, grobberippter Muscheln, die teilweise von Serpeln besiedelt sind.

ROLKE (1979) fand im unmittelbar Liegenden des Profils, in der Baugrube des Stadttheaters, Parkinsonien, so daß dort oberstes Bajocium (parkinsoni-Zone) und unterstes Bathonium (zigzag-Zone) ansteht. Folglich muß das Profil Klieverberg I Bathonium- und Callovium-zeitliche Sedimente erschließen. Die Gesteinsausbildung der Profilbereiche W1 bis W10 mit stark sandigen Mergeln,

Kalksandsteinbänken und roten, Fe-oolithischen Horizonten entspricht der typischen Ausbildung der Cornbrashfazies und ist ins Bathonium zu stellen.

Dieser Befund stimmt mit der Auffassung von SCHOTT (1930) überein, der annahm, daß das gesamte Bathonium hier in Cornbrashfazies entwickelt sei. Diese Aussage ist nur insofern zu modifizieren, daß Teile des mittleren und höheren Bathoniums im Raum Wolfsburg als Schichtlücken ausgebildet sind.

Ablagerungen des unteren und des oberen Bathoniums sind nachgewiesen durch Ammoniten aus der Sammlung ROLKE. Unter anderem befinden sich dort *Parkinsonia* (O.) *württembergica* (OPPEL) (kennzeichnend für das Unterbathonium) und *Parocotraustes* sp. (kennzeichnend für das Oberbathonium, ua. *aspidoides*-Zone) in Gesteinen der roten, Fe-oolithischen Fazies.

Bathonium und Callovium lassen sich über eine Parallelisierung des Profiles Kliewersberg I mit dem biostratigraphisch gut gegliederten Bohrprofil Fallersleben I (SEITZ, 1950) voneinander abgrenzen (Abb. 3,4). Die Grenze zwischen beiden Stufen liegt demnach zwischen W10 und W11, wobei auf die Macrocephalenschichten lediglich die Profilbereiche W11 bis W13 fallen. Über den Macrocephalenschichten folgen am Kliewersberg sandige, grau-braune Mergel des Calloviums. Schwarze Tone ("Ornatentone"), die WOLDSTEDT (1929) dort gefunden haben will, wurden auch von SEITZ (1950) und KUMM (1952) im Wolfsburger Callovium nicht gesehen.

Die Mikrofauna ist artenarm und besteht aus einzelnen Ostrakoden, Foraminiferen der Gattung *Lenticulina* sp. (W2 und W9), einzelnen Echinodermenresten (Holothuriensklerite und Crinoidenstielglieder) und - in W9 - vereinzelt Scaphopoden (*Dentalium* sp.).

4.3. Aufschluss Turnhalle (vgl. Abb. 4)

Lage: Baugrube der Turnhalle des Theodor-Heuss-Gymnasiums in Wolfsburg. TK 25: Blatt Wolfsburg (3530); r: 44 16 540, h: 58 10 150

Hangendes: nicht aufgeschlossen

Th6 : 0,25 m schwach feinsandiger Ton, grau mit Glimmer und bis hühnereigroßen Geoden

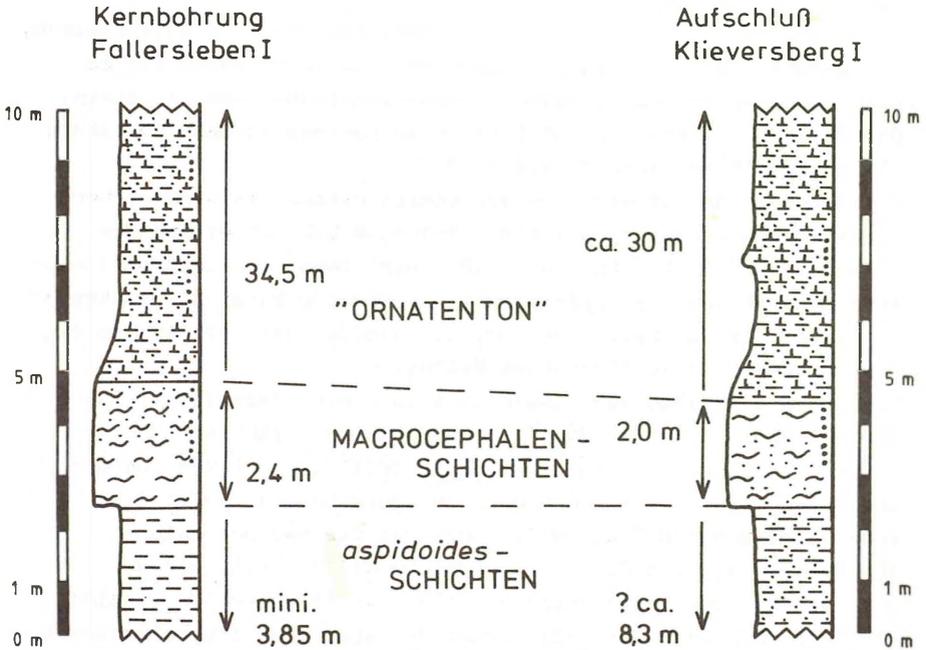


Abb. 3: Vergleich Kernbohrung Fallersleben I mit dem Aufschluß Klieversberg I (Bathonium/Callovium).
(Erläuterung der Gesteinssignaturen s. Abb. 7)

- Th5 : 0,30 m feinsandiger Mergel, braun-graubraun; darin eingelagert Feinsandsteinbänke, braun, mürbe, sowie harte Kalksteinbänke, braungrau, lateral auskeilend, mit hohem Schalenrümmerteil; darin *Myophorella clavellata* (TOWNS.)
- Th4 : 0,30 m Fe-oolithischer Kalksandstein, rot, hart, mit intraformationalen Geröllen und Schillagen; darin *Belemnopsis canaliculata* (SCHLOTH.)
- Th3 : 0,80 m stark feinsandiger Mergel bis Mergelkalk, braungrau, mit Glimmer, viele Lebensspuren (Wühlgänge); darin eingelagert Kalksandsteinbänke, graublau, hart; mit *Belemnopsis canaliculata* (SCHLOTH.)

- Th2 : 0,90 m stark feinsandiger Ton, grau-graubraun, mit viel Glimmer; darin eingelagert Feinsandstein, grau-graubraun, mäßig fest, feingeschichtet, mit Glimmer
- Th1 : ca. 4,0 m stark feinsandiger Mergel, graubraun, auf Kluft- und Schichtflächen z.T. rotbraun, mit Glimmer; darin eingelagert stark sandige Kalkmergelsteine, graubraun; vereinzelt Bildungen rotvioletter Fe-Krusten von 2 bis 3 cm Mächtigkeit; zum Liegenden hin Auftreten harter, brauner Fe-Kalkgeoden mit Durchmessern von oft über 10 cm

Liegendes: nicht aufgeschlossen

Fauna und Einstufung: Wegen des Fehlens leitender Fossilien und der kaum entwickelten Mikrofauna ist eine biostratigraphisch abgesicherte Einordnung nicht möglich. Jedoch läßt sich der obere Teil des Profils lithostratigraphisch mit der Basis des Profils Klieversberg I parallelisieren. So stimmen die Profilbereiche Th3 bis Th6 in ihrer lithologischen Ausbildung mit dem Profilbereich W1 bis W7 des Aufschlusses Klieversberg I stark überein. Insbesondere die Bänke Th4 und W5 stimmen bis in den Dünnschliffbereich hinein genau überein.

Unter der Annahme, daß das Mittelbathonium im Raum Wolfsburg fehlt, ist der Profilabschnitt Th1 und Th2 zum Unterbathonium zu rechnen.

Die Mikrofauna des Aufschlusses besteht aus einzelnen Ostrakoden und Echinodermenresten. Im Dünnschliff sind vereinzelt gekammerte Foraminiferen (?Lenticulina sp.) zu erkennen.

4.4. Aufschluß Ehmen-Bau (vgl. Abb.4)

Lage: Baugrube im Neubaugebiet Ehmen - Teilwiesen. TK 25: Blatt Wolfsburg (3530); r: 44 11 530, h: 58 08 410

Hangendes: quartärzeitliche Bildungen

- X3 : ca. 0,80 m sandiger Mergel, grau, meist nur schwach kalkig, mit Glimmer; Quenstedtoceras lamberti (SOW.) nicht selten
- X2 : 0,2-0,30m sandiger Mergel, graubraun, viele Gipskristalle; darin Geoden, grau, stark angebohrt; dazu Reste von Austernschalen und Belemnopsis canaliculata (SCHLOTH.)

X1 : ca. 1,30 m sandiger Mergel, graubraun, mit Glimmer und vielen verzwilligten Gipskristallen

Liegendes: nicht aufgeschlossen

Fauna und Einstufung: Wegen der Funde von *Quenstedtoceras lamberti* (SOW.) in Schicht X3 ist dieser Teil des Aufschlusses der *lamberti*-Zone des oberen Calloviums zuzuordnen. Die angebohrte Geodenlage und der Austernschill in X2 deuten auf eine Sedimentationsunterbrechung oder -verlangsamung hin.

Die Mikrofauna (in X2, X3) besteht aus Echinodermenresten (Holothuriensklerite und Echinoideenreste) und Foraminiferen der Gattung *Lenticulina*. Auffallend ist der Schlämmrückstand aus X1, der fast nur aus verzwilligten Gipskristallen besteht.

4.5. Aufschluß Querenhorst (vgl. Abb.5)

Lage: Steilhang des Baches Lapau am NE-Rand des Ortes Querenhorst. TK 25: Blatt Groß-Twülpstedt (3631); r 44 29 510, h: 58 01 220

Hangendes: nicht aufgeschlossen

Q1 bis Q3: ca. 3,0 m Dolomit, grau-blau, sehr hart, körnig, verwittert rötlich-braun und sandig, (bis 0,5 m Bankmächtigkeit)

Liegendes: nicht aufgeschlossen

Fauna und Einstufung: Wegen der starken Dolomitisierung sind alle ehemals wohl vorhandenen Faunenelemente nicht mehr bestimmbar.

Nach Untersuchungen von SCHOTT (1938, 1949) ist östlich des Gifhorner Troges der mittlere Korallenoolith sandig-dolomitisch ausgebildet. Unterer und oberer Korallenoolith hingegen sind kalkig-oolithisch ausgebildet. Im Gebiet um Querenhorst soll aber nach MESTWERDT (1941b) außer dem mittleren auch der obere Korallenoolith dolomitisch ausgebildet sein. Auf Grund dieser Angaben kann der Aufschluß dem mittleren oder auch dem oberen Korallenoolith angehören.

Vom Klieversberg in Wolfsburg beschreibt WOLDSTEDT (1929) ca. 10 m kompakten Ooliths, von dem heute nur noch vereinzelte Lesesteine zu finden sind.

4.6. Aufschluß Klieversberg II (vgl. Abb.5)

Lage: Baugrube (Graben) parallel der Straße vom Stadttheater
Richtung Klieversberg. TK 25: Blatt Wolfsburg (3530);
Lage der Endpunkte des Grabens: r 44 16 670, h: 58 09 585
sowie r: 44 16 920, h: 58 09 670

Hangendes: nicht aufgeschlossen

K13 - K15 : ca. 1,0 m Kalkstein, grau, hart, fossiltrümmer-
reich; eingeschaltet cm-mächtige braune
Mergellagen

K12 : ca. 1,2 m Mergel, grün

K10 - K11 : ca. 0,7 m Kalkstein, grau, hart; eingeschaltet grau-
braune Mergellagen

K 7 - K 9 : ca. 1,5 m Mergel, grün

K 6 : ca. 0,5 m Mergel, braun-grau

K 5 : ca. 0,5 m Kalkstein bis Kalkmergelstein, grau, fest
bis mäßig fest; darin viele kleine Muschel-
und Gastropodensteinkerne

K 3 - K 4 : ca. 1,5 m feinsandiger Mergel, graubraun-hellgrau

K 2 : ca. 0,4 m Kalkstein, grau-dklgrau, hart; darin viele
kleine Gastropodensteinkerne

K 1 : ca. 0,7 m Mergel, grau-hellgrau

Liegendes: nicht aufgeschlossen

Fauna und Einstufung: Die Mergelbänke dieses Aufschlusses haben
eine reiche Ostrakodenfauna geliefert, mit deren Hilfe
eine stratigraphische Einstufung und Grenzziehung ermöglicht
wird.

