

Geol. Paläont. Westf.	18	67–83	18 Abb.	Münster April 1991
--------------------------	----	-------	---------	-----------------------

Gesteinsvielfalt im Riffgebiet um Brilon

Klaus W. Malmshheimer, Hans Mensink † und Rüdiger Stritzke*

Zusammenfassung

Das Briloner Riff durchläuft in seiner Entwicklung ein biostromales Initial- sowie ein biohermales Riffstadium. Dabei ist das Initialstadium durch einheitliche *Sparganophyllum*kalke gekennzeichnet. Mit Beginn des Riffstadiums im Oberen Givetium erfolgt eine Differenzierung des Riffkörpers in Lagune und Riffkern. Infolge der Wellenexposition wird die Sedimentation des Beckens im Süden durch Riffschuttkalke beeinflusst.

Alle Riffsedimente sind zyklisch aufgebaut. Relative Meeresspiegelschwankungen führen zu unterschiedlichen Ablagerungsbedingungen, die sich besonders in der flachen Lagune in einer Folge vollmariner, tidaler und subaerisch beeinflusster Gesteinstypen niederschlagen. Die Zyklizität ist auch im Vorriffgebiet erkennbar, wo Sedimente mit unterschiedlichster Petrographie und verschiedenem Energieindex zum Absatz gelangen. Ferner wird die Vorriffsedimentation durch einen submarinen Vulkanismus geprägt. Auf einem Seeberg unmittelbar am Südrand des Briloner Riffs wächst ein gering dimensioniertes Atoll, das aber sehr produktiv ist und daher seine Umgebung sedimentär stark beeinflusst.

Im höheren Frasnium endet das Riffwachstum vermutlich infolge weltweiter klimatischer Abkühlungen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	67
2. Die Sedimentationsentwicklung	68
2.1. Das Initialstadium	69
2.2. Das Riffstadium	69
2.2.1. Rifftrand	69
2.2.2. Lagune	73
2.2.3. Vorriff	76
2.3. Das Postriffstadium	81
3. Fazit	81
4. Literatur	82

1. Einleitung

Im Verlaufe des Eifeliums bis zum Adorfium wuchsen auf dem Schelf des Old Red Kontinentes – einem Gebiet des heutigen nördlichen Rheinischen Schiefergebirges – zahlreiche Riffe. Dazu gehörte das am Schelfrand gelegene Briloner Riff im nordöstlichen Sauerland zwischen Altenbüren und Bleiwäsche/Madfeld sowie Alme und Brilon/Thülen/Rösenbeck (Abb. 1). Es wurde seit dem letzten Jahrhundert vor allem unter paläontologisch-stratigraphischen Fragestellungen untersucht (STEIN 1860, KAISER 1872, DENCKMANN 1895, HOLZAPFEL 1895, AHRENS 1928, SCHLÜTER 1928). PAECKELMANN & KÜHNE (1936) gliederten im Rahmen der Kartierungen der Blätter Madfeld (4518), Alme (4517), Brilon (4516) und Adorf (4618) die „Massenkalke“ des Briloner und Messinghäuser Sattels. Sie unterschieden zuunterst Schwelmer, darüber Eskesberger und Dorper Kalke mit *Stringocephalus burtini* bzw. *Phillipsastraea*. Neuere, faziell geprägte Arbeiten erfolgten

* Anschrift der Autoren:
 Dr. K. W. Malmshheimer,
 Geologisches Institut der Ruhr-Universität Bochum,
 Universitätsstraße 150,
 4630 Bochum.
 Dr. R. Stritzke,
 Geologisches Landesamt NRW,
 De-Greif-Strasse 195,
 4150 Krefeld.

durch JUX (1960), BAR (1966) und KREBS (1971, 1974). Ersterer fand keinen Unterschied zwischen Schwelmer und Eskesberger Kalk. BÄR beschrieb am Calvarienberg bei Brilon einen oberen und unteren Massenkalk. KREBS deutete das Riffgebiet als Atoll und formulierte die Begriffe Schwelm- und Dorp-Fazies. WAHBA (1978) erzielte ähnliche Ergebnisse wie BÄR (1966). MORITZ (1983) unterteilte u. a. in 2 Bohrungen die Folge in ein Plattform- und Schwellenstadium der Schwelm-, ein Atollstadium der Dorp- sowie ein Kapfenstadium einer Iberg-Fazies. STÄDTER & KOCH (1987) untersuchten ein Riffkalkprofil bei Madfeld sedimentpetrographisch. MAY (1987) bearbeitete lagunäre Schichtfolgen bei Alme.

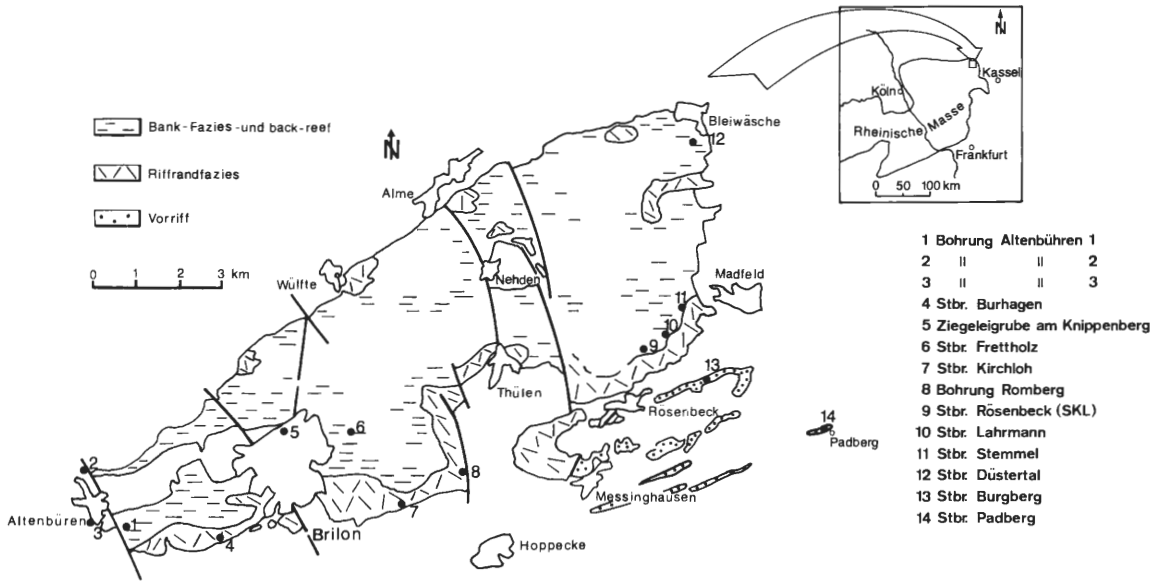


Abb. 1: Das Briloner Riffgebiet im südöstlichen Sauerland. Eingetragen sind die untersuchten Bohrungen und Aufschlüsse (Ziffern 1 bis 14).

Im südlichen Vorriff deutete erstmalig BÄR (1966) die Kalke am Messinghäuser Sattel als Riffschuttsedimente. Die Karbonate des off-reefs, den Padberger Kalk und Flinz, studierten EDER (1971) sowie EDER et al. (1975, 1977).

Die Gesteine der Nachriffzeit sind in erster Linie paläontologisch untersucht. Am Enkenberg erstellte WEDEKIND (1908, 1913) die Ammonoiten-Folge. Weitere klassische Aufschlüsse dazu liegen benachbart bei Nehden/Blatt Alme und Martenberg/Blatt Adorf. SCHMIDT (1925) entwickelte ein Modell zur oberdevonischen Becken- und Schwellengliederung, TUCKER (1973) verfeinerte es faziell.

Durch Kartierungen und Untersuchungen zur Faziesentwicklung der autochthonen und allodapischen Karbonate der Riffzeit selbst und der Nachriffphase gewannen wir ein detaillierteres Bild der Gesteinsvielfalt. Sie spiegelt meist zyklisch wechselnde Ablagerungsbedingungen wider. Die älteren Gesteins- und Fazieseinteilungen ließen sich in den Oberflächenaufschlüssen und den von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe zur Verfügung gestellten Bohrkernen aus dem Projekt Rhenohherzynikum (BRINCKMANN 1981) nicht nachvollziehen.

Im folgenden sind die Faziestypen des Riffandes, der Lagune und des Vorriffs beschrieben, Entwicklungsstadien zugeordnet und paläogeographisch gedeutet. Die Arbeit dokumentiert unseren derzeitigen Arbeitsstand. Die noch fortgeführten Forschungen streben eine genaue Erfassung des Riffes an.

2. Die Sedimentationsentwicklung

Der Riffentwicklung geht im Sauerland allgemein eine tonig-feinklastische Ablagerungszeit voraus: die Tentaculitenschiefer, Briloner Schiefer, Lenneschiefer, Honseler Schichten und Wissenbacher Schiefer seien hier u. a. genannt. Im Initialstadium schalten sich erstmalig und mehrfach Biostrome in die Tonfazies des Schelfgebietes ein, die dann letztlich in die Riffphase der „Massenkalk“ überleiten. In dieser Zeit begann im Vorland des Schelfes ein basischer, submariner Spalten-Vulkanismus, der im Süden der Plattformen zu einer z. T. eng-räumigen Becken- und Schwellengliederung des Meeresbodenes führte. Spätestens im Adorfium endete das Riffwachstum. Allerdings blieb eine teilweise krasse Topographie der Ablagerungsräume im Bereich der Riffe, der Vulkanschwellen und des Beckens bis ins Unterkarbon bestehen.

