

FACIES	17	67-72	--	4 Abb.	--	ERLANGEN 1987
---------------	-----------	--------------	-----------	---------------	-----------	----------------------

2. Tagung deutschsprachiger Sedimentologen, Heidelberg 1987

Eine Vulkaninsel mit Saumriff im Devon des südlichen Rheinischen Schiefergebirges

A Reef-Fringed Volcanic Island in the Devonian of the Southern Rhenish Mountains

Heiner Flick und Jürgen Schmidt, Heidelberg

SCHLÜSSELWÖRTER: VULKANISMUS – VULKANINSEL – SAUMRIFF – FAZIESENTWICKLUNG – LAHNMULDE – MITTELDEVON

ZUSAMMENFASSUNG

Ein Quarzkeratophyrvorkommen unweit Diez in der südwestlichen Lahnmulde hat sich als Rest einer Vulkaninsel erwiesen, das von einem Saumriff umgeben war. Dieser Vulkan saß einem submarinen Rücken aus ehemals basaltischen Pyroklastiten (Schalstein) givetischen Alters auf. Während die Riffe in der Lahnmulde im allgemeinen auf solchen Schalstein-Rücken entwickelt waren, besiedelte hier eine Vulkaninsel, die aus sauren Laven und Pyroklastiten aufgebaut war. Aus dem Ineingreifen von vulkanischer Aktivität, Erosion und Riffwachstum entstanden dabei komplexe Faziesverhältnisse. Das Fließen eines Lavastromes in strandnahen Kalkschlamm des Rückriffs beweist die Gleichzeitigkeit von Vulkanismus und Riffwachstum. Letzteres wurde durch das Eindecken mit Aschen und Lapilli immer wieder unterbrochen. Ein Wiederaufleben der Förderung basischer Pyroklastite schüttete die, im wesentlichen durch Kompaktion des liegenden Schalsteins, abgesunkenen Reste der Insel zusammen mit dem Riff wieder zu.

SUMMARY

An occurrence of quartz keratophyre near Diez in the southwestern Lahn syncline (southern Rhenish Mountains) can be shown to represent an emerging, isolated volcano fringed by a reef. This volcano was situated on a submarine ridge formed by originally basaltic, mostly pyroclastic rocks ('Schalstein') of Givetian age. In this particular case a fringing reef surrounded a part of a volcanic island formed by felsic lavas and pyroclastics. There

the interaction of reef building, coastal erosion, and volcanic activities produced a complex set of facies. It can be shown that lava did flow directly into the carbonate mud thus proving the contemporaneous occurrence of felsic volcanism and reef growth. For several times reef growth flourished during inactivity of the volcano and died from being covered by felsic pyroclastics. After felsic volcanism ceased the remnants of the reef-fringed island were drowned, probably caused by compaction of the underlying ridge, and renewal of the basic pyroclastic volcanism covered the whole area with its products again.

1 EINLEITUNG

Die Absenkung einzelner Teilräume des Rhenohercynicum im Paläozoikum wurde durch einen ausgedehnten bimodalen Vulkanismus begleitet. Dabei dauerte dieser im südlichen Rheinischen Schiefergebirge, mit Hauptverbreitung im Lahn-Dill-Gebiet (Abb. 1), vom unteren Mitteldevon bis in das Unterkarbon. Sein Höhepunkt lag dort zwischen oberem Mitteldevon und tiefstem Oberdevon. In dieser Zeitspanne herrschten basische Pyroklastite vor, die, vielfältig in Aussehen und Entstehung, unter dem Sammelbegriff "Schalstein" bekannt sind. Sie bildeten im Streichen ausgedehnte untermeerische Rücken mit Mächtigkeiten bis zu etlichen hundert Metern. Soweit sie bis zur Wasseroberfläche reichten, entwickelten sich darauf, örtliche auch größere, Riffkomplexe.

