

Die Malmschichtfolge vom Langenberg
bei Oker (nördl. Harzvorland)

von
Hansgeorg Pape +)

<u>Inhaltsübersicht</u>	Seite
1. Einleitung und Problemstellung	43
2. Vorbemerkungen und Methodisches	44
2.1. Probennahme und Umfang der geologischen Untersuchungen	44
2.2. Zur petrographischen Beschreibung der Gesteine	46
2.3. Zur stratigraphischen Gliederung des Malmprofils	47
3. Ergebnisse der petrographisch-mikrofaziellen und mikropaläontologischen Untersuchungen in strati- graphischer Reihenfolge	48
3.1. Unterer Korallenoolith (jwu 4)	48
3.1.1. Grenzziehung und Profilbeschreibung	48
3.1.2. Gesteinstypen	49
3.1.3. Mikrofossilinhalt	49
3.2. Mittlerer Korallenoolith (jwu 5)	52
3.2.1. Grenzziehung und Profilbeschreibung	52
3.2.2. Gesteinstypen (darunter als bemerkenswerter Typ der Onkoiddolomitstein des Gifhorner Horizonts)	54
3.2.3. Mikrofossilinhalt	57
3.3. Oberer Korallenoolith (jwu 6)	57
3.3.1. Grenzziehung und Profilbeschreibung	57
3.3.2. Gesteinstypen	58
3.3.3. Mikrofossilinhalt	60
3.4. Unterer Kimmeridge (jwm 1)	61
3.4.1. Grenzziehung und Profilbeschreibung	61
3.4.2. Gesteinstypen	61
3.4.3. Mikrofossilinhalt	62
3.5. Mittlerer Kimmeridge (jwm 2)	62
3.5.1. Grenzziehung und Profilbeschreibung	62
3.5.2. Gesteinstypen (darunter der "Wasserstein" als dolomitreichster Typ der gesamten Schichtfolge)	66
3.5.3. Mikrofossilinhalt	69

+) Anschrift des Verfassers: Dipl.-Chem. Dipl.-Geol. Hansgeorg
Pape, Institut für Geologie und Paläontologie der
Technischen Universität, 3 Hannover, Welfengarten 1 .

	Seite
3.6. Oberer Kimmeridge (jwm 3)	71
3.6.1. Grenzziehung und Profilbeschreibung	71
3.6.2. Gesteinstypen (darunter der Characeenkalkstein als besonderer Gesteinstyp)	72
3.6.3. Mikrofossilinhalt	74
4. Chemische Zusammensetzung der Gesteinsfolge	77
5. Rückschlüsse auf die paläogeographische und ökologische Entwicklung	79
6. Übersichtsdarstellung der Malmschichtfolge in Sedimentationsabschnitten und Deutung der Sedimentationsbedingungen	86
7. Bemerkungen zur Tektonik	95
8. Zusammenfassung	97
A. Anhang	99
A.1. Tabelle sämtlicher biogener und anorganischer Komponenten in den Schlammrückständen der Mikroproben	99
A.2. Schichtenverzeichnis des Profils am Westende des Langenberges	102
A.3. Schematische, mikroskopische Abbildungen der wichtigsten Gesteinstypen der Malmschichtfolge in stratigraphischer Reihenfolge (Tafel 1-14)	115

1. Einleitung und Problemstellung

Im nördlichen Harzvorland liegt die subherzyne Mulde, deren Schichten an der Südflanke in mehreren tektonischen Phasen zusammen mit der Heraushebung des Harzes steil aufgerichtet und zum großen Teil überkippt wurden. Durch spätere Abtragung sind die harten, bankigen Kalksteinserien des Malms innerhalb dieser Schichtfolge als langgestreckter Höhenzug parallel zur Harznordrandverwerfung herausmodelliert worden. Ein Teilstück dieser Malmrippe ist der Langenberg zwischen Oker und Schlewecke (Meßtischblätter Goslar 4028, Vienenburg 4029 und Bad Harzburg 4129). Durch zahlreiche Steinbrüche sind am Langenberg die Schichten des Korallenooliths und Kimmeridges sehr gut aufgeschlossen.

In den neueren stratigraphischen Arbeiten über den Korallenoolith und den Kimmeridge im nordwestdeutschen Bergland (G. SCHMIDT 1955, PLOTE 1959, FINKENWIRTH 1964 und HOYER 1965) wurde das Malmvorkommen vom Langenberg zwischen Oker und Bad Harzburg (Harzvorland) nicht untersucht. Die letzte Bearbeitung mit einem petrographischen Profil vom Westende des Langenberges ist in den Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Blatt Vienenburg, 2. Aufl., von SCHRÖDER und BEHREND 1931 enthalten. Andererseits sind der Untere Korallenoolith und sein stratigraphisch Liegendes von der Grube "Hansa" bei Harlingerode, also aus größter Nähe des Langenberges, durch DENGLER (1954) und LUTZE (1960) bekannt. So lag es nahe, das einzigartige Malmprofil vom Westende des Langenberges, das vom Unteren Korallenoolith durchgehend bis zur transgredierenden Unter-Hauterive-Auflage auf Oberem Kimmeridge aufgeschlossen ist, neu aufzunehmen und mikrofaziell und stratigraphisch zu untersuchen. Bei diesen Arbeiten zeigte sich, daß gegenüber dem Profil von SCHRÖDER und BEHREND (1931) sowohl im Liegenden als auch im Hangenden eine größere Schichtfolge gefunden wurde, die damals noch nicht aufgeschlossen war.

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Hannover unter der Leitung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. K. RICHTER, durchgeführt. Ihm schulde ich für Überlassung des Themas und freundliches Interesse großen Dank. Herr Dr. J.-P. GROETZNER förderte diese Arbeit jederzeit durch Literaturhinweise, methodische Vorschläge und Diskussionen, für die ich ihm sehr dankbar bin. Für die mikropaläontologische Beratung gebührt Herrn Prof. Dr. E. MICHAEL und für Hinweise zur Petrographie und Stratigraphie Herrn Dr. P. SIMON besonderer Dank. Fräulein Chr. SCHÜNEMANN danke ich für die sehr sorgfältige Durchführung zahlreicher, quantitativer chemischer Analysen und Herrn H. KRIENKE für die Herstellung sauberer Schlämmerückstände zur mikropaläontologischen Untersuchung. Die Betriebsleitung des Kalkwerkes Oker (Adolph Willikens A.-G.) ermöglichte dankenswerterweise die geologische Geländearbeit im Steinbruch der Firma.

2. Vorbemerkungen und Methodisches

2.1. Probennahme und Umfang der geologischen Untersuchungen

Da die Schichten des westlichen Langenberges in überkippter Lagerung mit 60° bis 70° nach Süden einfallen, konnte durch vorwiegend horizontal fortschreitende Probennahme in einzelnen Teilprofilen an den Wänden des Bruches vom Kalkwerk Oker der gesamte oben genannte stratigraphische Bereich erfaßt werden. In einem Aufschlußplan (Abb. 1) sind die wichtigsten stratigraphischen Grenzen und Verwerfungen und die aufgenommenen Teilprofile eingezeichnet.

Neben den Beobachtungen und Messungen im Gelände wurden aus jeder Schicht eine oder mehrere Proben für Laboruntersuchungen genommen, petrographisch untersucht und von ausgewählten Gesteinstypen quantitative chemische Analysen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde ein Analysengang zur Bestimmung von Glühverlust, SiO_2 -, Al-, Fe-, Ca-, und Mg-Gehalt in Ton-

Legende:

A — B Profilinie

- jwm3 Oberer Kimmeridge
- jwm2 Mittlerer Kimmeridge
- jwm1 Unterer Kimmeridge
- jwu6 Oberer Korallenoolith
- jwu5 Mittlerer Korallenoolith
- jwu4 Unterer Korallenoolith

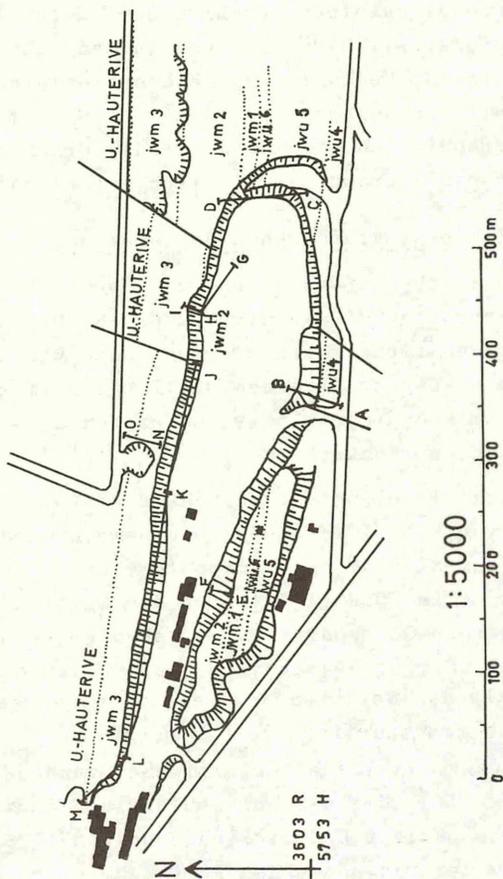


Abb. 1

STEINBRUCH DES KALKWERKES
OKER AM WESTENDE DES
LANGENBERGES

und Karbonatgesteinen gewählt, der ausführlich im Original der Diplomarbeit PAPE 1969 und in den Laborvorschriften des Instituts für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Hannover zu finden ist. Soweit es zur Klärung der stratigraphischen Grenzen notwendig erschien, wurden schlamm-bare Proben mikropaläontologisch untersucht.

2.2. Zur petrographischen Beschreibung der Gesteine

Im wesentlichen stützt sich die Beschreibung der untersuchten Gesteinsproben auf die mikroskopische Betrachtung im Auflicht bei etwa 60-facher Vergrößerung. Dazu wurden von den festen Stücken abgesägte Scheiben mit 10prozentiger Salzsäure geätzt. Bei den mikropaläontologischen Proben dienten die Schlamm-rückstände der Untersuchung.

Die Klassifizierung der Karbonatgesteine konnte im wesentlichen von K.L. FOLK (1959) übernommen werden. Im übrigen wurde die Nomenklatur der Sedimentgesteine von FÜCHTBAUER (1959) benutzt. Nach FOLK (1959) sind die meisten Kalksteine aus drei wesentlichen Bestandteilen aufgebaut:

- 1.) "Allocheme": abgegrenzte karbonatische Körper, die innerhalb des weiteren Sedimentationsraumes gebildet wurden und transportiert sein können,
- 2.) " feinkristalline, calcitische Grundmasse" (auf englisch : "Mikrit"), die als Kalkschlamm sedimentiert wurde,
- 3.) "grobspätiger Calcit" (auf englisch: "Sparit"), der während der Diagenese den Porenraum eines gut ausgewaschenen Korngerüsts von Allochemen ausfüllte.

Feinkörnige und spätige Grundmasse werden als "Orthocheme" zusammengefaßt, da sie am Ablagerungsort gebildet wurden.

Als Allocheme haben vier Typen Bedeutung:

- a) "Intraklaste": Brocken von aufgearbeitetem, kaum verfestigtem Kalksteinsediment,
- b) Ooide
- c) "Biogene": Allocheme organischen Ursprungs,
- d) "Pellets": Kügelchen aus mikrokristallinem Calcit von 0,04 bis 0,10 mm Durchmesser

Die Gruppennamen der Kalksteine nach FOLK (1959) geben über die vorwiegende Art der Grundmasse und der allochenen Bestandteile Auskunft, wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist.

Tabelle 1:

Namen der Kalkgesteine nach FOLK

		Allocheme			
		Intraklaste	Ooide	Biogene	Pellets
Ortho- cheme	feinkrist. Grundmasse	Intramikrit	Oomikrit	Biomikrit	Pelmikrit
	grobspätige Grundmasse	Intrasparit	Oosparit	Biosparit	Pelsparit

2.3. Zur stratigraphischen Gliederung des Malmprofils

Für den nordwestdeutschen Malm gibt es neben der klassischen lithostratigraphischen Untergliederung eine neue mikropaläontologische Gliederung. Beide lassen sich nach folgendem stratigraphischen Einteilungsschema miteinander verknüpfen:

Oberer Kimmeridge		3		3
Mittlerer "	Mittlerer Malm	2	jwm	2
Unterer "		1		1
Oberer Korallenoolith		6		6
Mittlerer "	Unterer Malm	5	jwu	5
Unterer "		4		4

3. Ergebnisse der petrographisch-mikrofaziellen und mikropaläontologischen Untersuchungen in stratigraphischer Reihenfolge

3.1. Unterer Korallenoolith (jwu 4)

3.1.1. Grenzziehung und Profilbeschreibung

Die ältesten Schichten des Profils, aufgeschlossen mit etwa 28 m Mächtigkeit, wurden in den Unteren Korallenoolith gestellt. Dabei handelt es sich unten um eine mindestens 9 m mächtige Wechselfolge aus Tonmergelstein und Eisenoidkalk- und Eisenoiddolomitstein, deren Liegendes nicht mehr aufgeschlossen ist, und oben um 19 m Tonmergelstein, der bis zur Basis des Mittleren Korallenooliths reicht. Zwei ähnliche, allerdings geringmächtigere Schichtkomplexe wurden von DENGLER (1954) aus der Grube Hansa der Harz-Lahn Erzbergbau AG, Bad Harzburg, beschrieben und in den Unteren Korallenoolith gestellt. LUTZE (1960) fand in Mergelsteinen aus der Grube Hansa, die dem oberen Abschnitt entsprechen, eine hauptsächlich aus Ostracoden bestehende Mikrofauna, in der die Foraminiferen *Lenticulina* (*Vaginulinopsis*) *pasquetae* und *Citharina lepida* wie im Unteren Korallenoolith von Heersum ebenso häufig vorkommen. Entgegen der Vermutung LOTZES (1968), daß die Tonsteinserie des Tagesaufschlusses den Ornatenschichten (Callovien) und die weiter darunter liegenden eisenreichen Gesteine dem 1851 bei Schlewecke erschürften Eisenstein der *Parkinsonia-bifurcata*-Zone (Bathonien) entsprächen, ergaben mikropaläontologische Untersuchungen, daß die Tonsteinserie und die Wechselfolge in den über dem Hansalager folgenden Teil des Unteren Korallenooliths einzustufen sind. Hauptsächlich spricht das reichliche Vorkommen von *Lenticulina* (*Vaginulinopsis*) *pasquetae* (BIZON 1958) und *Citharina lepida* (SCHWABER 1867) dafür, da dieses nach LUTZE (1960) der Fauna des Unteren Korallenooliths von Heersum entspricht.

3.1.2. Gesteinstypen

Die festen karbonatischen Gesteine der Wechselfolge im unteren Teil des Profils bilden bis 20 cm dicke Bänke. Häufige Typen sind Oosparit mit Echinodermenresten und Eisenooiddolomitsteine. Dazwischen kommen Übergänge vor. Die Grundmasse ist teilweise auch feinkörnig und kalzitisch. Eine schwache Sandführung ist immer vorhanden. Neben Allochemen kommen weiterhin Intraklaste, Ooide mit einzelnen Brauneisenschalen, Mehrkernooide und Ooidgerölle vor. Außer den Echinodermenresten treten als weitere Biogene Schalenreste von Muscheln oder Brachiopoden und Schnecken auf. Der Tonmergelstein der Wechselfolge kann wenige mm dicke karbonatische Lagen enthalten, die dem Typ des Eisenooiddolomitsteins entsprechen. Da in den karbonatischen Bänken eine ganze Reihe von verschiedenen klastischen Komponenten recht zahlreich vertreten ist und im engsten Bereich verschiedene Korngrößen vorkommen, scheinen sowohl die Sortierung als auch die Klassierung des Materials schlecht zu sein.

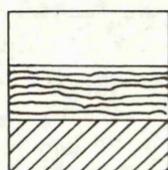
Der untere, 2,50 m mächtige Teil der Tonmergelsteinfolge wird von blättrigem Tonmergelstein gebildet, während der übrige Teil aus schalig brechendem Tonmergelstein besteht.

3.1.3. Mikrofossilinhalt

Es wurden zwei Mikroproben untersucht. In der einen Probe aus einer Ton-Mergelsteinlage der Wechselfolge waren die beiden Foraminiferenarten *Lenticulina (Vaginulinopsis) pasquetae* (BIZON 1958) und *Citharina lepida* (SCHWAGER 1867) reichlich vertreten. Nach LUTZE (1960) entspricht das der Fauna des Unteren Korallenooliths von Heersum. Außer weiteren Foraminiferenarten enthält die Fauna Ostracoden, Schnecken, Muscheln, Seelilien und Seeigel.

Die zweite Mikroprobe wurde dem Tonmergelsteinkomplex entnommen. Sie enthält zahlreiche Foraminiferenarten, darunter

**Abb. 2 : Legende zum
Petrographischen Säulenprofil
vom Westende des Langen - Berges (Abb. 3-10)**



Kalkstein

Ton- und Mergelstein

Dolomitisiertes Gestein

- | | | | |
|---|----------------------|-----|-------------------------------------|
| ○ | Kalkooid | ⤿ | Schalenrest |
| ● | Brauneisenooid | ☞ | Characeengyragonit |
| ◡ | Kalksteingeröll | ⋈ | gangförmiger Bau |
| ■ | Brauneisengeröll | T | Bohrgang an einer Schichtoberfläche |
| ☞ | Algenball = „Onkoid“ | /// | Schrägschichtung |
| + | Quarzsandkorn | ⋈ | Flaserschichtung |
| ① | Schneckensteinkern | | |
| S | Serpeln | B | Bryozoen |
| G | Schnecken | Gl | Glaukonit |
| E | Echinodermen | Ki | Kieselsäurekonkretionen |
| O | Ostracoden | | |
| F | Foraminiferen | | |

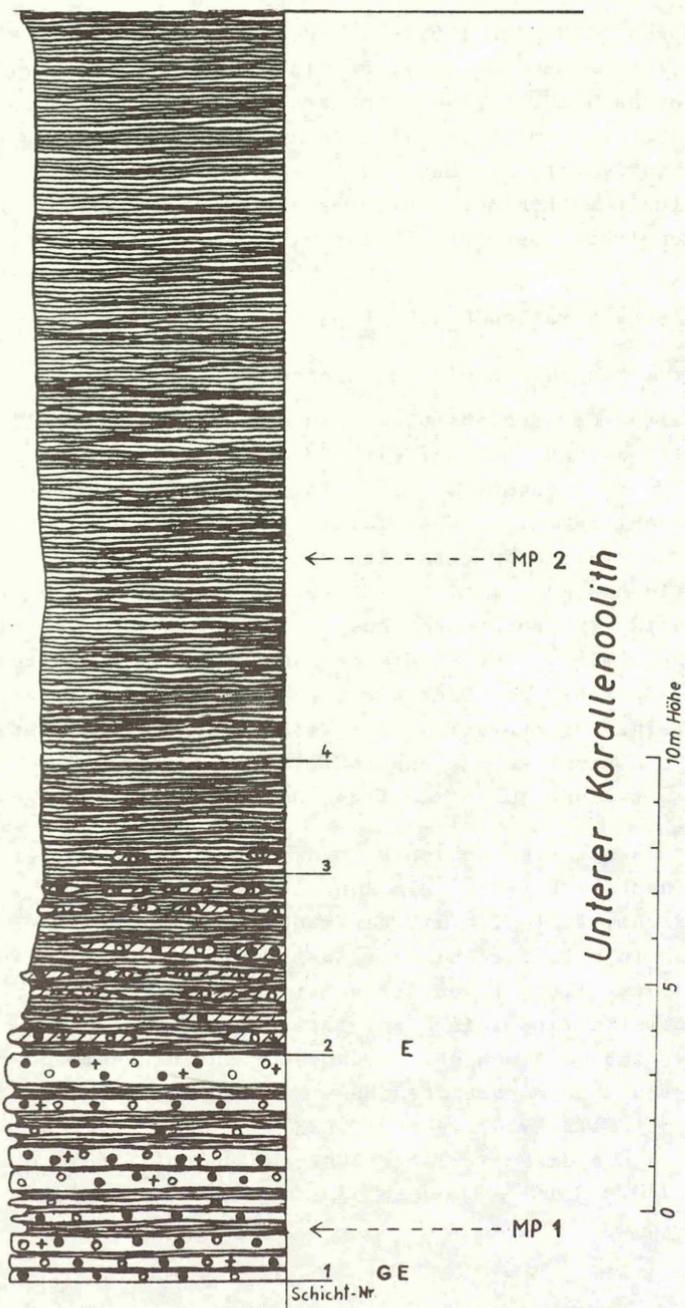


Abb. 3 : Petrographisches Säulenprofil vom obersten Teil des Unteren Korallenooliths

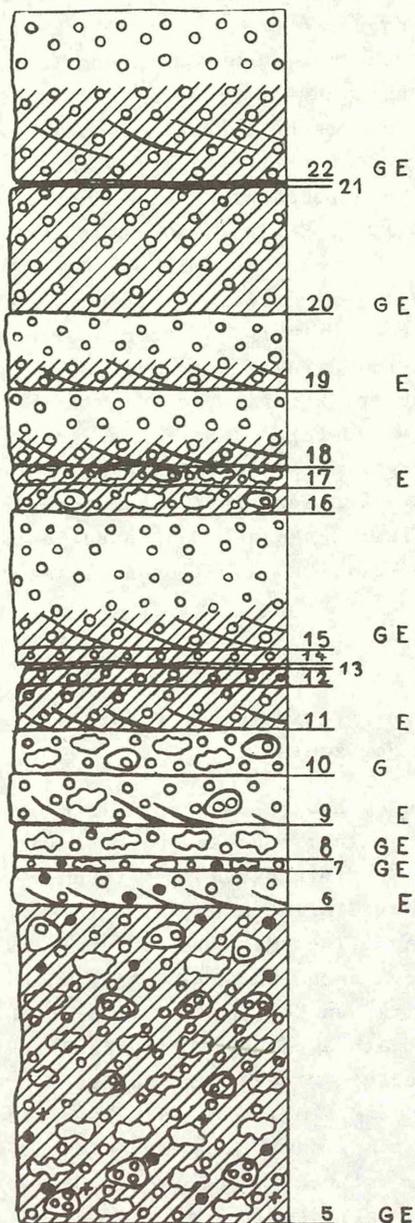
Citharina lepida (SCHWAGER 1867). Von den Ostracoden ist "Ostracod No 16" LUTZE 1960 (Galliaecytheridea aff. wolburgi) zu nennen, der nach LUTZE (1960) im Korallenoolith ab Grenze Heersumer Schichten (ob. plicatilis-Zone und cautisnigrae-Zone) lokal häufig ist. Die Mesofauna besteht aus Austernschalen, zahlreichen Echinodermatenresten (Seeigelstachel, Schlangensterne, Seesterne, Seesterneambulacralia) und Fischresten.

3.2. Mittlerer Korallenoolith (jwu 5)

3.2.1. Grenzziehung und Profilbeschreibung

Die Mächtigkeiten der Schichten, die in den Mittleren Korallenoolith gestellt wurden, beträgt etwa 55 m. Die Schichtenfolge beginnt mit 7 m Ooiddolomitstein, der zentimetergroße Algenbälle ("Onkoide") führt. Darüber folgt ein etwa 30 m mächtiger Komplex aus stark schräggeschichtetem Ooidkalk- und Ooiddolomitstein in bis zu 6 m dicken Bänken, die an der Basis Gerölle und Onkoide führen können. Aus der Schrägschichtung soll sich nach LOTZE (1968) eine Schüttung von N nach S rekonstruieren lassen. Zwischen den Bänken verlaufen oft dünne Bänder von Dolomitstein. Der obere Teil des Mittleren Korallenooliths besteht aus 18 m nicht schräggeschichtetem Ooidkalk- und Ooiddolomitstein mit einer 40 cm mächtigen Dolomitmergelsteinlage.

