

# Foraminiferen, Kalkalgen und andere Mikrofossilien aus dem Givetium und Frasnium (Devon) des Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge)

Andreas MAY, Unna

## Kurzfassung:

Der Beisinghäuser Kalk (Ober-Givetium bis Frasnium) von Eslohe-Reiste im östlichen Sauerland besteht aus proximalen Turbiditen. Die Partikel stammen aus dem mittel- bis oberdevonischen Massenkalk-Riffkomplex von Attendorn und Elspe und lassen sich verschiedenen Bereichen des Riffkomplexes zuordnen. Der Beisinghäuser Kalk zeigt eine auffällig reiche Mikrofossilführung aus Foraminiferen, Calcisphaeren, Kalkalgen und Mikroproblematika. Die Mikrofossilführung des Beisinghäuser Kalkes wird beschrieben und sowohl mit der Mikrofossilführung von zwei Korallenkalk-Horizonten aus dem Unter-Givetium des nordwestlichen Sauerlandes als auch mit der Mikrofossilführung des obergivetischen lagunären Massenkalkes im Briloner Riffkomplex (Ost-Sauerland) verglichen (Tabelle 1–2).

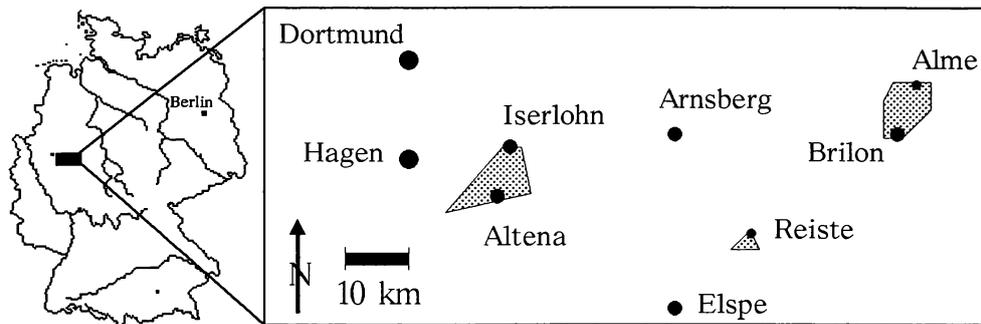
## Abstract:

The Beisinghausen Limestone (Upper Givetian to Frasnian) from Eslohe-Reiste in the eastern Sauerland (Rhenish Massif) consists of proximal turbidites. The particles came from the Middle to Upper Devonian Massenkalk reef complex of Attendorn and Elspe and they can be attached to different parts of the reef complex. The Beisinghausen Limestone shows a remarkable rich content of microfossils, consisting of foraminifera, calcisphaeres, calcareous algae, and microproblematika. These microfossils are described. The content of microfossils of the Beisinghausen Limestone is compared with the content of microfossils of two Lower Givetian coral-limestone horizons from the northwestern Sauerland as well as the content of microfossils of the Upper Givetian lagoonal Massenkalk from the Brilon reef complex in the eastern Sauerland (table 1–2).

## 1 Einführung

Im oberen Mitteldevon (= Givetium) bis unteren Oberdevon (= Frasnium) entstanden weltweit in den flachen Meeresbereichen häufig „Rasen“ aus Korallen und anderen Riffbildnern, die

sich zu großen Riff-Komplexen weiterentwickeln konnten (MAY 1991). Die Mikrofossilführung dieser mittel- bis oberdevonischen Riff- und Korallenkalke ist in Mitteleuropa aber nur ziemlich selten untersucht worden (siehe z. B.: FLÜGEL & HÖTZL 1971; NEUMANN et al. 1975; TSIEN 1979; ZUKALOVÁ 1981a, b; FRIÁKOVÁ & ZUKALOVÁ 1986; MAMET & PREAT 1987; VACHARD 1988; HLADIL et al. 1989, 1991; RACKI & SOBOŇ-PODGÓRSKA 1993). Um so bemerkenswerter ist es, daß der Beisinghäuser Kalk von Eslohe-Reiste im nördlichen Sauerland eine auffällig reiche Mikrofossilführung aus Foraminiferen, Calcisphaeren, Kalkalgen und Mikroproblematica besitzt. Die Mikrofossilführung des Beisinghäuser Kalkes zeigt zahlreiche Gemeinsamkeiten, aber auch wichtige Unterschiede zu vergleichbar alten Kalksteinen aus anderen Teilen des Sauerlands. Deshalb sollen in diesem Artikel die Mikrofossilien des Beisinghäuser Kalkes dargestellt und mit der Mikrofossilführung anderer givetischer Kalksteine des Sauerlandes verglichen werden. In Abbildung 1 wird die geographische Lage der verschiedenen untersuchten Gebiete skizziert.



**Abb. 1:** Geographische Lage der untersuchten Gebiete.  
**Fig. 1:** Geographical position of the investigated areas.

## 2 Herkunft der Proben aus dem Beisinghäuser Kalk von Eslohe-Reiste

Nordöstlich des Attendorn-Elsper Synklinoriums folgt über sandig-siltig-tonigen Gesteinen, die bis in das tiefere Givetium reichen (MÜLLER in EBERT & MÜLLER 1973: 93–100), der Beisinghäuser Kalk, ein hauptsächlich aus Crinoidenresten bestehender Riffschutt-Kalk. Die Sedimentation des Beisinghäuser Kalkes begann in der oberen *varcus*-Conodontenzone des Givetiums (GAUGLITZ 1967: 23; MÜLLER in EBERT & MÜLLER 1973: 105) und reichte bis an die Grenze Mittlere/Obere *asymmetricus*-Conodontenzone im Frasnium (GAUGLITZ 1967: 23). Damit ist die Unterkante des Beisinghäuser Kalkes etwas jünger als der Beginn der Massenkalk-Riffbildung im Nordwest-Sauerland (siehe MAY 1993: Tab. 1–2; vgl. KOCHFRÜCHTL & FRÜCHTL 1993: 52–53) und die ältesten Riffschutt-Kalke des Briloner Riffs im Ost-Sauerland (STRITZKE 1990: 276, 290). Auch im Bereich des Attendorn-Elsper Riffkomplexes scheint die Massenkalk-Riffbildung etwas eher (vergleichbar dem Nordwest-Sauerland) als die Sedimentation des Beisinghäuser Kalkes erfolgt zu sein (siehe GWOSDZ 1972: 16; MÜLLER in EBERT & MÜLLER 1973: 83). Trotzdem kommt der Riffschutt des Beisinghäuser Kalkes aus dem Attendorn-Elsper Riffkomplex (GAUGLITZ 1967; EDER et al. 1983; MAY 1994).

In der engeren Umgebung von Eslohe-Reiste besaß der Beisinghäuser Kalk in der Vergangenheit eine große Bedeutung als Naturbaustein, da er leicht zugänglich und – aufgrund seiner Bankung – leicht abbaubar war. Aus diesem Grund wurde der Beisinghäuser Kalk von mir im Rahmen eines Forschungsprojektes über die Verwitterungsbeständigkeit von Naturbausteinen aus Kalkstein am Geologisch-Paläontologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster untersucht (MAY 1994). Innerhalb des Forschungspro-

jektes erfolgten auch Dünnschliff-Untersuchungen, bei denen ich die reiche Mikrofossilführung entdeckte.

Ein großer Teil des untersuchten Materials stammt aus der 1849 fast vollständig aus Beisinghäuser Kalk erbauten katholischen Kirche St. Pankratius (MTB 4715 Eslohe, R<sup>34</sup>47050 H<sup>56</sup>81235), die in der Mitte des Ortes Reiste steht. Im Rahmen einer 1992 erfolgten Renovierung konnten 30 Mauersteine der nach Südwesten exponierten Vorderseite des Turms entnommen werden. Von jedem Mauerstein wurde ein Dünnschliff (Nr.: P1–P30) zur mikrofaziellen Charakterisierung erstellt. Die Ergebnisse der Untersuchungen über die Mikrofazies und die Verwitterungsbeständigkeit werden von MAY (1994) ausführlich dargelegt.

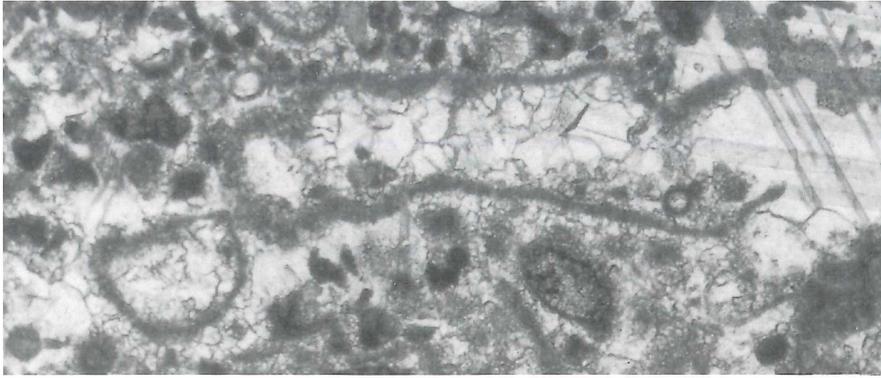
Etwa ein Kilometer südlich von Reiste (bzw. fast ein Kilometer östlich von Beisinghausen) befindet sich ein kleiner, aber auch heute noch ziemlich gut erhaltener Steinbruch im Wald (MTB 4715 Eslohe, R<sup>34</sup>47500 H<sup>56</sup>80380). Der gesamte in der Kirche St. Pankratius verbaute Beisinghäuser Kalk entstammte diesem Steinbruch im Wald, wie mir Einheimische berichteten. Auf der Südost-Seite des kleinen und sehr verwachsenen Steinbruchs ist in einer Steilwand ein fast waagrecht liegender, ca. 7 m mächtiger Teil des Beisinghäuser Kalkes gut aufgeschlossen (vgl. GAUGLITZ 1967: Abb. 11, unteres Profil). GAUGLITZ (1967: 23) schreibt, daß das gesamte Profil der Unteren *asymmetricus*-Zone [= Unterste **und** Untere *asymmetricus*-Zone im heutigen Sinne] angehört. Unter Berücksichtigung der Neudefinition der Untergrenze des Frasniums (siehe: ZIEGLER & KLAPPER 1985; ZIEGLER & WERNER 1985) lassen sich deshalb diese Kalksteine dem Grenzbereich Givetium/Frasnium zuordnen. Da zum einen sich alle makroskopisch erkennbaren Gesteins- und Banktypen mehrfach in der aufgeschlossenen Schichtenfolge wiederholen und zum anderen eine Beprobung der oberen Teile der Steilwand sehr gefährlich gewesen wäre, wurden den unteren 3,5 m des Profils die Proben R6–R13 zur Dünnschliff-Herstellung entnommen. Unter den Dünnschliffen sind dieselben Mikrofaziestypen in vergleichbarer Häufigkeit wie in den Mauersteinen aus der Kirche St. Pankratius vertreten. Dieser Umstand bestätigt zum einen, daß das Baumaterial für St. Pankratius hierher kam; außerdem zeigt es, daß die Entnahme der ursprünglichen Bausteine anscheinend nicht sehr selektiv erfolgte.

### 3 Mikrofossilien aus dem Beisinghäuser Kalk von Eslohe-Reiste

Im folgenden werden die in den Proben P1–30 und R6–13 aus dem Beisinghäuser Kalk des Grenzbereiches Givetium/Frasnium (Unterste und Untere *asymmetricus*-Zone) gefundenen Mikrofossilien beschrieben – geordnet nach der von mir angenommenen systematischen Zuordnung. Man muß sich dabei aber bewußt sein, daß die systematische Zuordnung vieler Mikrofossilien in der Literatur umstritten ist. Die verschiedenen Meinungen und ihre Argumente lassen sich den angeführten Publikationen entnehmen. Tabelle 1 und 2 listen die Mikrofossil-Führung des Beisinghäuser Kalkes im Vergleich zur Mikrofossil-Führung anderer givetischer Kalksteine des Sauerlandes auf (siehe Kap. 4.).

#### 3.1 Foraminiferen

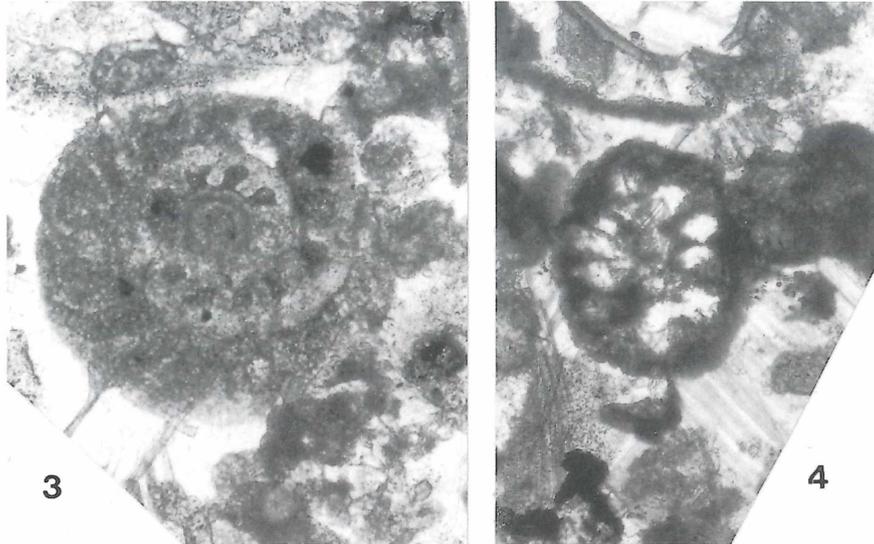
Die gefundenen Foraminiferen lassen sich grob in röhrenförmige, mehrkammerige und einkammerige Typen gliedern. Während LOEBLICH & TAPPAN (1988) sämtliche im weiteren als einkammerige Foraminiferen angeführten Genera in die Ordnung Foraminiferida systematisch einordnen, halten TOOMEY & MAMET (1979: 190) *Cribrosphaeroides*, *Archaesphaera*, *Parathuramina* und *Vicinesphaera* für Algen und schließen darüber hinaus auch *Bisphaera* und *Irregularina* aus den Foraminiferen aus. Auch VACHARD (1991) und RACKI & SOBON-PODGÓRSKA (1993: 266–270) schließen die meisten der hier als einkammerige Foraminiferen gedeuteten Genera aus den Foraminiferen aus.



