

Lahnmarmor – die geologischen Grundlagen

HEINER FLICK

Lahn-Dill-Gebiet, Devon, submariner Vulkanismus, Riffentwicklung, Lahnmarmor

K u r z f a s s u n g : Der Raum des Rheinischen Schiefergebirges war im Mitteldevon bis tiefen Oberdevon Teil eines weltweiten Riffgürtels in einer breiten Zone beiderseits des Äquators. Unabhängig vom Barriereriffgürtel im Bereich des flachen Schelfs bot das Lahn-Dill-Gebiet im südöstlich gelegenen tieferen Schelf durch den bimodalen submarinen Vulkanismus der Givet-Frasne-Phase, örtlich mit Inselstadium, die Grundlage für eine Riffentwicklung. Im räumlichen Wechsel der Fazies von Vorriff, Riffkern und Rückriff im Riffaufbau spiegelt sich eine wechselvolle Geschichte mit zwischenzeitlichen vulkanischen Aktivitäten und Bewegungen des Untergrundes wider. Nachfolgende diagenetische Veränderungen haben zu einem reichhaltigen Farbspektrum geführt, das zusammen mit Verdichtung und Hohlraumfüllung im Riffkalk einen bunten schleiffähigen Kalk hervorgebracht hat, der als Lahn- oder Nassauer Marmor zeitweise größere Nachfrage erzeugt hat.

Lahn marble – the geological basics

Lahn-Dill area, Devonian, submarine volcanism, reef development, Lahn Marble

A b s t r a c t : The area of the Rhenish Slate Mountains was part of a global reef belt that developed on both sides of the equator on the Devonian continental shelf. Outside the barrier reefs sitting on the inner, shallow part of the shelf area, copious bimodal submarine volcanism on the outer, deeper shelf gave rise to scattered islands which provided an ideal platform for local reef growth. The relative sites of reef core, fore reef and back reef of the individual reefs varied in the course of their growth, reflecting intermittent volcanic activity and bathymetric changes in the subsurface. Reef growth was followed by diagenetic alteration resulting in a variegated, well compacted limestone devoid of voids. These prettily coloured limestones are easily polished to make an attractive dimension stone – called Lahn or Nassau Marble – that used to be much in demand world-wide.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	28
2	Devonzeit – ein Höhepunkt der Riffentwicklung	28
3	Submariner Vulkanismus im Lahn-Dill-Gebiet, Basis für die Riffentwicklung	32
4	Von den Vulkanen zum Aufbau der Riffe	35
5	Die Post-Riffgeschichte	42
6	Dank	45
7	Literatur	45

1 Einleitung

Kalksteine sind ein begehrter Rohstoff für vielerlei Zwecke. Das gilt vorzugsweise für die Bausteinindustrie mit der Erzeugung von Branntkalk oder Zement, für die es in Deutschland zahlreiche Ressourcen aus unterschiedlichen Epochen der Erdgeschichte gibt. Anders sieht es beim Bedarf von Naturwerksteinen aus. Hier ist das mögliche Angebot schon erheblich eingeschränkt. In erster Linie werden oder wurden Kalksteine genutzt, um in Blockform für Mauern, Hausfundamente und -sockel oder repräsentative Gestaltungen im Außenbereich verwendet zu werden. Einen Überblick hierzu kann der Zusammenstellung von GRIMM (2018) über die entsprechenden historischen wie auch weiterhin in Abbau befindlichen Vorkommen aus der geologischen Zeitspanne von Silur bis Quartär entnommen werden. Für dekorative Zwecke im Innenbereich hat dagegen nur ein Kalkstein größeres Interesse gefunden und sich entsprechend durchsetzen können, der sog. Lahnmarmor aus dem Mittel-/Oberdevon des Lahn-Dill-Gebietes im südöstlichen Rheinischen Schiefergebirge.

Der Lahnmarmor, nach seiner Herkunft nicht unberechtigt bis vor ca. 100 Jahren als Nassauer Marmor bezeichnet, ist für petrographische Puristen kein echter Marmor, der ausschließlich kristalline, d. h. metamorph umgewandelte Kalksteine bezeichnet. Allerdings gilt im Bauwesen seit der Römerzeit (schriftlich niedergelegt von Vitruv) ein schleiffähiger Kalk als Marmor, und das trifft für den Lahnmarmor zu. Eine diesbezügliche Nutzung ist seit der Renaissance nachgewiesen, aber wohl schon früher zu erwarten. Einen Höhepunkt der Beachtung und Gewinnung stellte die Zeit zwischen den beiden Weltkriegen dar, als Lahnmarmor bis nach Brasilien, Indien, Sowjetunion oder USA exportiert werden konnte (BECKER & KIRNBAUER 1988). Der Abbau endete Anfang der 70er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts. Für Restaurierungszwecke wird aber, soweit möglich, noch auf restliche Blöcke zurückgegriffen. Ein bekannt gewordenes Beispiel ist der Altar der Jesuitenkirche in Mannheim (anschaulich dargestellt im Lahnmarmor-Museum in Villmar). Von den zahlreichen Varietäten aus einst über die gesamte Lahnmulde verteilten deutlich über 100 Gewinnungsstellen sind längst nicht alle konkreten Lokalitäten zuordbar (siehe Aufstellung bei KIRNBAUER 2008). Erst recht sind nur wenige zugänglich geblieben (KÖNIGSHOF 2007), wobei als prominentestes Beispiel der in den Lahnmarmor-Rundweg integrierte und als Naturdenkmal ausgewiesene sog. Unica-Steinbruch bei Villmar gilt.

2 Devonzeit – ein Höhepunkt der Riffentwicklung

Ein generell warmes Klima im Devon ermöglichte Riffwachstum in einer breiten Zone beiderseits des Äquators, begünstigt durch einen Meeresspiegelhochstand, der weite Kontinentareale überflutete. So konnten in Steigerung der Verhältnisse aus dem vorangegangenen Silur nach dem großen Aussterbeereignis am Ende

Bedingungen wie geringe Tiefe und ausreichende Klarheit des Wassers wurden diese von den damaligen Riffbauern genutzt, in erster Linie von Stromatoporen (Schwammverwandte) und Korallen (Jux 1960). So entwickelte sich im inneren Schelf vor dem Küstensaum des Old Red-Kontinentes ein Barriereriff, das – mit mehreren Unterbrechungen – von der Eifel bis in das Sauerland reichte (Abb. 2). Dabei setzte der Aufbau im Raum der Eifel im Unteren Mitteldevon (Eifelium) ein, gefolgt im ostrheinischen Schiefergebirge im Oberen Mitteldevon (Givetium). Durch kontinuierliches Absinken des Untergrundes wurden durchaus Mächtigkeiten von etlichen 100 m erreicht, die vielerorts aber nicht genauer erfasst sind. Darüber hinaus, d. h. im Bereich des äußeren (tieferen) Schelfs im Südosten des Rheinischen Schiefergebirges, schufen lokale Untiefen die Voraus-

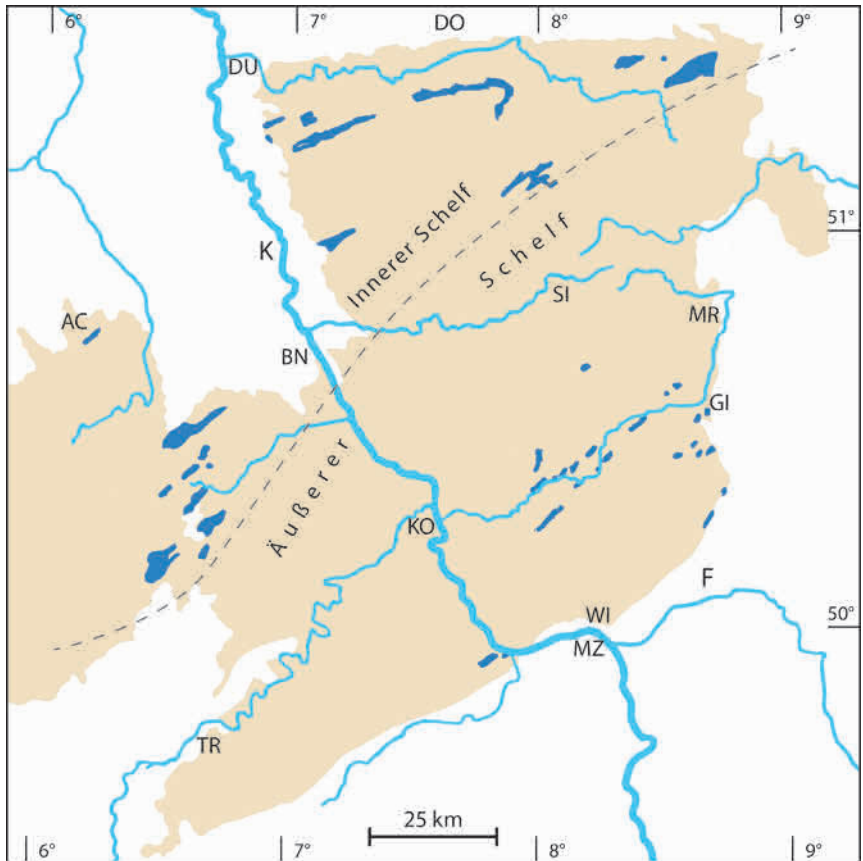


Abbildung 2: Verbreitung der devonischen Rifflimsteine im Rheinischen Schiefergebirge (aus FLICK 2013, nach KREBS 1971, leicht verändert).

