

|                               |   |       |        |                     |
|-------------------------------|---|-------|--------|---------------------|
| Geologische Beiträge Hannover | 2 | 51-64 | 6 Abb. | Hannover, Juli 2001 |
|-------------------------------|---|-------|--------|---------------------|

## **Paläobiogeographie des Korallenooliths (Mittleres Oxfordium – Unteres Kimmeridgium): Tethyale Faunen- und Florenelemente auf höherer Paläobreite (Niedersächsisches Becken, NW-Deutschland)**

CARSTEN HELM, IMMO SCHÜLKE und RUDOLF FISCHER

Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Hannover, Callinstraße 30, 30167 Hannover  
Email: helm@geowi.uni-hannover.de

---

### **Abstract**

An overview is given here on the palaeobiogeography of the Korallenoolith Formation (middle Oxfordian to early Kimmeridgian) in NW Germany (Lower Saxony Basin). Based on microfacies observations, abundant faunal and floral elements of the tropical tethyan realm are recognized in shallow-marine calcareous sediments of the Korallenoolith Formation. Foraminiferal fauna is both highly diverse and abundant and mostly of mediterranean character. Also, there is a small flora recorded, which includes heavily calcified red algae, aragonitic green algae, and cayeuxiid algae. They display restricted diversity when compared to those of shallow-marine tropical tethyan seas. Chaetetids and diceratids are locally abundant. *Lithocodium aggregatum* and *Bacinella irregularis* have been observed in Late Jurassic palaeolatitudes north of the Tethys for the first time. Corals are present in numerous genera and species. Their occurrence is restricted to a few horizons of the Korallenoolith Formation where they build patch reefs, coral biostroms and coral meadows. The overall character of the coral-thrombolite-reefs (*florigemma*-Bank Member) is very similar to those of the Tethys. The presence of these marine tethyan taxa assigned the position of the Lower Saxony Basin during middle Oxfordian to early Kimmeridgian palaeobiogeographically into the submediterranean province and reflects northward migration of tropical tethyan fauna and flora which reach in the Lower Saxony Basin their northern limit. These biota seem to be biogeographically transitional between communities present in England and the Tethys.

### **Zusammenfassung**

Der derzeitige Kenntnisstand zur Paläobiogeographie des Mitteloxfordium- bis Unterkimmeridgium-zeitlichen Korallenooliths (Niedersächsisches Becken, NW-Deutschland) wird zusammengefaßt. Bis vor wenigen Jahren zeichneten sich noch enge Beziehung zu dem borealen englischen Oberjura ab, da tethyale bzw. mediterrane Faunen- und Florenelemente entweder zu fehlen oder nur artenarm aufzutreten schienen. Vor allem mit Hilfe mikrofazielle Arbeitsansätze konnten erstmals zahlreiche „Tethys-Zeiger“ – insbesondere komplex-gebaute Sandschaler und Milioliden, Grünalgen, *Lithocodium aggregatum*, *Bacinella irregularis* und Chaetetiden – erstmals für das Niedersächsische Becken in der Korallenoolith-Fazies nachgewiesen werden. Insgesamt zeigen Fauna und untergeordnet auch Flora (Kalkalgen) des Korallenooliths signifikante Ähnlichkeiten mit einer solchen aus Schelfplattformbereichen der Tethys. Die postulierte sukzessive Verarmung von tethyalen Vertretern (z.B. Riffkorallen oder Nerineen) in Richtung Norden und ihre Verbreitungsgrenzen werden kritisch diskutiert. Ihre angebliche Seltenheit oder das früher vermutete Fehlen läßt sich rückblickend am besten mit dem kursorischen Bearbeitungsstand des Korallenooliths erklären. Die Ergebnisse sprechen für eine enge Bindung des Niedersächsische Beckens während der Sedimentation des Korallenooliths an den mediterranen Raum, die durch Vorstöße tethyalen Faunen- und Florenelemente belegt sind. Tethyale Elemente rücken somit auch in Ablagerungsräume auf höherer Paläobreite vor, wenn günstige fazielle Gegebenheiten vorliegen.

**Keywords:** Paläobiogeographie, Oberjura, Korallenoolith, Niedersächsisches Becken, NW-Deutschland

---

## EINLEITUNG

Nach dem für den Zeitabschnitt des Oxfordiums diskutierten paläobiogeographischen Modell steht in Europa das „tropische“ tethyale Reich dem „gemäßigten“ borealen Reich gegenüber (z.B. Hallam, 1975, 1994; Smelror, 1993). Zum tethyalen Reich werden der Tethys-Ozean (mediterrane Provinz) und der sich nördlich anschließende Schelf (submediterrane Provinz) gerechnet. Demgegenüber vereinnahmt das boreale Reich, unterteilt in die boreale und subboreale Provinz, den nördlichen Teil der nördlichen Hemisphäre (Fürsich & Sykes, 1977).

Die Bedeutung des Niedersächsischen Beckens im Oberjura liegt darin, daß es als nördliches Nebenmeer der Tethys im Übergangsbereich des tethyalen und borealen Reichs liegt (Abb. 1). Für diesen, durch zahlreiche inselartige Landmassen charakterisierten Flachmeerbereich prägen Fürsich & Sykes (1977) den Begriff „Europäisches Archipel“ (European Archipelago). Er soll durch das Vorherrschen von klastischer Fazies gegenüber der Karbonat-Fazies, kleinräumigen Fazieswechseln und „environmental instability“ gekennzeichnet sein.

Während des Oxfordiums hatte das Niedersächsische Becken generell eine NW-Erstreckung und war nach Norden durch den Festlandblock des Ringköbing-Fynen-Hoch abgeschlossen. Das London-Brabant-Massiv und Rheinische Massiv bildeten den W-Teil bzw. SW-Teil der Beckenbegrenzung und das Böhmisches und Schlesische Massiv begrenzten das Nds. Becken im SE (Abb. 1). Meeresverbindungen nach Norden und zum Tethys-Ozean im S waren also durch die räumliche Konstellation der oben genannten Inseln und aufgrund des Fehlens von Barrieren in Gestalt zusammenhängender Landmassen gegeben. Faunen- und Florenwanderungen, bzw. ein Faunen- und Florenaustausch zwischen dem borealen und dem tethyalen Reich, müssen daher prinzipiell möglich gewesen sein.

Der tethyale oder boreale Einfluß im Übergangsbereichs (Europäisches Archipel) wird durch das Auftreten bzw. Ausbleiben von bestimmten Fossilgruppen dokumentiert (u.a. Ziegler, 1964). Als diskussionswürdig erweisen sich insbesondere tropische Vertreter wie Nerineen, Diceraten, Großforaminiferen, „Riffkorallen“ und bestimmte Ammoniten-Gattungen. Nach bisherigen Studien sollen sie zwar noch bis in den Bereich des Europäischen Archipels vorrücken, aber im Idealfall in nördliche Richtung sukzessive an Artendiversität abnehmen, so daß für viele ungefähr auf der Höhe von S-England und N-Deutschland ihre

Verbreitungsgrenze erreicht ist (Ziegler, 1964; Hallam, 1969, 1971, 1994; Fürsich & Sykes, 1977).

Das Niedersächsische Becken wurde deshalb während des Oxfordiums der subborealen Provinz zugeordnet. Obwohl kaum Erkenntnisse über die Faunen- und Florenführung des Korallenooliths vorliegen – die Anzahl verwertbarer Informationen also unzureichend ist –, scheint sich diese Einstufung zu etablieren, da größere Affinitäten zur borealen Provinz (z.B. S-England) als zu Karbonatplattformen der Tethys postuliert werden (s. Mönning & Bertling, 1995).

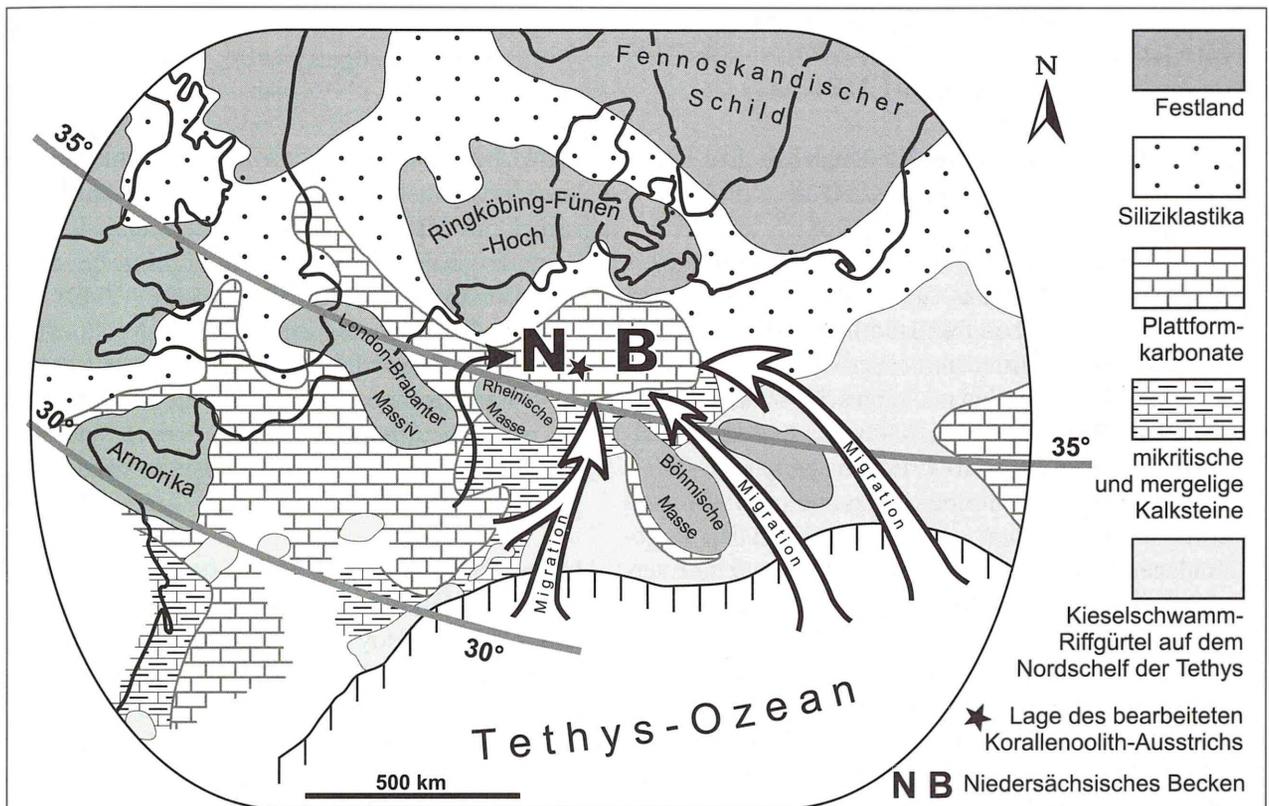
Neue Beobachtungen zur Fazies, Fauna und Flora des Korallenooliths (Helm & Schülke, 1999, 2000; Helm et al., 1999, 2000, 2001) und bislang unveröffentlichte Daten, die dieser Arbeit zugrunde liegen, belegen dagegen deutliche Einflüsse aus der Tethys. Zum Verständnis soll zuvor aber noch ein Überblick über die Korallenoolith-Fazies und ein historischer Abriß zur Fossilführung des Korallenooliths gegeben werden.

