Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg	4	H 1	91 — 106	Würzburg, Dez. 63

Über Riffbildung von *Placunopsis ostracina* im Muschelkalk von Tiefenstockheim bei Marktbreit in Unterfranken

von

W. KRUMBEIN, Würzburg *)

mit 6 Abbildungen

Im Oberen Hauptmuschelkalk von Tiefenstockheim treten in zwei Steinbrüchen umfangreiche Riffbildungen der austernähnlichen Muschel *Placunopsis ostracina* auf. Die Riffe beschränken sich auf den stratigraphischen Bereich zwischen den fünf harten Lagen im Liegenden der Hauptterebratelbank und dem Gelben Kipper. Sie haben sich während ihrer Entstehung maximal 1 m über den Meeresboden erhoben. Der Fossilinhalt in der Nähe der Riffe ist reicher als in der weiteren Umgebung. Die Diagenese bedingte geringere Sackungen in den Riffen als in den umliegenden Gesteinen.

Es wird gefolgert, daß ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Riffbildung und Quaderkalkfazies besteht.

Geologischer Überblick

Verläßt man bei Marktbreit das Maintal und folgt dem hier in den Main mündenden Breitbach, so erreicht man bei Obernbreit die Grenzregion der Quaderkalkverbreitung. Auf diese harten Schillkalke gründet sich noch heute eine rege Steinbruchindustrie.

Einen Kilometer oberhalb von Obernbreit, am Zusammenfluß von Ickbach und Breit, befindet sich der erste einer ganzen Reihe von Brüchen in der angrenzenden Normalfazies des Oberen Hauptmuschelkalkes. Diese Brüche sind alle aufgelassen, da sich der Abbau der tonig-mergeligen Schichten mit eingelagerten Wulst- und Plattenkalken nicht mehr lohnt.

Mit diesem Bruch beginnend, zieht sich eine ganze Kette von Steinbrüchen am Nordhang der Breit entlang, bis der Muschelkalk an der Hagenmühle kurz vor Willanzheim abtaucht und unter den hangenden Schichten des Lettenkeupers verschwindet.

Die Brüche sind ausnahmslos an die obersten Partien des Oberen Hauptmuschelkalkes gebunden. Als charakteristischer und schnell aufzufindender

*) Anschrift: Diplomgeologe W. KRUMBEIN, Geologisch-Paläontolog. Institut Würzburg, Pleichertorstraße 34

Leithorizont erwies sich unter anderem die Hauptterebratelbank, mit den sogenannten „Gänsäugeten", einem Pflaster der nur in dieser Bank massenhaft auftretenden *Coenothyris (Terebratula) vulgaris*. Sie wird von tonig- mergeligen Schichten gerahmt: Im Hangenden die Kiesbank (60—70 cm), im Liegenden eine ähnlich ausgebildete, etwas geringmächtigere Partie. Weiter im Liegenden folgt eine etwas härtere Bank aus 4—5 20 cm-mächtigen Kalklagen, an die sich nach unten eine weitgehend ungliederbare Folge von Tonmergeln, Platten- und Wulstkalken anschließt. Sie führt *Ceratites nodosus* und sehr häufige Gervillien.

Über der Hauptterebratelbank (30—50 cm) folgt die Kiesbank. Ihr Hangendes ist im besprochenen Gebiet immer eine markante, gesimsbildende, 60—80 cm mächtige, oft rötlich schimmernde Kalkbank. Sie ist die härteste Bank in allen Profilen des Gebietes und besitzt einige Bedeutung für die Riffbildungen. Sie wird im Folgenden als Harte Bank bezeichnet. Nach 30—50 cm Wulstkalken folgt hangend der Gelbe Kipper, ein scharfkantig brechender, senkrecht klüftender, etwas dolo-

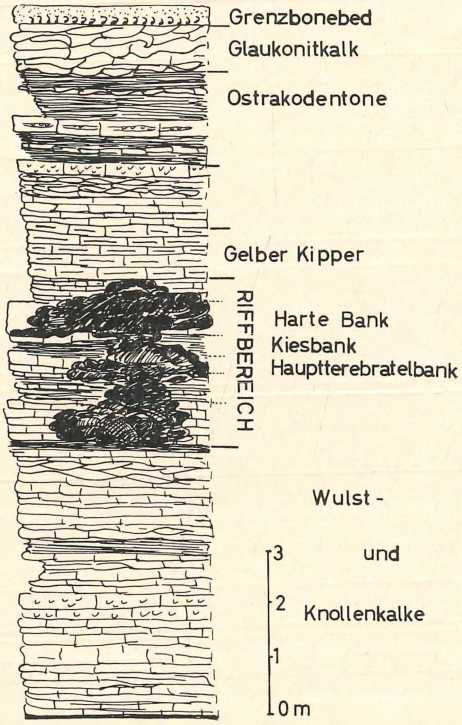


Abb. 1: Profil des Oberen Hauptmuschelkalkes bei Tiefenstockheim, mit schematisiertem Vorkommen und Ausdehnung der Placunopsidenriffe, die dort in zwei Steinbrüchen auftreten.

