Ber. naturhist. Ges. Hannover	123	45–62	Hannover 1980

Die Fazies-Abfolge im Münder Mergel der Steinbrüche bei Thüste (Ober-Jura, Hilsmulde)

von

HANS JAHNKE und SIEGFRIED RITZKOWSKI

mit 3 Abbildungen und 2 Tafeln

Z u s a m m e n f a s s u n g : Am Schicht-Profil des Münder Mergels in den Steinbrüchen bei Thüste in der Hils-Mulde wird die Bedeutung der Waltherschen Faziesregel für die Interpretation dieser Faziessequenz demonstriert. Oolith-Sande und Serpelkalke stellen eine wellenexponierte, untermeerische, flache Sandbarre dar; die Tone mit Stromatolithen entsprechen wellengeschützten Bereichen im Intertidal. Mikrite und Tone mit Evaporiten werden in einer lagunären Position entstanden vermutet.

S u m m a r y : The facies sequence of the "Münder Mergel" of the quarries near Thüste (Upper Jurassic, Hils-Syncline, NW-Germany). - The section of the "Münder Mergel" in the quarries near Thüste (Hils-Syncline) demonstrate the significance of "Walther's Law" for the interpretation of this facies sequence. Oolithic sands and serpulid limestones illustrate a wave-exposed shallow sand-bar; the stromatolite-bearing clays correspond to wave-protected intertidal areas. Micrites and evaporitic clays are presumed to have been formed in a lagoon.

I. Einleitung

1. Der Faziesbegriff

Wer sich mit Sedimentgesteinen, Sedimentstrukturen und den in Sedimenten enthaltenen Fossilien beschäftigt und sich dabei nicht mit dem bloßen Objekte-Sammeln begnügt, der wird schnell auf Fragestellungen stoßen, die die Fazies der Sedimente betreffen. Man versteht unter diesem Begriff die Gesamtheit aller primären lithologischen und biologischen Merkmale eines Sediment-

körpers. Ein Beispiel: Zur Fazies eines Gesteins gehören Eigenschaften wie Mächtigkeit, Korngröße, Verhältnis der Komponenten zur Matrix, Kalkgehalt, Anteil und Zusammensetzung der enthaltenen Fossilien, Regellagen von Fossilien, interne Sediment-Strukturen wie Schrägschichtung.

Die Entdeckung dieses Einteilprinzips der Sedimente unabhängig vom zeitlichen Gliederungsprinzip und diesem gleichrangig geht auf GRESSLY 1836 zurück. GRESSLY beschreibt in seiner berühmten Arbeit: "Jura soleurois", wie Gesteine und Faunen, die man andernorts aufeinanderfolgend findet und deshalb für prinzipiell unterschiedlich alt gehalten hat, seitlich ineinander übergehen. Beim Verfolgen dieser faziell unterschiedlichen Gesteinseinheiten in horizontaler Richtung beobachtet er, daß gleiche Gesteine auch gleiche Fossilvergesellschaftungen enthalten; mit anderen Worten, daß Sediment und Fauna korreliert sind. GRESSLY deutete seine Beobachtungen richtig als Ausdruck und Folge eines unterschiedlichen Milieus zur Zeit der Sedimentation. Man kann daher die Fazies zur Rekonstruktion fossiler Milieus benutzen.

Der erste Schritt zur Rekonstruktion fossilier Milieus ist, die Fazies zu analysieren. Das heißt, alle Eigenschaften des Sediments und der Fauna zu untersuchen. Darauf folgt die Interpretation der Fazies, die zur Darstellung der paläogeographischen hydrographischen oder bathymetrischen Situation führen kann. Hierbei ist die Kenntnis von rezenten Lebens- und Sedimentationsbereichen (Biotopen) wichtig. Sie liefern den Schlüssel zum Verständnis fossiler Fazies-Verhältnisse.

Diesen Sachverhalt hat neben GRESSLY besonders J. WALTHER klar erkannt. J. WALTHER begann seine wissenschaftlichen Arbeiten als Biologe mit rezenten ökologischen Arbeiten. Er formulierte 1894 die Regel, daß Fazies, die rezent nebeneinander angeordnet ist, im allgemeinen auch fossil benachbart, bzw. in einem vertikalen Profil übereinander gefunden werden kann. Oder umgekehrt: Im Prinzip kann nur solche Fazies im Profil übereinander vorkommen, die auch gleichzeitig räumlich nebeneinander auftreten kann. Dieses Übereinander von verschiedenen Fazies ist deshalb möglich und normal, weil kein Faziesbereich über lange Zeit ortskonstant ist, sondern sich verlagert und deshalb z.B. vorrückend oder rückschreitend eine andere seitliche Fazies an der gleichen Stelle platzgreift und die Gesteine, bzw. die Fauna der anderen Fazies überlagert. Diese nach dem Autor W a l t h e r sche Regel

genannte Beziehung gilt, wenn im Profil keine entscheidende Zeitlücke vorkommt. Sie liefert wichtige Hinweise für fazielle Interpretationen.

Zur Demonstration von Grundbegriffen und der Anwendung des Fazieskonzepts in der Geologie ist ein Steinbruchsgelände SW' Thüste, in der Hils-Mulde Süd-Niedersachsens, besonders geeignet. Die geologischen Verhältnisse, die Gesteine und das Profil dieses Aufschlusses werden im folgenden beschrieben.