Der unterste 7 m mächtige Schichtkomplex aus onkoidführendem Ooiddolomit, den LOTZE (1968) als Äquivalent der Heersumer Schichten auffaßt, läßt sich mit einem ebenso mächtigen Schichtkomplex in mergelig-kalkiger Ausbildung der Grube Hansa (DENGLER 1954) parallelisieren. Er weist auf plattgedrückte und dadurch meist ellipsoidisch geformte Kalk-"Ooide" mit meist bei etwa 1,3 cm liegendem Durchmesser und Brauneisenoide in der untersten 2,50 m mächtigen Bank hin. In Analogie zum Gifhorner Trog (SEITZ 1950) legt DENGLER über die 7 m mächtige Schichtserie die Grenze zwischen Unterem und Mittlerem Korallenoolith. LUTZE 1960 schließt sich ihm an. Nach DENGLER



Mittlerer Korallenoolith



Abb. 4 : Petrographisches Säulenprofil von den tieferen Teilen des Mittleren Korallenooliths

und SIMON (1969) wurden in der Grube Hansa die erwähnte, große Pseudo-Ooide führende Bank und der oberste, stark brauneisenführende, 1 m mächtige Teil der liegenden Tonsteinserie als "Gifhorner Horizont" bezeichnet, da sie mit dem "Unteren Lager" im Gifhorner Trog gleichaltrig sein könnten. Analog zur Gliederung im Raum Gifhorn wäre eine Ziehung der Grenze zwischen Unterem und Mittlerem Korallenoolith auch an der Basis des "Gifhorner Horizonts" möglich. SEITZ (1950) läßt den Mittleren Korallenoolith im Gifhorner Trog mit erneuter Eisenooidschüttung unter gleichzeitiger verstärkter Zufuhr von Sand beginnen. Unter Anwendung dieses Prinzips wurde die Grenze Unterer/Mittlerer Korallenoolith direkt unter den im Tagesaufschluß gefundenen Schichtkomplex gelegt, da die feinpetrographische Untersuchung seiner Gesteine deutliches Einsetzen von Eisenooid- und Sandführung erwies. Außerdem kehrte der im "Gifhorner Horizont" vertretene Gesteinstyp mehrfach in den untersten Dezimetern einiger Bänke des Hangenden Gesteinskomplexes, der allgemein zum Mittleren Korallenoolith gerechnet wird, wieder.

3.2.2. Gesteinstypen

(darunter als bemerkenswerter Typ der Onkoiddolomitstein des "Gifhorner Horizonts")

Der "Gifhorner Horizont" wird am Langen-Berg von einem Gestein gebildet, das zahlreiche klastische Komponenten von z.T. bis 1 cm Größe enthält. Sortierung und Klassierung sind nicht sehr gut. Terrigener Einfluß macht sich in der Quarzsandführung bemerkbar. An Allochemen kommen Interklaste, Ooide, Brauneisenoide, Schneckenschalen und Echinodermereste vor. Die größeren klastischen Komponenten sind sowohl Mehrkernooide und Ooidgerölle als auch häufig flachgedrückte Gebilde, die als Onkoide gedeutet wurden. Ihre äußere Begrenzung ist oft unregelmäßig buchtig. Im Innern enthalten sie wenigstens einen Hohlraum, der bei den flachgedrückten Exemplaren von spätigem Calcit, sonst von dolomitischem Bindemittel ausgefüllt ist und die üblichen im Gestein vorhandenen

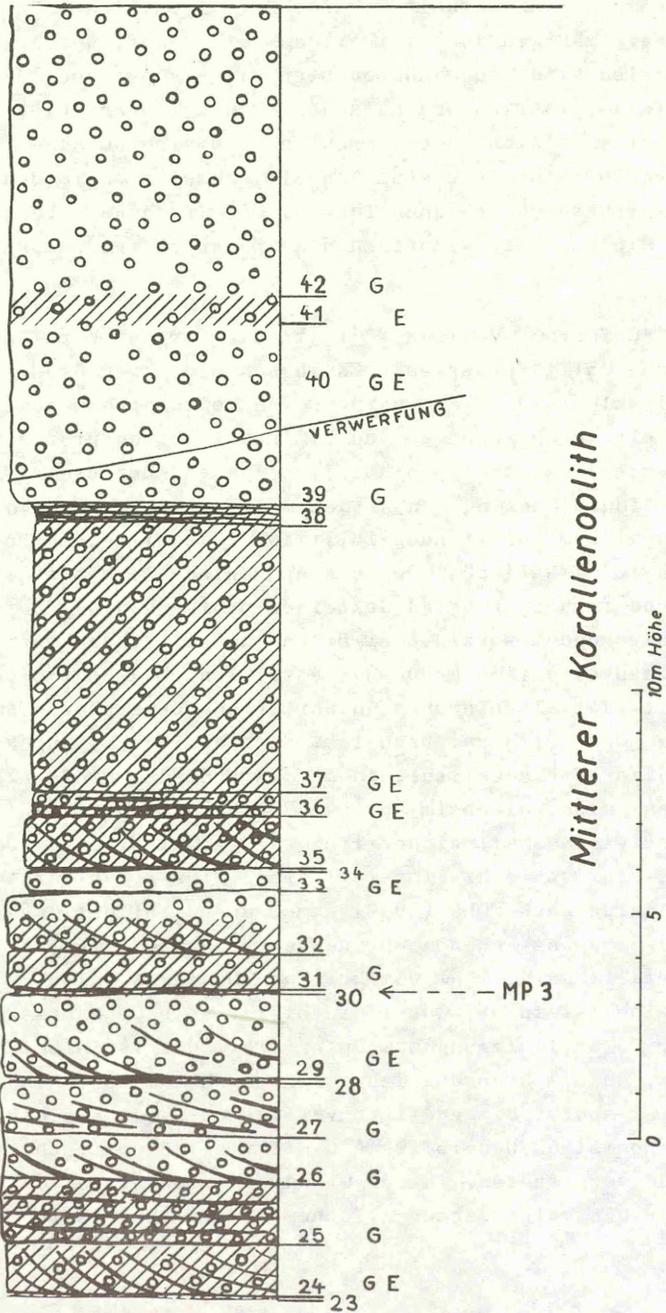


Abb. 5 : Petrographisches Säulenprofil von den höheren Teilen des Mittleren Korallenooliths

klastischen Komponenten enthalten kann. Die eigentlichen Gebilde weisen unregelmäßigen mehrschichtigen Aufbau auf, wobei zwischen den Schalen klastische Komponenten wie Brauneisenoide oder häufig feine plattige Brauneisenbröckchen liegen. Diese Beobachtungen lassen sich so erklären, daß es sich um Algenknollen mit periodischem Wachstum handelt, zumal sich in den Gebilden Zellstrukturen erkennen lassen. Die Grundmasse besteht aus Dolomit. Sie kann die klastischen Komponenten mengenmäßig überwiegen.

Oberhalb des "Gifhorner Horizonts" tritt die für den Korallenoolith typische Oolithfazies auf. Es lassen sich zwei Grundtypen von Ooidkalkstein unterscheiden, von denen sich Ooiddolomitstein und die durch Lösungs- und Ummineralisationsprozesse stark veränderten Gesteinstypen ableiten lassen. Der erste Typ besitzt eine dichte Packung von Allochemen, deren Zwischenkornvolumen mit spätigem Calcit ausgefüllt ist. Die Allocheme bestehen in den feinklastischen Gesteinen hauptsächlich aus Kalkoiden, während in den groberen Gesteinen Mehrkernooide, Ooidgerölle, Schalen und Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken sowie Echinodermenreste eine große Rolle spielen. Es macht sich der Einfluß starker Klassierung und Sortierung bemerkbar. Von diesem Typ des Oosparits unterscheidet sich der zweite durch viel feinkörnigeres Bindemittel, in dem verschieden große Allocheme verstreut sind, die beim vorigen Typ bereits aufgezählt wurden. Das Gestein enthält einheitlich kalkige klastische Komponenten, die aber schlecht klassiert sind. Dieser Typ heißt Oomikrit und wurde nach FOLK (1959) immer dann gebildet, wenn Turbulenz und Strömung schwach waren oder wenn sehr viel Kalkschlamm ausgefällt wurde. Vom Oomikrit und Oosparit leitet sich der Oodolomitstein ab, wobei die mikritische Grundmasse bevorzugt der Dolomitierung zum Opfer fiel. Das ist nicht verwunderlich, da die ursprünglich aus Kalkschlamm bestehende Grundmasse viel später diagenetisch verfestigt wurde als die Allocheme. Es entstand Oodolomitstein mit viel dolomitischer Grundmasse und verstreuten, in der Grundmasse "schwimmenden", verschieden großen calcitischen Allochemen, die ihrerseits

auch dolomitisiert werden konnten oder bei einer späteren Auflösung Hohlräume zurückließen. Bei den Oospariten läßt sich ebenfalls Dolomitisierung der Grundmasse und der Allocheme beobachten, wobei als weiterer Faktor der Umgestaltung des Gesteins Drucklösung und Suturbildung eine größere Rolle spielten. In den Schichten, in denen durch weit fortgeschrittene Drucklösung von den Allochemen nur schmale, horizontal orientierte Reste übrig geblieben sind, hat auch meist die Dolomitisierung eingesetzt. An solchen Stellen zeigt sich, daß Biocheme aus spätigem Calcit am besten den Umwandlungen widerstehen konnten. In untergeordnetem Maße kommen in dünneren Bänken Dolomitstein und Dolomitmergelstein vor.

3.2.3. Mikrofossilinhalt

Aus dem Mittleren Korallenoolith wurde nur ein Probe, und zwar aus der 0,40 m mächtigen Dolomitmergelsteinlage, mikropaläontologisch untersucht. Sie enthält mehr Foraminiferen- als Ostracoden-Arten. Hinzu kommen Schnecken, reichlich sehr kleine Muscheln, Seeigel- und Seelilienreste.

3.3. Oberer Korallenoolith (jwu 6)

3.3.1. Grenzziehung und Profilbeschreibung

Über dem Mittleren Korallenoolith folgt eine 11 m mächtige Serie Sedimentgestein, die sich in einen 8 m mächtigen, eisen-schüssigen unteren Oolithkomplex, eine 0,50 m mächtige Dolomitmergelsteinlage und einen 2,40 m mächtigen oberen Oolithkomplex gliedern läßt. Die Grenze zwischen Mittlerem und Oberem Korallenoolith wurde wie die Grenze Unterer/Mittlerer Korallenoolith direkt unterhalb des Einsetzens verstärkter Brauneisenooid- und Sandführung gezogen. Die Grenze zum Kimmeridge wurde dorthin gelegt, wo die Oolith-Fazies mit scharfer Grenze aufhört und die dunklen, etwas bituminösen und mergeligen Gesteine des Unteren Kimmeridges beginnen. Die Schichten des Oberen Korallenooliths sind auch im Petersberg bei Goslar in

der aufgelassenen Sandgrube im Hilssandstein aufgeschlossen. Dort wurden sie zuerst von WÜRTTENBERGER (1885) aufgenommen und als "Humeralis-Schichten" zum Unteren Kimmeridge gestellt. Später wurden diese "Schichten mit Zeillera humeralis A. ROEM." als "Humeralisoolith" oder "Oberer Korallenoolith" dem Korallenoolith zugeordnet. Eine neuere mikropaläontologische Untersuchung des Profils am Petersberg liegt von G. SCHMIDT (1955) vor. WÜRTTENBERGER fand auf der oberen Schichtfläche der unter den "Humeralis-Schichten" liegenden festen Kalkbank zahlreiche Bohrgänge und Schalen einer Exogyra. Das deutet auf eine Sedimentationsunterbrechung und damit auf eine Grenze hin, die ihren Ursprung in großtektonischen Vorgängen haben kann. Auch das Einsetzen der am Langen-Berg festgestellten Eisenoolidablagerung und Sandschüttung kann damit im Zusammenhang stehen.

3.3.2. Gesteinstypen

Der untere Oolithkomplex wird von brauneisenooid- und schwach quarzsandführendem Oodolomitstein, Oomikrit und Oosparit gebildet. Als Biochemie kommen Echinodermenreste, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken und Ostracodenschälchen vor. Die Komponenten sind teilweise schlecht sortiert und der Anteil des Bindemittels kann groß sein.

Im oberen Oolithkomplex kommt ein neuer Oolithyp vor. Das Gestein besteht aus kalkigen Ooiden, Mehrkernoiden, umkrusteten Ooidgeröllen und umkrusteten Biogenen, wobei die Umkrustungsschalen dieser Komponenten ziemlich dick sind und bei mehreren Hüllen verschieden stark dunkel gefärbt sind. Das Bindemittel ist im allgemeinen calcitisch spätig, teilweise auch mikritisch. Die Umkrustung sämtlicher Komponenten deutet darauf hin, daß auch Ooidbildung in größter Nähe des Sedimentationsraumes möglich war. Außerdem wurde eine ziemlich einheitliche feinkornfreie Korngröße festgestellt. Die gleichmäßige Korngröße läßt sich innerhalb des Ooidbildungsraumes außer durch Klassierungsvorgänge auch durch das Prinzip der

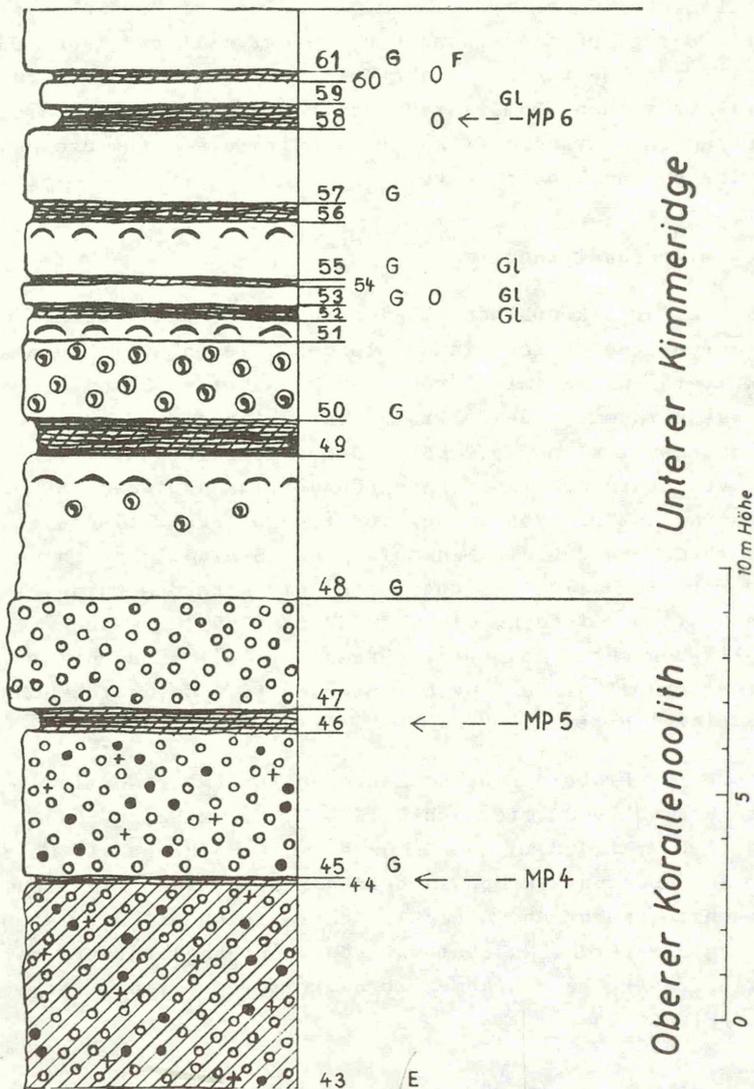


Abb. 6: Petrographisches Säulenprofil vom Oberen Korallenoolith und vom Unteren Kimmeridge

Gleichfälligkeit erklären, indem die Ooide bei Erreichen einer gewissen Korngröße niedersinken und nicht weiterwachsen. Das Maß der Korngröße kann auf hohe Turbulenz oder Strömung zurückgeführt werden. Damit steht das Vorherrschen von Spariten im Einklang. Untergeordnet kommt Dolomitstein mit einzelnen Intraklasten und Biochemen vor.

3.3.3. Mikrofossilinhalt

Eine Probe zur mikropaläontologischen Untersuchung wurde aus einer mergeligen Schicht innerhalb des unteren Oolithkomplexes, eine weitere aus der mittleren 0,50 m mächtigen Dolomitmergelsteinlage entnommen. Beide Proben enthalten eine Foraminiferenfauna mit *Lenticulina* sp.. Dazu kommen mehrere Ostracoden-Arten, von denen *Acanthocythere* (*Unodentina*) *spinosa* (SCHMIDT 1955) nach SCHMIDT 1955 bisher nur im Oberen Korallenoolith gefunden wurde, so daß die Einstufung der Schichtfolge in den Oberen Korallenoolith gesichert scheint. Außerdem wurde eine Ostracodenform gefunden, die G. SCHMIDT (1955) aus den Humeralis-Schichten des Petersberges bei Goslar beschrieb und in seinem Profil als cf. *Cytheropteron* (*C.*) *decoratum* SCHMIDT (1954) einzeichnete.

In der Oberen Probe erscheint *Macrodentina* (*Macrodentina*) *lineata* MARTIN 1940, die nach KLINGLER, W., MALZ, H. und MARTIN, G.P.R. (1962) im höchsten Teil des Korallenooliths einsetzt. An Mesofauna wurden in beiden Proben Austernschalen, Schneckensteinkerne und Seeigelstacheln gefunden. Dazu kommen in der unteren Probe Muschelbrut und Seestern-Ambulacralia, in der oberen Probe Schlangensterne, Seelilienstielglieder und Fischzähne.

3.4. Unterer Kimmeridge (jwm 1)

3.4.1. Grenzziehung und Profilbeschreibung

Als Unterer Kimmeridge wurde ein Gesteinskomplex von 13 m Mächtigkeit ausgeschieden, der sich durch seine dunkle Farbe gut vom Liegenden und Hangenden unterscheiden läßt. Er besteht aus Biomikrit und aus teilweise etwas bituminösem Dolomitmergelstein. Im Liegenden grenzt er an den oberen Oolithkomplex des Oberen Korallenooliths. Im Hangenden setzt der Mittlere Kimmeridge mit einer 3 m mächtigen glaukonitischen Oolithbank ein.

3.4.2. Gesteinstypen

Der vorherrschende Gesteinstyp ist ein Biomikrit. Dabei können als Biochemie einerseits größere Komponenten (Kleinschnecken und Schalen von Muscheln oder Brachiopoden) überwiegen, andererseits können in der feinkörnigen Grundmasse, meist in Schlieren und Nestern angereichert, Ostracoden- und Foraminiferenschälchen verteilt sein. Neben den Biochemen prägen als nächsthäufige Komponenten Intraklaste, abgerollte Schneckensteinkerne, Ooide und Gerölle von Biomikriten und Oomikriten das Gesteinsbild. Die Komponenten sind schlecht klassiert und unregelmäßig im Gestein verteilt. Dort wo die kleinen Komponenten angereichert sind, konnten Dolomitisierung und Bildung von Lösungsflächen bevorzugt einsetzen. Makroskopisch sind derartige Bereiche als Schlieren zu erkennen. Außerdem erscheinen die klastischen Komponenten als dunkle Flecken, da die mikritische Substanz der Schneckensteinkerne, Intraklaste, Ooide und Gerölle dunkler als die Grundmasse des Gesteins gefärbt ist. Bei den Geröllen können wiederum deren Komponenten und Grundmasse unterschiedliche Schwärzung aufweisen. Die Ooidgerölle und überhaupt die Pigmentierung der Komponenten innerhalb des Gesteins erinnern an das Gestein des oberen Oolithkomplexes des Oberen Korallenooliths, bei dem die Ooide verschieden dunkle Schalen hatten. Darüber hinaus wurden beim

Kimmeridgegestein innerhalb der mikritischen Grundmasse stellenweise Bereiche festgestellt, die von einem buchtigen dunklen Saum abgegrenzt wurden. Die Schwarzfärbung der verschiedenen mikritischen Substrate scheint von diagenetisch gebildetem, feinstverteiltem Pyrit hervorgerufen zu werden.

Bei den weicheren Gesteinen des Unteren Kimmeridge treten an die Stelle der mikritischen Grundmasse Dolomit und Ton. Sonst sind die gleichen klastischen Komponenten in den Gesteinen enthalten, die Biodolomitstein und Biodolomitmergelstein genannt werden können. Die im Unteren Kimmeridge vorhandenen Gesteinstypen und das Fehlen von Sparit deuten auf Ablagerung vorwiegend unter Stillwasserbedingungen hin.

3.4.3. Mikrofossilinhalt

Es wurde eine Mikroprobe aus den obersten Schichten genommen. An Foraminiferen wurden *Eoguttulina* sp. und *Trochammina* sp. gefunden. Gegenüber der Foraminiferenfauna sind die Ostracoden arten- und besonders individuenreicher vertreten. *Macrodentina* (*Macrodentina*) *lineata* MARTIN 1940 ist häufig. Außerdem kommt *Cytheropteron* (C.) *decoratum* SCHMIDT 1954 vor, der nach KLINGLER, R.W., MALZ, H. und MARTIN, G.P.R. (1962) erstmals im Unteren Kimmeridge auftritt.

An Mesofauna wurden vor allem Schneckensteinkerne, daneben Muscheln, Seestern-Ambulacralia und Fischreste gefunden. Außerdem enthält die Probe Gyrogonite von Charophyten, die nach MÄDLER 1953 einen Lebensort mit geringem Salzgehalt charakterisieren.

3.5. Mittlerer Kimmeridge (jwm 2)

3.5.1. Grenzziehung und Profilbeschreibung

Den Mittleren Kimmeridge bildet eine etwa 44 m mächtige Gesteinsserie, die die typischen Kimmeridgekalke "von dichtem, krausem, schaligem und wulstigem Gefüge" (SCHRÖDER und

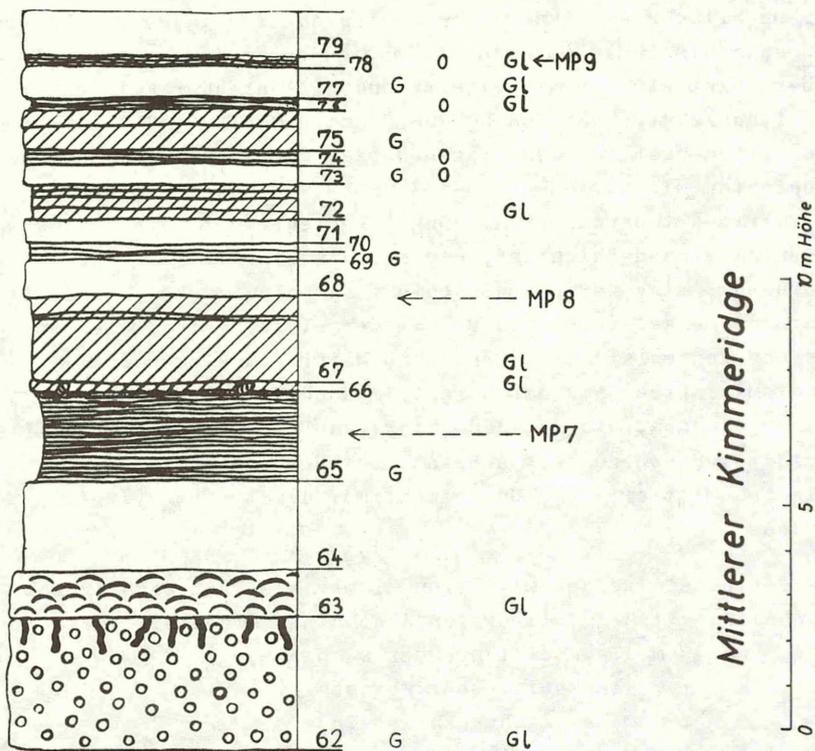


Abb.7 : Petrographisches Säulenprofil vom unteren Teil des Mittleren Kimmeridge

BEHREND 1931) enthält. Die Untergrenze wurde unter eine 3 m mächtige glaukonitführende Oosparitbank gelegt. Nach KLINGLER, W., MALZ, H. und MARTIN, G.P.R. (1962) beginnt so normalerweise im niedersächsischen Becken der Mittlere Kimmeridge. Von der Dachfläche der Bank gehen zahlreiche Bohrgänge ins Liegende, so daß sie als Omissionsfläche gedeutet werden kann. Darüber folgt ein 1 m mächtiger glaukonitführender Feinschillsparithorizont, über den SCHRÖDER und BEHREND (1931) in ihrem Profil vom Westende des Langen-Berges die Grenze zwischen den "Schichten mit *Natica globosa* A. ROEM." und den "Schichten mit *Nerinea tuberculosa* A. ROEM." legten. Über ihre 7 m mächtigen "Nerineenschichten", die sich in eine mikritische Kalksteinbank, eine Mergelsteinschicht und eine grüne glaukonitführende Mergelstein- und Dolomitmergelsteinfoolge gliedern lassen, legten sie die Grenze zum Mittleren Kimmeridge. In einer Mikroprobe aus der Mergelsteinschicht wurde nun eine Fauna gefunden, die für den untersten Teil des Mittleren Kimmeridge typisch zu sein scheint. Deshalb mußte die Grenze zwischen Mittlerem und Unterem Kimmeridge tiefer gelegt werden

Die Gesteinsfolge des Mittleren Kimmeridge läßt sich in zwei Abschnitte gliedern. Im ersten Abschnitt folgen aufeinander:

- 3 m glaukonitführender Oosparit,
- 1 m glaukonitischer Feinschillsparit,
- 2 m mikritischer Kalkstein,
- 2 m Mergelstein,
- 8,50 m grüner, glaukonitführender Mergelstein und Dolomitmergelstein in Wechsellagerung mit Biomikriten, wobei diese Gesteine einen hohen Allochemenanteil aufweisen

Der zweite Abschnitt beginnt ähnlich wie der erste mit Oolith- und Feinschillkalkstein:

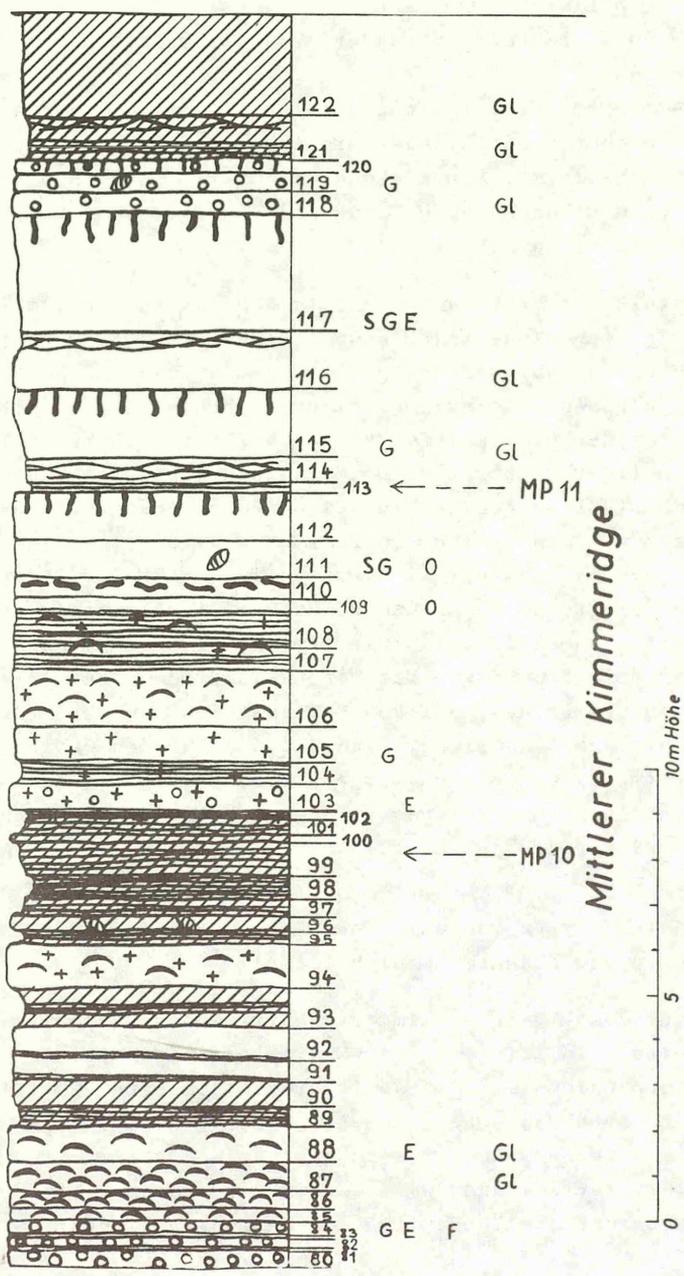


Abb. 8 : Petrographisches Säulenprofil vom oberen Teil des Mittleren Kimmeridges

1 m Oomikrit

1,20 m glaukonitführender Feischillmikrit

Darüber folgen:

4 m Biomikrit, teilweise dolomitisiert

8 m quarzsandführender Biomikrit und Biodolomitstein, beide mit hohem Alochemenanteil. In diesen Gesteinen können auch Ooide und Grünfärbung von Glaukonit auftreten.