mitischer Mergelkalk (80—90 cm). Er ist, wenn er aufgeschlossen ist, im Steinbruch sofort an seiner leuchtend gelben Farbe erkenntlich. Im Hangenden folgen noch einige Kalklagen mit Wulstkalken und Tonen — der Bereich der Oberen Terebratelbank — an den sich die Ostrakodentone anschließen, in die einige Kalkbänkchen eingelagert sind. Unmittelbar unter der Grenze zum Lettenkeuper folgt der Glaukonitkalk, im Tiefenstockheimer Gebiet immer als Gekrösekalk entwickelt. In einem Bruch in Tiefenstockheim (3 km e. Obernbreit) ist schließlich noch das sandige Grenzbonebed aufgeschlossen. Dieses ist wegen seiner Grünfärbung durch eingelagerten Glaukonit, des Sandgehaltes und der auf Schichtflächen angereicherten Wirbeltierreste immer gut anzusprechen und bildet eine verläßliche Grenze gegen den Lettenkeuper.

Die ganze beschriebene Folge ist ca. 20 m mächtig. Die einzelnen Steinbrüche erfassen jeweils nur einen Ausschnitt dieses Bereiches. In fast allen Fällen sind jedoch der Gelbe Kipper und die Hauptterebratelbank aufgeschlossen (Abb. 1).

In zwei Steinbrüchen bei Tiefenstockheim kommen in dieser Folge umfangreiche Riffbildungen von *Placunopsis ostracina* vor. Vereinzelter Bewuchs ist in Unterfranken bereits im Unteren Muschelkalk bekannt (HALTENHOFF 1962, S. 84). Massenvorkommen kommen jedoch nur im Oberen Hauptmuschelkalk vor.

Größere Komplexe beschreibt schon G. WAGNER (1913, S. 150 und 1960, S. 673). Weitere Meldungen stammen aus Kartierungen auf Blatt Ochsenfurt (J. HOFMANN - ROTHE, 1962 und N. WILCZEWSKI, 1962).

H. HÖLDER (1962, S. 41 ff.) beschreibt eingehender eine Riffbildung der gleichen Muschel aus dem Oberen Muschelkalk von Epinal.

Im folgenden wird nur von den Riffen gesprochen, die in zwei Steinbrüchen bei Tiefenstockheim anstehen.

Stratigraphische Lage und Form der Riffe

Die beiden Brüche bei Tiefenstockheim, die Riffbildungen enthalten, liegen unmittelbar n. des Ortes am Hang der Breit. Sie erfassen stratigraphisch den Bereich von 6 m unter der Hauptterebratelbank bis zur Muschelkalk-Keupergrenze.

Der e. Bruch ist von der steinernen Brücke über die Breit in Ortsmitte aus zu sehen. Das Profil zeigt im Westen ein musterhaft entwickeltes Normalprofil, während im Osten eine massige, unregelmäßig gegliederte Einschaltung auffällt, in der kaum eine Andeutung der geschichteten Normalfazies zu erkennen ist. Der ganze Stock, der gleichsam in der gebankten Normalfazies schwimmt, erreicht eine Höhe von 4,5 m und eine Länge von 12—15 m. An verschiedenen Stellen ist die Längserstreckung bis auf 6—8 m eingeschränkt (Abb. 2).



Abb. 2: Placunopsidenriff in einem Steinbruch am Nordhang des Breitbaches in Tiefenstockheim. Das massige Riff hebt sich von der geschichteten Normalfazies (links) ab. Das Riff ist 4,5 m hoch und ca. 12 m breit. Im Hangenden (unter den Bäumen links und rechts) der helle (die Riffbildung erstickende) Gelbe Kipper.

Der w. Bruch liegt hinter einem Bauerngehöft am Hohlweg zum Großen Mühlholz. Er ist zum Teil stark bewachsen, jedoch liegt die Bruchwand frei.

Wir haben eine durch Riffbildungen übermäßig aufgeblähte harte Bank im Hangenden des Bruches, darunter etwas weniger ausgedehnte, massige wulstige Klötze, teils sich in Einzelknollen auflösend, teils in Muschelbänke übergehend. Die Riffteile sind stark herausgewittert, da sie widerstandsfähiger sind als die umgebende Normalfazies. Beide Steinbrüche mußten nach Aussage der Besitzer aufgegeben werden, weil man auf diese massigen ungebankten Partien traf, die sich schwer bearbeiten ließen. Im w. Bruch hat man den Abbau noch weiterzutreiben versucht, in der Hoffnung, die Bildungen würden wieder verschwinden. Sie wurden jedoch immer mächtiger. Infolgedessen liegen heute auf der Bruchsohle mehrere große Klötze zwischen 1,5 und 3 m Durchmesser und mit 1,5 m Höhe. Man konnte das Gestein nicht verwerten, da es zu hart ist, und keine Klüftung zeigt.