Die Profilbereiche K1 bis K12 lieferten folgende Mikrofauna:

Ostracod Nr. 8 KLINGLER, 1955

Cetacella inermis MARTIN, 1958

Darwinula leguminella (FORBES, 1855)

Macrodentina (P.) steghausi (KLINGLER, 1955)

Limnocethere inflata STEGHAUS, 1951

Schuleridea triebeli (STEGHAUS, 1951)

Hinzu treten Foraminiferen der Gattung Cyclamina sp., einzelne
Knochenfischzähne und Characeen-Gyrogonite.

Entscheidend für die Einordnung der Profilbereiche K1 bis K12
in den unteren Kimmeridge ist Ostracod Nr.8 KLINGLER, der an
der Oberkante des unteren Kimmeridge erlischt. Alle anderen
Arten sind Durchläuferformen, wobei Cetacella inermis MARTIN
ihr Häufigkeitsmaximum im unteren Kimmeridge hat. Macroden-

tina (P.) steghausi (KLINGLER) ist zwar kennzeichnend für den mittleren Kimmeridge, jedoch ist die Untergrenze ihres Auftretens nach BARTENSTEIN et al. (1962) nicht klar definiert; sie kann auch im oberen Unterkimmeridge auftreten.

Über den grünen Mergeln beginnen dann im Profilbereich K13 bis K15 die Kalke des mittleren Kimmeridge. Aus diesem Bereich konnten gewonnen werden:

Macrodentina (P.) wicheri (STEGHAUS, 1951)
Macrodentina (P.) steghausi (KLINGLER, 1955)
Limnocythere inflata STEGHAUS, 1951
Darwinula leguminella (FORBES, 1855)

Kennzeichnend für den Beginn des mittleren Kimmeridge ist das Auftreten von Macrodentina (P.) wicheri (STEGHAUS).

Der Grenzverlauf unterer/mittlerer Kimmeridge wird lithostratigraphisch gestützt, denn häufig treten im obersten Unterkimmeridge grüne Mergel (vgl. K12) mit Characeen-Gyrogoniten auf (s. MESTWERDT 1914a, SCHMIDT 1955, FINKENWIRTH 1964).

4.7. Aufschluß Tiergarten (vgl. Abb. 5)

Lage: ehemaliger Steinbruch auf der Höhe des Klieversberges in Wolfsburg (heute als Tierpark eingerichtet). TK 25: Blatt Wolfsburg (3530); r: 44 16 380, h: 58 09 800

Hangendes: nicht aufgeschlossen

T12	: ca. 1,10 m	Kalkstein, hellgrau, hart, unruhigknollig geschichtet; Terebratel- und Muschelsteinkerne nicht selten
T11 ₁ - T11 ₃	: ca. 2,00 m	Kalkstein, grau, hart, massig absondernd in zwei Bänke, zwischen denen eine 0,2-0,3 m mächtige weniger feste Kalkmergelbank (=T11 ₂) mit unruhiger Schichtung eingeschaltet ist; Terebratel- und Muschelsteinkerne nicht selten
T10	: 0,70 m	Wechsellagerung harter hellgrauer Kalksteine mit weniger harten, dünngeschichteten Kalkmergelsteinen
T9	: 0,35 m	Kalkstein, hellgrau, hart, feingeschichtet
T8	: 0,40 m	Kalkstein, grau, hart, splittiger Bruch mit scharfer Kantenbildung

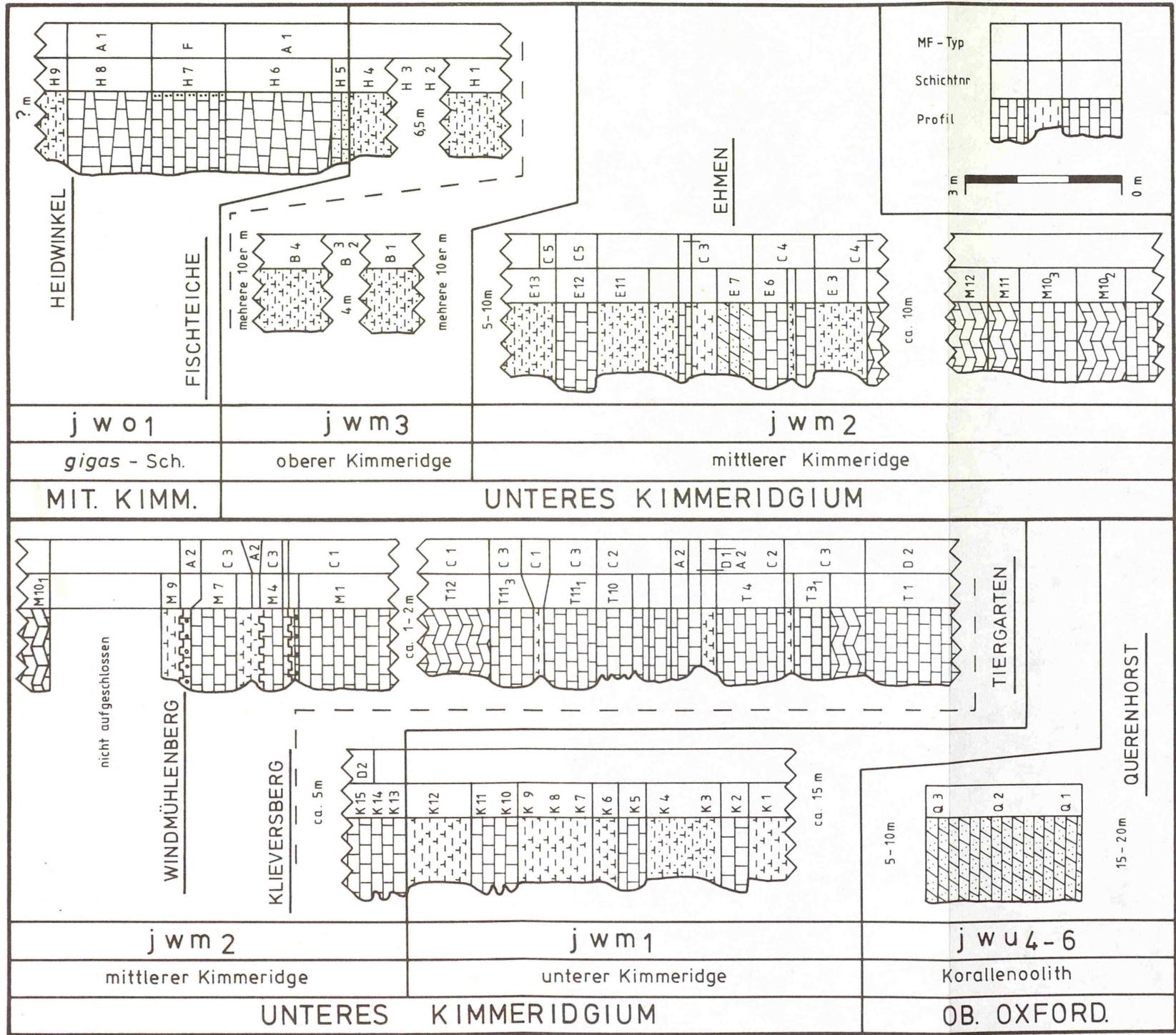


Abb. 5: Parallelisierung der aufgenommenen Malm-Profile. (Erläuterung der Gesteinssignaturen s. Abb. 7)

- T7 : 0,40 m Kalkstein, braungrau, hart, in zwei gleichmäßige Bänke absondernd
- T6 : 0,20 m Kalkstein, dklgrau, dünnplattig, gute Spaltbarkeit entlang der Schichtflächen
- T5 : 0,30 m Kalkmergelstein, dklgrau, mäßig hart, feingeschichtet in ca. 1 cm mächtige Bänke
- T4 : 1,30 m Kalkstein, grau, fest, massig (praktisch eine Bank)
- T3₂ - : ca. 0,80 m Kalkstein, grau-hellgrau, hart, dicht; T3₁ im Hangenden Übergang zu dklgrauem weicheren Kalkmergelstein (=T3₂)
- T2 : 0,70 m Kalkstein, grau, sehr hart, knollig-knauzig absondernd
- T1 : ca. 1,70 m Kalkstein, graubraun, hart, massige Absonderung in 3 bis 4 Bänken, viele Fossiltrümmer; im Basisbereich einzelne Holzreste

Liegendes: nicht aufgeschlossen

Fauna und Einstufung: Der Aufschluß lieferte aus den Profilbereichen T3₂ und T10 eine reiche Mikrofauna, die gekennzeichnet ist durch folgende Ostrakoden:

- Makrodentina (P.) wicheri (STEGHAUS, 1951)
- Macrodentina (P.) steghausi (KLINGLER, 1955)
- Paracypris? sp.A SCHMIDT, 1955
- Limnocythere inflata STEGHAUS, 1951
- Exophthalmocythere? gigantea SCHMIDT, 1954
- Amphicythere semisulcata TRIEBEL, 1954
- Klieana? pustulata KLINGLER, 1955

Hinzu treten im Profilbereich T3₂ einige Foraminiferen der Gattung Cyclamina sp., Characeen-Oogonien und einzelne Knochenfischzähne.

Der Makrofauna nach ist der Aufschluß in den mittleren Kimmeridge zu stellen (typisch sind z.B. Macrodentina (P.) wicheri (STEGHAUS) und Amphicythere semisulcata TRIEBEL), wobei Klieana? pustulata KLINGLER nach BARTENSTEIN et al. (1962) kennzeichnend für den unteren Teil des mittleren Kimmeridge ist.

4.8. Aufschluß Windmühlenberg (vgl. Abb. 5)

Lage: aufgelassener Steinbruch in Nordsteimke, an der Straße nach Barnstorf. TK 25: Blatt Wolfsburg-Süd (3630);
r: 44 20 480, h: 59 07 750

Hangendes: nicht aufgeschlossen

M11-M12	: ca. 1,20 m	Kalkstein, graubraun, mäßig fest, stark Glaukonit führend, unruhig-knollig geschichtet; viele kleine Muschel- und Gastropodenkerne
M10 ₁ -M10 ₃	: ca. 3,00 m	Kalkstein, hellgrau, hart, schwach oolith., Glaukonit führend, dickbankig absondernd, im mittleren Bereich etwas unruhig geschichtet (=M10 ₂)
-- -- -- --	ca. 2,00 m	nicht aufgeschlossen
M9	: ca. 0,30 m	Mergel, dklgrau-blaugrau
M8	: ca. 0,20 m	Kalkstein, grau-graubraun, sehr hart, dicht, stark angebohrt (Bohrmuscheln), Subsolution
M7	: 0,80 m	Kalkstein, grau-graubraun, hart, viele kleine Gastropodensteinkerne
M6	: 0,40 m	Wechsellagerung von Kalkstein, grau, hart, mit Kalkmergelstein, dklgrau, mäßig fest; im Liegenden Teil Mergel, grauschwarz
M5	: ca. 0,15 m	wie M8, jedoch nicht angebohrt
M4	: 0,50 m	Kalkstein, hellgrau-braungrau, fest, dickbankig absondernd; viele kleine Muschel- und Gastropodensteinkerne
M3	: 0,10 m	schwach feinsandiger Mergel, dklgrau-graugrün; viele kleine Steinkerne von Muscheln und Gastropoden
M2	: ca. 0,15 m	wie M8, jedoch nur schwach angebohrt
M1	: ca. 1,60 m	Kalkstein, hellgrau-gelblich, hart, dickbankig; Oberkante der Schicht angebohrt

Liegendes nicht aufgeschlossen

Fauna und Einstufung: Aus den Schichten M2, M3, M6, M9 und M11 konnten Mikrofaunen gewonnen werden, in denen Ostrakoden bei weitem vorherrschen. Es sind:

- Macrodentina (P.) wicheri (STEGHAUS, 1951)
- Macrodentina (P.) steghausi (KLINGLER, 1955)
- Paracypris? sp.A SCHMIDT, 1955

- Schuleridae triebeli (STEGHAUS, 1951)
- Exophthalmocythere? gigantea SCHMIDT, 1954
- Klieana? pustulata KLINGLER, 1955

Daneben treten vereinzelt Foraminiferen der Gattung Lenticulina sp. und der Gattung Cyclamina sp. auf, sowie vereinzelt Seeigelstachel und Zähne von Knochenfischen und Haien.