2.1. Das Initialstadium

Schichten des Initialstadiums sind oberflächlich im Kern des Briloner Sattels in der Ziegeleigrube am Knippenberg in Brilon und nördlich Altenbüren sowie in den Bohrungen Altenbüren 1 bis 3 erschlossen. Es sind faunen- und artenreiche, linsenartig eingelagerte Kalkmergel, die im oberen Teil der Schichtfolgen (Ziegeleigrube) vorherrschend werden und allmählich in die hangende Kalkfolge überleiten (Abb. 2). Solche *Sparganophyllumkalk*-Horizonte sind auch in Altenbüren erbohrt. Nach BRINCKMANN & STOPPEL (im Druck) datierten sie in das obere Givetium.



Abb. 2: Die *Sparganophyllumkalk*-Horizonte dokumentieren das biostromale Initialstadium des Briloner Riffkomplexes. Es sind Wechsellagerungen faunenreicher Kalkmergelbänke mit Tonsteinen. Ziegeleigrube am Knippenberg bei Brilon (Profil 5).

2.2. Das Riffstadium

Riffgesteine sind oberflächlich weit verbreitet. Die autochthone Karbonatbildung ist auf den Schelf zwischen Altenbüren und Bleiwäsche/Madfeld sowie Alme und Rösenbeck, untergeordnet auf den Bereich Messinghausen beschränkt. Die riff-detritischen Kalkablagerungen finden sich vorzugsweise im Süden des Blattes Adorf. Das ergibt die charakteristische Gliederung des Riffgebietes in Riffkern (I), Lagune im Norden (II) und Vor- und off-Riff im Süden (III) (Abb. 3). Der autochthone Riffbereich bei Messinghausen ist, vom Diabas des Messinghäuser Sattels unterlagert, örtlich eng begrenzt im Vorriff gelegen und als isoliertes Atoll gedeutet.

Im folgenden sind ausgewählte Faziestypen der Einzelbereiche dargestellt und dokumentiert, um einen Eindruck der Gesteinsvielfalt zu vermitteln.

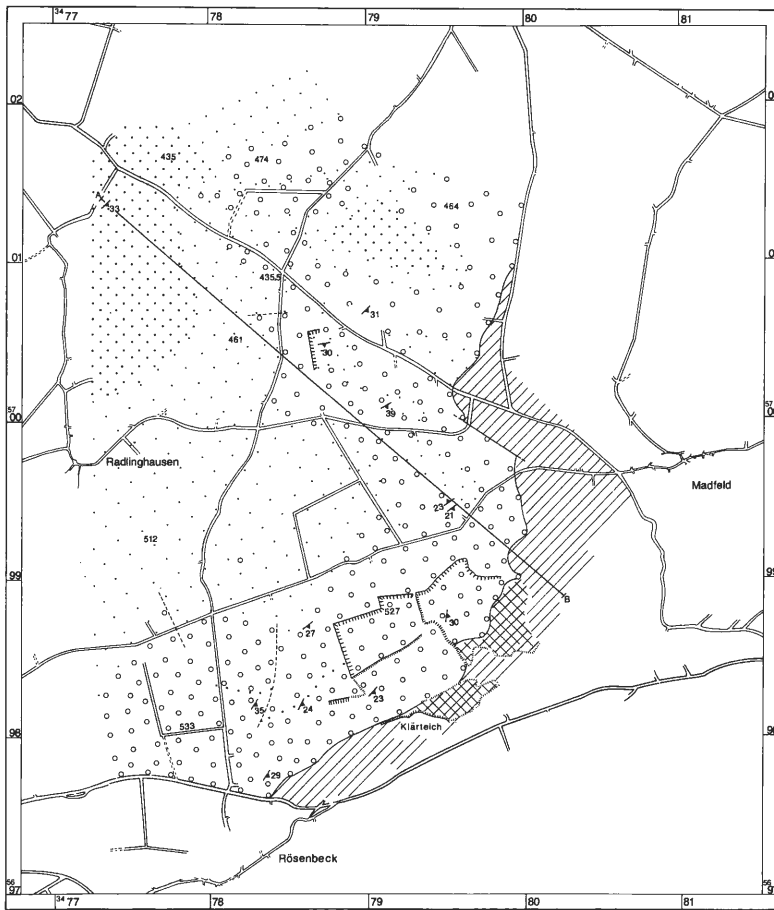
2.2.1. Rifftrand

Der Rifftrand stellt sich als ein überaus uneinheitliches Gebilde heraus, das wahrscheinlich nur wenige Kernzentren (a) besitzt, wie den Südostrand nördlich von Rösenbeck, das Gebiet um den Romberg südlich Brilon und im Bereich der Gesecker Steine. Dazwischen, so am Burhagen und am Kirchloh, befinden sich abgeschirmtere Rifftrandbereiche (b). Am Nordrand haben wir oberflächlich bisher noch keine deutlichen Kernzentren kartieren können.

a) Die Kerngebiete zeichnen sich durch vorherrschende parautochthone Stromatoporen-rud- und -grainstones aus, gelegentlich durchsetzt von autochthonen boundstones einerseits und mikritischen Faziestypen andererseits. Beispielhaft sei der Südostrand durch Kartenbild und Profile dargestellt (Abb. 3).

1. Stromatoporen/Korallen-Fazies (rud- und grainstones)

Sie führt überwiegend Reste kugelig-globulärer und flächiger Stromatoporen, die Durchmesser bis zu 90 cm erreichen. Untergeordnet sind gerade bis weitspannig gewellte Formen, sodann *Stachyodes* und *Tabulata*



- Legende:
- Kulmtonschiefer
 - Kieselige Serie
 - Cypridinschiefer
 - Riffschutt
 - Riffkalke (Riffkern)
bogen- und bioklastisch
 - Mikrit (Lagune)
bituminös, biogenreich
 - Mikrit (Lagune)
bituminös
 - Vulkanite
 - Verwerfung
nachgewiesen/vermutet
 - Streichen und Einfallen der
Schichtflächen (Einfallen in°)
 - Profilschnitt A-B
 - Künstliche Anschüttungen
Haldenmaterial, Schutt, etc.
- } Dinantium + Karbon
 + Henbergium
 }
 } "Massen- Givetium
 + "kalk"
 } Adorfium
 } Devon

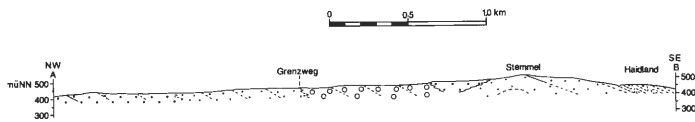


Abb. 3: Das südöstliche Briloner Riffgebiet bei Madfeld (umgezeichnet nach SCHMIDT-BARTELT 1987).

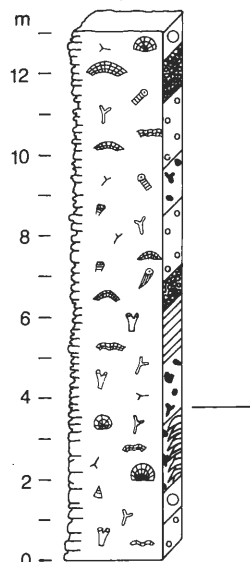


Abb. 4: Profil im Steinbruch Lahrmann (Profil 10). Legende siehe Abb. 7.

sowie vereinzelt Septenkorallen. Diese Faunen sind nicht weit transportiert, gut erhalten, in den rudstones schlecht sortiert und in einer arenitischen Grundmasse überliefert. Foraminiferen, Dasycladaceen, Calcisphären, Brachiopodenschalen und Crinoidenreste sind selten beigemischt. Pelloide, Rindenkörner und Onkoide kommen vor. In den Profilen am Südostrand wechsellagern diese zwei Typen überwiegend (Abb.4).

2. Autochthone Stromatoporen-Fazies (frame- bis bafflestones)

Die kugelig-globulären Stromatoporen machen den Hauptbestandteil des Gesteins aus (bereichsweise bis zu 70 Vol. %). Im Steinbruch Lahrmann und am Stemmel gibt es bis zu 2 m hohe Biostrome. In der Bohrung Romberg sind anscheinend autochthone Stromatoporenhorizonte immer wieder eingeschaltet. Zum Teil gibt es auch Ansammlungen von *Stachyodes*/Amphiporen als Rasenbiostrome. Die Matrix ist dann allerdings mikritisch mit Resten von anderen Stromatoporen, Tabulaten, Crinoiden u. a. Sonst enthält der Arenit noch Pelloide, Rindenkörner, Reste von Brachiopoden, Crinoiden, Foraminiferen, Calcisphären und Ostracoden (Abb. 5).

3. Fossilführende Mikritfazies (float-, wacke-, bindstones)

Sie unterteilen die Profilsäulen wiederholt (Abb. 4). Die mikritisch gebundenen Typen sind teils laminiert und enthalten gelegentlich kennzeichnende Fenstergefüge. Der Fossilgehalt wechselt. Oft herrschen noch Amphiporen und Reste kugelig bis gewellter Stromatoporen vor. Andere Fossilien sind Brachiopodenschalen, Crinoiden, Foraminiferen, Calcisphären, Gastropoden, Ostracoden, sonstige Komponenten Pelloide, Rindenkörner, lumps und Intraklasten. Die komponentenärmeren wacke- bis mudstones führen bevorzugt Amphiporen, Ostracoden, Foraminiferen und Pelloide.

b) Die geschützteren Riffrandbereiche bei Kirchloh und Burhagen sind durch wohlgeschichtete zyklische Wechsellagerungen gekennzeichnet: Stromatoporen-bindstones/rudstones, Biomikrite bzw. Stromatoporen-frame-/baffle/rudstones-Mikrite. Erstere herrschen bei Kirchloh, letztere im Gebiet Burhagen vor.