In beiden Brüchen beschränken sich diese Bildungen auf den Bereich zwischen den fünf harten Lagen im Liegenden der Haupterebratelbank und dem Gelben Kipper. Auch G. WAGNER, H. HÖLDER, HOFMANN - ROTHE und WILCZEWSKI fanden, daß die Riffe an den Bereich um die Haupterebratelbank oder bei Epinal an die obersten Partien des Hauptmuschelkalkes gebunden sind. H. HÖLDER (1961, S. 46) führt dies auf herabgesetzte Salinität des Muschelkalkmeeres an der Grenze gegen den Keuper und damit verbundene Verschlechterung der Lebensbedingungen zurück, an die sich nur einzelne, sich dann massenhaft vermehrende Arten anpassen konnten.
Für den Unterfränkischen Bereich ist jedoch auch eine zeitliche und räumliche Verknüpfung mit der Quaderkalkfazies möglich, die das Auftreten der Riffe im Bereich der Haupterebratelbank erklären könnte. Die Quaderkalkfazies ist in ihrer Hauptmasse ebenfalls an die obersten Partien des Muschelkalkes gebunden.
Bankung und Klüftung, die in der Normalfazies deutlich entwickelt sind, treten im Bereich der Riffe fast völlig zurück. Nur im Teilbereich sind Andeutungen von Muschelbänken zu erkennen. Das Äußere ist wulstig.
Die Liegendschichten unter den Riffen sind leicht eingemuldet, während sich die Hangendschichten über das Riff wölben (Abb. 2). Es ergibt sich eine Linsenform der Normalfazies, die das Riff umgibt.

Substanz

Die Riffe bestehen zu 80% aus dichtgepackten Schalen der austernähnlichen Muschel *Placunopsis ostracina* (v. SCHLOTHEIM). Sie kommt bereits im Unteren Muschelkalk vor und ist noch in Teilen des Lettenkeupers zu finden. Sie siedelt auf dem Meeresgrund, gerne auch als Epöke auf anderen Wirbellosen, im Oberen Muschelkalk besonders auf Ceratiten. In den meisten Fällen ist nur die rechte (untere) Schale erhalten, während die linke im allgemeinen davongeschwemmt wurde. Die rechte, festgewachsene Schale paßte sich in ihrer Form weitgehend dem Substrat an und zeichnete es nach. Bevorzugt treten jedoch Formen auf, deren Schalen leicht gewellt sind, wobei die etwas stärkeren Ränder sich oft nach oben krümmen. Glatt auf einem Fossil aufgewachsene Formen wurden erneut besiedelt, wobei die Schalenformen nach oben allgemein immer welliger werden. Die Größe der Schalen beträgt 0,5—1,5 cm. Sie sind maximal 1 mm dick. Auch im Tiefenstockheimer Vorkommen treffen die Werte zu, die G. WAGNER ermittelte: „Auf 1 cm Muschelriff kann man bis 25 Schalen zählen; die Riffe wachsen doppelt so rasch wie normales Sediment. Nehmen wir für die Zeit vom Festsetzen einer Muschel, bis die nächste auf ihrem Platz siedeln kann, nur 5 Jahre an, so kommen wir für 1 m Kalk auf 25 000 Jahre, für den Hauptmuschelkalk auf mindestens zwei Millionen Jahre, für die ganze

Trias auf mehr als 20 Millionen Jahre." (G. WAGNER 1961, S. 674.) Hier ist jedoch schon zu bemerken, daß der Zuwachs im Bereich der Tiefenstockheimer Riffe schwankt. Es kommt sowohl drei Mal so schnelles Wachstum der Riffe als auch gleich schnelles Wachstum wie bei normalem Sediment vor.

Ferner ist am Aufbau der Riffe *Coenothyris (Terebratula) vulgaris* beteiligt. Sie kommt im Riffbereich ebenfalls in Massenanhäufung vor, damit auch Bereiche weit über der Hauptterebratelbank erfassend. Schließlich sind Hohlraumfüllungen von Bedeutung. Da die Riffe nicht völlig einheitlich gebaut sind, sondern sich aus mehr oder weniger großen wulstigen Partien zusammensetzen, entstehen an den Nahtstellen der einzelnen Riffteile Hohlräume, die oft mit einer Brekzie aus groben Kalkbrocken, vermengt mit allochthonen und eingewachsenen Placunopsisschalen und Ton erfüllt sind. Kleinere Hohlräume sind mitunter mit einem bräunlichen, weichen Manganmulm erfüllt.

Lebewelt im Bereich der Riffe

Die Riffe wurden in der Hauptsache von *Placunopsis* aufgebaut.

Innerhalb der Riffe wurde nur noch *Coenothyris (Terebratula) vulgaris* gefunden. Es fällt jedoch auf, daß sich die verbreiteteren Formen des Muschelkalkes in der Normalfazies in Nähe der Riffe massieren.

Coenothyris (Terebratula) vulgaris tritt auch in der Normalfazies bis 1 m unter und über der Hauptterebratelbank gesteinsbildend auf. Auch das Größenwachstum in diesem Bereich ist bemerkenswert.

Während *Coenothyris* im allgemeinen nur Maximalgrößen von 3—4 cm erreicht, beobachtet man in Nähe der Riffe Exemplare bis zu 5 cm Länge. Interessanterweise fanden sich auch Exemplare mit wohlerhaltener Farbstreifung. Ferner sind Ceratiten häufig, vor allem *C. nodosus, C. dorsoplanus* und *C. semipartitus*. Auf einer Kalkplatte im Schatten des Riffes wurde eine Ansammlung von 7 Ceratiten auf 0,5 x 1 m beobachtet. Sie wurden im Riffschatten zusammengespült. Ebenso häufig waren in Nähe der Riffe *Mya, Gervillia, Pecten* und andere Muscheln. Schnecken *(Loxonema)* wurden ebenfalls beobachtet. Allgemein war die Fauna in nächster Nähe der Riffe reichhaltiger als in weiter entfernt gelegenen Steinbrüchen.