2. Der Geologische Rahmen

Im Leinebergland Süd-Niedersachsens, zwischen den schmalen Salzsätteln der Leinetalachse bei Alfeld und der Elfas-Achse bei Eschershausen, liegt die Hils-Mulde. Die widerstandsfähigen Gesteine des Muschelkalkes, des Korallenoolithes (Oxford, Oberjura) und des Hilssandsteins (Unterkreide) bilden hervorragende Schichtkämme. Sie beschreiben in ihrem umlaufenden Streichen den schüsselförmigen Bau der Hils-Mulde, die in NW-SE-Richtung gestreckt ist (Abb. 1).

Der Aufstieg des Salzes in den Sätteln hat eine Salzabwanderung im Untergrund der Mulde nach sich gezogen. Diese Massenverlagerung erfolgte bereits im Oberjura und in der Kreidezeit und läßt sich an der unterschiedlichen Mächtigkeit der Schichten innerhalb der Mulde und an der Sattelflanke ablesen. Die Salzbewegung dürfte durch Brüche im präpermischen Untergrund ausgelöst worden sein, deren gleichsinniger NW-SE-Verlauf in der Richtungskonstanz der erwähnten Strukturen zum Ausdruck kommt.

3. Die Schichtenfolge

Etwa 1 km östlich Thüste, südlich der Straße Thüste - Wallensen, erschließen einige Steinbrüche im Gebiet der "Thüster Burg" eine kalksteinführende Folge, den sogenannten "Thüster Stein". Seiner Serpelführung wegen wurde in ihm ein zeitliches Äquivalent des "Serpulits" (Purbeck, Ob. Malm) gesehen. (Heinr. CREDNER 1863, S. 117; D. BRAUNS 1874, S. 130; W. KOERT 1898, S. 20). Erst durch die mikropaläontologischen Analysen von MALZ (1957, S. 250 und 1958, S. 42) und GRAMANN (unveröff. Bericht 1964 u. Erl. geol. Karte 1 : 25 000, Bl. Nr. 3923 Salzhemmendorf 1968, S. 42) ist die Einstufung des Thüster

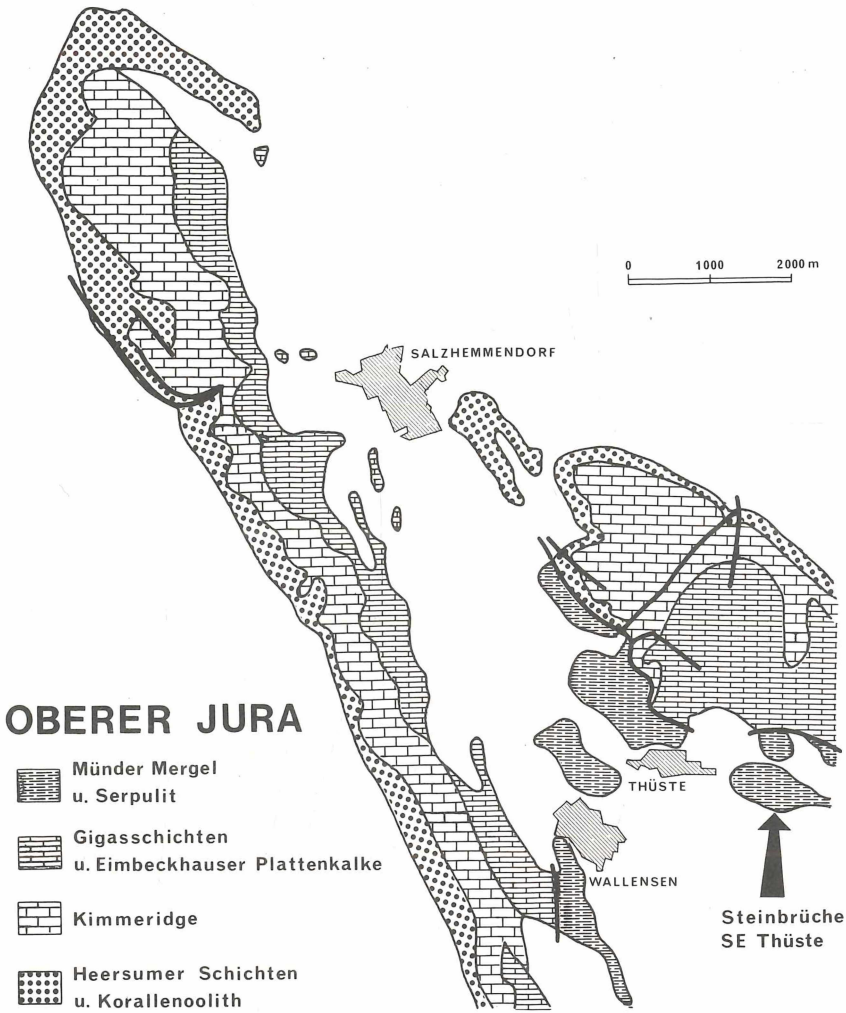


Abb. 1: Geologische Skizze der nordwestlichen Hilsmulde (schematisch, unter Verwendung der geologischen Karte 1 : 25.000, Blatt Salzhemmendorf Nr. 3923 von R. HERRMANN, 1968).