Zeitgleich mit dem basischen trat in untergeordnetem Maße ein intermediärer bis saurer Vulkanismus auf, der seinen Schwerpunkt mit zahlreichen kleinen Vorkommen

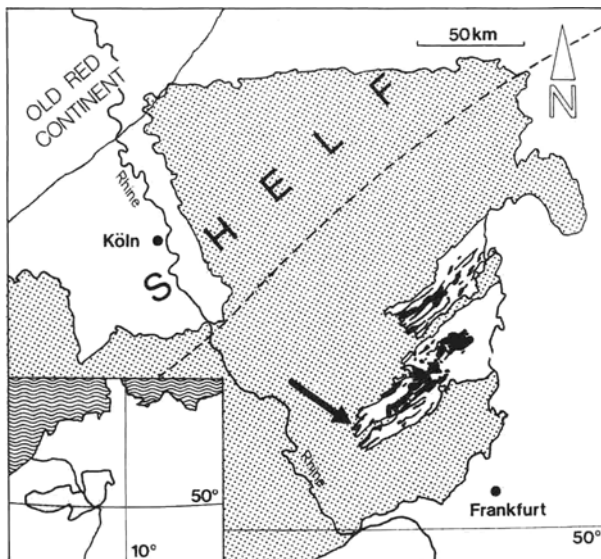


Abb. 1. Verbreitung der paläozoischen Vulkanite (schwarz) in der Lahn- (unten) und Dill-Mulde (oben) im Rheinischen Schiefergebirge (gerastert) mit Hinweis auf die paläogeographische Situation im Devon. Pfeil = Lokation der beschriebenen Vulkaninsel.

Palaeozoic volcanics (black) of the Lahn syncline (bottom) and Dill syncline (top) of the Rhenish Mountains (stippled) with palaeogeographic situation in the Devonian. Arrow points to location of the described volcanic island.

von Keratophyren und Quarzkeratophyren in der südwestlichen Lahnmulde hatte (FLICK 1979). Dort läßt sich erkennen, daß diese kieselsäurereichen Vulkanite teilweise als kleine, relativ kurzlebige Inseln den Schalesteinrücken aufsaßen und verschiedentlich die Wasseroberfläche überragten. Bei Balduinstein/Lahn (10 km südwestlich Diez, siehe Pfeil in Abb. 1) ist an einer solchen Vulkaninsel die Besiedlung mit einem Saumriff nachzuweisen (FLICK & SCHMIDT 1985). Die Riffentwicklung steht dabei im Wechsel mit den vulkanischen Aktivitäten und den Erosionsvorgängen im Strandbereich der Insel.

2 GEOLOGISCHER RAHMEN

Die ehemalige Vulkaninsel mit dem Riff gehört nach AHLBURG (in KEGEL 1922) zur Balduinsteiner Spezialmulde innerhalb der südwestlichen Lahnmulde. Deren Füllung beginnt mit feinklastischen Sedimenten in Wisenbacher Fazies, den Rupbach-Schiefen, die vom höchsten Emsium bis in das untere Givetium reichen (REQUADT & WEDDIGE 1978). Darüber folgt vom mittleren bis oberen Givetium die pyroklastische Folge des Schalestein. In dieser ist die Vulkaninsel mit Saumriff eingeschlossen. Das Jüngste der Muldenfüllung bilden teilweise vulkanogen beeinflusste feinklastische neben rein carbonatischen Sedimenten, die noch im oberen Givetium einsetzen und in das Oberdevon hineinreichen (REQUADT 1975).

Die Entwicklung der Vulkaninsel und des sie begleitenden Saumriffs läßt sich anhand mehrerer Aufschlüsse in der Umgebung von Balduinstein (Abb. 2) nachvollziehen. Im Ortsbereich schließen 3 Profile (Abb. 2, Nr. 1-3) eine Wechselfolge carbonatischer und pyroklastischer Sedimente von insgesamt 66 m auf (Abb. 3). Diese gehören übereinander, werden aber durch kleinere, nicht genauer erfassbare Lücken unterbrochen. In dieser Folge sind 13 carbonatische Horizonte unterschiedlicher Mächtigkeit enthalten, die, gelegentlich mit erosivem Kontakt, von den Pyroklastika abgelöst werden. Südlich vom Ort am Hang des Balduinsteiner Baches unterhalb der Schaumburg bestehen zwei Aufschlüsse (Abb. 2, Nr. 4 und 5), welche lateral zum eigentlichen Vulkan hin überleiten.

Weiter nach Nordosten treten innerhalb des hangenden Schalesteins weitere kleine Vorkommen von Riffkalk auf, von denen das nächstgelegene (Abb. 2, Nr. 7) sich noch aus dem Saumriff entwickelt haben könnte. Die beiden übrigen stellen wahrscheinlich eigenständige Riffe dar. In der Lahnböschung südwestlich Balduinstein sind an einer Stelle innerhalb der basischen Pyroklastite (Abb. 2, Nr. 6) bis m^3 -große Keratophyrböcke neben bis kopfgroßen Spilit- und Kalkbruchstücken anzutreffen, die als Rutschmassen aus dem Vorriffbereich gedeutet werden können.