Der obere Teil des zweiten Abschnitts besteht in den unteren 10 m ziemlich einheitlich aus allochem-armen Biomikrit. Einige Schichten führen Serpeln. Außerdem wurden 5 Bohrgangshorizonte gefunden, die auf Omissionsflächen hindeuten. Der oberste Meter der Biomikritfolge ist oolithisch. Darüber folgt ein 3 m mächtiger graubrauner Dolomitstein, der nach SCHRÖDER und BEHREND (1931) wegen der in seinen Poren festgehaltenen Feuchtigkeit von den Steinbrucharbeitern "Wasserstein" genannt wird. Über diesen "Wasserstein" wurde die Grenze zum Oberen Kimmeridge gelegt. SCHRÖDER und BEHREND 1931 rechneten die Folge von dichten und z.T. splittrig harten Kalken im Hangenden des "Wassersteins" noch zum Mittleren Kimmeridge, da sie den im Mittleren Kimmeridge häufigen Kalkgesteinen in ihrer Gesteisbeschaffenheit ähnlicher sind als den für den Oberen Kimmeridge typischen weichen Mergelsteinen. Aufgrund des mikropaläontologischen Befunds wurde die Kalksteinfolge nun in den Oberen Kimmeridge gestellt.

3.5.2. Gesteinstypen (darunter der "Wasserstein" als dolomitreichster Typ der gesamten Schichtfolge)

An der Basis des Mittleren Kimmeridge tritt ein Oosparit auf, der teilweise dolomitisiert ist. Charakteristisch ist Anwesenheit von Ooiden mit Glaukonitkörnern als Kern. Sämtliche Komponenten, auch die Schalenbruchstücke, sind umkrustet. Die Ooide und übrige Komponenten sind gleichmäßig klein. Wie bei dem nächst tieferliegenden Ooidgestein des oberen Oolithkomplexes im Oberen Korallenoolith kann der Ooidbildungsraum auf

Grund der Umkrustung sämtlicher Komponenten in nächster Nähe angenommen werden. Ebenso sind Klassierung und Sortierung gut. Bei kurzem Transportweg kann für die Klassierung die Fällung gleicher Korngrößen als Ursache angenommen werden. Die Anwesenheit eines Sparits an sich läßt schon auf ständige gewisse Turbulenz oder Strömung schließen, bei denen sich kein feinkörniger Kalkschlamm absetzen konnte. Auf Grund der geringeren Korngröße der klastischen Komponenten, waren Turbulenz oder Strömung wahrscheinlich geringer als beim Oosparit des oberen Oolithkomplexes im Oberen Korallenoolith. Die übrigen Oolithe des Mittleren Korallenooliths haben vorwiegend mikritische Grundmasse. Während der Oomikrit, mit dem der zweite Abschnitt innerhalb des Mittleren Kimmeridge beginnt, dem glaukonitführenden Oosparit an der Basis des ersten Abschnittes in Bezug auf Art und Größe der Komponenten sehr ähnlich ist, leiten sich die noch höher im Profil folgenden Oolithe von den mit ihnen zusammen vorkommenden Biomikriten ab, derart, daß die Ooide als weitere Komponenten hinzukommen.

Über dem Oosparit der Basisfolge liegt eine Bank aus Feinschillsparit. An einzelnen Stellen kann das Bindemittel auch feinkörnig calcitisch sein. Als Hauptkomponente treten Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, daneben auch von Ostracoden auf. Hinzu kommen Intraklaste und Ooide, die beide oft von Glaukonit grün gefärbt sind. Für den Feinschillsparit gilt, daß bei der Ablagerung Turbulenz oder Strömung wirksam waren, die die klastischen Komponenten gut klassierten. Ein ähnlicher Feinschillkalkstein kommt über dem Oomikrit der zweiten Gesteinsfolge im Mittleren Kimmeridge vor. Seine Grundmasse ist vorwiegend mikritisch.

Am häufigsten ist im Mittleren Kimmeridge die Gesteinsgruppe der Biomikrite vertreten, und zu ihr gehören auch die typischen "Kimmeridgekalke". Einen Grenztyp bilden die im oberen Teil des zweiten Abschnitts vorwiegenden allochem-ärmeren Biomikrite. Sie bestehen zum großen Teil aus feinkörniger calcitischer Grundmasse. Meist enthält der allochem-ärmere Mikrit

Ostracodenschill und einige größere Komponenten, wie Schneckensteinkerne und Schalen von Muscheln oder Brachiopoden. Außerdem wurden Foraminiferen, Echinodermenreste oder Gyrogonite von Characoen beobachtet. Hinzu kommen Intraklaste und einzelne Ooide. In den tieferen Teilen des Mittleren Kimmeridges sind Glaukonitkörner durchweg anwesend. Wenn dieses Gestein partiell dolomitisiert ist, läßt sich manchmal die Form aufgelöster Schalen an Lösungsspalten und sichelförmig gebogenen scharfen Grenzen zwischen dolomitischer und feinkörnig kalzitischer Grundmasse erkennen. Makroskopisch erscheinen die dolomitisierten Teile als feine Schlieren oder als breite graue Bänder, die sich verzweigen und wieder netzartig zusammenlaufen können, wobei sie kalzitisches Inseln und Linsen einschließen. Bei vollständiger Dolomitisierung der mikritischen Grundmasse können die Allochemen entweder erhalten bleiben, oder sie werden aufgelöst und es bleiben ihre Hohlformen zurück. Bei den allochemärmeren Biomikriten im oberen Teil des zweiten Abschnittes macht sich die bereits im Oberen Korallenoolith und Unteren Kimmeridge beobachtete Pyritpigmentierung einzelner Intraklaste, Ooide und Schneckensteinkerne bemerkbar. Daneben wurden häufig feine wellige Lösungsflächen mit beginnender randlicher Dolomitisierung der benachbarten, mikritischen Grundmasse beobachtet. Sie laufen bogig um die klastischen Komponenten herum und sind wohl durch Pyritausscheidung dunkel gefärbt. Makroskopisch läßt sich bei diesem Gestein eine feine schwarze Streifung erkennen. Bei einem anderen Typ der Kimmeridgekalke wird das an sich helle Gestein von einzelnen groben, schwarz gefärbten Lösungsflächen durchzogen. Beim Zerschlagen bricht es meist an diesen vorgebildeten Flächen auseinander und bekommt dadurch ein dunkles krauses Aussehen.

In den tieferen Teilen des Mittleren Kimmeridges kommt häufig als zweiter Grenztyp der Biomikritgruppe allochemreicher Biomikrit vor, der ebenfalls dolomitisiert sein kann. Zum Ostracodenschill treten als weitere biogene Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken und außerdem Echinodermenreste. Regelmäßig sind Glaukonitkörner vorhanden, manchmal auch Ooide. In der 8 m mächtigen Gesteinsfolge, mit denen der erste Teil des zweiten Abschnittes endet, kommt ein terrigenes

Element in Form von Quarzkörnern hinzu. Im Mittleren Kimmeridge wurde vorwiegend Biomikrit mit viel Grundmasse sedimentiert. Das deutet auf starke Kalkfällung unter Bildung von Kalkschlamm und ruhige Sedimentationsbedingungen hin.

Viermal jedoch dominieren Gesteine mit einem hohen Anteil an klastischen Komponenten und teilweise sogar spätiger Grundmasse. So beginnen die Basisfolge und der zweite Abschnitt mit Oolithen und Feinschillkalksteinen, und gegen Ende der beiden Teile des zweiten Abschnittes treten wieder Gesteine mit vorwiegend klastischem Anteil und Ooidführung auf. Bemerkenswert ist der terrigene Einfluß unterhalb der Mitte des zweiten Abschnittes, der sich in der Quarzkornführung zeigt. Zu den Zeiten der Bildung der Kalkgesteine mit Überwiegen der klastischen Komponenten scheint stärkere Turbulenz oder Strömung geherrscht zu haben. Daß die Unterschiede allein durch wechselndes Angebot der Komponenten zustande kamen, erscheint unwahrscheinlich. Dagegen spricht auch die bessere Einregelung der Komponenten in den allochemreichen Gesteinen. Aus den Kalk- und Kalkmergelgesteinen lassen sich die teilweise porösen Dolomitgesteine des Mittleren Kimmeridges durch Dolomitisierungs- und spätere Lösungsvorgänge entstanden denken. Zu einer auffallenden Bildung kam es am Ende des Mittleren Kimmeridges in Form einer 3 m mächtigen sehr reinen Dolomitbank, dem "Wasserstein". Sie läßt sich im Streichen auf mehrere Kilometer Länge verfolgen. Das deutet auf Dolomitisierung unter dem Einfluß eines jüngeren, das Sediment bedeckenden Meeres hin. Nach Resten von klastischen Komponenten zu schließen, scheint das Ursprungsgestein ein Allochem-Mikrit zu sein.

3.5.3. Mikrofossilinhalt

Aus dem Mittleren Kimmeridge wurden 5 Mikroproben genommen. In einer Probe aus der Mergelsteinschicht des unteren Abschnittes wurde eine Foraminiferen- und Ostracodenfauna gefunden, die für den tieferen Mittleren Kimmeridge typisch zu sein scheint. Sie enthält große Sandschaler der Gattungen Pseudocyclamina und

Cyclammina sowie Valvulina meentzeni KLINGLER (1955), auf die W. KLINGLER, H. MALZ und G.P.R. MARTIN (1962) hinweisen, daß sie in diesem stratigraphischen Horizont auftritt. Nach SCHMIDT (1955) kommt sie in einem Horizont im unteren Mittleren Kimmeridge, dem "Valvulina-Horizont" häufig bis massenhaft vor. Sonst wurde sie nach KLINGLER (1955) nur noch im unteren Teil des oberen Mittelkimmeridge gefunden. Neben Macrodentina (P.) steghausi (KLINGLER 1955) kommt auch noch die im Unteren Kimmeridge häufige Macrodentina (M.) lineata MARTIN 1940 vor. Außer Cytheropteron (C.) decoratum SCHMIDT 1954 wurde Cytheropteron (C.) purum SCHMIDT 1954 gefunden, der nach KLINGLER, MALZ und MARTIN (1962) vom Mittleren Kimmeridge an allgemein vorkommt. Die Mesofauna ist durch Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schneckensteinkerne, Seeigelstacheln und Fischreste vertreten. Außerdem wurden Gyrogonite von Charophyten gefunden.

Während die nächste Probe aus dem unteren Abschnitt eine arme Fauna zeigte, nahm die Artenanzahl in der dritten Probe, die aus dem höchsten Teil des ersten petrographischen Abschnittes stammte, erheblich zu. Die Foraminiferenfauna wird durch das Überwiegen von Sandschalerarten der Gattungen Cyclammina, Pseudocyclammina, Ammobaculites und Haplophragmium gekennzeichnet. Nach KLINGLER, MALZ, MARTIN 1962 können die in der Ostracodenfauna gefundenen Exophthalmocythere fuhrbergensis STEGHAUS 1951 und Cytheropteron (C.) bispinosum bispinosum SCHMIDT 1954 als leitend für den Mittleren Kimmeridge angesehen werden. Die Mesofauna wird durch Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schneckensteinkerne, Seeigelreste, Schlangensterne und Serpelnröhren dokumentiert.

Die einzige Probe aus dem sandigen Horizont des zweiten petrographischen Abschnittes war wieder sehr fossilarm. Es sei nur auf Fischreste und Gyrogonite von Characeen hingewiesen.

Schließlich wurde der Mikrofossilinhalt einer Probe aus einer mergeligen Schicht innerhalb der typischen Biomikrite des oberen Teils des zweiten petrographischen Abschnittes untersucht.

Innerhalb der Foraminiferenfauna fielen wieder große Sandschaler der Gattungen Cyclamina und Haplophragmium auf. Unter den Ostracoden wurden Cytheroptheron (C.) bispinosum bispinosum SCHMIDT 1954 und Cytherelloidea weberi STEGHAUS 1951 gefunden, nach denen die Probe in den Mittleren Kimmeridge eingestuft wurde. Außer Foraminiferen und Ostracoden wurde Schalen von Brachiopoden oder Muscheln (unter ihnen mehrere Austernschalen), Schneckensteinkerne, Seeigelreste und Schlangensterne beobachtet. Erwähnt sei der Fund einer Kotpille, Coprulus (Nuculidarum) sp. 1 GRAMANN 1966, die nach GRAMANN (1966) häufig im nordwestdeutschen Mittelkimmeridge vorkommt und marines Milieu anzeigt.

3.6. Oberer Kimmeridge (jwm 3)

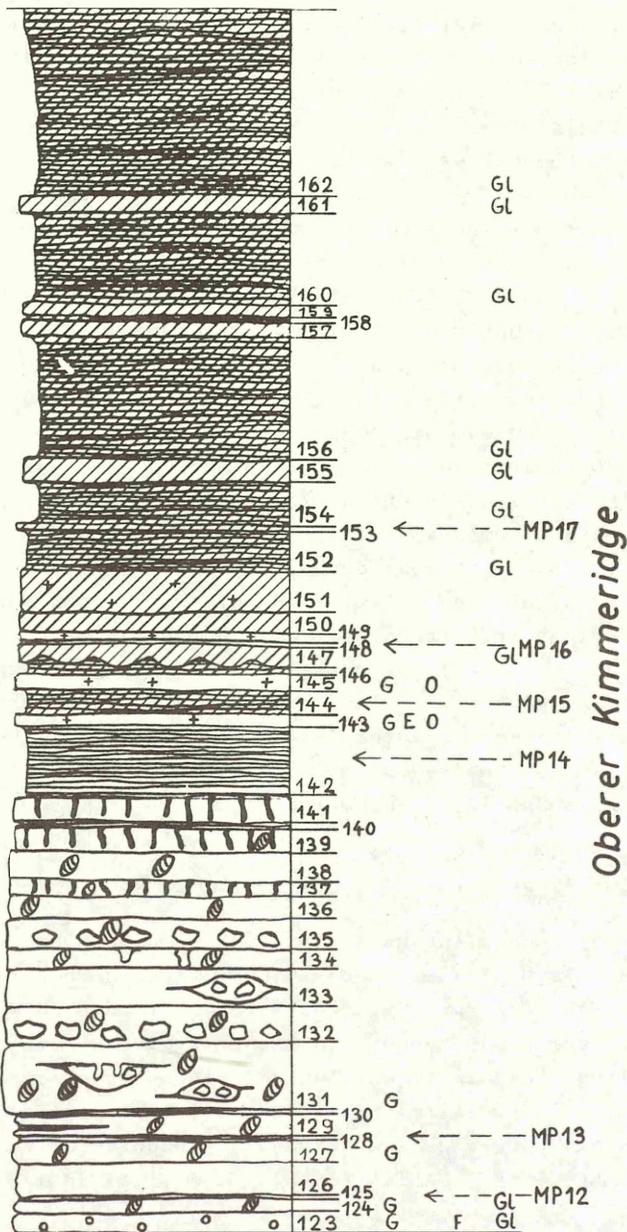
3.6.1. Profilbeschreibung und Abgrenzung

Da am Westende des Langen-Berges das Hangende diskordant über dem Oberen Kimmeridge liegt, ist die erhalten gebliebene Restmächtigkeit des Oberen Kimmeridges verschieden. Nördlich des Brechers im Steinbruch des Kalkwerkes Oker beträgt sie über 37 m. Auf Grund mehrerer Leitformen des Oberen Kimmeridge wurde die Hangendfolge mikropaläontologisch als Unter-Hauterive bestimmt. Die Schichtfolge des Oberen Kimmeridge läßt sich in vier petrographische Abschnitte gliedern. Sie beginnt mit 9,50m hartem, splittrigem Biomikrit, der wegen seines reichen Gehalts an Characeen-Gyrogoniten Characeenkalkstein genannt werden kann. Darüber liegt eine 17 m mächtige Folge vorwiegend aus Mergelstein und Mergeldolomitstein, die in ihrem unteren Teil etwas quarzsandführend ist. Diese Gesteine wurden von SCHRÖDER und BEHREND (1951) als typisch für den Oberen Kimmeridge angesehen, und sie legten die Grenze zum Mittleren Kimmeridge an die Basis dieser Folge. Im dritten Abschnitt erscheinen wieder harte splittrige mikritische Kalkgesteine, die reichlich Gyrogonite von Characeen führen. Bis zu der sandigen Kalksteinfolge des

Unter-Hauterive reicht der vierte Abschnitt, der wieder tonig-mergelig und dolomitisch-mergelig ausgebildet ist. In den Characeenkalksteinen des ersten Abschnittes wurden brecciöse Horizonte gefunden, die den Charakter von Konglomeratlagern annehmen können. Die Oberflächen mehrerer Bänke weisen röhrenförmige Vertiefungen auf, in die die folgende Bank zapfenartig hineingreift. Einige Horizonte enthalten gleichmäßig dicht verteilt vertikale Bohrgänge, die immer auf eine Schichtfläche bezogen zu sein scheinen. Auf Grund dieser Erscheinungsbilder ist das Vorhandensein mehrerer Omissionsflächen im unteren Teil des Oberen Kimmeridges wahrscheinlich.

3.6.2. Gesteinstypen (darunter der Characeenkalkstein als besonderer Gesteinstyp)

In den harten Bänken an der Basis des Oberen Kimmeridges ist das typische Gestein ein Biomikrit, der an Biogenen so reichlich Characeenreste enthält, daß er Characeenkalkstein genannt werden sollte. Daneben enthält er Ostracoden, Foraminiferen, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Schnecken. In den untersten 60 cm des Profils unterscheidet sich das Gestein durch Gehalt an Glaukonit und Ooiden etwas vom Grundtyp. Normalerweise erscheint das Gestein sehr hell und hat ein geflecktes Aussehen durch schwarzpigmentierte Intra-klaste und Gerölle, die ihrerseits in ihren klastischen Komponenten und der Grundmasse verschiedene Dunkelwerte aufweisen. Wie beim Biomikrit des Unteren Kimmeridge, lassen sich auch innerhalb der Grundmasse dunklere und hellere Gebiete unterscheiden. Da außerdem in den verschieden gefärbten Gebieten auch die Packung der klastischen Komponenten unterschiedlich dicht ist, scheint eine Durchwühlung des Sediments stattgefunden zu haben. Als Gesamteindruck kann sich auch ein dunkelgeflecktes Aussehen ergeben. Da sich häufig beim Bankwechsel der Hell/Dunkelwert abrupt ändert, läßt sich zuweilen das zapfenartige Eingreifen der Hangend- in die Liegendbank gut beobachten.



Oberer Kimmeridge

10m Höhe
5
0

Abb. 9 : Petrographisches Säulenprofil vom ersten Teil des Oberen Kimmeridges

Während in den beiden Mergelsteinfoolgen nur vereinzelt Kalksteinbänke vorkommen, die dann oft stark bis vollständig dolomitisiert sind, bilden sie im dritten Abschnitt eine geschlossene Kalksteinfoolge. Alle diese Kalkgesteine sind den besprochenen Characeenkalksteinen sehr ähnlich, indem sie mikritische Grundmasse und reichlich Gyrogonite von Characeen besitzen. Dagegen fehlt ihnen das brecciöse Aussehen. Als weitere Komponenten kommen Echinodermenreste und als Terrigene Quarzkörner hinzu. Einzelne Bänke sind besonders allochemreich mit einer dichten Packung von Intraklasten und Schill, wobei die Grundmasse teilweise spätig sein kann. Bei den Biomikriten des dritten Abschnittes wurde auch Dolomitisierung der Grundmasse festgestellt. Mengemäßig sind im Oberen Kimmeridge Mergelstein und Dolomitmergelstein die vorherrschenden Gesteinsgruppen. Meist sind sie durch Glaukonit grün gefärbt. Manchmal wurde in Schlammrückständen etwas Quarzsand und Glimmer festgestellt. Im oberen Teil des zweiten Abschnittes schieden sich auf parallelen Zerrklüften, die steil nach Norden einfallen, Kalkspatplättchen aus, die aus großen weißen oder durch Brauneisen oberflächlich gelb oder braun gefärbten Calcitkristallen aufgebaut sind. An verschiedenen Stellen der gesamten Schichtfolge wurden authigene Quarze gefunden. Einzelne Schichten an der Basis des zweiten Abschnittes enthalten schlamm-rückstandsbildend idiomorphe Gipskristalle.