Figure 2: Distribution of the Devonian reef limestones in the Rhenish Mountains (from FLICK 2013, after KREBS 1971, slightly modified).

setzung für Riffwachstum. Diese bot dort in größerem Umfang der submarine Vulkanismus im Verlauf des Givetiums bis tiefen Frasniums (NESBOR et al. 1993, NESBOR 2004), wie der Verbreitung der devonischen Riffkalke zu entnehmen ist (Abb. 2 u. 3). Die heutige Beschränkung auf das Lahn-Dill-Gebiet ist dem Strukturbau und Abtragungsniveau im Rheinischen Schiefergebirge geschuldet.

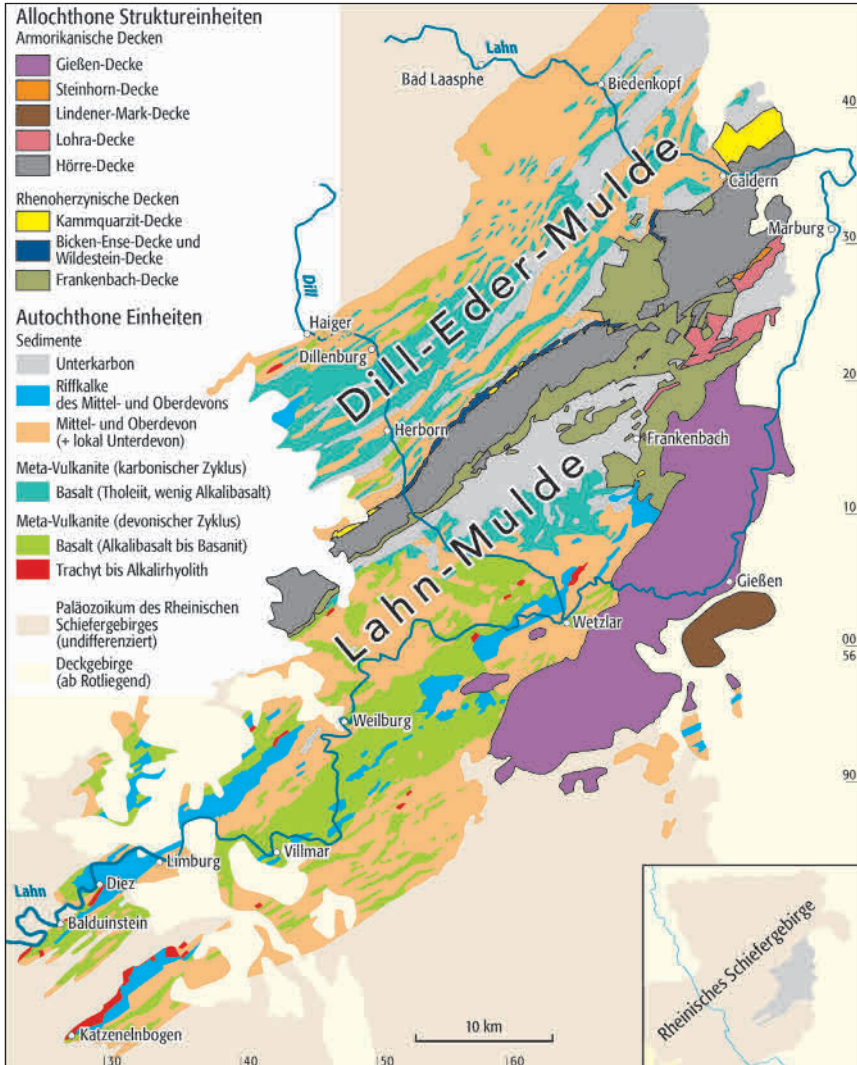


Abbildung 3: Geologische Karte des Lahn-Dill-Gebietes (aus FLICK & NESBOR 2020).

Figure 3: Geological map of the Lahn-Dill area (from FLICK & NESBOR 2020).

Die ursprüngliche Verbreitung war größer, wie nicht nur der Harz mit dem Elbingeröder Komplex zeigt. In vergleichbarer Position ist in einem der paläozoischen Aufbrüche in Hessen zwischen Rheinischem Schiefergebirge und Harz bei Mühlendorf mittel-/oberdevonischer Riffkalk in erheblicher Mächtigkeit erbohrt worden (GUNZERT 1955; HEGGEMANN 2020). Lokale Vorkommen bei Butzbach südöstlich der Lahn-Mulde am Rand des heutigen Taunus wurden früher für spätes Eifelium gehalten (s. WEYL 1967, 1980). Sie werden nunmehr allerdings den obermitteldevonischen Riffkalcken zugeordnet, die dort zusammen mit den untermitteldevonischen Wissenbacher Schiefern in das Unterdevon eingeschuppt wurden (ANDERLE 2020).

3 Submariner Vulkanismus im Lahn-Dill-Gebiet, Basis für die Riffentwicklung

Bis vor wenige Jahrzehnte wurde für das gesamte Rheinische Schiefergebirge von einem autochthonen Aufbau ausgegangen. Inzwischen sind im Lahn-Dill-Gebiet ein autochthoner und ein allochthoner Teilbereich zu unterscheiden (Abb. 3), wobei letzterer aus mehreren Deckeneinheiten besteht (NESBOR 2019, 2020; FLICK & NESBOR 2019, 2020). Der autochthone Teilbereich umfasst die Dill-Eder-Mulde (früher Dill-Mulde) und die Lahn-Mulde, die einen einheitlichen Ablagerungsraum im Devon/Karbon repräsentieren und nicht aus unterschiedlichen Becken hervorgegangen sind. Ihre heutige Trennung in zwei Einheiten ist tektonisch bedingt durch die Einschuppung der Hörre-Decke (früher Hörre-Zone) im Verlauf der Variszischen Gebirgsbildung. Die Zusammengehörigkeit von Dill-Eder- und Lahn-Mulde lässt sich aus der gemeinsamen Ablagerungsgeschichte erschließen, die in der synchronen Entwicklung der vulkanischen Aktivitäten besonders deutlich wird. Unterschiede gibt es z. B. im größeren Anteil sandiger Schüttungen in der Dill-Eder-Mulde, die die größere Nähe zum Liefergebiet, dem Old Red-Kontinent, belegen. Unterschiede zeigen sich auch in der Riffentwicklung mit nur einem Vorkommen im Südwesten der Dill-Eder-Mulde, während sie im Bereich der Lahn-Mulde über deren gesamte Länge zu verfolgen sind (siehe Abb. 3).

Die vulkanischen Aktivitäten umfassten, einmal im Mittel-/Oberdevon und einmal im Unterkarbon, zwei in ihrem Ausmaß weitgehend vergleichbare Zyklen mit jeweils zwei Phasen. Für die Entwicklung von Riffen war hierbei nur die bimodale Givet-Frasne-Phase aus dem devonischen Zyklus von Bedeutung. Abgesehen davon, dass mit dem Frasnium auch das Riffwachstum endete, hätte in späteren Phasen die paläogeographische Situation auf dem Schelf solches nicht mehr ermöglicht, zumal in den jeweils zweiten Phasen lediglich geringe Mengen an primitiven Schmelzen gefördert wurden (NESBOR 2004; FLICK & NESBOR 2019, 2020) und somit die submarinen Vulkane nicht an die Meeresoberfläche heranreichten.

In der Givet-Frasne-Phase wurden sowohl basische als auch kieselsäurereiche Schmelzen gefördert (daher bimodal) bei einem deutlichen Überwiegen von ersteren. Die vulkanischen Aktivitäten standen in Zusammenhang mit einer Dehnung des avalonischen Schelfraums infolge der nordwärts gerichteten Subduktion des Rheischen Ozeans unter den Südrand Laurussias (NESBOR 2020). Diese Dehnung ging einher mit einer Zerblockung der Kruste in Halbgräben, untergeordnet auch in Vollgräben (MOE 2000). An deren tiefreichenden Randstörungen konnten alkalibasaltische bis basanitische Schmelzen aufsteigen (NESBOR 2004). Es wurden submarine Zentralvulkane aufgebaut, die sich flächendeckend mit ihren Produkten verbreiteten (Abb. 4). Die Vulkangebäude entwickelten einen typischen Faziesaufbau (Abb. 5), in dem die als Schalstein bekannt gewordenen Vulkaniklastite unterschiedlicher Genese den größten Volumenanteil ausmachten (NESBOR et al. 1993). Deren diagenetische Alteration führte zur Entstehung von Roteisenstein-Lagerstätten (FLICK et al. 1990), die zur Grundlage einer eisenschaffenden Industrie wurden und unter der Bezeichnung Lahn-Dill-Typ zum Symbol dieses Raumes geworden sind.