Die Erhebung der Riffe über den Meeresboden mag einiges dazu beigetragen haben, daß sich die übrige Fauna des Muschelkalkmeeres besonders gerne in ihrer Nähe aufhielt.

Genetische Deutung

Wir können bei einer Untersuchung der Riffe drei Wachstumsformen mit kontinuierlichen Übergängen ausscheiden.

1. Große Riffstotzen mit wulstigem Äußeren, die z. T. beträchtliches Höhen-

wachstum erreichten. Dies ist der normale Fall, wie ihn schon G. WAGNER beschreibt (1913, S. 150).
2. Im Idealfall bilden sich ausgedehnte Muschelbänke mit geringem Höhenwachstum ohne Gliederung in Einzelwülste.
3. Eine Kümmerfazies, die aus zahlreichen walnuß-faustgroßen Knöllchen aufgebaut ist, die in dichte, gelbe Tonmergel eingelagert sind.
Zu 1.: In diesem Fall wuchsen die Muscheln zunächst direkt auf dem Meeresboden auf, sofern dieser genügend verfestigt war, benutzten aber als Wachstumskern häufig ein Fossilbruchstück oder kleinere Tongerölle und Gesteinsscherben. Von einem solchen Wachstumskern ausgehend bildeten sich dann runde knollige Gebilde, mit konzentrischem Wachstum. Hebt man eine solche „Primärknolle" vom Untergrund ab, so haften an der Unterseite kleine Kalkkörnchen, Schillreste oder Tonscherben. Die Oberfläche solcher Knollen eignete sich anscheinend eher zur Besiedlung; denn — mitunter bereits nach Eindeckung durch eine dünne Tonschicht — wurden solche Knollen erneut besiedelt. Hebt man eine solche „Sekundärknolle" vom Substrat ab, so bietet sich eine Unterseite, die nur aus Schalen von *Placunopsis* besteht, gelegentlich von einer Tonhaut überzogen.
Hat sich einmal eine kleine Erhebung gebildet, so siedeln die Muscheln nicht mehr auf dem Meeresgrund, besonders, wenn in der Normalfazies ein Umschlag zu toniger Sedimentation sich vollzog. Sie benutzen dann nur noch die Primärknollen als Unterlage. Es bilden sich größere Komplexe, die regelhaft ein schalig konzentrisches Wachstum besitzen. Es entstehen große Wülste, die weiterhin in ihrem Wachstum von anderen Riffteilen eingeengt werden können. An den Nahtstellen blieben gelegentlich Hohlräume frei, die mit der erwähnten Brekzie angefüllt zu werden pflegten. Da die Wülste anscheinend während ihres Wachstums keine allzugroße Festigkeit erreichten, und die Schalen maximal 1 mm dick wurden, ist das Höhenwachstum der Wülste jedoch immer geringer als die Ausbreitung in die Horizontale. Wir erhalten auf 25 Schalen erst 1 cm Höhe. Wahrscheinlich erhoben sich die Riffe nicht mehr als einen Meter über dem Meeresboden. Es wurde festgestellt, daß die Muscheln sich nicht nur in der Horizontalen einregelten, sondern, daß sie vor allem auch an den Seiten der Wülste anwuchsen, also in vertikaler Lebensstellung. Da sich immer schalige Gebilde entwickelten, kam es sogar auch zu Anlagerungen an der Unterseite von frei in das Wasser ragenden Wülsten, also zu inversen Lebensstellungen. Dies ist an Anschliffen und angewitterten Knollen deutlich zu erkennen. Es bildeten sich mitunter auch freitragende seitlich ausladende Überhänge in Form einer Hohlkehle, die dann später mit Ton- und Kalkbröckchen ausgefüllt wurden.
Merkwürdig ist die Tatsache, daß Wülste, die sich einmal entwickelt haben und in ihrem Wachstum auf andere stoßen, fast niemals miteinander verschmelzen. Es resultiert immer eine deutlich erkennbare Trennlinie zwischen

zwei gleichzeitig nebeneinander wachsenden Wülsten, wobei jeder die einmal eingeschlagene Richtung beibehält, ebenso den konzentrischen Bau. An den Grenzen der Wülste entstehen dann Winkel zwischen 30 und 70 Grad zwischen den Muscheln verschiedener Wülste. Entweder verzahnen sich dann die Individuen oder sie werden durch hereinrieselnden Tonmergel getrennt. Die Richtung der größten Ausdehnung der Wülste ist jedoch kaum an eine eventuell vorhandene Strömung gebunden, da an verschiedenen Riffklötzen mehrere Richtungen festgestellt wurden. Es kommen sowohl verstärkt nach W. wachsende Partien vor als auch solche, die nach S und E gerichtet sind. Ein Klotz auf der Steinbruchsohle, der allseitig freigelegt wurde, zeigte von einem Zentrum aus nach allen Seiten wachsende Wülste, die sich übereinander legten, sich verzahnten und keine vorherrschende Richtung aufwiesen. (Außenansicht Abb. 3.)