**Abb. 2:** Längsschnitt durch eine *Moravammina* sp., x 40. Beisinghäuser Kalk, Reiste.  
**Fig. 2:** Longitudinal section of *Moravammina* sp., x 40. Beisinghausen Limestone, Reiste.

Röhrenförmige Gehäuse fanden sich in mehreren Dünnnschliffen und sind insgesamt gesehen ziemlich selten. Sie ließen sich als *Moravammina* sp. bestimmen (Abb. 2). Es handelt sich um ziemlich unregelmäßig gestaltete Röhren, die ungefähr gerade oder leicht gebogen verlaufen und zu einer Seite geöffnet sind. Gabelungen lassen sich nur sehr selten beobachten. Der Röhrendurchmesser (mit Wand) schwankt zwischen 0,18 und 0,5 mm. Die größte gemessene Röhrenlänge betrug 1,9 mm, die Röhren dürften aber insgesamt erheblich länger sein. Die Wand ist von variabler Dicke, sie schwankt zwischen 0,02–0,03 mm in den kleinsten Röhren und 0,04–0,07 mm in den größten Röhren. Im Durchlicht ist die Wand mäßig hell und granular oder undeutlich radialfaserig gebaut. Eine Untergliederung der Röhre durch verwachsen erkennbare, ziemlich dünne, senkrecht zu Längserstreckung der Röhre verlaufende Septen läßt sich ziemlich selten beobachten. Eine Ausbildung engständiger Septen wie bei *Evlania mistiaeni* VACHARD 1988 (siehe VACHARD 1988: 92–93, Taf. 9) tritt nicht auf. Die beschriebenen Merkmale lassen eine Einordnung in die Gattung *Moravammina* POKORNÝ 1951 zu, die aus dem Emsium von Spanien sowie dem Givetium und Frasnium der Tschechischen Republik, Polens, Frankreichs und der ehemaligen UdSSR bekannt ist (LOEBLICH & TAPPAN 1964: 319, Abb. 233; 1988: 209, Taf. 220 Fig. 1–4, 220 Fig. 14; MENNER & REJTLINGER 1971: 204, Taf. 7 Fig. 1–6; VACHARD 1991: 278–280, Taf. 4; VACHARD 1993: 67; RACKI & SOBOŇ-PODGÓRSKA 1993: 269–272). Das Material ist zur Artbestimmung zu schlecht erhalten. Die meist als Foraminifere gedeutete *Moravammina* wird von VACHARD (1991) zusammen mit der meist als Grünalge interpretierten *Kamaena* ANTROPOV 1967 in der systematisch nicht weiter eingeordneten Klasse Algospongia TERMIER & VACHARD 1977 vereinigt.

Mehrkammerige Foraminiferen sind selten. Spiralgewickelte vielkammerige Gehäuse gehören der Gattung *Nanicella* HENBEST 1935 an (Abb. 3), die bisher aus dem Unterdevon Tunesiens (VACHARD & MASSA 1989) sowie dem Givetium und Frasnium der USA (Iowa), Kanadas, Frankreichs, Belgiens, Polens, der Tschechischen Republik, des Urals, Sibiriens und Afghanistans mit mehreren Arten bekannt war (LOEBLICH & TAPPAN 1964: 342, Abb. 260; 1988: 250, Taf. 253 Fig. 1–3, Fig. 9, Fig. 10; TOOMEY et al. 1970: 978–979, Taf. 6 Fig. 59; MENNER & REJTLINGER 1971: 206, Taf. 12 Fig. 7–9; NEUMANN et al. 1975: Taf. 3 Fig. 10–11, Taf. 3 Fig. 15–16; TSIEN 1979: Abb. 13; FRIÁKOVÁ & ZUKALOVÁ 1986: 41, Taf. 3, 5, 6; GALLE et al. 1988: 640; VACHARD 1988: 90–91, Taf. 8 Fig. 11–14; HLADIL et al. 1991: 78, Taf. 11; VACHARD 1993: 64–67; RACKI & SOBOŇ-PODGÓRSKA 1993: 275–279). Es fanden sich selten auch uniseriale, gestreckte Gehäuse, die aber zur Bestimmung zu schlecht erhalten waren. Nur ein Gehäusequerschnitt von 0,3 mm Durchmesser zeigt die für *Multiseptida*



**Abb. 3–4:** Foraminiferen des Beisinghäuser Kalkes, Reiste; x 100.

**Fig. 3–4:** Foraminifera of the Beisinghausen Limestone, Reiste; x 100.

**Abb. 3:** *Nanicella* sp., Längsschnitt.

**Abb. 4:** *Multiseptida* sp., Querschnitt.

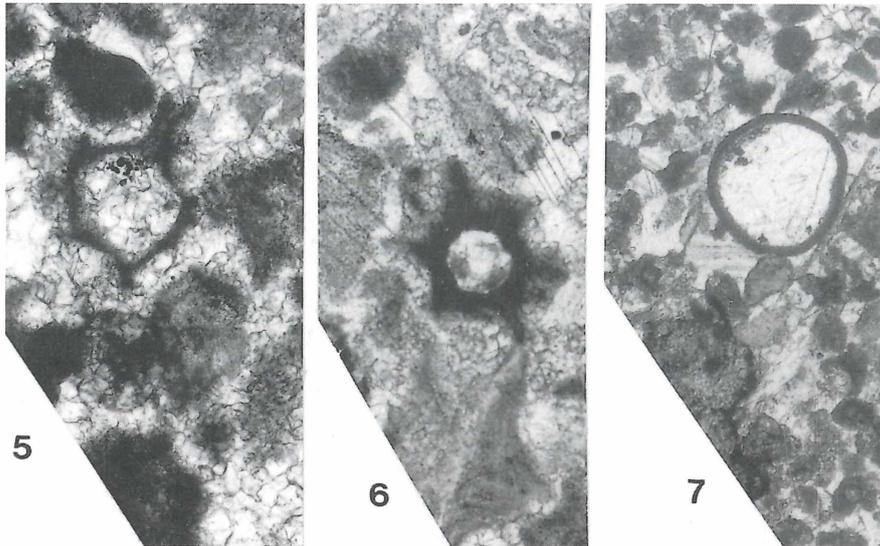
**Fig. 3:** *Nanicella* sp., longitudinal section.

**Fig. 4:** *Multiseptida* sp., cross section.

BYKOVA 1952 typischen radialen Einfaltungen der Gehäusewand nach innen (Abb. 4). *Multiseptida* war bisher nur aus dem Frasnium–Famennium Kanadas, der Russischen Plattform, Polens und der Tschechischen Republik bekannt (TOOMEY et al. 1970: 978: Taf. 7; NEUMANN et al. 1975: Taf. 3 Fig. 5–8; TOOMEY & MAMET 1979: 189; LOEBLICH & TAPPAN 1964: 328, Abb. 244; 1988: 215, Taf. 226 Fig. 3–9; FRIÁKOVÁ & ZUKALOVÁ 1986: 37–39, Taf. 7; GALLE et al. 1988: 640; HLADIL et al. 1989: Taf. 5 Fig. 1–4; RACKI & SOBON-PODGÓRSKA 1993: Abb. 16).

Vertreter des Genus *Parathuramina* SULEJMANOV 1945 sind charakteristische einkammerige Foraminiferen devonischer Plattform-Karbonate. Im Untersuchungsmaterial fanden sich ziemlich selten *Parathuramina*-Gehäuse, die große Ähnlichkeit mit der Typus-Art *Parathuramina dagmarae* SULEJMANOV 1945 (siehe z. B.: LOEBLICH & TAPPAN 1988: 191, Taf. 207 Fig. 18, Taf. 207 Fig. 21; vgl. VACHARD 1991: 261) zeigen und mit dem von FLÜGEL & HÖTZL (1971: 370–372, Abb. 2 Fig. 1–4) als *P. dagmarae* aus dem Givetium des West-Sauerlandes beschriebenen Material gut übereinstimmen. Im Material aus Eslohe-Reiste beträgt der größte Gehäuse-Durchmesser 0,29–0,40 mm, die Wanddicke 0,010–0,020 mm und der Mündungsdurchmesser 0,015–0,030 mm. Die Wand ist im Durchlicht dunkel, also mikrokristallin. Es wurden 3–6 Stacheln von 0,03–0,09 mm Länge beobachtet. Da der Gattung *Parathuramina* zahlreiche Arten zugerechnet werden (siehe z. B.: JUFEREV 1961; PRONINA 1970: 106–110, Taf. 30–31; MENNER & REJTLINGER 1971: 204, Taf. 8 Fig. 1–10; SALTOVSKAJA 1981: 105–107, Taf. 2–3; ZUKALOVÁ 1981a: 83–85, Taf. 8; ZUKALOVÁ 1981b: 53, Taf. 15, 21, 22, 31, 32; VACHARD 1991: 261–262, Taf. 1), wird das Material nur als *Parathuramina ex gr. dagmarae* SULEJMANOV 1945 bestimmt (Abb. 5).

Ähnlichkeit zu *Parathuramina* besitzen selten auftretende, einkammerige Gehäuse mit 6–7 langen Stacheln und 0,15–0,18 mm Gehäuse-Durchmesser (ohne Stacheln gemessen), die keine auffällige Mündung zeigen (Abb. 6). Die im Durchlicht dunkle Wand ist auffällig dick (0,030–0,045 mm). Die hohlen Stacheln sind bis zu 0,08 mm lang. Diese Merkmalskombination erweist die Funde als Vertreter des aus dem Silur–Unterkarbon Eurasiens



**Abb. 5–7:** Foraminiferen des Beisinghäuser Kalkes, Reiste.

**Fig. 5–7:** Foraminifera of the Beisinghausen Limestone, Reiste.

**Abb. 5:** *Parathurammina* ex gr. *dagmarae* SULEJMANOV 1945, x 75.

**Fig. 5:** *Parathurammina* ex gr. *dagmarae* SULEJMANOV 1945, x 75.

**Abb. 6:** *Parathuramminites stellata* (LIPINA 1950), x 75.

**Fig. 6:** *Parathuramminites stellata* (LIPINA 1950), x 75.

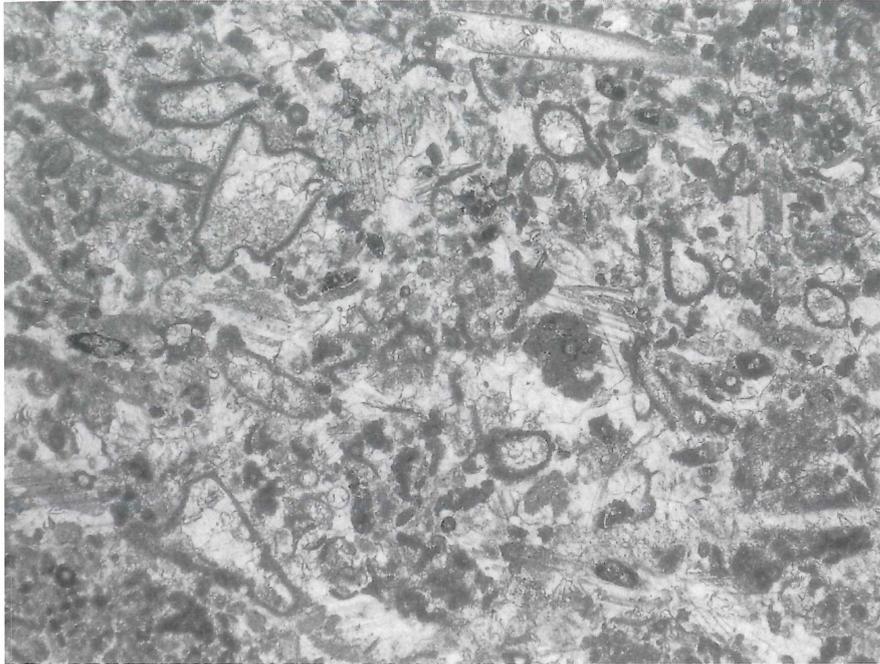
**Abb. 7:** *Bisphaera* sp., x 40.

**Fig. 7:** *Bisphaera* sp., x 40.

bekanntem Genus *Parathuramminites* POYARKOV 1969 (LOEBLICH & TAPPAN 1988: 191; vgl. VACHARD 1988: 88–89). Von den verschiedenen *Parathuramminites* zurechenbaren Arten (siehe z. B.: LOEBLICH & TAPPAN 1988: Taf. 208 Fig. 9–13; VACHARD 1988: 88–89, Taf. 8 Fig. 1–2; MENNER & REJTLINGER 1971: 205, Taf. 10 Fig. 3, Taf. 11 Fig. 1–2) entspricht das Material gut *Parathuramminites stellata* (LIPINA 1950), die bisher zwar aus dem Givetium und Frasnium Frankreichs, der Russischen Plattform und Sibiriens, aber nicht aus Deutschland bekannt war (VACHARD 1988: 88, Taf. 8 Fig. 1; MENNER & REJTLINGER 1971: 205, Taf. 10 Fig. 3).