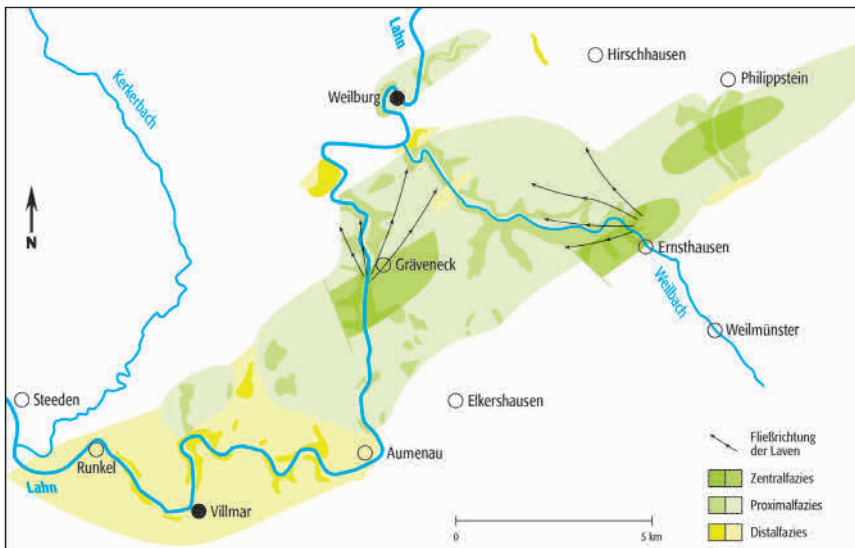


Abbildung 4: Verteilung der vulkanischen Fazies des Oberen Mitteldevons im Schalstein-Hauptsattel/Mittlere Lahnmulde, Pfeile zeigen magnetisch bestimmte Fließrichtung der Laven an (aus FLICK 2013, nach NESBOR et al. 1993 und MOE 2000).

Figure 4: Distribution of the Upper Middle-Devonian volcanic facies in the Schalstein-Main Anticline/Middle Lahn Syncline with arrows indicating the magnetically determined direction of the lava streams (from FLICK 2013, after NESBOR et al. 1993 and MOE 2000).

Diese submarinen Vulkanbauten reichten wohl meist bis zum Meeresspiegel. Allerdings finden sich in den Ablagerungen nur selten Hinweise darauf, dass sie diesen als Insel überragt haben und in ein subaerisches Stadium eingetreten sind.

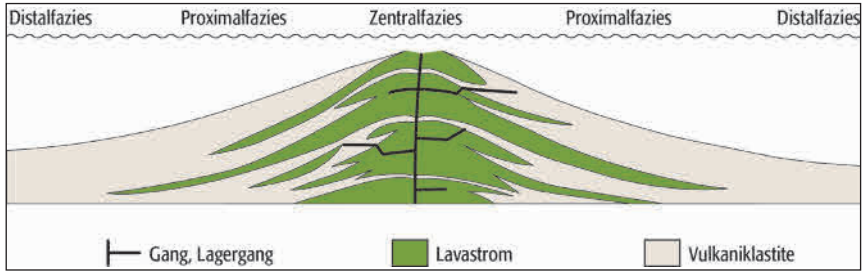


Abbildung 5: Faziesmodell eines submarinen Vulkangebäudes der Givet-Frasne-Phase im Lahn-Dill-Gebiet (aus FLICK 2010, nach FLICK & NESBOR 1990).

Figure 5: Facies model of a submarine volcano edifice of the Givet-Frasne phase in the Lahn-Dill area (from FLICK 2010, after FLICK & NESBOR 1990).

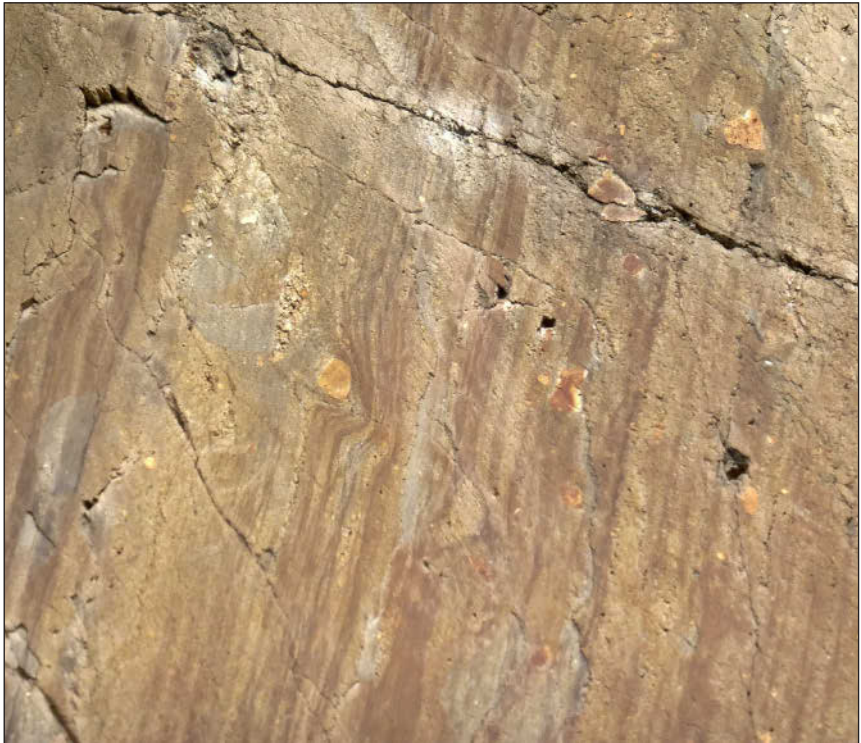


Abbildung 6: Geschichteter Schalstein (alkalibasaltischer Vulkaniklastit) mit asymmetrischer Einschlagsstruktur durch subaerisch ausgeworfener vulkanischer Bombe, ehem. Steinbruchwand in Villmar; Foto: H. Flick.

Figure 6: Stratified Schalstein (alkali-basaltic volcanoclastite) with asymmetric impact structure caused by a subaerially ejected volcanic bomb; former quarry wall in Villmar; photo: H. Flick.

Dazu gehören Belege für den Aufbau eines Schlackenkegels und den Auswurf von vulkanischen Bomben bei Grävneek (NESBOR et al. 1993; KÖNIGSHOF et

al. 2010) (siehe Abb. 4), letzteres nur in Villmar (Abb. 6). Im Unterschied hierzu haben im ganzen Lahn-Dill-Gebiet die kieselsäurereichen (trachytischen bis rhyolithischen) Schmelzen Vulkaninseln aufgebaut, wie aus der Verbreitung von deren Ablagerungs- und Aufarbeitungsprodukten bzw. von deren Bewuchs mit Landpflanzen zu erschließen ist (so z. B. SCHMINCKE 1988; FLICK et al. 1989; BEHNISCH 1993; BREITKREUZ & FLICK 1997).

4 Von den Vulkanen zum Aufbau der Riffe

Die vulkanischen Aktivitäten begannen im Lahn-Dill-Gebiet im Verlauf des Oberen Mitteldevons (Givetium). Für die Lahnmulde ist hierfür nach REQUADT (1990) die spätere Untere *varcus*-Zone belegt, entsprechend der *rhenanus-varcus*-Zone heutiger Gliederung. In der Dill-Eder-Mulde setzten die Aktivitäten eventuell etwas später ein. Der Aufbau der untermeerischen basaltischen Vulkane wurde immer wieder durch längere Ruhepausen der vulkanischen Aktivitäten unterbrochen. Davon zeugen nicht nur die Abscheidungen von Roteisenstein, die verschiedentlich als sogenanntes Schalsteinlager innerhalb der Vulkanbauten auftreten, aber an kein bestimmtes Niveau gebunden sind. Ganz besonders zeigen dies Einschaltungen von Riffkalken, die von den Vulkaniklastiten wieder überschüttet wurden. Hierdurch wird deutlich, dass im Verlauf des höheren Givetiums bis tiefen Frasniums der Meeresboden zwar weiter absank, die Vulkane jedoch durch erneutes Wachsen bis zum Meeresspiegel reichten und immer wieder die entsprechend notwendigen Untiefen als Basis für den Aufbau von Riffen anboten. Dass die Vulkanbauten – abgesehen von den trachytischen bis rhyolithischen Vulkanen (siehe oben) – nur selten über den Meeresspiegel hinauswuchsen, war offensichtlich einerseits die Folge einer verhältnismäßig schnellen und effektiven Erosion, andererseits der Instabilität der Vulkanflanken. Dies führte zu verschiedensten Umlagerungsprozessen, wie aus der Zusammensetzung und dem Gefüge des Schalsteins hervorgeht (NESBOR et al. 1993; BEHNISCH 1993).