Es ist anzunehmen, daß im normalen Falle die Einzelindividuen immer das Bestreben hatten, sich in geringer Höhe über dem Meeresboden festzusetzen. Sie benutzten dabei als Unterlage eine bereits abgestorbene *Placu-*



Abb. 3: Ausschnitt aus einem 2 m im Durchmesser messenden und 1 m hohen Riffblock, dessen wulstiges, an Lava erinnerndes Äußeres die Trennfugen einzelner sich übereinanderlegender Pfeiler nachzeichnet.

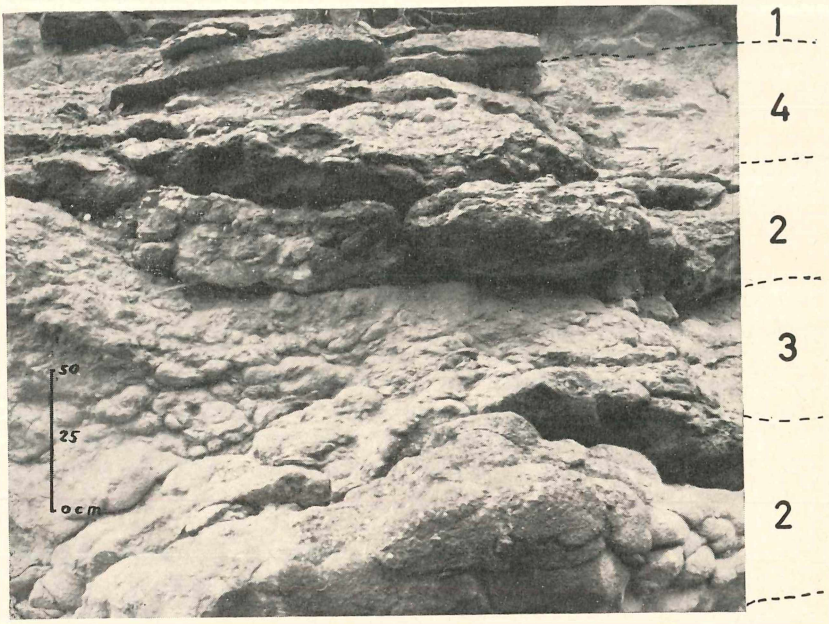


Abb. 6: Ausschnitt aus einem Riff etwa 300 m w. des Riffes in Abb. 1. Der Einfluß der Normalfazies auf die Riffbildung ermöglicht eine Untergliederung, die die Lebensbedingungen zu verschiedenen Zeiten spiegelt.

1. Optimale Bedingungen führen zu bankiger, ungehinderter Auflagerung der Placunopsiden über größere Erstreckung. Die günstigen Lebensbedingungen und die geringe Sedimentation erfordern kein Höhenwachstum.
2. Mächtige, wulstige Stotzen und Pfeiler, in klarem bewegten Wasser gebildet; jedoch stärkeres und unruhigeres Höhenwachstum als bei 1.
3. Kümmerfazies, hervorgerufen durch tonig-mergelige Sedimentation in trübem Wasser. Es bilden sich nur noch kleine Knöllchen, die sofort von Mergeln eingedeckt werden.
4. Rand- und Übergangsfazies, bei toniger Normalfazies. Die Bildung von Placunopsisknollen läßt nach, es schalten sich Kalklagen in Normalfazies ein.

nopsis, deren nicht festgewachsene Klappe davongeschwemmt wurde. Im Normalfall wurde also der Meeresboden gemieden. Es ist anzunehmen, daß die Brut, die sich auf dem Meeresboden ansetzte, normalerweise zu Grunde ging, da sie zu schnell von Sediment eingedeckt wurde.

Zu 2.: Der ideale Fall trat dann ein, wenn weite Strecken des Meeresbodens zur Besiedlung geeignet waren. Wahrscheinlich ist dies eine Folge der Sedimentationsgeschwindigkeit in der Normalfazies. In diesem Fall

entstanden Muschelbänke von größerer Ausdehnung, als die der Wulstkomplexe. Die Muscheln sind dann immer horizontal gelagert, die Mächtigkeit ist im Vergleich zu den wulstigen Stotzen geringer, aber immer noch größer als die der normal sedimentierten Kalke. Diese Bänke haben im Querschnitt Ähnlichkeiten mit entsprechenden Terebratelbänken. Die hangenden Partien in Abb. 6 entsprechen weitgehend diesem Idealfall in der Entwicklung der Riffe. Da auf dem Meeresboden genügend Platz für die heranwachsende und zunächst frei herumschwimmende Brut war, wurde die Fläche des Riffes immer größer, während das Höhenwachstum nachließ. Erst wenn der Meeresboden infolge schnellerer Sedimentation keine Besiedlung mehr erlaubte, entwickelten sich die Riffe in die Höhe, wie unter 1. beschrieben.