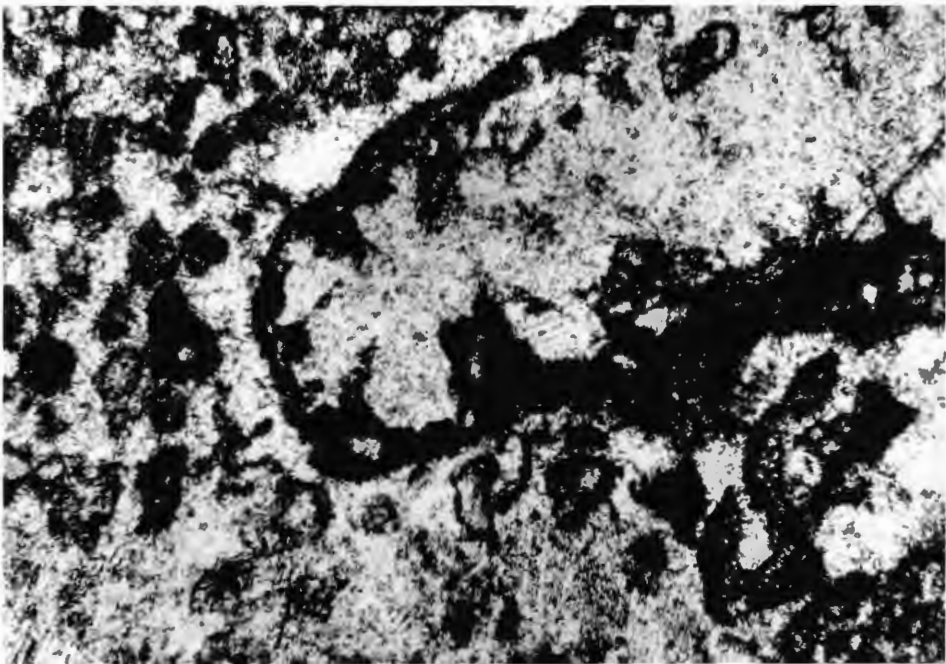


Abb. 5: Autochthone Stromatoporenkalk-Fazies, Amphiporen bilden Rindenkörner. Mitte links befindet sich ein grapestone-Aggregat. Daneben sind mehrere isolierte Biomorphe in krümelig ausgebildeter, arenitischer Grundmasse erhalten. Profil 9.

1. Autochthone Stromatoporen/Alveolites-Fazies (bindstones bzw. frame/baffle-stones)

Die eindrucksvoll erschlossenen bindstones in Kirchloh sind durch ausgedehnt lagige oder flachwellige Stromatoporen/Alveolites-Rasen gekennzeichnet (Abb. 6). Ihre Matrix ist mikritisch, teils sind die Coenostea von Algenkrusten bedeckt. Hin und wieder gibt es Fenstergefüge.

Die frame/bafflestones leiten die stärker lagunär beeinflussten, zyklischen Folgen im Gebiet Burhagen ein. Erstere sind besonders grob gebankt, die kugeligen Stromatoporen stehen in den Biostromen sehr dicht. Stellenweise sind sie von lagigen Stromatoporen überwachsen. In den Zwischenräumen finden sich häufig

Amphiporen oder Stachyodes in situ in einer mikritischen bis fein sparitischen Grundmasse. Oft sind die Hohlräume auch von Detritus der verschiedensten Riffbildner ausgefüllt. Die bafflestones enthalten meist *Stachyodes*, seltener sind sie von Amphiporen, gelegentlich von kugelig/lagigen Stromatoporen gebildet.

Profil: Steinbruch Frettholz

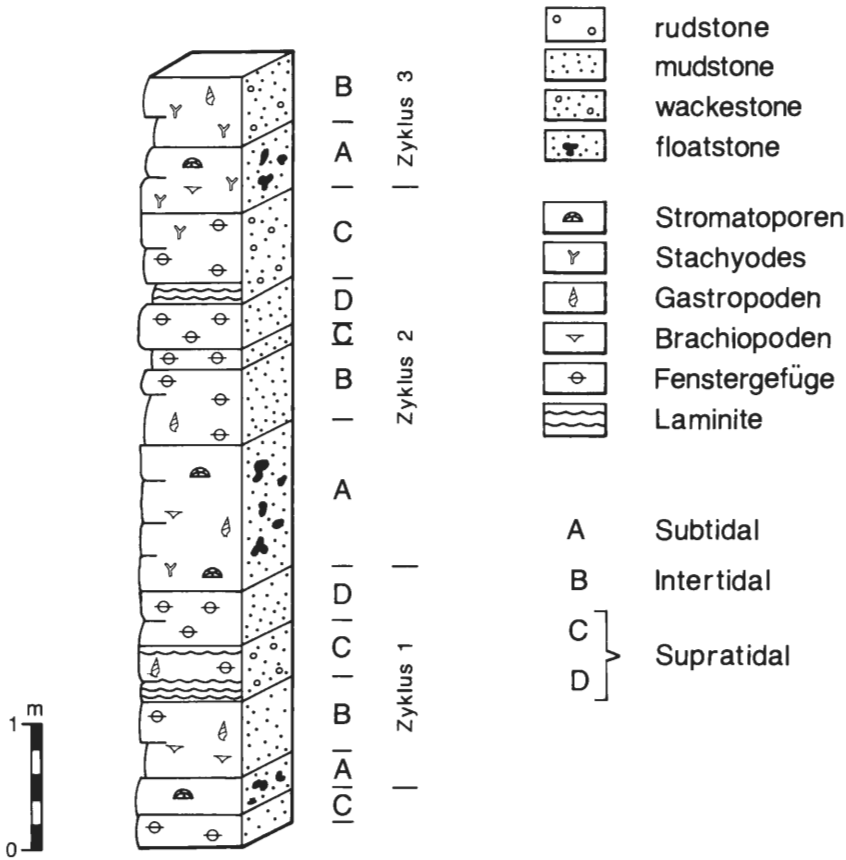


Abb. 6: Shallowing-upwards-Zyklen der Lagune im Steinbruch Frettholz (Profil 6) (umgezeichnet nach MESTERMANN 1988).

2. Detritische Stromatoporen-Fazies (rudstones)

Die sparitische Grundmasse enthält gerundete, schlecht sortierte, große, lagige und dendroide Stromatoporen/*Alveolites*-Fragmente bis max. 10 cm Durchmesser. Im Steinbruch Kirchloh ist der Organismenanteil neben kugelligen/lagigen Stromatoporen und Tabulata durch rugose Korallen, Gastropoden und Brachiopoden und vor allem Crinoidenreste diverser Größe gekennzeichnet. Die detritische Stromatoporen-Fazies bildet in den zyklischen Abfolgen den Mittelabschnitt. Die Korngröße der Schuttmatrix ist zunächst grob und dann nach oben hin zunehmend feiner, *Stachyodes*-Fragmente sind hier zugunsten von Gastropodenresten und Calcisphären selten.

3. Fossilreiche/peloidische Mikrit-Fazies (mud/wackestones)

Die helleren mud- und wackestones bilden in beiden Gebieten wesentliche Teile der oberflächlich erschlossenen Zyklensabfolgen. Im Kirchloh wechseln die durch Fenstergefüge strukturierten Bänke mit rekristallisierten lagigen Stromatoporen. Im Burhagener Gebiet sind die amphiporenhaltigen mudstones peloidischer ausgeprägt, sodann sind tonige Linsen (Muscovit) eingelagert. Den Abschluß des Zyklus bilden hier 30 bis 100 cm dicke Tonhorizonte, in denen mikritische Linsen knollig aufgelöst sind. Sie bestehen ebenfalls ausschließlich aus Muscovit und durchziehen die Schichtfolge als markante rot- oder ockerfarbene Bänder. Stellenweise sind auch rote Peloidkalksteine und Mikrite mit laminierten Hohlraumgefügen ausgebildet. Der erhöhte Tonanteil bzw. die Tonlagen sind vermutlich auf Trockenfallen und Verwitterung zurückzuführen. Dafür sprechen Füllungen mit vadosem Silt.

2.2.2. Lagune

Lagunäre Sedimente sind im Gebiet des Briloner Sattels sowohl in den einzelnen Bohrungen als auch in der Fläche die häufigsten Gesteine. Sie schließen nördlich an die Riffrandgesteine an, aus denen sie allmählich hervorgehen. Es sind überwiegend dunkelgraue, meist deutlich geschichtete Kalklutite. In ihrer Vertikalabfolge dokumentieren sie Regressionszyklen. Solche konnten im Steinbruch Frettholz bei Brilon sowie Düstertal bei Bleiwäsche detailliert untersucht werden. Abb. 7 zeigt einen solchen Idealzyklus im Steinbruch Frettholz. Erschlossen sind hier im basalen Teil dunkle, geringmächtige Lutite, die Schutt aus Riffbildnern und Brachiopoden führen. Sie leiten zu Stromatoporen- und Amphiporenkalken über, die untergeordnet bis zu 5 cm große, kugelige Stromatoporen und Schneckenabrieb führen. Es sind float-, seltener baffle- oder rudstones, deren Grundmasse Peloiden und Intraklasten beherrschen. Diese subtidal abgelagerten Kalksteine markieren den Beginn eines regressiven Zyklus.