3 SEDIMENTATION, FOSSILINHALT UND RIFFFAZIES

3.1 FOSSILIEN DES RIFFBEREICHES

Unter den Riffbildnern dominieren die Stromatoporen.

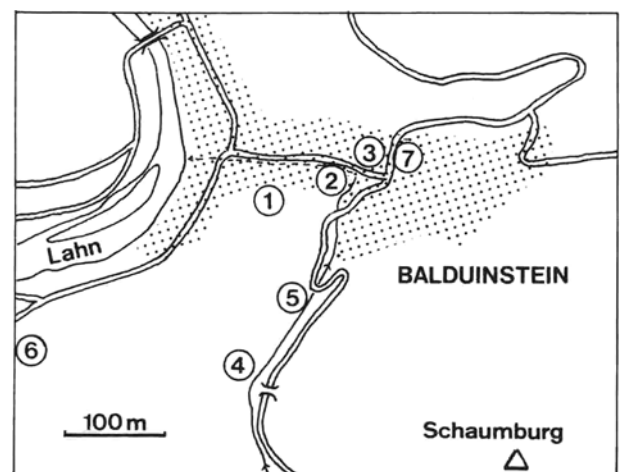


Abb. 2. Lage der auf Vulkaninsel und Saumriff zu beziehenden Aufschlüsse in und um Balduinstein/Lahn. 1) Profil am Hang südlich Balduinstein, 2) Profil am Bachlauf, 3) Burgruinenprofil, 4) Klippen gegenüber Straßentunnel unterhalb der Schaumburg, 5) aufgelassener Steinbruch westlich Balduinsteiner Bach, 6) Klippen am südlichen Lahnhang, 7) Böschung östlich Burgruine. Location map of outcrops of the volcanic island and the fringing reef within and around Balduinstein/Lahn.

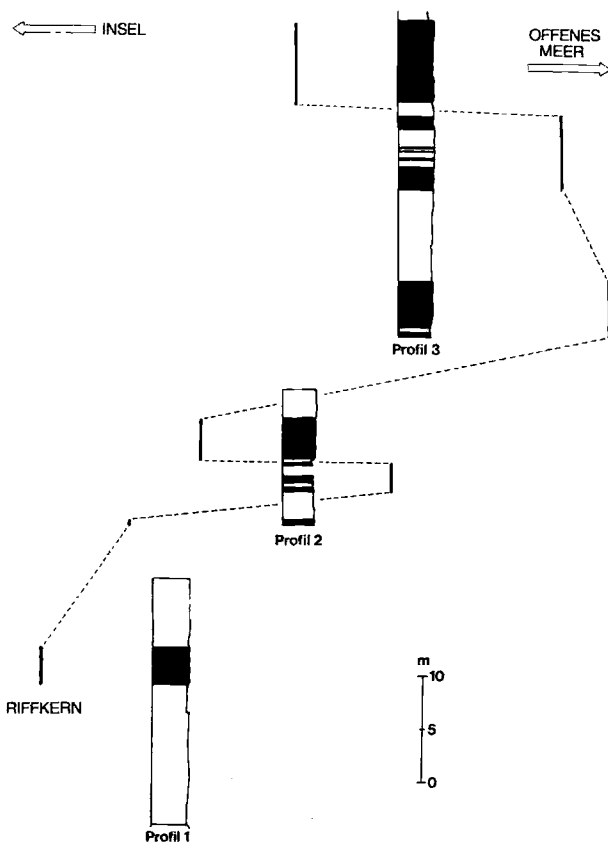


Abb. 3. Entwicklung des Saumriffs an der givetischen Vulkaninsel von Balduinstein/Lahn, die relative Position des Riffkerns, abgeleitet aus der Carbonatfazies in den drei durchgehenden Profilen (Nr. 1-3 in Abb. 2) mit räumlicher Zuordnung zu Insel und Meer, zeigt den Vor- und Rückbau des Riffes, unterbrochen durch vulkanische Aktivitäten. Schwarz = Rifffazies, weiß = vulkanische Fazies.

Development of the fringing reef at the volcanic island of Givetian age in the surrounding of Balduinstein/Lahn. The relative position of the reef core shows expansion and retreat of the reef interrupted during volcanic activity. This is deduced from the facies of the carbonates of the three continuous sections (no. 1 - 3 in fig. 2) in their situation between island and open sea. Black = reef facies, white = volcanic facies.