Der Aufschluß entspricht im stratigraphischen Niveau etwa dem Aufschluß Tiergarten; darauf deutet auch die ähnliche Zusammensetzung der Faunengemeinschaften hin.

Der MF-Typ von Bank M1 entspricht dem MF-Typ von Bank T12 (Profil Tiergarten), was eine Parallelisierung beider Profilabschnitte unter diesem speziellen Gesichtspunkt erlaubt. Das Profil Windmühlenberg erschließt danach das Hangende des Profils Tiergarten.

In den Schichten des M2, M5 und M8 deuten Hartgründe auf verminderte Sedimentation bzw. deren Aussetzen hin. Im Zusammenhang damit entwickeln sich innerhalb des Profils drei Zyklen der Form Kalk - Hartgrund - Mergel. Dieser makroskopische Befund wird durch die ebenfalls zyklische Anordnung der Makrofaziestypen gestützt (s. Kap. 5.3).

4.9. Aufschluß Ehmen (vgl. Abb. 5)

Lage: aufgelassener Steinbruch im Naturschutzgebiet an der Straße von Ehmen nach Sülfeld. TK 25: Blatt Wolfsburg (3530); r: 44 11 190, h: 58 09 120

Hangendes: quartär-zeitliche Bildungen

E13 ₁ -E13 ₃	: ca. 0,80 m	stark feinsandiger Mergel, hellgrau; im Basisbereich dünne Kalkstein-Bänke eingeschaltet
E12	: 0,80 m	Kalkstein, hellgrau, sehr hart, gleichmäßige Bankung
E11	: 1,00 m	stark sandiger Mergel, hellgrau, knollig, eingelagert härtere Kalkmergelsteine
E10	: 0,50 m	wie E11, nur braun-grau
E9	: 0,20 m	Kalkstein, hellgrau, verwittert dklbraun, hart

E8	:	0,50 m	Mergel, grau-hellgrau, unruhig geschichtet
E7	:	0,70 m	schwach sandiger Dolomit, gelb-braun, mürbe
E6	:	0,60 m	Kalkstein, hellgrau, angewittert braun, fest, dickbankig, mit Glaukonit
E5	:	0,20 m	sandiger Kalkmergelstein, grau, angewittert braun, mäßig fest, fein geschichtet
E4	:	0,30 m	Kalkstein, grau, angewittert braun, hart
E3	:	0,70 m	sandiger Mergel, dklgrau-blauschwarz
E2	:	0,30 m	sandiger Mergel, grau-grünlich, viele kleine Muschelreste
E1	:	ca. 0,20 m	Kalkstein, graubraun, mit rostfarbenen Flecken, hart, unregelmäßig-knollig abgesondert

Liegendes: nicht aufgeschlossen

Fauna und Einstufung: Die vor allem in den oberen Horizonten (E11 - E 13) sehr reiche Ostrakodenfauna ist gekennzeichnet durch folgende Arten:

- *Macrodentina* (P.) *wicheri* (STEGHAUS, 1951)
- *Macrodentina* (P.) *steghausi* (KLINGLER, 1955)
- *Macrodentina* (P.) *rudis* MALZ, 1958
- *Macrodentina* (P.) *ornata* (STEGHAUS, 1951)
- *Cytheropteron* (C.) *purum* SCHMIDT, 1954
- *Paracypris*? sp.A SCHMIDT, 1955
- *Fabanella prima* MARTIN, 1961
- *Limnocythere inflata* STEGHAUS, 1951
- *Galliaecytheridea*? *pfannenstieli* (STEGHAUS, 1951)
- *Exophthalmocythere*? *gigantea* SCHMIDT, 1954

Ansonsten sind Foraminiferen der Gattung *Cyclamina* sp. nicht selten. Untergeordnet treten Characeen-Oogonien, Seeigelstachel, kleine Muschel- und Gastropodensteinkerne sowie verkalkte Reste von *Dasycladaceen* auf. Sehr selten sind Zähne von Knochenfischen.

Die Ostrakoden zeigen eine typische Vergesellschaftung des mittleren Kimmeridge, wobei *Macrodentina* (P.) *rudis* MALZ, 1958 zusammen mit dem auffallend frühen Auftreten von *Fabanella prima* MARTIN eindeutig auf den höheren Teil des mittleren Kimmeridge hinweisen.

Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Macrodentina* (P.) *wicheri*

(STEGHAUS), die ihre Hauptverbreitung im unteren und mittleren Teil des Mittelkimmeridge hat. Jedoch scheint sie vereinzelt auch im höheren Teil des mittleren Kimmeridge aufzutreten (SCHMIDT 1955).

4.10. Aufschluß Fischteiche (vgl. Abb. 5)

Lage: Grube eines neu angelegten Fischteiches ca. 2,5 km westl. von Groß-Twülpstedt am Ortsrand des Forstes "Steplinger Holz". TK 25:Bl Groß-Twülpstedt (3631); r: 44 23 960, h: 58 05 230

Hangendes: Quartär-zeitliche Bildungen

B4	:	ca. 2,0 m	schwach feinsandiger Mergel, grünlich-grau
B3	:	1,0 m	schwach feinsandiger Mergel, rot
B2	:	0,3 m	wie B4
B1	:	2,7 m	schwach feinsandiger Mergel, grau-hellgrau

Liegendes: nicht aufgeschlossen.

Fauna und Entstehung: Den überwiegenden Anteil an der Mikrofauna stellen Ostrakoden; es sind

- *Macrodentina* (M.) *sculpta* KLINGLER, 1955
- *Macrodentina* (M.) *klingleri* MALZ, 1958
- *Klieana alata* MARTIN, 1940
- *Fabanella prima* MARTIN, 1961
- *Cytheropteron* (C.) *purum* SCHMIDT, 1954
- *Paracypris?* Sp.B SCHMIDT, 1955

Weit untergeordnet treten Foraminiferen der Gattung *Cyclammina* sp. und Charophyten-Gyrogone auf.

Die Fauna enthält nur Ostrakoden, die den oberen Kimmeridge und die gigas-Schichten durchlaufen. Für eine Einstufung des Profils in den oberen Kimmeridge sprechen das gehäufte Auftreten von *Fabanella prima* MARTIN, die nach BARTENSTEIN et al. (1962) ihr Entwicklungsmaximum zu dieser Zeit hat, und auch die Lithologie. MESTWERDT (1914b) und WOLDSTEDT (1929) beschreiben bunte Mergel aus dem Hangenden des mittleren Kimmeridge. Auch für SCHOTT (1949) sind bunte Mergel typisch für den oberen Kimmeridge des Raumes Braunschweig-Wolfsburg.

4.11. Aufschluß Heidwinkel (vgl. Abb. 5)

Lage: aufgelassene Mergelgrube etwa 3 km südöstl. von Querenhorst ca. 0,5 km südl. der ehemaligen Schachtanlage Heidwinkel. TK 25: Bl.Groß-Twülpstedt (3631);
r: 44 31 160, h: 57 98 380

Hangendes: nicht aufgeschlossen

H9	:	0,40 m	feinsandiger Mergel, dklgrau; an der Basis einige dünnbankige Kalkmergelsteine, grau, sandig
H8	:	1,60 m	Kalkstein, dklgrau, verwittert, hellgrau, hart, lateral sich ändernde Bankmächtigkeiten
H7	:	1,20 m	Kalkstein, dklgrau, verwittert braungrau, hart, oolithisch
H6	:	2,00 m	wie H8
H5	:	0,30 m	Kalksandstein, braun-ocker, hart
H4	:	1,50 m	sandiger Mergel, braun-ocker, darin Kalksandsteine und einzelne Kalkbänke, dklgrau-braun, sehr unregelmäßig eingelagert mit z.T. brekzienartigem Eindruck
H2, H3 ₁ u. H3 ₂	:	6,10 m	sandiger Mergel, wechsellagernd braun-ocker und dklgrau-blau; darin einzelne härtere Kalksandsteine und sandige Kalkmergelsteine, braun-grau, dünnplattig, z.T. lateral ausgeilend
H1	:	1,00 m	sandiger Mergel, grau bis braungrau; darin härtere sandige Kalkmergelsteine, knaurig, lateral ausgeilend

Liegendes: nicht aufgeschlossen.

Fauna und Einstufung: In den tiefen Mergeln (H1 bis H4) ist die Mikrofauna arm und schlecht erhalten, so daß die meisten Ostrakoden nicht zu bestimmen waren. In diesen Mergeln wurden gefunden:

- Macrodentina (M.) klingleri? MALZ, 1958
- einzelne Foraminiferen der Gattung Lenticulina sp.
- sehr selten Zähne von Knochenfischen
- "Wurm"-Röhren

Macrodentina (M.) klingleri MALZ ist leitend für den Bereich oberer Kimmeridge bis Eimbeckhäuser Plattenkalk, so daß aus ihrem wahrscheinlichen Vorhandensein keine genauere stratigraphische Einordnung vorgenommen werden kann.

Der Profilbereich H9 lieferte eine reiche Mikrofauna, die durch folgende Ostrakoden gekennzeichnet ist:

- Macrodentina (M.) klingleri MALZ, 1958
- Klieana alata MARTIN, 1940
- Paracypris? sp.A SCHMIDT, 1955
- Paracypris sp.B SCHMIDT, 1955
- Scabriculocypris goerlichii KLINGLER, 1955
- Paranotacythere (U.) extendata, BASSIOUNI 1974
- Amphicythere sp.

Sämtliche Formen - abgesehen von Paranotacythere und Amphicythere - stellen Durchläuferformen durch mehrere Unterstufen des Malm dar, und zwar vom oberen Kimmeridge bis zu den Gigas-Schichten, zum Teil auch bis zum Munder Mergel und Serpulit. Jedoch haben nach BARTENSTEIN et al. (1962) sowohl Paracypris? sp.A SCHMIDT als auch Paracypris? sp.B SCHMIDT ihr Häufigkeitsmaximum in den gigas-Schichten. Diese beiden Arten stellen in der Fauna des Profilbereichs H9 den überwiegenden Anteil der Ostrakoden, so daß unter den drei möglichen Unterstufen (oberer Kimmeridge, gigas-Schichten, Eimbeckhäuser Plattenkalk) eine Zuordnung zu den gigas-Schichten wahrscheinlich erscheint.

Die Grenze oberer Kimmeridge/gigas-Schichten wäre dann unter Berücksichtigung der Lithologie an die Basis der harten Kalkbänke (Basis von Bereich H5) zu legen.

Bereits SCHOTT (1938) vermutete, daß diese Kalke (im gleichen Aufschluß) die gigas-Schichten vertreten, hatte hierfür jedoch noch keine Hinweise durch Fossilien.

Bei den Ostrakoden der Gattung Amphicythere sp. (kennzeichnend für den mittleren Kimmeridge) und der Art Paranotacythere (U.) extendata BASSIOUNI (kennzeichnend für den Bereich Korallenoolith bis mittlerer Kimmeridge) handelt es sich um aufgearbeitetes Material aus dem mittleren Kimmeridge.

5. MIKROFAZIESANALYSE

5.1. Vorbemerkungen

Die Mikrofaziesanalyse hat zwei wesentliche Ziele: die Unterscheidung genetisch auswertbarer Mikrofaziestypen, was zu Aus-

sagen über die Bildungsbedingungen des jeweiligen Mikrofazies-typs führt, und die Verfolgung der Entwicklung und Veränderung der Mikrofaziestypen in vertikaler (d.h. zeitlicher Richtung). Die Beobachtung der horizontalen Entwicklung der Mikrofaziestypen in zeitgleichen Niveaus ist wegen der Aufschlußverhältnisse nicht möglich.

Die Klassifikation der bearbeiteten Karbonatgesteine wurde sowohl nach FOLK (1959, 1962) als auch nach DUNHAM (1962) durchgeführt.