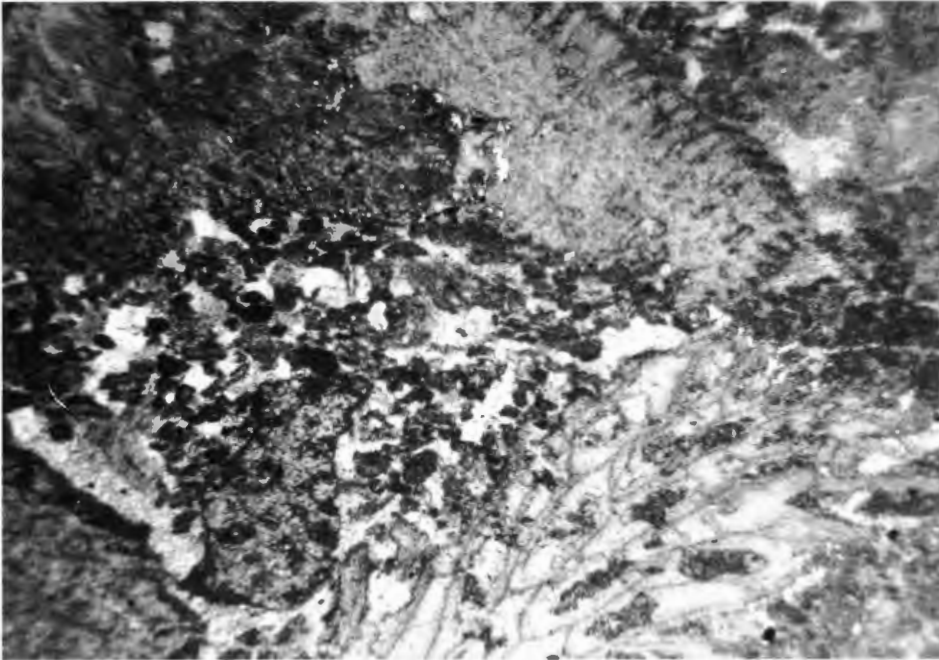


Abb. 7: Stromatoporen-/Amphiporenkalk-Fazies mit Riffbildnerfragmenten. Steinbruch Frettholz (Profil 6). 8 x.

Auf sie folgen Gastropodenkalke, Pelmikrite und Pelsparite mit einer individuenreichen, aber artenarmen Gastropodenfauna (Abb. 8). Die Schalen sind oft vollständig erhalten. Peloiden bis zu 200 cm Durchmesser sowie Intraklasten, seltener Amphiporen- oder Brachiopodenschutt liegen in einer mikritischen oder arenitischen Matrix. Sparitisch zementierte Fenster sind in dieser unregelmäßig verteilt (Abb. 9). Im oberen Teil der Folge häufen sich gelegentlich röhrenförmige Gebilde, die als Schrumpfungsrisse interpretiert werden können. Dies kennzeichnet Ablagerungen im intertidalen Bereich.

Eine weitere Verflachung dokumentieren die hierüber folgenden Fenstergefügekalksteine. Es sind faunenarme Pelmikrite und Pelsparite (wacke- und packstones), in den nur selten Calcisphären auftreten. Das Gefüge wird von planaren und welligen LFA, wechselnd mit LFB-Strukturen, beherrscht. Spalten im LFB-Gefüge werden bis zu 5 mm groß und weisen bis zu 3 Zementgenerationen auf. Ferner treten Röhrenformen auf. Die Matrix wird von Peloiden und Intraklasten sowie Rindenkörnern beherrscht. Diese weit verbreiteten Fenstergefüge wie auch die fehlende Mikrofauna belegen einen flach-intertidalen bis möglicherweise supratidalen Ablagerungsbereich. Der Abschluß eines Zyklus im Supratidalen wird durch Fenstergefügekalksteine mit Internsediment verkörpert. Das Internsediment ist überwiegend Mikrit und Siltit. Es bildete sich durch Lösungsvorgänge unter subaerischen Bedingungen. Über die Lagune verteilt sind Fleckenriffe (patch reefs), biohermale, runde bis ovale Strukturen von 10-25 m Durchmesser. Das Fleckenriff am Stempel bei Madfeld sowie mehrere Fleckenriffe im Steinbruch der Sauerländischen Kalkindustrie an der Straße Bredelar-Rösenbeck wurden detailliert untersucht (Abb. 10). Sie werden von vorwiegend bis zu 90 cm großen, kugeligen Stromatoporen aufgebaut. Vertreten sind zumeist die Gattungen *Actinostroma* und *Heterostroma*. Die einzelnen Individuen folgen dicht auf- und nebeneinander und bilden boundstones. An den Flanken der Fleckenriffe wuchsen Tabulata, dendroide Stromatoporen (*Stachyodes*) und Crinoiden. Sie sind stets von Stromatoporen überkrustet.

Die intrapartikulären Hohlräume der Organismen sind vielfach mit drusig-blockigem Calcit-Zement erfüllt. Die Fleckenriffe dürften im flachen Subtidal, nahe der Wasseroberfläche, gewachsen sein.

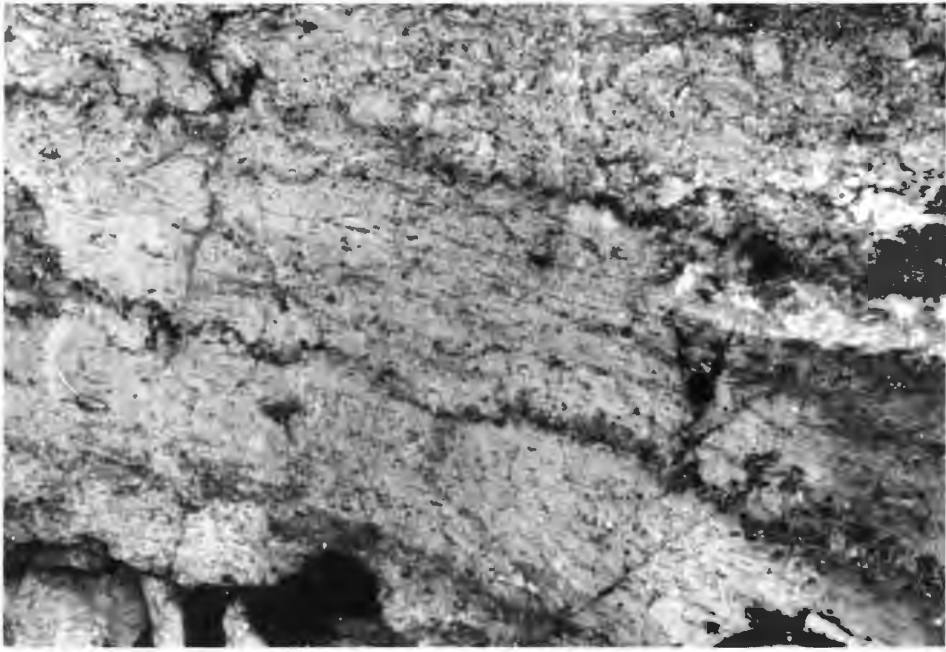


Abb. 8: Gastropodenkalk-Fazies. Gastropoden in vielen unzerbrochenen Schalen. Vereinzelt LF-B-Gefüge. Steinbruch Frettholz (Profil 6). 8 x.

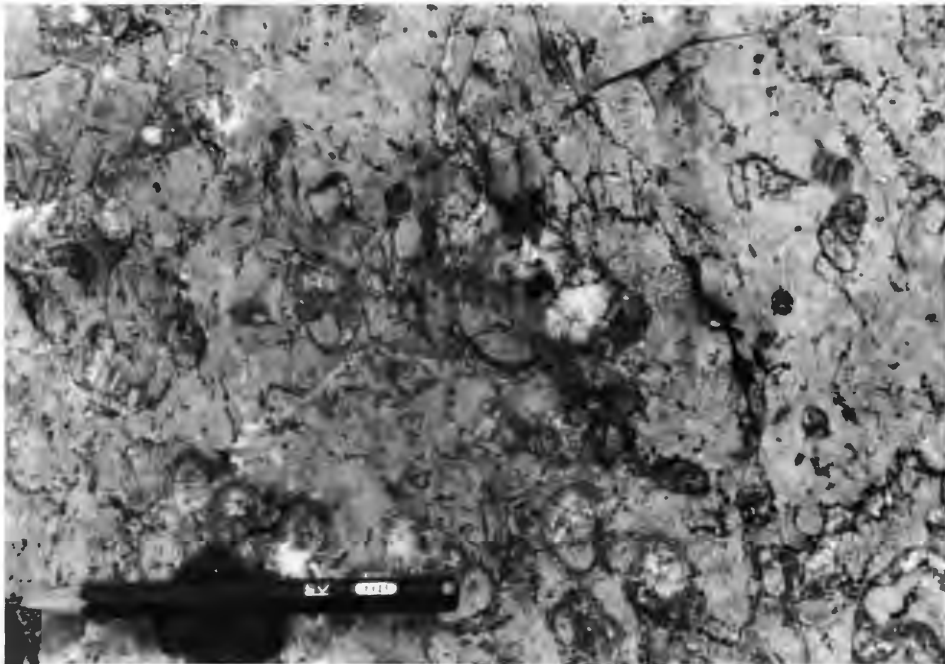


Abb. 9: Fenstergefügekalk mit planaren LF-A- sowie LF-B-Gefügen. Im oberen Drittel sind Stromatoporen- und Amphiporenkalke eines neuen Zyklus sichtbar. Steinbruch Kirchloh (Profil 7).

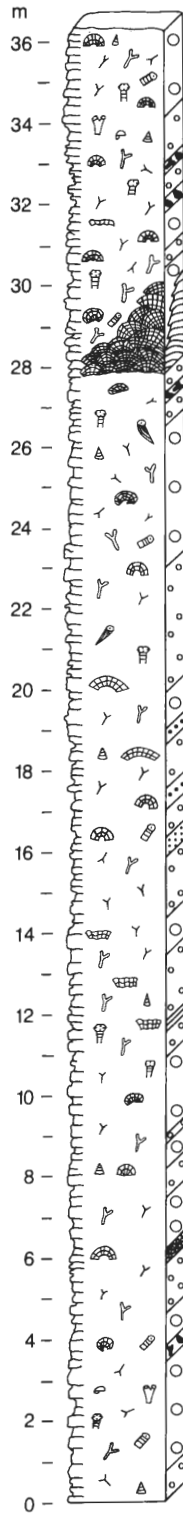


Abb. 10: Profil 9 im Steinbruch der Sauerländischen Kalkindustrie bei Rösenbeck. Legende siehe Abb. 6. (umgezeichnet nach SCHMIDT-BARTELT 1987).