Ihr Anteil beträgt meist über 50 %, in einzelnen Bänken bis über 90 %. Es überwiegen laminare (tabulare) Formen). Massive, flachkugelige Formen, die z.T. > 0,5 m Durchmesser erreichen, bleiben seltener. Dabei können nach EMBRY & KLOVAN (1972) für massive Stromatoporen zwischen 0 und 9 m, für tabulare zwischen 9 und 21 m Wassertiefe abgeschätzt werden. Ästige, zerbrechliche Formen vom Typ *Amphipora*, nur einige mm bis cm groß, zeigen recht zuverlässig einen geschützten Bildungsbereich im Rückriff. Bei den ebenfalls ästigen *Stachyodes* kommt auch das Vorriff als Lebensraum in Betracht (vgl. KREBS 1974).

Bei den tabularen Korallen sind *Favosites*, *Alveolites*

und *Heliolites* typisch, die stärker bewegtes Wasser anzeigen. In einiger Entfernung vom Riffkern erscheinen ästige Formen wie *Thamnopora*. Überwiegend solitäre rugose Korallen kennzeichnen die Rückriff-Sedimente. Auch Ostracoden, Calcisphären und Foraminiferen sind dort zahlreich.

In der Begleitfauna des Riffes dominieren Echinodermen, die in allen Bildungsbereichen anzutreffen, im Vorriff jedoch besonders häufig sind. Dagegen wurden Brachiopoden und Gastropoden nur selten, und dann in der Regel als Bruchstücke aufgefunden. Bryozoen und Tentakuliten konnten in Einzelfällen nachgewiesen werden. Conodonten und Goniatiten scheinen zu fehlen. Algenhüllen und -krusten, die primär in hohem Maße am Aufbau des Riffkörpers beteiligt gewesen sein müssen, ließen sich nur in von der Diagenese schwächer betroffenen Bereichen belegen.

3.2 CARBONATE

Die Carbonate sind zum einen durch die verschiedenen Riff-Faziesbereiche geprägt, zum anderen ist die lokale Rotfärbung der Carbonate durch feinsten Keratophyrabrieb ein Hinweis auf die Erosionsvorgänge am Inselstrand. Die Carbonate umfassen in der Klassifikation von DUNHAM (1962) alle Gesteine von dunklen Mudstones bis zu hellen Framestones (Boundstones).

Typische Mudstones sind bituminöse, dunkle Kalke mit sehr geringem Komponentenanteil, darunter Calcisphären, dünnchalige Ostracoden und Foraminiferen. Dieses Sediment spricht für ein ruhiges, vom offenen Meer isoliertes Milieu und dürfte im Rückriffbereich gebildet worden sein.

Zum Rückriffbereich gehören, durch steigende Komponentenanteile, ebenfalls Wackestones, die auch Schneckenreste, kleine Stromatoporenbruchstücke, Algenkrusten, Grapestones und Echinodermenreste enthalten können. Außerdem kennzeichnen helle Kalke, die nahezu ausschließlich aus dicht gepackten, zusammengeschwemmten dendroiden Stromatoporen (*Amphipora* und *Stachyodes*) bestehen (Floatstone/Rudstone), eine Rückriff-Fazies.

Die in Riffnähe entstandenen detritusreichen hellen Kalke (Rudstone) enthalten in mikritischer bis sandiger Grundmasse abgebrochene Korallen, Stromatoporen, Echinodermen u.a.. Eingeschwemmter Detritus vulkanischen Ursprungs von feinstem Abrieb über Kristalle bis zu groben Geröllen erscheint recht häufig. Dieser Typ geht bei Häufung von laminaren und massiven in situ-Stromatoporen in einen Boundstone über, der den zentralen Riffbereich beherrscht.

Nach der Sedimentation begann eine frühdiagenetische Zementbildung (Zement A) auf Kosten der metastabilen Carbonate (z.B. Aragonit aus Stromatoporen und Korallen). Ein spätdiagenetisch gebildeter, sparitischer Zement (Zement B) füllte die Hohlräume. Noch später erfolgten Sammelkristallisation und Stylolithenbildung sowie lokal eine an Wegsamkeiten gebundene Dolomitisierung.

