

Das Meer an der Lahn – erdgeschichtliche und aktuelle Erkundungen Natur und Umweltsituation der Meere

**Workshop für Naturführer/-innen, Lehrer/-innen
und weitere Interessierte**

**Donnerstag, 14. September 2017, 9-16.30 Uhr,
Lahn-Marmor-Museum Villmar, Oberau 4, 65606 Villmar**

Bericht

Programm:

- | | |
|-----------|--|
| 9.00 Uhr | Begrüßung |
| 9.15 Uhr | Besichtigung:
Der Unica-Bruch: die offene geologisch-paläontologische Schatzkammer |
| 10.15 Uhr | Zwei Vorträge mit Diskussion:
Wattenmeer und Riffe - Devonische "Traumstrände" im Süden von Laurussia
Dr. Peter Königshof,
Senckenberg-Forschungsinstitut und Naturmuseum, Frankfurt |
| 11.30 Uhr | Schwammgärten auf dem Weddellmeer-Schelf und Auswirkungen der Klimaerwärmung an der Antarktischen Halbinsel
Dr. Dorte Janussen,
Senckenberg-Forschungsinstitut und Naturmuseum, Frankfurt |
| 12.45 Uhr | Mittagspause |
| 13.30 Uhr | Arbeit mit Material in Gruppen und Präsentation im Plenum:
Geheimnisse des Ozeans: Natur und Gefährdung der Meere
Dr. Christof Ellger, GeoUnion Alfred-Wegener-Stiftung |
| 15.30 Uhr | Rundgang durch das Lahn-Marmor-Museum |
| 16.30 Uhr | Ende des Workshops |

Leitung: **Sirkka Rausche**, Naturschutz-Akademie Hessen; **Christof Ellger**, GeoUnion

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2016 * 17

**MEERE
UND OZEANE**



Das Lahn-Marmor-Museum und das Unica-Geotop

Zu Beginn der Veranstaltung führt Axel Becker, langjähriger Aktiver des Museums und Mitglied im Beirat der Stiftung Lahn-Marmor-Museum, durch das Lahn-Marmor-Museum. Das neue Haus des Museums wurde am 20. März 2016 eröffnet; zuvor hatte das Museum seine Wirkungsstätte in der Villmarer Ortsmitte, wo es in sehr beengten Verhältnissen zehn Jahre lang tätig war. Der Neubau am Bahnhof von Villmar, in unmittelbarer Nähe zum Geotop des Unica-Steinbruchs, musste dabei gegen Widerstände einer Bürgerinitiative in Villmar durchgesetzt werden. Die Architektur des zweigeschossigen Baus lehnt sich als Stahlträgerbau mit Wellblechdach an die Gestaltung von Industriebauten an; auf diese Weise konnte das Haus vergleichsweise kostengünstig erstellt werden.

Das Museum zeigt auf seinen zwei Etagen die Geologie des Lahn-Marmors, Geschichte und Technologie des Abbaus im Lahntal sowie Verarbeitung und Verwendung des Gesteins.

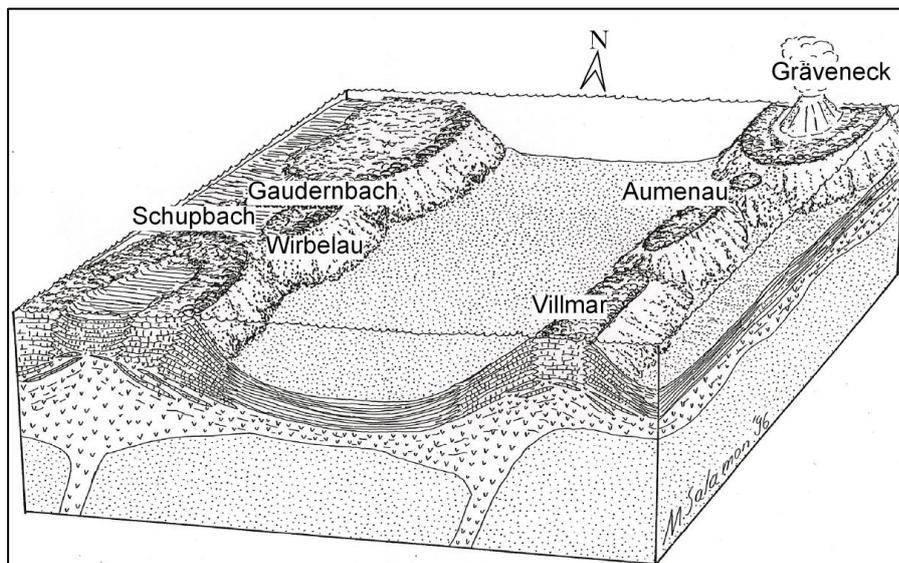


Zu sehen sind die Geräte, mit denen der Stein herausgebrochen und abtransportiert wurde, darunter ein Derrickkran. Vorgestellt wird uns auch der ‚Wolf‘ als Transportgerät für Steinblöcke.

Die Entstehung des „Lahn-Marmors“ in devonischen Stromatoporen-Riffen

Die Bezeichnung „Lahn-Marmor“ (früher zumeist als „Nassauer Marmor“ bekannt) geht auf die Steinmetze und Bildhauer zurück, die traditionell derartig gestaltete bzw. „marmorierte“ Kalksteine als „Marmor“ bezeichnen; dies gilt insbesondere für die farbigen, varietätenreichen, weichen und gut polierbaren Kalke aus dem Lahngebiet mit ihren hervorragenden Bearbeitungseigenschaften. Petrographisch, gesteinskundlich ist der Lahn-Marmor jedoch kein Marmor, weil er kein metamorphes Gestein darstellt; er ist ein Kalkstein, der lediglich diagenetisch überformt wurde (durch Karbonat-Zementierung und hydrothermale Mineralisierung).