**Abb. 1 (gegenüberliegende Seite):** - (oben) Paläogeographische Karte und Faziesverteilung zur Zeit der Sedimentation des Korallenooliths (mittleres Oxfordium - unteres Kimmeridgium) mit Lage des Niedersächsischen Becken (NB) im „Europäischen Archipel“. Der Stern im NB verdeutlicht die Lage des Arbeitsgebietes bzw. den Korallenoolith-Ausstrich S' bis W' Hannover. Die Pfeile zeigen mögliche Einwanderungswege bzw. den Vorstoß tethyalen (mediterranean) Faunen- und Florenelemente in das Niedersächsische Becken an. Paläogeographische Rekonstruktion nach Matyszkiewicz (1997), verändert. Paläobreitengrade in Anlehnung an Bassoulet et al. (1985).

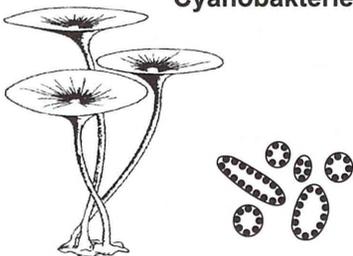
(unten) Übersicht der tethyalen/mediterranen Faunen- und Florenelemente sowie Korallen, Korallenriffe und Rifftypen des Korallenooliths.

**Fig. 1 (opposite page):** - (above) Palaeogeography and facies distribution (reconstruction modified after Matyszkiewicz, 1997) during deposition of Korallenoolith Formation in Europe and the reconstruction of the European Archipelago and the Lower Saxony Basin (centre: NB). The star indicates outcropping Korallenoolith Formation south and west of Hannover (study area). Arrows mark the immigration of representatives of the tethyan realm in shallow-water calcareous facies in the LSB. Palaeolatitudes after Bassoulet et al. (1985).

(below) typical elements of the (sub)mediterranean province and significance of corals and coral reefs in the Korallenoolith Formation.

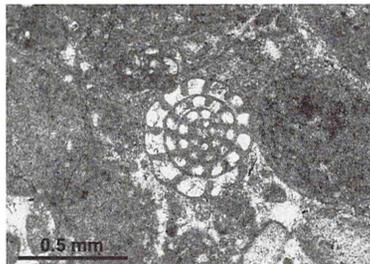


**Kalkalgen & porostromate Cyanobakterien**



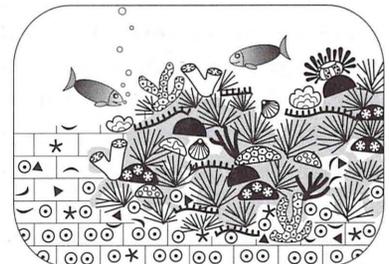
**Grünalgen:** geringdivers, Acicularien (Abb.) häufig und faziesübergreifend;  
**Rotalgen:** nur *Solenopora jurassica*, diese aber weit verbreitet und im Riffbereich häufig massenhaft;  
**Porostromate Cyanobakterien:** vor allem Arten von *Cayeuxia*, auch *Pycnoporidium lobatum*.

**Foraminiferen**



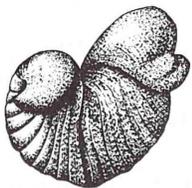
**Sandschaler:** komplex gebaute Sandschaler in bestimmten Lithotypen artenreich zusammengesetzt und einzelne Arten häufig massenhaft vorkommend (beispielsweise *Nautilocolina oolithica*, s. Abb.).  
**Milioliden:** sehr häufig in Peloidkalksteinen.

**Korallen & Korallenriffe**



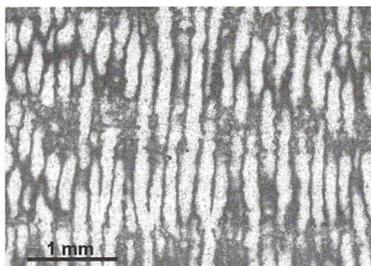
Korallenfauna rel. artenreich (schätzungsweise ca. 70 Arten). Korallenriffe an Horizonte gebunden und klein (Fleckenriffe & Korallenbiostrome), in der *florigemma*-Bank verbreitet Korallen-Thrombolith-Riffe, höchste Korallen-diversität im Korallenriffkomplex des Osterwaldes (ca. 35 Arten).

**Diceraten**



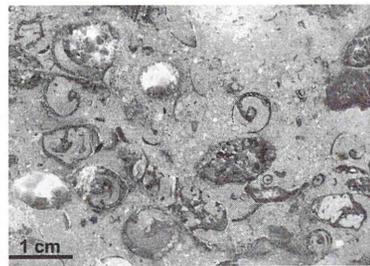
Wenige Arten, an den "humeralis-Oolith" ("Oberer Korallenoolith") gebunden.

**Chaetetiden**



Nur eine Art: *Ptychochaetetetes polyporus* (Abb.); bisher in der *florigemma*-Bank des Deisters (dort häufig) und in der Oberen Korallenbank des Osterwaldes nachgewiesen.

**Nerineen**



Viele Arten (vor allem im "Kimmeridge"), weit verbreitet und häufig (vor allem zusammen mit Solenoporen, Cayeuxien und Sandschalern), einzelne Arten in Nerineenbänken angereichert.

**Lithocodium aggregatum & Bacinella irregularis**



Nur außerhalb der Oolithfazies vorkommend, insbesondere im Riffbereich der *florigemma*-Bank ubiquitär.

## KORALLENOLITH IM NIEDERSÄCHSISCHEN BECKEN: FAZIES UND FOSSILFÜHRUNG

### Korallenoolith-Fazies im Niedersächsischen Becken

Gesteine des Korallenooliths (mittleres Oxfordium bis unteres Kimmeridgium, Gramann et al., 1997) sind im Niedersächsischen Bergland in zahlreichen Steinbrüchen und aufgrund ihrer Verwitterungsresistenz auch in Klippenprofilen gut aufgeschlossen. Dennoch ist der Korallenoolith bisher kaum bearbeitet, u.a. vielleicht deshalb, weil seine Gesteinsausbildung als (lithologisch und sedimentologisch) monoton und fossilarm gilt („Oolithflöte“, „Ooidwüste“) und den vorgefundenen Makrofossilien darüber hinaus nur eine vergleichsweise geringe biostratigraphische Bedeutung zukommt.

Bisherige, auf Teilprofile beschränkte mikrofazielle Untersuchungen ergeben, daß der Korallenoolith trotz des relativ kleinräumigen Ausstrichs in NW-Deutschland mit einem Hauptverbreitungsgebiet S' bis W' Hannover und seiner rel. geringen Mächtigkeit (ca. 50m) eine Vielzahl von Mikrofaziestypen repräsentiert, wie sie für einen flachmarinen Ablagerungsraum mit Karbonat-Sedimentation typisch sind. Sie lassen auf wechselnde Sedimentationsbedingungen im Ablagerungsraum schließen und spiegeln unterschiedliche flachmarine Milieus wider, die einer reichhaltigen Fauna einen Lebensraum boten.

Am häufigsten kommen Kalkoolithe vor; insgesamt sind aber alle denkbaren Übergänge zwischen der hochenergetischen Oolithfazies und Riffschutt-kalksteinen (z.B. Reuter et al., 2001) bis zu niederenergetischen mikritischen Lagunen-Kalksteinen (z.B. *florigemma*-Bank des Süntels, s. Helm & Schülke, 1999) ausgebildet. Regional macht sich Einfluß vom Festland durch Eintrag von Detritus bemerkbar oder es liegen Fe-Oolithe vor (Klüpfel, 1931). Korallen und Korallenriffe (s.u.) bleiben auf wenige Horizonte (vor allem Untere und Obere Korallenbank, *florigemma*-Bank) beschränkt, sind aber in ihnen sehr zahlreich (Helm & Schülke, 2000; Helm et al., 2000). Auch mikrobielle Karbonate wurden jüngst aus dem Korallenoolith bekannt (Helm et al., 2001), i.d.R. beteiligen sie sich am Aufbau der Korallenriffe (Helm & Schülke, 1999; Reuter et al., 2001; Helm et al., 2001). Mikrofazielle Untersuchungen belegen außerdem, daß der biogene Anteil in Korallenoolith-Sedimenten erheblich ist und bisher unterschätzt wurde. Viele Fossilien treten in gesteinsbildenden Häufigkeiten auf: neben den bisher bekannten Mollusken und Korallen sind in diesem Zusammenhang sandschalige Foraminiferen (Abb. 4) von Bedeutung.