2.2.3. Vorriff

Das Briloner Vorriff ist vornehmlich im Süden und Südosten des Briloner Sattels erschlossen. Das nördliche Vorland wurde während der variszischen Orogenese überfahren (WERNER 1988). Das Vorriffgebiet ist durch Seeberge intensiv in Becken und Schwellen untergliedert. Auf einer dieser Schwellen, dem Gebiet des Messinghäuser Sattels, wuchs im Mittel- und Oberdevon ein isoliertes Riff als Atoll. Das zwischen den Schwellen gelegene Vorriffgebiet wurde durch Riffschutt beeinflusst, der durch Sedimentschwerströme hierher gelangte. Weiter nach Süden und Südosten verliert das Riffgebiet allmählich seinen sedimentären Einfluß. Die Beckensedimente sind hier durch distale Kalkturbidite und Beckenpelite gekennzeichnet.

a) Atoll

Auf dem Messinghäuser Sattel, einem Seeberg, wuchs im Mittel- und Oberdevon ein Atoll. Im Gegensatz zu LITTMANN (1987), der eine Ausdehnung des Atolls über den gesamten Spezialsattel vermutete, erbrachte eine Spezialkartierung (FÖBINGER, in Vorber.) den Nachweis seines Zentrums mit einer Lagune auf dem Sticklenberg. Ausläufer des Atolls finden sich bis zum Steinbruch „Kalkofen“ in Messinghausen (Abb. 11). Die Fazies ist recht einheitlich. Die wellenexponierten Teile sind als Korallen-Framestone entwickelt (Abb. 12). Koloniale und solitäre rugose Korallen sind die meist in situ erhaltenen Gesteinsbildner. Der Durchmesser der Polypare schwankt bei den solitären Formen um 4-6 mm, ihre Länge um 2 cm. Daneben gibt es vereinzelt Stromatoporen und Brachiopoden. Der Kontakt der Biogene untereinander ist intensiv (Punkt- bis Flächenkontakt), der Offenheitsgrad gering. Sie nehmen ca. 40% des Gesamtvolumens ein. Die Grundmasse bilden vornehmlich grober (um 1 mm) Abrieb der Korallen, Stromatoporen und Brachiopoden, ferner Schnecken. Das Restvolumen ist mikrosparitisch zementiert.

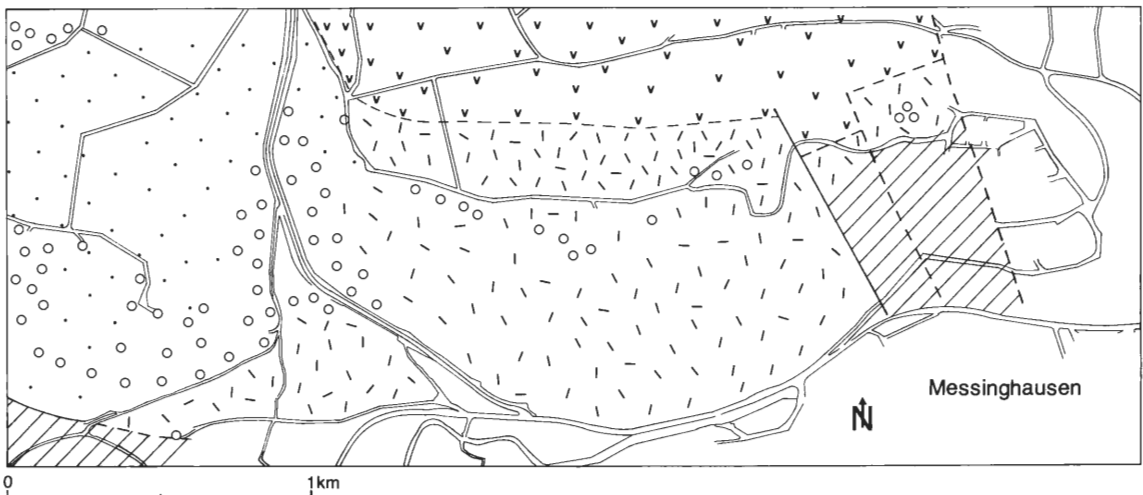


Abb. 11: Das Atoll bei Messinghausen. Der Kern mit Lagune ist im Westteil erschlossen. Legende siehe Abb. 3.

Auf dem Sticklenberg ist die Lagune entwickelt. Das hier vorherrschende Gestein ist ein Korallen-Brachiopoden-Floatstone (Abb. 13). Biogene sind bis zu 3 cm lange solitäre Rugosa in Lebensstellung, vollständige Brachiopodenschalen sowie untergeordnet laminare Stromatoporen geringer Länge. Der Anteil der Biogene am Gesamtvolumen beträgt 15-20%. Sie liegen locker verstreut in einer vorwiegend krümelhaltigen Matrix, in der sich in geringen Anteilen kleine (bis 2 mm) Bruchstücke von Korallen, Brachiopoden sowie Schnecken finden. Das restliche Porenvolumen (um 5%) ist mikrosparitisch zementiert.

Dem Atoll sind auf der Beckenseite (im Süden und Südosten, Abb. 11) proximale Riffschuttkalke vorwiegend der riffnahen Mikrit-Fazies (s. u.) vorgelagert.

b) Riffschutt

Im riffnahen Bereich Burgberg-Enkenberg (Abb. 14) sind die Riffschuttgesteine hell- bis mittelgrau, seltener dunkelgrauschwarz, dickbankig, zum Teil gradiert oder an Bankober- und -untergrenzen zerschert. Der Fossilgehalt in feiner Grundmasse ist reich. Rifferner trennen immer dünne Tonsteine die meist crinoidenreichen, gradierten, dunklen Kalkbänke. Im Raum südlich Bredelar und östlich Padberg (Abb. 15) sind diese Kalkareni-

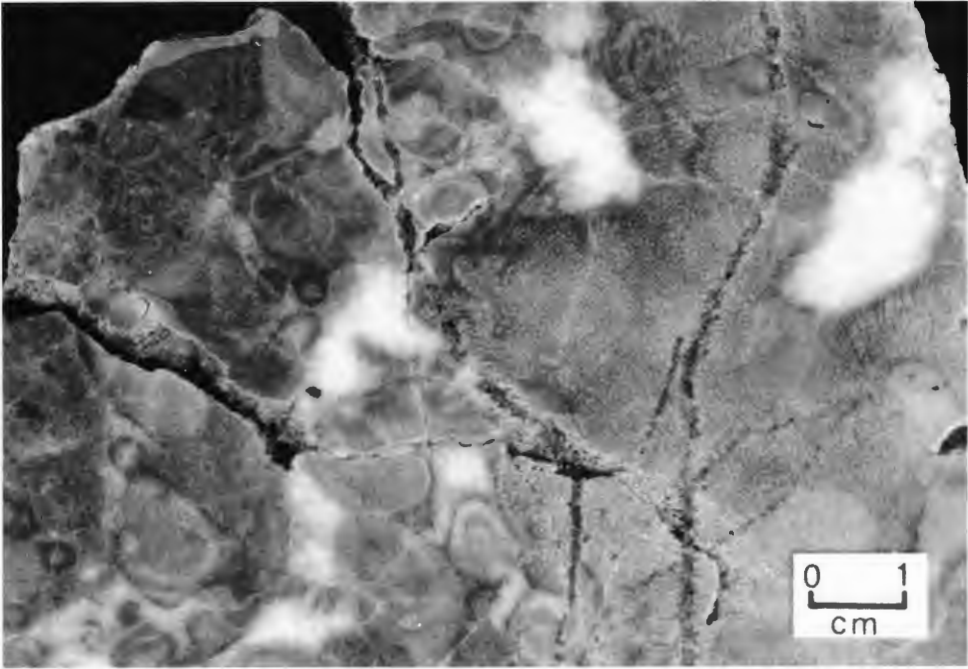


Abb. 12: Korallenkalkfazies des Atolls bei Messinghausen. Solitäre (links) und koloniale Rugosa (rechts) bilden einen framestone.