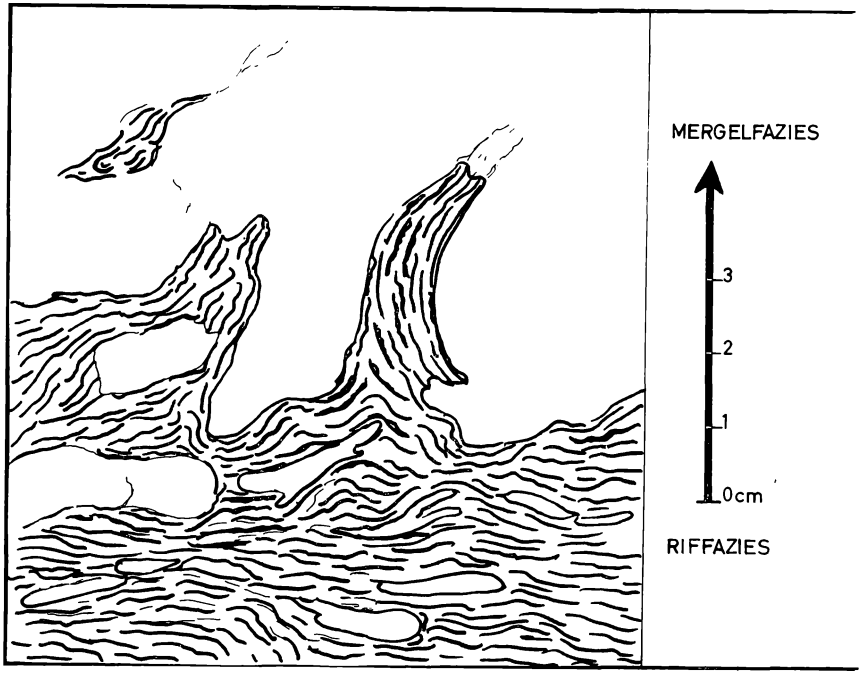


Abb. 5: Schematisierte Zeichnung eines Riffteiles, der durch Überlagerung von Mergeln in seinem Wachstum eingeengt wurde: die Gesamt-Ausdehnung nimmt ab, die Muscheln streben ein schnelles Höhenwachstum infolge schnellerer Sedimentation an, sie ändern die Anlagerungsrichtung. Schließlich wird das Wachstum völlig erstickt von gelblichen Tonmergeln, die schon vorher Lücken ausfüllten.

Zu 3.: Nahm die Sedimentation noch mehr zu — möglicherweise auch bei Änderung der Strömungsverhältnisse —, so entstand eine Kümmerfazies der Riffe. Es kommt nur noch zur Bildung von vereinzelten nuß- bis faustgroßen Knollen von ebenfalls konzentrischem Bau, die regellos in gelbe Tonmergel eingelagert sind (Abb. 6).
Die Sedimentation von Tonmergel in der umgebenden Normalfazies kann schließlich so stark werden, daß sie die Entwicklung der Riffe völlig abschneidet. Ein solcher Vorgang ist in Abb. 5 dargestellt. Im Liegenden haben wir normales Riffwachstum, das allmählich durch eingelagerte Tone aufgelockert wird. Es schieben sich Lücken in die Packung der Placunopsiden ein, die von gelbem Tonmergel erfüllt sind. Das Höhenwachstum nimmt zu. Die Schalen beginnen, sich senkrecht anzuordnen. Schließlich bricht das Wachstum im Hangenden völlig ab.
In den Teilen des Riffes, in denen diese Kümmerfazies vorkam, wurde außerdem eine erhebliche Abnahme der seitlichen Erstreckung festgestellt. Im Falle des w. Riffes im Hohlweg zum Großen Mühlholz werden die Riffbildungen völlig unterbrochen, um im Bereich der „Harten Bank" erneut zu beginnen.

Beziehungen zur Normalfazies

Größe und Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Riffe stehen in direkter Beziehung zum Sedimentationsmilieu, das sich in der Normalfazies dokumentierte.
Als petrographische Einheiten ließen sich im Bereich des Vorkommens der Riffe folgende fünf Schichtglieder der Normalfazies ausscheiden: Im Liegenden die fünf harten Kalklagen unter der Hauptterebratelbank; dann die Tonmergel, die Hauptterebratelbank, die tonige Kiesbank, die „Harte Bank" und als obere Begrenzung der Gelbe Kipper.
Es ließ sich feststellen, daß diese einzelnen Horizonte in den stratigraphisch und zeitlich äquivalenten Riffteilen durch Änderungen im Aufbau der Riffe erkennbar bleiben, obwohl Bankung und Substanz ebenso wie die Mächtigkeit der einzelnen Schichten verändert wurden. Jeweils den härteren Lagen entspricht im Riffbereich die ideale Entwicklung in bankiger, seitlich weit ausgedehnter und geringmächtiger Ausbildung. Dies trifft besonders für die Teile zu, die den fünf Lagen unter der Hauptterebratelbank und der „Harten Bank" entsprechen. Die Hauptterebratelbank projeziert sich schlechter in die Riffe hinein, da sie geringmächtig ist und von Mergeln eingerahmt wird. In der „Harten Bank" gipfelt die Entwicklung der Riffe gegen das Ende ihrer Sedimentation. Abb. 4 zeigt die „Harte Bank" am seitlichen Rand des e. Riffes. Ein *Placunopsis*-„rasen" ist der zu 4/5 in Normalfazies sedimentierten Bank aufgelagert. Gegen das Zentrum des Riffes fortschreitend ist dann die ganze Bank von



Abb. 4: Ein von *Placunopsis ostracina* aufgebauter Fladen liegt auf der Harten Bank. Er zeigt den Beginn der Riffbildung an. Gegen das Zentrum des Riffes wird die ganze Bank durch *Placunopsis* „aufgeschluckt" und wird dann beträchtlich aufgebläht. Auch hier läßt die Anlagerungsweise gerundete, wulstige Formen mit größerer Horizontal- als Vertikalerstreckung entstehen.