### Bisherige Vorstellungen zur Faunenführung und Paläobiogeographie des Korallenooliths

Erste Überlegungen zur Paläobiogeographie des Korallenooliths gehen bis zum Ende des 19. Jahrhunderts zurück, als Struckmann (1877) die Makro-Fauna des (Unteren) Korallenooliths von Völkse bei Springe (SE' Deister) erfaßte. Struckmann (1877:544) betont, „... daß die gesamte Fauna einen fast süddeutschen Charakter trägt, welche teils für den Fränkischen und Schwäbischen oberen Jura, teils für den oberen Jura der nördlichen Schweiz charakteristisch sind.“ Seine Ansichten wurden jedoch später nicht wieder aufgegriffen.

In den folgenden Jahrzehnten standen feinstratigraphische Profilaufnahmen im Vordergrund (z.B. Klüpfel, 1931; Hoyer, 1965). Makrofossilien wurden bei den lithologischen Bestandsaufnahmen allenfalls in Fossilisten dokumentiert. Aufgrund schlechter Erhaltung oder dem Unvermögen, sie aus dem festen Kalkstein zu isolieren, blieb es häufig auch nur bei der Nennung der Großgruppe, der das Fossil angehört.

Schulze (1975) legte die erste – und bisher einzige – mikrofazielle Untersuchung und Typisierung von Korallenoolith-Sedimenten vor. Seine Studie hatte lagerstättenkundliche Zielsetzungen; deswegen blieben „Schliff-Fossilien“, die eine Schlüsselrolle bei der Klärung und Bewertung paläobiogeographischer Beziehungen spielen (z.B. Foraminiferen, Kalkalgen), entweder weitgehend unberücksichtigt oder sie wurden nicht erkannt.

Die Scleractinia bilden die einzige Makrofossilgruppe des Korallenooliths, die wiederholt monographisch bearbeitet wurde (Roemer, 1836; Bölsche, 1866; Speyer, 1926; Lambelet, 1968; Bertling, 1989, 1993). Demnach hatte es den Anschein, daß die Korallenfauna mit ca. 40 Arten (Bertling, 1989, 1993) relativ artenarm sei und nur wenige korallenführende Lokalitäten mehr als 10 Arten führten. Die großen Ähnlichkeiten mit südenglischen Riffen bestehen nach Bertling (1989, 1993, 1997a, b) und Mönnig & Bertling (1995) darin, daß kleine allochthon bis parautochthon überlieferte Fleckenriffe oder Korallenbiostrome mit eurytopischer, r-selektierter Fauna vorherrschen, in denen *Thamasteria concinna* die Korallenfauna bestimmt und Mikrobialith i.d.R. fehlt. Insgesamt betrachtet seien „die Unterschiede zu südenglischen Vorkommen ... wesentlich geringer als die zwischen Schwaben und Norddeutschland ....“ (Mönnig & Bertling, 1995:96).

Die Foraminiferenfauna des Korallenooliths des Wesergebirges und W' Süntels beschreibt Stinder (1991) und diskutiert sie hinsichtlich ihrer biostratigraphischen

Aussagekraft. Stinder (1991) stützt sich ausschließlich auf Schlammproben und unterließ Dünnschliffuntersuchungen. Nach Stinder (1991) ist die Foraminiferenfauna individuenarm, bedingt durch eine geringe Besiedlungsdichte in einem ungeeigneten Lebensraum. Es dominieren Kalkschaler, vor allem Arten von *Lenticulina*, während Sandschaler und Milioliden in den Schlammrückständen nahezu vollständig fehlen. Die von Stinder (1991) publizierte Fauna enthält keine Hinweis auf tethyale Foraminiferen-Arten. Tethyale Vertreter (Alveosepten) werden erstmals von Herrmann (1971:80, hier: *Pseudocyclammina jaccardi*) und später von Gramann et al. (1997) und Helm et al. (1999) aus dem Korallenoolith erwähnt.

## PALÄOBIOGEOGRAPHIE AUSGEWÄHLTER FOSSILGRUPPEN

Paläobiogeographische Zusammenhänge zwischen den marinen Lebensräumen des Oxfordiums werden i.d.R. aus dem Nachweis von Fossilien abgeleitet, die im (tropischen) Tethys-Ozean ubiquitär sind (z.B. *Lithocodium aggregatum* oder „Riffkorallen“) und in angrenzenden, in vielen Fällen als boreal angesehenen Gebieten, entweder fehlen oder nur eingeschränkt vorkommen. Dagegen fehlen weitgehend Angaben über den Austausch borealer Faunen- und Florenelemente in die Tethys und deren Randmeere. Anders ausgedrückt: Es gibt eigentlich nur „Tethys-Zeiger“ und es gilt auf sie zu achten, wenn paläobiogeographische Zugehörigkeiten von Ablagerungsräumen des Oxfordiums entschlüsselt werden sollen.

Nachfolgend werden der aktuelle Kenntnisstand der Lebewelt des Korallenooliths dargestellt und die paläobiogeographische Bedeutung einzelner Arten oder Gruppen diskutiert. Das Material ist unter der Katalog-Nr. GPH 2001 I 1-5 im Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover hinterlegt.

### Ammoniten

Von vielen Ammoniten-Gattungen ist bekannt, daß ihr Verbreitungsgebiet regional beschränkt bleibt und sie Faunenprovinzen ausbilden. Deshalb spielen sie eine wichtige Rolle, paläobiogeographische Beziehungen aufzuzeigen (z.B. Matyja & Wierzbowski, 1995, 2000). Aufgrund ihrer (pelagischen) Lebensweise bleiben Ammoniten jedoch auf Beckenablagerungen beschränkt und fehlen faziesbedingt in (flachmarinen) Plattformkarbonaten (Hottinger, 1971; Fezer, 1988; Matyja & Wierzbowski, 1995, u.v.m.). Auch in Korallenoolith-Sedimenten sind Ammoniten sehr selten. Zudem sind sie schlecht erhalten und nur bedingt bestimmbar, da

die „körnigen Sedimente“ des Korallenooliths (z.B. „Cortoid-Kalkstein“) eine Fossilisation nur eingeschränkt zulassen (vgl. Dimke, 1997:16)

Die wenigen aus dem Korallenoolith bekanntgewordenen Ammonitenreste gehören zu den Perisphincten (z.B. Reuter et al., 2001). Perisphincten sind in allen an das Niedersächsische Becken angrenzenden marinen Ablagerungsräumen weit verbreitet, z.B. in England (Wright, 1996) oder im Schweizer Jura (Gygi, 2000). Nachweise von „typischen“ borealen oder mediterranen Formen blieben bisher aus. Die spärlichen Funde verbieten bisher eine endgültige paläobiogeographische Bewertung der Ammonitenfauna.

### Korallen

Nach Ziegler (1964) ist im europäischen Oberjura eine allmähliche aber doch sehr deutliche Verarmung der Artenfülle von „Riffkorallen“ gegen Norden festzustellen. Diese in der Literatur weitgehend übernommene Vorstellung hält bei genauer Betrachtung nicht stand. Einerseits splitteten Korallen-Bearbeiter im 18. und 19. Jahrhundert (Étallon, Koby, usw.) Korallenfaunen in zahlreiche – z.T. unüberschaubare – Arten (z.B. mehrere dutzend *Montlivaltia*-Arten) auf (vgl. Löser, 2000). Da sie sich bevorzugt auf Material aus dem Französischen und Schweizer Jura beziehen, liegen von dort artenreiche Korallenfaunen vor; sie würden einer Revision nicht standhalten und müßten von der Gesamtartenzahl deutlich reduziert werden. Andererseits wurden artenreiche Korallen-Vorkommen aus dem Oxfordium von England bekannt (Korallenfauna von Steeple Ashton mit insgesamt 46 Arten, Negus & Beauvais, 1979). Somit gleichen sich Gesamtartenzahlen für den „borealen“ und „tethyalen“ Oberjura an.

Auch die süddeutsche Korallenfauna scheint deutlich artenreicher als die nordwestdeutsche zu sein. Zahlreiche süddeutsche Korallenvorkommen zeichnen sich jedoch dadurch aus, daß die Korallenstöcke verkieselt vorliegen. Mit Hilfe von Salzsäure lassen sie sich leicht und in großen Stückzahlen aus Riffkalkstein gewinnen. Aufgrund ihrer häufig guten Erhaltung (zumindest der Kolonieoberflächen) sind sie relativ leicht bestimmbar. Viele Arten liegen nur in geringen Stückzahlen oder als Einzelfunde vor und sind lediglich aufgrund des hohen Probendurchsatzes bzw. großen Sammlungsintensität bekannt (Lauermann et al., 1998).

Dagegen sind die Korallen des Korallenooliths meistens in hartem (Riff-)kalkstein eingebettet und im Aufschluß meistens relativ unauffällig; Verkieselungen sind nicht bekannt bzw. unbedeutend. Eine befriedigende mechanische Präparation der Kolonieoberflächen ist i.d.R.



**Abb. 2:** - Chaetetiden (*Ptychochaetetes polyporus*)-führende Riffschuttalkstein (Anschliff, GPH 2001-I-1) mit Bruchstücken dendro-phaceloider Korallen, Pseudocoenien (Ps), Seeigelstacheln (S) und Brachiopoden (B); *florigemma*-Bank des Deisters, Profil „Kur-zeging“ (s. Helm & Schülke, 2000).

**Fig. 2:** - Reef debris (polished slab, GPH 2001-I-1) with abundant chaetetid sponges (*Ptychochaetetes polyporus*), coral branches, *Pseudocoenia* sp. (Ps), spines of sea urchins (S) and brachiopods (B); biostrome-facies of *florigemma*-Bank Member, Deister Mountains: „Kur-zeging“ section (see Helm & Schülke, 2000).

nicht möglich und die Artenvielfalt wäre nur durch arbeitsintensive An- und Dünnschliffe zu ermitteln. So wundert es nicht, daß die Korallenfauna des Korallenooliths als wesentlich artenärmer als die süddeutsche gilt.