Steins in die Mittleren Münder Mergel (Portland, Ob. Malm) gesichert. Diese Einstufung stützt sich auf das Auftreten der Ostrakodenarten Macrodentina (M.) maculata MALZ und Cytheropteron purum SCHMIDT sowie das Fehlen von Cypridea-Arten, die für den Serpulit typisch sind.

Ein Überblick über die Gesteinsfolge (s. Abb. 2) läßt sich in den erwähnten Steinbrüchen an der Thüster Burg erlangen (Geol. Karte Bl.-Nr. 3923, Salzhemmendorf, 1 : 25 000, R 35 45 05 H 57 65 65 sowie Aufschluß Nr. 21 in den Erl. zu Bl. Salzhemmendorf S. 24 - 43).

Im tiefsten Teil des Steinbruchs liegt ein Kalksteinhorizont. Seine Mächtigkeit beträgt etwa 13 m. Die Untergrenze des Kalksteins ist nicht sichbar. Sie wurde jedoch bei Schurfarbeiten des Steinbruchbetriebes etwa 2 m unter der Grubensohle erschlossen. Mit bloßem Auge ist bereits zu erkennen, daß die Hauptmasse des Gesteins von Serpelröhren gebildet wird. Lediglich in den obersten 50 cm der mächtigen Kalksteinbank herrschen Kalkooide vor.

Dunkelgraue Tone, bzw. mergelige Tone, in denen gelegentlich Pflanzenreste enthalten sind, folgen mit 1,75 m Mächtigkeit im Profil. Ihnen sind feinkörnige (mikritische) Kalksteinlagen und Lagen von oolithischen Kalksteinen eingelagert.

Eine zweite Bank aus oolithischem Kalkstein, die 1.35 m mächtig ist, wird ebenfalls abgebaut. Sie ist in ihrem basalen Teil durch eine Tonlage aufgeteilt und zeigt eine deutliche Schrägschichtung.

Ihr folgen ein mikritischer Kalkstein, Ton und Oolithkalkstein von insgesamt 0,20 m Stärke, ein 0,25 m mächtiger Oolithkalkstein, eine Lage von Zellendolomit (0,10 m) und eine Tonsteinlage von 0,80 m Dicke.

Nahe der Obergrenze der dunklen Tone treten in ein bis zwei Lagen isolierte Stromatolithen auf, halbkugelförmige Kalksteinkörper, die an ihrer gewellten Oberseite und Internstrukturen auf Bruchflächen erkennbar sind.

In der abschließenden Böschung erscheinen schließlich Tone von hellgrauer, grüngrauer oder blaugrauer Farbe.

Diese lithologisch unterschiedlichen Horizonte lassen sich auf kurze Entfernung mit den Profilen in den benachbarten Steinbrüchen gut parallelisieren, wenn auch Mikrit-Lagen, Stromatolith-Lagen oder die Lage mit Intraklasten seitlich in Mächtigkeit und Ausbildung variieren.

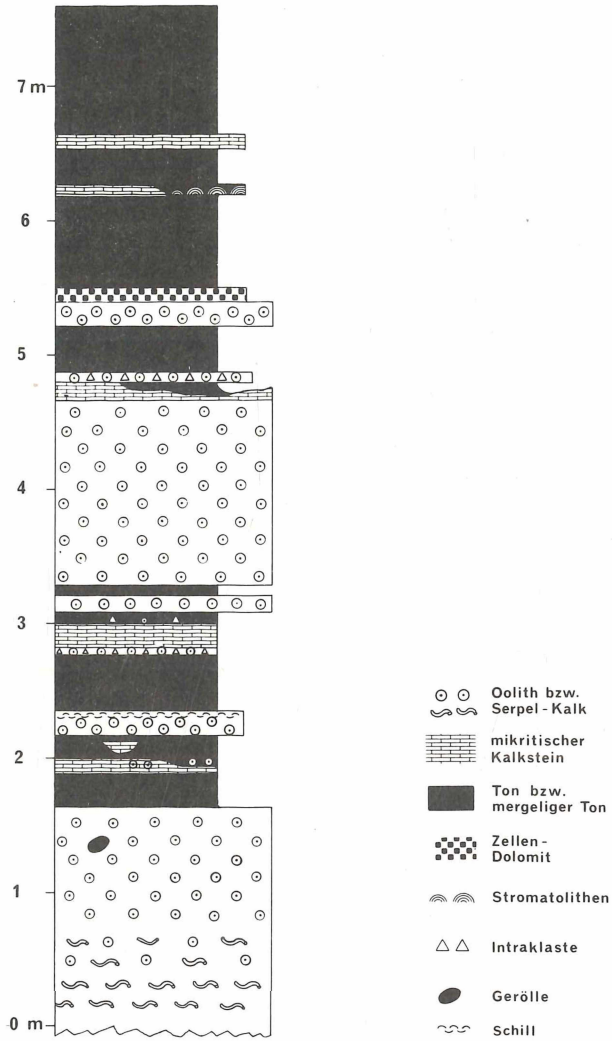


Abb. 2: Schematisches Schicht-Profil des Münder Mergels in den Steinbrüchen E'Thüste (R 35 45 05, H. 57 65 65, MBl. Salzhemmendorf). Nur der oberste Bereich des mächtigen Serpelkalkes der in den Steinbrüchen erschlossen ist und abgebaut wird, ist dargestellt.