Die Häufigkeit der Komponenten wurde halbquantitativ nach den Schätzbildern von BACELLE & BOSELLINI (1965) und SCHÄFER (1969) vorgenommen, da nach FLÜGEL (1978) bei dieser Methode keine signifikanten Unterschiede zur quantitativen Point-Counter-Messung feststellbar sind.

Auf Grund der beobachteten qualitativen und quantitativen Merkmale wurden 4 Mikrofaziestypen (MF-Typen¹⁾) ausgegliedert, die ihre Namen durch die sie jeweils auszeichnende Hauptkomponente erhielten. Soweit klar erkennbar und sinnvoll voneinander zu trennen, wurden die MF-Typen in Untergruppen zerlegt. Bei dem MF-Typ C (biomikritischer Typ) wurden deshalb fünf Untergruppen ausgegliedert, um die Vielfalt der aus der Beschreibung der Dünnschliffe und Folien resultierenden Informationen differenziert darstellen zu können.

In allen MF-Typen bestehen Matrix und Komponenten aus Kalzit, sofern nicht andere Mineralnamen erscheinen.

1)

Die verschiedenen MF-Typen sind durch Buchstaben bzw. Buchstaben/Ziffern-Kombinationen gekennzeichnet. Ihr Auftreten im Profil ist in Abb. 5 vermerkt.

5.2. Die Mikrofaziestypen und ihre Bildungsbedingungen

5.2.1 Mikritischer Faziestyp (MF-Typ A)

5.2.1.1. Mikrit-Quarz-Fazies (MF-Typ A1)

Hauptkomponente	: Quarz
Komponentenanteil	: 5-20%
Matrix	: Mikrit
Klassifikation	: FOLK: quarzführender Mikrit DUNHAM: Mudstone/Wackestone

Beschreibung: Kennzeichnend für diesen MF-Typ ist eine mikritische Matrix mit wechselndem Quarzanteil (5-20%); weit untergeordnet treten einzelne Bioklasten auf (1-5%).

Der detritische Quarz ist mäßig sortiert und nicht bis mäßig gerundet; seine Korngröße reicht von 0,05-0,2 mm, wobei die durchschnittliche Größe 0,08-0,1 mm beträgt. Die höchsten Quarzgehalte werden in den Profilbereichen H5 und H6 (oberer Teil) erreicht.

Die sehr seltenen Bioklasten bestehen - soweit noch erkennbar - aus Muscheln, Ostrakoden und einzelnen Serpuliden (u.a. in H5); ihre Größe liegt zwischen 0,02 und 1,2 mm. Vereinzelt sind Schalen neomorph umkristallisiert (u.a. in H8). Im Profilbereich H6 treten einzelne glasgrüne Glaukonitaggregate von etwa 0,05 mm Größe auf. Außerdem tritt überall kohlige Substanz auf (< 1%).

Bildungsbedingungen: Geschützter, niedrigenergetischer Bereich und/oder strömungsarmer Teil unterhalb der Wellenbasis. Nach PORRENGA (1967) bildet sich Glaukonit bevorzugt in Wassertiefen zwischen 30 und 700 m, so daß hier tieferes Subtidal¹⁾ wahrscheinlich erscheint. Der relativ hohe Feinsandgehalt deutet nicht unbedingt auf Festlandsnähe hin, denn ein weitreichender Windtransport ist nicht auszuschließen.

1) Unter Subtidal wird hier der Bereich unterhalb der Gezeitenzone bis zu einer Wassertiefe von ca. 200 m verstanden; unter flachem Subtidal wird nach Rezentvergleichen eine Wassertiefe von unterhalb der Gezeitenzone bis 30 m (häufig auch geringer) verstanden. Nach unten schließt sich das tiefere Subtidal an.

Aussagen zur Salinität erscheinen bei diesem merkmalsarmen MF-Typ schwierig, jedoch deutet die geringe Diversität der Fauna eher auf nicht normalmarine Salinitätsverhältnisse (brackisch?, hypersalinar?) hin.

Vorkommen: H5, H6, H8 (gigas-Schichten)

5.2.1.2. Mikrit-Bioklast Fazies (MF-Typ A")

Hauptkomponente : Bioklasten
Komponentenanteil : 5 %
Matrix : Mikrit
Klassifikation : FOLK: Mikrit, bioklastführender Mikrit
DUNHAM: Mudstone

Beschreibung: Ohne bevorzugte Orientierung in die mikritische Grundmasse eingestreut liegen einzelne Bioklasten von durchschnittlich 0,2-0,5 mm Größe. Es handelt sich dabei überwiegend um Muscheln und Ostrakoden; nur sehr selten treten im Profilbereich T7 Gastropoden auf.

Hinzu tritt weit untergeordnet (<1%) nicht bis mäßig gerundeter detritischer Quarz von bis zu 0,1 mm Größe auf. Vereinzelt sind Kohleflitter von bis zu 0,1 mm Länge zu beobachten.

Mikrostyloolithen mit braunen und schwarzen Ton- bzw. Fe/Mn-Oxidhäuten und ohne bevorzugte Orientierung sind nicht selten und weisen auf zirkulierende Lösungen hin; teilweise (Profilbereich T5) führt das bis zur Bildung von "Protointraklasten" (BOSELLINI 1964).

Bildungsbedingungen: Abgelagert in einem niedrigenergetischen und strömungsarmen Bereich. Die geringdiverse Fauna deutet auf einen nicht normalmarinen Salzgehalt hin.

Eindeutige Kriterien für die Tiefe des Ablagerungsraumes sind nicht gegeben, jedoch ergibt sich bei Annahme einer nicht normalmarinen Salinität (Brackwasser?) der Hinweis auf (flaches?) Subtidal.

Vorkommen: T5, T7, M5, M8 (unterer Teil des mittl. Kimmeridge)

5.2.2. Biomikritischer Faziestyp (MF-Typ C)

5.2.2.1. Filamentkalkähnlicher MF-Typ (MF-Typ C1)

Hauptkomponenten : Bioklasten, Quarz
Komponentenanteil : 10 4
Matrix : Mikrit
Klassifikation : FOLK: bioklastführender Mikrit
DUNHAM: Mudstone

Beschreibung: Kennzeichnend sind dünnschalige Muschelreste (< 0,1 mm Dicke) von bis zu 5 mm Länge, die ca. die Hälfte der Komponenten ausmachen. Die Muschel, deren Schalenschnitte die Filamente des Schliffes erzeugen, ist nicht näher bestimmbar. Schalenquerschnitte der Muschelart *Bositra buchi*, die nach KUHR (1975) typische Filamente im Dünnschliff erzeugen, sind auf den Bereich Toarcium bis Oxfordium beschränkt, weshalb diese hier in den Kimmeridge zu stellenden Schalenreste als "filamentähnlich" bezeichnet werden.

Untergeordnet treten als Bioklasten Echinodermen und Ostrakoden auf.

Bei dem Quarz, der bis zur Hälfte der Komponenten ausmachen kann, handelt es sich um nicht bis mäßig gerundeten detritischen Quarz von 0,05 bis 0,1 mm Größe, der teilweise in Linsen angereichert auftritt.

Die filamentartigen Schalen sind nicht selten schichtparallel eingeregelt, jedoch treten auch Bereiche auf, in denen eine völlig ungeordnete Lage der Schalen sowie Farb- und Korngrößenunterschiede der Matrix auf Bioturbation hinweisen.

Vereinzelt treten Tonsäume und "Protointraklasten" (BOSELLINI 1964) auf, die auf Lösungsvorgänge (wahrscheinlich Drucklösung) hinweisen.

Bildungsbedingungen: Abgelagert in einem Bereich mit relativ geringer Strömungsintensität und normalmarinem Salzgehalt (Echinodermen!). Echte Filamente deuten auf eine Ablagerung im unteren Subtidal bis Bathyal hin; hier handelt es sich wahrscheinlich um (unteres?) Subtidal.

Vorkommen: T11₂, T12; M1 (alle unterer Teil des mittleren Kimmeridge)

5.2.2.2. Ostrakodenkalk MF-Typ (MF-Typ C2)

Hauptkomponente	: Bioklasten
Komponentenanteil	: 15 %
Matrix	: Mikrit
Klassifikation	: FOLK: bioklastführender bis locker- gepackter Biomikrit DUNHAM: Mudstone, Wackestone

Beschreibung: Dieser MF-Typ ist gekennzeichnet durch das Vorherrschen von Ostrakoden bei den Bioklasten; untergeordnet treten Muscheln und weit untergeordnet im Profilbereich T4 Gastropoden und Foraminiferen auf. Die Bioklasten stellen über 90 % der Komponenten. Die durchschnittliche Größe der teilweise mikritisierten Bioklasten liegt bei 0,4 bis 0,6 mm, sehr selten auch größer 1 mm.

Die Bioklasten sind ohne bevorzugtes Orientierungsmuster in die Matrix eingelagert. Vereinzelt sind Schalen neomorph umkristallisiert.

Weit untergeordnet tritt detritischer Quarz von 0,05 bis 0,15 mm Größe auf.

Die Matrix ist - insbesondere im Profilbereich T10 - etwas homogen ausgebildet, wobei Bereiche mit einem etwas größeren Mikritkorn oft auch über einen erhöhten Quarzdetritusanteil verfügen.

Durch Lösungsvorgänge hervorgerufene und meist schichtparallel verlaufende stylolithähnliche "Klüfte", die dünne Ton- und/oder Fe- bzw. Mn-Oxidsäume aufweisen, sind nicht selten. Vereinzelt führt dies durch Auflockerung der Matrix bis zur Bildung von Protointraclasten mit einem Durchmesser von bis zu 3 mm.

Gelegentlich sind Ostrakodenschalen als "fossile Wasserwaagen" ausgebildet.

Bildungsbedingungen: Abgelagert in einem geschützten Flachwassergebiet (?flaches Subtidal) mit sehr geringer Strömungsintensität und Wellenbewegung. Die geringdiverse Fauna und das Fehlen stenohaliner Elemente deutet auf einen vom normalmarinen Salzgehalt abweichenden Zustand hin (Brackwasser). Dies zeigt auch die palökologische Auswertung der im Profilbereich T10 vorgefundenen Ostrakodenfauna.

Vorkommen: T4, T8, T9, T10 (alles unterer Teil des mittleren Kimmeridge)

5.2.2.3. Mäßig bioklastführender MF-Typ (MF-Typ C3)

Hauptkomponente : Bioklasten
Komponentenanteil : 10 bis 30 %
Matrix : Mikrit
Klassifikation : FOLK: bioklastführender Mikrit bis locker-
gepackter Biomikrit
DUNHAM: Wackestone, Floatstone

Beschreibung: Typisch für diesen nicht seltenen MF-Typ ist eine Faunenvergesellschaftung von Muscheln (sehr häufig), Echinodermen, Ostrakoden sowie untergeordnet Gastropoden, Brachiopoden, Serpuliden und Foraminiferen. Extrem selten treten in den Profilbereichen T11₁ und T11₃ Characeen-Gyrogonite auf. Die Sortierung der nicht gerundeten Bioklasten ist schlecht; ihre Größe reicht von 0,2 mm bis zu mehreren mm. Die Schalen sind häufig angebohrt (Bohrlochdurchmesser 0,01 bis 0,02 mm) sowie teilweise neomorph umkristallisiert (u.a. im Profilbereich T2).

Weit untergeordnet tritt detritischer Quarz von <0,05 bis 0,1 mm Größe auf.

Die Komponenten zeigen keine bevorzugte Orientierung; homogenisierte Bereiche der Matrix (Konzentration der Bioklasten in bestimmten Bereichen) sowie Farbunterschiede in der Matrix deuten auf Bioturbation hin.

Nicht selten sind Stylolithen mit Tonsäumen sowie Protointraklasten bis 2 cm Durchmesser als Folge von Drucklösungerscheinungen.

Sehr selten treten Geopetalstrukturen in Ostrakodengehäusen auf.

Bildungsbedingungen: Die nicht ausgewaschene Mikritmatrix, die schlecht sortierten, ungerundeten und nicht orientierten Bioklasten sprechen für Ablagerung in einem niedrigenergetischen Bereich mit keiner oder sehr geringer Wasserbewegung in Bodennähe. Die hochdiverse bethonische Fauna spricht für ein gut-durchlüftetes normalmarines Milieu im Bereich des - wahrscheinlich flachen - Subtidals.