Gebildet wurden die Lahn-Kalke im Rahmen des Aufbaus von Riffen im Devon (397-385 Mio. Jahre vor heute), im Wesentlichen durch den Aufwuchs von Stromatoporen. Diese werden heute zu den Schwämmen gezählt, sie gehörten zu den so genannten "Sklerospongiern", oder basalskelett-tragenden Demospongiae; solche gibt es heute noch, als "lebende Fossilien" in Riffhöhlen und in der Tiefsee. Daneben finden sich Reste von Seelilien (vor allem deren Stiele bzw. Stielglieder) und Korallen. Es handelt sich also um ein marines (im Meer) biogenes (durch Lebewesen entstandenes) Sedimentgestein – von daher ein höchst geeignetes Objekt für eine Präsentation im Rahmen einer Veranstaltungsreihe zu „Meeren und Ozeanen im Binnenland“. Die Entstehung in der Lahnmulde ist dabei nicht als Bildung in einem Flachmeer anzusehen, dazu lag die Küstenlinie des Old Red Continent zu weit im Norden; vielmehr hat untermeerischer Vulkanismus dazu geführt, dass im tieferen Wasser Schwellen entstanden (heute steht hier der Schalstein an), die nahe genug an den Meeresspiegel (und das Sonnenlicht) reichten, so dass sich Riffe bilden konnten.

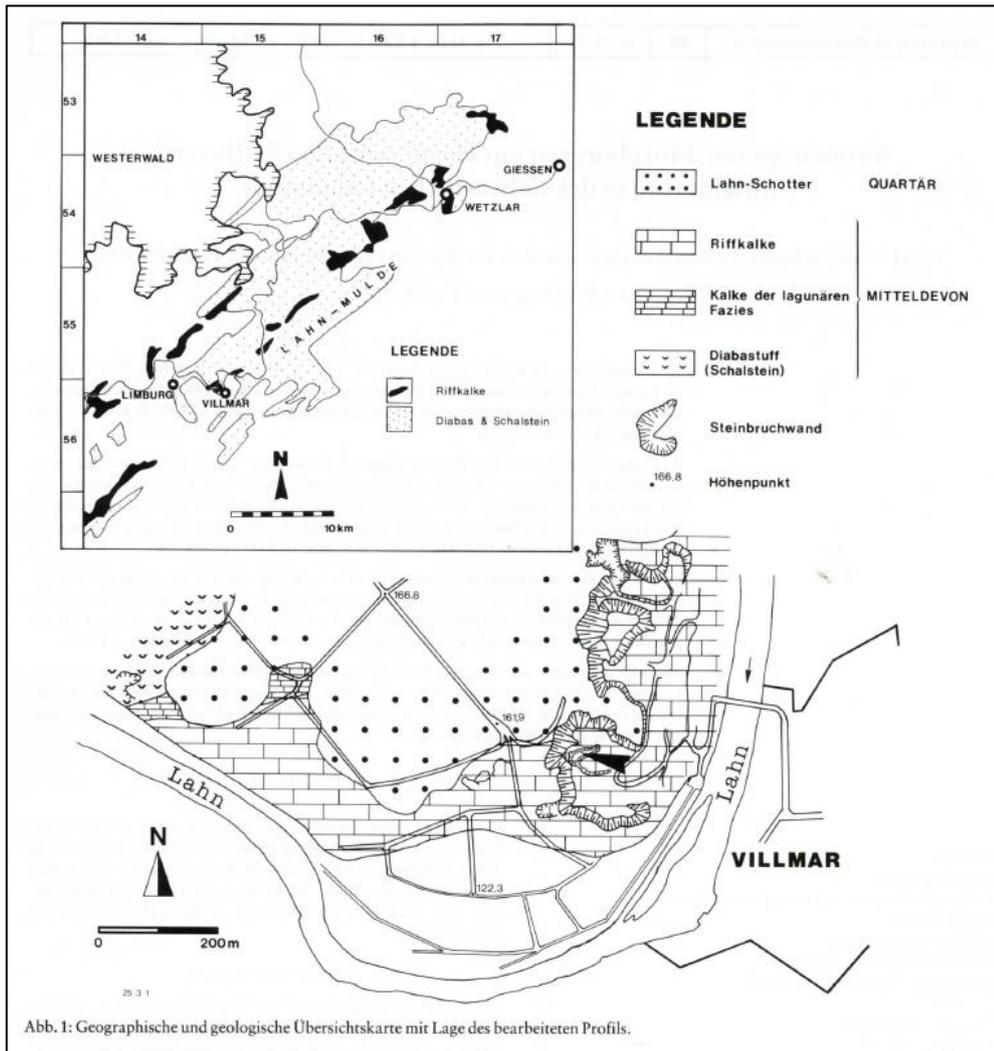


Riffbildung auf untermeerischem Vulkanismus

Quelle: Oetken 1997 (aus Brückner et al. 2005)

Entsprechend dieser Entstehungsgeschichte auf den vulkanischen Schalstein- bzw. Diabasschwellen liegen die Fundstellen für den Lahnmarmor auf zwei SW-NE' verlaufenden Linien in der im Erdaltertum (Paläozoikum) angelegten Lahnmulde (s. folgende Abbildung).

Detailuntersuchungen am Riff des Unica-Steinbruchs in den frühen 1990er Jahren (Königshof et al. 1991) konnten verschiedene Wuchsformen der Stromatoporen herausarbeiten: Die Stromatoporen wuchsen vor allem domförmig, gelegentlich auch länglich oder blumenkohlartig, außerdem ebenmäßig oder „zerzaust“ (bei zeitweiligen Wachstumseinschränkungen). Sie können bis zu 1 m groß werden. 15-20 % der Fläche wird von Stromatoporen in Lebendstellung eingenommen, weitere 30 % von umgelagerten Stromatoporen. Dazwischen findet sich feines Schuttmaterial aus Seelilienresten (Crinoiden) bzw. auch aus den Resten der Stromatoporen und Korallen (eher fein- und feinkristallin: sparitisch; teilweise aber auch ganz fein zerrieben und nicht mehr kristallin: mikritisch).



Karte des Unica-Steinbruchs

(Quelle: Königshof et al. 1991)

Lahnmarmor wurde in ca. 140 Steinbrüchen des Lahngebietes abgebaut; über 100 Handelsnamen sind überliefert (Kirnbauer 2013).