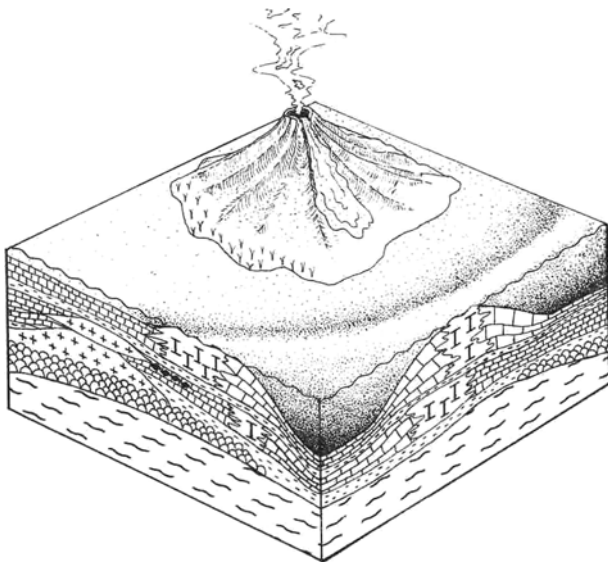


Abb. 4. Schematisierte Darstellung der Faziesverhältnisse am Inselvulkan mit Saumriff im Devon bei Balduinstein/Lahn: Über basischen Pyroklastiten (Schalstein), (Wellensignatur) und örtlichen Pillowlaven (halbrund) entwickelt sich ein Vulkan aus sauren Laven (Kreuze) und Tuffen (gestrichelt). An dessen Hang wächst ein Saumriff (Riffkern = I-Signatur, Vorriff = grobe und Rückriff = feine Kalksignatur), unterbrochen durch erneutes Aufleben der vulkanischen Aktivitäten. Dabei Einfließen von Lava (schwarze Rauten) in den Kalkschlamm. In Strandnähe Bewuchs der Insel durch Landpflanzen.

Sketch of facies development of the volcanic island with a fringing reef in the Devonian of Balduinstein/Lahn: a volcano of acid flows (crosses) and pyroclastics (streaks) develops on top of basic pyroclastics ("Schalstein") and local flows of pillows. A fringing reef (I = reef core, coarse bricks = fore reef, small bricks = back reef) develops on its slope interrupted by renewed volcanic activity. Thereby flowing of lava (black rhombs) into the calcareous mud. Near shore growing of early land plants.

4 ENTWICKLUNG VON INSEL UND SAUMRIFF

Während einer längeren Unterbrechung in der basischen Magmenförderung baute sich allmählich auf einem submarinen Pyroklastit-Rücken ein kleiner Vulkan aus sauren Laven und Pyroklastiten auf. Dieser überragte schließlich den Meeresspiegel und war dadurch einer intensiven Erosion ausgesetzt. An seiner Böschung entwickelte sich ein Saumriff, dessen Aufbau das Ineinandergreifen von Erosion der Vulkaninsel, Riffwachstum und vulkanischer Aktivität widerspiegelt (Abb. 4). Die Gleichzeitigkeit von Vulkanismus und Riffwachstum wird belegt im Hang des Balduinsteiner Baches unterhalb der Schaumburg (Abb. 2, Nr. 4 und 5). Dort finden sich Quarzkeratophyrbrekzien und -konglomerate in durch feinsten Detritus rot gefärbten Carbonaten des Rückriffes sowie ein Lavastrom, der in den Kalkschlamm floß. Hinweise auf ein Umschließen der gesamten Insel durch

das Riff ergeben sich aus den Aufschlußverhältnissen nicht.

Wie aus der Verschiebung der Faziesräume in den drei Profilen erkennbar wird, war die Position des Riffes nicht statisch (Abb. 3). Bis in die Mitte des zweiten Profils konnte es sich, mehrfach unterbrochen durch vulkanische Aktivitäten, zunächst ausbreiten. Dieses spricht für eine kontinuierliche, aber nicht allzu starke Absenkung. Die Rückverlegung des Riffes auf die Insel zu kann als Folge einer schnellen Abwärtsbewegung während der Unterbrechung des Riffwachstums gedeutet werden. Ein erneuter Vorbau, erkennbar im unteren Abschnitt des dritten Profils, kommt durch ausgiebige Aschen- und Lapilli-Förderung zum Stillstand, gefolgt von einer Rückverlegung der Riffs. Als Besonderheit finden sich in diesen Aschen mehrfach Pflanzenreste, die eine Besiedelung der Insel durch frühe Landpflanzen (Progymnospermen), zumindest im Strandbereich, anzeigen (FLICK et al., in Vorb.). Vor der weiteren, noch stärkeren Rückverlegung des Riffes gegen den Strand, während der es gleichzeitig seine kontinuierlichste Entwicklung aufwies, kam es zu einer noch geringeren Förderung basischer Pyroklastite. Deren späteres, stärkeres Wiederaufleben führte schließlich zu einer vollständigen Überschüttung des Riffes und zu dessen endgültigem Absterben.