Der submarine Vulkanismus setzte im frühen Givetium in der *rhenanus-varcus*-Zone ein (siehe oben). Bereits in der Mittleren *varcus*-Zone (entsprechend *ansatus*-Zone heutiger Gliederung) hatten die vulkanischen Aktivitäten, zumindest gilt das für die Mittlere Lahnmulde, soweit nachgelassen, dass sich auf geeigneten Untiefen Riffbildner ansiedeln konnten (BUGGISCH & FLÜGEL 1992; OETKEN 1997). Den Anfang machte eine tafelige Karbonatfazies (Biostrom), aus denen sich die eigentlichen Riffe entwickelten (Bioherm). Im weiteren Verlauf des Givetiums blieb das Riffwachstum meist im Biostromstadium stecken, da es durch die vulkanischen Aktivitäten immer wieder unterbrochen wurde (BUGGISCH & FLÜGEL 1992). Bruchstücke von Riffkalk im Schalstein zeigen (z. B. in Villmar), dass durch die vulkanischen Aktivitäten Riffe wiederholt zerstört wurden. Eine längere Unterbrechung des Vulkanismus ermöglichte bereits im Givetium den Aufbau von mehrere hundert Meter mächtigen Riffen, wie das in Villmar

KÖNIGSHOF 2007). In der Hahnstättener Mulde in der südwestlichen Lahnmulde, wo der Aufbau einer Inselkette durch kieselsäurereiche Schmelzen (BREITKREUZ & FLICK 1989) die Basis für ein ausgedehntes Riffwachstum bereitet hatte, wuchs das Riff bis in das Frasnium weiter (REQUADT & WEIDENFELLER 2007). Ausreichend langanhaltende vulkanische Ruhe für einen umfassenden Riffaufbau war zumeist wohl erst im tiefen Oberdevon gegeben. Hierfür stehen Langenaubach-Breitscheid (KREBS 1966), Wirbelau und Schupbach (KÖNIGSHOF 2007) oder Altendiez (STAPF & NIEMANN 1988). Auch im Oberdevon kam es gelegentlich noch zu Wachstumsunterbrechungen infolge vulkanischer Aktivität, wie z. B. die vulkaniklastischen Einträge in den Vorkommen von Altendiez (STAPF & NIEMANN 1988, Abb. 15) belegen. Aber die Riffe konnten sich wieder erholen und weiterwachsen, bis sie allerdings durch die ökologische Krise des zweifachen Kellwasserereignisses zum Ende des Frasniums ausgelöscht wurden (s. oben).



Abbildung 7: Ästige Stromatopore im Riffkern, Naturdenkmal Unica-Steinbruch bei Villmar; Foto: H. Flick.

Figure 7: Branched stromatoporoids in the reef core; natural monument Unica Quarry near Villmar; photo: H. Flick.

Ausgehend von den gerüstbildenden Stromatoporen und tabulaten wie rugosen Korallen entwickelte sich ein Ökosystem, zu dem vor allem Crinoiden, Brachiopoden, Muscheln, Schnecken, Bryozoen sowie verschiedene Gruppen von Mikroorganismen gehörten und in ihrer Zusammensetzung die unterschiedlichen Lebensräume widerspiegeln, bestimmt durch Wassertiefe, Lichteinfall, Strö-

mungsverhältnisse und Salinität. In ihrer Vielfalt brauchen die devonischen Riffe den Vergleich mit denen aus der späteren Erdgeschichte nicht zu scheuen. Wie sich gezeigt hat, waren die entstehenden Lebensgemeinschaften abhängig von der Art des Substrats, d. h. welcher Typ von Vulkaniklastiten für eine Besiedlung in der geeigneten Wassertiefe zur Verfügung stand (BUGGISCH & FLÜGEL 1992; KÖNIGSHOF et al. 2010). Es fällt dabei auf, dass der Bereich der Zentralfazies in den submarinen Vulkanbauten mit seinen Laven von Riffen frei blieb, sondern erst außerhalb des Bereiches der Proximalfazies (vgl. Faziesdifferenzierung in Abb. 5) besiedelt wurde. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu modernen Riffen, wo bereits nach wenigen Jahren Korallen auf Pillowlaven siedeln. Der Bereich der Distalfazies war sicherlich hierfür bereits zu tief.

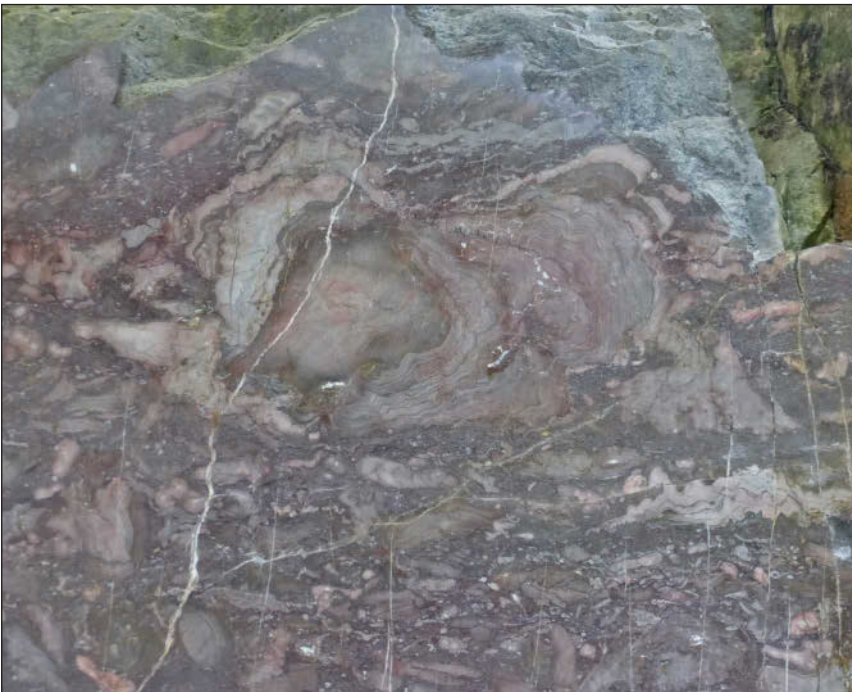


Abbildung 8: Mehrfach verkippte und wiederbesiedelte knollige Stromatoporen im Riffkern, Naturdenkmal Unica-Steinbruch bei Villmar; Foto: H. Flick.

Figure 8: Repeatedly tilted and colonised bulbous stromatoporoids in the reef core; natural monument Unica Quarry near Villmar; photo: H. Flick.

Der Riffaufbau beginnt in dem als Riffkern bezeichneten Bereich, der bis zur Meeresoberfläche aktiv emporwächst und ein festes Gerüst bildet, z. B. durch ästige Stromatoporen (Abb. 7). Dort ist das Riff dem kontinuierlichen Wellengang sowie häufigeren Sturmereignissen oder gelegentlichen Tsunamis ausgesetzt. Bei den hierbei angerichteten Zerstörungen werden Teile abgebrochen und verkippt, wie die z. T. mehrfach verdrehten knolligen Stromatoporen im Natur-

denkmal Unica-Steinbruch in Villmar erkennen lassen (Abb. 8). Abgebrochene und zertrümmerte Teile werden von der Zerstörungsfront aus vor das Riff verlagert. Dieser Bereich bildet das Vorriff, in dem sich ein primärer Böschungswinkel von ca. 30° einstellt, wie das an fossilen Wasserwaagen nachzuvollziehen ist (z. B. durch die dachziegelförmige Überlagerung von laminaren Korallen und Stromatoporen in Wirbelau, Abb. 9). Volumenmäßig hat das Vorriff den größten Anteil im gesamten Riffkörper. Da der Riffkern den anlaufenden Wellengang abschirmt, entsteht abseitig mit dem Rückriff ein ruhiger Faziesbereich. Dieser ist mitunter als Lagune ausgebildet, wobei durch die starke Sonneneinstrahlung bedingte Verdunstung des Wassers die Salinität soweit erhöhen konnte, dass Organismen zum Abbau der organischen Substanz fehlten. In der Folge entstand ein schwarzer Lahnmarmor, wofür der Abbau bei (Beselich-)Schupbach berühmt war. Bei Inseln mit aktivem Vulkanismus war das Rückriff dessen unmittelbarem Einfluss ausgesetzt, indem sich vulkanische Partikel mit dem Kalkschlamm mischen konnten oder Lava hineinfließte. Durch die Abschreckung wurde diese zerrissen und dabei der Kalkschlamm regelrecht hineingesaugt, wie in dem entstandenen



Abbildung 9: Dachziegelförmige Überlagerung von laminaren Korallen und Stromatoporen als Anzeiger für primären Böschungswinkel im Vorriff, Schüttung von links nach rechts unten, ehem. Steinbruch bei Wirbelau; Foto: H. Flick.