Die von FLÜGEL & HÖTZL (1971) im mitteldevonischen Massenkalk des West-Sauerlandes gefundene einkammerige Foraminifere *Bisphaera* BIRINA 1948 tritt in Eslohe-Reiste ziemlich selten mit subsphaerischen bis bohnenförmigen Gehäusen auf, deren größter Durchmesser 0,40–0,48 mm beträgt (Abb. 7). Die mikrokristalline Wand ist einschichtig und bis zu 0,03 mm dick. Die Gehäuse werden *Bisphaera elegans* VISSARIONOVA 1950 zugerechnet, da sie der von VACHARD (1988: 89, Taf. 8 Fig. 3–4) anhand von Material aus dem Frasnium von Nord-Frankreich und der von VACHARD (1991: 263, Taf. 1 Fig. 24, 29–30) anhand von Material aus dem Ober-Emsium Spaniens gegebenen Beschreibung dieser Art gut entsprechen. Konspezifisch dürfte auch das von FLÜGEL & HÖTZL (1971: 363–365, Abb. 3, 5) als *Bisphaera* sp. cf. *grandis* LIPINA 1950 beschriebenen Material sein. *Bisphaera* ist im Givetium und Frasnium in flachmarinen Karbonaten in Eurasien und Kanada weit verbreitet (siehe z. B.: FLÜGEL & HÖTZL 1971; TOOMEY et al. 1970: 972, Taf. 4 Fig. 32–34; NEUMANN et al. 1975: Taf. 2 Fig. 12, Taf. 2 Fig. 14; ZUKALOVÁ 1981b: 53, Taf. 21 Fig. 2, Taf. 31 Fig. 3; FRIÁKOVÁ & ZUKALOVÁ 1986: 43, Taf. 2, 7; VACHARD 1988: 89; LOEBLICH & TAPPAN 1988: 195, Taf. 211 Fig. 1–2; RACKI & SOBOŇ-PODGÓRSKA 1993; VACHARD 1993: 64–67). Der Gattung *Irregularina* BYKOVA 1955 lassen sich ziemlich selten auftretende, einkammerige, unregelmäßig ovale, längliche, z. T. kräftig zerlappte Gehäuse zuordnen, deren größte Länge 0,6–1,2 mm beträgt (Abb. 8). Die 0,010–0,025 mm dicke Wand ist im Durchlicht dunkel (= mikrokristallin). *Irregularina* sp. unterscheidet sich von *Bisphaera elegans* durch

ihre deutlich erkennbare Mündung und ihre größeren, meist unregelmäßiger gestalteten Gehäuse. *Irregularina* war bisher nur aus dem Givetium bis Unterkarbon der ehemaligen UdSSR (LOEBLICH & TAPPAN 1988: 192) sowie dem Frasnium von Südost-Polen (NEUMANN et al. 1975: Taf. 2 Fig. 13, Taf. 2 Fig. 15, Taf. 3 Fig. 1) und Mähren (ZUKALOVÁ 1981b: 54, Taf. 15 Fig. 1) bekannt.



**Abb. 8:** Mehrere *Irregularina* sp. (Schnitte großer unregelmäßiger Gehäuse) und mehrere *Vicesphaera* sp. (Schnitte kleiner kugelförmiger Gehäuse), x 20. Beisinghäuser Kalk, Reiste.

**Fig. 8:** Several *Irregularina* sp. (sections of large irregular tests) and several *Vicesphaera* sp. (sections of small globular tests), x 20. Beisinghausen Limestone, Reiste.

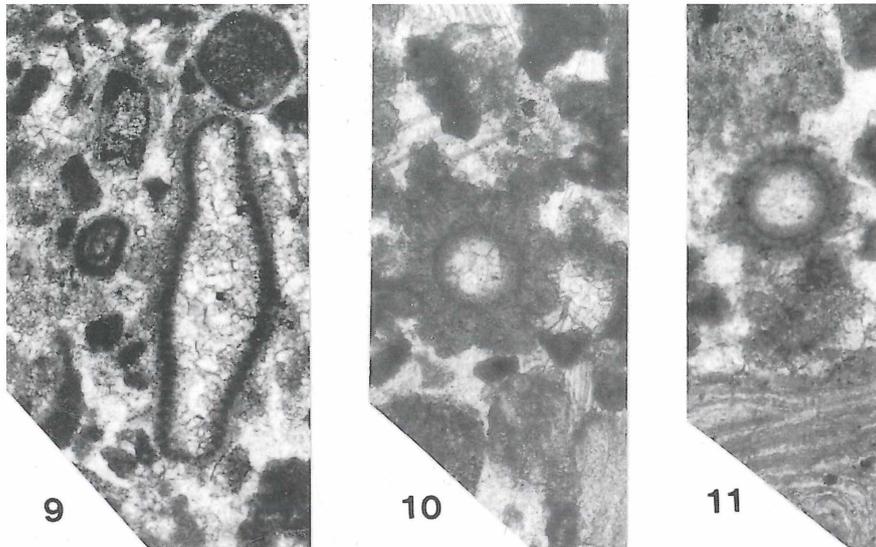
Ein Einzelfund ist das auf Abb. 9 abgebildete ovale, 0,21 mm durchmessende Gehäuse von *Eovolutina* sp. Die Außenwand ist 0,02–0,03 mm dick und mikrokristallin. In der Mitte des Gehäuses ist der runde Proloculus zu erkennen, dessen mikrokristalline Wand halb so dick wie die Außenwand ist. *Eovolutina* ANTROPOV 1950 war bisher nur aus dem Obersilur bis Famennium der ehemaligen UdSSR bekannt (LOEBLICH & TAPPAN 1988: 196).

Die häufigste einkammerige Foraminifere ist *Vicesphaera* sp. Das stellenweise gehäuft auftretende Material entspricht sehr gut der von FLÜGEL & HÖTZL (1971: 372, Abb. 2 Fig. 7) für Exemplare aus dem westsauerländischen Givetium gegebenen Beschreibung. Der Innendurchmesser der Gehäuse beträgt 0,06–0,10 mm, der Außendurchmesser 0,10–0,19 mm und die Wanddicke 0,01–0,05 mm. Die in ihrer Dicke variable Gehäusewand ist mikrokristallin, zeigt weder Poren noch eine Mündung und umschließt einen Hohlraum von kugelförmiger Gestalt (Abb. 8; vgl. MAY 1994: Taf. 39 Fig. 3).

Die ebenfalls von FLÜGEL & HÖTZL (1971: 363, Abb. 1 Fig. 1–2) aus dem westsauerländischen Givetium beschriebene einkammerige Foraminifere *Archaeosphaera* sp. konnte im Beisinghäuser Kalk nur mit zwei im Dünnschliff kreisrunden Exemplaren von 0,14–0,15 mm Außendurchmesser und 0,010–0,015 mm Wanddicke nachgewiesen werden. Die Wand ist im Durchlicht hell, regelmäßig und ohne Poren.

Demgegenüber ließ sich die von FLÜGEL & HÖTZL (1971: 363, Abb. 1 Fig. 1–2) aus dem

westsauerländischen Givetium beschriebene einkammerige Foraminifere *Cribrosphaeroides* REJTLINGER 1959 nicht sicher nachweisen, da die wenigen aus dem Beisinghäuser Kalk vorliegenden Reste zu schlecht erhalten waren. *Cribrosphaeroides simplex* (REJTLINGER 1954), die Typus-Art von *Cribrosphaeroides*, ist aus dem Emsium bis Famennium von Asien und Europa bekannt (VACHARD 1991: 263–264).



**Abb. 9–11:** Mikrofossilien des Beisinghäuser Kalkes, Reiste.

**Fig. 9–11:** Microfossils of the Beisinghausen Limestone, Reiste.

**Abb. 9:** Schnitt durch *Vermiporella myna* WRAY 1967 (rechte Bildhälfte erfüllend) und links davon *Eovolulina* sp. (kleines Gehäuse), x 40.

**Fig. 9:** *Vermiporella myna* WRAY 1967 (right) and *Eovolulina* sp. to the left, x 40.

**Abb. 10:** *Radiosphaera* sp., x 75. **Fig. 10:** *Radiosphaera* sp., x 75.

**Abb. 11:** *Calcisphaera* Typus 5 sensu FLÜGEL & HÖTZL (1971), x 100.

**Fig. 11:** *Calcisphaera* type 5 sensu FLÜGEL & HÖTZL (1971), x 100.

### 3.2 Calcisphaeren

Typische Mikrofossilien flachmariner, insbesondere lagunärer Karbonate sind die  $\pm$  kugelförmigen einkammerigen mündungslosen Gehäuse der Calcisphaeren, deren systematische Zuordnung unklar ist (FLÜGEL & HÖTZL 1971: 373–374; TOOMEY & MAMET 1979: 190; FLÜGEL 1982: 348; MAMET & PREAT 1987: 448; MAMET 1991: 387–388, 425–426; RACKI & SOBOŃ-PODGÓRSKA 1993: 266).

Ziemlich häufig findet sich die leicht erkennbare, kosmopolitische *Radiosphaera* REJTLINGER 1957. Ein kugelförmiger Hohlraum von 0,1–0,22 mm Durchmesser wird nach außen durch eine 0,03–0,1 mm dicke Wand begrenzt, so daß der größte Außendurchmesser 0,22–0,33 mm beträgt. Der Innensaum der Wand ist im Durchlicht dunkel (= mikrokristallin); ansonsten ist die Wand im Durchlicht hell und grob radialstrahlig – meist mit zackiger Außenbegrenzung (Abb. 10). Somit entsprechen die vorliegenden Exemplare sehr gut dem von STANTON (1967), dem von WRAY (1967: 47–49, Taf. 11 Fig. 6–9), dem von TOOMEY et al. (1970: 965–967, Taf. 3 Fig. 16–18) und dem von FLÜGEL & HÖTZL (1971: 379, Abb. 3 Fig. 6–7) beschriebenen Material. STANTON (1967) stellte fest, daß das nordamerikanische Material diagnostischen Wert für ein eingeschränktes marines, möglicherweise hypersalines Milieu hat.

Große Ähnlichkeit mit einem Teil der einkammerigen Foraminiferen besitzen die als nicht-radiosphaeride Calcisphaeren bezeichneten Typen. KAŹMIERCZAK (1976) hält viele dieser Calcisphaeren und einige einkammerige Foraminiferen für Erhaltungszustände der Chlorophyte *Eovolvox sillesiensis* KAŹMIERCZAK 1975 und nimmt überdüngte Süß- und Brackwasserseen als ihren Lebensraum an. Eine ganz andere palökologische Interpretation ergibt sich, wenn man sie wie WRAY (1972: 582), MARSZALEK (1975) oder ARMSTRONG & MAMET (1977: 110) als Reproduktionszysten von Dasycladaceen deutet, da das auf  $\pm$  normale Salinität hinweisen würde (FLÜGEL 1982: 332; BERGER & KAEVER 1992: 59; vgl. ROUX 1985: 528). Gegen die Ansicht von KAŹMIERCZAK (1976) spricht, daß nicht-radiosphaeride Calcisphaeren verbreitet in den Korallenkalken des unteren Givetiums auftreten, die sicher unter normal-marinen Bedingungen abgelagert wurden (siehe Kap. 4.1., 5.1.).

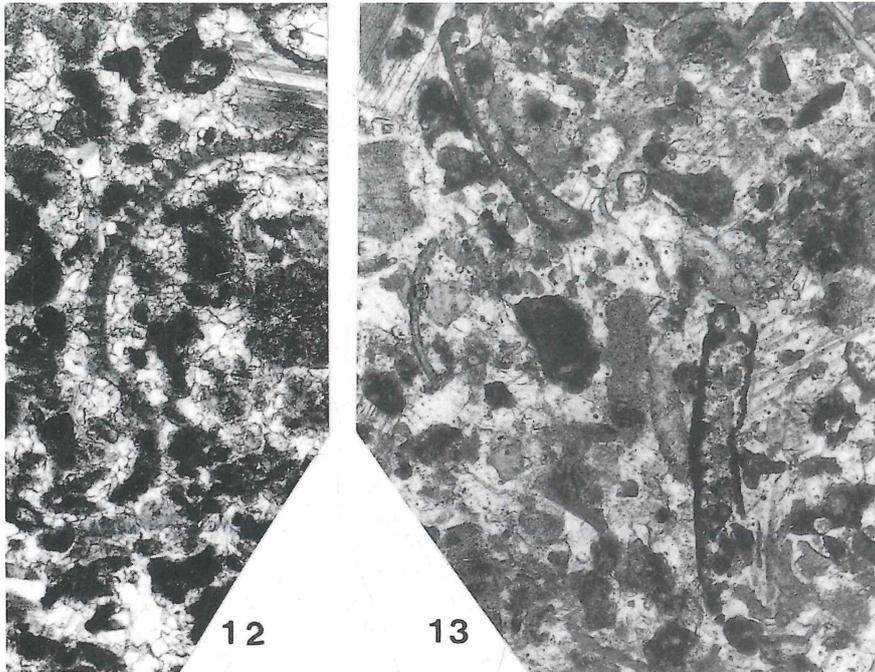
Obwohl die nicht-radiosphaeriden Calcisphaeren in den Dünnschliffen ziemlich häufig sind, lassen sie sich nur selten genau identifizieren, da die Unterschiede zwischen den verschiedenen Typen meist durch Mikritisierung und/oder diagenetische Prozesse verwischt wurden. Trotzdem konnten die von FLÜGEL & HÖTZL (1971: 374–379, Abb. 3, 5) unterschiedenen Typen 1, 2 und 5 nachgewiesen werden. Die dem Typus 1 (= *Pachysphaerina*) zugerechneten, im Querschnitt kreisförmigen Calcisphaeren haben 0,09–0,11 mm Innendurchmesser, 0,13–0,15 mm Außendurchmesser und eine 0,020–0,025 mm dicke, im Durchlicht helle, einschichtige Wand mit zahlreichen, die Wand radial durchziehenden Poren (MAY 1994: Taf. 39/4). Eine Calcisphaere mit 0,38 mm Außendurchmesser und 0,04 mm Wanddicke entspricht völlig dem von FLÜGEL & HÖTZL (1971: 375, Abb. 3 Fig. 1–2) beschriebenen Typus 2 (MAY 1994: Taf. 39/5). Schließlich liegt Material vor, das der Beschreibung des Typus 5 (= *Polyderma?*) durch FLÜGEL & HÖTZL (1971: 378, Abb. 3 Fig. 4–5) entspricht: Calcisphaeren von ca. 0,15 mm Außendurchmesser zeigen eine zweischichtige Wand; die innere, im Durchlicht helle, granulöse Schicht ist regelmäßig rund, während die äußere Schicht unregelmäßiger begrenzt und im Durchlicht dunkel (= mikrokristallin) ist (Abb. 11).

### 3.3 Kalkalgen

Kalkalgen sind im Beisinghäuser Kalk relativ selten. Es fanden sich vereinzelt Fragmente von Spongiostromata-Krusten.