3.6.3. Mikrofossilinhalt

Es wurden 9 Mikroproben untersucht, darunter 2 aus dem Characeenkalkstein an der Basis des Oberen Kimmeridge. Während die untere fast nur Schnecken und Gyrogonite von Characeen enthielt, wurden in der etwas höher entnommenen Probe zusätzlich eine spärliche Foraminiferenfauna und eine Ostracodenfauna gefunden, die die Einstufung in den Oberen Kimmeridge erlauben. Für sämtliche in diesem Abschnitt erwähnten Arten gilt nach KLINGLER, MALZ, MARTIN (1962), G. SCHMIDT (1955)

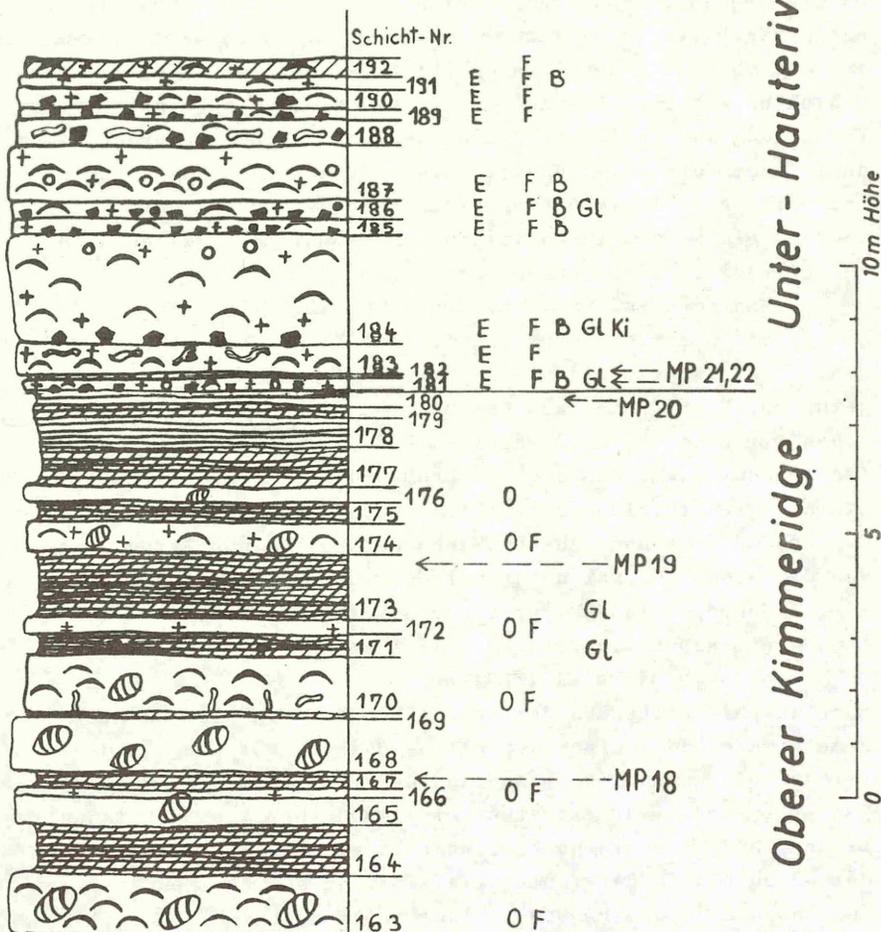


Abb.10 : Petrographisches Säulenprofil vom zweiten Teil des Oberen Kimmeridges und vom unteren Teil des Unter-Hauterives

oder KLINGLER (1955) , daß sie noch nicht im Mittleren Kimmeridge vorkommen, aber bis in den Oberen Malm reichen können. Da die Grenze zu den Gigas-Schichten mikrofaunistisch nicht ausgeprägt ist, kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, daß die höheren Abschnitte des Profils bereits zu den Gigas-Schichten gehören. Das ist jedoch auf Grund der quantitativen Verteilung innerhalb der Ostracodenfaunen nicht wahrscheinlich, da in ihnen die Arten häufig angetroffen wurden, die nach den genannten Autoren im Oberen Kimmeridge massenhaft auftreten, während einige von ihnen in den Gigas-Schichten selten sind. In der zweiten Probe wurden als "Leitformen"

Macrodentina (M.) *perforata* KLINGLER 1955

cf. *Scabriculocypris goerlichii* KLINGLER 1955 und

Galliaecytheridea wolburgi minuta (SCHMIDT 1955)

gefunden. Vier Proben aus der unteren Mergelsteinfolge waren, abgesehen von Fischresten, sehr fossilarm. Eine Probe aus dem dritten Abschnitt und die nächste Probe aus der zweiten Mergelsteinfolge enthielten eine reichere und ähnlich zusammengesetzte Ostracodenfauna und daneben Schneckenschalen und Gyrogonite von Characeen. Es seien nur folgende Ostracodenarten genannt:

Macrodentina (M.) *perforata* KLINGLER 1955

cf. *Fabanela prima* MARTIN 1961 und

Klieana alata MARTIN 1940.

Eine weitere Probe aus der oberen Mergelsteinfolge enthielt eine ärmere und schlecht erhaltene Ostracodenfauna. In den beiden letztgenannten Proben aus der zweiten Mergelsteinfolge des Oberen Kimmeridge traten calcitische Gebilde rückstandsbildend auf, für die noch keine Deutung gefunden wurde. Außerdem waren sie in der Tonmergelsteinfolge des Unteren Korallenooliths und in den Proben aus dem unteren Characeenkalkstein des Oberen Kimmeridge vorhanden. Es handelt sich um hohle porige Gebilde, die manchmal an Umkleidungen von stengeligen Gebilden oder Röhren irgendwelcher Organismen erinnern.

Das massenhafte Auftreten von Characeengyrogoniten in den Gesteinen des Oberen Kimmeridge deutet darauf hin, daß für

diese Pflanzen irgendwo ein weit verbreiteter Lebensraum mit niedrigem Salzgehalt vorhanden war. Andererseits kam es zur Bildung von Dolomit, dessen Entstehung unter dem Einfluß von Meerwasser erhöhter Salinität begünstigt wird, falls es sich um frühdiagenetisch gebildeten Dolomit handelt. Beide Beobachtungen zusammen passen zu der Vorstellung, daß eine gewisse Einschränkung der Wasservermischung, vor allem mit dem Weltmeer, aber auch einzelner Beckenteile untereinander, bestand, so daß der Salzgehalt einerseits durch Verdunstung, andererseits durch Zufuhr von Süßwasser aus Flüssen starken Schwankungen unterworfen war.

4. Chemische Zusammensetzung der Gesteinsfolge

Durch die mikroskopische Beobachtung der Gesteinsanschnitte konnten Gesteinstypen unterschieden werden. Außerdem wurden qualitative Aussagen über den Dolomit-, Brauneisen- und Quarzsandgehalt gemacht, die auf dem optischen Eindruck und Vergleichen der Gesteinstypen beruhten. Um eine klare Übersicht über die Zusammensetzung der Gesteinsfolge zu bekommen, wurden von den einzelnen Gesteinstypen Proben genommen und quantitativ auf SiO_2 , Al, Fe, Ca und Mg untersucht. Bei einer Wiedergabe der Ergebnisse in der Form SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Ca Mg $(\text{CO}_3)_2$, CaCO_3 ergab die Summe in den meisten Fällen 100%. Unter der Annahme, daß mit den bestimmten Komponenten tatsächlich die wichtigsten Bestandteile erfaßt sind, gibt die gewählte Darstellungsform zwar in vereinfachter, dafür aber in übersichtlicher Weise die Zusammensetzung der Gesteine wieder. Die Ergebnisse sind im Original der Diplomarbeit PAPE (1969) ausführlich niedergelegt.

Höher als erwartet ist der errechnete CaCO_3 -Anteil im gesamten Profil, obwohl einzelne Abschnitte dadurch, daß sie sehr mürbe und dunkel gefärbt sind, wie die Kalkgesteine des Unteren Kimmeridge, einen höheren Tonanteil vortäuschen.

Als fast reiner Dolomitstein erwies sich der "Wasserstein" an der oberen Grenze des Mittleren Kimmeridges.

Analyse einer Probe des "Wassersteins":

Gew.-%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgCa(CO ₃) ₂	CaCO ₃
	1,0	0,1	0,4	85,0	12,3

Für die Schichtglieder mit stärkerem Eisengehalt wurden folgende Ergebnisse erhalten:

1.) Analyse einer Probe aus der Mergelstein-Kalkstein-Wechselfolge im Unteren Korallenoolith:

Gew.-%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgCa(CO ₃) ₂	CaCO ₃
	8,1	1,9	12,9	5,3	72,2

2.) Analyse einer Probe aus dem brauneisenooidführenden "Onkoiddolomitstein" des Gifhorner Horizonts an der Basis des Mittleren Korallenooliths:

Gew.-%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgCa(CO ₃) ₂	CaCO ₃
	5,1	1,1	5,4	13,7	69,8

3.) Analyse einer Probe aus dem unteren Teil des Oberen Korallenooliths:

Gew.-%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgCa(CO ₃) ₂	CaCO ₃
	13,0	2,7	7,3	10,5	62,7

4.) Analyse einer Probe aus dem Unter-Hauterive:

Gew.-%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgCa(CO ₃) ₂	CaCO ₃
	4,5	1,8	9,1	6,1	73,4

Um einen Gesamteindruck über die Zusammensetzung einzelner Abschnitte der Schichtfolge zu gewinnen, wurden Mittelwerte berechnet. Dabei wurden die Schichtmächtigkeiten, für die die Proben als repräsentativ angesehen wurden, berücksichtigt.

Für den Dolomitgehalt gilt über den Bereich des gesamten, untersuchten Malms, daß der Durchschnittswert für größere Abschnitte von etwa 20 m Mächtigkeit immer bei etwa 15% liegt. Bei Betrachtung des Gesamtkarbonatgehaltes der einzelnen

geologischen Stufen ergibt sich folgendes Bild. Während des Mittleren Korallenooliths wurde der reichste Komplex mit über 93% Karbonatanteil gebildet. Vom Oberen Korallenoolith bis zum Mittleren Kimmeridge einschließlich liegt der durchschnittliche Karbonatanteil um etwa 10% niedriger als im Mittleren Korallenoolith. Obwohl der vorhandene Teil des Oberen Kimmeridge zwei sehr reine Kalksteinfohlen enthält, liegt der Durchschnittswert mit 76% Karbonatgehalt viel niedriger als in den vorher genannten Stufen. Im aufgeschlossenen Teil des Unteren Korallenooliths liegt der durchschnittliche Karbonatgehalt bei 69%. In den Abschnitten mit geringem Karbonatanteil sind die Durchschnittswerte für Kieselsäure (SiO_2) und Tonerde (Al_2O_3) groß, während diese Werte in den reinen Karbonatkomplexen, z.B. im Abschnitt des gesamten Mittleren Korallenooliths, mit 3,1% SiO_2 und 0,9% Al_2O_3 - Gehalt sehr klein sind. Hinsichtlich des Eisengehaltes wurde festgestellt, daß die Durchschnittswerte für alle drei Stufen des Korallenooliths relativ hoch liegen und im gesamten Kimmeridge viel niedriger sind.

5. Rückschlüsse auf die paläogeographische und ökologische Entwicklung

Bei der Bearbeitung der Mikrofaunen des Malmprofils vom Langen-Berg fiel auf, daß das Bild der Faunen in manchen Proben mehr durch Foraminiferen, in anderen mehr durch Ostracoden geprägt wurde. In Abb.11 wurden die Zahlen der sicher festgestellten Arten von Foraminiferen und Ostracoden, also Mindestartenzahlen, gegen die Schichtmächtigkeit aufgetragen. Ein Vergleich der Artenzahl der Foraminiferen und Ostracoden erhält einen gewissen Sinn dadurch, daß beide Tiergruppen teilweise den gleichen Lebensraum besiedeln und die gleichen Nahrungsquellen besitzen. Eine Änderung des Artenzahlverhältnisses kann in solchen Fällen auf eine Änderung dieses Lebensraumes hindeuten. Auf Grund der geringen Mikroprobenanzahl sind die folgenden Ergebnisse sehr grob und mit einer gewis-

sen Ungenauigkeit behaftet. Immerhin ist recht eindrucksvoll, wie die Zahl der Foraminiferenarten vom Korallenoolith bis in den Oberen Kimmeridge hinein mit einzelnen Schwankungen fast vollständig zurückgeht. Dagegen ist die Artenzahl der Ostracoden im Unteren und Mittleren Korallenoolith klein gegenüber der der Foraminiferen, nimmt dann zu und hat fast während des gesamten Kimmeridges die Vormacht. Dieser Wechsel der Faunen-zusammensetzung vollzog sich während des Oberen Korallenooliths.

Bei einem Vergleich der Mindestartenzahlen kalkschaliger Foraminiferen mit den Mindestartenzahlen sandschaliger Foraminiferen (Abb.12) deutet sich ebenfalls eine Wende an, und zwar im oberen Teil des Oberen Korallenooliths. Während vorher bei höheren Gesamtartenzahlen der Foraminiferen die Kalkschalerartenzahl überwog, herrscht von dort an bis in den Oberen Kimmeridge hinein mal die eine und mal die andere Gruppe vor. Dabei sind insgesamt nur wenige Arten vorhanden. In einzelnen Abschnitten des Mittleren Kimmeridges überwiegen die Sandschaler artenzahlmäßig und nach Schätzungen auch individuenzahlmäßig. Bei rezenten Proben wurde eine Dominanz der Sandschaler nach Arten- und Individuenzahl oft in Küstennähe bei geringer Wassertiefe und verringertem Salzgehalt festgestellt. Als Beispiele seien folgende Untersuchungen angeführt, auf die mich dankenswerterweise Herr Prof. Dr. E. MICHAEL aufmerksam machte:

Im äquatornahen Bereich untersuchten TODD, R. und BRONNIMANN, P. (1957) die Verteilung der Foraminiferenarten im östlichen Golf von Paria auf der Insel Trinidad, 10° - 12° nördl. Breite.

Aus der geographischen Höhe der Mississippi-Mündung (28° - 30° nördl. Breite) liegen von WALTON, W.R. (1964) Ergebnisse über die Foraminiferenfaunen vor.

RISDAL (1964) untersuchte Foraminiferen-Populationen aus dem Oslofjord (58° - 60° nördl. Breite). Um möglichst sämtliche Klimazonen zu berücksichtigen, seien schließlich die Untersuchungen von PHLEGER, F.B. über die Foraminiferen-Verteilung in der Arktis zwischen Kanada und Grönland (72° - 76° nördl. Breite) erwähnt.

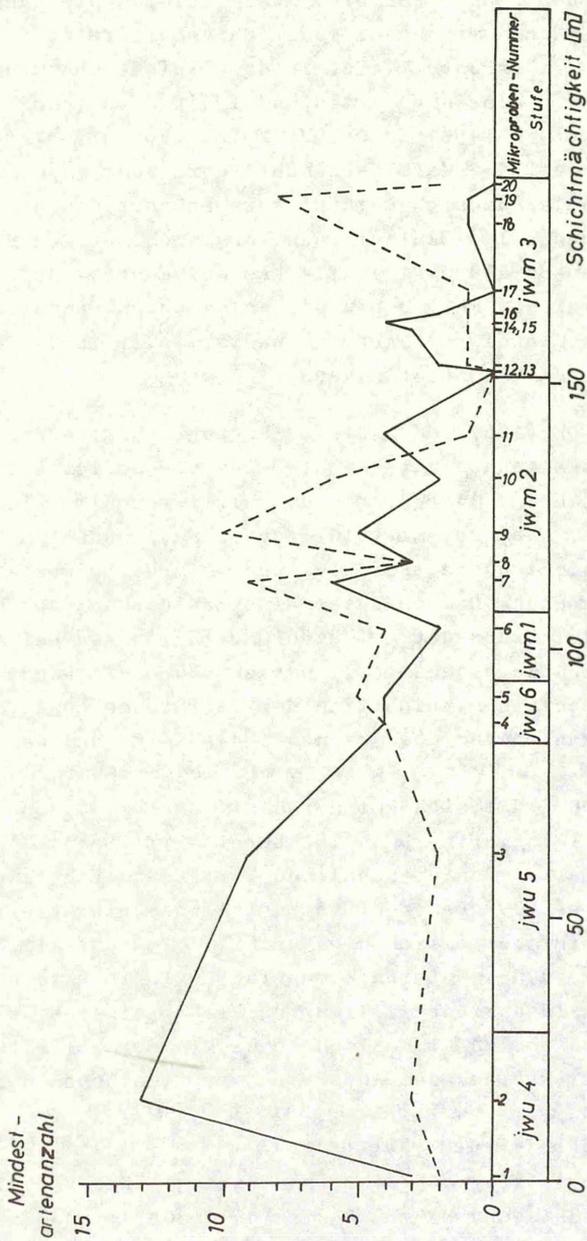


Abb. 11 : Diagramm der Mindestartenanzahl
für Foraminiferen (ausgezogene Linie) u. Ostracoden (gestrichelte Linie)

Verglichen mit den Faunen wärmerer Meere spielen die Sandschaler in den Faunen mit hoher geographischer Breite eine große Rolle bis in größere Tiefe. In der Tiefsee überwiegen überall die Sandschaler nach Arten und Individuen (vergl. z.B. STCHEDRINA, Z. (1950-1956) in ORLOV, Yu.A. 1962), wahrscheinlich deswegen, weil die Kalklöslichkeit dort sehr groß ist und die Kalkschaler dadurch ungünstigere Lebensbedingungen finden. Für einen paläo-ökologischen Vergleich mit dem Kimmeridge des Langen-Berges dürften Tiefseebedingungen ausgeschlossen werden. In diesem Fall geben die angegebenen Rezentuntersuchungen einen Hinweis auf geringe Wassertiefe, zu der verringerte Salinität hinzutreten kann.

Nach R. HUCKRIEDE (1967), der die paläogeographische Bedeutung der Molluskenfaunen untersuchte, lag das Gebiet des Langen-Berges während des Unteren und Mittleren Kimmeridges in unmittelbarer Nähe des Mitteldeutschen Festlandes im Südosten, und er nimmt aus dieser Richtung starke Süßwasserzuflüsse ins Becken an. Das bedeutet eine Bestätigung der Überlegungen, die auf Grund der Artenzahlenverhältnisse bei den Kalk- und Sandschalern angestellt wurden. Auch die Wende im Oberen Korallenoolith hinsichtlich der Ostracoden- und Foraminiferenartenzahlen und der Artenzahl der Kalk- und der Sandschaler steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen HUCKRIEDES (1967) und läßt sich gut durch sie erklären. Danach war das Oxford rein marin. Doch ist bereits im Oberen Korallenoolith eine Verarmung an stenohalinen Tieren und Einschwemmung von Characeen-Gyrogoniten festzustellen. Unter vielfachen Schwankungen verminderte sich die Marinität im südöstlichen Beckenteil während des Unteren Kimmeridge, bis im unteren Mittleren Kimmeridge wieder vollmarine Verhältnisse einsetzten. Während des Oberen Kimmeridge schwankte der Salinitätsgrad sehr stark, wie aus dem Auftreten von limnischen und brackischen Mollusken im niedersächsischen Bergland und Einschaltungen salinärer Gesteine hervorgeht. Diese von HUCKRIEDE dargestellten paläogeographischen und ökologischen Verhältnisse im niedersächsischen Becken bewirkten im Gebiet des Langen-

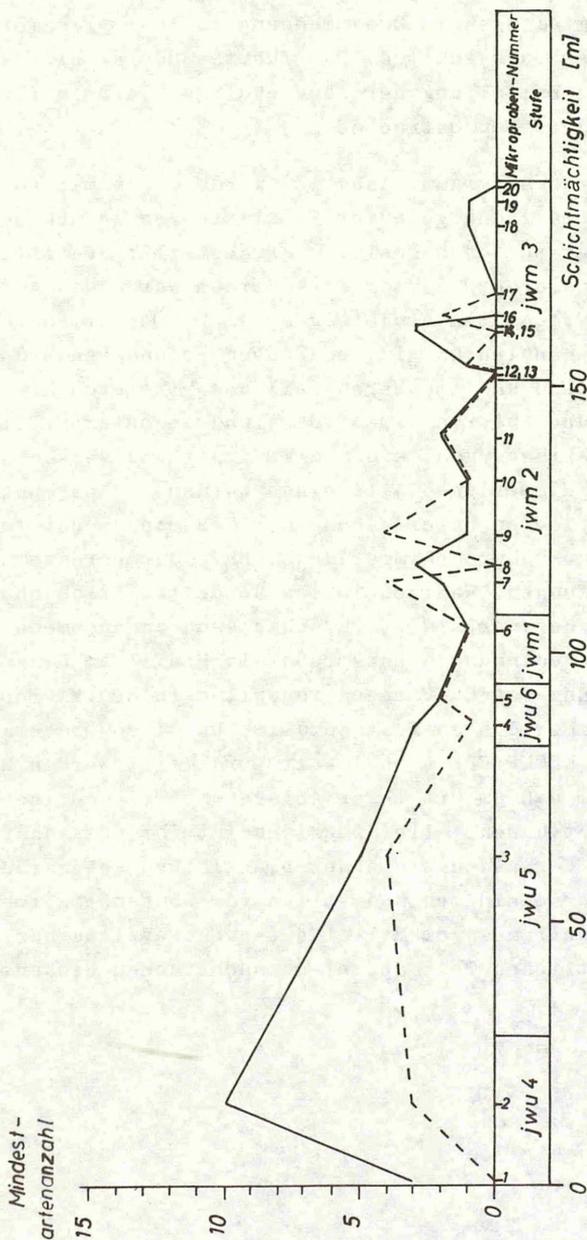


Abb. 12 : Diagramm der Mindestartenanzahl

für kalkschalige Foraminiferen (ausgezogene Linie) u. sandschalige F. (gestrichelte Linie)

berges die beobachtete starke Abnahme der Artenzahl kalkschaliger Foraminiferen im Zusammenhang mit der allgemeinen Verringerung des Salzgehaltes. Das führte andererseits zu einer stärkeren Entfaltung der sandschaligen Foraminiferen und ganz besonders der Ostracoden.

In einem weiteren Diagramm (Abb. 13) wurde die Summe folgender als vorwiegend marin aufgefaßter Fossilgruppen in Abhängigkeit von der stratigraphischen Position dargestellt: Seelilien, Seeigel, Schlangensterne, Seesterne. Außerdem wurde das Auftreten von Characeengyrogoniten eingetragen. Wie zu erwarten war, ist die Zahl der genannten und in den Proben gefundenen Gruppen während des Oxford und im oberen Teil des Mittleren Kimmeridges hoch. Während des Unteren Kimmeridges und im unteren Teil des Mittleren Kimmeridges geht sie stark zurück und verschwindet ganz im Oberen Kimmeridge. Allerdings wurden bei der petrographischen mikroskopischen Untersuchung der Gesteinanschnitte in einer Schicht des Oberen Kimmeridges Echinodermenreste als marines Element gefunden. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um eine Phase, in der der als stark schwankend angenommene Salzgehalt marinen Bedingungen entsprach. Im Profil am Langenberg wurde die Führung von Characeengyrogoniten in den Mikroproben vom Unteren Kimmeridge an festgestellt. Da diese brackischen Fossilien nach HUCKRIEDE (1967) weit verdriftet werden können, ist es möglich, daß am Ort ihrer Ablagerung rein marine Verhältnisse geherrscht haben. Allerdings scheint ihr massenhaftes Auftreten auf das Vorhandensein eines brackischen Lebensraumes zu deuten, der wahrscheinlich südöstlich vom Langenberg im Bereich des Süßwasserzustromes vom Mitteldeutschen Festland her, das heißt im südöstlichen Teil des niedersächsischen Beckens, gelegen hat.

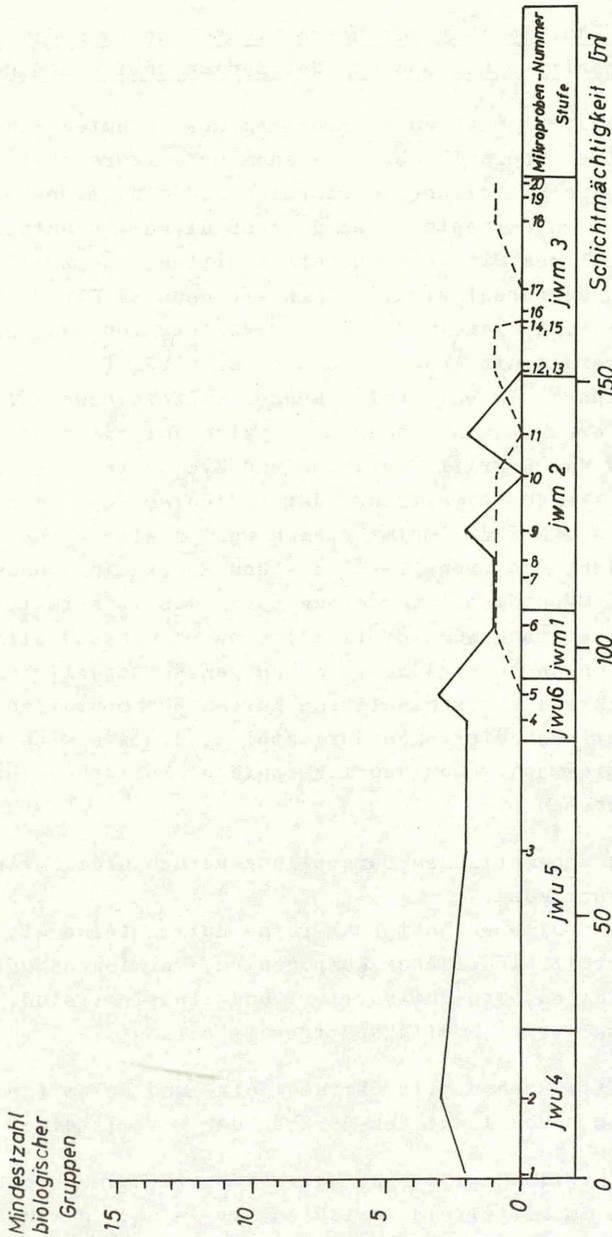


Abb.13: Häufigkeitsdiagramm beobachteter Metazoen - Reste

— : Seelilien, Seeigel, Schlangensterne, Seesterne ; - - - - : Characeen

6. Übersichtsdarstellung der Malmschichtfolge in Sedimentationsabschnitten und Deutung der Sedimentationsbedingungen

Bei einer übersichtsmäßigen Betrachtung des gesamten Sedimentationsablaufes innerhalb der untersuchten Malmschichtfolge ergibt sich eine Einteilung in einzelne Sedimentationsabschnitte, die in Abb. 14 u. 15 dargestellt sind. Wenn diese Abschnitte, wie im unteren Teil des Mittleren Korallenooliths, aus zwei Faziestypen a und b aufgebaut sind, bilden sie nach K. FIEGE (1937) Rhythmen. Bei einer regelmäßigen Wiederholung von mehr als zwei Faziestypen werden die Abschnitte nach K. FIEGE (1937) als Zyklen bezeichnet. Im Malmprofil können mehrere Abschnitte oberhalb der erwähnten Rhythmen als Zyklen aufgefaßt werden. Zunächst sind die Begriffe Rhythmus und Zyklus rein beschreibend; jedoch liegen klimatische oder tektonisch-epirogene Ursachen zugrunde. Für die Malmrhythmen und -zyklen wurde eine Deutung im Sinne von Transgressions- und Regressionsphasen versucht. Da die Mächtigkeit der einzelnen Abschnitte im 10-m-Bereich liegt, ist nach SCHMIDT (1949) eine vorwiegend klimatische Ursache unwahrscheinlicher. Neben dem Kurzprofil in Abb. 14 u. 15 sind durch mehrere grobschematische Kurven Sedimentationsablauf und Sedimentationsbedingungen dargestellt, wie sie sich auf Grund der petrographischen und mikropaläontologischen Untersuchungen andeuten.