Untersuchungen oberjurassischer Korallenriffe verdeutlichen außerdem, daß die Speziesdiversität von Korallen in einem Ablagerungsraum sehr hoch sein kann. Die Korallenfauna jedes Fundpunkts oder Riffs wird allerdings oftmals von wenigen Korallenarten bestimmt, während die Korallendiversität insgesamt gering bleibt. So hat i.d.R. jeder Aufschluß seine spezifische Korallenfauna (z.B. Fezer, 1988; Errenst, 1990; Nose, 1995), die unmittelbar mit den am Lebensort vorliegenden

Umweltbedingungen zusammenhängt (Wasserenergie- und Lichtverhältnisse, Höhe des Sedimenteintrags, usw.). Hohe Artenzahlen von Korallen ergeben sich erst dann, wenn man die Fossilisten zahlreicher korallenführender Lokalitäten eines „Beckens“ addiert.

Arbeiten über die Korallenfauna des Korallenooliths zeigen, daß wiederholt die Korallenfauna derselben Aufschlüsse (oder dasselbe Museumsmaterial) bearbeitet wurde, und zwar ohne auf An- und Dünnschliffe zurückzugreifen. Dementsprechend blieb auch die Anzahl belegter Korallenarten überschaubar. Eigene Untersuchungen bisher unbekannter Korallenvorkommen des Korallenooliths, vor allem innerhalb der im Deister erschlossenen *florigemma*-Bank (Helm & Schülke, 2000), mit Hilfe von Dünnschliffen und Gesteinsanschliffen führten deshalb zu zahlreichen Erstnachweisen von Korallenarten und Korallen-Thrombolith-Riffen im Niedersächsischen Becken. Als Musterbeispiel für ein artenreiches Korallenvorkommen kann der Korallenriffkomplex der Oberen Korallenbank des Osterwaldes im Steinbruch „am Hainholz“ angeführt werden; bis dato wurden ca. 35 Korallenarten einzig und allein aus einem Steinbruch bekannt (Reuter et al., 2001).

Die Korallen-Riffe des Korallenooliths erreichen zwar nicht die Dimensionen von Riffen der Tethys, insbesondere die Korallen-Thrombolith-Riffe der *florigemma*-Bank und Oberen Korallenbank weisen aber hinsichtlich ihrer primären und sekundären Gerüstbildner, Bewohner und Zerstörer weitgehende Übereinstimmungen mit ihnen auf.

### Chaetetiden

Den Chaetetiden wird eine herausragende paläobiogeographische Bedeutung zugemessen, da ihr Verbreitungsgebiet auf die Tethys beschränkt bleibt. Während des Oberjura liegen die nördlichsten Fundorte in den subalpinen Ketten (Süddeutscher, Schweizer und Französischer Oberjura), so daß der Nordschelf der Tethys ihre nördliche Verbreitungsgrenze bildet (Fischer, 1977, u.a.). Das Fehlen von Chaetetiden in Korallenriffen des Oxfordiums im nördlichen Pariser Becken führen Bertling & Insalaco (1998) deshalb auf „paläobiogeographische Gründe“ zurück.

Überraschenderweise konnten jüngst Chaetetiden für den Korallenoolith im Niedersächsischen Becken nachgewiesen werden (Helm & Schülke, 1999, 2000; Helm et al., 2000). Sie sind lediglich durch eine Art (*Ptychochaetetes polyporus*) vertreten; diese ist aber in der *florigemma*-Bank des Deisters sehr häufig (Helm & Schülke, 2000), wo sie Korallen aufwächst oder Riffschutt inkrustiert (Abb. 2). Weitere Funde liegen aus

der „Oberen Korallenbank“ des Osterwaldes vor (Reuter et al., 2001).

### Nerineen

Nerineen sind typische Faunenelemente von Plattformkarbonaten der Tethys (z.B. Sirna, 1995). Die postulierte (sukzessive) Verarmung der Nerineenfauna in Richtung höherer Paläobreite während des Oberjura (Imlay, 1965; Ziegler, 1964; Hallam, 1969) entspricht nach kritischer Auswertung der Literatur nicht der Realität. Beispielsweise zählt die Nerineenfauna des polnischen Oberjura vom Heiligen Kreuz-Gebirge aus vergleichbarer Paläobreite zu der artenreichsten überhaupt (Wieczorek, 1979).

Auch aus der oberjurassischen Karbonatfazies des Niedersächsischen Beckens sind zahlreiche Nerineenarten bekannt (Roemer, 1836; Credner, 1863). Im Korallenoolith kommen sie häufig angereichert in „Nerineenbänken“ vor (Abb. 3), und zwar sowohl in hochenergetischen „Partikelkalksteinen“ (z.B. im Deister, Helm & Schülke, 2000) als auch in niederenergetischen Kalklutiten (Dachbereich der *florigemma*-Bank im Süntel, Helm & Schülke, 1999). Ihr Auftreten ist also eng an flachmarine Lebensräumen mit Karbonatsedimentation geknüpft (Wieczorek, 1979; Barker, 1995, u.v.m.).

### Diceraten

Das Niedersächsische Becken bildet für Diceraten, die ebenso als typische tethyale Faunenelemente angesehen werden (z.B. Bertling & Insalaco, 1998), im oberen Oxfordium und Kimmeridgium das nördlichste Verbreitungsgebiet. In Südengland, etwa auch gleicher Paläobreite, kommen sie bereits nicht mehr vor (Ziegler, 1964). Hinweise auf Diceraten im Korallenoolith finden sich lediglich in älterer, schwer zugänglicher, regionalgeologischer Literatur (Dubbers, 1888; Menzel, 1904; Wichmann, 1907); das Wissen über sie ist deshalb nur rudimentär oder sogar „verlorengegangen“. Nach Wichmann (1907) treten sie in oberen Profilabschnitten des Korallenooliths (*humeralis*-Oolith) vom Thüster Berg, Selter und Ith auf. Anscheinend sind sie für die Gesteinsabfolge so charakteristisch, daß Wichmann (1907) die Bezeichnung „Dicerasschichten“ wählte.

### Benthische Foraminiferen

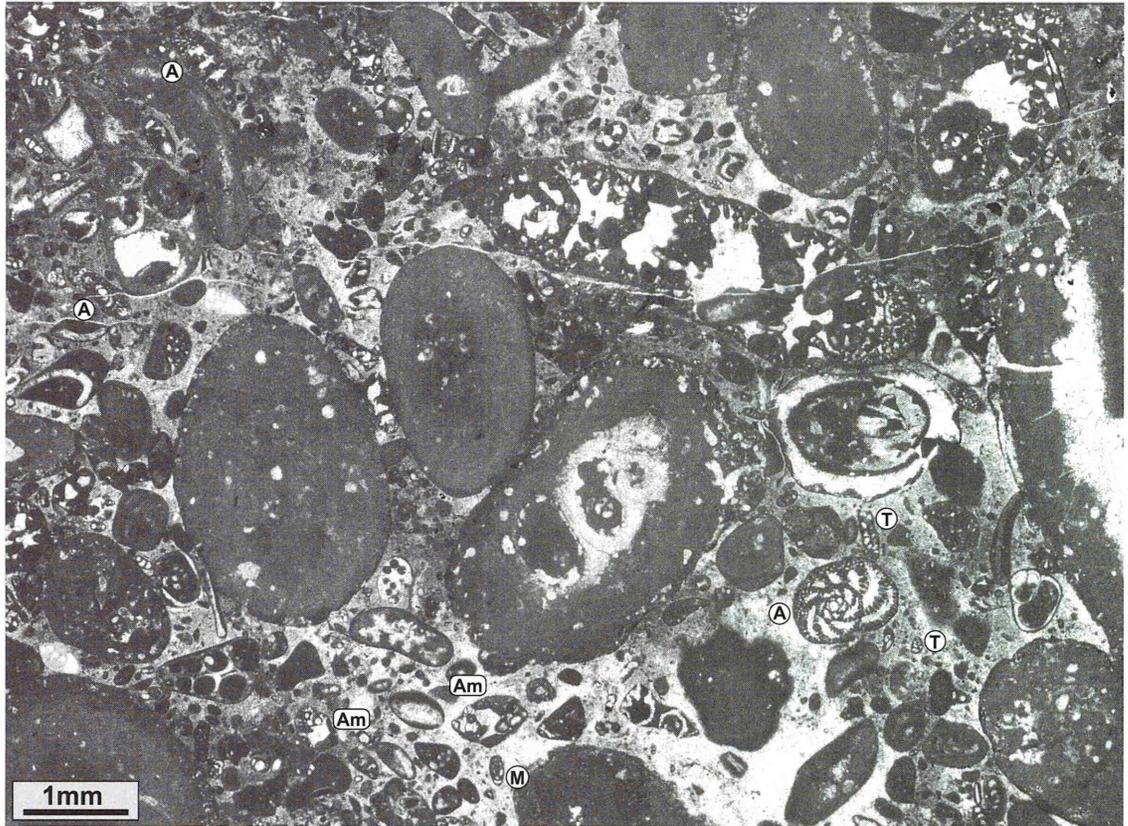
Benthische Foraminiferen liefern sehr wichtige paläobiogeographische Informationen (z. B. Thodria, 1988). Von großwüchsigen (Karbonatpartikel) agglutinierenden Sandschalern mit komplex-gebautem Gehäuse (vor



**Abb. 3:** - Partikelkalkstein mit zahlreichen Nerineen (Anschliff, GPH 2001 I-2) des Korallenooliths. Lese-fund im auflässigen Steinbruch NW' Marienhagen (Thüster Berg) bei Alfeld (S-Niedersachsen).