Die bisher nur aus dem Ordovizium und Silur von Kanada, dem Unterdevon des Urals und dem Mitteldevon des West-Sauerlandes (ŠUJSKIJ 1973: 53, Taf. 7 Fig. 5–6; MAMET & ROUX et al. 1992: 219; MAY 1992: 14) beschriebene *Flabellia ufensis* SHUYSKY 1973 findet sich in jedem zweiten bis dritten Dünnschliff (insgesamt ziemlich selten) und entspricht gut der von MAY (1992: 14, Taf. 3 Fig. 6–8) gegebenen Beschreibung (Abb. 12). Es handelt sich um im Querschnitt (unregelmäßig) sichelförmig gebogene Lagen, die (0,03–) 0,06–0,08 mm Dicke und 0,9–1,3 mm Länge haben. Die Lagen zeigen auf ihrer konvexen Seite häufig 2–3 dornenartige Auswüchse (Taf. 3 Fig. 6), gelegentlich fehlen diese Auswüchse (Taf. 3 Fig. 2). Eine Lage besteht aus einer Reihe von 26–35 Zellen, die 0,03–0,06 mm Breite besitzen. Die durch diagenetische Prozesse aufgehellten und verdickten Wände sind 0,01–0,03 mm dick. KALVODA & KOSTELNÍČEK (1981: Taf. 60 Fig. 1) bilden aus dem oberen Famennium Mährens ein als *Vermiporella* sp. bestimmtes Fossil ab. Ihre Abbildung zeigt sehr gut, daß es sich um ein relativ kleines Exemplar von *Flabellia ufensis* handelt, das aber ansonsten die typischen Merkmale der Gattung *Flabellia* SHUYSKY 1973 zeigt (siehe ŠUJSKIJ 1973: 51–53, Taf. 7).

Selten findet sich im Untersuchungsmaterial die Dasycladacee *Vermiporella myna* WRAY 1967. Das beste Exemplar (Abb. 9) ist ein 1,25 mm langer Schnitt durch einen unregelmäßig zylindrischen Thallus von 0,4 mm Durchmesser (mit Wand gemessen). Die Wanddicke beträgt 0,02–0,05 mm. Die Poren gehen senkrecht, ungegabelt und aspondyl durch die im



**Abb. 12–13:** Mikrofossilien des Beisinghäuser Kalkes, Reiste.

**Fig. 12–13:** Microfossils of the Beisinghausen Limestone, Reiste.

**Abb. 12:** *Flabellia ufensis* SHUYSKY 1973, x 40.

**Fig. 12:** *Flabellia ufensis* SHUYSKY 1973, x 40.

**Abb. 13:** *Proninella* sp., zwei längs geschnittene Fragmente (oben links und unten rechts), x 30.

**Fig. 13:** *Proninella* sp., two longitudinal sectioned fragments (left above and right below), x 30.

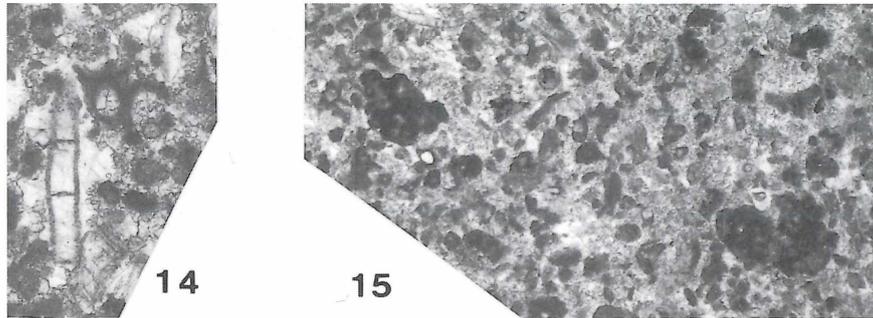
Durchlicht dunkle Wand. Der Porendurchmesser beträgt ca. 0,015–0,020 mm. Auf 0,3 mm Strecke kommen ca. 12 Poren. *Vermiporella myna* wurde bisher nur aus dem Frasnium von West-Australien beschrieben (WRAY 1967: 31–33, Taf. 6 Fig. 6–8, Taf. 7 Fig. 1–2), aber wahrscheinlich ist auch das von TOOMEY et al. (1970: 962–964, Taf. 2 Fig. 10–12) aus dem Frasnium von Kanada sowie das von MAY (1992: 18, Taf. 3 Fig. 10–11) und das von FLÜGEL & HÖTZL (1971: 380–381, Abb. 4 Fig. 1–3) aus dem Mitteldevon des West-Sauerlandes beschriebene Material konspezifisch.

### 3.4 Mikroproblematika

Die hier diskutierten Mikroproblematika haben gemeinsam, daß bei den sie bearbeitenden Autoren umstritten ist, ob es sich um Foraminiferen oder um Kalkalgen handelt.

Selten tritt *Proninella* sp. auf (Abb. 13). Es handelt sich um 1,1–1,4 mm lange Fragmente unregelmäßig länglich röhrenförmiger, leicht gebogener Gehäuse mit 0,15–0,25 mm Durchmesser (mit Wand gemessen). Die ca. 0,02–0,04 mm dicke, granulöse Wand ist je nach Erhaltung im Durchlicht dunkel oder hell. In die Röhre ragen Wandausbuchtungen in Form von unregelmäßigen Pfeilern und unregelmäßigen Septen. Das vorliegende Material unterscheidet sich von *Proninella tamarae* REJTLINGER 1971, der Typus-Art von *Proninella* REJTLINGER, nur durch die dickere Wand und den größeren Röhrendurchmesser, wie die Originalbeschreibung dieser Art aus dem Givetium Sibiriens durch REJTLINGER (in MENER & REJTLINGER 1971: 36, 204, Taf. 7 Fig. 10–12) zeigt. Die kosmopolitische *Proninella*

*gracilis* (VACHARD 1978) aus dem Unterkarbon besitzt einen spiraligen Anfangsteil und ähnliche Dimensionen wie das Material aus Eslohe-Reiste (siehe MAMET & ROUX 1983: 100–102, Taf. 5 Fig. 15–24). Das vorliegende Material ist zu einer sicheren spezifischen Bestimmung nicht gut genug erhalten. Innerhalb des Devons war *Proninella* REJTLINGER 1971 bisher nur aus dem Givetium–Famennium von Sibirien, Polen, Belgien und Frankreich bekannt (MENNER & REJTLINGER 1971: 36; NEUMANN et al. 1975: Taf. 3 Fig. 4; VACHARD 1988: 95; LOEBLICH & TAPPAN 1988: 209; VACHARD 1991: Taf. 5 Fig. 10).



**Abb. 14–15:** Mikroproblematika des Beisinghäuser Kalkes, Reiste.

**Fig. 14–15:** Microproblematika of the Beisinghausen Limestone, Reiste.

**Abb. 14:** Längsgeschnittenes Fragment von *Jansaella ridingi* MAMET & ROUX 1975, x 30.

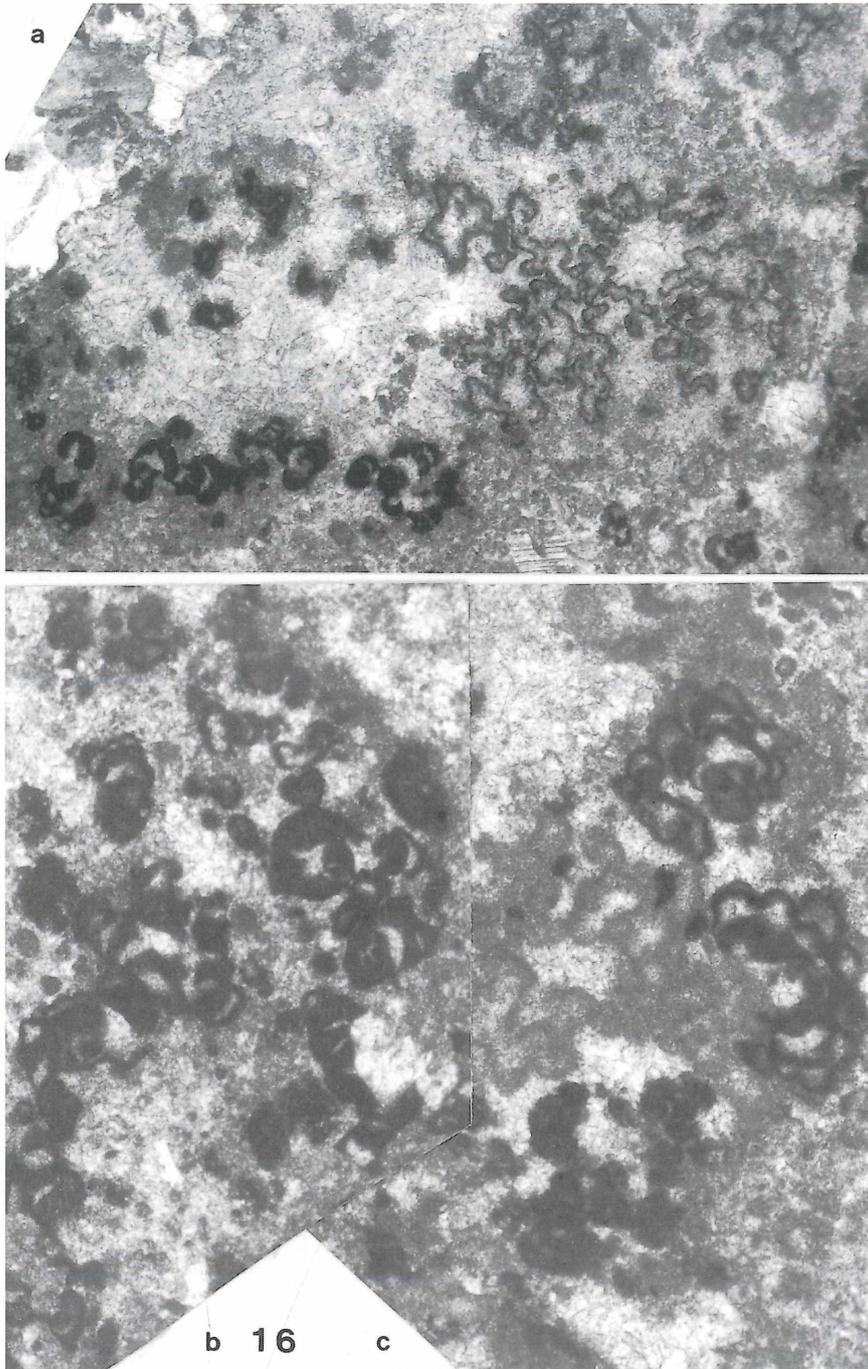
**Fig. 14:** Fragment of *Jansaella ridingi* MAMET & ROUX 1975, longitudinal section, x 30.

**Abb. 15:** Renalcis-ähnliche große Lumps in einem Grainstone, x 15.

**Fig. 15:** Renalcis-like big lumps in a grainstone, x 15.

Selten finden sich 0,55–0,85 mm lange Fragmente fast gerade gestreckter Einzelröhren, die durch dünne Septen, die senkrecht zur Längserstreckung der Röhre verlaufen, untergliedert werden. Die im Durchlicht mäßig helle, granulöse Wand der Röhre enthält dunkle, feine (wenige Mikrometer große) Poren. Die Septen sind ca. 0,01 mm dick und bestehen aus mäßig hellem, granulosem Kalzit. Bei einem Exemplar mit einem Röhrendurchmesser (mit Wand gemessen) von 0,1–0,12 mm beträgt die Wanddicke 0,015–0,020 mm, und die Septen haben 0,09–0,16 mm Abstand voneinander. Das in Abb. 14 abgebildete Exemplar hat 0,12–0,14 mm Röhrendurchmesser, 0,020–0,025 mm Wanddicke und (0,06–) 0,22–0,3 mm Septenabstand. Mit diesem Material sehr gut übereinstimmende Mikrofossilien wurden von RIDING & JANSA (1974) aus dem Givetium–Frasnium von Kanada und von RIDING & JANSA (1976) aus dem Givetium–Frasnium von West-Australien beschrieben und mit der karbonischen *Uraloporella variabilis* KORDE 1950 identifiziert. MAMET & ROUX (1975) erkannten, daß das devonische Material sich deutlich von der karbonischen *Uraloporella* unterscheidet und benannten es *Jansaella ridingi* MAMET & ROUX 1975. Das vorliegende Material liefert nach den Funden von RACKI & SOBOŃ-PODGÓRSKA (1993: 265, Abb. 5) im Givetium und Frasnium von Polen den zweiten Nachweis von *Jansaella ridingi* aus Europa.

Ein (ziemlich kleiner) Teil der als Lumps identifizierten Partikel sieht so aus, als handle es sich um fragmentierte (und teilweise mikritisierte) Skelette von *Renalcis* VOLOGDIN 1932, aber für eine sichere Zuordnung ist das Material zu schlecht erhalten (Abb. 15). Die Identifizierung der Fragmente im Beisinghäuser Kalk wird dadurch erschwert, daß es sehr unterschiedliche Ansichten über den Umfang von *Renalcis* gibt: So teilt z. B. RIDING (1991a: 68–70; 1991b: 320–323) die formenreiche Gruppe in mehrere Genera (*Renalcis*, *Izhella*, *Shuguria*, *Chabakovia*), und VORONOVA (in VORONOVA & RADIONOVA 1976) differenziert die unterkambrischen Vertreter dieser Gruppe in zwei Genera (*Renalcis*, *Chabakovia*) mit 8 Arten. Im Gegensatz dazu kommen MAMET & ROUX (1983: 88–95, Taf. 11–13) durch die Untersuchung eines umfangreichen Materials aus dem Frasnium von Australien zu der Ansicht, daß sämtliche Formen der vom Kambrium bis zum Karbon kosmopolitischen Art



**Abb. 16:** *Renalcis granosus* VOLOGDIN 1932. Riffschutt-Kalke aus dem Ober-Frasnium von Šumbera in Mähren. a) x 20; b-c) x 40.

**Fig. 16:** *Renalcis granosus* VOLOGDIN 1932, Reef-debris limestone, Upper Frasnian of Šumbera, Moravia (see: GALLE & HLADIL 1991: 75-77). a) x 20; b-c) x 40.