Figure 9: Roof tiles-like superposition of laminar corals and stromatoporoids as indicators for a primary slope angle in the fore reef, shedding from left to right below; former quarry near Wirbelau; photo: H. Flick.

brekziösen Gefüge durch Kalk getrennte zusammenpassende Bruchstücke erkennen lassen (Beispiel Balduinstein-Vulkan, Abb. 10).



Abbildung 10: Kalk-Keratophyr-Brekzie, entstanden durch Einfließen einer rhyolithischen Lava in den Kalkschlamm einer Rückrifffazies, dabei durch Abschreckung zerrissen mit Einsaugen des Schlammes in die Zwischenräume, erkennbar an zusammenpassenden Bruchstücken. Talflanke unterhalb der Schaumburg bei Balduinstein (Punkt 5 in Abb. 11); Foto: H. Flick.

Figure 10: Limestone-keratophyre breccia produced by the flow of a rhyolitic volcanic magma in the calcareous mud of a back reef; the matching fragments reveal disruption by quenching and irruption of calcareous mud into the open spaces; valley flank below the Schaumburg near Balduinstein (point 5 in fig. 11); photo: H. Flick.

Die Position des Riffkerns, und damit entsprechend des Vor- und Rückriffs, war über längere Zeit nicht konstant, sondern wanderte im Verlauf des Riffentwicklung in Abhängigkeit von den Lebensmöglichkeiten für die Riffbildner. Relativ statische Verhältnisse im Unterbau beförderten ein Wachstum des Riffkerns nach außen über das Vorriff, z. B. im sog. Terrazzbruch bei Schupbach erkennbar (OETKEN 1997, Abb. 8). Eine Rücknahme, d. h. Verlagerung zur Insel oder zum Vulkanzentrum hin, war bedingt durch ein Absinken des Untergrundes infolge von Kompaktionsvorgängen im (alkalibasaltischen) Vulkanunterbau, durch Abbrüche von Vulkanflanken oder auch durch die Fortdauer der Dehnungsbewegungen im Schelf. Ein erneutes Eindringen von Schmelze führte dagegen zum

Aufblähen des Vulkanbaus und entsprechend zum Wandern des Riffkerns nach außen vom Vulkanzentrum weg. Solche Vorgänge sind indirekt erkennbar durch den mehrfachen Fazieswechsel im 270 m mächtigen Profil von Altendiez (STAPP & NIEMANN 1988, Abb. 10, Abb. 12). In kleinerem Maßstab zeigt sich dies am metarhyolithischen Balduinstein-Vulkan, an dem sich ein Saumriff entwickelt hatte, immer wieder unterbrochen durch vulkaniklastische Schüttungen (FLICK & SCHMIDT 1987) (Abb.11). Deren Besiedlung durch die erdgeschichtlich noch

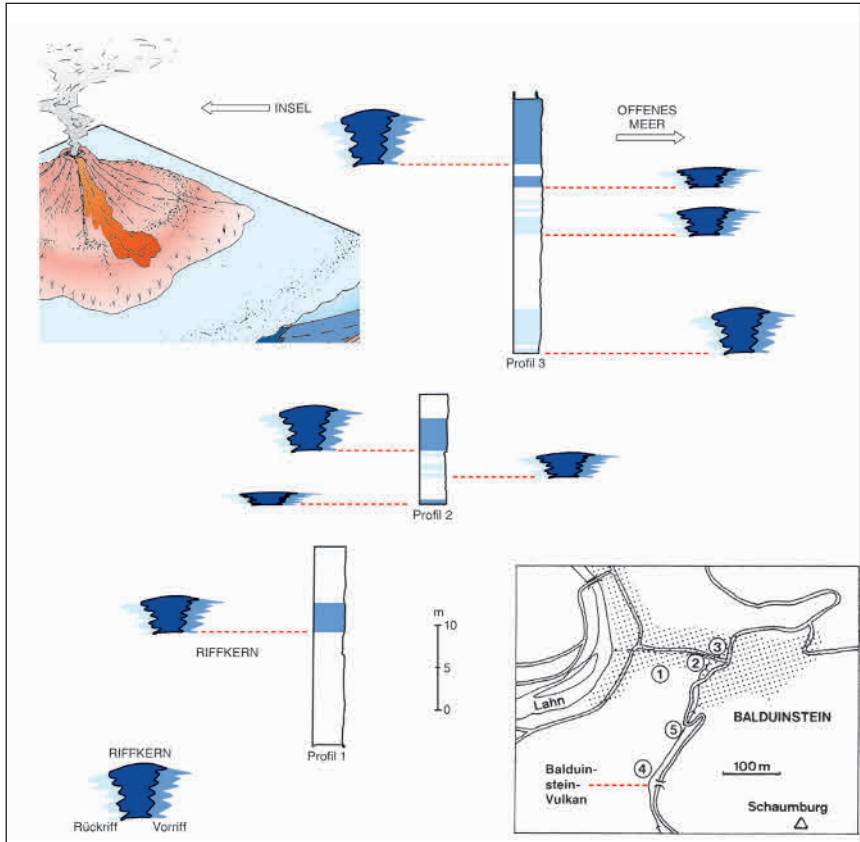


Abbildung 11: Entwicklung der Rifffazies mit relativer Position des Riffkerns im Saumriff am Balduinstein-Vulkan (südwestliche Lahnmulde), mehrfach durch vulkanische Schüttungen unterbrochen. In Karte: 1 bis 3 Lage der Profile, 4 ehem. Abbau von Lahnmarmor in Rückrifffazies, 5 Lage der Kalk-Keratophyr-Brekzie von Abb. 10 (Profildarstellung nach FLICK & SCHMIDT 1987, verändert).

Figure 11: Development of the reef facies with relative position of the reef core in the fringing reef at the Balduinstein volcano (southwest Lahn syncline), interrupted by repeated volcanic eruptions. Map insert: 1 to 3, position of the profiles; 4, former quarrying of Lahn marble in back reef facies; 5, position of the limestone-keratophyre breccia of fig. 10 (profiles modified after FLICK & SCHMIDT 1987).

junge terrestrische Pflanzenwelt (FLICK et al. 1989) macht diese Insel mit Saumriff zu einem Modell für eine „devonische Südsee“ (FLICK 2010). Zur Entstehung eines Atolls kam es im Langenaubach-Breitscheider Riff, das KREBS (1966) in einer Mikrofaziesanalyse nachvollziehen konnte. Abgesehen von der Anpassung der Riffentwicklung an die Bewegungen des Untergrundes, mussten diese auch auf die globalen Schwankungen des Meeresspiegels reagieren. Nach einem Meeresspiegelrückgang in der *rhenanus-varcus*-Zone kam es in der *ansatus*-Zone zur Wende Mittel-/Oberdevon, entsprechend dem TR-Zyklus If und IIA von JOHNSON et al. (1985) und BRETT et al. (2011) zu einem Meeresspiegelanstieg (TR steht für Transgression/Regression). Dies beförderte nahezu weltweit das Aufwachsen der Riffe und damit große Mächtigkeiten.

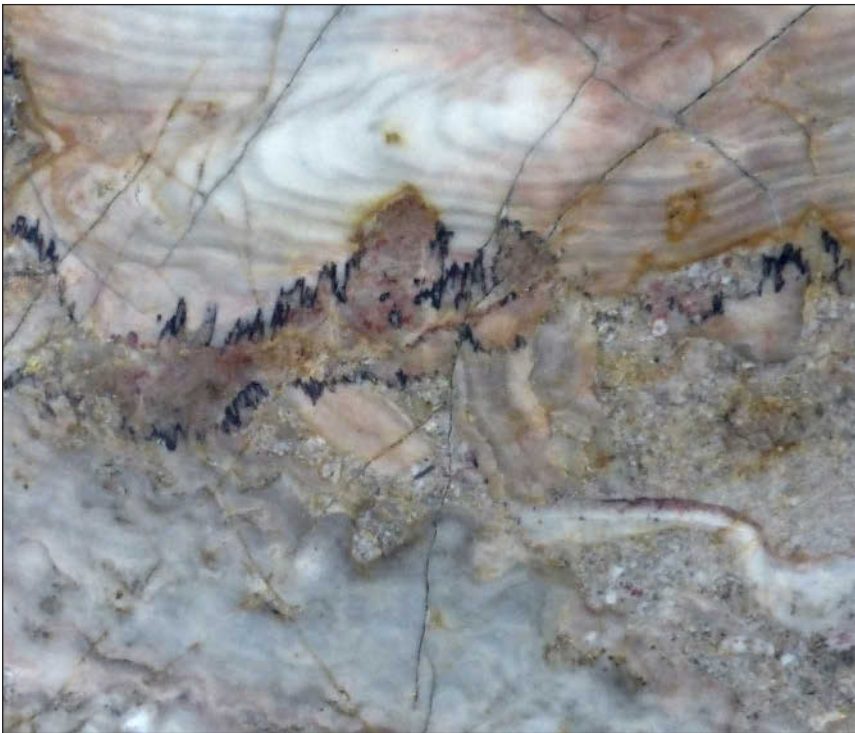


Abbildung 12: Karbonatlösung mit Bildung von Vertikalstylolithen (schwarze Zacken) durch Kompaktion im Riffkern, Naturdenkmal Unica-Steinbruch bei Villmar; Foto: H. Flick

Figure 12: Dissolution of carbonate with formation of vertical stylolites (black tooth-like prongs) due to compaction in the reef core; natural monument Unica Quarry near Villmar; photo: H. Flick.