**Fig. 3:** - Nerineacean bed (polished slab, GPH 2001 I-2); Korallenoolith Formation; abandoned quarry NW of Marienhagen (Thüster Berg) near Alfeld (southern Lower Saxony).

allem lituoliide Foraminiferen) ist bekannt, daß sie auf die Tethys bzw. auf niedrige Paläobreite beschränkt bleiben. Dort sind sie in Flachwasserkarbonaten i.d.R. in hohen Stückzahlen verbreitet (Hallam, 1969, 1971; Septfontaine, 1981; Bassoullet et al., 1985, u.v.m.). Im Oxfordium sind sie beispielsweise in Schelf-Karbonaten des Schweizer Jura typische Faunenelemente (Bollinger & Burri, 1970); in S-Deutschland treten sie aber aus faziellen bzw. bathymetrischen Gründen erst ab dem Kimmeridgium auf (z.B. Groiss, 1971). Dagegen sind sie aus vergleichbaren flachmarinen Faziesräumen höherer Paläobreite, z.B. England, (bisher?) unbekannt (s. Hallam, 1975; Wet, 1998; Insalaco 1999). Bisher lagen auch keine Hinweis auf arten- und individuenreiche



**Abb. 4:** - „Cortoid-Kalkstein“ (Dünnschliff, GPH 2001 I-3) mit zahlreichen Foraminiferen (großwüchsige grobaggutinierte Formen vom Typ *Otaina magna*: mitte-rechts und rechts-oben, „einfach-agglutinierte“ vom Typ *Ammobaculites*: Am, *Alveosepta* sp.: A, *Textularia*-Typ: T, Milioliden: M); *florigemma*-Bank des Süntels im Steinbruch am Mattenberg W' Hamelspringe bei Bad Münden.

**Fig. 4:** - Cortoid limestone (thin section, GPH 2001 I-3) with abundant foraminifers (large agglutinating forams of *Otaina magna*-type in cross section and longitudinal section: upper right, *Ammobaculites*-type forams: Am, *Alveosepta* sp.: A, *Textularia*-type: T, miliolids: M), *florigemma*-Bank Member, Süntel Mountains (Mattenberg quarry) west of Hamelspringe near Bad Münden.

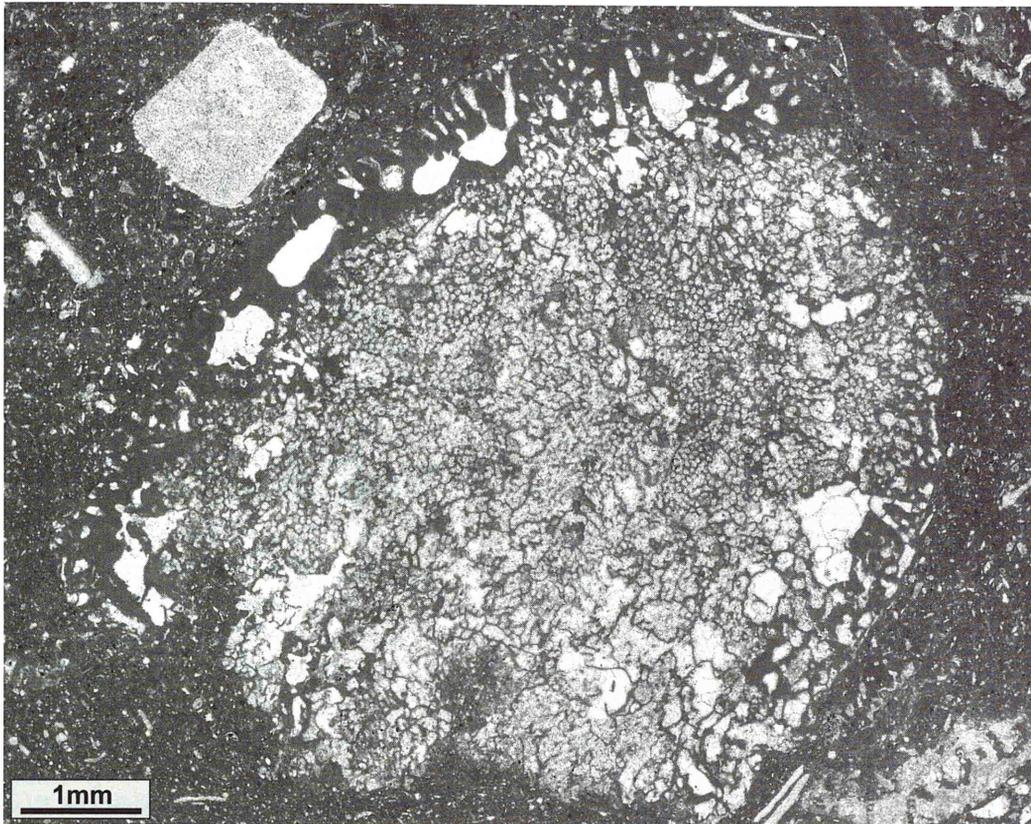
Vorkommen solcher Sandschaler in Korallenoolith-Sedimenten vor.

Mikrofazielle Untersuchungen von Korallenoolith-Sedimenten belegen dagegen eine überraschende Vielfalt an agglutinierten Foraminiferen und Milioliden (Helm et al., 1999). Sie können als biogene Komponenten einen wesentlichen Bestandteil des Sediments ausmachen (Abb. 4). Beispielsweise tritt eine große, Ooid-agglutinierende, *Otaina magna*-nahestehende Art im Süntel-Gebiet im Liegenden (bzw. der Basis) der *florigemma*-Bank gesteinsbildend auf (Klüpfel, 1931: „Grooolith“). *Nautiloculina oolithica* kann im höheren Abschnitt des Korallenooliths in Cortoid- und Pe-lold-Kalksteinen, z.B. im Osterwald (Reuter et al., 2001), massenhaft vorkommen. Insgesamt betrachtet bestehen also bei der Foraminiferenfauna deutliche Beziehungen zur submediterranen Provinz bzw. zur Tethys.

#### *Lithocodium aggregatum* und *Bacinnella irregularis*

*Lithocodium aggregatum* ist eine inkrustierende loftusiide Foraminifere (Schmid & Leinfelder 1996), die häufig zusammen mit *Troglotella incrustans* assoziiert vorkommt. Dieser als *Lithocodium aggregatum*-*Troglotella incrustans*-Konsortium bezeichnete Verband (Schmid & Leinfelder 1996) kommt bevorzugt Bereich von Korallenriffen vor oder verwächst mit anderen Organismen (vor allem *Bacinnella irregularis* und Solenoporen) und bildet „Nodule“ (z.B. Banner et al., 1990; Nose, 1995) (Abb. 5).

*Lithocodium aggregatum* ist während des Oberjura in (mikritischen) Plattformkarbonaten der Tethys kosmopolitisch verbreitet ist. Es existiert fast keinen Ablagerungsraum mit Karbonatsedimentation, von dem die Foraminifere – i.d.R. zusammen mit *Bacinnella irregularis* – nicht beschrieben wurde. Dementsprechend sind paläobiogeographische Aussagen zu werten, die



**Abb. 5:** - Knolle bestehend aus einer intensiv von *Bacinella irregularis* durchsetzten *Solenopora jurassica*, die außen von mehreren Exemplaren der Loftusiiden Foraminifere *Lithocodium aggregatum* umwachsen ist. Einige Kammern der Foraminifere sind von *Troglotella incrustans* besetzt (Dünnschliff, GPH 2001 I-4). Biostrom-Fazies der *florigemma*-Bank des Deisters, Profil „Kurzeging“ (s. Helm & Schülke, 2000).

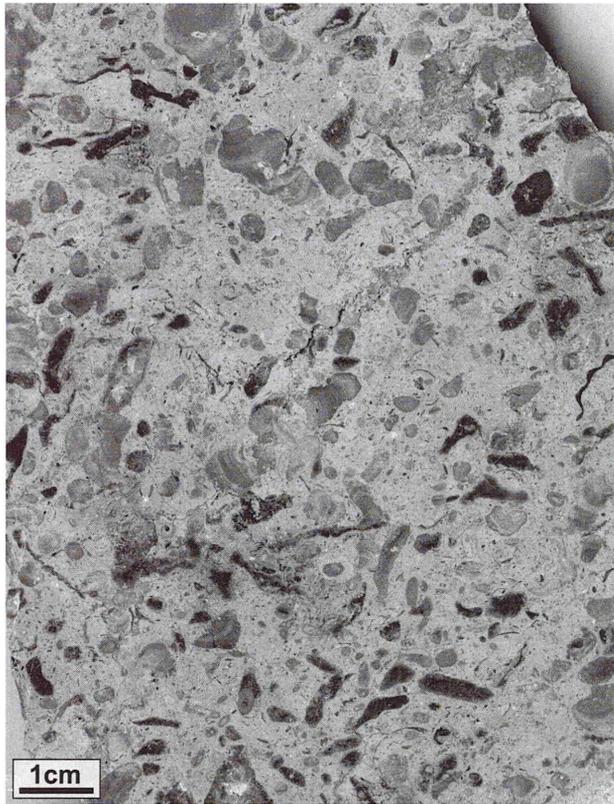
**Fig. 5:** - *Solenopora jurassica* intersected by the meshwork structure of *Bacinella irregularis*. The nodule is overgrown by the Loftusiid foraminifer *Lithocodium aggregatum*. A few chambers of *L. aggregatum* are occupied by *Troglotella incrustans* (thin section, GPH 2001 I-4). Biostrome facies of *florigemma*-Bank Member, Deister Mountains: „Kurzeging“ section (see Helm & Schülke, 2000).