Gefundene Foraminiferen und Calcisphaeren	1	2	3	4	5
Foraminiferen:					
<i>Moravamina</i> sp.	-	-	-	-	g
<i>Nanicella</i> sp.	-	-	-	-	s
<i>Multiseptida</i> sp.	-	-	-	-	ss
<i>Parathuramina</i> ex gr. <i>dagmarae</i> SULEJMANOV 1945	-	-	-	-	g
<i>Parathuramina</i> sp.	-	-	s	-	-
<i>Parathuramminites stellata</i> (LIPINA 1950)	-	-	-	-	s
<i>Bisphaera elegans</i> VISSARIONOVA 1950	-	-	-	-	g
<i>Bisphaera</i> sp.	-	-	g	h	-
<i>Irregularina</i> sp.	-	-	-	-	g
<i>Palachemonella</i> sp.	-	-	-	s	-
lagenide? Foraminiferen	-	-	-	ss	-
<i>Eovolulina</i> sp.	-	-	-	-	ss
<i>Vicinesphaera</i> sp.	-	-	g	g	h
<i>Archaesphaera minima</i> SULEJMANOV 1945	-	-	-	ss	-
<i>Archaesphaera</i> sp.	-	-	-	-	ss
<i>Cribrosphaeroides</i> sp.	-	-	ss	-	?s
<i>Cribrosphaeroides simplex</i> (REJTLINGER 1954)	ss	-	-	-	-
<i>Wetheredella silurica</i> WOOD 1948	h	s	-	-	-
Calcisphaeren:					
<i>Radiosphaera</i> sp.	-	-	-	s	h
<i>Palaeocancellus</i> sp.	ss	-	-	-	-
Calcisphaeren-Typ 1 sensu FLÜGEL & HÖTZL (1971)	-	-	-	-	s
Calcisphaeren-Typ 2 sensu FLÜGEL & HÖTZL (1971)	-	-	-	s	ss
Calcisphaeren-Typ 5 sensu FLÜGEL & HÖTZL (1971)	ss	-	-	ss	s
unbestimmbare Calcisphaeren	g	s	g	g	h

**Tabelle 1:** Zusammenstellung der gefundenen Foraminiferen und Calcisphaeren. Zeichenerklärung: h = häufig, g = gelegentlich, s = selten, ss = sehr selten.

1) Korallenkalk des Grünwiese-Members (Unter-Givetium; tiefer Teil der *hemiansatus*-Zone) im Raum von Iserlohn und Altena. 2) Korallenkalk des Bredenbruch-Members (Unter-Givetium; hoher Teil der *hemiansatus*-Zone) im Lägertal bei Iserlohn. 3) Lagunärer Massenkalk (Ober-Givetium; Mittlere *varcus*-bis *disparilis*-Zone) zwischen Brilon, Alme und Wülftle. 4) Lagunärer Massenkalk (Ober-Givetium) der Bohrung „Nehden 3“ westlich von Brilon-Nehden. 5) Beisinghäuser Kalk des Grenzbereichs Givetium/Frasnium (Unterste und Untere *asymmetricus*-Zone) von Eslohe-Reiste.

**Table 1:** Compilation of the found foraminifera and calcisphaeres. Symbols: ss = very rare, s = rare, g = occasional, h = abundant.

1) Coral limestone of the Grünwiese-Member (Lower Givetian; lower part of the *hemiansatus* zone) in the area of Iserlohn and Altena. 2) Coral limestone of the Bredenbruch-Member (Lower Givetian; upper part of the *hemiansatus* zone) in the Läger valley by Iserlohn. 3) Lagoonal Massenkalk (Upper Givetian; Middle *varcus* zone to *disparilis* zone) between Brilon, Alme, and Wülftle. 4) Lagoonal Massenkalk (Upper Givetian) of the well „Nehden 3“ westerly of Brilon-Nehden. 5) Beisinghausen Limestone near the Givetian/Frasnian boundary (Lowermost and Lower *asymmetricus* zone) from Eslohe-Reiste.

Gefundene Kalkalgen und Mikroproblematika	1	2	3	4	5
Kalkalgen:					
<i>Girvanella problematica</i> NICHOLSON & ETHERIDGE 1878	h	g	-	ss	-
<i>Girvanella wetheredii</i> CHAPMAN 1908	ss	-	-	-	-
<i>Rothpletzella munthei</i> (ROTHPLETZ 1913) WOOD 1948	h	-	-	-	-
<i>Rothpletzella gotlandica</i> (ROTHPLETZ 1908) WOOD 1948	-	-	ss	-	-
<i>Rothpletzella magna</i> (WRAY 1967) DRICOT & TSIEN 1977	g	g	-	-	-
Spongiostromata-Krusten	g	s	-	-	s
" <i>Pycnostroma spongilliferum</i> " GÜRICH 1906	ss	-	-	-	-
<i>Bevoacastria conglobata</i> GARWOOD 1931	ss	s	-	-	-
<i>Ortonella cf. balbinia</i> (PONCET 1974) MAMET & RO. 1975	ss	s	-	-	-
<i>Flabellia ufensis</i> SHUYSKY 1973	s	s	-	-	g
<i>Litanaia (Paralitanaia) baileuxensis</i> (MAMET & P. 1985) MAY	s	-	-	-	-
<i>Resteignella resteignensis</i> MAMET & PREAT 1983	s	-	-	-	-
<i>Kamaena spec.</i>	ss	-	-	-	-
<i>Vermiporella myna</i> WRAY 1967	-	-	-	-	s
<i>Vermiporella cf. myna</i> WRAY 1967	ss	-	-	-	-
<i>Vermiporella sp.</i>	-	-	-	ss	-
<i>Givetianella tsienii</i> MAMET & PREAT 1982	g	s	-	-	-
<i>Solenopora spec.</i>	s	-	-	-	-
<i>Tegumentupecten incrustans</i> MAY 1992	s	s	-	-	-
Mikroproblematika:					
<i>Proninella sp.</i>	-	-	-	-	s
<i>Jansaella ridingi</i> MAMET & ROUX 1975	-	-	-	-	s
<i>Renalcis granosus</i> VOLOGDIN 1932	-	-	g	-	-
<i>Renalcis</i> -ähnliche Lumps	-	-	-	-	g
Umbelliden	s	-	-	-	-

**Tabelle 2:** Zusammenstellung der gefundenen Kalkalgen und Mikroproblematika. Zeichenerklärung: h = häufig, g = gelegentlich, s = selten, ss = sehr selten.

1) Korallenkalk des Grünwiese-Members (Unter-Givetium; tiefer Teil der *hemiansatus*-Zone) im Raum von Iserlohn und Altena. 2) Korallenkalk des Bredenbruch-Members (Unter-Givetium; hoher Teil der *hemiansatus*-Zone) im Lägertal bei Iserlohn. 3) Lagunärer Massenkalk (Ober-Givetium; Mittlere *varcus*- bis *disparilis*-Zone) zwischen Brilon, Alme und Wülfte. 4) Lagunärer Massenkalk (Ober-Givetium) der Bohrung „Nehden 3“ westlich von Brilon-Nehden. 5) Beisinghäuser Kalk des Grenzbereichs Givetium/Frasnium (Unterste und Untere *asymmetricus*-Zone) von Eslohe-Reiste.

**Table 2:** Compilation of the found calcareous algae and microproblematika. Symbols: ss = very rare, s = rare, g = occasional, h = abundant.

1) Coral limestone of the Grünwiese-Member (Lower Givetian; lower part of the *hemiansatus* zone) in the area of Iserlohn and Altena. 2) Coral limestone of the Bredenbruch-Member (Lower Givetian; upper part of the *hemiansatus* zone) in the Läger valley by Iserlohn. 3) Lagoonal Massenkalk (Upper Givetian; Middle *varcus* zone to *disparilis* zone) between Brilon, Alme, and Wülfte.

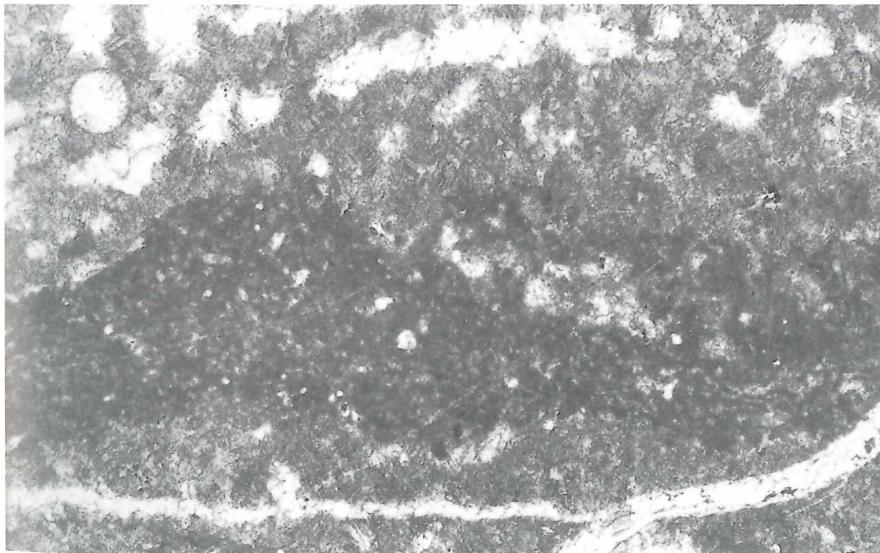
4) Lagoonal Massenkalk (Upper Givetian) of the well „Nehden 3“ westerly of Brilon-Nehden. 5) Beisinghausen Limestone near the Givetian/Frasnian boundary (Lowermost and Lower *asymmetricus* zone) from Eslohe-Reiste.

*Renalcis granosus* VOLOGDIN 1932 angehören. Von mir in Riffschutt-Kalken aus dem Ober-Frasnium von Sumbera nördlich Brno in Mähren (GALLE & HLADIL 1991: 75–77) aufgesammeltes Material (Abb. 16) unterstützt durch seine Variabilität und Formenvielfalt die Ansicht von MAMET & ROUX (1983), die auch von PONCET (1986: 270–271, Taf. 5 Fig. 3), ROUX (1991: 366, Abb. 6), MAMET (1991: 426) und MAMET & BOULVAIN (1992: 288–290, Taf. 1 Fig. 14–17, Taf. 2 Fig. 1–2, Taf. 2 Fig. 15–16) vertreten wird. VACHARD (1993: 73–78, Taf. 1 Fig. 2, 3 Fig. 8–12) faßt ebenso wie MAMET & ROUX (1983) den gesamten Formenkreis im Genus *Renalcis* zusammen, trennt aber die devonischen Formen – wie z. B. das in Abb. 16 und Abb. 19 abgebildete Material – als *Renalcis nubiformis* (ANTROPOV 1955) emend. VACHARD 1993 von der kambrischen Typus-Art *Renalcis granosus* VOLOGDIN 1932 ab. *Renalcis* ist in den devonischen Karbonatkomplexen von Kanada, West-Australien, Polen und Belgien im Bereich der Riffkerne häufig und stellenweise sogar dominierend (WRAY 1967: 9, 45; WRAY & PLAYFORD 1970: 550–552; JAMIESON 1971: 1313–1316; MACHIELSE 1972: 220; WRAY 1972; RIDING 1979: 143, TSIEN 1979: 106–107, 123–124; RACKI & SOBOŃ-PODGÓRSKA 1993: 262, Abb. 4). *Renalcis* ist auch aus dem Massenkalk des Sauerlandes bekannt (siehe Kap. 4.2. und Abb. 19). Deshalb ist es gut möglich, daß ein Teil der Lumps nicht aus dem lagunären Bereich, sondern aus dem Riffkern und benachbarten Bereichen stammt.

#### 4 Mikrofossilführung anderer Vorkommen aus dem Givetium

##### 4.1 Korallenkalke des unteren Givetiums im Nordwest-Sauerland

Eine reiche Mikrofossilführung zeigen zwei von MAY (1992, 1993) untersuchte Korallenkalk-Horizonte im „Lenneschiefer“ des nordwestlichen Sauerlandes in der Umgebung von

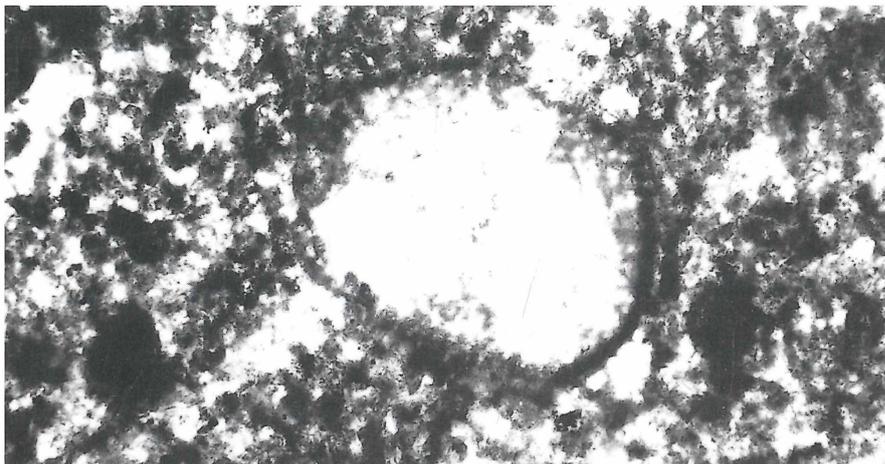


**Abb. 17:** Kalkalge *Bevocastria conglobata* GARWOOD 1931 bildet eine Kruste auf einer Stromatopore und wird selbst von einer Stromatopore überwachsen, x 40. Korallenkalk des Bredenbruch-Members (Unter-Givetium), Lägertal bei Iserlohn.

**Fig. 17:** Calcareous alga *Bevocastria conglobata* GARWOOD 1931 incrusting a stromatoporoid and overgrown by another stromatoporoid, x 40. Coral limestone of the Bredenbruch-Member (Lower Givetian), Läger valley by Iserlohn.

Iserlohn und Altena (Abb. 1) – die Korallenkalke des Grünwiese- und des Bredenbruch-Members. Die 1993 durch die Internationale Subkommission für Devon-Stratigraphie erfolgte Festlegung der Untergrenze des Givetiums – sie fällt jetzt mit dem Beginn der *hemiansatus*-Conodontenzone zusammen (siehe MAY 1993: 11–12) – führt dazu, daß beide Korallenkalk-Horizonte dem untersten Teil des Givetiums angehören. Die Korallenkalke des Grünwiese- und des Bredenbruch-Members sind in wohl küstenerfer entstandene Sedimente (überwiegend tonige bis sandige Siltsteine) eingebettet. Das ist verständlich, denn eine zu starke Sedimentzufuhr – insbesondere von psammitischen Sedimenten – verhindert (bzw. erstickt) Riffwachstum. Die Bildung der Korallenkalke war offensichtlich an Phasen mit besonders geringer Sedimentationsrate gebunden.

Das **Grünwiese-Member der Ihmert-Formation** ist ein Horizont aus linsenförmig bis bankartig angeordneten, normalerweise dunklen (z. T. bituminösen) Kalksteinen und dunkelgrauen bis schwarzen Mergelsteinen. Das Gestein enthält gelegentlich bis massenhaft



**Abb. 18:** Foraminifere *Cribrosphaeroides simplex* (REJTLINGER 1954), x 100. Korallenkalk des Grünwiese-Members (Unter-Givetium), Stbr. Grünwiese bei Mühlenrahmede.