II. Die Gesteine des Profils im Thüster Steinbruch

1. Serpelkalke
(Taf. 2, Fig. 4)

Der größte Teil im Profil der Thüster Steinbrüche wird von massigen Kalksteinen eingenommen. Diese organodetritischen Gesteine werden zu einem großen Teil aus Serpelröhren aufgebaut, kalkigen, unregelmäßig geformten Gehäusen des polychaeten Wurmes Serpulites coacervatus (BLUMENBACH 1803). Der Querschnitt der Gehäuse beträgt etwa 1 mm. Abgesehen von einzelnen Assoziationen, bei denen sich einzelne Röhren noch im ursprünglichen Zusammenhang befinden. d.h. aneinandergewachsen sind, sind die Serpelröhren offenbar zusammengeschwemmt und bei dieser Aufarbeitung zerbrochen und erneut sedimentiert.

2. Oolithische Kalke
(Taf. 2, Fig. 6)

Oolithische Kalke treten im oberen Teil der mächtigen Serpelkalkbank und in den Bänken darüber auf. Ooide sind runde konzentrisch-schalige Kalk-Körner. Oft liegen umkrustete Schalenbruchstücke vor, von z.B. Muscheln; andere Ooide haben im Kern Bruchstücke von Serpelröhren oder anorganische Kerne (Intraklasten). Mehrphasig entstandene Ooide, die im Kern ein zerbrochenes, älteres Ooid umschließen, das erneut konzentrisch umkrustet wurde, können auf erneut ansteigende Wasserbewegung zurückgeführt werden.

Rezent bilden sich Ooide im karbonatübersättigten, flachen, wenige Meter tiefen, stark bewegten Meerwasser. Die vom Boden aufgewirbelten Partikel werden dabei umkrustet.

In den Oolithen und auch in den Serpelkalken kommen bis ca. 10 cm große, gutgerundete und hochgerundete Gerölle von oolithischen oder serpelführenden Kalksteinen vor. Diese Gerölle treten im Gestein verteilt und nicht gehäuft in bestimmten Horizonten auf.

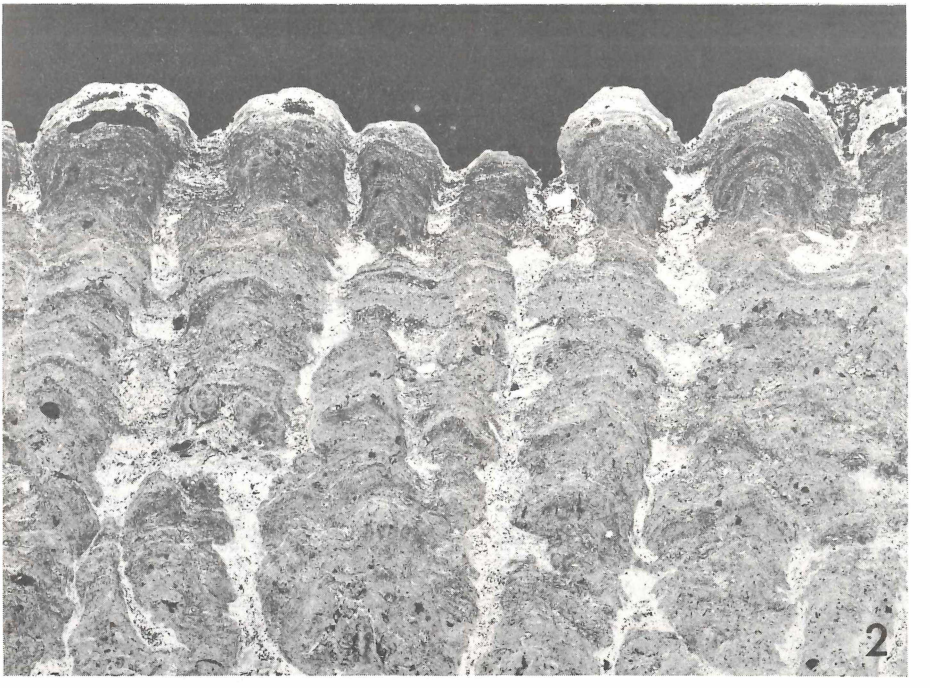
Serpelkalke und oolithische Kalksteine sind schräggeschichtet. (Dimension 10 bis 15 cm).

Tafel 1

Fig. 1: Steinbruchsgelände östl. Thüste. Die Oberkante des mächtigen Serpelkalk-Paketes ist als Terrasse sichtbar.