*Lithocodium aggregatum* und *Bacinella irregularis* als typische Elemente der Tethys bezeichnen: „Also, the paleogeography is that which clearly associates the known occurrences of *Lithocodium aggregatum* with Tethys, they (...) are not known from more boreal or austral deposits.“ (Banner et al., 1990:32); „All *Lithocodium* occurrences are clearly from warm, shallow, tropical to arid low-latitudes, ...“ (Schmid & Leinfelder, 1996:45). Jüngst konnten *Lithocodium aggregatum* und *Bacinella irregularis* für den Korallenoolith belegt werden (Helm & Schülke, 1999, Helm et al., 1999). *Lithocodium aggregatum* ist in mikritischen Sedimenten sowie im Riffbereich weit verbreitet und häufig. Die Foraminifere inkrustiert biogene Komponenten oder verwächst mit *Bacinella irregularis* und/oder Solenoporen (Abb. 5). Nachweise liegen bisher aus mehreren stratigraphischen Niveaus des Korallenooliths (Fossilsschicht, *florigemma*-Bank, „Nerineenbänke“) vor.

### Kalkalgen und porostromate Cyanobakterien

Kalkalgen (Grünalgen, etc.) gelten als Bewohner tropischer bis subtropischer Schelfbereiche mit Karbonat-sedimentation. In der Tethys kommen sie während des Oberjura spezialisiert, zahlreich und häufig auch gesteinsbildend vor (z.B. Flügel, 1979).

Demgegenüber war aus dem Korallenoolith bisher nur die bereits von Roemer (1836) beschriebene Grünalge *Goniolina geometrica* bekannt. Eigene Untersuchungen (u.a. Helm, 1999) erbrachten weitere Florenelemente (Grünalgen: *Acicularia* sp., *Clypeina* sp., cf. *Anisoporella* sp., *Salpingoporella* cf. *annulata*; Rotalgen: *Solenopora jurassica*, *S. cayeuxiformis*; porostromate Cyanobakterien: vor allem *Cayeuxia* spp., *Pycnoporidium lobatum*, *Bacinella irregularis*). Dennoch sind Kalkalgen und porostromate Cyanobakterien – nach dem derzeitigen Kenntnisstand – im Korallen-



**Abb. 6:** - „Rotalgenkalkstein“ mit zahlreichen kleinen *Solenopora jurassica*-Knollen und Korallenfragmenten (Anschliff, GPH 2001 I-5); *florigemma*-Bank des Süntels im Steinbruch am Mattenberg W Hamelspringe bei Bad Münden.

**Fig. 6:** - Hand specimen of red algal limestone with abundant small *Solenopora jurassica* nodules and reef debris (polished slab, GPH 2001 I-5); *florigemma*-Bank Member of Süntel Mountains (Mattenberg) in a quarry west of Hamelspringe near Bad Münden.

oolith nur geringdivers ausgebildet. Fragmente von Acicularien dominieren unter den Grünalgen und finden sich verbreitet in mikritischen Sedimenten der *florigemma*-Bank, können aber ebenso in hochenergetischen Sedimenten die Kerne für Ooide bereitstellen. Die Rotalge *Solenopora jurassica* ist die häufigste, am weitesten verbreitete und aufgrund ihrer Größe die auffälligste Kalkalge im Korallenoolith – in der *florigemma*-Bank des Deisters erreichen ihre verkalkten „Thalli“ bis Kopf-Größe (Helm & Schülke, 2000). Solenoporen treten meistens horizontweise auf und kommen häufig eng assoziiert mit Nerineen und Onkoiden vor; gelegentlich sind sie gesteinsbildend (Abb. 6). Im Süntel und Wesergebirge finden sie sich oberhalb von Korallen-Thrombolith-Fleckenriffen angereichert (Helm & Schülke, 1999; Riemann, 1999; Helm et al., 2000).

Die nördliche Verbreitungsgrenze von Kalkalgen wird möglicherweise durch die Höhe der „solar radiation“

gesteuert (Xi-nan, 1993). Dies würde erklären, warum „aragonitische“ Algen bzw. Dasycladaceen in der Karbonatfazies des englischen Oberjura nicht vorkommen (Elliott, 1977); lediglich Acicularien und *S. jurassica* sind dort im Umfeld von Korallenriffen verbreitet (Insalaco, 1999) bzw. treten sogar riffbildend in Erscheinung (Fürsich et al., 1994). Auf ungünstige bzw. im Jahresgang schwankende Lichtverhältnisse auf höheren Paläobreiten deuten bereits die ausgeprägten jährlichen Wachstumsrythmen von *S. jurassica* (Wright, 1985; Elliott, 1986) hin.

## DISKUSSION UND VORSCHAU

Paläobiogeographie ist das Studium der räumlichen Verbreitung der fossilen Lebewelt. Regionale faunistische Unterschiede ergeben Einteilungen in Faunenprovinzen, die das Verbreitungsareal einzelner Arten oder Gruppen für einen bestimmten Zeitintervall wiedergeben. Das Erkennen von Provinzialismus führt nachfolgend zur Diskussion über die möglichen steuernden Faktoren, wie Temperaturunterschiede, Barrieren usw.. Eine Bewertung ist jedoch erst dann sinnvoll, wenn eine umfassende und plausible Datenbasis der räumlichen und stratigraphischen Verteilung der Organismen vorliegt. Denn Faunenprovinzen und ihre Grenzen spiegeln immer nur den aktuellen (subjektiven) Forschungsstand wider (Hallam, 1971). Fehlerquellen beruhen (nach Hallam, 1971) im wesentlichen auf: (1) dem unterschiedlich intensiven paläontologischen Bearbeitungsstand (zeitgleich entstandener) sedimentärer Abfolgen in räumlich getrennten Ablagerungsräumen (Becken, Plattformen usw.); (2) der unterschiedlichen systematischen Erfassung von Fauna und Flora (fehlende Synonymisierung und abweichende Artkonzepte, z.B. Sirna, 1995); (3) der unvollständigen Erfassung und fehlende Kenntnis von existierenden Arbeiten, so daß Verbreitungsgebiete von Arten oder Gruppen ungenügend bzw. falsch erfaßt sind und (4) dem weitgehenden Fehlen von Angaben zur Lithofazies, mit der das Fossil assoziiert auftritt.

Da paläontologische Untersuchungen bisher im Niedersächsischen Oberjurabeckens nicht in ausreichendem Maße durchgeführt wurden, müssen die genannten Fehlerquellen insbesondere bei der Diskussion der paläobiogeographischen Stellung der Fauna und Flora des Korallenooliths berücksichtigt werden. Ansonsten wägt man unterschiedliche Forschungsstände ab, die konsequent zu Verbreitungskarten oder -grenzen führen, die nicht der Wirklichkeit entsprechen (s. Hottinger, 1983:247).

Bei den Korallen zeigt es sich, daß die postulierte Artenarmut und geringe Diversität ein Artefakt ist – Produkt

mangelnder Geländetätigkeit, schlechter Erhaltung, schwieriger Präparation, geringem Sammlerinteresse und unzureichender feinstratigraphischer Kenntnis.

Das „Fehlen“ von Vertretern anderer tethyalen Arten oder Gruppen im Korallenoolith läßt sich plausibel darauf zurückführen, daß viele tethyale Faunen- und Florenelemente (Sandschaler, Kalkalgen, *Lithocodium aggregatum*) erst durch mikrofazielle Arbeitsmethoden als „Schliff-Fossilien“ nachzuweisen sind. Solange solche Ansätze nicht verfolgt werden, bleiben Nachweise dieser Vertreter aus.

Andererseits führt eine ungenügende Literaturrecherche dazu, daß beispielsweise Diceraten schon lange Zeit aus dem Korallenoolith bekannt sind, gegenwärtig aber in Vergessenheit gerieten, da sich Hinweise auf sie nur in unbekanntem oder schwer beschaffbarem Dissertationsschriften (Dubbers, 1888; Wichmann, 1907) finden. Auch fazielle Abhängigkeiten der Organismen müssen berücksichtigt werden. Es macht wenig Sinn, die Foraminiferenfauna, die aus Schlammproben bzw. Mergeln und mergeligen Kalksteinen gewonnen wurde (z.B. Stinder, 1991), solcher aus Dünnschliffen gegenüberzustellen. Übereinstimmungen ergeben sich erst, wenn jeweils die Faunenspektren in Dünnschliffen oder in Schlammproben verglichen werden, z.B. Stinder (1991) für den Korallenoolith einerseits und El Koudary (1974) als Beispiel für die Tethys andererseits (jeweils Schlammproben: Kalkschaler >> Sandschaler, Lenticulinen artenreich, fast keine komplex-gebauten Sandschaler).

Die Nachweise stellen die weitgehend paläobiogeographisch isolierte Lage des Niedersächsischen Beckens von dem Tethys-Ozean und die etablierten Grenzen von Faunenprovinzen für den diskutierten Zeitraum in Frage. Enge paläobiogeographische Beziehungen des Korallenooliths zur Tethys sind durch das Einwandern tethyalen Faunen und Florenelemente in das Niedersächsische Becken gut belegt. Insgesamt gibt es faunistisch mehr Anklänge an die Tethys als an das boreale Reich, so daß das Niedersächsische Becken ein vermittelnder Charakter zwischen dem borealen englischen Jura und der Tethys zukommt. Die Faktoren, die die Zusammensetzung und Verbreitungsmuster von Fauna und Flora beeinflussen oder bestimmen, sind schwer zu fassen. Jedenfalls kann nicht allein die Temperatur als Erklärung der vorliegenden Muster herangezogen werden. Es wird generell akzeptiert, daß der Oberjura einen Zeitraum mit warmem und verhältnismäßig ausgeglichener Klima repräsentiert (z.B. Hallam, 1984; Elliott, 1986; Leinfelder, 1993), während der der Temperaturgradient vom Äquator polwärts geringer als heute war. Große Temperaturunterschiede dürften sich also nicht über wenige Breitengrade bemerkbar machen und die Organismenverteilung kontrollieren. Wahrscheinlich

spielen „fazielle Abhängigkeiten“, daher die Bindung der Organismen an Ablagerungsräume mit Karbonatsedimentation, die entscheidende Rolle.