Als Geotop bewahrt, gepflegt und zugänglich gemacht: der Unica-Bruch

(Quelle: Wikimedia Commons)



Teil der unteren Wand im Unica-Bruch
(Quelle: Wikimedia Commons)



Dr. Peter Königshof an der Unica-Wand
(Fotos: CE)



Das Museum und das Unica-Geotop können sehr schön digital „besichtigt“ werden:

<https://panowalks.com/embed/SYU0IPQqv49oFieyTkfiqhwtPDbn/>

Zum Unica-Steinbruch auch interessant: <http://www.ardmediathek.de/tv/hessentipp/Tag-des-Geotops-im-Geopark-Westerwald-La/hr-fernsehen/Video?bcastId=3473942&documentId=45956950>

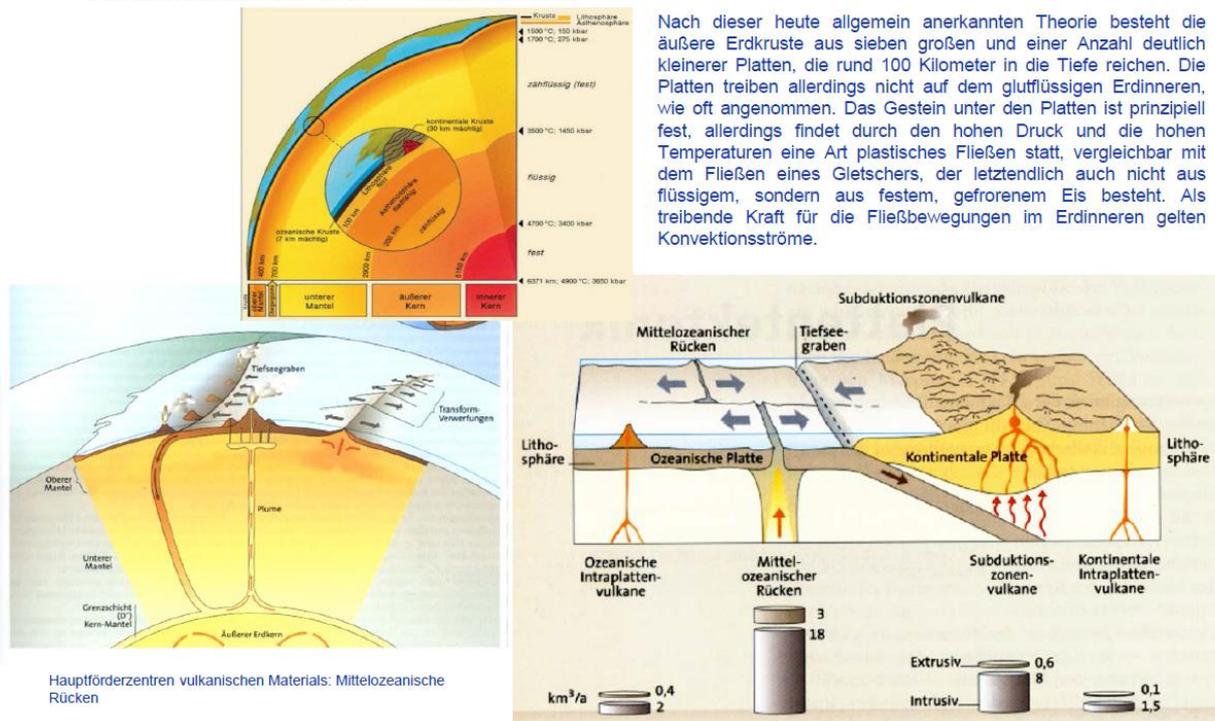
Vortrag Dr. Peter Königshof:

Wattenmeer und Riffe – Devonische „Traumstrände“ im Süden von Laurussia

Der Gesteinsuntergrund in weiten Teilen des Rheinischen Schiefergebirges zeigt, dass die Gesteine marin, d.h. im Meer, entstanden – und unter ganz anderen klimatischen Bedingungen als heute (nämlich tropischen). Um zu erklären, wie dies zustande kommt und warum wir dies überhaupt wissen, sind verschiedene geowissenschaftliche Instrumente erforderlich: die Theorie der Kontinentalverschiebung bzw. die Plattentektonik, die die Bewegung der Platten der Erdkruste beschreibt; die Verfahren zur Datierung von geologischen Phänomenen und Prozessen; sowie die Analyse der Gesteine und Fossilien als wesentlichen Zeugnissen.

Die Konfiguration der Erdoberfläche wird durch die Bewegung der Krustenplatten bestimmt. Hierbei unterscheidet man: konvergierende Platten (Platten treffen aufeinander, dies ist verbunden mit Subduktion: ozeanisch-ozeanisch z.B. in Japan, ozeanisch-kontinental: Anden; kontinental-kontinental: Alpen, Himalaya), divergierende Platten (Platten bewegen sich voneinander weg: mittelozeanische Rücken, Rift-Valleys) und Transformstörungen (Platten gleiten aneinander vorbei). Wichtig ist darüber hinaus auch noch der Unterschied zwischen ozeanischer und kontinentaler Kruste, letztere ist leichter und dicker.

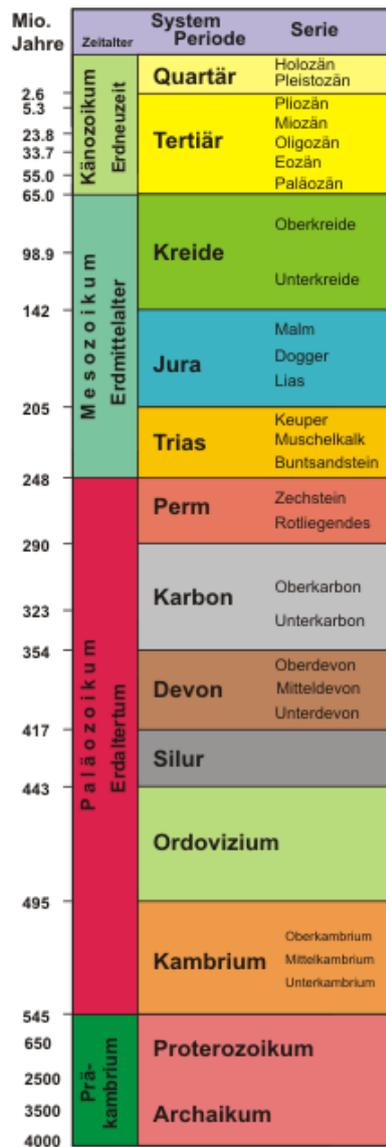
Schalenaufbau der Erde - Plattentektonik



Nach dieser heute allgemein anerkannten Theorie besteht die äußere Erdkruste aus sieben großen und einer Anzahl deutlich kleinerer Platten, die rund 100 Kilometer in die Tiefe reichen. Die Platten treiben allerdings nicht auf dem glutflüssigen Erdinneren, wie oft angenommen. Das Gestein unter den Platten ist prinzipiell fest, allerdings findet durch den hohen Druck und die hohen Temperaturen eine Art plastisches Fließen statt, vergleichbar mit dem Fließen eines Gletschers, der letztendlich auch nicht aus flüssigem, sondern aus festem, gefrorenem Eis besteht. Als treibende Kraft für die Fließbewegungen im Erdinneren gelten Konvektionsströme.