Placunopsiden aufgebaut und bläht sich dabei unförmig auf, bis sie völlig im nicht mehr gliederbaren Teil der Riffe aufgeht.

Im w. Bruch setzt mit Beginn der „Harten Bank" die Riffbildung erneut ein, die bereits in den liegenden Mergeln der Kiesbank zum Erliegen kam.

Ist die normal sedimentierte Folge mergelig-tonig, wie im Falle der Schichten unter der Hauptterebratelbank und der Kiesbank im Hangenden, so hat der stratigraphisch und zeitlich entsprechende Riffteil nur geringere seitliche Ausdehnung. Es kommt der beschriebene Normalfall der Riffe zur Entwicklung. Der Meeresboden war wahrscheinlich zu schlikkig, um ein Aufkommen der Brut zu ermöglichen. Das Riffwachstum setzt sich nur dort fort, wo die harten Bänke im Liegenden bereits durch Placunopsis ersetzt wurden und Erhöhungen des Meeresbodens bestanden. Das Bestreben zum Höhenwachstum verstärkte sich. Es ergibt sich die normale, wulstige Ausbildung der Riffe.

An einigen Stellen ist deutlich zu verfolgen, daß die Kiesbank, die mit ihren tonigen Sedimenten in den Riffbereich hineinzieht, durch hohe wulstige Stotzen ersetzt wird und im weiteren Verlauf der Sedimentation an ihnen in die Höhe zieht. Hier entstehen Schrägschichtung und kleinere Rutschungen im Sediment. Bei Anhalten der tonigen Sedimentation wird die normale Ausbildung gegen das Hangende dann durch Kümmerfazies abgelöst. Im w. Bruch kommt die Entwicklung schließlich völlig zum Erliegen. Die Kiesbank deckt das Riff in Form einer umgestülpten Suppenschüssel ein. Das Wachstum lebt mit Beginn der „Harten Bank" noch einmal auf, und wird schließlich vom Gelben Kipper völlig abgeschnitten.

Durch die Abhängigkeit des Riffwachstums vom Sedimentationsmilieu und die Änderungen im Bau der Riffe beim Wechsel von kalkbetonter zu tonigmergeliger Sedimentation ließ sich eine genauere stratigraphische Untergliederung der Riffe durchführen. Das Wachstum der Riffe war dabei der Sedimentation der Normalfazies immer voraus. Der Mächtigkeitsunterschied zwischen Normalfazies und Riffazies betrug in den einzelnen Stadien zwischen 0,1 und 1 m. Am höchsten erhoben sich die Riffe während der Sedimentation der Hauptterebratelbank und besonders der Kiesbank über dem Meeresboden.

Beziehungen zur Quaderkalkfazies

Es erhebt sich die Frage, warum die Massenvorkommen von *Placunopsis ostracina* gerade bei Tiefenstockheim so große Ausdehnung haben, auch, wieso keine größere regionale und stratigraphische Verbreitung vorhanden ist, wenn man einmal von den Vorkommen in Frankreich absieht.

Genau lassen sich Verbreitung und Ursachen der Riffe aus den wenigen Vorkommen noch nicht rekonstruieren. Es ist jedoch anzunehmen, daß der Quaderkalk und die Riffe in einem ursächlichen Zusammenhang stehen. Sie sind gleichzeitig entstanden und stehen in ihrer regionalen Verbreitung in enger Beziehung. In Unterfranken sind neben Tiefenstockheim Vorkommen bei Aub, Langensteinach, Goßmannsdorf und Tückelhausen zu erwähnen. (Wagner 1913, S. 150.) Der Quaderkalk — in der Masse ebenfalls an den stratigraphischen Bereich der Hauptterebratelbank gebunden, — wurde durch besondere Strömungsverhältnisse im Strömungsschatten einer Landzunge, der sogenannten „Gammesfelder Barre" hervorgerufen. Er ist ein Schillkalk, der dort abgelagert wurde, wo die Strömung, die die Schalenfauna zerrieb und transportierte, nachließ. Man kann nun annehmen, daß sich in einem Bereich, in dem die Strömung nicht mehr ausreichte, um Schill zu transportieren — jedoch noch vorhanden war —, den Quaderkalk umgürtend, Placunopsidenriffe ausbilden konnten. In Tiefenstockheim, 2 km von der Grenze der Quaderkalkverbreitung