Auch die idealisiert dargestellte, sukzessive, den Paläobreitengraden folgende Verarmung tethyalen Faunen- und Florenelemente in Richtung höherer Paläobreite erscheint fraglich und überprüfenswert. Selbst nahe ihrer Verbreitungsgrenze treten tethyale Vertreter arten- und individuenreich auf (z.B. Nerineen oder komplex-gebaute Sandschaler). Ihr Erscheinen hängt also mit dem Angebot an geeigneten Lebensbedingungen in Zusammenhang. Wenn sie günstig sind, können auch sie in Ablagerungsräumen höherer Paläobreite einen wesentlichen Bestandteil der Fauna ausmachen.

Bisher wurden nur Teilprofile des Korallenoolith-Austrichs hinsichtlich Fauna und Flora untersucht, so daß der Arbeit den Status eines Zwischenbericht zukommt. In Zukunft müssen die begonnenen mikrofaziellen Arbeiten auf die komplette Schichtenfolge (einschließlich Bohrprofile) des Korallenooliths im gesamten Verbreitungsgebiet ausgedehnt und weitere Organismengruppen, von denen bisher nur wenig Daten vorliegen (z.B. Muscheln und Schnecken, s. Liu, 1995), in die paläobiogeographische Diskussion mit einbezogen werden.

Nachfolgende Untersuchungen sollten die komplette NW-deutsche Schichtenfolge berücksichtigen, da tethyale „Schliff-Foraminiferen“ und Kalkalgen auch in Karbonat-Horizonten der gesamten NW-deutschen Malm-Gruppe (Gramann et al., 1997) zu erwarten sind. Die Erkenntnisse würden Aussagen darüber liefern, ob tethyale Faunen- und Florenelemente generell in den Flachwasserkarbonaten der Malm-Gruppe verbreitet sind oder ob die Nachweise im Korallenoolith eine (spät) oxfordiumzeitliche Migration tethyalen Elemente nach Norden (Hallam, 1971) widerspiegeln.

## DANKSAGUNG

Wir danken der DFG für finanzielle Unterstützung (Projekt Fi 136/27-1).

## LITERATUR

- Banner, F.T., Finch, E.M. und Simmons, M.D.** (1990) On *Lithocodium* Elliott (calcareous algae); its paleobiological and stratigraphical significance. *J. Micropalaeontol.*, **9**(1), 21-36, London.
- Barker, M.J.** (1990) The paleobiology of Nerineacean gastropods. *Historical Biology*, **3**, 249-264, Chur.
- Bassoullet, J.P., Fourcade, E. und Peybernès, B.** (1985) Paléobiogéographie des grands foraminifères

- benthiques des marges néo-téthysiennes au Jurassique et au Crétacé inférieur. *Bull. Soc. géol. France*, **1985**(8)no. 5, 699-713, Paris.
- Bertling, M.** (1993) Riffkorallen im Norddeutschen Oberjura - Taxonomie, Ökologie, Verteilung. *Palaeontographica A*, **226**(4-6), 77-123, Stuttgart.
- Bertling, M.** (1997a) Bioerosion of Late Jurassic reef corals - implications for reef evolution. *Proc. 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp.*, **2**, 1663-1668, Panama City.
- Bertling, M.** (1997b) Structure and function of coral associations under extreme siltation stress - a case study from the Northern German Upper Jurassic. *Proc. 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp.*, **2**, 1749-1754, Panama City.
- Bertling, M.** und **Insalaco, E.** (1998) Late Jurassic coral/microbial reefs from the northern Paris Basin - facies, palaeoecology and palaeobiogeography. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **139**, 139-175, Amsterdam.
- Bollinger, W.** und **Burri, P.** (1970) Sedimentologie von Schelf-Karbonaten und Beckenablagerungen im Oxfordium des zentralen Schweizer Jura. Mit Beiträgen zur Stratigraphie und Ökologie. *Beitr. geol. Kte. Schweiz, (N.S.)*, **140**, 1-96, Zürich.
- Bölsche, W.** (1866) Die Korallen des norddeutschen Jura- und Kreide-Gebirges. *Z. dt. geol. Ges.*, **18**, 439-486, Berlin.
- Credner, H.** (1863) *Über die Gliederung der oberen Juraformation und der Wealdenbildung im nordwestlichen Deutschland + Anhang. Über die Nerineen und Chemnitzien im oberen Jura Norddeutschlands*, 192 S., Prag.
- Dimke, M.** (1997) *Fazies und Diagenese der 'Tithon-Massenkalke' und 'Hangenden Bankkalke' auf Blatt Neuhausen ob Eck (TK 8019) nebst einigen angewandten Aspekten ihrer Nutzung als Rohstoff (Farbe, Brech- und Mahlverhalten)*. Diss. Universität Erlangen, 117 S. [unveröff.]
- Dubbers, H.** (1888) *Der obere Jura auf dem Nordostflügel der Hilsmulde*. Diss. Uni. Göttingen, 43 S., Göttingen.
- El Khoudary, R.H.** (1974) Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Juras von Ostspanien. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **144**(3), 296-341, Stuttgart.
- Elliott, G.F.** (1977) Inferred isocrymal distribution of Jurassic dasycladacean algae in Europe, north Africa and southwestern Asia. *J. Geol. Soc. London*, **133**(4), 363-373, London.
- Elliott, G.F.** (1986) English Jurassic dasyclads: seaweeds indicators of marine climate. *Geol. Today*, **21**(1), 20-23, London.
- Errenst, C.** (1990) Das korallenführende Kimmeridgium der nordwestlichen iberischen Ketten und angrenzender Gebiete (Fazies, Paläogeographie und Beschreibung der Korallenfauna). Teil 1. *Palaeontographica, A*, **214**(3-6), 121-207, Stuttgart.
- Fezer, R.** (1988) Die oberjurassische karbonatische Regressionsfazies im südwestlichen Keltiberikum zwischen Griegos und Aras de Alpuente (Prov. Teruel, Cuenca, Valencia; Spanien). *Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N.F.*, **84**, 1-119, Stuttgart.
- Fischer, J.C.** (1977) Biogéographie des Chaetetida et des Tabulospongida post-paléozoïques. In: Second International Symposium on Corals and Coral Reefs 1975. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **89**, 530-534, Paris.
- Flügel, E.** (1979) Paleocology and microfacies of Permian, Triassic and Jurassic algal communities of platform and reef carbonates from the alps. *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **3**(2), 569-587, Pau.
- Fürsich, F.T.** und **Sykes, R.M.** (1977) Palaeobiogeography of the european boreal realm during Oxfordian (Upper Jurassic) times: A quantitative approach. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **155**(2), 137-161, Stuttgart.
- Fürsich, F.T., Palmer, T.J.** und **Goodyear, K.L.** (1994) Growth and disintegration of bivalve dominated patch reefs in the Upper Jurassic of Southern England. *Palaeontology*, **37**, 131-171, London.
- Gramann, F., Heunisch, C., Klassen, H., Kockel F., Dulce, G., Harms, F.-J., Katschorek, T., Mönnig, E., Schudack, M., Schudack, U., Thies, D. und Weiss, M.**, Koordination: **Hinze, C.** (1997) Das Niedersächsische Oberjura-Becken – Ergebnisse interdisziplinärer Zusammenarbeit. *Z. dt. geol. Ges.*, **148**, 165-236, Stuttgart.
- Groiss, J.T.** (1971) Beziehungen der Foraminiferen-Faunen im Ober-Jura Süddeutschlands zum mediterranen und „borealen“ Bereich. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, **54**(2), 241-244, Budapest.
- Gygi, R.** (2000) Integrated stratigraphy of the Oxfordian and Kimmeridgian (Late Jurassic) in northern Switzerland and adjacent southern Germany. *Denkschr. Schweiz. Ges. Natw.*, **104**: 151 S., Basel.
- Hallam, A.** (1969) Faunal realms in the Jurassic. *Palaeontology*, **12**(1), 1-18, London.
- Hallam, A.** (1971) Provinciality in Jurassic faunas in relation to facies and palaeogeography. In: **F.A. Middlemiss, P.F. Rawson** und **G. Newell** (Hrsg.) *Faunal Provinces in Space and Time*, 129-152, Seel House, Liverpool.
- Hallam, A.** (1975) *Jurassic Environments*. 269 S., Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Hallam, A.** (1984) Continental humid and arid zones during the Jurassic and Cretaceous. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **47**, 195-223, Amsterdam.
- Hallam, A.** (1994) *An Outline of Phanerozoic Biogeography*. 246 S., Oxford Univ. Press, Oxford.
- Hallam, A.** (1994) Jurassic climate as inferred from sedimentary and fossil record. In: **J.R.L. Allen**,