Die Characeen-Gyrogonite weisen auf ein brackisch-limnisches Herkunftsgebiet hin (MÄDLER 1952, 1963), geben jedoch über die Entfernung ihres Herkunftsgebietes vom Ablagerungsraum keinen Hinweis, da sie weit verdriftet werden können.

Vorkommen: T2, T3₁, T3₂; M4, M6, M7 (alle unterer Teil des
mittleren Kimmeridge)
E9 (oberer Teil des mittleren Kimmeridge)

5.2.2.4. Stark bioklastführender MF-Typ (MF-Typ C4)

Hauptkomponenten	: Bioklasten, Quarz
Komponentenanteil	: um 50 %
Matrix	: Mikrit
Klassifikation	: FOLK: locker bis dicht gepackter Biomikrit DUNHAM: Wackestone, Packstone

Beschreibung: Wesentliches Merkmal dieses MF-Typs ist der Reichtum an Bioklasten (ca. 60 bis 70 % der Komponenten) sowie ein hoher Mergelgehalt in Verbindung mit einer bräunlichen Verfärbung der Matrix durch Fe-Verbindungen. Die Bioklasten bestehen weit überwiegend aus nicht näher identifizierbarem Schalenbruch (bis 0,5 mm Länge, wahrscheinlich überwiegend Muschelschalen) und auffallend vielen, zum Teil miteinander verkitteten Serpulidenröhren (u.a. im Profilbereich E1). Vereinzelt treten Echinodermen, Gastropoden, Ostrakoden und Foraminiferen auf.

Im Profilbereich E6 tritt in ca. 25 % der Bioklasten diffus angereicherter Glaukonit auf, der sich teilweise in braune Fe-Verbindungen umgewandelt hat.

Etwa 30 % der Komponenten bestehen aus detritischem Quarz von durchschnittlich 0,1 mm Größe.

Die mäßig gerundeten und relativ gut sortierten Bioklasten sind schichtparallel eingeregelt; nur im Profilbereich E1 sind sie kaum orientiert. Dort ist auch der Anteil an Quarz geringer. Innerhalb dieses MF-Typs ist vom Liegenden zum Hangenden eine Zunahme der Komponentenorientierung feststellbar.

Bildungsbedingungen: Die gut sortierten und eingeregelten Bioklasten weisen auf mittlere Wasserbewegung durch Strömungen und/oder Wellenbewegung hin. Nach FLÜGEL (1978) wirken sich in

flacheren Meeresteilen Wellenbewegungen bis maximal 50 m Wassertiefe aus, so daß sich zusammen mit der Diversität der Fauna und dem Vorkommen von Echinodermen ein gut durchlüfteter Ablagerungsraum mit normalmariner Salinität im Bereich des flachen Subtidals ergibt.

Vorkommen: E1, E4, E5, E6 (alles höherer Teil des mittleren Kimmeridge)

5.2.2.5. Characeen-Gyrogonit MF-Typ (MF-Typ C5)

Hauptkomponente	: Bioklasten
Komponentenanteil	: 20 %
Matrix	: Mikrit
Klassifikation	: FOLK: locker gepackter Biomikrit DUNHAM: Wackestone

Beschreibung: Die Bioklasten mit bis zu 0,1 mm Größe sind oft nicht näher bestimmbar; nur einzelne Muschelschalen (z.T. angebohrt), Bryozoenfragmente und Ostrakoden sind identifizierbar. Von Bedeutung ist das relativ häufige Auftreten von Characeen-Gyrogoniten (Durchmesser ca. 0,4 mm).

Weit untergeordnet tritt detritischer Quarz von 0,05 bis 0,1 mm Größe auf; nur im Profilbereich E13 macht er die Hälfte der Komponenten aus.

Bemerkenswert ist das Auftreten von spariterfüllten laminaren Hohlraumgefügen vom Typ Stromatactis, die schichtparallel verlaufen und bis 3 mm Länge erreichen können.

Die Komponenten sind regellos in der Matrix verstreut.

Bildungsbedingungen: Abgelagert unter niedrigenergetischen Bedingungen. Die geringdiverse Fauna und das - mit Ausnahme der Bryozoen - Fehlen stenohaliner Elemente in Zusammenhang mit dem gehäuftem Auftreten von Characeen-Gyrogoniten deutet auf eine nicht normalmarine Salinität hin. Nach MÄDLER (1952, 1963) treten Characeen rezent in Süß- und Brackwasserbereichen auf, wobei fossil ähnliche Bereiche anzunehmen sind.

Bei den vereinzelt auftretenden Bryozoen muß angenommen werden, daß es sich dabei um z.B. durch Sturmfluten verfrachtete Elemente handelt, die dann in einem Bereich nicht normalmariner Sali-

nität abgelagert wurden; allein auf Grund ihres Vorkommens ein rein marines Milieu zu rekonstruieren erscheint als gewagt im Hinblick auf die übrigen Merkmale des MF-Typs (Characeen, Hohlraumgefüge, geringdiverse Fauna).

Hohlraumgefüge vom Typ Stromatactis treten nach FLÜGEL (1978) bevorzugt im inter- bis subtidalen Bereich auf. Insgesamt ergibt sich für den Ablagerungsraum wahrscheinlich ein durch Süßwasserzuflüsse bedingtes brackisches Milieu im flachen Subtidal.

Vorkommen: E12, E13₁, (oberer Teil des mittleren Kimmeridge)

5.2.3. Peloidführender MF-Typ (MF-Typ D)

5.2.3.1. Reiner peloidführender MF-Typ (MF-Typ D1)

Hauptkomponente	: Peloide
Komponentenanteil	: 90 %
Matrix	: Mikrit, selten Sparit
Klassifikation	: FOLK: Pelmikrit, Pelsparit DUNHAM: Packstone, Grainstone

Beschreibung: Dieser MF-Typ ist gekennzeichnet durch das Vorherrschen von Peloiden, die über 90 % der Komponenten ausmachen; die übrigen Komponenten bestehen aus Ostrakoden und Schalenfragmenten. Die Genese der gut sortierten, durchschnittlich 0,1 mm (maximal ca. 0,2 mm) großen, gut gerundeten bis ovalen Peloide ist nicht eindeutig. Zwar sind in einigen Profilbereichen (z.B. Hangender Teil von T6) Hinweise auf Kotpillen vorhanden (ovale Form, dunkle Randfärbung), doch sind kaum Hinweise auf die kotpillenerzeugenden Organismen vorhanden.

Möglicherweise sind die Peloide auch als Bahamitpeloide anzusprechen (Entstehung durch Mikritisierung von Bioklasten) oder auch als Algenpeloide, worauf die teilweise etwas laminierte Struktur (im mm-Bereich) hinweisen könnte.

Auffallend im Profilbereich T6 sind viele schichtparallel verlaufende und auf Lösungsvorgänge hinweisende dünne Tonsäume.

Bei dem teilweise vorhandenen Sparit handelt es sich um eine neomorphe Sparitbildung im Sinne von BEALES (1971).

Bildungsbedingungen: Rezent bilden sich Peloide bevorzugt in sehr flachem Wasser (bis ca. 6 m) bei geringer Wasserbewegung und erhöhter Salinität im Zusammenhang mit einer an Artenzahl und Formenvielfalt geringen Fauna. In Tiefseesedimenten treten Peloide nur selten auf (FLÜGEL 1978). In Analogie dazu sind ähnliche Ablagerungsbedingungen denkbar.

Sollte es sich um Algenpeloide handeln, so ist das ein Hinweis auf Bildung im Intertidalbereich (FLÜGEL 1978).

Ebenfalls auf einen vom normalmarinen Milieu abweichenden Salzgehalt deutet die geringdiverse Fauna hin.

Vorkommen: T6 (unterer des mittleren Kimmeridge)

5.2.3.2. Peloid-bioklastischer MF-Typ (MF-Typ D2)

Hauptkomponenten	: Peloide, Bioklasten
Komponentenanteil	: 30 bis 90 %
Matrix	: ausgewaschener Mikrit, Sparit
Klassifikation	: FOLK: Biopelmikrit, Biopelsparit
	: DUNHAM: Wackestone, Packstone/Grainstone

Beschreibung: Kennzeichnend ist ein stark wechselnder Komponentenanteil (z.B. 30 %) im Profilbereich K15 und bis zu 90 % im hangenden Bereich von T1 aus Peloiden und Bioklasten.

Die gut sortierten und gut gerundeten, 0,1 bis 0,2 mm großen Peloide entsprechen zum größten Teil wohl Kotpillen, worauf eine durch organische Substanzen bedingte dunklere Einfärbung oder "Rinde" hinweist.

Die Bioklasten sind nur mäßig sortiert und häufig gerundet. Soweit identifizierbar (viele Schalen sind neomorph umkristallisiert oder auch mikritisiert) handelt es sich häufig um Muscheln sowie seltener um Gastropoden, Echinodermen, Ostrakoden und Foraminiferen.

Das Verhältnis Peloide zu Bioklasten schwankt zwischen etwa 3:1 bis 1:3.

Untergeordnet (< 1 %) tritt nicht gerundeter detritischer Quarz von 0,1 bis 0,2 mm Größe auf (zum Teil in Linsen gehäuft).

Längliche Komponenten sind häufig schichtparallel eingeregelt und zeigen teilweise Dachziellagerung. Stellenweise sind die Komponenten nicht orientiert (Hinweis auf Bioturbation?).

An Lösungszonen treten vereinzelt Prototraklasten auf.

Bildungsbedingungen: Die Ausbildung der Matrix sowie die häufige Einregelung von Komponenten deutet auf eine - zumindest zeitweilig - stärkere Wasserbewegung hin. Obwohl Peloide bevorzugt in Stillwasserbereichen entstehen, ist ihr Vorkommen bei einer wie hier gut entwickelten benthonischen Fauna nicht ungewöhnlich. Denkbar ist allenfalls ein Transport aus niedrigenergetischen Bereichen.

Die hochdiverse Fauna mit stenohalinen Elementen weist auf ein gut durchlüftetes, normalmarines Milieu im Bereich des Subtidals hin.

Vorkommen: K15 (Basis des mittleren Kimmeridge)
T1 (unterer Teil des mittleren Kimmeridge)

5.2.4. Kalkoolithischer MF-TYP (MF-Typ F)

Hauptkomponenten	: Ooide, Rindenkörner, Bioklasten
Komponentenanteil	: um 50 %
Matrix	: Sparit, schwach ausgewaschener Mikrit
Klassifikation	: FOLK: Oosparit, schwach ausgewaschener Oosparit DUNHAM: Grainstone/Packstone

Beschreibung: Wesentliches Material dieses MF-Types sind die Ooide, die 1/4 bis <1/2 der Komponenten ausmachen. Es handelt sich um 0,2 bis 0,5 mm große, mäßig sortierte Normalooide mit Radialstruktur. Vereinzelt sind Ooide durch mechanische Beanspruchung zerbrochen. Die Kerne bestehen aus nicht näher identifizierbaren Bioklasten oder Karbonatpartikeln. Sehr selten treten Mehrfachooide auf, bei denen zwei Ooide den Kern für ein neues Ooid bilden.

Neben den Ooiden stellen Rindenkörner (z.T. mit Rinden um neomorph umkristallisierte Schalen) einen wesentlichen Komponentenanteil (1/4 bis 1/3 der Komponenten).

Daneben treten Bioklasten ($< 1/4$ der Komponenten) aus Muscheln (überwiegend), Gastropoden, Echinodermen, Serpuliden und Ostrakoden auf.

Schlecht gerundeter detritischer Quarz von 0,05 bis 0,1 mm Größe hat einen Anteil von $< 10\%$ an den Komponenten.

Sehr selten treten grüne Glaukonitkörner von ca. 0,05 mm Größe auf.

Die länglichen Komponenten sind teilweise sehr gut schichtparallel eingeregelt.