entfernt, haben die Riffe eine beachtliche Blüte erfahren. Sie konnten hier nicht so schnell von der Schillzufuhr erstickt werden. Die Vorkommen von Tückelhausen dagegen sind höchstens kopfgroß, reichen nicht weit über den engsten Bereich der Hauptterebratelbank und erstickten bald in der Sedimentation des Quaderkalkes. HOFMANN-ROTHE (1962) führt die Tatsache, daß sie überhaupt zur Entwicklung kamen, auf eine Sonderschwelle im Quaderkalkbereich zurück, auf der die Strömung zeitweilig schwächer und die Sedimentation geringer war.
Insgesamt ist der regionale Zusammenhang der Unterfränkischen Placunopsidenriffe mit der Quaderkalkverbreitung deutlicher als der stratigraphische. Alle genannten Vorkommen liegen entweder im Quaderkalkgebiet oder dicht außerhalb. Stratigraphisch deckt sich das Vorkommen der Riffe nicht genau mit den Hauptquaderbänken, die an der Grenze der Verbreitung des Quaderkalkes sich aufspalten und mit ihrem hangenden Teil bis in die Ostrakodentone reichen, während die Riffe mit Einsetzen des Gelben Kippers verschwinden.

Beendigung des Riffwachstums

Der Gelbe Kipper schließt die Entwicklung der Riffe ab. Er ist der stratigraphische Horizont, der die Riffe in Tiefenstockheim eindeckt und überlagert. Er ist über den Riffen 20—30 cm geringmächtiger als in seiner Normalausbildung. Das ist ein Hinweis für das Maß der Erhebung der Riffe über den Meeresboden gegen das Ende ihrer Entwicklung.
Während der Diagenese kam es zu weiteren Beeinflussungen der Riffe. Die Riffliegendschichten wurden leicht eingemuldet, die Hangendschichten sind aufgewölbt. Das Riff enthielt weniger Wasser als das normal sedimentierte Material. Es war kompakter und ließ sich durch den Sedimentdruck weniger zusammenpressen, da nicht so viel Wasser ausgepreßt wurde. Hieraus ergibt sich ebenfalls ein höheres Gewicht der Riffpartien, das eine stärkere Setzung der Liegendschichten bewirkte. Der Gelbe Kipper hat zunächst die Unebenheiten des Meeresbodens völlig ausgeglichen. Da sich andererseits das Riff infolge seiner besonderen Struktur kaum zusammenpressen ließ, resultierte eine sekundäre Beule in den Hangendschichten. Woraus sich ungefähr die Form einer Linse in der Normalfazies ergibt. Die Normalfazies ist also geringmächtiger im Vergleich zu den entsprechenden Riffen. Die Riffe sind während eines Zeitraumes gewachsen, der in der Normalfazies die Schichten von den fünf harten Lagen unter der Hauptterebratelbank bis zum Gelben Kipper umfaßt. Das ergibt in der Gegend von Tiefenstockheim 3,2 m Gestein in der Normalfazies. Demgegenüber stehen die zeitlich und stratigraphisch entsprechenden Riffe mit einer Maximalmächtigkeit von 4,5 m. Die Riffe sind also in ihrem heutigen Zustand 1,3 m mächtiger, als die entsprechenden Gesteine der Normalfazies. Dieser Wert ergibt sich zum großen Teil aus der Tatsache,

daß das Riffwachstum meistens höhere Werte annahm, als normal sedimentierte Schichten. Hinzu kommt, daß die Riffe während der Diagenese weniger stark zusammengepreßt wurden als die normalen kalkig bis tonigen Sedimente. Hieraus resultierte dann die erwähnte sekundäre Aufwölbung des Gelben Kippers über dem Riff.

Literatur

Haltenhoff, M.: Lithologische Untersuchungen im Unteren Muschelkalk von Unterfranken. — Abh. Naturwiss. Verein Würzburg **3**, 1962

Hofmann-Rothe, J.: Erläuterungen zur geologischen Kartierung auf dem SW-Quadranten des Gradabteilungsblattes Ochsenfurt. — Diplomarbeit, Würzburg 1962

Hölder, H.: Das Gefüge eines Placunopsisriffes aus dem Hauptmuschelkalk. — Jber. und Mitt. oberrh. geol. Ver. **43**, Stuttgart 1961

Krumbein, W.: Erläuterungen zur geologischen Kartierung auf dem NW-Quadraten des Gradabteilungsblattes Markt Einersheim. — Diplomarbeit, Würzburg 1963

Rutte, E.: Einführung in die Geologie von Unterfranken. — Würzburg 1957

Schmidt, M.: Die Lebewelt unserer Trias. — Öhringen 1928

Wagner, G.: Beiträge zur Stratigraphie des Oberen Hauptmuschelkalkes und der Unteren Lettenkohle in Franken. — Geol. und paläont. Abh., **12**, Jena 1913

— Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands. — 3. Aufl., Öhringen 1961, S. 44, 673

Wilczewski, N.: Erläuterungen zur geologischen Kartierung auf dem NW-Quadranten des Gradabteilungsblattes Ochsenfurt. — Diplomarbeit, Würzburg 1962

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Krumbein Wolfgang E.

Artikel/Article: Über Riffbildung von Placunopsis ostracina im Muschelkalk von Tiefenstockheim bei Marktbreit in Unterfranken 91-106