- B.J.Hoskins, B.W. Sellwood, R.A. Spicer und P.J. Valdes** (Hrsg.), *Palaeoclimates and their Modelling*, 79-88, Chapman & Hall, London.
- Helm, C.** (1999) Marine „Kalkalgen“ (*Solenopora*, *Acicularia*) und „Porostromate Cyanobakterien“ (*Cayeuxia*) aus dem Oberjura (Korallenoolith, Oxfordium) von NW-Deutschland. *Arbeitskr. Paläont. Hannover*, **27**(5), 157-167, Hannover.
- Helm, C. und Schülke, C.** (1999) Ein „Tethys-Riff“ im Korallenoolith (Oxfordium) von Nordwestdeutschland. *Zbl. Geol. Paläont. Teil I*, **1998**(5-6), 399-414, Stuttgart.
- Helm, C. und Schülke, I.** (2000) Der Korallenoolith (Oxfordium) im Deister (NW-Deutschland): Eine Re-Evaluation der Fazies, Stratigraphie und Mächtigkeit. *Ber. Naturhist. Ges. Hannover*, **142**, #-##, Hannover. [im Druck]
- Helm, C., Schülke, I. und Fischer, R.** (1999) Tethydische Foraminiferen aus dem subborealen Oberjura von NW-Deutschland. *Terra Nostra*, **99**(8), 34, Zürich.
- Helm, C., Fischer, R. und Schülke, I.** (2000) Fauna und Fazies oberjurassischer Korallenriffe (*florigemma*-Bank, Korallenoolith, Oxfordium) in NW-Deutschland. *Terra Nostra*, **00**(3), 44, Coburg.
- Helm, C., Fischer, R. und Schülke, I.** (2001) Mikrobiell induzierte Sedimentbildung und Sedimentgesteine (Mikrobialith i.w.S.) im Oberjura von NW-Deutschland (Niedersächsisches Becken). 16. Sedimentologentreffen (Sediment 2001), abstracts, #, Jena. [im Druck]
- Herrmann, A.** (1971) Die Asphaltkalk-Lagerstätte bei Holzen/Ith auf der Südwestflanke der Hils-Mulde. *Beih. geol. Jb.*, **95**, 1-125, Hannover.
- Hoyer, P.** (1965) Fazies, Paläogeographie und Tektonik des Malm im Deister, Osterwald und Süntel. *Beih. geol. Jb.*, **61**, 249 S., Hannover.
- Hottinger, L.** (1971) Larger foraminifera of the Mediterranean Jurassic and their stratigraphic use. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, **54**(2), 497-504, Budapest.
- Hottinger, L.** (1983) Processes determining the distribution of larger Foraminifera in space and time. In: **J.E. Meulenkamp** (Hrsg.): Reconstruction of marine paleoenvironments, *Utrecht Micropaleont. Bull.*, **30**, 239-253, Utrecht.
- Imlay, R.W.** (1965) Jurassic marine faunal differentiation in North America. *J. Paleont.*, **39**(5), 1023-1038, Tulsa.
- Insalaco, E.** (1999) Facies and Palaeoecology of Upper Jurassic (Middle Oxfordian) Coral Reefs in England. *Facies*, **40**, 81-100, Erlangen.
- Klüpfel, W.** (1931) Stratigraphie der Weserkette (Oberer Dogger und Malm unter besonderer Berücksichtigung des Ober-Oxford). *Abh. preuß. geol. L.-Anst., N.F.*, **129**, 13-423, Berlin.
- Koby, F.L.** (1880-1889) Monographie des Polypiers jurassiques de la Suisse. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, **7-8, 10-16**, 1-582, Lyon, Basel, Berlin.
- Lambelet, E.** (1968) *Korallen im Korallenoolith mit besonderer Berücksichtigung der Gattungen Montlivaltia und Thecosmilia*. 235 S., Diss. Universität Hamburg, Hamburg. [unveröff.]
- Lauxmann, U., Schweigert, G. und Kapitzke, M.** (1998) Die Schwamm- und Korallenriffe der Schwäbischen Alb. In: **E.P.J. Heinzmann** (Hrsg.), *Erdgeschichte mitteleuropäischer Regionen (2): Vom Schwarzwald zum Ries*, 117-128, Verlag Dr. F. Pfeil, München.
- Leinfelder, R.R.** (1993) Upper Jurassic reef types and controlling factors. A preliminary report. *Profil*, **5**, 1-45, Stuttgart.
- Liu, C.** (1995) Jurassic bivalve palaeobiogeography of the Proto-Atlantic and the application of multivariate analysis methods to palaeobiogeography. *Be-ringeria*, **16**, 3-123, Würzburg.
- Löser, H.** (2000) Korallen der Kreide – jede Menge Daten, aber keine Ergebnisse. Geschichte, Methodik und gegenwärtiger Stand der Forschung. *Zbl. Geol. Paläont. Teil II*, **2000**(3/4), 251-290, Stuttgart.
- Matyja, B.A. und Wierzbowski, A.** (1995) Biogeographic differentiation of the Oxfordian and Early Kimmeridgian ammonite faunas of Europe, and its stratigraphic consequences. *Acta Geol. Polonica*, **45**(1-2), 1-8, Warschau.
- Matyja, B.A. und Wierzbowski, A.** (2000) Biological response of ammonites to changing environmental conditions: an example of Boreal *Amoeboceras* invasions into Submediterranean Province during Late Oxfordian. *Acta Geol. Polonica*, **50**(1), 45-54, Warschau.
- Matyszkiewicz, J.** (1997) Microfacies, sedimentation and some aspects of diagenesis of Upper Jurassic sediments from the elevated part of the Northern peri-Tethyan Shelf: a comparative study on the Lochen area (Schwäbische Alb) and the Cracow area (Cracow-Wielun Upland, Polen). *Berliner geowiss. Abh.*, **E 21**, 1-111, Berlin.
- Menzel, H.** (1904) Über das Vorkommen von *Diceras* im südlichen Hannover. – *Z.d.t.geol.Ges.* **56**, Sitz.-ber., 10-14, Berlin.
- Negus, P.E. und Beauvais, L.** (1979) The corals of Steeple Ashton (English Upper Oxfordian), Wiltshire. *Proc. geol. Ass.*, **90**(4), 213-227, London.
- Nose, M.** (1995) Vergleichende Faziesanalyse und Palökologie korallenreicher Verflachungsabfolgen des iberischen Oberjura. *Profil*, **8**, 1-237, Stuttgart.
- Reuter, M., Fischer, R., Helm, C. und Schülke, I.** (2001) Entwicklung und Faziesverteilung eines Riffkomplexes im Korallenoolith (Oberjura) des

- Osterwaldes (Niedersachsen). *Geol. Beitr. Hannover*, **2**, 27-46, Hannover.
- Riemann, F.** (1999) *Makroskopisch-lithologische Bestandsaufnahme der florigemma-Bank (Unterer Korallenoolith, Oxfordium) im Süntel und Wesergebirge zwischen Langenfeld und Deckbergen*. Dipl.-Kart. Univ. Hannover, 43 S., Hannover. [unveröff.]
- Schmid, D.U. und Leinfelder, R.R.** (1996) The Jurassic *Lithocodium aggregatum* - *Troglotella incrustans* foraminiferal consortium. *Palaeontology*, **39**(1), 21-52, London.
- Schulze, K.H.** (1975) Mikrofazielle, geochemische und technologische Eigenschaften von Gesteinen der Oberen Heersumer Schichten und des Korallenoolith (Mittleres bis Oberes Oxfordium NW-Deutschlands) zwischen Weser und Leine. *Geol. Jb.*, **D 11**, 3-102, Hannover.
- Septfontaine, M.** (1981) Les Foraminifères imperforés des milieux de plate-forme au Mésozoïque: Détermination pratique, interprétation phylogénétique et utilisation biostratigraphique. *Rev. Micropaléont.*, **23**(3-4), 169-203, Paris.
- Septfontaine, M., Arnaud-Vanneau, A., Bassoullet, J.-P., Gusic, Y., Ramalho, M. und Velic, I.** (1991) Les foraminifères imperforés des plates-formes carbonatées jurassiques: état des connaissances et perspectives d'avenir. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, **80**(3), 255-277, Lausanne.
- Sirna, G.** (1995) The nerineids: taxonomy, stratigraphy and paleoecology with particular references to Italian examples. *Geologica Romana*, **31**, 285-305, Rom.
- Smelror, M.** (1993) Biogeography of Bathonian to Oxfordian (Jurassic) dinoflagellates: Arctic, NW Europe and circum-Mediterranean. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **102**, 121-160, Amsterdam.
- Speyer, C.** (1926) Die Korallen des nordwestdeutschen oberen Jura. *Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N.F.*, **15**, 235-281, Heidelberg.
- Stinder, T.** (1991) Mikropaläontologie und Biostratigraphie des Unteren Malm (Korallenoolith) im Wesergebirge (Norddeutschland). *Bochumer geol. geotechn. Arb.*, **35**, 319 S., Bochum.
- Struckmann, C.** (1877) Ueber die Fauna des unteren Korallen-Ooliths von Völkßen am Deister unweit Hannover. *Z. dt. geol. Ges.*, **29**, 534-544, Berlin.
- Thodria, V.** (1988) Late Jurassic Paleobiogeography and Foraminifera of Georgia (USSR). *Revue Paléobiol.*, Vol. Spéc., **2** (Benthos '86), 209-211, Genf.
- Wet, C.B.** (1998) Deciphering the sedimentological expression on tectonics, eustasy, and climate: a basin-wide study of the corallian formation, southern England. *J. Sediment. Res.*, **68**(4), 653-667, Amsterdam.
- Wichmann, R.** (1907) *Der Korallenoolith und Kimmeridge im Gebiet des Selter und des Ith*. Diss. Univ. Göttingen, 40 S., Göttingen.
- Wieszorek, J.** (1979) Upper Jurassic nerineacean gastropods from the Holy Cross Mts (Poland). *Acta Palaeont. Polonica*, **24**, 299-350, Warschau.
- Wright, V.P.** (1985) Seasonal banding in the alga *Solenopora jurassica* from the Middle Jurassic of Gloucestershire, England. *J. Paleont.*, **59** (3), 721-732, London.
- Wright, J.K.** (1996) Perisphinctid Ammonites of the Upper Calcareous Grit (Upper Oxfordian) of North Yorkshire. *Palaeontology*, **39**(2): 433-468, London.
- Xi-nan, Mu.** (1993) Late Cretaceous palaeobiography of calcareous algae. In: **F. Barattolo, P. De Castro und M. Parente** (Hrsg.), *Studies on fossil benthic algae*. *Boll. Soc. Paleont. Italiana, Spec.*, **1**, 333-344, Modena.
- Ziegler, B.** (1964) Boreale Einflüsse im Oberjura Westeuropas. *Geol. Rundsch.*, **54**(1), 250-261, Stuttgart.