Bildungsbedingungen: Radialstrukturierte Ooide sollen nach FLÜGEL (1978) in relativ niedrigerenergetischen randmarinen Bereichen mit zum Teil nicht normalmariner Salinität entstehen. Die überwiegend sparitische bzw. ausgewaschen mikritische Matrix und die sehr gute Komponenteneinregelung deuten hier jedoch auf relativ hochenergetische Verhältnisse im Ablagerungsraum hin. Es ist deshalb anzunehmen, daß die radialstrukturierten Stillwasserooide aus benachbarten Bereichen heraus verfrachtet worden sind (Hinweis: zerbrochene Ooide).

Die Echinodermenreste und die Bildung von Rindenkörpern weisen auf normalmarine Verhältnisse im Ablagerungsraum hin; eine Einordnung ins (flache?) Subtidal erscheint wahrscheinlich.

Vorkommen: H7 (gigas-Schichten; der MF-Typ ist etwas verzahnt mit den liegenden Faziesbereichen)

5.3. ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DER AUS DER MIKROFAZIES-ANALYSE GEWONNENEN ABLAGERUNGSBEDINGUNGEN

Mittlerer Kimmeridge: Der Ablagerungsraum des mittleren Kimmeridge ist allgemein gekennzeichnet durch niedrigerenergetische und strömungsarme Verhältnisse (Ausnahmen: Profilbereiche mit den MF-Typen C4 und D2) bei meist normalmarinem und gut durchlüftetem Milieu. Die Wassertiefe ist nur mäßig bis gering (Subtidal bis flaches Subtidal), der Festlandeinfluß ist lithologisch gesehen gering, deutet sich jedoch des öfteren durch eine in den Faunen (u.a. in der Diversität der Faunen) beobachtbare Änderung der Salinitätsverhältnisse zum Brackischen hin an (hervorgerufen durch Süßwasserzuflüsse vom Festland). Das

Profil Tiergarten zeigt anhand der vertikalen Abfolge der MF-Typen eine Entwicklung vom normalmarinen Bewegtwasserbereich (MF-Typ D2) im Liegenden über einen normalmarinen ruhigen Flachwasserbereich (MF-Typ C3) bis hin zum brackisch beeinflussten geschützten Flachwasserbereich (MF-Typ C2). Darauf folgt der ebenfalls niedrigerenergetische und nicht normalmarine Verhältnisse anzeigende MF-Typ A2 sowie der wahrscheinlich einen extremen Flachwasserbereich bei nicht normalmariner Salinität anzeigende MF-Typ D1. Von hier ab verläuft die Entwicklung der Ablagerungsbedingungen zum Hangenden hin spiegelbildlich zurück: über die Folge der MF-Typen A2 und C2 tritt schließlich wieder der normalmarine Verhältnisse anzeigende MF-Typ C3 auf.

Es zeigt sich also innerhalb des Aufschlusses ein zyklischer Wechsel von normalmarinen über brackische zu wiederum normalmarinen Verhältnissen.

Das sich im Hangendem des Profils Tiergarten anschließende Profil Windmühlenberg zeigt Ablagerungsverhältnisse, die gekennzeichnet sind durch geringe Wasserbewegung, geringe Wassertiefe (meist flaches Subtidal) sowie normalmarine Verhältnisse. Lediglich die Profilbereiche M5 und M8 sind dem MF-Typ A2 zuzuordnen, der auf nicht normalmarine und niedrigerenergetische Verhältnisse hinweist. Der in diesem Profil schon makroskopisch erkennbare, sich dreifach wiederholende Zyklus Kalk - Hartgrund - Mergel kommt ebenfalls in der zyklischen Ausbildung der MF-Typen zum Ausdruck; nur die Kalke des unteren Zyklus weichen davon ab.

Es ergibt sich somit eine Abfolge (vom Liegenden zum Hangenden) aus MF-Typ C1 (Hartgrund) - Mergel -/- MF-Typ C3 - MF-Typ A2 (Hartgrund) - Mergel -/- MF-Typ C3 - MF-Typ A2 (Hartgrund - Mergel).

Der Wechsel der Ablagerungsbedingungen vom MF-Typ C3 (bzw. MF-Typ C1 im liegenden Zyklus) zum MF-Typ A2 (wahrscheinlich nicht normalmarin) entspricht der Annahme einer zunehmenden Verflachung und/oder Sedimentationsunterbrechung (Hartgrund).

Nach FÜCHTBAUER & MÜLLER (1977) sind Zyklen der Folge Kalk - Schichtlücke (Hartgrund) - Mergel typisch für Flachwasserbereiche und weisen auf periodische Änderungen der Sedimentationsbedingungen hin.

Die Gesteinsfolge im Aufschluß Ehmén zeigt in ihren unteren und mittleren Bereichen gut durchlüftete und normalsalinare Verhältnisse an bei mittlerer Wasserbewegung im Bereich des flachen Subtidals (MF-Typ C4).

Die Kalke des oberen Profilbereichs hingegen sind in den MF-Typ C5 einzuordnen, der einem niedrigerenergetischen Ablagerungsraum mit nicht normalmariner Salinität im flachen Subtidal (u.U. auch Intertidal) entspricht. Diese Brackwasserverhältnisse zeigen sich auch bei der Untersuchung der Mikrofauna dieses Profilbereichs.

Insgesamt stehen die durch die Mikrofaziesanalyse des mittleren Kimmeridge im Raum Wolfsburg gewonnenen Kenntnisse über die Ablagerungsverhältnisse in Übereinstimmung mit den Ergebnissen, die mit Hilfe anderer Methoden und an anderen Lokalitäten des Niedersächsischen Beckens gewonnen werden konnten (vgl. HUCK-RIEDE (1967), GRAMANN (1971), JORDAN (1971a)).

Gigas-Schichten: Die Mikrofaziesanalyse der Kalke des Aufschlusses Heidwinkel ergibt in Hinblick auf deren Ablagerungsbedingungen kein allzu detailliertes Bild, da der dort vorherrschende MF-Typ A1 merkmalsarm ist. Sicher erscheint, daß es sich um einen niedrigerenergetischen Bereich mit wahrscheinlich nicht normalmariner Salinität (?brackisch, ?hypersalinar) im Bereich des Subtidal handelt.

Der nur im Profilbereich H7 auftretende MF-Typ F deutet auf ein normalmarines Milieu bei relativ hochenergetischen Verhältnissen in einem randmarinen Flachwasserbereich hin.

Von Interesse ist hier die von JORDAN (1971b) entwickelte Vorstellung, daß sich ab oberem Kimmeridge im Niedersächsischen Becken nicht zunehmend brackische, sondern hypersalinare Verhältnisse entwickelt haben sollen. Dabei wird von einer Schichtung des Meerwassers ausgegangen (hypersalinare Verhältnisse in den unteren Wasserschichten, euhalin bis brachyhaline Ver-

hältnisse in den oberen Wasserschichten), durch die auch das Vorkommen stenohaliner Faunenelemente (z.B. Gravesien) in den gigas-Schichten erklärt werden kann. Diese Schichtung des Meerwassers würde bedeuten, daß hier im Bereich des Profils Heidwinkel vom Liegenden zum Hangenden ein Wechsel Beckenfazies (MF-Typ A1, hypersalinar, niedrigenergetisch)

--- Randfazies (MF-Typ F1. normalmarin, hochenergetisch) --- Beckenfazies (MF-Typ A1, hypersalinar, niedrigenergetisch) entwickelt wäre, durch den sich auch die relative Lage zur Küste ergibt.

Im übrigen hat bereits HUCKRIEDE (1967) auf Widersprüche aufmerksam gemacht, die bei Annahmen einer zunehmenden Verbrackung im oberen Malm entstehen.

6. BIOFAZIELLE UNTERSUCHUNGEN IM MALM

6.1. Mikrofauna und Biotop

6.1.1. Grundsätzliche Bemerkungen

Bei der Absicht, mit Hilfe des Mikrofossilinhalts (hier u.a. Ostrakoden) zu palökologisch - faziellen Aussagen zu gelangen, müssen, um Fehldeutungen zu vermeiden, zwei grundlegende Aspekte betrachtet werden

- a) entspricht die vorgefundene Mikrofauna der ursprünglichen Mikroorganismen-Biozönose?
- b) in welchen Lebensräumen, insbesondere bezogen auf die Salinitätsverhältnisse, haben die verschiedenen Ostrakodengattungen früher gelebt?

Selbst bei sorgfältiger Probennahme wird sich bei rasch ändernden Sedimentations/Lebensverhältnissen - u.a. auch im limnisch-brackischen Bereich (HARTMANN 1963) - kein exaktes Abbild der ursprünglichen Biozönose ergeben, sondern durch Überlagerung mehrerer Biozönosen eine Art "Mittelwert", dessen Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse nur durch die Beachtung aller vorhandenen Faunenelemente und sedimentologischer Merkmale zu leisten ist. Im Zusammenhang hiermit steht auch das Problem der Autochthonie von Faunenelementen. Als ein wesentliches

Kriterium für Autochthonie - und damit für eine echte Biozönose - gilt die "Reinheit" einer Faunenvergesellschaftung, das heißt, die ökologischen Ansprüche der Gattungen einer Fossilvergesellschaftung müssen miteinander in Einklang stehen und dürfen sich nicht widersprechen.

Die Deutung der Lebensräume fossil überlieferter Ostrakoden wird in Analogie zu verwandten rezenten Gattungen vorgenommen, wobei Unsicherheiten in Hinblick auf die "Konstanz der ökologischen Ansprüche" (BECKER 1969) vor allem bei hohem stratigraphischen Alter der Schichten auftreten können.

Die Salinität eines Biotops ist von allen ökologischen Faktoren (z.B. Wasserbewegung, Nahrungsangebot, Temperatur, Substrat) bei den Ostrakoden als der Wichtigste anzusehen (HARTMANN 1963, BRENNER 1976); OERTLI (1963) und BRENNER (1976) geben Übersichten über die vermutlichen Biotope einiger Ostrakodengattungen, anhand derer die Frage des Biotops diskutiert wird).

6.1.2. Untersuchungen im unteren Kimmeridge (Profil Klieversberg II)

Sämtliche Proben aus dem oberen Teil des unteren Kimmeridge sind gekennzeichnet durch Faunenvergesellschaftungen, in denen brackische Elemente entweder vorherrschen oder zumindest doch vorhanden sind.

Nirgendwo treten Formen auf, die eindeutig auf normalmarine Salinitätsverhältnisse hinweisen. Man muß davon ausgehen, daß hier die Kombination "faziesbrechender" Macrodentinen (MALZ 1969) mit limnisch-brackischen Gattungen auf nicht normalmarine Salinitätsverhältnisse hinweist. Insbesondere in den oberen Profilabschnitten K9 und K10/11 weisen Cetacella, Darwinula, Ostracod Nr. 8 sowie viele Characeen-Gyrognite auf deutliche Aussüßung hin.

Es ergibt sich somit für den oberen Teil des unteren Kimmeridge das Bild eines rein limnisch-brackischen Lebensraumes mit teilweise sehr starker Aussüßung in den obersten Profilabschnitten.

6.1.3. Untersuchungen im mittleren Kimmeridge (Profile Klieversberg II, Tiergarten, Windmühlenberg, Ehmen)

Die Mikrofaunen des mittleren Kimmeridge sind allgemein gekennzeichnet durch Faunenvergesellschaftungen aus brachyhalinen Elementen, in die limnisch-brackische Gattungen eingeschwemmt worden sind, sowie durch vereinzelte rein limnisch-brackische Vergesellschaftungen.

So sind die Basisschichten des mittleren Kimmeridge durch das Vorherrschen von Macrodentinen gekennzeichnet, zu denen sich einzelne Exemplare limnisch-brackischer Gattungen (Limnocythere, Darwinula) gesellen, die wahrscheinlich aus küstennahen Brackwasserbereichen verdriftet worden sind.

Diese Verhältnisse setzen sich im Bereich des Profiles Tiergarten fort, wobei dort (in T10) eine rein limnisch-brackische Fauna (ausschließlich Klieana und Limnocythere) entwickelt ist, die stark ausgesüßte Verhältnisse anzeigt. Dies wird gestützt durch den MF-Typ dieses Bereiches (C2), der ebenfalls auf nicht normalmarine Verhältnisse hinweist.