5 Die Post-Riffgeschichte

Spätestens mit dem Absterben der Riffe setzten diagenetische Veränderungen ein, wozu die Rekristallisation der Karbonatphase von Aragonit zu Calcit in Fossilgehäusen gehört. Kompaktion führte zu einer Verdichtung des Gefüges mit Lösungerscheinungen, wofür die Stylolithbildung im Unica-Steinbruch in Villmar steht (Abb. 12). Weniger auffällig sind die Lösungerscheinungen an größeren Riffkomponenten im Steinbruch Jörissen, Wirbelau (KREBS 1968a, 1974). Dafür springt dort die Versiegelung der Hohlräume, wie sie besonders für den Vorriffbereich typisch ist, durch mehrere Zementgenerationen ins Auge (Abb. 13). Deren unterschiedliche Ausbildung belegt Unterschiede in den zirkulierenden Wässern und damit deren Herkunft. Eine Untersuchung hierzu steht noch aus. Lösungerscheinungen an Riffkomponenten dürften auch die Füllung von Hohlräumen mit Kalkschlamm begünstigt haben, wie sie durch dessen rote Farbe im Korallenfels-Bruch bei Schupbach auffällt (Abb. 14).

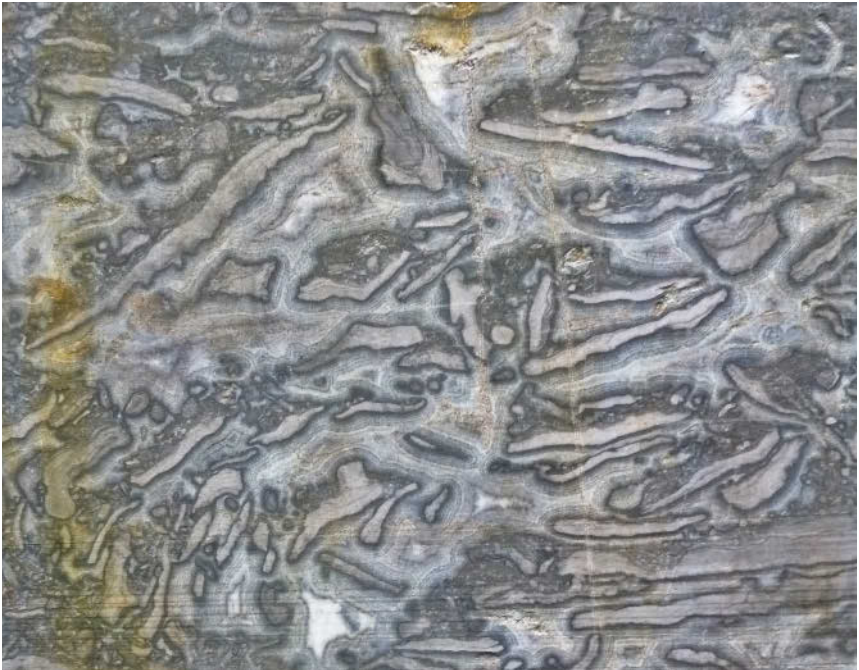


Abbildung 13: Mehrere Generationen von calcitischer Zementbildung in Hohlräumen eines Vorriffs, ehem. Steinbruch bei Wirbelau; Foto: H. Flick.

Figure 13: Several generations of calcitic cement in cavities of a fore reef limestone; former quarry near Wirbelau; photo: H. Flick.

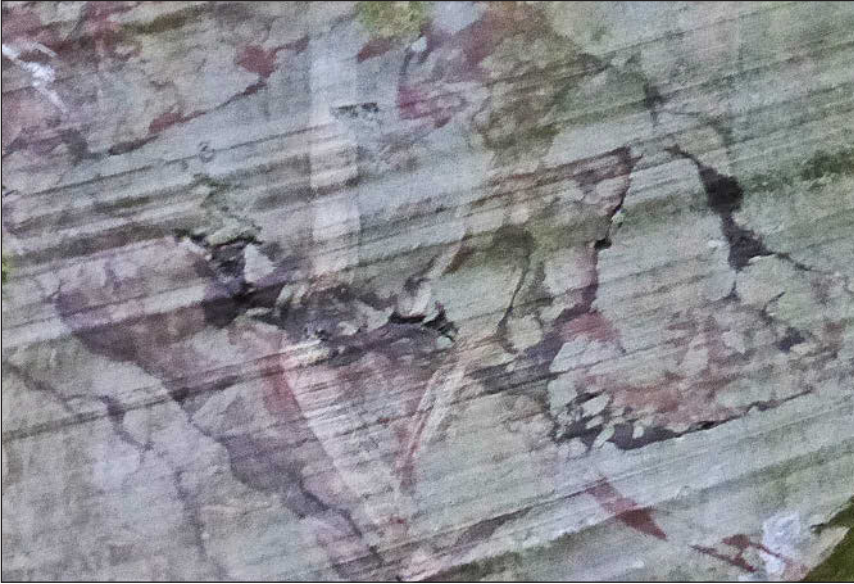


Abbildung 14: Zweimalige Hohlraumfüllung im Riffkalk des Korallenfels-Bruchs bei Schupbach, erkennbar durch unterschiedliche Rotfärbung des Kalk- sowie Roteisenschlamm (dunkel). (Besuche des privaten Bruchs sind über das Lahnmarmor-Museum Villmar organisierbar); Foto: H. Flick.

Figure 14: Twofold cavity filling in the reef limestone of the Korallenfels Quarry near Schupbach, recognizable by differing red colouration of the calcareous and ferruginous mud (dark) (permission to visit the private quarry can be arranged through the Lahnmarmor-Museum Villmar); photo: H. Flick.

Als sog. Hochschwelen waren die Riffe bereits im Oberdevon bis Unterkarbon einer Verkarstung ausgesetzt, so dass sie z. T., wie das Langenaubach-Breitscheider Riff, erst im Unterkarbon II (oberes Tournaisium/tieferes Viséum, siehe Abb. 1) wieder in die Sedimentation einbezogen wurden. Karbonatische Riss- oder Schlottenfüllungen enthalten Belege für das Oberdevon bis Unterkarbon (Hahnstätten, BUGGISH & MICHL 2003; Steeden, HENNINGSSEN 1965). Im Unterkarbon II (sog. Erdbachium) lassen sich drei Generationen von als Erdbacher Kalke bezeichneten Horizonte trennen (KREBS 1968b), die für ihren Fossilreichtum bekannt wurden (so z. B. AMLER et al. 2008). Weitere Einflüsse, denen die Riffe ausgesetzt waren, beinhalteten eine lokale Dolomitisierung, die schon frühdiagnostisch einsetzte und durch die weitere Erdgeschichte anhielt. Sie war z. T. hydrothermalen Ursprungs und kann mit der Eisen/Mangan-Karstvererzung vom Typ Lindener Mark in Zusammenhang gebracht werden (KIRNBAUER 1988a, b).

Im Verlauf der Oberkarbons wurde der Raum des Lahn-Dill-Gebietes von der variszischen Orogenese erfasst. Die hierdurch ausgelösten Faltungsbewegungen mit Auf- und Überschiebungen haben dazu geführt, dass die Riffkörper auseinandergerissen und verschoben wurden. Ursprüngliche Zusammenhänge sind

vielfach nicht mehr erkennbar. Herausgekommen ist eine kleinräumige Vielfalt von perlschnurartig in der Lahn-Mulde aufgereihten Vorkommen (siehe Abb. 3). Gleichzeitig wurden dadurch die verschiedenen internen Strukturen aufgeschlossen, die – zusammen mit äußeren Einflüssen, wie unterschiedliche Farbnu-