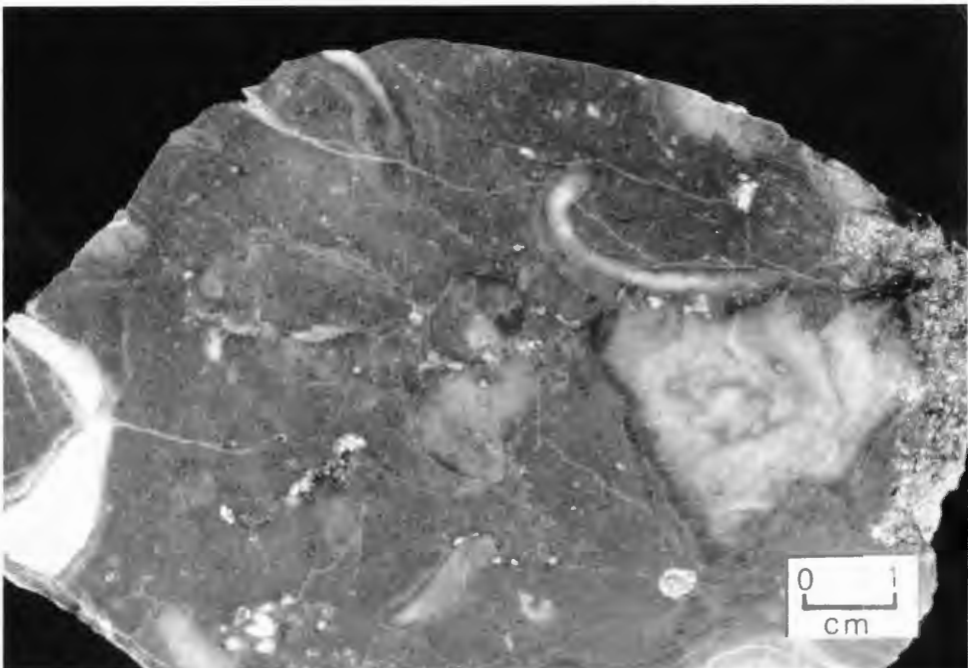


Abb. 13: Korallen-Brachiopodenkalk-Fazies des Atolls bei Messinghausen. Koloniale und solitäre Rugosa sowie unzerbrochene Brachiopodenschalen sind die biogenen Bestandteile dieses floatstones.

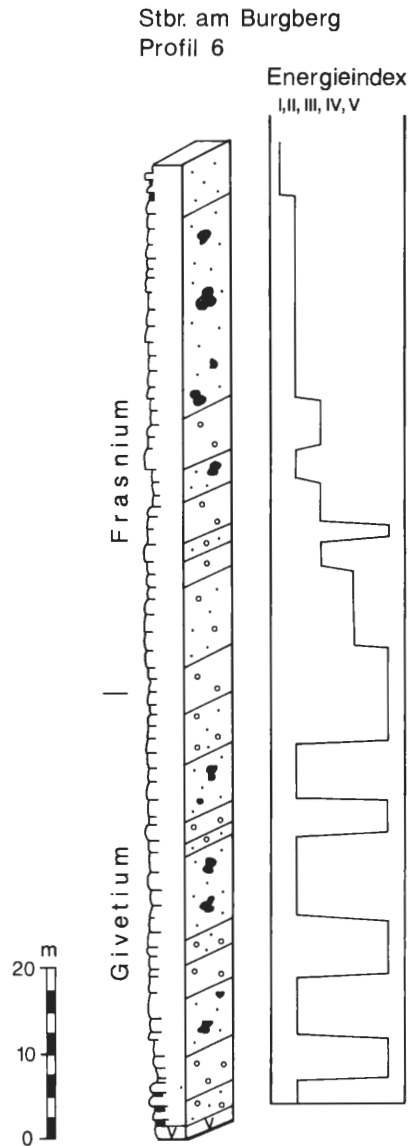


Abb. 14: Das Burgberg-Profil (13) im proximalen Vorriffgebiet. Die aus den Mikrofazies-Typen abgeleiteten Energie-Indizes dokumentieren eine zyklische Sedimentation besonders im Givetium. Legende siehe Abb. 6.

te mittel- bis dunkelgrau, 25 cm dick bis plattig, gelegentlich flaserig oder knollig, bituminös und wechseln mit bis zu 15 cm dicken graugrünen Ton- und Siltsteinen. Nach Südosten nimmt der klastische Anteil weiter zu. Die Ton- und Siltsteine sind bröckelig, etwas glimmerhaltig, rötlich oder dunkelgraugrün. Bis 5 cm dünne Sandbänkchen, Kalkknollenhorizonte und Tuffitlagen sind eingeschaltet. Die genannten Kalksteine des proximalen und distalen fore-reef-Bereiches gehören verschiedenen Faziestypen an:

a) Die detritische Stromatoporen-Korallen-Fazies (Abb. 16) setzt sich aus zerbrochenen, großen Stromatoporen und Korallen zusammen. Crinoidendebris ist häufig. Seltener sind Brachiopoden, Aggregat- und Rindenkörner. Die Matrix ist krümelig-mikritisch.

b) Die riffnahe Mikrit-Fazies führt große Bruchstücke rugoser Korallen, kugelförmiger Stromatoporen, Crinoidenstielglieder und Brachiopodenreste sowie Klaster von Cephalopoden und Bryozoen, Aggregatkörner, Intraklasten und Calcisphären. Die häufig umkrusteten Komponenten lagern zum Teil dicht gepackt in einer mikritischen bis mikrosparitischen Grundmasse.

c) Die Crinoiden-Brachiopoden-Mikritfazies (Abb. 17) enthält Aggregatkörner, Intraklasten, Korallenbruchstücke, Crinoiden und Brachiopodenschalen, in riffernen Gebieten auch Tentaculiten. Die Biogene sind häufig gradiert. Die Grundmasse ist ein Mikrit.

d) Die Crinoiden-Mikritfazies ist durch häufige Crinoidenstielglieder in einer mikritischen Grundmasse gekennzeichnet. Selten sind Muschel- und Ostracodenschalen, Calcisphären, Foraminiferen, Korallenreste und Aggregatkörner.

Stbr. Padberg Profil 7

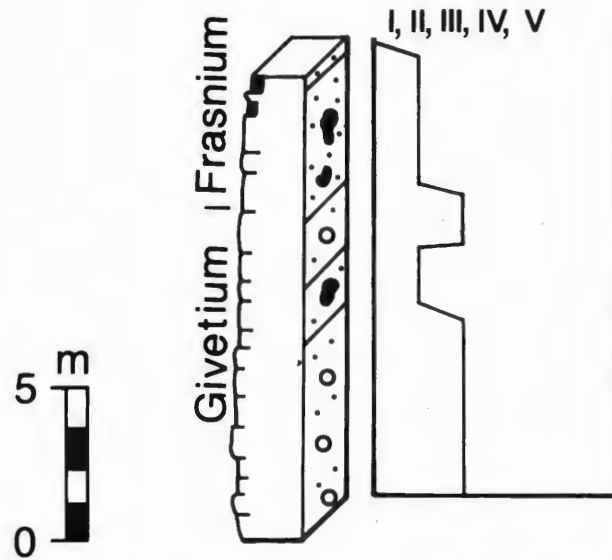


Abb. 15: Profil im Steinbruch Padberg (14) im distalen Vorriffgebiet. Eine zyklische Sedimentation wie im proximalen Vorriff ist hier kaum erkennbar. Legende siehe Abb. 6.

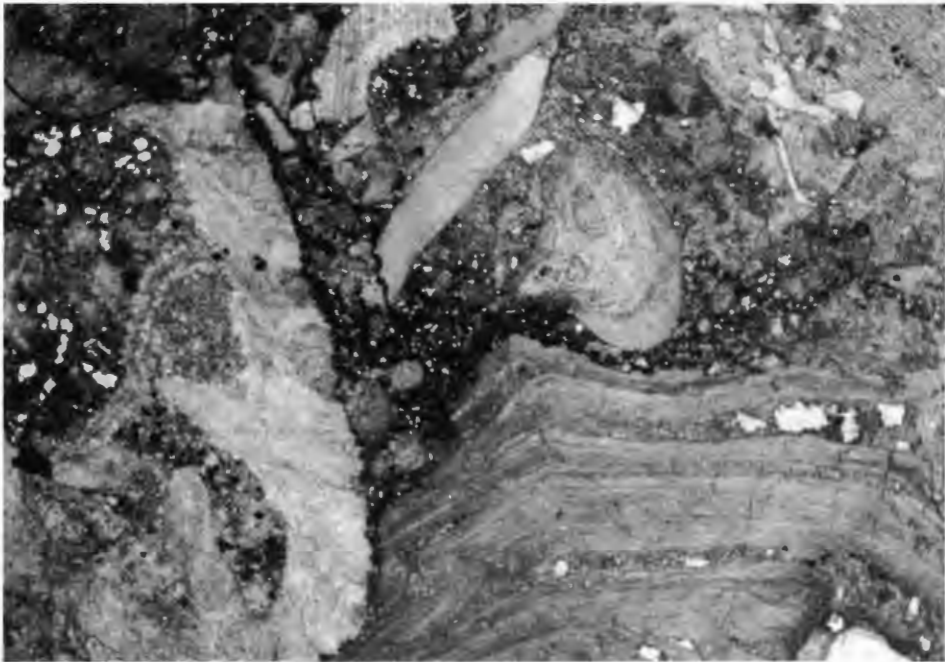


Abb. 16: Detritische Stromatoporenkalk-Fazies. Das Gestein wird von Stromatoporen (unten), Korallen (links), Brachiopoden (Mitte oben) und Crinoiden (oben links und rechts) aufgebaut. Profil Burgberg (13). 8,5 x.