Die Ostrakodenfaunen des Profiles Windmühlenberg zeigen durchweg euhalin bis brachyhalinen Charakter. Nur in dem Horizont M5 (Hartgrund) treten einzelne Klieana auf, die auf schwache limnisch-brackische Beeinflussung hindeuten. Dies steht in Einklang mit der MF-Analyse des Aufschlusses: Sie zeigt innerhalb desselben überall rein marine Verhältnisse auf und weist nur in den Profilbereichen M5 und M8 (beides Hartgründe) auf eine mögliche brackische Beeinflussung hin.

Das Profil Ehmen läßt eine Entwicklung erkennen von normalmarinem Milieu (Bereich E2 bis E11) zu dort rein brackischem Milieu im obersten Profilbereich E13₃, dort gekennzeichnet durch das massenhafte Auftreten von Limnocythere und Fabanella. Einzelne brachyhaline Formen und Dasycladaceenreste sind mit großer Wahrscheinlichkeit allochthoner Natur.

Der Übergangsbereich zwischen dem normalmarinen und dem brackischen Milieu (E12, E13₁, E13₂) weist brachyhaline Gemeinschaften aus Cytheropteron, Exophthalmocythere sowie Macrodentinen auf, wobei hier bereits allochthone limnisch-brackische Elemente

(Limnocythere, Characeen-Gyrogonite) vorhanden sind.

Im rein limnisch-brackischen Bereich sowie in dem durch limnisch-brackische Elemente gekennzeichneten Übergangsbereich sind Characeen-Gyrogonite immer vorhanden.

Diese durch die Mikrofauna aufgezeigte Entwicklung vom normalmarinen Milieu im tieferen und mittleren Bereich des Aufschlusses Ehmens zu brackisch-limnischen Verhältnissen im höheren Bereich entspricht den Ergebnissen der MF-Analyse, die ebenfalls erst in den oberen Profilbereichen nicht normalmarine Salinitätsverhältnisse aufzeigt (MF-Typ C5).

Insgesamt ergibt die Untersuchung der Mikrofauna des mittleren Kimmeridge für den Raum Wolfsburg überraschend viele Hinweise auf limnisch-brackische Faunenelemente aus küstennahen Zonen in den ansonsten euhalin bis brachyhalinen Ablagerungsraum.

6.1.4. Untersuchungen im oberen Kimmeridge und den gigas-Schichten (Profile Fischteiche und Heidwinkel)

Die Faunengesellschaften des Aufschlusses Fischteiche zeigen ein widersprüchliches Bild, da sie jeweils charakterisiert werden durch das individuenreiche Auftreten der brachyhalinen Gattung Cytheropteron gemeinsam mit der brackischen Gattung Fabanella. Ob nun die brackischen Faunenelemente (Fabanella, untergeordnet auch Klieana) allochthon sind oder nicht, so müssen doch in jedem Fall - wenn nicht im Ablagerungsraum selbst, so doch in dessen benachbarten Einzugsbereich - brackische Verhältnisse geherrscht haben. Darauf weisen auch vereinzelte, sicher allochthone Charophyten-Oogonien hin.

Im Aufschluß Heidwinkel zeigen die aus dem Bereich H9 stammenden Faunen marines Milieu an; einzelne allochthone Exemplare von Scapriculocypris und Klieana deuten jedoch auf benachbarte Gebiete mit brackischen Verhältnissen hin. Das Auftreten von Brackwasserformen in den allgemein als marin angesehenen gigas-Schichten hat bereits SCHMIDT (1955) festgestellt.

Im Zusammenhang mit den Vorstellungen JORDANS (1971b), der ab oberen Kimmeridge im Niedersächsischen Becken eher hypersalinare als brackische Verhältnisse annimmt, stellt sich hier die Frage,

inwieweit hypersalinare Verhältnisse mit Hilfe der mikrofaunistischen Untersuchung nachgewiesen werden können. Dazu müßte das Verhältnis der oberjurassischen Ostrakodengattungen zu hypersalinaren Lebensräumen geklärt sein; möglicherweise sind heute als typische Brackwasserformen angesehene Ostrakoden auch im hypersalinaren Bereich existent. Überlegungen und Beispiele zu dieser Problematik finden sich bei GRAMANN (1970).

6.2. Megafaunen und Biotop

Hinweise auf die Ablagerungsbedingungen des Malm aus der Megafauna müssen sich auf den Bereich des mittleren Kimmeridge beschränken, da nur für diesen begrenzte eigene Aufsammlungen sowie umfangreicheres Material der Sammlung ROLKE zur Verfügung stand. In den Aufschlüssen des unteren und des oberen Kimmeridge sowie der gigas-Schichten sind nur äußerst selten Megafossilien (Muscheln) beobachtet worden. Die Megafauna des mittleren Kimmeridge im Raum Wolfsburg ist gekennzeichnet durch folgende Formen:

Lamellibranchiaten: - *Eocallista nuculaeformis* (F.A.ROEMER)
- *Eocallistabrongniarti* (F.A.ROEMER)
- *Chlamys comatus* (MÜNSTER)
- *Pholadomya multicostata* AGASSIZ
- *Mactromya rugosa* (F.A.ROEMER)
- nicht seitene Ostreen und Exogyren

Gastropoden : - *Ampullina globosa* (F.A.ROEMER)
- *Ampullina gigas* (F.A.ROEMER)
- *Ampullina turbiniformis* (F.A.ROEMER)
- *Harpagodes oceani* (BRONGNIART)
- *Chemnitzia abbreviata* (F.A.ROEMER)
- *Nerinea tuberculosa* F.A.ROEMER

Brachiopoden : - "*Terebratula*" *subsella* (LEYMERIE)

Eine Untersuchung von HALLAM (1976) zeigt, daß die Gattungen *Eocallista*, *Mactromya*, *Pholadomya* und *Chlamys* typisch sind für eine von ihm "Nearshore-Marine-Association" genannte Invertebratenvergesellschaftung, die einen Lebensraum besiedelt, der gekennzeichnet ist durch

- relativ warmes, gut durchlichtetes Wasser
- sauerstoffreiches Wasser
- "festes" bis nur mäßig weiches Substrat
- leicht schwankende Salinität im brachyhalinen Bereich

Diese durch die Megafauna gelieferten Aussagen über die Ablagerungsbedingungen des mittleren Kimmeridge entsprechen grundsätzlich den Ergebnissen der mikrofaziellen und mikrofaunistischen Untersuchungen.

Es zeigt sich, daß in den Profilbereichen, in denen die genannten Megafossilien auftreten, die MF-Analyse ebenfalls zur Rekonstruktion von Ablagerungsbedingungen führt, die denen der beschriebenen "Nearshore-Marine-Association" entsprechen. Allgemein tritt diese Megafossilvergesellschaftung zusammen mit den MF-Typen C1 und C3 auf. Umgekehrt treten die angeführten Megafossilien nicht in Schichten auf, deren MF-Typ und/oder deren Mikrofaunen auf brackische Verhältnisse hinweisen.

7. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Ziel der Arbeit ist es, ein genaueres Bild über Stratigraphie, Ablagerungsraum und Paläogeographie von Dogger und Malm des Raumes Wolfsburg zu erlangen. Dabei wurden u.a. zur Klärung insbesondere stratigraphischer Fragen Fossilien der neubestimmten Sammlung ROLKE herangezogen.

Dogger:

Die sich aus dem obersten Lias kontinuierlich entwickelnden und in toniger Fazies ausgebildeten Ablagerungen des Aalenium sind durch Funde leitender Ammoniten noch nicht nachgewiesen. Aufgrund der paläogeographischen Situation muß davon ausgegangen werden, daß sie zur Ablagerung gekommen sind.

Die Ablagerungen des Bajocium lassen sich mit Hilfe leitender Ammoniten fast vollständig nachweisen. Nur das untere Bajocium und die garantiana-Zone des oberen Bajocium sind durch Ammoniten nicht nachgewiesen; dennoch erscheint es als wahrscheinlich, daß die Ablagerungen des Bajocium vollständig ausgebildet sind. Innerhalb der sauzei-Zone findet ein Fazieswechsel von einer

Tonsteinfazies hin zu einer Feinsandsteinfazies statt.

Die Ablagerungen des Bathonium sind nur lückenhaft und geringmächtig entwickelt. Ausgebildet sind nur die des unteren Bathonium und die der Aspidoides-Zone des oberen Bathonium. Die gesamten, soweit im Raum Wolfsburg entwickelten Ablagerungen des Bathonium sind in Cornbrashfazies mit Einschaltungen Feoolithischer Horizonte ausgebildet.

Die Ablagerungen des Callovium sind - bis auf die der coronatum-Zone - vollständig durch leitende Ammoniten nachgewiesen und weitgehend in einer feinsandig-mergeligen Fazies ausgebildet. Nur die sehr geringmächtigen Macrocephalenschichten sind in einer oolithischen und sandigen "Eisenstein"-Fazies ausgebildet. Es ergibt sich eine Ablagerung der Macrocephalenschichten in einer küstennahen "Transgressionszunge". In der lamberti-Zone des oberen Callovium ist eine Sedimentationsunterbrechung zu beobachten.

Insgesamt lassen sich die Verhältnisse im Dogger des Raumes Wolfsburg sowohl in stratigraphischer als auch in fazieller Hinsicht in die überregionalen Verhältnisse des NW-deutschen Raumes einbinden, wobei jedoch im Bathonium und in den Macrocephalen-Schichten eine zum Teil sehr küstennahe Lage des Ablagerungsraumes angenommen werden muß.

Malm:

Die fazielle Entwicklung der Ablagerungen des Calloviums setzen sich kontinuierlich bis in die Heersumer Schichten hinein fort. Die Sedimente des Korallenoolith sind in der typischen, sich E/SE des Gifhorner Troges entwickelnden sandig-dolomitischen Randfazies als spätdiagenetischer, sandiger Dolomit entwickelt.

Für den oberen Teil des unteren Kimmeridge sind rein limnisch brackische Verhältnisse feststellbar. Die an der Obergrenze des unteren Kimmeridge in NW-Deutschland häufig entwickelten "grünen Charophytenmergel" sind auch im Raum Wolfsburg ausgebildet.

Für den mittleren Kimmeridge ergibt sich das Bild eines flachen, gut durchlüfteten Meeres mit brachyhalin bis euhalinen Salini-

tätsverhältnissen, wobei überraschend viele Hinweise auf brakisch-limnische Einschaltungen gegeben sind. Diese Einschaltungen kennzeichnen den küstennahen Bereich des Ablagerungsraumes und sind durch Süßwasserzuflüsse vom Festland bedingt. Im unteren Teil des mittleren Kimmeridge sind zyklische Änderungen der Salinitäts- bzw. Sedimentationsbedingungen nachweisbar.

Die brackische Beeinflussung des Ablagerungsraumes setzt sich in den in tonig-mergeliger Fazies ausgebildeten Sedimenten des oberen Kimmeridge fort.

Insgesamt paßt sich der Kimmeridge in seinen Ablagerungsbedingungen den überregionalen Verhältnissen an; auffallend sind jedoch die häufigen limnisch-brackischen Einschaltungen (u.a. im mittleren Kimmeridge), die Hinweise auf eine z.T. sehr küstennahe Lage des Ablagerungsraumes zu dieser Zeit geben.

Ablagerungen der gigas-Schichten sind im Raum Wolfsburg mit sehr großer Wahrscheinlichkeit ausgebildet. Es handelt sich dabei um sehr (Mega-)fossilarme Kalke sowie Mergel mit einer reichen Mikrofauna, in der einzelne aufgearbeitete Ostrakoden aus dem mittleren Kimmeridge auftreten. Für die Kalke ergibt sich ein Wechsel von Beckenfazies (?hypersalinar) über Randfazies (normal-marin) zu Beckenfazies (?hypersalinar), wobei hypersalinare Verhältnisse in den tieferen Teilen des Beckens durch Schichtung des Meerwassers als wahrscheinlich erscheinen.

Höhere Schichtglieder des Malm sind bisher noch nicht aufgeschlossen gewesen; aus paläogeographischen Gründen ist ihr Vorhandensein in einem küstennahen Randbereich des Ablagerungsraumes anzunehmen.