**Fig. 18:** Foraminifera *Cribrosphaeroides simplex* (REJTLINGER 1954), x 100. Coral limestone of the Grünwiese-Member (Lower Givetian), quarry Grünwiese by Mühlenrahmede.

Riffbildner (tabulate und rugose Korallen, Stromatoporen usw.), die meist biostromale Kalke und nur selten Bioherme aufbauen. Biostratigraphisch läßt es sich in einen tiefen Teil der *hemiansatus*-Zone einordnen. Eine detaillierte Beschreibung der Fundorte gibt MAY (1993: 17–20). Die Fundorte liegen im Südteil des MTB 4612 Iserlohn und im Nordost-Teil des MTB 4711 Lüdenscheid.

Das **Bredenbruch-Member der Unterhonsel-Formation** enthält eine Aneinanderreihung nicht zusammenhängender Kalklinsen und bildet eine ziemlich geringmächtige Einschaltung dunkler, sandiger Silt- und Tonsteine zwischen den Sandschüttungen der Unterhonsel-Formation (siehe MAY 1986). Mikrofossilien liegen nur von einem Fundort, dem Bachriß im Lägertal bei Iserlohn (MTB Iserlohn: R <sup>34</sup>09685 H <sup>56</sup>92280), vor. Der Korallenkalk ist z. T. dunkel und bituminös, aber es treten auch helle Kalksteine (z. B. Echinodermen-Schuttkalke und *Stachyodes*-Framestones) auf. Die Riffbildner bilden Boundstones oder finden sich parautochthon in Floatstones. Das Bredenbruch-Member entspricht biostratigraphisch einem hohen Teil der *hemiansatus*-Zone.

Die Korallenkalke des Grünwiese- und des Bredenbruch-Members haben eine ähnliche **Mikrofossilführung**, was die Tabellen 1 und 2 zeigen. Bemerkenswert ist die Häufigkeit und

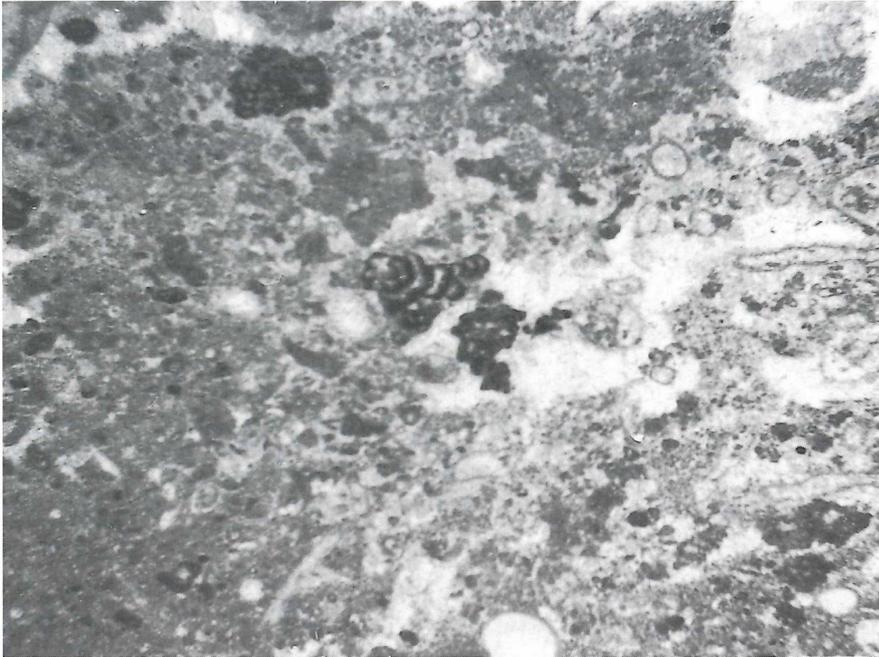
Diversität der **Kalkalgen-Flora**, die von MAY (1992) ausführlich beschrieben wird. Neben den auffällig häufigen Formen, die Krusten auf anderen Substraten – insbesondere Riffbildner-Skeletten (siehe Abb. 17; vgl. MAY 1993: 54–57) – bildeten (*Girvanella*, *Rothpletzella*, Spongiostromata-Krusten, „*Pycnostroma*“, *Bevocastria* und *Tegumentupecten*), gibt es zahlreiche weitere ästig, buschig oder auf dem Sediment liegend gewachsene Kalkalgen (*Ortonella*, *Flabellia*, *Litanaia*, *Resteignella*, *Kamaena*, *Vermiporella*, *Givettianella* und *Solenopora*). Zusammen mit den inkrustierenden Kalkalgen ist häufig die inkrustierende Foraminifere *Wetheredella* vergesellschaftet [MAY (1992: 21–22, Taf. 1, 5); als abweichende Ansichten zur Systematik vergleiche VACHARD (1991: 264) und MAMET & ROUX et al. (1992: 236)]. Einkammerige **Foraminiferen** finden sich ausgesprochen selten – unter ihnen war nur *Cribrosphaeroides simplex* (REJTLINGER 1954) sicher bestimmbar (siehe Abb. 18; vgl.: FLÜGEL & HÖTZL 1971: 367, Abb. 1; FRIÁKOVÁ & ZUKALOVÁ 1986: Taf. 2; VACHARD 1991: 263–264, Taf. 1 Fig. 31–32). Die an den meisten Fundorten nachgewiesenen, aber normalerweise nur selten auftretenden nicht-radiosphaeriden **Calcisphaeren** waren nur in Einzelfällen bestimmbar. Im Grünewiese-Member finden sich ± selten, aber weit verbreitet, die 0,12–0,24 mm durchmessenden einkammerigen Gehäuse von **Umbelliden** (vgl.: NEUMANN et al. 1975; MAMET & ROUX 1983; PECK 1974; VACHARD 1993: 98–99, Taf. 7), deren systematische Zuordnung umstritten ist, und die verschiedentlich als Hinweis auf reduzierte Salinität gedeutet werden (PECK 1974).

#### 4.2 Lagunärer Massenkalk des oberen Givetiums im Ost-Sauerland

Zu Beginn der *varcus*-Conodontenzone entstanden im Rechtsrheinischen Schiefergebirge infolge der nachlassenden Sedimenteinschüttung die großen Riffkomplexe des Massenkalkes. Es handelt sich um Karbonatplattformen, auf denen in weiten Bereichen Lagunen-artige Verhältnisse herrschten. Von MAY (1987, 1988) wurde der lagunäre Massenkalk des Briloner Riffs (Ost-Sauerland) in einem Gebiet auf dem MTB 4517 Alme zwischen den Orten Brilon, Alme und Wülftle untersucht (Abb. 1). Die am Ostrand dieses Arbeitsgebietes gelegene Bohrung „Nehden 3“ (MTB Alme: R<sup>34</sup>74210 H<sup>57</sup>00620) wurde in die Untersuchungen miteinbezogen. Die Lithologie der mehr als 1000 m mächtigen lagunären Kalksteine wird von MAY (1987: 56–61) ausführlich dargestellt. Die Abfolge repräsentiert den oberen Teil des Givetiums und ist conodontenbiostratigraphisch in einen Zeitraum zwischen der Mittleren *varcus*-Zone und der *disparilis*-Zone einzuordnen. Ihre Mikrofossilführung findet sich in den Tabellen 1 und 2.

**Einkammerige Foraminiferen** beobachtet man im lagunären Massenkalk gelegentlich bis häufig. In stärker eingeschränktem Milieu – auch fossilarmen intertidalen Kalken – sind sie besonders häufig, aber sie treten auch in subtidalem, nur wenig eingeschränktem Milieu auf. Anders als im Massenkalk von Letmathe (FLÜGEL & HÖTZL 1971, 1976) ist im Briloner Arbeitsgebiet die bei weitem häufigste Foraminifere *Bisphaera* sp. Innerhalb der **Calcisphaeren** ist *Radiosphaera* im lagunären Massenkalk ausgesprochen selten. Eine vergleichbare Beobachtung machten FLÜGEL & HÖTZL (1971: 379) im Massenkalk von Letmathe. Die nicht-radiosphaeriden Calcisphaeren haben die gleiche Verbreitung wie die Foraminiferen, sind aber stets etwas seltener.

Im lagunären Massenkalk treten **Kalkalgen** immer nur als seltene Einzelfunde auf. Diese auffällige Armut an Kalkalgen läßt sich nicht durch diagenetische Zerstörung erklären, da viele andere Strukturen, die durch die Diagenese ebenso leicht zerstört werden können, in sehr vielen anderen Proben ohne Kalkalgen gefunden wurden. Demgegenüber kommt *Renalcis granosus* VOLOGDIN 1932 hin und wieder vor – bemerkenswerterweise in ausgeprägt lagunären Sedimenten mit vielen einkammerigen Foraminiferen und Calcisphaeren (Abb. 19).



**Abb. 19:** *Renalcis granosus* VOLOGDIN 1932 in einem Kalkstein mit vielen einkammerigen Foraminiferen und Calcisphaeren, x 8. Lagunärer Massenkalk (Ober-Givetium) östlich von Brilon-Wülfte (R<sup>34</sup>71850 H<sup>57</sup>00450).

**Fig. 19:** *Renalcis granosus* VOLOGDIN 1932 in a limestone with many unilocular foraminifera and calcisphaeres, x 8. Lagoonal Massenkalk (Upper Givetian) easterly of Brilon-Wülfte (R<sup>34</sup>71850 H<sup>57</sup>00450).

## 5 Umweltbedingungen und Ablagerungsmilieu

### 5.1 Korallenkalke des unteren Givetiums im Nordwest-Sauerland

Sedimentologische und faunistische Untersuchungen lassen wichtige Rückschlüsse auf die Umweltbedingungen zu, unter denen die Korallenkalke des Grünewiese- und des Bredenbruch-Members entstanden (MAY 1993: 52–56). Die reiche Fauna aus marinen Organismen (Korallen, Brachiopoden, Echinodermen usw.) zeigt eindeutig, daß es sich um Ablagerungen eines subtidalen Meeresbereiches mit konstantem, normalem Salzgehalt handelt. Die reiche Entfaltung von Korallen, Kalkalgen, Stromatoporen und Chaetetiden läßt als Entstehungsgebiet nur ein tropisches oder subtropisches Flachmeer zu. Für die biostromalen Kalke dürfte allgemein gelten, daß sie zwischen Schönwetter- und Sturm-Wellenbasis oder in der Umgebung der Sturm-Wellenbasis entstanden; nur ein Teil der Kalksteine der vereinzelt auftretenden Bioherme ist oberhalb der Schönwetter-Wellenbasis abgelagert worden. Die reiche Kalkalgen-Flora beweist, daß es sich um Sedimente der euphotischen Zone handelt: Die durch *Bevocastria*, *Ortonella*, *Flabellia*, *Litanaia* und *Resteignella* vertretenen Codiaceen und Udoteaceen kommen heute in den Tropen maximal bis 120 m Wassertiefe und meist in weniger als 50 m Tiefe vor (ROUX 1985: 524). Die im Material stellenweise häufigen Dasycladaceen (*Givetianella*, *Vermiporella* und *Kamaena*) kommen in den heutigen Meeren gewöhnlich in sehr flachem Subtidal (bis 5 m Tiefe) vor, treten in Massen nur oberhalb 30 m Wassertiefe auf und reichen maximal bis in 90 m Tiefe (WRAY 1977: 106; FLÜGEL 1985, 1982: 332; ROUX 1985: 528; SKOMPSKI 1987: 28).

## 5.2 Lagunärer Massenkalk und Beisinghäuser Kalk im Ost-Sauerland

MAY (1987, 1988) stellte im Briloner Massenkalk-Riff des Ost-Sauerlandes fest, daß die **lagunären Sedimente** im wesentlichen im Intertidal entstanden. Es handelt sich dabei meist um helle,  $\pm$  fossilarme Kalke (insbesondere Birdseye-Kalke). Subtidale Einschaltungen sind  $\pm$  geringmächtig, fossilreich und überwiegend dunkel gefärbt. Die von MAY (1988: 187–189) unterschiedenen Riffbildner-Vergesellschaftungen ermöglichen zwar eine relative bathymetrische Gliederung der subtidalen Sedimente, aber keine genaue Einordnung. Zumindest sind sie allesamt oberhalb der Sturm-Wellenbasis gebildet worden, wie z. B. die Dominanz von Floatstones in den subtidalen Sedimenten erkennen läßt. Bei Anwendung der von LECOMPTE (1970) unterschiedenen bathymetrischen Stufen entspricht die „Bewegtwasser-Zone“ am besten, denn eine „turbulente Zone“ war innerhalb des lagunären Bereiches nicht mehr entwickelt. Die Wassertiefe war durchgängig gering und dürfte mehrere Meter nur selten überschritten haben. Das belegt eine Untersuchung von READ (1975) an Subtidal–Supratidal-Zyklen aus dem Devon Australiens. Der tiefste Bestandteil dieser Zyklen sind in ca. 3 m Wassertiefe gebildete Kalke mit sehr vielen knolligen Stromatoporen, die sehr gut der zweittiefsten Riffbildner-Vergesellschaftung („Stromatoporen-Vergesellschaftung“) von MAY (1988) entsprechen.

Im lagunären Massenkalk ist ein Teil der Sedimente in  $\pm$  normal marinem Milieu gebildet worden, wie z. B. das stellenweise häufige Auftreten von Brachiopoden oder Korallen dokumentiert. Aber es gibt auch artenarme Vergesellschaftungen, die Hinweise auf abnorme oder schwankende Salinität geben. Leider konnten keine sedimentologischen Indizien beobachtet werden. Das häufige Auftreten der ästigen Stromatopore *Amphipora* kann (mit Vorbehalt) als Hinweis auf Hypersalinität gewertet werden (LECOMPTE 1970: 48; STEARN 1975: 1637). FLÜGEL & HÖTZL (1976: 28) schließen aus einer prinzipiell vergleichbaren Foraminiferen-Vergesellschaftung auf schwankende Salinitätsbedingungen (normal marin mit hypersalinen Tendenzen).