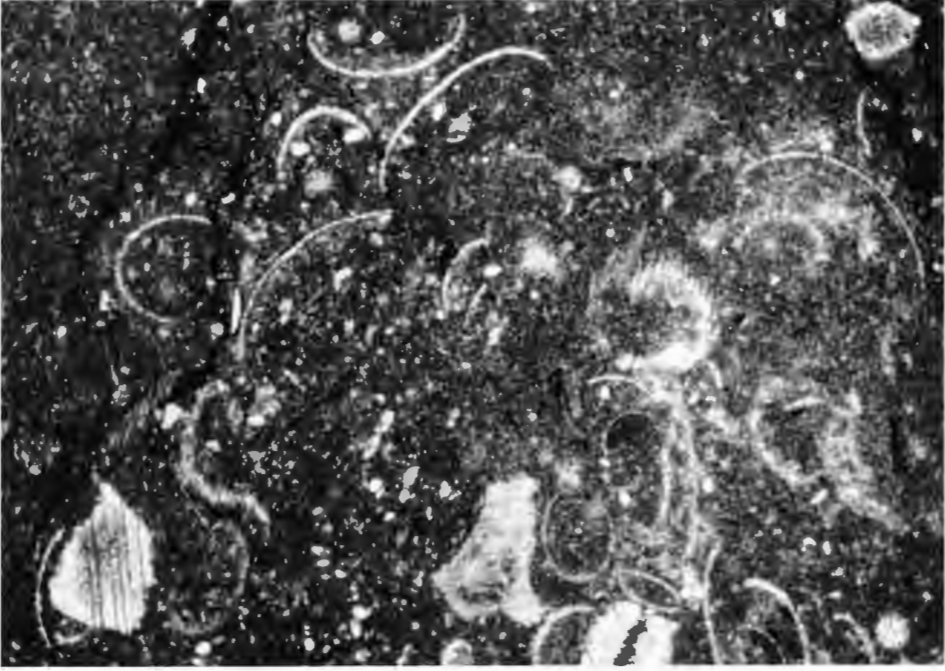


Abb. 17: Crinoiden-Brachiopoden-Mikritfazies. Lockere Ansammlung von Crinoiden und Brachiopoden. Profil Burgberg (13). 8,5 x.

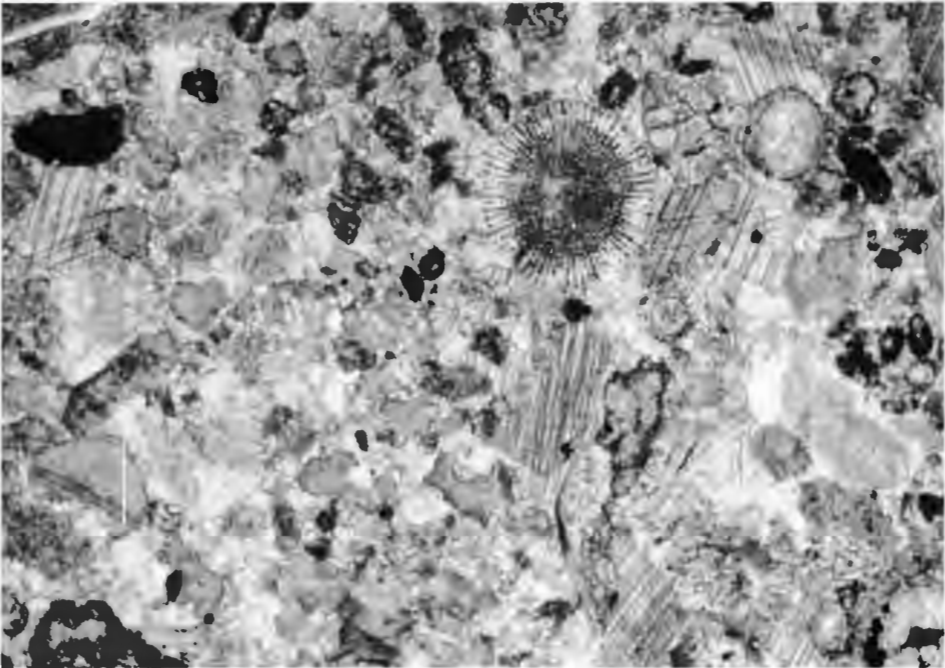


Abb. 18: Korallen-Stromatoporen-Arenitfazies, Gesteinsbildner sind Korallen (Mitte links) und zumeist rekristallisierte Crinoiden. Matrix arenitisch. Profil Burgberg (13). 8,5 x.

- e) Die Crinoiden-Tentaculiten-Mikritfazies ist durch Crinoiden und Tentaculitenreste charakterisiert. Sie sind häufig in den unteren Bankabschnitten angehäuft und eingeregelt. Brachiopodenschalen sind beigemengt.
- f) Die Biomikrit-Fazies ist arm an unregelmäßig verteilten Komponenten. Crinoidenstielglieder, Korallen- und Brachiopodendebris und Tentaculitenreste machen bis 10% aus.
- g) Die Korallen-Stromatoporen-Arenitfazies (Abb. 18) führt in einer arenitischen Grundmasse Bruchstücke von Stromatoporen, Korallen und Brachiopoden. Die häufig mehrfach zementierten Bioklasten sind ungerundet. Mikritische Matrix hielt sich nur im Strömungsschatten größerer Komponenten. Crinoiden sind häufig.
- h) Die schwach ausgewaschene Crinoiden-Arenitfazies besteht aus ungerundeten, randlich mikritisierten Crinoidenstielgliedern, Brachiopodenklasten, Tentaculiten und Peloidkrümeln, die zusammen in einer arenitischen und mikritischen Grundmasse verteilt sind.
- i) Die Bioarenit-Fazies führt nur bis zu 20% an Biokomponenten. Es sind Crinoidenstielglieder, Korallenbruchstücke, Tentaculiten, Brachiopodenschalen und Calcisphären.

2.3. Das Postriffstadium

Das Riff stirbt im Frasnium ab, dabei beckenwärts etwas früher als in den zum Schelf orientierten Teilen. Anschließend werden im Famennium nur randliche Teile des abgestorbenen Riffes von Peliten (Cypridinen-Tonsteine) überdeckt. Große Teile des Riffkörpers bleiben lange Zeit unbedeckt. Schon im obersten Adorfium begann die Verkarstung. Schlotten wurden mit oberdevonischen und unterkarbonischen Sedimenten gefüllt. Die Reliefbildung des Riffs war im Unterkarbon soweit fortgeschritten, daß flachere Teile von kieselkalkzeitlichen Sedimenten, höherliegende Bereiche erst von Kulmtonschiefern bedeckt wurden.

Im Vorriffgebiet ist die Nachriffzeit durch den faziellen Gegensatz der Beckenpelite (Cypridinen-schiefer) und der Schwellenkalke (Cephalopodenkalke) geprägt. Letztere sind autochthone Bildungen, die oft mit Erosionsschutt des abgestorbenen Riffes oder neu gebildeter Crinoidenbauten wechsellagern. Zunächst sind diese Kalke im ehemaligen proximalen Vorriff verbreitet, weichen aber im Laufe des Famenniums den Peliten. Während dieser Zeit bleibt das abgestorbene Riff zunächst noch in Meeresspiegellhöhe.

Im Unterkarbon wird das Relief weiter ausgeglichen. Die Fazies ist einheitlich pelitisch (Alaunschiefer, Radiolarite). Das Riff ist aber noch nicht vollständig bedeckt: Verkarstungen und Schuttkalke gibt es auch in dieser Zeit, vor allem im Ostteil.

3. Fazit

Die vielfältigen Gesteinsarten entstanden im lagunären Stillwasser, am Rifftrand und im Bewegtwasserbereich des Vorriffs in zyklischen Wechsellagen. Es sind vornehmlich regressive Zyklen. Sie sind infolge der geringen Wasserüberdeckung im eigentlichen Riff am deutlichsten entwickelt. Relative Meeresspiegelschwankungen führten hier zu abwechselnden vollmarinen, tidalen und subaerischen Einflüssen. Dabei erlauben die jeweiligen Dicken einzelner Zyklusglieder sowie die Vollständigkeit einzelner Gesamtzyklen Aussagen über die Schelfposition. Im detailliert untersuchten Steinbruch Frettholz beginnt jeder Zyklus mit mikritischen, faunenreichen Kalken des Subtidals, gefolgt von intertidal gebildeten Peloidkalken mit Gastropoden sowie inter- bis supratidalen Kalken mit Fenstergefügen. Den Abschluß eines Zyklus bilden gelegentlich Kalke, deren Fenstergefüge Internsediment enthält. Diese Dokumente trockenengefallener Lagunenbereiche sind im Innern der Lagune (Bereich Bleiwäsche) häufiger. Zyklen finden sich auch in rifftrandnah abgelagerten Kalksteinen. Am Riffsüdrand (Steinbruch Kirchloh) wechseln dickbankige Stromatoporen-frame- und -rudstones des Subtidals mit Stromatoporen-bindstones des Intertidals.

Die Zyklizität findet sich auch im Vorriffbereich wieder (STRITZKE 1989) (Abb. 14, 15). Sie ist hier allerdings weniger deutlich ausgeprägt.

Regressive Karbonatsequenzen, die mit plötzlichen transgressiven events beginnen, sind oft beschrieben. Einen der Briloner Abfolge ähnlichen mitteldevonischen Kalkzyklus beschrieb KREBS (1969) aus der Eifel.

Zyklische Sedimentation wird oft durch tektonisch bedingte Absenkung bzw. Hebung oder eustatischen Meeresspiegelanstieg erklärt. EBERLI & GINSBURG (1988) erklären zyklische Sedimentfolgen durch Sturmfluten, die Sediment in den Supratidalbereich bringen. Nach PRATT & JAMES (1986) entstehen Karbonatzyklen durch wandernde Karbonatinseln im Gezeitenraum. Wenn auch im Einzelfall für den Briloner Rifftrand- und -lagunenbereich derartige Einflüsse nicht ausgeschlossen werden können, scheint die tiefere Ursache eustatisch oder tektonisch zu sein, da Zyklen weit verbreitet sind und sich auch im Vorriff finden. Dabei dürften die Subsidenzbewegungen des Briloner Blocks, einer tektonisch aktiven Zone im Bereich des Altenbürener Lineaments, die wesentliche Ursache sein (vgl. KREBS 1968, UFFENORDE 1976, WERNER 1988, BRINKMANN & STOPPEL, im Druck).

Im höheren Frasnium stirbt das Riff ab. Dabei ist der Niedergang diachron (STRITZKE 1986). Die tiefere Ursache für das weltweite Riffsterben im Oberdevon wird gegensätzlich diskutiert. Sehr einleuchtend, da mit vielen Beobachtungen vereinbar, ist die Annahme, daß eine klimatische Abkühlung infolge von Kontinentalverschiebungen die Hauptursache des Riffsterbens war (STANLEY 1988).