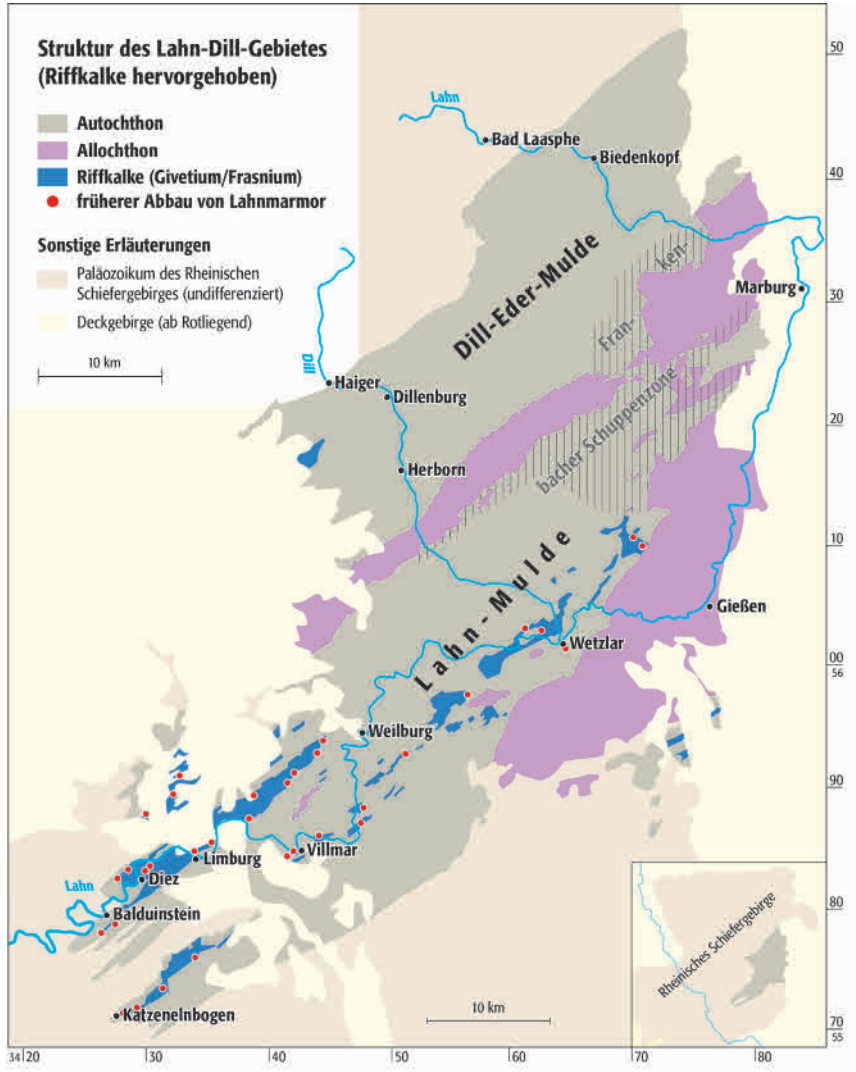


Abbildung 15: Verbreitung der Riffkarbonate im Lahn-Dill-Gebiet mit Kennzeichnung bekannter Steinbrüche im Lahnmarmor (aus BECKER & KIRNBAUER 1988, verändert).

Figure 15: Extent of reef carbonates in the Lahn-Dill area showing public Lahn marble quarries (modified after BECKER & KIRNBAUER 1988).

ancen in Rottönen durch benachbarte Roteisensteinvererzungen oder Graubis-Schwarzfärbungen durch fehlenden Abbau der organischen Substanz im Bereich von Rückriffmilieus – den Reiz dieser Riffkalke als sog. Lahnmarmor ausmachen. In der Folge entstanden viele kleine Abbaustellen, von denen weit über 100 bekannt, aber nicht alle lokalisiert sind (BECKER & KIRNBAUER 1988; KIRNBAUER 2008) (Abb. 15). Der Lahnmarmor war zeitweise so attraktiv, dass er für Dekorationszwecke bis nach Übersee verschifft wurde (KIRNBAUER 2008, 2013), wobei für den Einsatz in der Steinmetzindustrie auch gewisse Moden von Bedeutung sind. Schwierige Abbaubedingungen sowie die intensive känozoische Verkarstung haben ihren Anteil am Niedergang des Abbaus von Lahnmarmor.

6 Dank

Hilfestellung erhielt Verfasser von den Herren Dr. H.-D. Nesbor, Wiesbaden, und Dr. P. Königshof, Frankfurt, durch kritische Durchsicht des Textes, von Herrn B. Bognar MSc, Friedberg, beim Abstract, Herrn A. Becker, Beselich-Schubbach, bei einem Besuch von ehemaligen Lahnmarmor-Steinbrüchen sowie von Herrn M. Manske, Bad Grönenbach, bei der Erstellung der Grafiken. Allen Genannten sei auch an dieser Stelle gedankt.

7 Literatur

- AMLER, M.R.W., HEIDELBERGER, D. & MÜLLER, P. (2008): Die unterkarbonischen Erdbach-Kalke von Breitscheid-Erdbach. – Paläontologische Denkmäler in Hessen, **13**: 1-20, 18 Abb.; Wiesbaden (Abt. Archäol. Paläont. im L.-Amt f. Denkmalpflege Hessen u. Archäol. Ges. Hessen).
- ANDERLE, J. (2020): Taunus. – In: HLNUG (Hrsg.): Geologie von Hessen: 34-49, 7 Abb., 1 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart). – [im Druck]
- BECKER, A. & KIRNBAUER, T. (1988): Zur Gewinnung und Verwendung des Lahnmarmors. – In: KIRNBAUER, T. (Hrsg.) unter Mitarb. von SCHNEIDER, J.: Geologie und hydrothermale Mineralisationen im rechtsrheinischen Schiefergebirge. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **Sb. 1**: 237-244, Abb. 62-65, Tab. 12; Wiesbaden.
- BEHNISCH, R. (1993): Faziesabhängige Ablagerungsprozesse devonischer Vulkaniklastite im Schälstein-Hauptsattel (mittlere Lahn-Mulde). – Geol. Abh. Hessen, **98**: 89-149, 29 Abb.; Wiesbaden.
- BREITKREUZ, C. & FLICK, H. (1997): Sedimentation am trachytisch/alkalirhyolithischen Inselvulkan von Katzenelnbogen-Steinkopf (Devon/Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Jb. Hessen, **123**: 5-16, 7 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- BRETT, C.E., BAIRD, G.C., BARTHOLOMEW, A.J., DESANTIS, M.K. & VERSTRAETEN, C.A. (2011): – In: BRETT, C.E., SCHNEIDER, E. & KÖNIGSHOF, P.: Sea-level cyclicality, climate change, and bioevents in Middle Devonian marine and terrestrial environments. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **304** (1-2): 21-53; Amsterdam.
- BUGGISCH, W. & FLÜGEL, E. (1992): Mittel- bis oberdevonische Karbonate auf Blatt Weilburg (Rheinisches Schiefergebirge) und in Randgebieten: Initialstadien der Riffentwicklung auf Vulkanschwellen. – Geol. Jb. Hessen, **120**: 77-97, 6 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.

- BUGGISCH, W. & MICHL, S. (2002): Early Carboniferous (Mississippian) Neptunian Dykes in Middle Devonian Reef Limestones of the Hahnstätten Quarry, Lahn Syncline, Rheinisches Schiefergebirge. – *Senckenbergiana lethaea*, **82**: 495-513, 5 Abb., 3 Tab., 3 Taf.; Frankfurt a.M.
- FLICK, H. (2010): Lahn-Dill-Gebiet. Riffe, Erz und edler Marmor. – Streifzüge durch die Erdgeschichte, hrsg. von G. MEYENBURG. – 116 S., 64 Abb., 2 Tab., 1 Kt.; Wiebelsheim (Quelle & Meyer, Edition Goldschneck).
- FLICK, H. (2013): Das Rheinische Schiefergebirge – eine geologische Geschichte. – *Aufschluss*, **64**: 208-237, 37 Abb.; Heidelberg.
- FLICK, H. & NESBOR, H.-D. (2019): Lahn-Dill-Gebiet – eine geologische Einheit im Rheinischen Schiefergebirge. – *Aufschluss*, **70**: 263-277, 15 Abb.; Heidelberg.
- FLICK, H. & NESBOR, H.-D. (2020): Lahn-Dill-Gebiet. – In: HLNUG (Hrsg.): *Geologie von Hessen*: 49-77, 14 Abb., 1 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart). – [im Druck]
- Flick, H. & Schmidt, J. (1987): Eine Vulkaninsel mit Saumriff im Devon des südlichen Rheinischen Schiefergebirges. – *Facies*, **17**: 67-71, 4 Abb.; Erlangen.
- FLICK, H., NESBOR, H.D. & BEHNISCH, R. (1990): Iron ores of the Lahn-Dill type formed by diagenetic seeping of pyroclastic sequences – a case study on the Schalstein section at Gänsberg (Weilburg). – *Geol. Rdschau*, **79**: 401-415, 11 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- FLICK, H., PFEFFERKORN, H.W. & SCHMIDT, J. (1989): Presence of land-plants on a volcanic island in a Devonian sea (Rhenish Mountains, West Germany). – *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **56**: 171-177, 3 Abb.; Amsterdam.
- GRIMM, W.-D. (Hrsg.) (2018): *Bildatlas wichtiger Denkmalgesteine der Bundesrepublik Deutschland*, 2. erw. Aufl. – Teil I: Textband, 430 S., 216 Abb., 21 Tab., 17 Taf.; Teil II: Bildband, 536 S., 1173 Abb., 248 Tab.; Ulm (Ebner).
- GUNZERT, G. (1955): Der Grundgebirgsaufbruch von Mühlbach (Nordhessen). – *Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **83**: 106-125, 3 Abb. 3 Tab., Taf. 7-8; Wiesbaden.
- HEGGEMANN, H. (2020): Paläozoische Aufbrüche. – In: HLNUG (Hrsg.): *Geologie von Hessen*: 111-114, 2 Abb.; Stuttgart (Schweizerbart). – [im Druck]
- HENNINGSEN, D. (1965): Ein Oberdevon/Unterkarbon-Profil bei Steeden a. d. Lahn (Lahn-Mulde, Rheinisches Schiefergebirge). – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1965 (10)**: 614-624, 2 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- JOHNSON, J.G., KLAPPER, G. & SANDBERG, C.A. (1985): Devonian eustatic fluctuations in Euramerica – *Geol. Soc. Amer., Bull.*, **96**: 567-587; Boulder.
- JUX, U. (1960): Die devonischen Riffe im Rheinischen Schiefergebirge. – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **110**: 186-392, 25 Abb., 22 Taf.; Stuttgart.
- KIRNBAUER, T. (1988a): Metasomatische Dolomitisierung in „Massenkalken“. – In: KIRNBAUER, T. (Hrsg.) unter Mitarb. von SCHNEIDER, J.: *Geologie und hydrothermale Mineralisationen im rechtsrheinischen Schiefergebirge*. – *Jb. nass. Ver. Naturkde.*, **Sb. 1**: 200-209, Abb. 50-54; Wiesbaden.
- KIRNBAUER, T. (1988b): Eisenmanganerze des Typs „Lindener Mark“ und Eisenerze des Typs „Hunsrückerze“. – In: KIRNBAUER, T. (Hrsg.) unter Mitarb. von SCHNEIDER, J.: *Geologie und hydrothermale Mineralisationen im rechtsrheinischen Schiefergebirge*. – *Jb. nass. Ver. Naturkde.*, **Sb. 1**: 209-216, Tab. 11; Wiesbaden.
- KIRNBAUER, T. (2008): Nassauer Marmor oder Lahnmarmor – ein weltweit bekannter Naturwerkstein aus Deutschland (Nassau Marble or Lahn Marble – a famous Devonian dimension stone from Germany). – In: SIEGSMUND, S. & SNETHLAGE, R. (Hrsg.): *Denkmalgesteine – Festschrift Wolf-Dieter Grimm*. – *Schriftenr. dt. Ges. Geowiss.*, **59**: 187-218, 11 Abb., 3 Tab., 4 Taf.; Hannover.
- KIRNBAUER, T. (2013): Lahnmarmor, Nassauer Marmor. Eigenschaften, Abbau und Verwendung. – *Restaurator im Handwerk. Fach-Z. Restaurierungspraxis*, [Jg. 5], **4/2013**: 10-17, 22 Abb.; Herrstein.