In der ersten schematischen Darstellung werden drei Faziesgruppen unterschieden:

Die linke Spalte enthält sehr reine Kalkgesteine mit einem großen Anteil klastischer Komponenten, vorwiegend Ooiden und Bioklasten, die gut sortiert und klassiert sind. Als Bindemittel tritt häufig spätiger Calcit auf.

In der Mitte stehen alle übrigen Kalk- und Dolomitgesteine, und rechts davon liegt der Bereich der Mergelsteine.

Bei dieser Einteilung wird eine Kurve für die Malmschichtfolge hauptsächlich im Mittelfeld verlaufen und je nach dem, wie rein

und in welchem Ausmaß der erste, extreme Kalksteintyp auftritt, mehr oder weniger weit nach links schwenken, Entsprechend wandert die Kurve um so weiter nach rechts, je mehr Mergelstein vorhanden ist. Die so gewonnene Kurve läßt die Rhythmen und Zyklen deutlicher erkennen als das danebenstehende Säulenprofil.

Die nächste Kurve zeigt an, ob die Sedimentation in flacherem oder tieferem Wasser erfolgte. Als Kriterien für die Wassertiefe wurden die relative Korngröße, das Ausmaß der Karbonatbildung sowie Anzeichen von Turbulenz und Strömung benutzt. Stärkere Wasserbewegung läßt sich manchmal am Auftreten klastischer Kalkgesteine, an Schrägschichtung, guter Klassierung und Sortierung der Komponenten sowie am Vorhandensein von spätem Bindemittel erkennen. Außerdem lassen die als Omissionsflächen gedeuteten Bohrganghorizonte und der paläontologische Befund gewisse Rückschlüsse auf die Wassertiefe zu. An der erhaltenen Kurve können transgressive und regressive Tendenzen innerhalb des betrachteten erdgeschichtlichen Abschnittes erkannt werden.

Es folgt eine graphische Darstellung des terrestrischen Einflusses, der in der Sedimentationsfolge durch Quarzsand-, Brauneisenooid- und Brauneisengeröllführung angedeutet wird. Daneben wurden die Ergebnisse der mikropaläontologischen Untersuchungen mit berücksichtigt. Schließlich wird als Teilergebnis der angestellten ökologischen Betrachtungen eine qualitative Kurve für den Salzgehalt angegeben.

Es soll eine kurze Darstellung des Sedimentationsablaufes vom Unteren Korallenoolith bis in den Oberen Kimmeridge folgen.

Nach DENGLER, H. (1954) und LUTZE, G.F. (1960) beginnt der Untere Korallenoolith mit dem "Hansalager", einem oolithischen Eisenerzhorizont, der auf dem Ornatenton des Doggers (Ober-Callovien) transgrediert, während die Heersumer Schichten und ein kleiner Teil des Doggers ausgefallen sind. Auf das Eisenerzlager folgt eine Wechselfolge von eisenoidreichem Ooidkalkstein mit Mergelstein, die in einen reinen Mergelsteinkomplex übergeht. Damit ist der erste Abschnitt abgeschlossen. In ihm

läßt sich eine transgressive Tendenz erkennen, denn die Wassertiefe nahm zu. Im unteren Teil wurde viel terrigenes Material abgelagert, das wahrscheinlich aus den aufgearbeiteten Schichten stammt. Im übrigen herrschten wie im folgenden Mittleren Korallenoolith rein marine Bedingungen. Dieser läßt sich in 5 Abschnitte (Nr. 2 bis 6 in der fortlaufenden Nummerierung) einteilen, wobei zunächst drei Rhythmen auftreten, die jeweils aus einem stark onkoid (algenball)-führenden unteren groboolithischen Teil und einem schräggeschichteten oberen feineroolithischen Teil aufgebaut sind. Von Abschnitt 2 bis 4 lassen sich folgende Äußerungen feststellen. Der obere feineroolithische Teil nimmt auf Kosten des onkoidführenden Teils zu; außerdem wächst die Gesamtmächtigkeit der Rhythmen. Diese Tendenz läßt sich weiterverfolgen bis zum Abschnitt 5, der ausschließlich aus schräggeschichtetem Oolith besteht und als reduzierter Rhythmus aufgefaßt werden kann.

Der Onkoiddolomitstein, der den unteren Teil des untersten Rhythmus (Abschnitt 2) aufbaut, ist bereits ausführlich beschrieben worden. Da die Onkoide einen mehrschaligen Aufbau aufweisen, wobei manchmal zwischen einzelnen Schalen Ooide und feine Brauneisengerölle eingeschlossen sind, kann auf eine mehrphasige Bildung geschlossen werden. Zwischen den einzelnen Phasen und nach ihrer Bildung können die Ooide transportiert worden sein. Für einen ausschließlichen Transport der Onkoide unter der Annahme größerer Turbulenz- oder Strömungsbedingungen sprechen die Beimischung von nicht umkrusteten Bioklasten, Oolithgeröllen mit mittlerer Onkoidgröße, von Brauneisenooiden und Quarzsandkörnern. Im schräggeschichteten Oolith des oberen Teils der Rhythmen stellen die Komponenten auf Grund derselben Überlegungen ebenfalls Transportgut mit einer gewissen Transportgröße dar. Demnach läßt sich innerhalb eines jeden Rhythmus sowie für den gesamten Komplex der Abschnitte 2 bis 5 eine Abnahme der immer bedeutenden Transportkraft feststellen. Wahrscheinlich begann die Sedimentation in den einzelnen Rhythmen unter Flachwasserbedingungen mit langsamer Zunahme der Wassertiefe, die aber immer gering blieb. Für die Rhythmen ergibt

Legende

-  Karbonatgestein
-  Mergelstein

- Kalkoid
- Brauneisenooid
- ▽ Kalksteingeröll
- + Quarzsandkorn
- ⊙ Schalenrest
- ⊕ Characeengyrogonit
- ⊗ Schneckensteinkern
- ⊞ Algenball = „Onkoid“
- ▬ Bohrgänge an Schichtoberfläche
- ▨ Schrägschichtung

Abchnitt

Schicht-Nr.

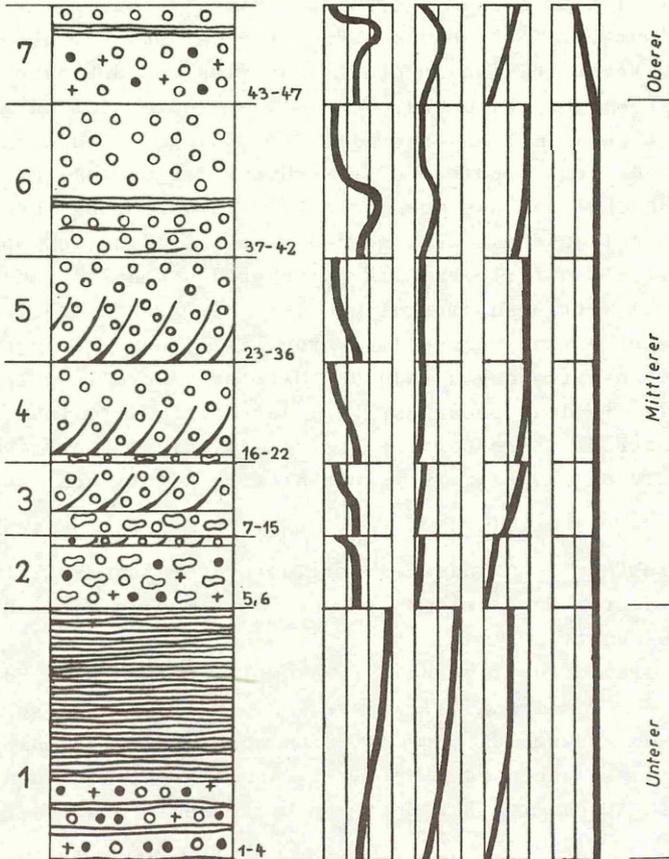
Fazies

überwiegend
Oxid- u. Feinschlusssparite
sonstige Karbonatgesteine
Mergelstein

Wassertiefe

terrestrischer Einfluß

Salinität



Höhenmaßstab:



Abb. 14: Petrographisches Säulenprofil der Malmsschichtfolge mit einer Deutung der Sedimentationsbedingungen.

sich eine Deutung als transgressive Phasen, die mit einem Feinkonglomerat beginnen. Sie folgen in immer längeren Abständen aufeinander und klingen schließlich ab.

Auf die 4 Rhythmen mit der Vorherrschaft von schrägeschichtetem Oolith folgt der obere Teil des Mittleren Korallenooliths mit nicht schräggeschichteten Ooidgesteinen als Abschnitt 6. Es läßt sich eine Dreigliederung in einen unteren Teil aus etwas mergeligem Ooidkalk- und Ooiddolomitstein, einen geringmächtigen Mittelteil aus Dolomitmergelstein und einen oberen Teil aus sehr reinem Ooidkalkstein mit teilweise spätigem Bindemittel feststellen. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Rhythmen läßt sich in diesem Abschnitt ein zyklischer Aufbau erkennen. Im unteren Teil scheinen die Strömung und Turbulenz gegenüber den Verhältnissen in den Abschnitten mit Schrägschichtung weiter abgenommen zu haben. Während der Sedimentation von Mergel im mittleren Teil besitzen sie ein Minimum. Doch dann ist eine Zunahme von Turbulenz oder Strömung festzustellen, denn die Ooidkalksteine des oberen Teils wurden während ihrer Sedimentation gut ausgewaschen, so daß es zur Bildung von spätigem Bindemittel anstelle von mikritischer Grundmasse kommen konnte. Wenn im mittleren, mergeligen Teil die größte Wassertiefe geherrscht hat und diese im oberen Teil wieder geringer wurde, dann macht sich gegen Ende des Mittleren Korallenooliths eine regressive Tendenz bemerkbar. Wie der Untere Korallenoolith beginnt auch der Mittlere Korallenoolith mit Zufuhr von Brauneisen und Quarzsand. Dieser terrigene Einfluß nimmt nach oben hin ab.

Im Oberen Korallenoolith lassen sich wie im obersten Mittleren Korallenoolith drei Faziesseinheiten unterscheiden, die einen zyklischen Abschnitt bilden:

Auf einen unteren dolomitischen Oolithkomplex folgen eine geringmächtigere Dolomitmergelsteinlage und ein teilweise sparitischer Oberer Oolithkomplex. Für die Stömungs- und Turbulenzverhältnisse sowie die Wassertiefe gilt dasselbe wie für den vorhergehenden Abschnitt. Zur Zeit der Mergelsedimentation bei

etwas größerer Tiefe mag die Wasserbewegung geringer gewesen sein. Dadurch erscheint der Obere Korallenoolith symmetrisch mit einem transgressiven unteren und einem regressiven oberen Teil. Im Unteren Oolithkomplex sind Brauneisenoide und Quarzsandkörner dem Gestein beigemischt. Zum dritten Mal innerhalb des Malmprofils tritt an dieser Stelle ein nach oben hin abnehmender terrigener Einfluß auf, der sich in der Sedimentation von oolithischem Brauneisen äußert. Während des Kimmeridges wurde keine derartige Brauneisenooid- oder Brauneisengeröllführung mehr festgestellt. Stattdessen tritt im Kimmeridge häufig eine Pyritpigmentierung des ganzen Gesteins wie im Unteren Kimmeridge oder auf Absonderungsflächen wie im Mittleren Kimmeridge auf. Das paßt gut zu der Vorstellung, daß auf den immer marinen Korallenoolith mit Bewegtwassersedimentation der Kimmeridge als eine Zeit folgt, in der vorwiegend unter ruhigeren Bedingungen feiner Kalkschlamm sedimentiert wurde. Während des Unteren und Oberen Kimmeridges kam es zu stärkerer Einschränkung der Verbindung zum Weltmeer, so daß Brackwasser- und zeitweise Stillwasserbedingungen herrschten. Bereits im Oberen Korallenoolith bahnt sich der Übergang zum Kimmeridge an. So tritt im Oberen Oolithkomplex eine Pyritpigmentierung der Ooidschalen auf, die der Pigmentierung von Schneckensteinkernen und feinsten Kalksteingeröllen im Unteren Kimmeridge ähnelt.

Außerdem lassen sich viele Gemeinsamkeiten in der Fauna von Oberem Korallenoolith und Unterem Kimmeridge feststellen, und bereits im Oberen Korallenoolith tritt eine starke Einschwemmung von Characeengyrogoniten auf, die für den Kimmeridge typisch ist.

Der gesamte Untere Kimmeridge wurde als Abschnitt 8 zusammengefaßt, bei dem sich kein klarer rhythmischer oder zyklischer Aufbau erkennen läßt. Abwechselnd treten mikritischer, etwas schill- und reichlich dunkle Schneckensteinkerne von Ooidgröße führender Kalkstein und dunkler, zum Teil bituminöser, dolomitischer Mergelstein auf. Nach dem paläontologischen Befund war der Salzgehalt stark herabgesetzt.

Im Mittleren Kimmeridge lassen sich zwei ähnlich aufgebaute Zyklen (9 und 10) unterscheiden. Beim unteren, kürzeren Zyklus folgen übereinander:

glaukonitführender Oosparit mit einem Bohrganghorizont
an der Hangendfläche

glaukonitischer Feinschillsparit

mikritischer Kalkstein

Mergelstein und schließlich eine

Wechselfolge von grünem glaukonitführendem Mergelstein,
Dolomitmergelstein und Biomikrit mit hohem Allochemanteil.

Darüber beginnt der zweite Zyklus mit

Oomikrit und

glaukonitführendem Feinschillmikrit.

Darüber folgen:

teilweise dolomitisierte Biomikrit,

ein Schichtkomplex aus quarzsandführendem allochemreichem Biomikrit und etwas mergeligem allochemreichen Biodolomitstein,

ein größerer Abschnitt aus allochemarmem Biomikrit mit serpelführenden Schichten und zahlreichen Bohrganghorizonten, die auf Omissionsflächen hindeuten, im obersten Teil mit Ooidführung,

und als Abschluß

reiner Dolomitstein, der "Wasserstein".

Auf Grund des mikropaläontologischen Befundes scheint die Wassertiefe im Mittleren Kimmeridge nie groß gewesen zu sein. Dennoch läßt sich in beiden Zyklen eine Aufeinanderfolge von Sedimentation im bewegten Flachwasser, dann im ruhigeren etwas tieferen Wasser und schließlich wieder flacheren Wasser erkennen. Demnach besitzt der mittlere Kimmeridge zwei trans-

Legende



- Kalkooid
- Brauneisen-
ooid
- ⊖ Kalksteingeröll
- + Quarz sand-
korn
- ||||| Bohrgänge an Schichtober-
fläche
- /// Schrägschichtung
- ⤿ Schalenrest
- ⊙ Characeen-
gyrogonit
- ⊙ Schneckenstein-
kern
- ⊙ Algenball =
„Onkoid“

Fazies
vorwiegend
Ooid- und Feinschlittsparte
sonstige Karbonatgesteine
Mergelstein

Abschnitt

Schicht-
Nr.

Wassertiefe

flacher
tiefer

terrestrischer Einfluß

größer
geringer

Salinität

brackisch
marin

12

11

10

9

8

163-180

123-162

80-122

62-79

48-61

Oberer

Mittlerer

Unterer

Kimmeridge



Abb.15: Petrographisches Säulenprofil der Malm-schichtfolge mit einer

Deutung der Sedimentationsbedingungen.

gressive Phasen, die mit der Bildung von Oolith- und Feinschillkalksteinen verbunden waren, und eine deutliche Regressionsphase, die zur Entstehung von Omissionsflächen und einer mächtigen Dolomitsteinbank führte. Während des unteren Zyklus ist die Fauna zunächst der des Unteren Kimmeridges sehr ähnlich. Doch zusammen mit dem Eintreten mariner Bedingungen ändert sich die Faunengesellschaft und wird reicher.

Vom Oberen Kimmeridge ist nur ein Teil vorhanden, da der Rest von den Kreidetransgressionen abgeschnitten ist. An der mächtigsten Stelle lassen sich zwei ähnlich aufgebaute Abschnitte (11 und 12) unterscheiden, die als Rhythmen aufgefaßt werden können. Beide Rhythmen beginnen mit einem Komplex aus hartem, splittrigem Biomikrit, der wegen seines reichen Gehaltes an Characeen-Gyrogoniten Characeenkalkstein genannt wird. Darüber liegt eine Mergelstein- und Mergeldolomitsteinfoolge, die im unteren Teil etwas quarzsandig ist. Direkt über dem "Wasserstein" des Mittleren Kimmeridges beginnt der Characeenkalkstein des ersten Rhythmus mit Kalkooidführung. Weiter oben liegen zwei Konglomeratbänke mit Kalksteingeröllen; dann folgen mehrere Bohrganghorizonte, die als Omissionsflächen gedeutet werden, innerhalb des Kalksteinkomplexes. Nach der Mergelsedimentation des unteren Rhythmus beginnt die Characeenkalksteinfoolge des zweiten Rhythmus mit einer feinschillreichen Kalksteinbank. Nach der Sedimentationsfolge scheint in beiden Rhythmen die Wassertiefe gering begonnen und dann zugenommen zu haben. Es lassen sich also zwei Transgressionsphasen zu Beginn des Oberen Kimmeridges erkennen, von denen die erste durch zwei Konglomeratlagen gekennzeichnet ist.

Auf Grund des paläontologischen Befundes müssen für den Oberen Kimmeridge vorwiegend Brackwasserbedingungen angenommen werden. Wahrscheinlich hat die Regression gegen Ende des Mittleren Kimmeridges zu einer teilweisen Abschnürung des Sedimentationsraumes vom Weltmeer geführt.

Für die dargestellten Vorstellungen über Sedimentationsablauf und Bildungsbedingungen der Malmschichtfolge sowie vermutete

tektonisch-epirogene Bewegungen gilt, daß sie zunächst nur lokale Bedeutung haben und bestenfalls als ein Mosaikstein zur Schaffung des paläogeographischen Gesamtbildes beitragen.

7. Bemerkungen zur Tektonik

Zur Sicherung der stratigraphischen Untersuchungen am Malmprofil des Langen-Berges mußte geprüft werden, ob es durch die tektonischen Vorgänge im Zusammenhang mit der Harzrandüberschiebung zu Reduzierungen oder Verdoppelungen der Schichtfolge beziehungsweise zu Verfälschungen der Mächtigkeiten bei tonigen und mergeligen Schichtkomplexen kam. Nach WUNDERLICH, H.G. (1953) können Zechstein und Buntsandstein entlang des Harznordrandes lokal fehlen. Diese Schichtglieder liegen der Störungsfläche am nächsten und werden in der Vertikalen mehr als die jüngeren Schichtglieder und zwar bis zu 6km ausgedehnt. An anderen Stellen treten außerhalb des normalen Schichtverbandes Zechsteinvorkommen vor, die sich durch Ausquetschung erklären lassen. Beim Muschelkalk und Keuper können die Mächtigkeiten reduziert sein. Dagegen soll der Jura in seiner ursprünglichen Mächtigkeit erhalten geblieben sein.

Dafür spricht, daß die von DENGLER, H. (1954) und LUTZE, G.F. (1960) beschriebenen Schichtkomplexe der Grube "Hansa" im Tagesaufschluß sogar mit etwas größerer Mächtigkeit wiedergefunden wurden. Außerdem stimmten die Teilprofile, die in zahlreichen aufgelassenen Steinbrüchen im östlichen Teil des Langen-Berges aufgeschlossen sind, mit dem Profil vom Westende des Langen-Berges überein.

Für die tektonischen Mechanismen im Gebiet des Langen-Berges gab CLOOS (1916) eine klare Darstellung. Charakteristisch für die tektonischen Bewegungen innerhalb der Malmschichtfolge ist die Führung durch die Schichtung. So verlaufen zahlreiche Verschiebungen schichtparallel, wobei die älteren Schichten gegenüber den jüngeren abgesunken sind. Meist liegen die einzelnen Verwerfungsbeträge im Dezimeterbereich und erreichen in einer

größeren Verwerfung im östlichen Teil des Langen-Berges mehrere Meter. Nach diesen Bemerkungen muß damit gerechnet werden, daß es besonders bei der Annahme von seitlichem Druck während der Auffaltung, zu geringfügigen Verschmierungen und Mächtigkeitsreduzierungen einzelner Mergelsteinlagen kommen konnte. Allerdings wurden derartige Erscheinungen bei der petrographischen Profilaufnahme nur in ganz schwachem Ausmaß beobachtet.

8. Zusammenfassung

Im Steinbruch des Kalkwerkes Oker am Westende des Langen-Berges (nördl. Harzvorland) wurde ein etwa 200 m mächtiges Profil aufgenommen, das vom Unteren Korallenoolith bis in den Oberen Kimmeridge reicht. Darüber transgrediert Unter-Hauterive. Auf der Grundlage mikroskopischer Untersuchungen von Gesteinsanschnitten wurden die vorhandenen Gesteinstypen der Karbonatgesteine festgestellt und beschrieben. In der Malmschichtfolge, die aus mergeligen, dolomitischen und reinen Kalkgesteinen aufgebaut wird, überwiegen im Korallenoolith Oolithe und im Kimmeridge feinkörnig dichte Kalkgesteine (Mikrite). Als besondere Typen wurden an der Basis des Mittleren Kimmeridge auf Grund der Führung von Algenbällen (Onkoiden) ein Onkoidolomitstein und im untersten Teil des Oberen Kimmeridge wegen des starken Anteils von Characeen-Gyrogoniten an den klastischen Komponenten des Gesteins ein Characeenkalkstein ausgeschieden. Von den einzelnen Gesteinstypen wurden Proben quantitativ chemisch auf ihren SiO_2 , Al, Fe, Mg und Ca-Gehalt untersucht. Durch diese Bestimmungen wurde eine Übersicht über die chemische Zusammensetzung der Gesteinsfolge gewonnen. Der Korallenoolith ist generell stärker eisenführend als der Kimmeridge, besonders aber im Unteren Korallenoolith und an der Basis des Mittleren und des Oberen Korallenooliths. Während des gesamten Mittleren Korallenooliths wurde ein sehr reines Karbonatgestein mit geringem SiO_2 und Al_2O_3 -Gehalt gebildet. Als Durchschnittswert des Dolomitanteils am Gestein wurden, jeweils für größere Abschnitte berechnet, im Korallenoolith und Kimmeridge gleichermaßen etwa 15% gefunden. Im Mittleren Kimmeridge liegt als Grenzbank zum Oberen Kimmeridge eine 3 m mächtige, graugelbe Gesteinsbank, die von den Steinbrucharbeitern "Wasserstein" genannt wird und nach der chemischen Untersuchung aus sehr reinem Dolomitstein besteht.

Die stratigraphische Grenzziehung erfolgte nach der mikropaläontologischen Untersuchung einiger Mergelsteinproben. Innerhalb der Malmschichtfolge wurden Mindestanzahlen von Fora-

miniferen und Ostrakoden sowie von kalkschaligen und von sand-schaligen Foraminiferen verglichen und die Anzahl gewisser vorwiegend mariner Fossilgruppen und das Auftreten von Characeen-Gyrogoniten festgestellt.