4. Literatur

- AHRENS, W. (1929): Die devonischen Eruptivgesteine des östlichen Sauerlandes. 1. Teil: Die Diabase des höheren Mittel- und Oberdevons. – Geol. Jb., **2**: 947-994, 18 Abb.; Berlin.
- BÄR, P. (1966): Stratigraphie, Fazies und Tektonik am Briloner Massenkalksattel (Ostsauerland). – Diss. Univ. Gießen, 31 S.; Gießen.
- BRINCKMANN, J. & STOPPEL, D. (im Druck): Zur Geologie des Briloner Riffs – Ergebnisse eines Kernbohrprogrammes. – Geol. Jb., **D95**; Hannover.
- BRINCKMANN, J. (1981): Projekt Rhenoharzynikum. Untersuchung der Metallverteilung in geosynklinalen Sedimenten des Rhenoharzynikums in stratiformen Konzentrationen. Bericht über das Kernbohrprogramm im Briloner Riffkalkkomplex. – unveröff. Bericht B.-Anst. f. Geowiss. u. Rohst., 129 S., 21 Abb.; Hannover.
- DENCKMANN, A. (1895): Zur Stratigraphie des Oberdevons im Kellerwalde und in einigen benachbarten Devon-Gebieten. – Jb. preuß. geol. L.-Anst. (f. 1894), **15**: 8-64, 4 Abb., 4 Tab., 1 Taf.; Berlin.
- EBERLI, G. P. & GINSBURG, R. N. (1988): The potential of platform carbonates to record eustatic sea-level fluctuations – exemplified on seismic data from the Great Bahama Bank. – Colloque paléobathymétrie, eustatisme et séquences de dépôts, Marseille 1988, Bd. 5, S. 61.
- EDER, F. W. (1971): Riff-nahe detritische Kalke bei Balve im Rheinischen Schiefergebirge (Mittel-Devon, Garbecker Kalk). – Göttinger Arb. Geol. Paläont., **10**: 1-66, 14 Abb., 6 Tab., 5 Taf.; Göttingen.
- EDER, F. W., ENGEL, W., FRANKE, W., LANGENSTRASSEN, F., WALLISER, D. H. & WITTEN, W. (1977): Überblick über die paläogeographische Entwicklung des östlichen Rheinischen Schiefergebirges. – in: Bender, P. et al. (eds.): Paläogeographische Entwicklung des östlichen Rheinischen Schiefergebirges, demonstriert an einem Querschnitt. – Exkursionsführer Geotagung '77, Exkursion A: 2-57, 26 Abb.; Göttingen.
- EDER, W., ENGEL, W. & FRANKE, W. (1975): Facies distribution of the Middle/Upper Devonian Reef and contemporaneous limestone-turbidites. – In Flügel, E. (Hrsg.): International Symp. Fossil Algae, Erlangen 1975, Guide Book: 37-43, 2 Abb.; Erlangen.
- FÖBINGER, F. (1990): Zur Geologie des Gebietes zwischen der Landstraße 870 Brilon-Bredelar im Norden, der Bundesstraße 7 im Süden sowie zwischen den Rechtswerten 3476 bis 3478 auf den MTB 4614 Brilon, 4517 Alme und 4518 Madfeld. – Dipl.-Arbeit Univ. Bochum (in Vorb.); Bochum.
- HOLZAPFEL, E. (1895): Das Obere Mitteldevon im Rheinischen Gebirge. – Abh. Kgl. preuß. geol. L.-Anst., N. F. **16**: 459 S., 19 Taf.; Berlin.
- JUX, U. (1960): Die devonischen Riffe im Rheinischen Schiefergebirge. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **110** (1/2): 186-258, 7 Abb.; 18 Taf.; Stuttgart.
- KAYSER, E. (1872): Studien aus dem Gebiet des rheinischen Devons III. – Die Fauna des Roteisensteins von Brilon in Westfalen. – Z. dt. geol. Ges., **24**: 653-690, 6 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- KREBS, W. (1968): Facies types of the Devonian back-reef limestones in the Eastern Rhenish Schiefergebirge. – in: Müller, G. & Friedman, G. M. (eds.): Recent development in Carbonate Sedimentology in Central Europe, S. 186-195, 6 Abb., 2 Tab.; Berlin.
- (1969): Early void-filling cementation in Devonian fore-reef limestones (Germany). – Sedimentology, **12**: 279-299, 8 Abb., 1 Tab.; Oxford.
- (1971): Devonian Reef Limestones in the Eastern Rhenish Schiefergebirge. – in: Sedimentology of parts of Central Europe: 45-81, 32 Abb., 4 Tab.; Heidelberg.
- (1974): Devonian Carbonate Complexes of Central Europe. – Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ. No **18**: 155-208, 25 Abb., 10 Tab.; Tulsa.
- LITTMANN, P. (1987): Der Massenkalksattel von Messinghausen – die Entwicklung einer mittel- bis oberdevonischen Karbonatplattform. – Heidelberger geowiss. Abh., **8**: 151-153, 1 Abb.; Heidelberg.
- MAY, A. (1987): Der Massenkalk (Devon) nördlich von Brilon (Sauerland). – Geol. Paläont. Westf., **10**: 51-84, 12 Abb., 1 Tab.; Münster.
- MESTERMANN, B. (1988): Fenstergefüge in einem lagunären Kalkzyklus des Briloner Riffes nördlich Brilon. – Dipl.-Arbeit Univ. Bochum: 48 S., 23 Abb.; Bochum. – [unveröff.]
- MORITZ, W. (1983): Fazies und Diagenese des Briloner Karbonatkomplexes anhand einiger ausgewählter Bohrungen. – Diss. TU Braunschweig, 180 S.; Braunschweig.
- PAECKELMANN, W. & Kühne, F. (1936): Geologische Spezialkarte von Preußen und angrenzenden Gebieten 1:25 000, Blatt Madfeld, mit Erl., Lfg. 341; Berlin.
- PRATT B. R. & JAMES, N. P. (1986): The St. George Group (Lower Ordovician) of western Newfoundland: tidal flat island model for carbonate sedimentation in shallow epeiric Seas. – Sedimentology, **33** (3): 313-343, 25 Abb.; Oxford.
- SCHLÜTER, H. (1928): Das Mitteldevon im oberen Diemelgebiete und der geologische Bau des Martenberges bei Adorf. – Geol. Jb., **48**: 175-214, 13 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Berlin.

- SCHMIDT, H. (1925): Die carbonischen Goniatiten Deutschlands. – Jb. preuß. geol. L.-A., **45**: 489-609, 3 Abb., 8 Taf.; Berlin.
- SCHMIDT-BARTELT, D. (1987): Die Fazies des Massenkalkes am Südostrand des Briloner Sattels. – Dipl.-Kart. Univ. Bochum: 42 S., 13 Abb., 2 Anl.; Bochum. – [unveröff.]
- STÄDTER, T. & KOCH, R. (1987): Mikrofazielle und diagenetische Entwicklung einer devonischen Karbonatfolge (Givet) am SW-Rand des Briloner Sattels. – Facies, **17**: 215-230, 5 Abb., 2 Taf.; Erlangen.
- STANLEY, S. M. (1988): Climatic cooling and Mass Extinction of Paleozoic Reef Communities. – Palaios, **3** (2): 228-232, 2 Abb.; Tulsa.
- STEIN, R. (1860): Geognostische Beschreibung der Umgebung von Brilon. – Z. dtsh. geol. Ges., **12**: 208-272; Berlin.
- STRITZKE, R. (1986): Conodont biofacies of Middle and Upper Devonian Limestones, Brilon area, West Germany. – Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol., **52**: 215-226, 5 Abb.; Amsterdam.
- (1989): Stratigraphie, Faziesanalyse und Paläogeographie im Oberdevon des Briloner Vorriffgebietes (Ostsauerland). – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **35**: 75-106, 6 Abb., 3 Tab., 3 Taf.; Krefeld.
- TUCKER, M. E. (1973): Sedimentology and diagenesis of Devonian pelagic limestone (Cephalopodenkalk) and associated sediments of the Rhenohercynian Geosyncline, West Germany. – N. Jb., Geol. Paläont. Abh., **142** (3): 320-350; 24 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- UFFENORDE, H. (1976): Zur Entwicklung des Warsteiner Karbonat-Komplexes im Oberdevon und Unterkarbon (nördliches Rheinisches Schiefergebirge). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **152** (1): 75-111, 7 Abb.; Stuttgart.
- WAHBA, Y. (1978): Die Geologie des Briloner Massenkalksattels im östlichen Sauerland. – Diss. Fak. Natur- und Geisteswissensch. T. U. Clausthal, 218 S., 36 Abb., 6 Karten, 15 Tab., 8 Beilag.; Clausthal-Zellerfeld.
- WEDEKIND, R. (1908): Die Cephalopodenfauna des höheren Oberdevon am Enkeberge. – N. Jb. Min. etc., Beil.-Bd., **26**: 565-634; Stuttgart.
- (1913): Die Goniatitenkalke des unteren Oberdevon von Martenberg bei Adorf. – Sitz. – Ber. Ges. naturforsch. Freunde, **1**: 23-77, 14 Abb., 4 Taf.; Berlin.
- WERNER, W. (1988): Synsedimentary faulting and sediment-hosted submarine hydrothermal mineralization – a case study in the Rhenish Massif, Germany. – Göttinger Arb. Geol. Paläont., **36**: 1-206, 81 Abb., 6 Tab.; Göttingen.