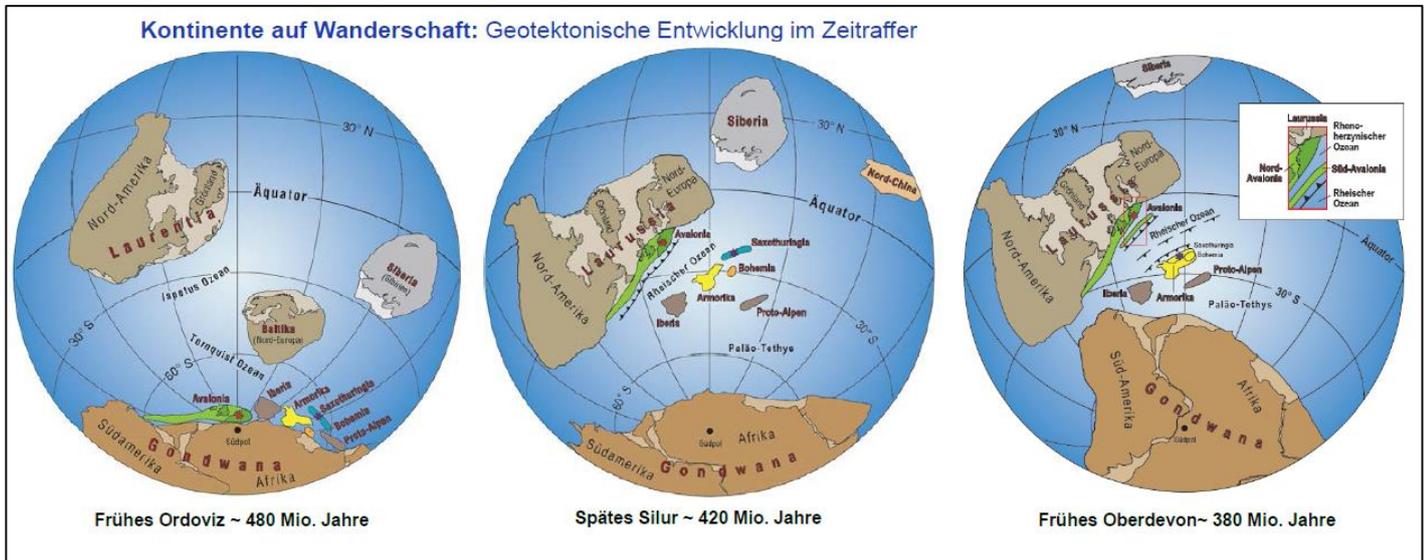
Kleinere bewegliche Einheiten der (kontinentalen) Erdkruste nennt man Terran (das Terran, Plural: Terrane)

Grundlage der erdgeschichtlichen Betrachtung ist die geologische Zeitskala.

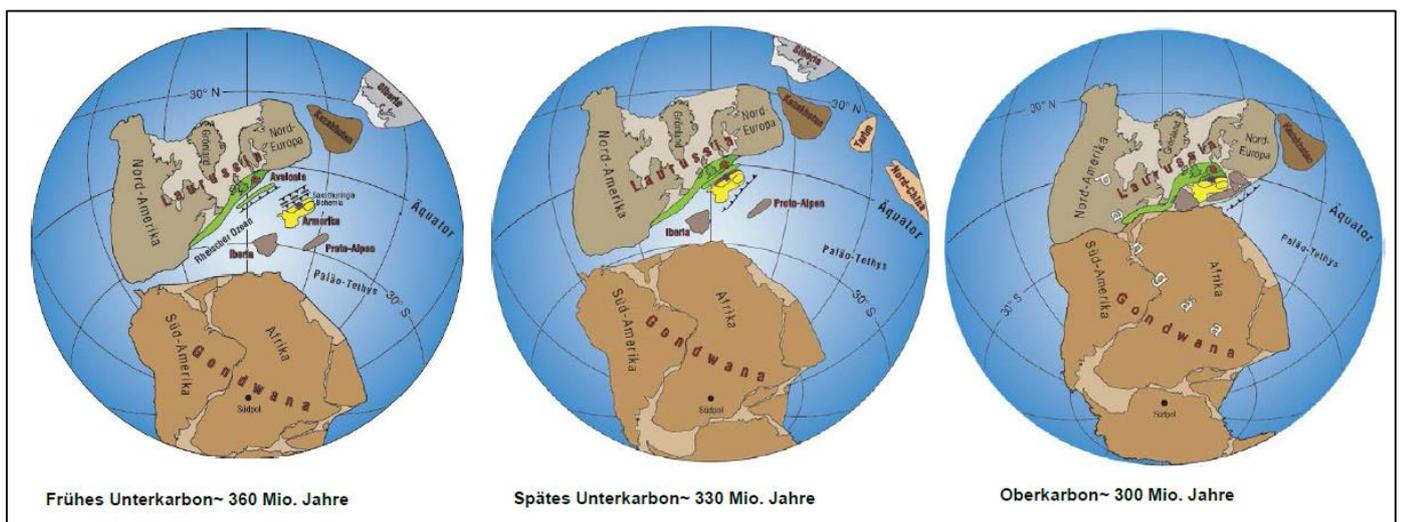


Vereinfachte geologische Zeitskala
(Quelle: Geopark Bayern-Böhmen)

Die erdgeschichtliche Verlagerung des Rheinischen Schiefergebirges: Dieses war zunächst Teil des ‚Avalonia‘ genannten Terranes – und zwar genauer: des europäischen, als Ostavalonia bezeichneten Abschnitts. Das Terran löste sich im frühen Ordovizium von Gondwana und öffnete dabei den ‚Rheinischen Ozean‘ dazwischen. Dann driftete es nach Norden und dockte im Silur an Baltica an, das selbst zusammen mit Laurentia den Old-Red-Kontinent (= Laurussia) formte.