Auf Grund der Ergebnisse wurde ein Wechsel der ökologischen Bedingungen gegen Ende des Oberen Korallenooliths angenommen. Nach ökologischen Untersuchungen an rezenten Foraminiferen deuten Dominanzen der sandschaligen Foraminiferen nach Arten- und Individuenzahl bei gleichzeitig geringer Gesamtartenzahl im Kimmeridge auf Flachwasserbedingungen mit möglicherweise verringertem Salzgehalt hin. Weitere Hinweise auf zeitweilige Brackwassereinflüsse während des Kimmeridges sind die Abnahme der Zahl vorwiegend mariner Fossilgruppen und das massenhafte Auftreten von Characeen-Gyrogoniten. Diese Deutungen passen gut in das paläogeographische Bild des Malms nach HUCKRIEDE (1967). Danach gehörte das Gebiet des Langen-Berges seit dem Unteren Kimmeridge zu einer Bucht des Niedersächsischen Beckens, die im Süden und Osten vom nahen Mitteldeutschen Festland umschlossen wurde und von dorther Süßwasserzufluß erhielt.

A.2. Schichtenverzeichnis des Profils
am Westende des Langen-Berges

Schich- Höhe ü. Mäch-
ten Profil- tig-
unter- keit
kante in m
in m

			<u>Liegendes</u>
			Wechselfolge von a und b
1	0	5	a) 10 bis 20 cm dicke Bänke gelbbrauner, <u>eisenooidführender Oomikrit und Oosparit.</u> Grundmasse: mikritisch, etwas porös, z.T. dolomitisch oder spätig, klastische Komponenten: Ooide, Mehrkernooide und Ooidgerölle aus Calcit, Brauneisen oder mit wechselndem Schalenaufbau, eckige Brauneisengerölle, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken und Echinodermenreste, Quarzsandkörner.
2	5,0	4	b) schwarzblauer, etwas dolomitischer <u>Tonmergelstein</u> mit dünnen, unterbrochenen Bänken aus gelbbraunem Schill und <u>eisenooidführendem Ooiddolomitstein</u> mit Intra-klasten oder Ooiden, Brauneisenooidgeröllen, Echinodermenresten und Quarzsandkörnern.
3	9,0	2,5	schwarzer blättriger <u>Tonmergelstein</u> mit einzelnen Fasern von gelbbraunem eisenooidführendem Ooiddolomitstein.
4	11,5	16,5	dunkelgrauer, schalig brechender <u>Tonmergelstein.</u>
5	28,0	28,0	Unterer Korallenoolith
		55	Mittlerer Korallenoolith
5	28,0	7,0	grauer, <u>onkoidführender Ooiddolomitstein.</u> Grundmasse: grobkörniger Dolomit. klastische Komponenten: (z.T. dolomitisiert) Ooide, Mehrkernooide, Ooidgerölle, Brauneisenoide, Onkoide, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schneckensteinkerne, Echinodermenreste, Quarzsandkörner.
6	35,0	0,8	schräggeschichteter <u>Oosparit</u> und Ooiddolomitstein mit Mehrkernooiden, Ooidgeröllen und Echinodermenresten. Die Kerne oder Schalen der Ooide können aus Brauneisen bestehen. Das Gestein ist z.T. durch Drucklösung verändert.
7	35,8	0,3	gelbbrauner, <u>schill- und onkoidführender Oosparit</u> oder Ooiddolomitstein mit Ooiden und Ooidgeröllen aus Calcit, Brauneisen oder mit wechselndem Schalenaufbau, Schnecken-schalen und Echinodermenresten.

- | | | | |
|----|------|------|--|
| 8 | 36,1 | 0,8 | gelbbrauner <u>onkoidführender Oosparit</u> oder <u>Ooiddolomitstein</u> mit Schneckenschalen und Echinodermenresten. |
| 9 | 36,9 | 1,1 | schräggeschichteter <u>onkoidführender Oosparit</u> oder <u>Ooiddolomitstein</u> mit Mehrkernooïden, Ooidgeröllen und Echinodermenresten. |
| 10 | 38,0 | 1,1 | <u>schill- und onkoidführender Oosparit</u> oder <u>Ooiddolomitstein</u> mit Mehrkernooïden, Ooidgeröllen und Schnecken. |
| 11 | 39,1 | 1,0 | schräggeschichteter grünlicher <u>Ooiddolomitstein</u> mit Ooidgeröllen und Echinodermenresten. Das Gestein hat teilweise durch Drucklösung ein schlieriges Aussehen. |
| 12 | 40,1 | 0,4 | grünbrauner <u>Ooiddolomitstein</u> mit Schalenresten. Die Allochemie sind zum großen Teil dolomitisiert oder aufgelöst, so daß das Gestein ein lücheriges Aussehen erhält. |
| 13 | 40,5 | 0,1 | grauer <u>Dolomitstein</u> mit Brauneisenflecken. |
| 14 | 40,6 | 0,3 | <u>Oolith</u> . |
| 15 | 40,9 | 3,0 | <u>Ooiddolomitstein</u> und <u>Oosparit</u> .
An der Basis ist die Bank schräggeschichtet mit dolomitischer Grundmasse. Dort folgen abwechselnd übereinander Schichten mit dichtgepackten kleineren Allochemen und dünne grüne Bänder, die hauptsächlich aus dolomitischer Grundmasse und schwimmenden gröberem Allochemen bestehen. Der obere Teil der Bank besteht aus hellem Oosparit.
Allochemie: Ooide, Schnecken, Echinodermenreste. |
| 16 | 43,9 | 0,6 | grüngrauer <u>onkoidführender Ooiddolomitstein</u> mit Ooidgeröllen.
Die Allochemie sind dolomitisiert oder aufgelöst. |
| 17 | 44,5 | 0,5 | <u>onkoidführender Ooiddolomitstein</u> Oomikrit oder Oosparit mit Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Echinodermenresten. |
| 18 | 45,0 | 1,7 | <u>Ooiddolomitstein</u> und <u>Oosparit</u> . Schrägschichtung und Bankaufbau wie bei Schicht 15. |
| 19 | 46,9 | 1,7 | <u>Ooiddolomitstein</u> und <u>Oosparit</u> . Schrägschichtung und Bankaufbau wie bei Schicht 15. |
| 20 | 48,4 | 2,8 | gelbbrauner <u>Ooiddolomitstein</u> und <u>Oosparit</u> mit Schalen und Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken und Echinodermenresten. |
| 21 | 51,2 | 0,03 | grüner <u>Dolomitstein</u> mit Lagen von Allochemen, die meist dolomitisiert oder aufgelöst sind. |

22	51,2	3,9	gelbbrauner <u>Ooiddolomitstein</u> und Oosparit mit Schnecken und Echinodermen.
23	55,1	0,02	grüner <u>Dolomitstein</u> mit Lagen von Allochemen, die meist dolomitisiert oder aufgelöst sind
24	55,1	1,2	schräggeschichteter <u>schillführender Ooiddolomitstein</u> mit Ooidgeröllen, Schnecken und Echinodermenresten.
25	56,4	1,3	<u>Ooiddolomitstein</u> wie bei Schicht 24.
26	57,7	1,1	schräggeschichteter <u>Oomikrit</u> , <u>Oosparit</u> oder <u>Oodolomitstein</u> mit Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Schnecken.
27	58,8	1,1	<u>Oolith</u> wie bei Schicht 26.
28	59,9	0,05	<u>gelbgrüner Dolomitstein</u> mit Lagen von Allochemen, die durch Drucklösung zu flachen Gebilden reduziert sind.
29	59,9	2,0	hellgrauer schräggeschichteter <u>Oomikrit</u> oder <u>Oosparit</u> mit <u>Ooidgeröllen</u> , <u>Schalen</u> von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken und Echinodermenresten. In einzelnen feinkörnigen porösen Teilen des Gesteins ist die ursprüngliche oolithische Struktur durch Umkristallisation nur noch schwach erkennbar.
30	61,9	0,01	schwarzer blättriger <u>Dolomitmergelstein</u> mit Schalen von Muscheln oder Brachiopoden.
31	61,9	0,8	dunkelgrauer <u>Ooiddolomitstein</u>
32	62,7	1,4	schräggeschichteter dunkelgrauer <u>Ooiddolomitstein</u> mit Bankaufbau wie bei Schicht 15.
33	64,1	0,5	hellgrauer <u>Oomikrit</u> oder <u>Oosparit</u> mit teilweiser Dolomitisierung. Feinkörnige und grobkörnige Lagen wechseln miteinander ab. An der Basis kann ein 0,01 m dickes gelbes Dolomitsteinband auftreten.
34	64,6	0,05	gelber <u>Dolomitstein</u>
35	64,6	1,2	stark schräg geschichteter grauer, bröcklicher <u>Ooiddolomitstein</u> mit Schalen von Muscheln oder Brachiopoden. Stellenweise sind durch Drucklösung Schlieren mit flachen verzahnten Allochemresten entstanden. Die Bank enthält kopfgroße Gebilde, die aus vielen nebeneinanderliegenden calcitischen Röhren bestehen. Der Durchmesser der Röhren beträgt wenige Millimeter.

36	65,8	0,5	<u>Ooiddolomitstein</u> oder Oosparit mit dunkelgrauen Dolomitsteinbändern. Allochem: Ooide, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken, Echinodermereste. Die Ooide sind z.T. herausgelöst und durch Drucklösung verzahnt.
37	66,3	6,0	grauer oder gelbbrauner, mürber <u>Ooiddolomitstein</u> , Oomikrit oder Oosparit mit Oolithgeröll, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken und Echinodermeresten. Stellenweise sind durch Drucklösung Schlieren mit flachen, verzahnten Allochemresten entstanden.
38	72,3	0,4	dunkelgrauer, feinkörniger <u>Dolomitstein</u> .
39	73,9	1,6	grauer <u>Oomikrit</u> oder <u>Oosparit</u> mit Schnecken-schalen. Die Ooide sind schwach dolomitisiert, z.T. aufgelöst. Verwerfung, flach zur Schichtebene geneigt, mit geringer Sprunghöhe.
<hr/>			
40	73,9	2,4	grauer <u>Oomikrit</u> oder <u>Oosparit</u> mit Oolithgeröll, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken-schalen und Echinodermeresten, stellenweise dolomitisiert. Die Ooide sind z.T. aufgelöst.
41	76,3	0,6	dunkelgrauer, schlieriger <u>Ooiddolomitstein</u> mit viel Grundmasse und durch Drucklösung stark verzahnten flachen Allochemresten. Biochemie: Muschelschalen, Echinodermereste.
42	76,9	6,5	grauer oder gelbbrauner <u>Oomikrit</u> oder <u>Oosparit</u> mit Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und mit Schnecken, stellenweise dolomitisiert.
	83,4	55	Mittlerer Korallenoolith
<hr/>			
		11	Oberer Korallenoolith
43	83,4	4,6	<u>brauneisenooid- und quarzsandführender</u> dunkelgrauer <u>Ooiddolomitstein</u> mit Brauneisengeröll, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Echinodermeresten.
44	88,0	0,1	dunkler, bituminöser, bröcklicher <u>Dolomitmergelstein</u> mit Ooiden, Kalksteingeröll, brauneisenschaligen Ooiden, Brauneisengeröll, Glaukonitkörnern, kohligen Pflanzenresten und viel Pyrit.

45	88,1	3,2	heller brauneisenoid- und quarzsandführender <u>Oosparit</u> mit Brauneisengeröllen, Ooiden mit teilweise Schalenaufbau aus Brauneisen, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und mit Schnecken, schwach dolomitisiert.
46	91,3	0,5	schwarzer, bröckliger <u>Dolomitmergelstein</u> mit Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und feinkörnigen calcitischen Allochemen.
47	91,8	2,4	hellgrauer <u>Oosparit</u> oder <u>Oomikrit</u> .
	94,2	11	Oberer Korallenoolith
			<hr/>
		13	Unterer Kimmeridge
48	94,2	3,1	dunkelgrauer, bröckliger <u>Biomikrit</u> oder <u>Biodolomitstein</u> mit Intraklasten, Kalksteingeröllen, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Schneckensteinkernen. Einzelne Bereiche sind rissig und körnig-schlierig durch Dolomitisierung.
49	97,3	0,8	schwarzer, bröckliger intraklast- und schillreicher <u>Dolomitmergelstein</u> mit Pyrit, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Ostracoden. In der Schichtebene verlaufen ovale Wühlgänge, die mit hellem feinkörnigem Kalkstein ausgefüllt sind.
50	98,1	1,7	heller reichlich <u>Schneckensteinkerne führender Biomikrit</u> mit Ooidgeröllen und Muschelschalen, in grauen schlierigen Bereichen dolomitisiert.
51	99,8	0,5	dunkelgrauer, <u>schillführender Biomikrit</u> mit Schnecken, in wellig schlierigen und bröckligen Teilen dolomitisiert.
52	100,3	0,3	schwarzer bröckliger, bituminöser, ostracodenschillführender <u>Dolomitmergelstein</u> mit Intraklasten und Pyrit.
53	100,6	0,4	grauer <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten, Glaukonitkörnern, Pyrit, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken und Ostracoden, in schlierigen Teilen dolomitisiert.
54	101,1	1,3	schwarzer, bröckliger <u>Dolomitmergelstein</u> mit Intraklasten, Pyrit, kohligen Pflanzenresten und calcitischen Schalen.
55	101,1	1,3	grauer <u>Biomikrit</u> mit Glaukonitkörnern, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und mit Schnecken, in schlierigen Teilen dolomitisiert.

56	102,4	0,4	schwarzer, weicher <u>Dolomitmergelstein</u> mit Intraklasten, kohligen Pflanzenresten und calcitischen Schalen.
57	112,8	1,7	dunkelgrauer bröcklicher <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten und Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, in schlierigen Teilen dolomitisiert und pyrithaltig.
58	114,5	0,5	schwarzer, blättriger, bituminöser, dolomitischer <u>Tonmergelstein</u> mit Intraklasten, Pyrit, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Ostracoden. Die Schicht enthält feste rotbraune, Konkretionen ähnliche Gebilde.
59	115,0	0,5	grauer <u>Biomikrit</u> mit Geröllen, Intraklasten, Glaukonitkörnern, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden. Das Gestein enthält rotbraune, Konkretionen ähnliche Gebilde.
60	115,5	0,2	schwarzer, blättriger, bituminöser <u>Mergelstein</u> mit Intraklasten, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Ostracoden.
61	115,7	1,4	grauer <u>Biomikrit</u> mit Geröllen, Intraklasten, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken und Foraminiferen.
	117,1	13	Unterer Kimmeridge
<hr/>			
		44	Mittlerer Kimmeridge
62	117,1	3,0	grauer <u>Oosparit</u> oder <u>Oomikrit</u> mit Glaukonitkörnern, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und mit Schnecken. In dem oberen Teil der Bank liegen vertikale Bohrgänge.
63	120,1	1,0	hellgrauer, fester <u>Feinschillsparit</u> oder <u>Feinschillmikrit</u> mit Glaukonitkörnern und Ostracoden.
64	121,1	2,0	bräunlicher <u>Biomikrit</u> .
65	123,1	2,0	<u>Mergelstein</u> mit Nerineen und Muscheln
66	125,1	0,2	heller graubrauner <u>Dolomitstein</u> mit Glaukonitkörnern, Schalenresten und Hohlformen der Gyrogonite von Characeen
67	125,3	1,9	grüngrauer <u>Dolomitstein</u> mit Hohlräumen von Allochemen, die spätig calcitisch ausgefüllt sein können, Glaukonitkörnern und kohligen Pflanzenresten. Die obersten 0,05 m sind schwarz, bröcklig und tonreich.

68	127,2	0,8	gelbgrüner <u>Biomikrit</u> und Biodolomit mit Schalen von Muscheln oder Brachiopoden.
69	128,0	0,2	hellgrauer <u>Biomikrit</u> und Biodolomitstein mit Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken und Fischzähnen.
70	128,2	0,2	heller <u>Biomikrit</u> und dunkelgrauer Biodolomitstein mit Intraklasten und Pyrit.
71	128,4	0,5	hellgelber <u>Biomikrit</u> mit Pyrit und Schalen von Muscheln oder Brachiopoden.
72	128,9	0,8	grüngrauer <u>Dolomitstein</u> mit Resten calcitischer Schalen.
73	129,7	0,4	heller <u>Biomikrit</u> und dunkelgrauer Dolomitstein mit Intraklasten, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und mit Gastropoden.
74	130,1	0,4	hell- und dunkelgrauer <u>Biomikrit</u> mit Pyrit, Schalenresten und Ostracoden.
75	130,5	0,5	hellfleckiger, graugrüner <u>Biodolomitstein</u> mit Schalenresten von Muscheln oder Brachiopoden und mit Gastropoden.
76	131,0	0,3	dunkelgrauer <u>Mergelstein</u> mit Intraklasten, Glaukonitkörnern, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Ostracoden.
77	131,3	0,7	grüngrauer <u>Biomikrit</u> -mit Intraklasten, Glaukonitkörnern, in schlierigen Partien dolomitisiert.
78	132,0	0,3	gelbgrüner, bröckliger <u>Dolomitmergelstein</u> mit Intraklasten, Ostracoden und auf Klüften Brauneisenausscheidungen.
79	132,3	1,0	grünlicher <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten, Pyrit und Schalen von Muscheln oder Brachiopoden.
80	133,3	0,7	grauer <u>Oomikrit</u> mit Schalenresten und schwacher Dolomitisierung.
81	134,0	0,1	grünbrauner, etwas schlieriger und feinstricheliger <u>Oomikrit</u> mit Pyrit und dolomitisierten Teilen.
82	134,1	0,1	grauer <u>Oomikrit</u> mit Schalenresten.
83	134,2	0,1	grauer oder ockerfarbener <u>Oomikrit</u> mit Schnecken.
84	134,3	0,3	heller fester <u>Oomikrit</u> mit Pyrit, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken, Echinodermenresten, Ostracoden und Foraminiferen.
85	134,6	0,3	heller fester, schillführender <u>Biomikrit</u> mit Pyrit.

86	134,9	0,3	grauer schlieriger <u>Feinschillmikrit</u> , etwas dolomitisiert.
87	135,2	0,6	heller schillführender <u>Biomikrit</u> mit glaukonitischen Intraklasten.
88	135,8	0,8	grauer <u>Biomikrit</u> mit glaukonitischen Intraklasten, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Echinodermenresten.
89	136,6	0,4	grauer <u>Dolomitmergelstein</u> mit calcitischen Schalenresten.
90	137,0	0,5	fester hellgrauer <u>Dolomitstein</u> mit Schalenresten.
91	137,5	0,5	fester hellgrauer <u>Biomikrit</u> , teilweise dolomitisiert.
92	138,0	0,7	fester hellgrauer <u>Biomikrit</u> , teilweise dolomitisiert.
93	138,7	0,9	grüngrauer bröckliger <u>Dolomitmergelstein</u> mit dunklen Allochemen und Pyrit.
94	139,6	1,0	heller schill- und quarzsandkornführender <u>Biomikrit</u> mit grünlichen Intraklasten, etwas dolomitisiert.
95	140,6	0,3	grüner, bröckliger <u>Dolomitmergelstein</u> mit Pyrit und Brauneisen.
96	140,9	0,3	gelbgrünlicher <u>Dolomitstein</u> mit Krusten und Klumpen von Brauneisen und mit Allochemen, die gelöst sind oder in grobspätiger calcitischer Erhaltung vorliegen. Dazu gehören Schalenreste und Gyrogonite von Characeen.
97	141,2	0,4	grüner, schalig zerbrechender <u>Dolomitmergelstein</u> mit z. T. grünlichen Intraklasten und kohligen Pflanzenresten.
98	141,6	0,5	grünbrauner <u>Dolomitmergelstein</u> mit Allochemen und Poren.
99	142,1	0,8	dunkel-grüngrauer <u>Dolomitmergelstein</u> mit vielen Allochemen.
100	142,9	0,1	grauer poriger <u>Dolomitstein</u> mit einzelnen Allochemen in calcitisch spätiger Erhaltung.
101	143,2	0,3	dunkel-grüngrauer <u>Dolomitmergelstein</u> .
102	143,5	0,2	dunkelgrauer, dünnplattiger <u>Dolomitstein</u> mit Geröllen, Intraklasten, Schalenresten und Quarzsandkörnern.
103	143,7	0,6	hellgrauer quarzsandführender <u>Oomikrit</u> mit Schalenresten und Echinodermenresten.

104	144,2	0,5	dunkelgrauer, quarzsandführender klüftiger <u>Biomikrit</u> oder <u>Dolomitstein</u> mit Intraklasten und Schalenresten.
105	144,7	0,7	hellgrauer quarzsandführender <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten, Schnecken und <u>Ostracodenschill</u> .
106	145,4	1,3	heller blaugrauer, plättiger quarzsand- und schillführender <u>Biomikrit</u> mit grünlichen Intraklasten.
107	146,7	0,5	<u>Biomikrit</u> wie bei Schicht 106
108	147,2	0,8	<u>Biomikrit</u> wie bei Schicht 106
109	148,0	0,2	grauer <u>Biomikrit</u> mit vielen Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Ostracoden. Er ist etwas dolomitisiert und enthält viele kleine Pyritkristalle. Das Gestein sieht wolzig aus mit feinen Schlieren in der Schichtebene.
110	148,2	0,5	hellgrauer <u>Biomikrit</u> mit grünlichen dolomitisierten Partien. Die Bank enthält in der Schichtebene verlaufende Bohrgänge.
111	148,7	0,8	grauer <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten, Serpeln, Schneckensteinkernen, Ostracoden und Characoenyrogeniten.
112	149,5	1,1	heller, fester <u>Biomikrit</u> mit einzelnen Intraklasten, Pyrit, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Ostracodenschill. Im obersten Teil der Bank liegen vertikale Bohrgänge.
113	150,6	0,2	dunkler, graugrüner <u>Mergelstein</u> mit Intraklasten und Schalenresten.
114	150,8	0,5	grauer, knolliger <u>Biomikrit</u> oder Dolomitstein mit Schalen von Muschel oder Brachiopoden.
115	151,3	1,5	grauer <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten, Glaukonitkörnern, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und mit Schnecken, in schlierigen Partien dolomitisiert. Im obersten Teil der Bank liegen vertikale Bohrgänge.
116	152,8	1,3	grauer, fester <u>Biomikrit</u> mit Glaukonitkörnern und Schalenresten, in Bändern und Nestern dolomitisiert.
117	154,1	2,6	grauer <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten, einzelnen Ooiden, Schalen von Muscheln (darunter Austern) oder Brachiopoden, Schnecken-schalen, Serpeln, Echinodermenresten, in schlierigen Streifen dolomitisiert. Im obersten Teil der Bank liegen vertikale Bohrgänge.

118	156,7	0,5	bräunlicher <u>Oomikrit</u> mit Ooidgeröllen, Glaukonitkörnern und Schalenresten.
119	157,2	0,4	fester <u>Oomikrit</u> mit Ooidgeröllen, Schalen von Brachiopoden und Muscheln, Schnecken und Gyrogoniten von Characeen. Das Gestein wird von dolomitisierten Gängen durchzogen.
120	157,6	0,3	fester harter <u>Oomikrit</u> mit Brachiopodenschalen. Sie wird von senkrechten Bohrgängen durchsetzt, die mit dolomitischer Substanz ausgefüllt sind.
121	157,9	1,0	graubrauner <u>Dolomitstein</u> mit Glaukonitkörnern, spätigen Schalenresten und Hohlräumen.
122	158,9	2,0	gelbbrauner, poriger <u>Dolomitstein</u> mit Glaukonitkörnern.
	160,9	44	Mittlerer Kimmeridge
<hr/>			
		37	Oberer Kimmeridge
123	160,9	0,5	heller, rötlicher, fester <u>Oomikrit</u> mit Intraklasten, Kalksteingeröllen, Mehrkernoiden, Glaukonitkörnern, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken und Foraminiferen.
124	161,4	0,2	gelbbrauner characeenführender <u>Biomikrit</u> mit Kalksteingeröllen, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und mit Schnecken.
125	161,6	0,1	schwarzer <u>Biomikrit</u> mit Kalksteingeröllen, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Gyrogoniten von Characeen.
126	161,7	0,7	heller <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten.
127	162,4	0,5	fester characeenführender <u>Biomikrit</u> mit schwarzen Kalksteingeröllen, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und mit Schnecken.
128	162,9	0,05	grauer <u>Biomikrit</u> mit Kalksteingeröllen, Intraklasten, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und Gyrogoniten von Characeen.
129	162,9	0,5	heller fester characeenführender <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten und Gyrogoniten von Characeen.
130	163,4	0,05	grauer characeenführender <u>Biomikrit</u> mit Kalksteingeröllen.
131	163,5	1,6	fester, grauer, characeenführender <u>Biomikrit</u> mit Kalksteingeröllen, Intraklasten und Schalenresten. Einzelne Teile sind konglomeratisch mit eckigen Kalksteingeröllen. Einzelne Teilbänke greifen zapfenartig in entsprechende Vertiefungen ihrer Liegendbank hinein.