Die Riffentwicklung war an den Aufbau eines Vulkans aus kieselsäurereichen Schmelzen gebunden. Er gehört in die Phase größerer basischer Magmenförderung, die in diesem Raum vom mittleren bis ins höhere Givetium reichte und die gemäß der Zeitskala von ODIN et al. (1982) etwa 3 Ma umfaßte. Demnach ist für die Lebensdauer der Vulkaninsel mit höchstens einigen Hunderttausend Jahren zu rechnen.

Zusammen mit dem Saumriff wurden die nicht von der Erosion zerstörten Reste der Insel nachfolgend durch die submarinen basischen Pyroklastite eingedeckt. Hierfür, wie für das Wachstum des Riffes, ist ein Absinken des Untergrundes verantwortlich, der im wesentlichen durch die Kompaktion der liegenden basischen Pyroklastite bedingt ist. Hinzu kommt das tektonisch bedingte Absinken des Beckenraumes der späteren Lahnmulde, in dem die kurzfristigen stärkeren Faziesverschiebungen ihre Ursache haben könnten. Hinweise für die Absenkung des Untergrundes finden sich in synsedimentären Störungen sowie Debris flow und starken lokalen Mächtigkeitsschwankungen einzelner epiklastischer Horizonte bis hin zum Auskeilen.

DANK

Herr Prof. W. LANGER, Bonn, diskutierte mit dem Zweitautor über Riff-Fauna und -Fazies.

LITERATUR

DUNHAM, R.J. (1962): Classification of carbonate rock according to depositional texture. - Amer. Ass. Petrol.

- Geol., Mem. 1, 108-121, 7 Taf., Tulsa
- EMBRY, A.F. & KLOVAN, J.E. (1972): Absolute Water Depth Limits of Late Devonian Paleocological Zones. - Geol. Rundschau 61, 672-686, 10 Abb., Stuttgart
- FLICK, H. 1979): Die Keratophyre und Quarzkeratophyre des Lahn-Dill-Gebietes. Petrographische Charakteristik und geologische Verbreitung. - Geol. Jb. Hess. 107, 27-43, 4 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Wiesbaden
- FLICK, H.; PFEFFERKORN, H.W. & SCHMIDT, J.: Landplants on a volcanic island in a Devonian sea (Rhenish Mountains, West Germany). - In Vorbereitung
- FLICK, H. & SCHMIDT, J. (1985): Erosion and Sedimentation at a Reef-Fringed Volcano in the Devonian of the Rhenish Mountains. - Terra cognita 5, S. 60, Straßburg
- KEGEL, W. (1922): Abriss der Geologie der Lahnmulde. Erläuterungen zu einer von JOHANNES AHLBURG hinterlassenen Übersichtskarte und Profildarstellung der Lahnmulde. - Abh. preuß. geol. Landesamt, N.F. 86, 1-81, 2 Abb., 6 Taf., Berlin
- KREBS, W. (1974): Devonian carbonate complexes of Central Europe. - In: LAPORTE, L.F. (Hrsg.): Reefs in time and space. - Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ. 18, 155-208, 25 Abb., 10 Tab., Tulsa
- ODIN, G.S.; CURRY, D.; GALE, N.H. & KENNEDY, W.J. (1982): The Phanerozoic time scale in 1981. - In: ODIN, G.S. (Hrsg.): Numerical Dating in Stratigraphy. - 957-960, 2 Abb., Chichester (Wiley)
- REQUADT, H. (1975): Zur Gliederung und Tektonik des Oberdevon in der südwestlichen Lahnmulde (Rheinisches Schiefergebirge) mit Conodotenfaunen. - Z. deut. geol. Ges. 126, 31-48, 4 Abb., 6 Tab., Hannover
- REQUADT, H. & WEDDIGE, K. (1978): Lithostratigraphie und Conodotenfaunen der Wissenbacher Fazies und ihrer Äquivalente in der südwestlichen Lahnmulde (Rheinisches Schiefergebirge). - Mainzer geowiss. Mitt. 7, 183-237, 14 Abb., 3 Tab., Mainz