Im Karbon bewegten sich die Kontinente aufeinander zu, die Ozeane wurden geschlossen. Im Rahmen der Varizischen Gebirgsbildung entstand das Rheinische Schiefergebirge. In der Folge wurden weitere Kontinentblöcke und Terrane einbezogen; der Superkontinent Pangäa entstand (im Oberkarbon).



Woher wissen wir, dass das so war? – Aus der detaillierten Untersuchung der „Erdkrustenstücke“ – und vor allem aus deren Datierung.

Datieren geht zum einen absolut: radiometrisch (durch den radioaktiven Zerfall von Elementen, z.B. ^{14}C -Datierung oder Kalium-Argon-Methode), zum anderen relativ durch Biostratigraphie, d.h. durch die Existenz von Fossilien. Fossilien, die sich besonders zur Datierung geologischer Schichten eignen, heißen Leitfossilien. Idealerweise haben diese eine relativ schnelle evolutive Entwicklung und sind möglichst weltweit oder zumindest überregional vertreten (Beispiele: Cephalopoden [Kopffüßer, zu diesen gehören die Ammoniten], Trilobiten [„Dreilapper“], Brachiopoden [Armfüßer, ähnlich den Muscheln], Conodonten [zahnähnliche Mikrofossilien]).

Die Gesteine des Rheinischen Schiefergebirges bestehen zum Großteil aus Sedimenten aus dem mittleren Paläozoikum (Devon, Karbon, 417-330 Mio. Jahre vor heute). Darunter befinden sich Sedimente, die klar als Küstensedimente zu erkennen sind. Im Sinne des „aktualistischen Vorgehens“ geht man davon aus, dass die Entstehungsbedingungen zu allen Zeit gleich (gewesen) sind, man also von heutigen – rezenten – Prozessen und Phänomene auf die Verhältnisse in früheren Phasen der Erdgeschichte schließen kann.

Land - Meer Übergänge: Wattenmeer

- Ein Meer im Wirkungsbereich der Gezeiten
- Sedimentstrukturen: z.B. Trockenrisse, Rippeln (Wellenrippel, rhomboidale Zungenrippel), Wind-induzierte Streifung, Wasserstandsanzeiger, mäandrierende Priele, Flora und Fauna

Rezente (Wattenmeer Norddeutschland)



Fossil: Schelfmeer im Süden Laurussias



So ist in den paläozoischen Sedimenten des Rheinischen Schiefergebirges immer wieder das ehemalige Wattenmeer zu erkennen (an den Rippeln, polygonalen Trockenrissen, an den erhaltenen Prieln und den darin gefundenen Bohrwürmern bzw. deren Wurmlöchern).

Außerdem sind vielfach Riffe erhalten, sie sind Zeugen besonderer Ökosysteme, aufgebaut vor allem aus Korallen oder Schwämmen.

Land - Meer Übergänge: Riffe

- Ökosysteme in den Tropen
- Korallen, Schwämme, Seelilien, Brachiopoden, Bryozoen.....

Rezent (Great Barrier Reef Australien)



Fossil: Riffe im Sauerland und Lahn-Region

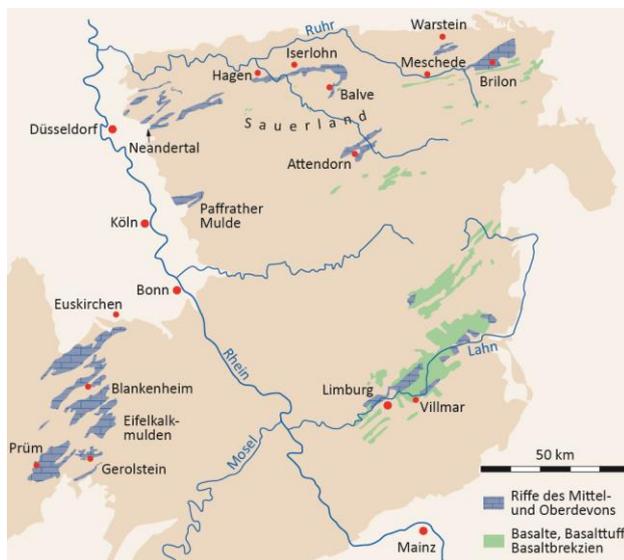


- Riffe im Devon:
Größte Verbreitung von Riffen in der Erdgeschichte, im Wesentlichen
Stromatoporen/Korallen Riffe
bis maximal 50°C nördlicher Breite (z.B. Sibirien) größere Ausdehnung als heute



Bei Riffen wird unterschieden zwischen Saum-, Barriere- und Atollriff; Saumriffe entstehen küstennah, Barriereriffe weiter draußen im Schelfmeer, auf Untiefen; Atollriffe entwickeln sich an absinkenden Inseln, um die anfänglich ein Saumriff entsteht, das dann durch die absinkende Basis zum Weiter-nach-Oben-Wachsen gezwungen wird.