Fig. 2: Senkrechter Schnitt durch den Randbereich eines Stromatolithen. Der säulenartige Bau in der Außenzone des Stromatolithen ist deutlich. (LLH-SH-Typus) (Vergr. 3 x)

1



2

Tafel 2

Fig. 1: Stromatolith in der Aufsicht
(vergr. ca. 1/2)

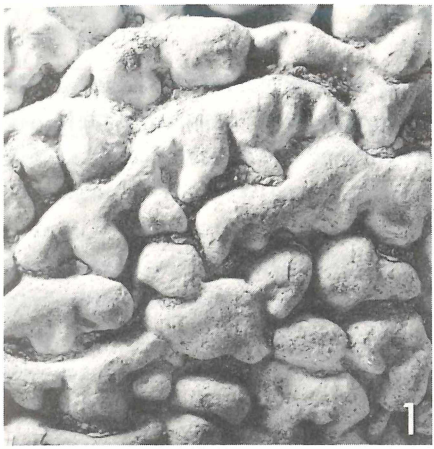
Fig. 2: Mikrit-Intraklasten mit stromatolithischer Kruste
(Vergr. 1 x)

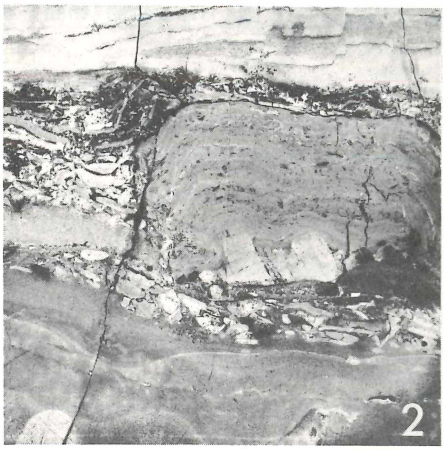
Fig. 3: Mikrit-Intraklasten und stromatolithische Krusten
(Vergr. 1 x)

Fig. 4: Serpelkalk, Dünnschliff
(Vergr. ca. 8 x)

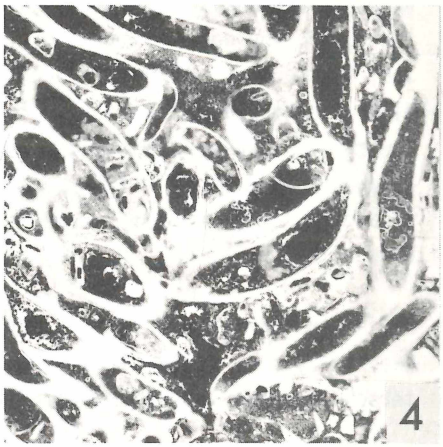
Fig. 5: ERM-Aufnahme des Mikrits (Schichtfläche, Oberseite)
(Vergr. ca. 3 500 x)

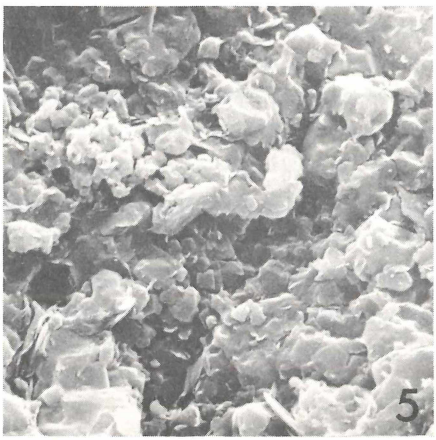
Fig. 6: Oolith
(Vergr. ca. 3 x)

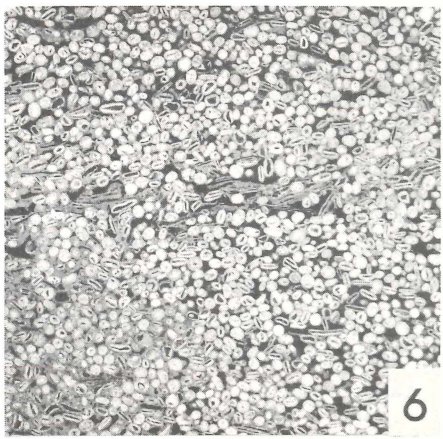

1


2

3


4


5


6

3. Horizonte mit Stromatolithen

Eingeschaltet in Mergel und mergelige Tone im oberen Profilteil ist ein Horizont mit Stromatolithen zu beobachten. Stromatolithen sind fein-laminierte, dreidimensionale Gesteinskörper aus feinkörnigem Kalk (Mikrit). Es sind Sedimentstrukturen, die durch einen rhythmischen Wechsel von hellen und dunklen Lagen gekennzeichnet sind. Diese Feinschichtung wird durch die Tätigkeit von Algen erzeugt. Während des Tages wachsen die Filamente der Algenmatten bevorzugt vertikal, dabei ist das Geflecht in der Lage, Sedimentpartikel zu konsolidieren und zu fixieren. Während der Dunkelheit wachsen die Filamente bevorzugt horizontal, so daß weniger Sediment zwischen den Filamenten hängenbleibt. So entstehen im Tag/Nacht-Rhythmus hell und dunkel gefärbte Lagen.

Während der Tageslichtperiode benötigen die Algen Sonnenlicht zur Photosynthese. Während der Nachtperiode findet umgekehrt Atmung statt, also ein Prozeß, bei dem Sauerstoff verbraucht wird und CO_2 frei wird. Assimilierende Algen sind deshalb auf die sogenannte photische Zone, Tiefenbereiche bis maximal 50 m Wassertiefe beschränkt. Stromatolithen sind aus heutigen tropischen und subtropischen Flachmeeren, aus dem Bereich unmittelbar über der Tidenhochwasserlinie bis zu einem Bereich unmittelbar über der Tidenniedrigwasserlinie bekannt.