132	165,1	0,8	heller, fester <u>characeenführender Biomikrit</u> mit Intraklasten und Schalenresten. Die Bank ist teilweise konglomeratisch ausgebildet.
133	165,9	0,8	weißer <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten und Gyrogoniten von Characeen. Einzelne Teile sind konglomeratisch.
134	166,7	0,4	heller, fester, <u>characeenführender Biomikrit</u> mit Schalen von Muscheln oder Brachiopoden. Die Bank enthält einzelne vertikale Gänge.
135	167,1	0,7	grauer <u>characeenführender, konglomeratischer Biomikrit</u> mit Intraklasten und Schalenresten.
136	167,8	0,5	hellgrauer, <u>characeenführender Biomikrit</u> mit Kalksteingeröllen, Intraklasten und Schalenresten.
137	168,3	0,3	heller, fester, <u>characeenführender Biomikrit</u> mit vertikalen Bohrgängen.
138	168,6	0,7	heller, fester, <u>characeenführender Biomikrit</u> mit Kalksteingeröllen.
139	169,3	0,5	grauer <u>characeenführender Biomikrit</u> mit Kalksteingeröllen, Intraklasten, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und mit Schnecken. Die Bank wird von vielen vertikalen Bohrgängen durchsetzt.
140	169,8	0,1	hellgrauer, stark geklüfteter <u>Biomikrit</u> , dolomitisiert.
141	169,9	0,5	heller, grünbrauner <u>Biomikrit</u> , durch viele bogige, in der Schichtebene liegende Suturen bröckelig, Die Bank wird von vielen vertikalen Bohrgängen durchsetzt.
142	170,4	1,5	hellgrauer <u>Mergelstein</u> mit Intraklasten.
143	171,9	0,25	dunkelgrauer <u>Biomikrit</u> mit Quarzsandkörnern, Intraklasten, Schnecken, Echinodermenresten und Ostracoden, in Schlieren dolomitisiert.
144	172,2	0,5	<u>Tonmergelstein</u> , dolomitisiert, mit Gipskristallen.
145	172,7	0,4	grauer <u>Biomikrit</u> mit Quarzsandkörnern, Intraklasten, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Schnecken und vielen Ostracoden, teilweise dolomitisiert.
146	173,1	0,2	grauer <u>Dolomitmergelstein</u> mit welliger Bankoberfläche.
147	173,3	0,4	grüngrauer <u>Dolomitstein</u> mit weggelösten Schalenresten. Die Bankunterseite ist entsprechend Bank 146 gewellt.
148	173,7	0,1	grauer <u>Dolomitmergelstein</u> mit Gipskristallen.

149	173,8	0,2	dunkelgrauer, wolkg-schlieriger <u>Biomikrit</u> und <u>Dolomitstein</u> mit Quarzsandkörnern, Intraklasten und Schalenresten.
150	174,0	0,5	graugrüner, fester, poriger <u>Dolomitstein</u> mit Schalenresten.
151	174,5	0,9	dunkelgrauer, <u>quarzsandführender Dolomitstein</u> mit Intraklasten und Schalenresten.
152	175,4	0,9	graugrüner <u>Dolomitmergelstein</u> mit Glaukonitkörnern.
153	176,3	0,1	grüner bröckliger <u>Dolomitmergelstein</u> .
154	176,4	1,0	grüner <u>Dolomitmergelstein</u> .
155	177,1	0,5	grünlicher, feinschlierig-wolkiger <u>Dolomitstein</u> mit Schalenresten, die in spätig, calcitischer Ausbildung vorliegen oder gelöst sind.
156	177,6	2,25	grüner <u>Dolomitmergelstein</u> mit calcitischen Allochemen.
157	179,9	0,5	grauer, schlieriger <u>Dolomitstein</u> mit Schalen und anderen Allochemen, die in spätig calcitischer Ausbildung vorliegen oder gelöst sind.
158	180,4	0,3	grauer <u>Dolomitmergelstein</u> mit Intraklasten, Schalenresten und ihren Hohlformen.
159	180,7	0,3	grauer, plattiger <u>Dolomitstein</u> mit Intraklasten.
160	181,0	2,0	gelbgrüner <u>Dolomitmergelstein</u> mit Allochemen in spätig-calcitischer Ausbildung.
161	183,0	0,4	gelbgrüner, poriger <u>Dolomitstein</u> mit Intraklasten und mit Schalenresten und anderen Allochemen in spätig-calcitischer Ausbildung.
162	183,4	4,1	gelbgrüner <u>Dolomitmergelstein</u> mit Allochemen und Brauneisenausscheidungen.
163	187,5	1,1	grauer, fester, feingestrichelter <u>characeen- und schillführender Biomikrit</u> mit Intraklasten, Ostracoden und Foraminiferen.
164	188,6	1,0	<u>Dolomitmergelstein</u> .
165	189,6	0,5	characeenführender <u>Biomikrit</u> .
166	190,1	0,2	hellgrauer, fester <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten, Ostracodenschill, Foraminiferen und Gyrogoniten von Characeen. Netzartig verzweigte Bänder im Gestein sind gelbgrün gefärbt und dolomitisiert.
167	190,3	0,3	<u>Dolomitmergelstein</u> .

168	190,6	1,0	heller, fester, <u>characeenführender Biomikrit</u> mit Intraklasten, Schalenresten, schwach dolomitisiert.
169	191,6	1,0	hellgelber <u>Mergelstein</u> mit Intraklasten, teilweise dolomitisiert.
170	191,6	1,0	gelber <u>characeen- und schillführender Biomikrit</u> mit Ostracoden, Foraminiferen, mit Wühlgängen, teilweise dolomitisiert.
171	192,6	0,4	gelbgrüner <u>Dolomitmergelstein</u> mit Intraklasten und Quarzsandkörnern.
172	193,0	0,3	gelbgrüner <u>Biomikrit</u> mit Quarzsandkörnern, Ostracodenschill und Foraminiferen.
173	193,3	1,2	gelbgrüner <u>Dolomitmergelstein</u> .
174	194,5	0,6	graugrüner characeen- und feinschillführender <u>Biomikrit</u> oder Biosparit mit Intraklasten, Brauneisenklümpchen, Quarzsandkörnern, Ostracoden und Foraminiferen.
175	195,1	0,4	gelbgrüner <u>Dolomitmergelstein</u> .
176	195,5	0,3	gelbgrüner, characeenführender <u>Biomikrit</u> mit Intraklasten und Ostracodenschill, etwas dolomitisiert.
177	195,8	0,7	gelbgrüner <u>Dolomitmergelstein</u> .
178	196,5	0,6	heller <u>Mergelstein</u> mit Allochemen.
179	179,1	0,2	gelbgrüner <u>Dolomitmergelstein</u> .
180	197,3	0,2	gelbgrüner <u>Mergelstein</u> mit Allochemen, dolomitisiert.
	197,5	37	Oberer Kimmeridge

		6	Unter-Hauterive
181	197,5	0,2	grauer, fester, <u>quarzsand- und brauneisen-geröllführender Biosparit</u> mit Ooiden, Kalkstein- und Dolomitsteingeröllen, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Echinodermenresten, Foraminiferen und Bryozoen.
182	197,7	0,1	grauer plattiger <u>Dolomitstein</u> mit z.T. grüngefärbten Intraklasten, Echinodermenresten und Foraminiferen.
183	197,8	0,6	graugrüner, fester, <u>quarzsandführender Biosparit</u> mit Intraklasten, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Echinodermenresten und Foraminiferen. Die Schicht enthält zahlreiche wühlgangähnliche Bauten.
184	198,4	2,0	grauer, fester, <u>quarzsand- und brauneisen-geröllführender Biosparit</u> mit z.T. grün gefärbten Intraklasten, Ooiden, Kalkstein- und Dolomitsteingeröllen, Kieselsäurekonkretionen, Echinodermenresten, Foraminiferen und Bryozoen.

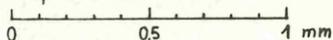
185	200,4	0,3	grauer, fester, <u>quarzsand- und brauneisen-geröllführender Biosparit</u> mit Intraklasten, Kalksteingeröllen, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Echinodermenresten und Foraminiferen.
186	200,7	0,4	grauer, fester, <u>quarzsand- und brauneisen-geröllführender Biosparit</u> mit Ooiden, Eisenoiden, Kalkstein- und Dolomitsteingeröllen, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, z.T. grünlichen Echinodermenresten, Foraminiferen und Bryozoen.
187	201,1	1,0	grauer, fester, <u>quarzsand- und schillführender Biosparit</u> mit Ooiden, Intraklasten, Echinodermenresten, Foraminiferen und Bryozoen.
188	202,1	0,5	grauer, fester, <u>brauneisengeröllführender Biosparit</u> mit Schalen von Muscheln oder Brachiopoden und wühlgangähnlichen Bauten.
189	202,6	0,2	<u>brauneisengeröllführender Biomikrit oder Biosparit</u> mit Intraklasten, Ooiden, Eisenoiden, Kalk- und Dolomitsteingeröllen, Quarzsandkörnern, Schalenresten, Echinodermenresten und Foraminiferen.
190	202,8	0,4	grauer <u>quarzsand- und brauneisengeröllführender Biosparit</u> mit Intraklasten, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Echinodermenresten und Foraminiferen.
191	203,2	0,2	grauer, fester, <u>quarzsandführender Biosparit</u> mit Intraklasten, Schalen von Muscheln oder Brachiopoden, Echinodermenresten, Foraminiferen und Bryozoen, etwas dolomitisiert.
192	203,4	0,4	grauer, <u>quarzsandführender Dolomitstein</u> mit Intraklasten, Schill und Foraminiferen.
	203,8		Hangendes

A.3. Schematische, mikroskopische Abbildungen der wichtigsten Gesteinstypen der Malmschichtfolge in stratigraphischer Reihenfolge (Taf. 1 - 14).

Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei darauf aufmerksam gemacht, daß die Dolomitsignatur nicht einzelne verstreute Dolomitkristalle, sondern ein dichtes Kristallhaufwerk darstellen soll.

Tafeln der Gesteinstypen

Maßstab für alle Tafeln 60:1



Legende



feinkörniger Kalzit

spätiger Kalzit

Dolomit

Tonminerale

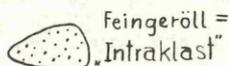
Brauneisen

Glaukonit

Quarz



Hohlräume



Feingeröll =
"Intraklast"



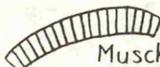
Ostracod



Brauneisenooid
mit Quarzsand-
korn als Kern



Foraminifer



Muschelschale



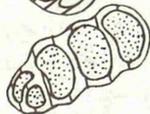
Gyrogonite
von Characeen



Schnecken



Echinodermen-
rest

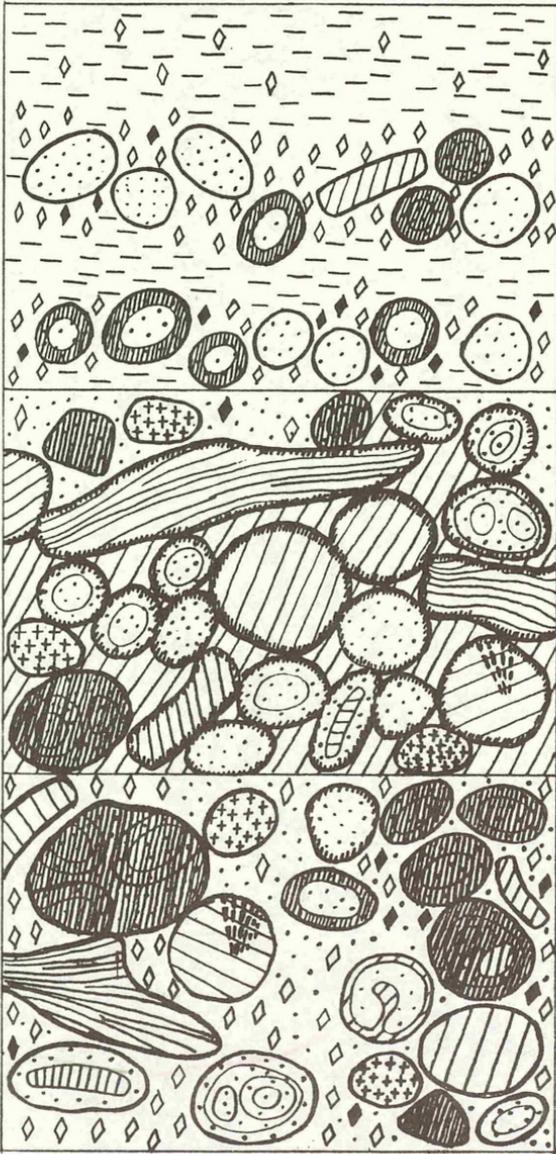


Algenball =
"Onkoid"

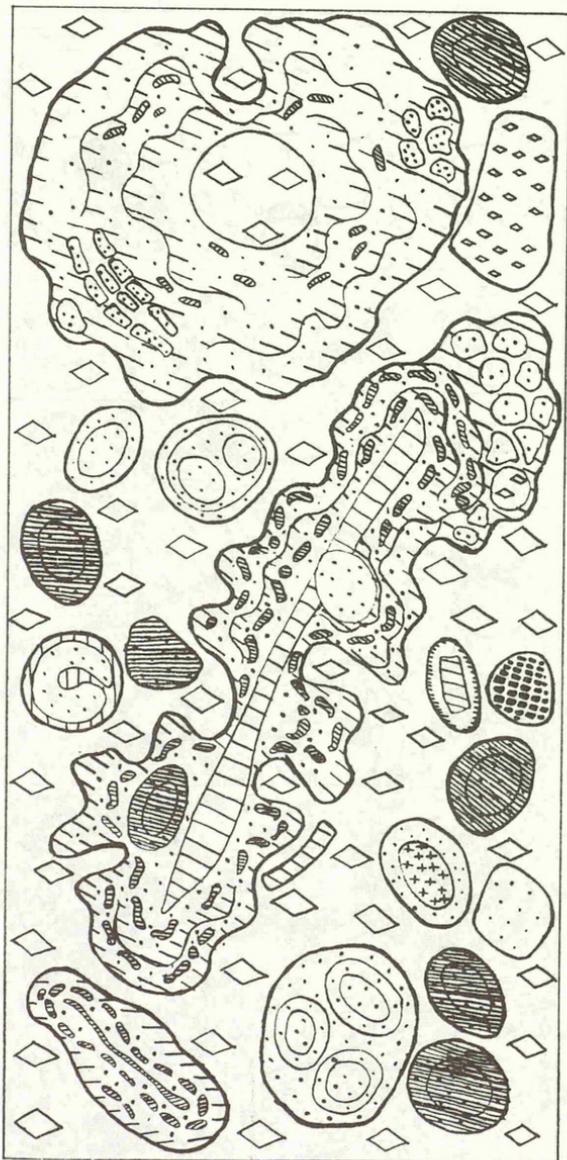


Schalenrest
ungewisser Herkunft

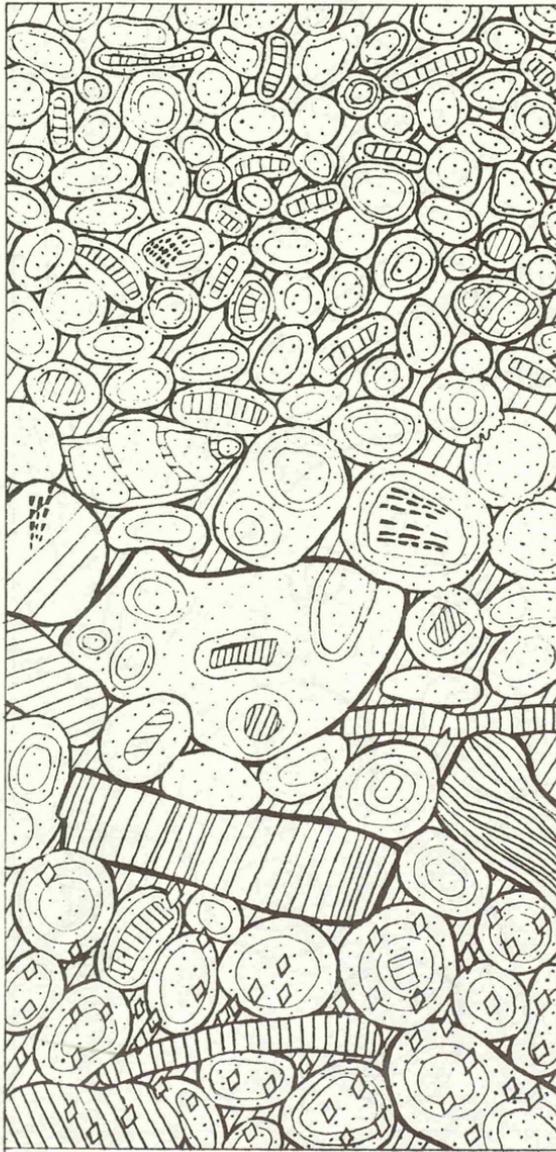




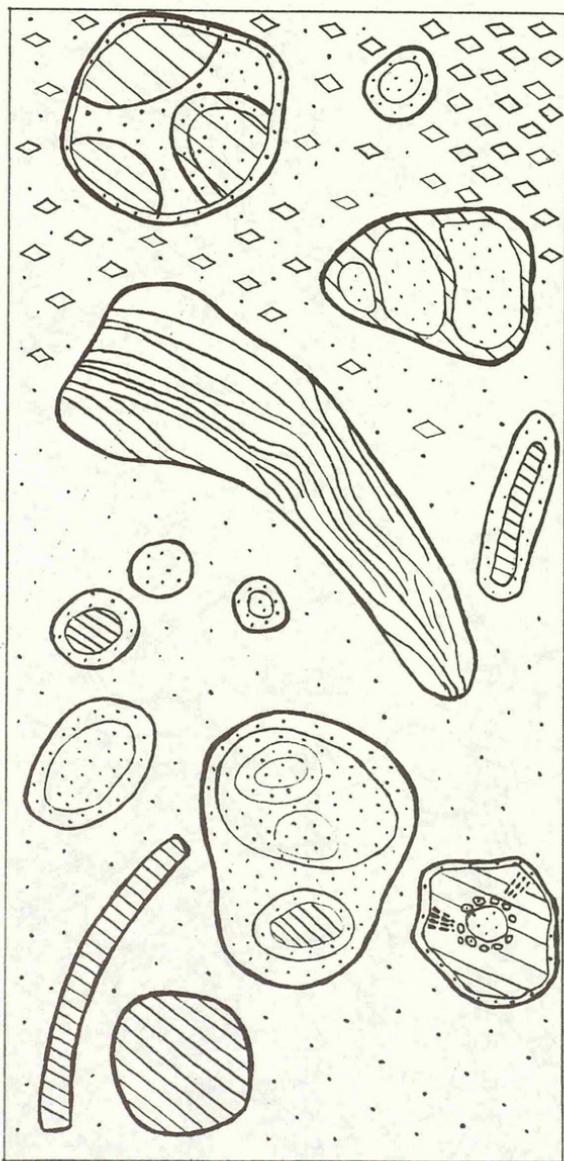
Tafel 1 : Gesteine des Unteren Korallenooliths



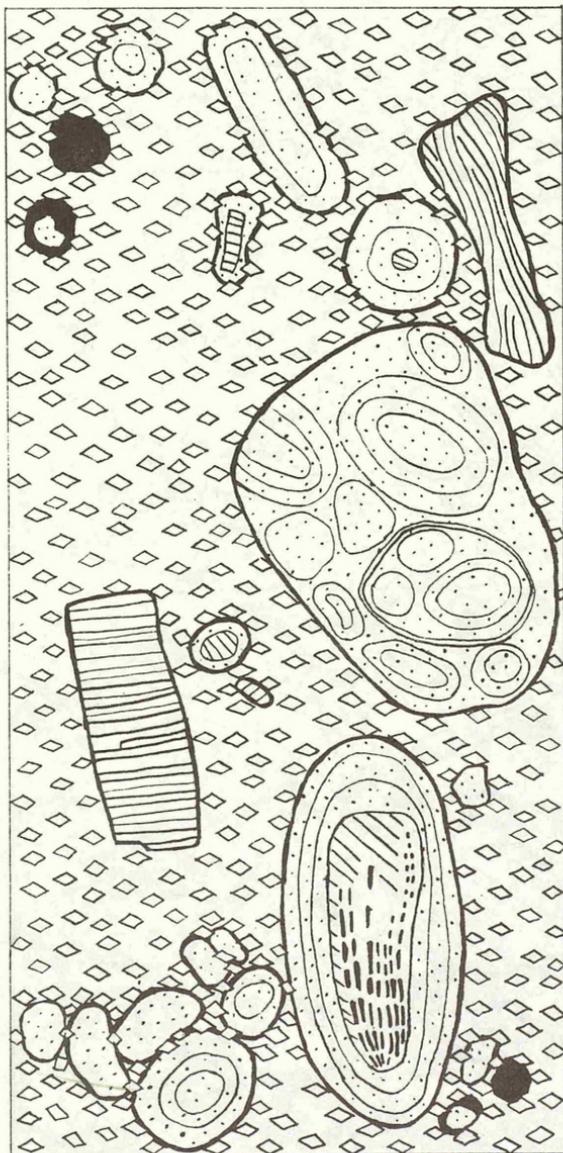
Tafel 2 : Onkoidolomit aus dem Mittleren Korallenoolith



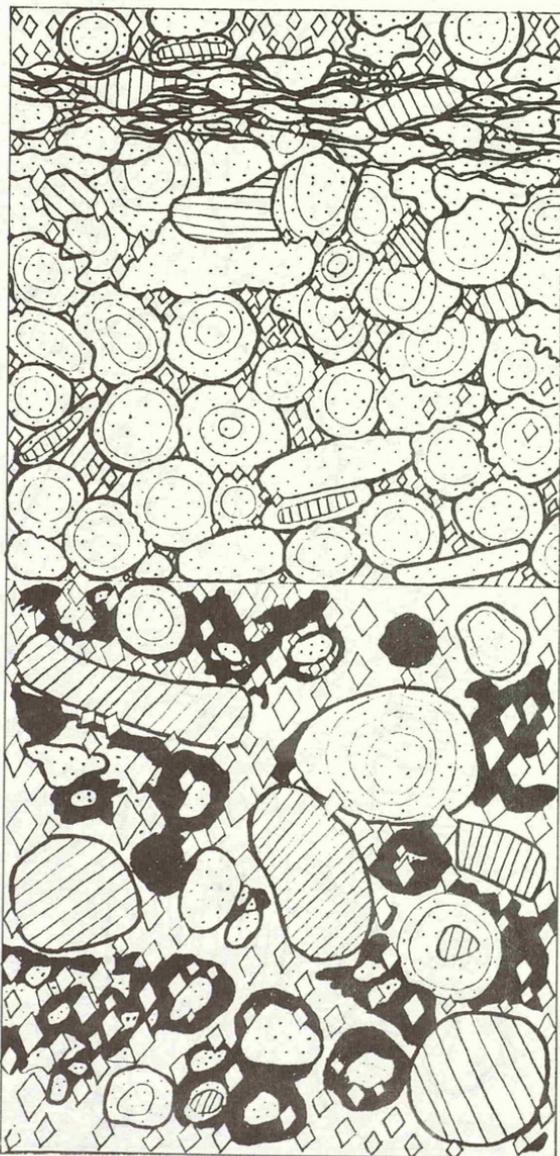
Tafel 3 : Oosparit aus dem Mittleren Korallenoolith



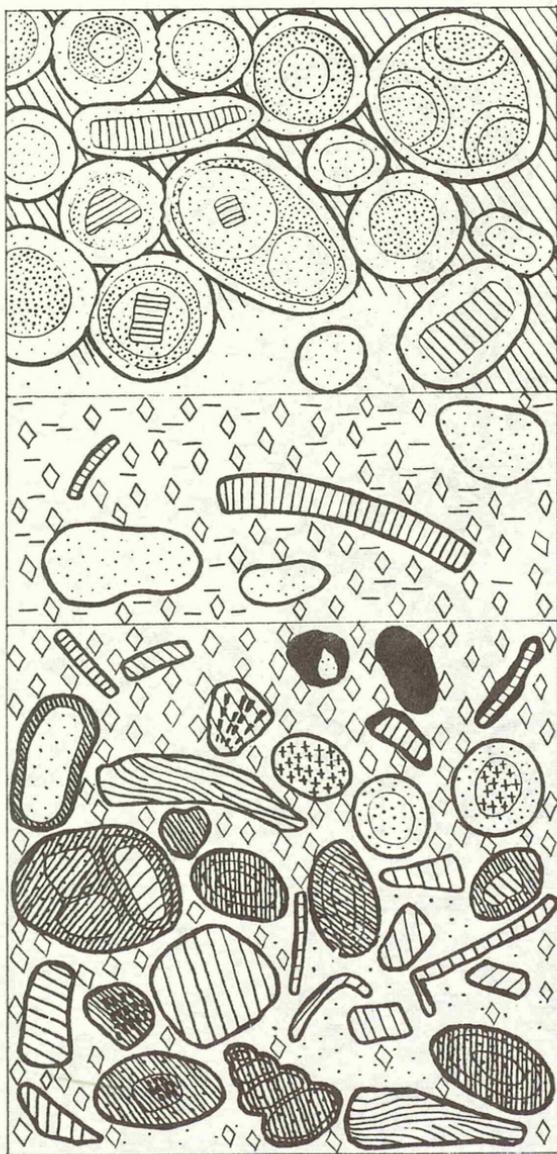
Tafel 4 : Oomikrit aus dem Mittleren Korallenoolith