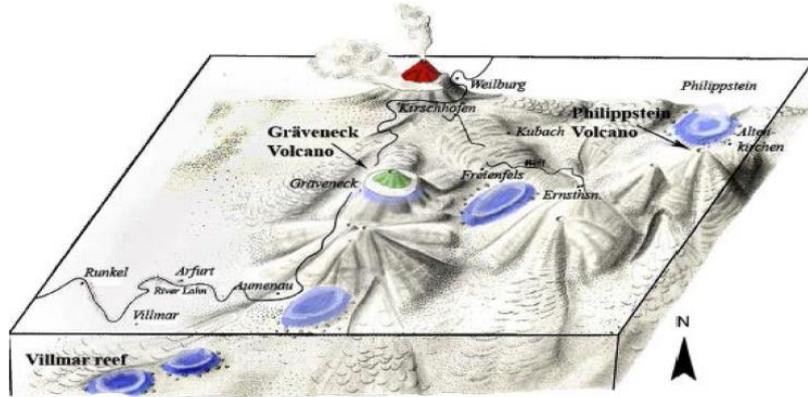
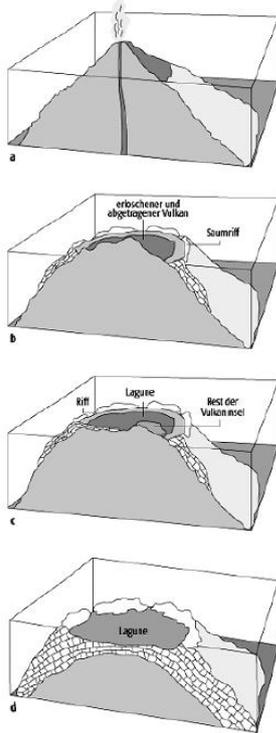
Devonische Riffe gibt es am ehemaligen Küstensaum vor dem Old-Red-Kontinent weiter im Norden, im Sauerland (Brilon, Warstein, Balve, Hagen etc.) und in der Eifel. Für die Riffvorkommen an der Lahn gilt, dass sie nur möglich waren, weil untermeerischer Vulkanismus hier Schwellen schuf, auf denen sich die Riffe entwickeln konnten.



Vorkommen von Kalken des Mittel- und Oberdevons sowie Basalten, Basaltbrekzien und -tuffen („Diabase“ und „Schalsteine“) im Rheinischen Schiefergebirge (Abbildung: Meschede 2015)

Land - Meer Übergänge: Riffe

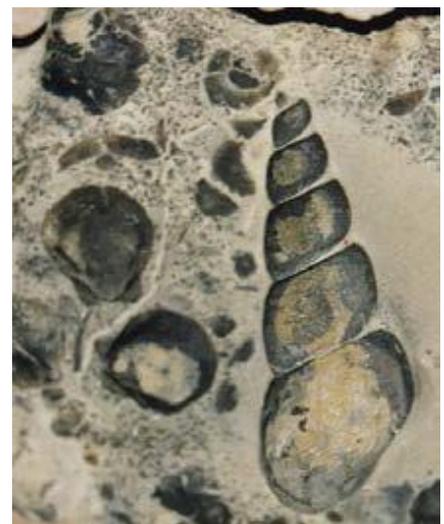
Die Riffentwicklung in der unmittelbaren Umgebung ist im Gegensatz zum nördlichen Rheinischen Schiefergebirge, verknüpft mit Vulkanismus.



Aufgebaut werden die Riffe in der Lahn-Dill-Mulde vor allem durch Stromatoporen, schwammähnliche Tiere, die große Gebilde formen. Außerdem findet man Brachiopoden, Algen, Seelilien und Korallen in den Aufschlüssen.



Stromatopore
(Quelle: Wikimedia Commons)



Schnecken: *Loxonema sp.*
Quelle: Sidney University



Crinoiden: Seelilien

Die Phase der Riffformierung im Mitteldevon endete mit einem großen Aussterbeereignis, einem der größten der Erdgeschichte, an der Frasnium-Famennium-Grenze (Mittel-Oberdevon-Grenze, vor 373 Mio. Jahren), das vor allem tropische Flachwasserorganismen betraf. Über die Ursachen dieses Massensterbens wird noch diskutiert: Sie reichen von anoxischen (sauerstofffreien) Bedingungen infolge von Algenwachstum und Eutrophierung über Vulkanismus und Seafloor Spreading (Ozeanbildung) zu Meeresspiegelschwankungen (bedingt durch globale Abkühlung und Bindung des Wassers im Inlandeis).



Traumstrände: Aitutaki, Atoll im Südpazifik (Quelle: ZDF, Terra X)

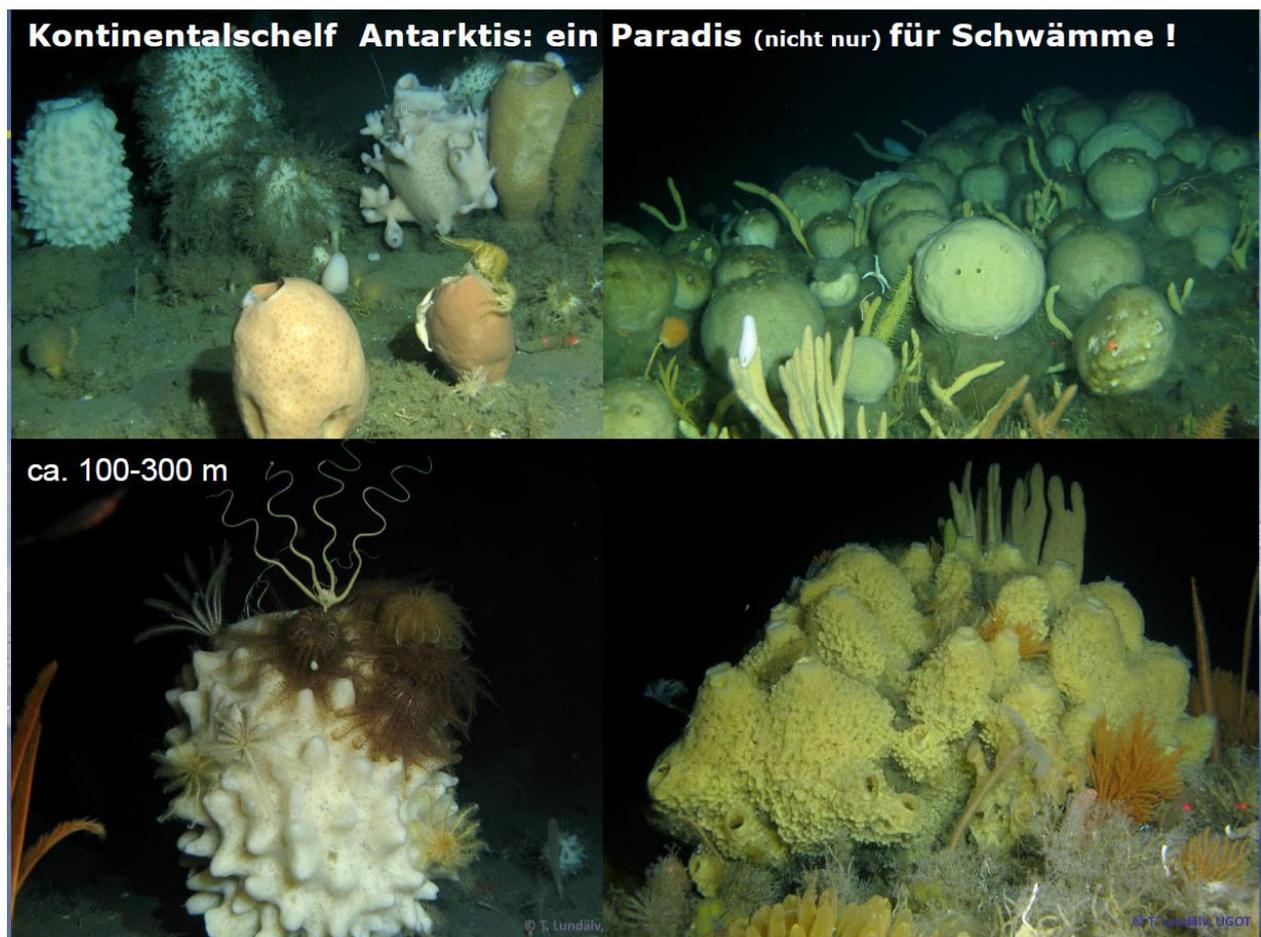
Vortrag Dr. Dorte Janussen:

Schwammgärten auf dem Weddellmeer-Schelf – Auswirkungen der Klimaerwärmung an der Antarktischen Halbinsel

Warum ist die (meeresbiologische) Antarktisforschung wichtig? – Der antarktische Schelf beherbergt einzigartige Biotope und ist durch hohe Biodiversität gekennzeichnet; durch die Ausbildung der Antarktischen Zirkumpolarströmung vor mehr als 20 Mio. Jahren entstand hier ein thermisch isolierter Bereich. Mehr als 60 % der Arten sind endemisch. Außerdem ist die Antarktis ein sensibler Indikator für die globalen Klimaveränderungen und als Ökosystem dabei durchaus gefährdet. Die Tiefsee des Antarktischen Ozeans ist mit den anderen großen Weltmeeren verbunden und spielt eine wichtige Rolle für die thermohaline Zirkulation und damit für das Klima weltweit.

Durch den Internationalen Antarktisvertrag (1959) wurde die Nutzung der Antarktis im Wesentlichen auf Forschung beschränkt, aber auch die Forschung in der Antarktis ist stark reglementiert.

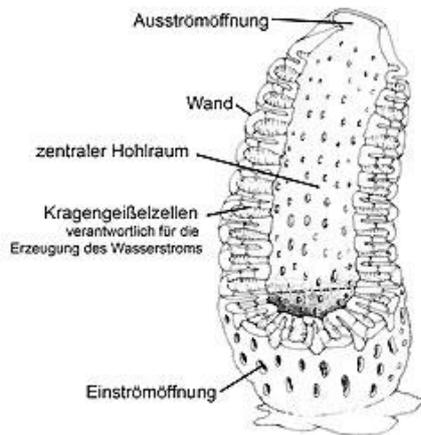
Von Deutschland aus werden mit dem Forschungsschiff Polarstern regelmäßig Expeditionen zum Antarktischen Ozean durchgeführt; so hat es Forschungsfahrten zur Erforschung der Tiefsee (bis in 5000 m Tiefe; Brandt et al. 2007) gegeben, mit dem Schwerpunkt Weddellmeer, und Expeditionen zum Larsen-Eisschelf an der Ostküste der Antarktischen Halbinsel.



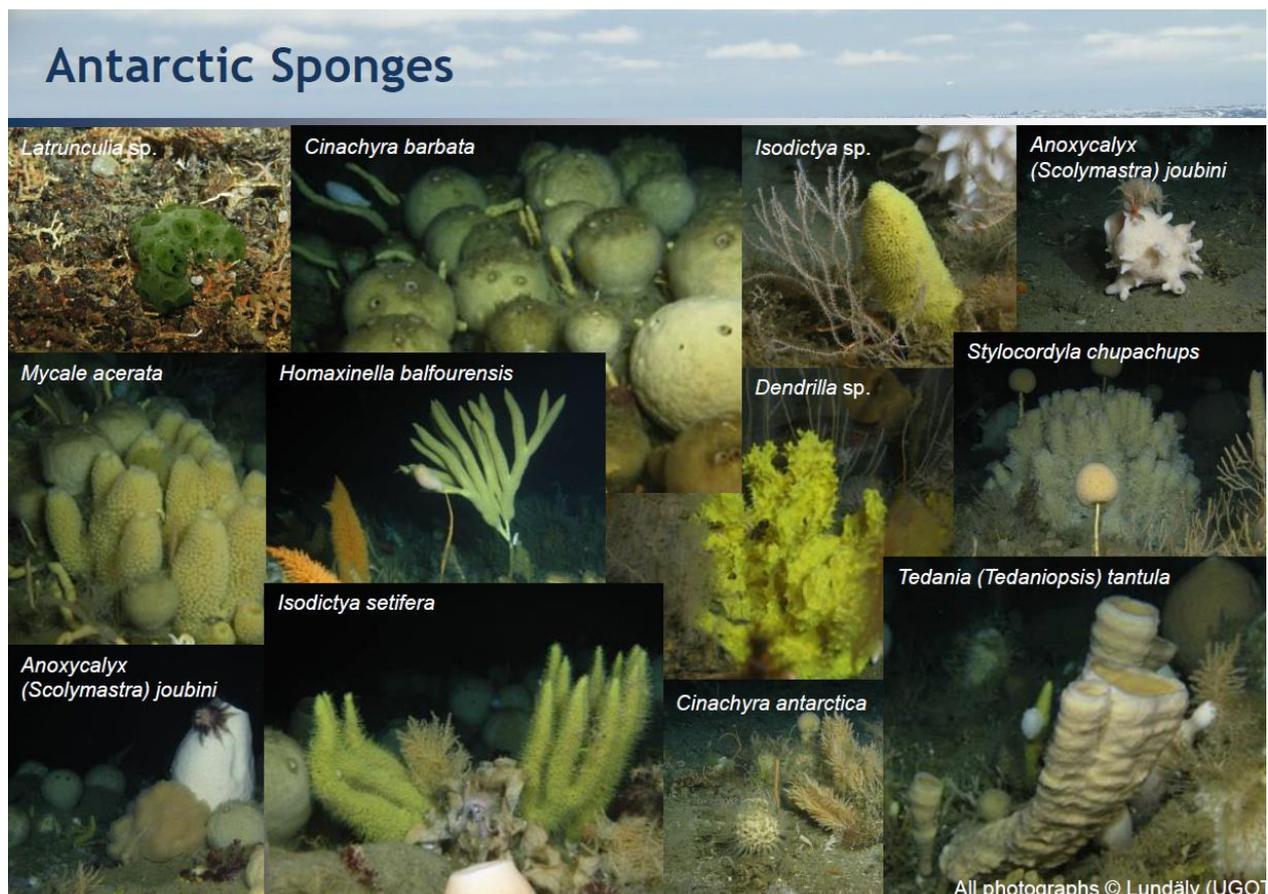
Schwämme (*Porifera*) sind aquatische Tiere (in Salz- und in Süßwasser), sie sind sehr erfolgreich, in allen Meeren zu finden und in allen Wassertiefen. Als Stamm sind sie sehr alt, es gibt sie seit 550 Mio. Jahren. Sie leben sessil: festsitzend, haben keine Organe und ernähren sich durch Filtration, d.h. sie filtern Bakterien aus dem Pikoplankton (kleiner als 4 µm) des Wassers. Ein großer Schwamm filtert mehrere 100 l Wasser täglich. Damit wirken sie auch gegen Eutrophierung. Sie besitzen Skelette aus Kieselsäure bzw.