In einem rezenten Atoll ist der Riffkern über die Umgebung erhaben, schnürt die Lagune ab und fällt ziemlich steil zum „fore reef“ ab, in dem  $\pm$  grober Schutt sedimentiert wird. Eine Alternative zum Atoll-Modell bietet ein von MAY (1987: 71) für das Briloner Massenkalk-Riff entwickeltes Konzept, das von SCHUDACK (1993) auf den Massenkalk von Asbeck im Nordwest-Sauerland übertragen wurde: Ausgehend von der Beobachtung, daß die den Hauptteil des Massenkalkes bildenden lagunären Sedimente auf einer weit ausgedehnten Plattform im wesentlichen im Intertidal entstanden (= „tidal flat“), während die Sedimente des sogenannten „Riffkerns“ durchgängig dem Subtidal angehörten – wahrscheinlich also etwas tiefer als die Plattform lagen –, läßt sich schließen, daß die Sedimente des „Riffkerns“ **nicht** über die Umgebung erhaben waren und eine Lagune einschnürten, sondern das obere Ende des beckenwärts gerichteten Abhanges der Karbonat-Plattform bildeten. Hier waren die Turbulenz und der Nährstoffreichtum des Meereswassers auch groß genug, um ein reiches Wachstum von Riffbildnern und Crinoiden zu ermöglichen.

Der **Beisinghäuser Kalk** besteht aus Kalkturbiditen, die aus dem ca. 15 km südwestlich gelegenen Attendorn-Elsper Massenkalk-Riff eingeschüttet wurden (GAUGLITZ 1967; EDER et al. 1983: 102; MAY 1994). Eine Anwendung des von MAY (1987: 71) entwickelten Konzeptes auf das Attendorner Massenkalk-Riff erklärt sehr gut die Fossilführung des Beisinghäuser Kalkes: Aus dem lagunären Bereich der Karbonat-Plattform stammte sicher ein großer Teil der Calcisphaeren, Foraminiferen und Kalkalgen. Auch ein Teil der Riffbildner-Reste – insbesondere die *Amphipora*-Fragmente (vgl. z. B.: FLÜGEL & HÖTZL 1976: 28; BURCHETTE 1981: 120–121; MAY 1988: 183–184, 187–188; ISAACSON & GALLE 1991) – dürfte aus dem lagunären Bereich kommen. Der Echinodermenschutt stammt aus dem sogenannten „Riffkern“ am oberen Ende des beckenwärts gerichteten Abhanges der Karbonat-Plattformen und benachbarten – wahrscheinlich bathymetrisch direkt darunter fol-

genden – Crinoiden-„Wäldern“. Da die Echinodermen-Reste durchgängig eine der häufigsten Partikel-Gruppen sind, muß man konstatieren, daß ein Großteil des sogenannten „Riffschuttes“ der Kalkturbidite nicht durch Erosion des Riffes, sondern durch den postmortalen Zerfall von Crinoiden im obersten Teil des Vorriffes produziert wurde. Nur ein Teil der Riffbildner-Fragmente – insbesondere die nicht *Amphipora*-artigen Stromatoporen – läßt sich mit einer gewissen Berechtigung als Erosionsschutt des „Riffkerns“ interpretieren. Selbst wenn man auch die *Renalcis*-ähnlichen Reste unter den Lumps aus dem „Riffkern“ ableitet, ist eine „Riffkern“-Herkunft nur für einen kleinen Ausschnitt des Partikel-Spektrums plausibel. In den Dünnschliffen gefundene Tentaculiten schließlich repräsentieren die pelagische Fauna des Meeresbeckens, in dem die Sedimentation erfolgte. Ob der Beisinghäuser Kalk von Beisinghausen und Reiste innerhalb oder unterhalb der euphotischen Zone abgelagert wurde, läßt sich nicht sagen. Da man davon ausgehen muß, daß alle gefundenen Kalkalgen transportierte Fragmente sind, erlauben sie keine bathymetrische Abschätzung.

## 6 Vergleich der Mikrofossilführung der verschiedenen Vorkommen

Bei einem Vergleich der Mikrofossilführungen der verschiedenen vorgestellten mittel- bis oberdevonischen Vorkommen anhand der Tabellen 1 und 2 fällt die große Häufigkeit und Diversität an Kalkalgen (und *Wetheredella*) in den untergivetischen Korallenkalken auf. Demgegenüber treten im lagunären Massenkalk und im Beisinghäuser Kalk fast keine Kalkalgen auf. Umgekehrt sind die Foraminiferen und *Renalcis* im lagunären Massenkalk sowie im Beisinghäuser Kalk häufiger. Bezüglich der restlichen Mikroproblematika und der Calcisphaeren lassen sich keine Trends erkennen – abgesehen davon, daß die Calcisphaeren (insbesondere *Radiosphaera*) im Beisinghäuser Kalk besonders häufig sind. Daß die Mikrofossilführung des lagunären Massenkalkes weitgehend mit der des Beisinghäuser Kalkes übereinstimmt, erstaunt nicht, denn der lagunäre Massenkalk stellte eine wichtige (möglicherweise die einzige wichtige) Quelle für Mikrofossilien in den Kalkturbiditen des Beisinghäuser Kalkes dar. Erstaunlich allerdings ist der Unterschied in der Häufigkeit der Kalkalgen (sowie *Wetheredella*): In den den vollmarinen, nicht eingeschränkten Verhältnissen der untergivetischen Korallenkalke sind sie häufig, aber in den (lagunären Teilen von) Massenkalk-Riffkomplexen mit ihrer Neigung zu abnormer Salinität sind sie ausgesprochen selten. Möglicherweise bevorzugten diese Kalkalgen (und *Wetheredella*) Meeresgebiete mit normaler Salinität. Das Auftreten von *Flabellia ufensis* in den untergivetischen Korallenkalken sowie im Beisinghäuser Kalk verglichen mit ihrem Fehlen im lagunären Massenkalk kann zwei Ursachen haben: Zum einen kann sie im lagunären Massenkalk aufgrund ihrer Seltenheit und ihrem geringen Bekanntheitsgrad übersehen oder zufälligerweise nicht gefunden worden sein; zum anderen könnte es aber auch so sein, daß *Flabellia ufensis* (nur oder überwiegend) auf den Riffschutt-Sedimenten des Vorriffs siedelte. In den untergivetischen Korallenkalken findet sich *Flabellia ufensis* überwiegend in Riffschutt-Kalken (MAY 1992: 14). Da aber über die Verbreitung von *Flabellia ufensis* bis jetzt nur ziemlich wenig bekannt ist, muß diese Frage offen bleiben.

Wenn man auf die Verbreitung der einkammerigen Foraminiferen (*Parathurammina*, *Parathuramminites*, *Bisphaera*, *Irregularina*, *Palachemonella*, „lagenide? Foraminiferen“, *Vicinesphaera*, *Archaeosphaera* und *Cribrosphaeroides*) dasselbe Erklärungsmuster wie auf die Verbreitung der Kalkalgen anwendet, lautet die Arbeitshypothese: Eine relativ große Häufigkeit und Diversität von einkammerigen Foraminiferen ist im Mitteldevon ein Hinweis auf abnorme Salinität. Diese Arbeitshypothese bietet zwar keine erschöpfende Erklärung, aber einen Diskussionsansatz, der durch weitere Forschungen geprüft werden sollte.

Die im Sauerland beobachtete Verbreitung von Calcisphaeren zeigt, daß sie unter eingeschränkten Verhältnissen und abnormer Salinität zwar erkennbar häufiger sind, aber ansonsten in allen flachmarinen Karbonaten auftreten können. Die – im Vergleich zum la-

gunären Massenkalk bemerkenswerte – Häufigkeit von Calcisphaeren und einkammerigen Foraminiferen im Beisinghäuser Kalk hat m. E. keine biofaziellen, sondern sedimentologische Ursachen: Die Kalkstein-Bänke des Beisinghäuser Kalkes zeigen wie alle Kalkturbidite Gradierung. Es wurden aber hauptsächlich Dünnschliffe von Kalksteinen mit einem Median der Korngröße von 0,25–0,4 mm untersucht (siehe MAY 1994). In diesem Bereich liegen die Gehäuse-Durchmesser von Calcisphaeren und einkammerigen Foraminiferen, so daß diese Gehäuse in diesen Kalksteinen angereichert sind. Die auffällige Häufigkeit von *Radiosphaera* im Beisinghäuser Kalk läßt sich zur Zeit noch nicht schlüssig erklären.

## 7 Literaturverzeichnis

- ARMSTRONG, A. K., & MAMET, B. L. (1977): Carboniferous Microfacies, Microfossils, and Corals, Lisburne Group, Arctic Alaska. – U. S. Geol. Surv. prof. Pap., **849**: 144 S., 19 Abb., 47 Taf.; Washington.
- BERGER, S., & KAEVER, M. J. (1992): Dasycladales. – 247 S., 565 Abb., 23 Tab.; Stuttgart & New York (Thieme).
- BURCHETTE, T. P. (1981): European Devonian reefs: a review of current concepts and models. – In: TOOMEY, D. F. [Hrsg.]: European Fossil Reef Models; Soc. econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ., **30**: 85–142, 24 Abb.; Tulsa/Okla.
- EBERT, A., & MÜLLER, H. (1973): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 25000. Erläuterungen zu Blatt **4715** Eslohe: 298 S., 23 Abb., 13 Tab., 5 Taf.; Krefeld.
- EDER, F. W., & ENGEL, W., & FRANKE, W., & SADLER, P. M. (1983): Devonian and Carboniferous Limestone-Turbidites of the Rheinisches Schiefergebirge and Their Tectonic Significance. – In: MARTIN, H., & EDER, F. W. [Hrsg.]: Intracontinental Fold Belts: 93–124, 13 Abb., 2 Taf.; Berlin (Springer).
- FLÜGEL, E. (1982): Microfacies Analysis of Limestones. – 633 S., 78 Abb., 58 Tab., 53 Taf.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- FLÜGEL, E. (1985): Diversity and Environments of Permian and Triassic Dasycladacean Algae. – In: TOOMEY, D. F., & NITECKI, M. H. [Hrsg.]: Palealgology: Contemporary Research and Applications: 344–351; Berlin, Heidelberg (Springer).
- FLÜGEL, E., & HÖTZL, H. (1971): Foraminiferen, Calcisphaeren und Kalkalgen aus dem Schwelmer Kalk (Givet) von Letmathe im Sauerland. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh. **137** (3): 358–395, 5 Abb., 16 Tab.; Stuttgart.
- FLÜGEL, E., & HÖTZL, H. (1976): Palökologische und statistische Untersuchungen in mitteldevonischen Schelf-Kalken (Schwelmer Kalk, Givet; Rheinisches Schiefergebirge). – Bayerische Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abh., N. F. **156**: 70 S., 29 Abb., 17 Tab.; München.
- FRIÁKOVÁ, O., & ZUKALOVÁ, V. (1986): Biostratigraphy of the Devonian carbonates in the region south of Ostrava (Moravia). – Čas. morav. Muzea, Vědy přírodní **71** (1–2): 23–53, 4 Abb., 3 Tab., 10 Taf.; Brno.
- GALLE, A., & FRIÁKOVÁ, O., et al. (1988): Biostratigraphy of Middle and Upper Devonian carbonates of Moravia, Czechoslovakia. – In: McMILLAN, N. J., & EMBRY, A. F., & GLASS, D. J. [Hrsg.]: Devonian of The World; Canadian Soc. Petroleum Geologists, Mem. **14** (Vol. III): 633–645, 1 Abb., Tab. A–E; Calgary.
- GALLE, A., & HLADIL, J. (1991): Lower Paleozoic Corals of Bohemia and Moravia. – VI. International Symposium on Fossil Cnidaria, Münster 1991; **Excursion B3**: 83 S.; Münster (Geol.-Paläont. Museum d. Univ.).
- GAUGLITZ, E. (1967): Zur Stratigraphie und Fazies des Flinz im nordöstlichen Sauerland. – Diss., Math.-Naturwiss. Fak. Univ. Göttingen: 63 S., 20 Abb.; Göttingen.
- GWOSDZ, W. (1972): Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie des Oberdevons und Unterkarbons im Bereich des Attendorn-Elsper Riffkomplexes (Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Jb., **A 2**: 71 S., 23 Abb., 5 Tab., 1 Taf.; Hannover.