Die Morphologie der Stromatolithen, ihre Internstruktur kann sehr unterschiedlich sein: z.B. wellig-lamellär, domförmig oder kugelig. Man führt diese unterschiedlichen Wuchsformen auf ein unterschiedliches Feinmilieu zurück.

Die Stromatolith-Horizonte des Thüster Steinbruchs enthalten unregelmäßig geformte, halbkugelförmige Körper von dm- bis m-Größe. Die Oberfläche dieser Stromatolithen ist unregelmäßig gehirnartig gewellt (Taf. 2, Fig. 1). Im Querschnitt zeigen die Stromatolithen ihren teils unregelmäßig-lamellierten Feinbau oder einen mehr oder weniger deutlichen Säulenbau (Taf. 1, Fig. 2). Die Breite der Säulen oder pfeilerartigen Strukturen schwankt zwischen 5 und 10 mm. Zwischen den Pfeilern haben sich im Strömungsschatten oft kleinere Sedimentpartikel wie Gerölle oder Schalenbruchstücke abgesetzt. Oft beginnen die Algenkrusten um ein Geröll oder ein Breccienstück zu wachsen. Das auf Taf. 2, Fig. 2 abgebildete Kalk-Bruchstück mit Algenkrusten stammt aus dem östlichen Steinbruch aus einer auskeilenden Stromatolith-Lage.

4. Die tonigen Gesteine

Tonige Gesteine setzen sich im wesentlichen aus Tonmineralien zusammen, die Korngrößen besitzen, die kleiner als 2 µm sind. Diese silikatischen Mineralien stammen aus einem Verwitterungsschutt. Sie werden als Schwebfracht transportiert und nur unter Stillwasserbedingungen sedimentiert.

Zwei Arten toniger Gesteine sind in den Steinbrüchen zu finden. Dunkelgraue bis schwärzlichgraue Ton-Siltsteine treten zwischen den Kalksteinbänken auf und liegen unter dem Stromatolith-Horizont. Sie weisen eine ungestörte Feinschichtung auf (sind also nicht von Organismen durchwühlt) und enthalten auffällig viel (kohlige) Pflanzenreste. Schwefeleisen ist selten. Kalkooide und andere Kalkausscheidungen fehlen. In der kleinen Ostrakodenfauna überwiegt Cytheropteron purum SCHMIDT, eine Ostrakodengattung, die marine Lebensräume bevorzugt.

Im Hangenden des Stromatolithen-Horizontes besitzen die tonigen Gesteine eine auffällig grüngraue Färbung. Neben gut kristallisiertem Schwefeleisen treten Characeen-Oogonien und andere Kalkausscheidungen auf. Vereinzelt sind Kalkooide zu finden. Die Ostrakodenfauna enthält mit

Macrodentina (M.) maculata MALZ
Cytheridella (?) barnstorfensis MARTIN
Limnocythere inflata STEGHAUS

Genera nichtmariner (brackisch bis limnischer) Lebensräume.

5. Zellendolomite

Als Zellendolomit wird landläufig ein gelblich angewittertes Karbonatgestein bezeichnet, das durch zellenartige Hohlräume auffällt. Derartige Zellendolomite treten z.B. im Muschelkalk oder im Zechstein in Abfolgen auf, die Sulfate oder chloridische Salzgesteine enthalten. Die leichtlöslichen Salze sind unter dem Einfluß der Verwitterung gelöst worden, schwerlösliche Karbonate, Kluftfüllungen oder Tonpartien sind zurückgeblieben. Zellendolomite sind deshalb Belege einer salinaren Sedimentation.

Am Sparensiek bei Holzen sind umfangreiche Gipslager aus diesen tonigen Gesteinen der Münder Mergel erschlossen, und Bohrungen bei Duingen haben sogar mächtige Steinsalz-führende Horizonte angetroffen.

6. Mikrite

Mikrite sind Kalksteine, die aus sehr kleinen Kalkspatkristallen bestehen. Im Handstück erscheint das Gestein dicht, eine Körnung ist nicht zu erkennen. Erst bei starker Vergörßerung (Taf. 2, Fig. 5) werden die Kalkspatkristalle erkennbar. Man vermutet, daß die feinen Kalzitkristalle aus dem karbonatgesättigten Wasser bei Salinitätsschwankungen oder infolge von Veränderungen des Kohlendioxyd-Gehaltes des Wassers ausgefällt werden. Dort, wo Stillwasserbedingungen herrschen, sammelt sich das Karbonat nicht in den Oiden an, sondern bildet einen Schlamm, der sich zu einem dichten Kalkstein verfestigt. Im allgemeinen weist der Mikrit keine interne Schichtung auf, nur gelegentlich ist Feinschichtung zu beobachten. Die mikritischen Kalksteine sind extrem fossilarm. Auch kalkige Nannofossilien, die in normalmarinen Sedimenten charakteristisch sind, fehlen. Lediglich winzige Pflanzenreste sind wie in den Tonsteinen anzutreffen.