- KÖNIGSHOF, P. (2007): Mittel- bis oberdevonische Riffkarbonate in der Lahnmulde (südliches Rheinisches Schiefergebirge) (Exkursion H am 13. April 2007). – Jb. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **89**: 261-272, 7 Abb.; Stuttgart.
- KÖNIGSHOF, P., NESBOR, H.-J. & FLICK, H. (2010): Volcanism and reef development in the Devonian: a case study from the Lahn syncline, Rheinisches Schiefergebirge (Germany). – Gondwana Research, **17**: 264-280, 14 Abb.; Amsterdam.
- KREBS, W. (1966): Der Bau des oberdevonischen Langenaubach-Breitscheider Riffes und seine weitere Entwicklung im Unterkarbon (Rheinisches Schiefergebirge). – Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., **511**: 1-105, 18 Abb., 3 Tab., 13 Taf.; Frankfurt a. M.
- KREBS, W. (1968a): Facies Types in Devonian Back-Reef Limestones in the eastern Rhenish Schiefergebirge. – In: MÜLLER, G. & FRIEDMAN, G.M. (Hrsg.): Recent developments in carbonate sedimentology in central Europe: 186-196; Berlin (Springer).
- KREBS, W. (1968b): Die Lagerungsverhältnisse des Erdbacher Kalkes (Unterkarbon II) bei Langenaubach-Breitscheid (Rheinisches Schiefergebirge). – Geotekt. Forsch., **28**: 72-103, 4 Abb.; Stuttgart.
- KREBS, W. (1971): Devonian Reef Limestones in the eastern Rhenish Schiefergebirge. – In: MÜLLER, G. (Hrsg.): Sedimentology of parts of Central Europe, Guidebook, VII Int. Sediment. Congress: 45-81, 32 Abb.; Frankfurt a. M.
- KREBS, W. (1974): Devonian carbonate Complexes of Central Europe. – In: LAPORTE, L.F. (Hrsg.): Reefs in time and space. – Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Pap., **18**: 155-2008; Tulsa.
- MOE, A. (2000): Structural development of a volcanic sequence of the Lahn area during the Variscan orogeny in the Rhenohercynian belt (Germany). – Diss. Univ. Heidelberg: 170 S., 80 Abb., 7 Tab., 17 Taf., Anhang A, B u. C.; Heidelberg.
- NESBOR, H.-D. (2004): Paläozoischer Intraplattenvulkanismus im östlichen Rheinischen Schiefergebirge – Magmenentwicklung und zeitlicher Ablauf. – Geol. Jb. Hessen, **131**: 145-182, 21 Abb., 4 Tab.; Wiesbaden.
- NESBOR, H.-D. (2019): Alpinotype Deckentektonik im Rheinischen Schiefergebirge (Exkursion I am 26. April 2019). – Jb. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **101**: 197-226, 12 Abb.; Stuttgart.
- NESBOR, H.-D. (2020): Geotektonisch-paläogeographische Entwicklung Mitteleuropas im Paläozoikum. – In: HLNUG (Hrsg.): Geologie von Hessen: 17-33, 7 Abb.; Stuttgart (Schweizerbart). – [im Druck]
- Nesbor, H.-D., BUGGISCH, W., FLICK, H., HORN, M. & LIPPERT, H.-J. (1993): Vulkanismus im Devon des Rhenohercynikums. Faziale und paläogeographische Entwicklung vulkanisch geprägter mariner Becken am Beispiel des Lahn-Dill-Gebietes. – Geol. Abh. Hessen, **98**: 3-87, 37 Abb., 8 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- OETKEN, S. (1997): Faziesausbildung und Conodonten-Biofazies mittel-/oberdevonischer Riffgesteine in der mittleren Lahnmulde (Rheinisches Schiefergebirge). – Diss. Univ. Marburg: 147 S., 32 Abb., 13 Tab., 11 Taf., 1 Anh.; Marburg.
- REQUADT, H. (1990): Geologische Karte Rheinland-Pfalz 1 : 25 000, Erläuterungen Blatt 5613 Schaumburg, 2. Aufl. – 240 S., 62 Abb., 22 Tab., 3 Anl.; Mainz.
- REQUADT, H. & WEIDENFELLER, M. (2007): Geologische Karte Rheinland-Pfalz 1 : 25 000, Erläuterungen Blatt 5713 Katzenelnbogen, 2. Aufl. – 212 S., 53 Abb., 17 Tab., 1 Beil.; Mainz.
- SCHMINCKE, H.-U. (1988): Devonischer und karbonischer Vulkanismus bei Dillenburg und Herbornseelbach (Exkursion F am 8. April 1988). – Jb. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **70**: 99-140, 31 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- STAPE, K.R.G. & NIEMANN, J. (1988): Halt 6: Altendiez; ehem. Steinbruch der Fa. Solvay, jetzt Freizeitpark Diez. – In: FLICK, H., NESBOR, H.-D., NIEMANN, J., REQUADT, H. & STAPE, K.R.G.: Das Devon der südwestlichen Lahnmulde auf Blatt 5613 Schaumburg (Exkursion H am 9. April 1988). – Jb. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **70**: 178-187, Abb. 11-16; Stuttgart.

- STETS, J. & SCHÄFER, A. (2002): Depositional Environments in the Lower Devonian Sili-
ciclastics of the Rhenohercynian Basin (Rheinisches Schiefergebirge, W-Germany) –
Case Studies and a Model – *Contr. Sed. Geol.*, **22**: 1-77, 35 Abb., 3 Tab., 20 F., Stuttgart.
- WEYL, R. (Hrsg.) (1967): *Geologischer Führer durch die Umgebung von Gießen*. – 184 S.,
44 Abb., 7 Tab.; Gießen (Mittelhess. Druck- und Verlagsgesellschaft).
- WEYL, R. (Hrsg.) (1980): *Geologischer Führer durch die Umgebung von Gießen*. – 193 S.,
46 Abb., 7 Tab.; Gießen (Mittelhess. Druck- und Verlagsgesellschaft).

PROF. DR. HEINER FLICK
Carl-Orff-Ring 5
87616 Marktoberdorf
E-Mail: heiner-flick@t-online.de

Manuskripteingang: 27. Juli 2020

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde](#)

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [141](#)

Autor(en)/Author(s): Flick Heiner

Artikel/Article: [Lahnmarmor – die geologischen Grundlagen 27-48](#)