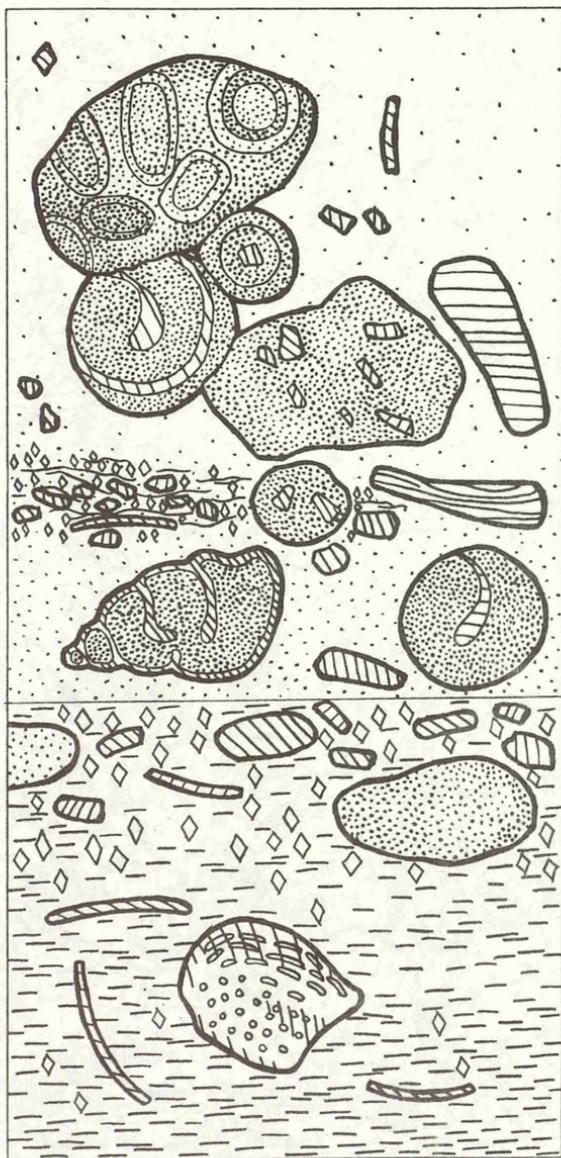
Tafel 5 : Oodolomit aus dem Mittleren Korallenoolith



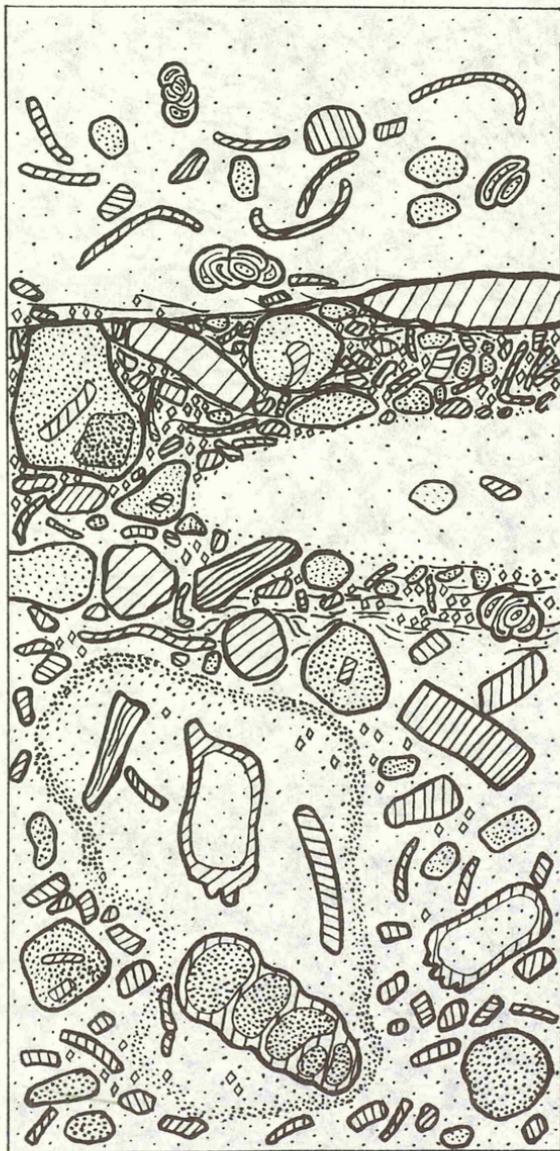
Tafel 6 : Dolomitisierte Oolithe a.d. Mittleren Korallenoolith



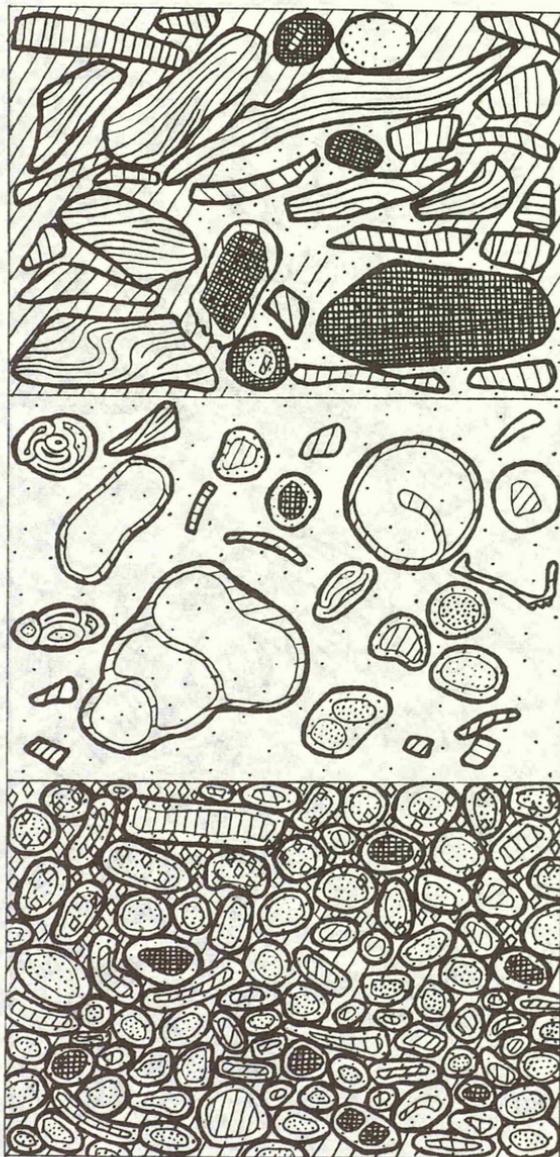
Tafel 7 : Gesteine des Oberen Korallenooliths



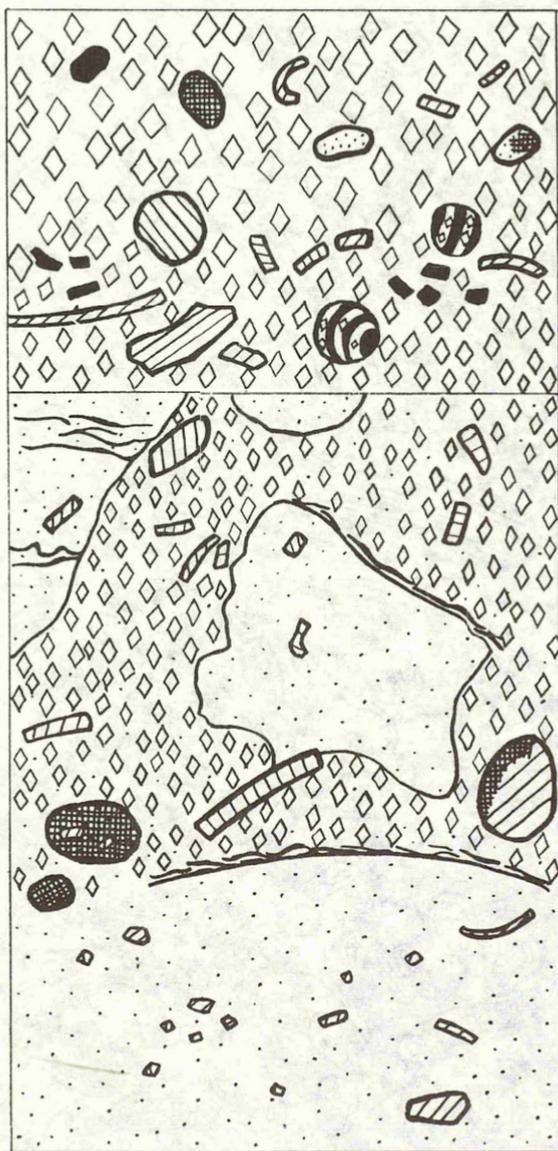
Tafel 8 : Gesteine des Unteren Kimmeridges



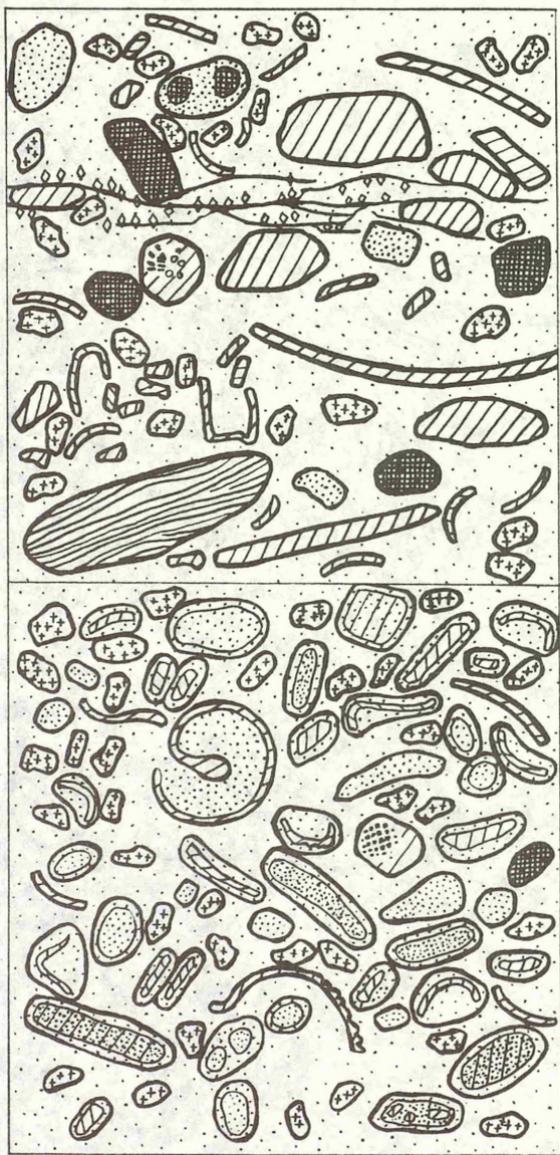
Tafel 9 : Biomikrit aus dem Unteren Kimmeridge



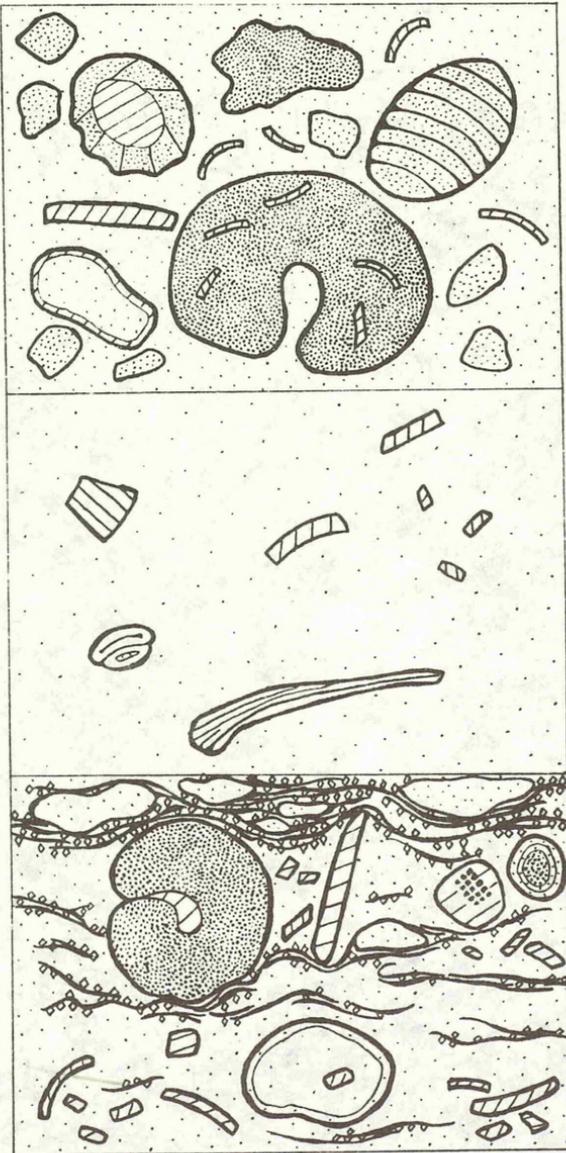
Tafel10: Gesteine des Mittleren Kimmeridges



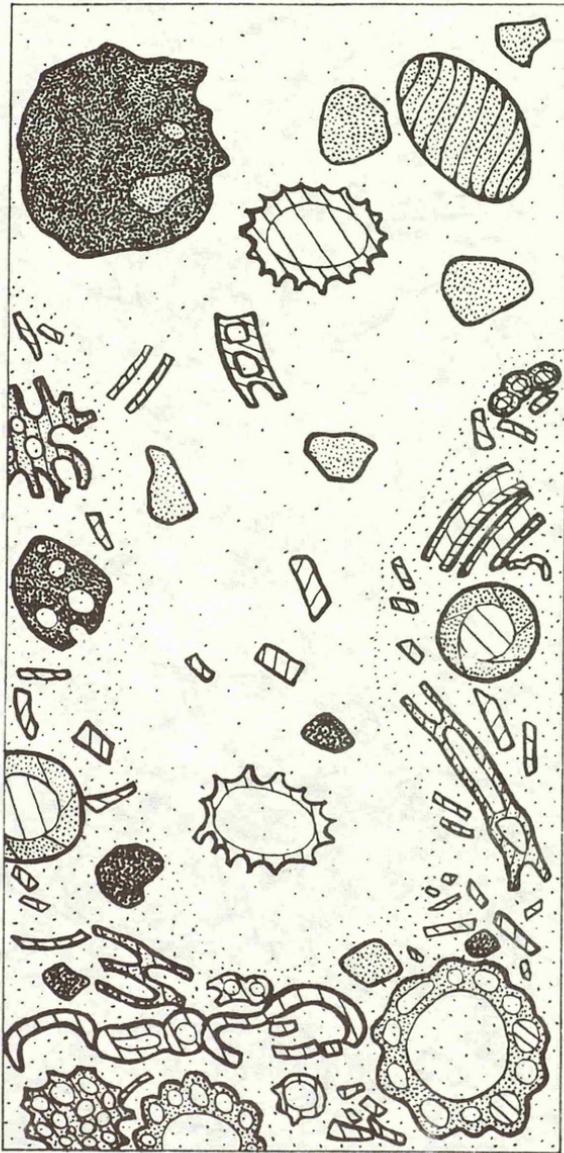
Tafel 11 : Dolomitisierte Gesteine d. Mittleren Kimmeridges
im oberen Bild: Hohlformen von Characeengyrogeniten



Tafel 12 : Quarzsandführende Biomikrite aus dem
Mittleren Kimmeridge



Tafel 13 : Biomikrite aus dem Mittleren Kimmeridge



Tafel 14: Characeenkalkstein d. Oberen Kimmeridges

Literaturverzeichnis

- Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen:
Leitfossilien der Mikropaläontologie.-S. 1-432, 27 Abb.,
61 Taf., 22Tab., Berlin-Nikolassee 1962.
- ARKELL, W.J.:
Jurassic geology of the world.-806 S., New York (Hafner Publ.
Comp.) 1956.
- BILTZ, H., BILTZ, W.:
Ausführung quantitativer Analysen.-2. Aufl., 411 S., Leipzig
1937.
- BODE, A. und SCHRÖDER, H.:
Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benach-
barten deutschen Ländern, Blatt Goslar.-2. Aufl., S. 1-113,
2 Taf., 4 Textabb., Berlin 1926.
- CLOOS, H.:
Tektonische Probleme am Nordrand des Harzes.- Geol. Rundschau,
7, S. 314-329, 9 Abb., Leipzig 1917.
- CUSHMAN, J. A.:
Foraminifera, their classification and economic use.- S. 1-605,
55 Schlüssel-Taf., Cambridge, Massachusetts 1959.
- DENGLER, H.:
Das Eisenerzlager im Unteren Korallenoolith der Grube "Hansa".-
Roemeriana 1, (DAHLGRÜN-Festschrift), S. 273-288, 5 Abb.,
Clausthal-Zellerfeld 1954.
- DENGLER, H. und SIMON, P.:
Das Eisenerzlager des Unteren Korallenooliths der Grube Hansa.-
in: Sammelwerk Deutscher Eisenerzlagertstätten.
Beih. Geol. Jb., 79, S. 221-232, Hannover 1969.
- ERDMANNSDÖRFER, O. H. und SCHRÖDER, H.:
Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benach-
barten deutschen Ländern, Blatt Harzburg.- 3. Aufl. S. 1-121,
Berlin 1927.
- FIEGE, K.:
Abh. Peuß. Geol. L.-A., N.F., 177, Berlin 1937.
- FIEGE, K.:
Sedimentationszyklen und Epirogenese.-
Z. deutsch. geol. Ges., 103, S. 17-22, Hannover 1952.
- FINKENWIRTH, A.:
Das Eisenerz des Lias γ am Kahlberg bei Echte und der Weißjura
in Süd-Hannover in ihrer grundsätzlichen Bedeutung für lager-
stättenkundliche, paläogeographisch-fazielle und tektonische
Probleme des Saxonikums.- Beih. geol. Jb., 56, S. 1-131,
25 Abb., 2 Tab., 12 Taf., Hannover 1964.

FOLK, R. L.:

Practical petrographic classification of limestones.-
Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 43, Nr. 1, S. 1-38, Tulsa 1959.

FÜCHTBAUER, H.:

Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine.-
Erdöl und Kohle, 12, S. 605-613, Hamburg 1959.

GRAMANN, F.:

Längsgeriefte Sediment-Stäbchen aus dem nordwestdeutschen
Kimmeridge und ihre Deutung als Kotpillen mariner Inverte-
braten.- Paläont. Z., 40, 3/4, S. 262-268, 1 Taf.,
Stuttgart 1966.

HOYER, P.:

Fazies, Paläogeographie und Tektonik des Malm im Deister,
Osterwald und Süntel.-
Beih. geol. Jb. 61, S. 1-249, 16 Abb., 3 Tab., 11 Taf.,
Hannover 1965.

HUCKRIEDE, R.:

Molluskenfaunen mit limnischen und brackischen Elementen aus
Jura, Serpultit und Wealden NW-Deutschlands und ihre paläogeo-
graphische Bedeutung.-
Beih. geol. Jb., H. 67, S. 1-263, 32 Abb., 25 Taf.,
Hannover 1967.

KLINGLER, W.:

Mikrofaunistische und stratigraphisch-fazielle Untersuchungen
im Kimmeridge und Portland des Weser-Aller-Gebietes.-
Geol. Jb. 70, S. 167-246, 17 Taf., 7 Abb., Hannover 1955.

LOTZE, Fr.:

Zum Jura des Langen-Berges zwischen Oker und Bad Harzburg
(nördl. Harzrand).-
Neues Jb. Geol. Paläont., Monatsheft, 1968, H. 12, S. 730-732,
Stuttgart 1968

LUTZE, G. F.:

Unter-Oxford im Hildesheimer Jurazug.-
Z. deutsch. geol. Ges., 114, S. 360-377, 8 Abb.,
Hannover 1963/64.

LUTZE, G. F.:

Zur Stratigraphie und Paläontologie des Callovien und
Oxfordien in Nordwest-Deutschland.-
Geol. Jb., 77, S. 39-532, 21 Taf., 20 Abb., Hannover 1960.

MÄDLER, K.:

Charophyten aus dem Nordwestdeutschen Kimmeridge.-
Geol. Jb., 67, S. 1-46, 2 Texttaf., 8 Abb., Hannover 1953.

MILLER, D. N.:

Ecological Study of the Foraminifera of Mason Inlet, North
Carolina.-
Contr. Cushman. Found. Foramin. Res., 4, S. 41-62,
New York-London 1953.

PHLEGER, F. B.:

Foraminifera Distribution in some Sediment Samples from the Canadian and Greenland Arctic.-
Contr. Cushman Found. Foram. Res., 3, S. 80-88,
New York-London 1952.

PLOTE, H.:

Stratigraphisch-fazielle Untersuchungen im Korallenoolith zwischen Wesergebirge und Gifhorner Trog.-
Dissertation, Braunschweig 1959.

POKORNY, V.:

Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie.-
Bd. I, S. 1-582, Bd. II, S. 1-453, Berlin 1958.

RISDAL, D.:

Foraminiferfaunaenes relasjon til dybdeforholdene i Oslo-fjorden, med en diskusjon av de senkvartaere foraminifersoner (The bathymetrical relation of Recent Foraminiferal Faunas in the Oslo Fjord, with a discussion of the Foraminiferal Zones from the late Quaternary time).-
Norges geol. Unders., Nr. 226, S. 1-142, 5 Textabb.,
50 Diagramme, 12 Tab., Oslo 1964.

SCHMIDT, G.:

Stratigraphisch wichtige Ostracoden im "Kimmeridge" und tiefsten "Portland" NW-Deutschlands.-
Paläont. Z., 28, 1/2, S. 81-101, 4 Taf., 3 Abb., Stuttgart 1954.

SCHMIDT, G.:

Stratigraphie und Mikrofauna des mittleren Malm im nordwestdeutschen Bergland mit einer Kartierung am südlichen Ith.-
Abh. senckenb. naturf. Ges., 491, S.1-76, 18 Taf., 2 Abb.,
1 geol. Karte, Frankfurt a.M. 1955.

SCHRÖDER, H., BEHREND, F. und FULDA, E.:

Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Vienenburg.- 2. Aufl.,
S. 1-104, 7 Abb., Berlin 1931.

SEITZ, O.:

Das Eisenerz im Korallenoolith der Gifhorner Mulde bei Braunschweig und Bemerkungen über den Oberen Dogger und die Heersumer Schichten.-
Geol. Jb., 1943-1948, 64, S. 1-73, 4 Taf., 40 Abb.,
Hannover, Celle 1950.

SIMON, P.:

Das Eisenerz des Oberen und Mittleren Korallenooliths im nördlichen Teil des Gifhorner Troges.-
Max RICHTER-Festschrift, S. 231-255, 9 Abb.,
Clausthal-Zellerfeld 1965.

STEGHAUS, H.:

Ostracoden als Leitfossilien im Kimmeridge der Ölfelder Wietze und Fuhrberg bei Hannover.-
Paläont. Z., 24, 3/4, S. 201-224, 2 Taf., 4 Abb.,
Stuttgart 1951.

STCHEDRINA, Z. (1950-1956):
in ORLOV, Yu. A.: Fundamentes of Paleontology, Übers.,
S. 181, 1962.

TODD, R. und BRONNIMANN, P.:
Recent Foraminifera and Thecamoebina from the eastern Gulf of
Paria. -
Cushman Found. Foram. Res., Special Publ. No 3, 43 S.,
Bridgewater (Mass.) 1957.

WALTON, W. R.:
Recent Foraminiferal Ecology and Paleoecology.-
in IMBRIE, J. und NEWELL, N.D.:
Approaches to Paleocology.- 432 S.,
John Wiley and Sons, Inc., New York-London-Sydney 1964.

WÜRTTENBERGER, G.:
Über den oberen Jura der Sandgrube bei Goslar. -
Z. deutsch. geol. Ges., 37, S. 559-587, Berlin 1885.

WUNDERLICH, H. G.:
Bau und Entwicklung des Harznordrandes bei Bad Harzburg. -
Geol. Rundschau, 41, S. 200-223, 7 Abb., Stuttgart 1953.