In einigen Lagen, z.B. bei Profilmeter 3, sind in den Mikriten ebenso wie in den Tonen Ooide eingelagert. Umgekehrt treten eckige Bruchstücke des Mikrits in dem Oolith auf. Taf. 2, Fig. 2 und 3 zeigt, daß Bruchstücke des Mikrits von stromatolithischen Krusten z.T. einseitig, z.T. allseitig umgeben sein können. Das belegt, daß der Sedimentationsbereich des Mikrits vom Wellengang erfaßt, erodiert, Mikrite aufgearbeitet und umlagert worden sind.

III. Fazielle Interpretation

Die unterschiedlichen Faziesbereiche, die im Profil von Thüste übereinander angeordnet sind, können durch Anwendung der WALTHERschen Faziesregel in ein räumliches Nebeneinander umgesetzt werden. Ein derartiges Faziesmodell hat S. DÖRRHÖFER (1974) in einer unveröffentlichen Diplom-Arbeit entwickelt.

Erste Hinweise auf das ursprünglich dichte, räumliche Nebeneinander sind aus den Beobachtungen abzuleiten, daß einerseits Ooide in Mikriten und in Ton lagenweise auftreten, und daß andererseits Mikrit-Bruchstücke und Tongerölle im Oolith- und Serpel-Kalkstein vorkommen. Die enge Nachbarschaft der Faziseinheiten läßt wiederum den Schluß zu, daß der marine Ablagerungsraum, auf den die Ooidbildung, die Echinodermenreste, marin-brackische Ostrakodengattungen und Serpulites coacervatus (BLUMENBACH) hinweisen, nur geringe Unterschiede in der Wassertiefe besessen hat. Großdimensionale Oszillationsrippeln und Schrägschichtung in den Oolith- und Serpel-Kalksteinen, hochgerundete dm-große Gerölle, die Ooidbildung selbst, Intraklaste und Fossilschill sind Belege für ein stark bewegtes Wasser. Deshalb stellen die Oolith- und Serpel-Kalksteine eine ehemalige Sandbarre des Flachmeers dar.

Im Brandungsschatten dieser Barre werden - unterhalb der Wellenbasis - die feinkörnigen Gesteine, nämlich Mikrite und Tone mit Pflanzenresten abgelagert. Intraklaste ordnen sich als Spülsäume im Grenzbereich zwischen Wasserbewegung und Stillwasser an oder können bei Sturmwetterlagen erzeugt werden.

Die geringste Wassertiefe wird durch Stromatolithenrasen bezeichnet, die von Algen gebildet werden. Sie liegen im Intertidal-Bereich. d.h. zwischen Tiden-Hoch- und Tiden-Niedrigwasserlinie und sind periodischem Trockenfallen oder auch hypersalinaren Bedingungen ausgesetzt. Diese Untiefen können Küstenlinien markieren, wie das Faziesmodell von DÖRRHÖFER (1974, Abb. 12) veranschaulicht oder auch Lagunenbereiche abtrennen, wie es bei dem gut untersuchten Beispiel der Shark Bay in West-Australien (DAVIES 1970), dem wir folgen, der Fall ist. In derartig abgeschlossenen Lagunen treten bei intensiver Verdunstung hypersalinare Verhältnisse ein, die zur Ausfällung von Gipsen oder auch Steinsalz führen. Bei Zufluß von Süßwasser können sich aber auch mehr oder weniger brackische Bedingungen einstellen. Auf diese Möglichkeit deuten Flora und Fauna der grünen Tone im Hangenden der Stromatolithrasen hin.

Das Faziesmodell (Abb. 3) zeigt, daß die Wellenbewegung an der Sandbarre so verringert wird, daß dahinter die Kalkpartikel nicht mehr so aufgewirbelt und zu Ooiden gebildet werden können. Kalk wird als Mikrit sedimentiert. Sporadisch verstärkte Wasserbewegung, z.B. Sturmwetterlagen führen zur Bildung von Spülsäumen aus Intraklasten.

In den flachsten Bereichen, geschützt durch die Oolith-Sandbarren wachsen Algen, die die Stromatolith-Rasen gebildet haben.

Die überschaubare Zahl unterschiedlicher Sedimente und Sedimentstrukturen in den Steinbrüchen an der Burg bei Thüste/Hils regt - trotz ihrer Armut an spektakulären Versteinerungen - an, eine vertikale Schichtenfolge als Schlüssel für die Rekonstruktion eines ehemaligen Ablagerungsraumes mit seiner Faziesdifferenzierung zu verstehen. Es wäre wünschenswert, wenn dieses Naturdenkmal noch lange Zeit zugänglich bliebe.