- HLADIL, J., & KALVODA, J., et al. (1989): Fauna from the limestones at the Frasnian/Famennian boundary at Mokrý (Devonian, Moravia, Czechoslovakia). – Sborník geol. věd, Paleont., **30**: 61–84, 3 Abb., 3 Tab., 12 Taf.; Praha.
- HLADIL, J., & KREJCI, Z., et al. (1991): Carbonate ramp environment of Kellwasser time-interval (Lesní Lom, Moravia, Czechoslovakia). – Bull. Soc. belge Géol., **100** (1–2): 57–119, 6 Abb., 4 Tab., 15 Taf.; Bruxelles.
- ISAACSON, P. E., & GALLE, A. (1991): Significance of Amphipora floatstones within the Lažánky Limestone (Late Givetian), Moravian Karst. – Věstník Ústřed. ústavu geol., **66** (5): 275–285, 5 Abb., 2 Taf.; Praha.
- JAMIESON, E. R. (1971): Paleoecology of Devonian Reefs in Western Canada. – In: YOCHELSON, E. L. [Hrsg.]: Proceedings of the North American Paleontological Convention, Part J: 1300–1340, 34 Abb.; Lawrence/Kansas.
- JUFEREV, O. V. (1961): O sistematike paraturammin. – Akad. Nauk SSSR, Voprosy Mikropaleont. **5**, 121–127, 1 Abb., 2 Tab.; Moskva.
- KALVODA, J., & KOSTELNÍČEK, P. (1981): Faciální vývoj famenských a visénských karbonátů v hlubokých vrtech jihovýchodně od Brna. – In: KALVODA, J. [Hrsg.]: Biostratigrafie paleozoika na jihovýchodní Moravě; Knihovnička Zemního plynu a nafty, **2**: 85–100, Taf. 53–70; Hodonín. – [Tschechisch mit englischer Zusammenf.].
- KAŹMIERCZAK, J. (1976): Volvocacean nature of some paleozoic non-radiosphaerid calcispheres and paraturamminid „foraminifera”. – Acta palaeont. polonica, **21** (3): 245–258, Taf. 19–22; Warszawa.
- KOCH-FRÜCHTL, U., & FRÜCHTL, M. (1993): Stratigraphie und Faziesanalyse einer mitteldevonischen Karbonatabfolge im Remscheid-Altenaer Sattel (Sauerland). – Geol. Paläont. Westfalen, **26**: 47–75, 13 Abb., 4 Taf.; Münster (Landschaftsverband Westfalen-Lippe).
- LECOMPTE, M. (1970): Die Riffe im Devon der Ardennen und ihre Bildungsbedingungen. – Geologica et Palaeontologica, **4**: 25–71, 20 Abb., 3 Tab., 4 Taf.; Marburg.
- LOEBLICH, A. R., & TAPPAN, H. (1964): Sarcodina chiefly „Thecamoebians” and Foraminiferida. – In: Moore, R. C. [Hrsg.]: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part C [Protista] **2**: 900 S., 653 Abb.; Lawrence, Kansas.
- LOEBLICH, A. R., & TAPPAN, H. (1988): Foraminiferal Genera and Their Classification. – x + 930 S., 847 Taf.; New York (Van Nostrand Reinhold).
- MACHIELSE, S. (1972): Devonian algae and their contribution to the Western Canadian Sedimentary Basin. – Bull. Canadian petroleum geol., **20** (2): 187–237, 19 Taf.; Calgary.
- MAMET, B. (1991): Carboniferous Calcareous Algae. – In: RIDING, R. [Hrsg.]: Calcareous Algae and Stromatolites: 370–451, 3 Abb., 3 Taf.; Berlin etc. (Springer).
- MAMET, B., & BOULVAIN, F. (1992): Microflore des monticules micritiques frasnien „F2” de Belgique. – Rev. Micropaléont., **35** (4): 283–302, 8 Abb., 5 Taf.; Paris.
- MAMET, B., & PREAT, A. (1987): Algues givétiennes du bord sud du Bassin de Dinant et des régions limitrophes. – Ann. Soc. géol. Belg., **109** [1986]: 431–454, 8 Abb.; Liege.
- MAMET, B., & ROUX, A. (1975): *Jansaella ridingi*, nouveau genre d'Algue? dans le Dévonien de l'Alberta. – Canadian J. Earth Sci., **12**: 1480–1484, 7 Abb.; Ottawa.
- MAMET, B., & ROUX, A. (1983): Algues dévono-carbonifères de l'Australie. – Rev. Micropaléont., **26** (2): 63–131, 5 Abb., 16 Taf.; Paris.
- MAMET, B., & ROUX, A., & LAPOINTE, M., & GAUTHIER, L. (1992): Algues ordoviciennes et siluriennes de l'île d'Anticosti (Québec, Canada). – Rev. Micropaléont., **35** (3): 211–248, 1 Abb., 12 Taf.; Paris.
- MARSZALEK, D. S. (1975): Calcisphere ultrastructure and skeletal aragonite from the alga *Acetabularia antillana*. – J. sediment. Petrol., **45**: 266–271; Tulsa.
- MAY, A. (1987): Der Massenkalk (Devon) nördlich von Brilon (Sauerland). – Geol. Paläont. Westfalen, **10**: 51–84, 12 Abb., 1 Tab.; Münster (Landschaftsverband Westfalen-Lippe).
- MAY, A. (1988): Fossilführung und Palökologie des lagunären Massenkalkes (Devon) im Sauerland (Rheinisches Schiefergebirge). – Paläont. Z., **62** (3/4): 175–192, 6 Abb., 4

- Tab.; Stuttgart.
- MAY, A. (1991): Korallen und andere Riffbildner aus dem Mitteldevon des Sauerlandes. – Dortmund. Beitr. Landeskd., naturwiss. Mitt., **25**: 139–146, 3 Abb.; Dortmund.
- MAY, A. (1992): Die Kalkalgen-Flora des Ober-Eifeliums und Unter-Givetiums (Devon) des nordwestlichen Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge). – *Palaeontographica*, **B 228**: 1–28, 2 Abb., 1 Tab., 5 Taf.; Stuttgart.
- MAY, A. (1993): Stratigraphie, Stromatoporen-Fauna und Palökologie von Korallenkalken aus dem Ober-Eifelium und Unter-Givetium (Devon) des nordwestlichen Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge). – *Geol. Paläont. Westfalen*, **24**: 93 S., 3 Abb., 4 Tab., 12 Taf.; Münster (Landschaftsverband Westfalen-Lippe).
- MAY, A. (1994): Microfacies Controls on Weathering of Carbonate Building Stones: Devonian (Northern Sauerland, Germany). – *Facies*, **30**: 193–208, 1 Abb., 2 Tab., Taf. 37–39; Erlangen.
- MENNER, B. B., & REJTLINGER, E. A. (1971): Provincial'nye osobennosti foraminifer srednego i pozdnego devona Severa Sibirskoj platformy. – *Akad. Nauk SSSR, Voprosy Mikropaleont.*, **14**, 25–38, 204–206, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 7–12; Moskva.
- NEUMANN, M., & Pozaryska, K., & VACHARD, D. (1975): Remarques sur le microfacies du Dévonien de Lublin (Pologne). – *Rev. Micropaléont.*, **18** (1): 38–52, 5 Abb., 3 Taf.; Paris.
- PECK, R. E. (1974): On the systematic position of the umbellids. – *J. Paleont.*, **48** (2): 409–414; Tulsa/Oklahoma.
- PONCET, J. (1986): Les algues calcaires du Paléozoïque inférieur de la Baie d'Hudson et de l'Archipel arctique canadien. – *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **10** (2): 259–281, 2 Abb., 1 Tab., 5 Taf.; Pau/France.
- PRONINA, T. V. (1970): Nekotorye silurijskie i devonskie foraminifery Urala. – In: *Materialy po paleontologii Urala*: 106–114, Taf. 30–31; Sverdlovsk (Akad. Nauk SSSR, Ural'skij filial, Inst. Geol. Geochimii).
- RACKI, G., & SOBOŃ-PODGÓRSKA, J. (1993): Givetian and Frasnian calcareous microbio-tas of the Holy Cross Mountains. – *Acta palaeont. polonica*, **37** (2–4): 255–289, 17 Abb.; Warszawa.
- READ, J. F. (1975): Tidal-flat facies in carbonate cycles, Pillara Formation (Devonian), Canning Basin, Western Australia. – In: GINSBURG, R. N. [Hrsg.]: *Tidal deposits*: 251–256, 3 Abb.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- RIDING, R. (1979): Devonian Calcareous Algae. – In: HOUSE, M. R., & SCRUTTON, C. T., & BASSETT, M. G. [Hrsg.]: *The Devonian System*; Spec. Pap. *Palaeont.*, **23**: 141–144, 1 Abb.; London.
- RIDING, R. (1991a): Calcified Cyanobacteria. – In: RIDING, R. [Hrsg.]: *Calcareous Algae and Stromatolites*: 55–87, 15 Abb.; Berlin etc. (Springer).
- RIDING, R. (1991b): Cambrian Calcareous Cyanobacteria and Algae. – In: RIDING, R. [Hrsg.]: *Calcareous Algae and Stromatolites*: 305–334, 6 Abb., 4 Tab.; Berlin etc.
- RIDING, R., & JANSKA, L. F. (1974): *Uraloporella* Korde in the Devonian of Alberta. – *Canadian J. Earth Sci.*, **11** (10): 1414–1426, 6 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Ottawa.
- RIDING, R., & JANSKA, L. F. (1976): Devonian Occurrence of *Uraloporella* (?Foraminifer) in the Canning Basin, Western Australia. – *J. Paleont.*, **50** (5): 805–807, 1 Abb.; Tulsa/Oklahoma.
- ROUX, A. (1985): Introduction à l'étude des Algues fossiles paléozoïques (de la Bactérie à la tectonique des plaques). – *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **9** (2): 465–699, 50 Abb., 5 Tab., 6 Taf.; Pau/France.
- ROUX, A. (1991): Ordovician to Devonian Marine Calcareous Algae. – In: RIDING, R. [Hrsg.]: *Calcareous Algae and Stromatolites*: 349–369, 6 Abb.; Berlin etc.
- SALTOVSKAJA, V. D. (1981): Silurijskie i devonskie foraminifery Zeravšano-Gissarskoj oblasti. – *Akad. Nauk SSSR, Voprosy Mikropaleont.*, **24**: 105–115, 173–175, 5 Taf.; Moskva.
- SCHUDACK, M. E. (1993): Karbonatzyklen in Riff- und Lagunenbereichen des devonischen

- Massenkalkkomplexes von Asbeck (Hönnetal, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Paläont. Westfalen, **26**: 77–106, 19 Abb.; Münster (Landschaftsverb. Westf.-Lippe).
- SKOMPSKI, S. (1987): The dasycladacean nature of Late Paleozoic palaeoberesellid algae. – Acta geol. polonica, **37** (1–2): 21–31, 2 Abb., 6 Taf.; Warszawa.
- STANTON, R. J. (1967): Radiosphaerid calcispheres in North America and remarks on calcisphere classification. – Micropaleontology, **13** (4): 465–472, 1 Tab., 1 Taf.; New York.
- STEARN, C. W. (1975): Stromatoporoid Assemblages, Ancient Wall Reef Complex (Devonian), Alberta. – Canadian J. Earth Sci., **12**: 1631–1667, 8 Abb., 5 Taf.; Ottawa.
- STRITZKE, R. (1990): Die Karbonatsedimentation im Briloner Vorrißbereich. – Geol. Jb., **D 95**: 253–315, 9 Abb., 3 Tab., 3 Taf.; Hannover.
- ŠUJSKIJ, V. P. (1973): Izvestkovye rifoobrazujuscie vodorosli nižnego devona Urala. – Akad. Nauk SSSR, Ural'skij naučnyi centr, Inst. geol. i geochimii im. a. n. zavarickogo: 155 S., 30 Abb., 13 Tab., 34 Taf.; Moskva
- TOOMEY, D. F., & MAMET, B. (1979): Devonian Protozoa. – In: HOUSE, M. R., & SCRUTTON, C. T., & BASSETT, M. G. [Hrsg.]: The Devonian System; Spec. Pap. Palaeont., **23**: 189–192; London.
- TOOMEY, D. F., & MOUNTJOY, E. W., & MacKENZIE, W. S. (1970): Upper Devonian (Frasnian) algae and foraminifera from the Ancient Wall carbonate complex, Jasper National Park, Alberta, Canada. – Canadian J. Earth Sci., **7** (3): 946–981, 5 Abb., 10 Tab., 7 Taf.; Ottawa.
- TSIEN, H. H. (1979): Paleocology of algal-bearing facies in the Devonian (Couvinian to Frasnian) reef complexes of Belgium. – Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., **27**: 103–127, 33 Abb. 1 Tab.; Amsterdam.
- VACHARD, D. (1988): Foraminifères et Moravamminidés du Givétien et du Frasnien (Dévonien) du Boulonnais (France). – In: Brice, D. [Hrsg.]: Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France); Biostratigraphie du Paléozoïque, **7**: 87–101, 2 Abb., Taf. 8–10; Brest (Univ. de Bretagne Occidentale).
- VACHARD, D. (1991): Parathuramminides et Moravamminides (Microproblematica) de l'Emsien supérieur de la Formation Moniello (Cordilleres Cantabriques, Espagne). – Rev. Paléobiol., **10** (2): 255–299, 10 Abb., 5 Taf.; Genève.
- VACHARD, D. (1993): Algues, pseudo-algues et microfaciès carbonatés du Dévonien du Domaine Ligérien (Massif Armoricaïn, France). – Palaeontographica, **B 229** (1–3): 53–113, 16 Abb., 1 Tab., 7 Taf.; Stuttgart.
- VACHARD, D., & MASSA, D. (1989): Apparition precoce du genre *Nanicella* (Foraminifère) dans le Dévonien inférieur du Sud Tunisien. – Bull. Soc. belge Géol., **98** (3-4): 287–293, 3 Abb., 1 Taf.; Bruxelles.
- VORONOVA, L. G., & RADIONOVA, E. P. (1976): Vodorosli i mikrofitolity paleozoja. – Akad. Nauk SSSR, Ordena trudovogo krasnogo znamenii geol. inst., Trudy **294**: 220 S., 47 Taf.; Moskva.
- WRAY, J. L. (1967): Upper Devonian Calcareous Algae from the Canning Basin, Western Australia. – Colorado School of Mines, Prof. Contr., **3**: x + 76 S., 18 Abb., 11 Taf.; Golden/Colorado.
- WRAY, J. L. (1972): Environmental distribution of calcareous algae in Upper Devonian reef complexes. – Geol. Rdsch., **61**: 578–584, 2 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- WRAY, J. L. (1977): Calcareous Algae. – Developments Palaeont. Stratigr., **4**: 185 S., 170 Abb.; Amsterdam (Elsevier).
- WRAY, J. L., & PLAYFORD, P. E. (1970): Some occurrences of Devonian reef-building algae in Alberta. – Bull. Canadian petroleum geol., **18** (4): 544–555, 3 Tab., 2 Taf.; Calgary.
- ZIEGLER, W., & KLAPPER, G. (1985): Stages of the Devonian System. – Episodes, **8** (2): 104–109, 9 Abb.; Ottawa.
- ZIEGLER, W., & WERNER, R. [Hrsg.] (1985): Devonian Series Boundaries – Results of world-wide Studies. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **75**: 416 S., 94 Abb., 32 Tab., 31 Taf.; Frankfurt am Main.

- ZUKALOVÁ, V. (1981a): Stromatoporoidea, Foraminifera and Algae from the Givetian and Frasnian of the Krásná-1 borehole. – Sbornik geol. věd, Paleont., **24**: 63–94, 1 Abb., 8 Taf.; Praha.
- ZUKALOVÁ, V. (1981b): Distribution and Stratigraphical Significance of the Stromatoporoids and Microfossils Contained in the Devonian Limestones (Givetian and Frasnian) from Deep Boreholes South and Southeast of Brno. – In: KALVODA, J. [Hrsg.]: Biostratigrafie paleozoika na jihovýchodní Moravě; Knihovnička Zemního plynu a nafty, **2**: 49–57, Taf. 8–33; Hodonín. – [Tschechischer Text: S. 37–48].

Anschrift des Verfassers: Dr. Andreas MAY, Friedrich-List-Str. 66, D-59425 Unna

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Dortmunder Beiträge zur Landeskunde](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): May Andreas

Artikel/Article: [Foraminiferen, Kalkalgen und andere Mikrofossilien aus dem Givetium und Frasnium \(Devon\) des Sauerlandes \(Rheinisches Schiefergebirge\) 7-31](#)