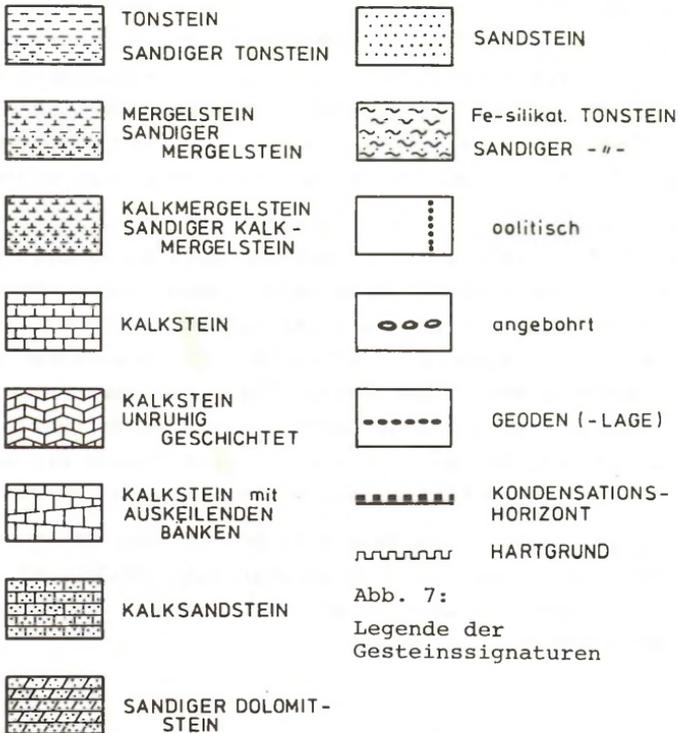
8. DANK

Die Anregung zu dieser Arbeit ging von Herrn H. ROLKE aus Wolfsburg aus, der als ausgezeichnete Kenner des Jura im Raum Wolfsburg mir stetige Unterstützung und viele wertvolle Hinweise hat zukommen lassen. Ihm möchte ich dafür danken.

Herrn Prof. Dr. R. FISCHER (Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover) gilt mein Dank für die Betreuung der Arbeit, für manch wichtige Anregung und insbesondere für seine ausdauernde Unterstützung bei der Neubestimmung der Sammlung ROLKE.

Des weiteren danke ich Herrn Dr. F. GRAMANN (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung), der mir bei der Bearbeitung der Mikrofaunen behilflich war, sowie Herrn Dr. R. JORDAN (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung), dem ich wichtige Hinweise über Ammoniten und Faziesentwicklung des Dogger verdanke.

Nicht zuletzt gilt mein Dank Herrn H. KRIENKE (Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover), der für die Herstellung schwieriger Dünnschliffe viel Mühe aufgewendet hat.



9. ANGEFÜHRTE SCHRIFTEN

- BACELLE, L. u. BOSELLINI, A. (1965): Diagrammi per la stima visiva della composizione percentuale nelle rocce sedimentarie. - Ann.Univ.Ferrara, N.S. Sez.IX, Sci.Geol.Paleont., 1(3):59-62, 24 Taf.; Ferrara.
- BARTENSTEIN, H. et al. (1962): Leitfossilien der Mikropaläontologie. - 432 S., 27 Textabb., 61 Taf., 22 Tab.; Berlin-Nikolassee.
- BEALES, F. (1971): Cementation in ancient pelleted limestones. - In: BRICKER, O.P.: Carbonate Cements, S.215-224. Abb. 112-113; Baltimore - London.
- BECKER, G. (1969): Zur Palökologie der Ostracoden. - Natur u. Museum, 99(5):198-208, 7 Abb.; Frankfurt/Main.
- BOSELLINI, A. (1964): Sul significato genetico e ambientale di alcuni tipi di rocco calcare in base alle piu recenti classificazioni. - Mem. Mus. Storia Nat. Venezia Tridentina, Anno 27-28, 1964-1965, 15, Fasc.2, S.1-58, 8 Taf., 6 Abb.; Trento.
- BRAUNS, D. (1869): Der mittlere Jura im nordwestlichen Deutschland. - 313 S., 2 Taf.; Kassel.
- (1874): Der obere Jura im nordwestlichen Deutschland. - 418 S., 3 Taf.; Braunschweig.
- BRENNER, P. (1976): Ostracoden und Charophyten des Spanischen Wealden. (Systematik, Ökologie, Stratigraphie, Palaeogeographie). - Palaeontographica, Abt.A, 152, (Lfg. 4-6):113-201, 17 Taf., 20 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- DUNHAM, R.J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional textures. - In: HAM, W.E. (ed.): Classification of carbonate rocks. - Amer.Assoc.Petrol.Geol., Memoir 1: 108-121, 7 Taf., 1 Tab.; Tulsa.
- FINKENWIRTH, A. (1964): Das Eisenerz des Lias gamma am Kahlberg bei Echte und der Weißjura in Süd-Hannover. - Beih. geol.Jb., 56, 131 S., 25 Abb., 2 Tab., 12 Faltafeln; Hannover.
- FLÜGEL, E. (1978): Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. - 454 S., 33 Taf., 68 Textabb., 57 Tab.; Berlin - Heidelberg -New York.
- FOLK, R.L. (1959): Practical petrographic classification of limestones. - Bull. Amer. Assol. Petrol. Geol., 43(1):1-38, 41 Abb., 2 Tab.; Tulsa.
- (1962): Spectral subdivision of limestone types.- In: HAM, W.E. (ed.): Classification of carbonate rocks. - Amer. Assoc. Geol., Memoir 1:62-84, 7 Abb., 2 Tab.; Tulsa.

- FÜCHTBAUER, H. u. MÜLLER, G. (1977): Sedimente und Sedimentgesteine. - In: Sediment-Petrologie, Teil 2 (3. Aufl.), 784 S., 341 Abb., 70 Tab.; Stuttgart.
- GRAMANN, F. (1970): Brackish or hypersalin? Notes on paleoecology based on Ostracoda. - Bull. Centre Rech. SNPA-Pau, 5 supp., 93-99, 1 Pl.; Pau
- . (1971) Mikrofauna des Malm. - In: HERRMANN, A.: Die Asphaltkalk-Lagerstätte bei Holzen/Ith auf der Südwestflanke der Hils-Mulde. - Beih. geol. Jb., 95:78-83; Hannover.
- HALLAM, A. (1976): Stratigraphic distribution and ecology of European Jurassic Bivalves. - Lethaia, 9: 245-259, 1 Fig., 4 Tab.; Oslo.
- HARTMANN, G. (1963): Zur Morphologie und Ökologie rezenter Ostracoden und deren Bedeutung bei der Unterscheidung mariner und nichtmariner Sedimente. - Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., 10:67-80, 3 Abb., 2 Tab.; Krefeld.
- HUCKRIEDE, R. (1967): Molluscenfaunen mit limnischen und brackischen Elementen aus Jura, Serpulit und Wealden NW-Deutschlands und ihre paläogeographische Bedeutung. - Beih. geol. Jb., 67, 263 S., 32 Abb., 25 Taf.; Hannover.
- JORDAN, R. (1971a): Megafauna und Salinität des Malm. - In: HERRMANN, A.: Die Asphaltkalk-Lagerstätte bei Holzen/Ith auf der Südwestflanke der Hils-Mulde. - Beih. geol. Jb., 95:32-71; Hannover.
- . (1971b): Zur Salinität des Meeres im höheren Oberen Jura Nordwest-Deutschlands. - Z. dtsh. geol. Ges., 122:231-241, Hannover.
- . (1980): Zur biostratigraphischen Bearbeitung des Doggers in Nordwestdeutschland. - In: Stratigraphische Kommission; Subkommission für Jura-Stratigraphie; Jahrestagung 15.-17.5.1980: "Der Jura zwischen Minden, Bielefeld u. Osnabrück"- (Exkursionsführer); o.Ort.
- KUHRY, B. (1975): Observation on filaments from the Subbetic of SE Spain. - Ref. espan. Micropalaeont., 7(2):291-343; Madrid.
- KUMM, A. (1952): Der Dogger (Mittlerer oder Brauner Jura). - Schr. wirtschaftswiss. Ges. Studium Niedersachsens, N.F., 2(2):329-509, Abb. 80-96; Bremen-Horn.
- LOTZE, F. (1949): Die orogenen Kräfte bei der saxonischen Gebirgsbildung. - In: BENTZ, A.: Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland: 43-46, 2 Abb.; Hannover-Celle.

- MÄDLER, K. (1952): Charophyten aus dem nordwestdeutschen Kimmeridge. - Geol. Jb., 67:1-46, 2 Taf., 8 Abb.; Hannover.
- . (1963): Charophyten und Halophyten. - Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., 10:121-128; Krefeld.
- MALZ, H. (1958): Die Gattung Macrodentina und einige andere Ostrakoden-Arten aus dem Oberen Jura von NE-Deutschland, England und Frankreich. - Abh. senck.naturforsch. Ges., 497:1-67, 11 Taf., 4 Abb., 3 Tab.; Frankfurt/Main.
- . (1969): Jura-Kreide Grenzschichten in SE-Europa. - Natur u. Museum, 99:56-64, 5 Abb.; Frankfurt/Main.
- MESTWERDT, A. (1914a): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. - Blatt Heiligendorf. - 77 S., 2 Textfig.; Berlin.
- . (1914b): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. - Blatt Groß Twülpstedt. - 66 S., 1 Textfig.; Berlin.
- OERTLI, H.J. (1936): Fossile Ostrakoden als Milieuindikatoren. - Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., 10:53-66, 5 Taf., 2 Abb., 3 Tab.; Krefeld.
- PORRENGA, D.H. (1967): Glauconite and Chamosite as Depth Indicators in the Marine Environment. - Marine Geology, 5:495-501; Amsterdam.
- ROLKE, H. (1979): Wolfsburgs Erdgeschichte unter besonderer Berücksichtigung des Jura. - 99 S., 91 Fotos, 31 Profile, 3 Tab., 3 Karten; Wolfsburg.
- SCHÄFER, K. (1969): Vergleichs-Schaubilder zur Bestimmung des Allochemgehalts bioklastischer Karbonatgesteine. - N.Jb. Geol. Paläont., Mh., 1969(3):173-184, 9 Abb.; Stuttgart.
- SCHMIDT, G. (1955): Stratigraphie und Mikrofauna des mittleren Malm im nordwestdeutschen Bergland mit einer Kartierung am südl. Ith. - Abh. senck.naturforsch. Ges., 491:1-76, 18 Taf., 2 Abb., 1 geol.Kt.; Frankfurt/Main.
- SCHOTT, W. (1930): Paläogeographische Untersuchungen über den Oberen Braunen und Unteren Weißen Jura Nordwestdeutschlands. - Abh. preuß. geol. Landes-Anst., N.F., 133: 1-59., 12 Abb., 6 Taf.; Berlin.

- SCHOTT, W. (1938): Stratigraphische und paläogeographische Untersuchungen über den Unteren Weißen Jura in der weiteren Umgebung von Braunschweig. - Jb. preuß. geol. Landes-Anst., 58:697-729, Taf. 58, 5 Abb.; Berlin.
- . (1949): Zur Paläogeographie des nordwestdeutschen Malms. - In: BENTZ, A.: Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland: 129-135, 6 Abb.; Hannover-Celle.
- SEITZ, O. (1950): Das Eisenerz im Korallenoolith der Gifhorner Mulde bei Braunschweig und Bemerkungen über den Oberen Dogger und die Heersumer Schichten. - Geol. Jb., 64, (für 1943 - 1948):2-73, 40 Abb., 4 Taf.; Hannover-Celle.
- WESTERMANN, G. (1954): Monographie der Otoitidae (Ammonoidea). - Beih. Geol. Jb., 15, 364 S., 33 Taf., 149 Abb., 5 Tab.; Hannover.
- . (1958): Ammoniten-Fauna und Stratigraphie des Bathonien NW-Deutschlands. - Beih. Geol. Jb., 32, 103 S., 49 Taf., 9 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- WOLDSTEDT, P. (1928): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Ländern. - Blatt Meine. - 71 S.; Berlin.
- . (1929): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Ländern. - Blatt Fallersleben. - 70 S.; Berlin.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Geol. J. KREUSCH, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover,
Callinstr. 30, D-3000 Hannover 1