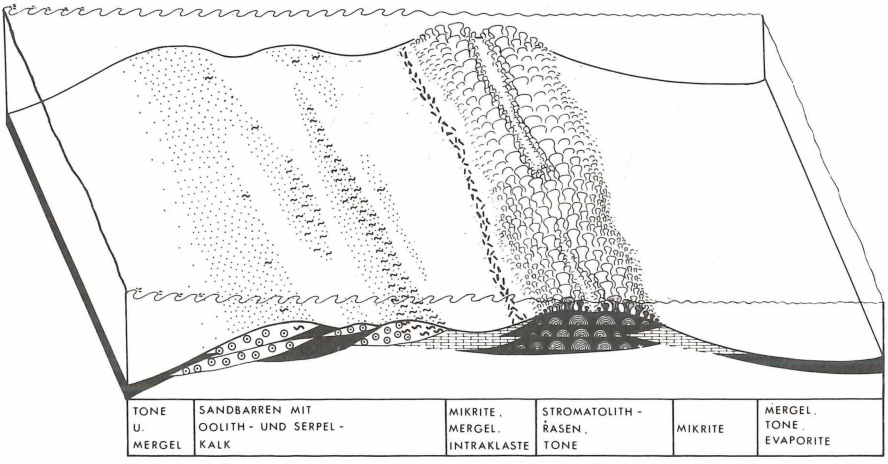


Abb. 3: Räumliche Anordnung der Faziesbereiche (schematisch) unter Verwendung von Modellen von DAVIES (1970), DÖRRHÖFER (1974) u.A..

IV. Literaturverzeichnis

Brauns, D. (1874): Der obere Jura im nordwestlichen Deutschland. - 434 S., 3 Taf., Braunschweig.

CREDNER, H. (1863): Über die Gliederung der oberen Juraformation und der Wealden-Bildung im nordwestlichen Deutschland. - 192 S., 27 Abb., 1 Kte., 10 Prof., Prag.

DAVIES, G. R. (1970): Aegal-laminated sediments, Gladstone Embayment, Shark Bay, Western Australia. - in: LOGAN, B. W. & DAVIS; READ & CEBULSKI (eds.) "Carbonate sediments and environment, Shark Bay, Western Australia." - Am. Assoc. Petrol. geol. Mem. 13 : 169-205.

DÖRRHÖFER, S. (1974): Mikrofazielle Untersuchungen der Kalksteine des Münder Mergels von Thüste. - Diplomarbeit T.U. Hannover, 40 S., 12 Abb., 10 Taf.; Hannover.

GRAMMANN, F. (1964): Interner mikropaläontologischer Bericht - Steinbruch Schütte, Thüster Berg. - Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.

GRESSLY, A. (1838-1841): Observations géologiques sur le Jura Soleurois - Nouveaux Mémoires de la Sociéte Helvêtique des Sciences Naturelles. :349 p.

HAGAN, G. M. & LOGAN, B. W. (1975): Prograding Tidal-Flat Sequences: Hutchinson Embayment, Shark Bay, Western Australia. - in: GINSBURG, R. N. (eds.) "Tidal Deposits", Springer Verlag; New York.

HERRMANN, R. (1968): Geol. Kt. Niedersachsens 1 : 25 000, Erläuterungen zu Blatt Salzhemmendorf Nr. 3923. - 133 S., 1 Kt., 3 Fototaf., 5 Tab., 10 Abb.; Hannover.

JORDAN, H. (1979): Geologische Wanderkarte Leinebergland 1 : 100 000 - Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung; Hannover.

KOERT, W. (1898): Geologische und paläontologische Untersuchungen der Grenzschichten zwischen Jura und Kreide auf der Südwestseite des Selter. - Diss. Göttingen, 57 S.

LOGAN, B. W., REZAK, R. & GINSBURG, R. N. (1964): Classification and environmental significance of algal stromatolites. - J. Geol. 72, S. 68-83.

MALZ, H. (1957): Macrodentina maculata n. sp., ein stratigraphisch wichtiger Ostracod im oberen Malm. - Senck. leth. 38, 250, Frankfurt/M.

-- (1958): Die Gattung Macrodentina und einige andere Ostracoden-Arten aus dem oberen Jura von NW-Deutschland, England und Frankreich. - Abh. Senckenberg. naturf. Ges. 497, 67 S., 11 Taf., 3 Tab., 4 Abb., Frankfurt/M.

MIDDLETON, G. V. (1973): Johannes Walther's law of the correlation of facies. - Geol. Soc. Amer. Bull. 84, (3) S. 979-988.

VISHER, G. S. (1965): Use of vertical profile in environmental reconstruction. - Amer. Petr. Geol. Bull. 49, S. 41-61.

WALTHER, J. (1893-1894): Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. - Jena, Gustav Fischer, 1055 S.

-- (1925): Bau und Bildung der Erde. - Leipzig, Quelle & Meyer, 436 S.

WEIGELT, J. (1937): Johannes Walther. - Z. dt. geol. Ges. 89, S. 647-656.

WOODFORD, A. O. (1973): Johannes Walther's law of the correlation of facies: Discussion. - Geol. Soc. Amer. Bull. 84 (11) S. 3737-3740.

Manuskript eingegangen am 30. 11. 1979

Anschrift der Autoren: Dr. Hans JAHNKE und
Dr. Siegfried RITZKOWSKI

Geologisch-Paläontologisches Institut
und Museum
v. Goldschmidt-Str. 3

3400 Göttingen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: 123

Autor(en)/Author(s): Jahnke Hans, Ritzkowski Siegfried

Artikel/Article: Die Fazies-Abfolge im Münder Mergel der Steinbrüche bei Thüste (Ober-Jura, Hilsmulde) 45-62