Opal (Siliziumdioxid) oder aus Kalk. Die von ihnen gebildeten Hohlräume sind auch Lebensräume für andere Tiere. Eine weitere ökologische Funktion der Schwämme besteht darin, dass sie Substrat bilden.

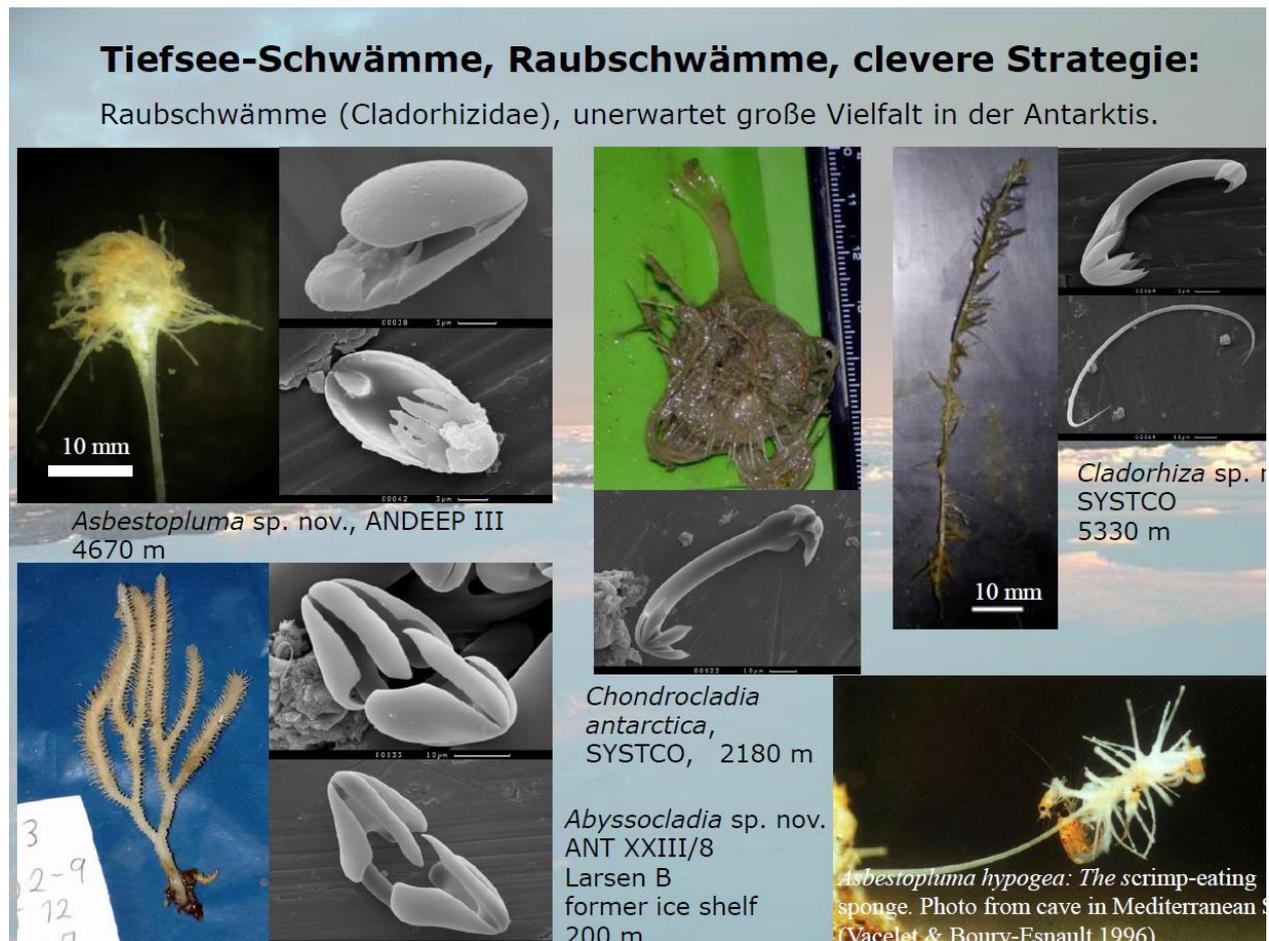
Ca. 9000 Arten sind derzeit bekannt, darunter 800 antarktische. Aber man findet immer neue, weshalb diese Zahlen ständig zunehmen.



Bauplan der Schwämme (Quelle: Fossil des Monats November 2011, http://www.palmuc.de/bspg/index.php?option=com_content&view=article&id=225&Itemid=322, Bayerische Staatssammlung für Geologie und Paläontologie)



Unter den Schwämmen gibt es auch Raubschwämme, vor allem in der Tiefsee, die *Cladorhizidae*. Sie fangen ihre Beute mit ihren Tentakeln, nehmen sie in ihren Körper auf und verdauen sie.

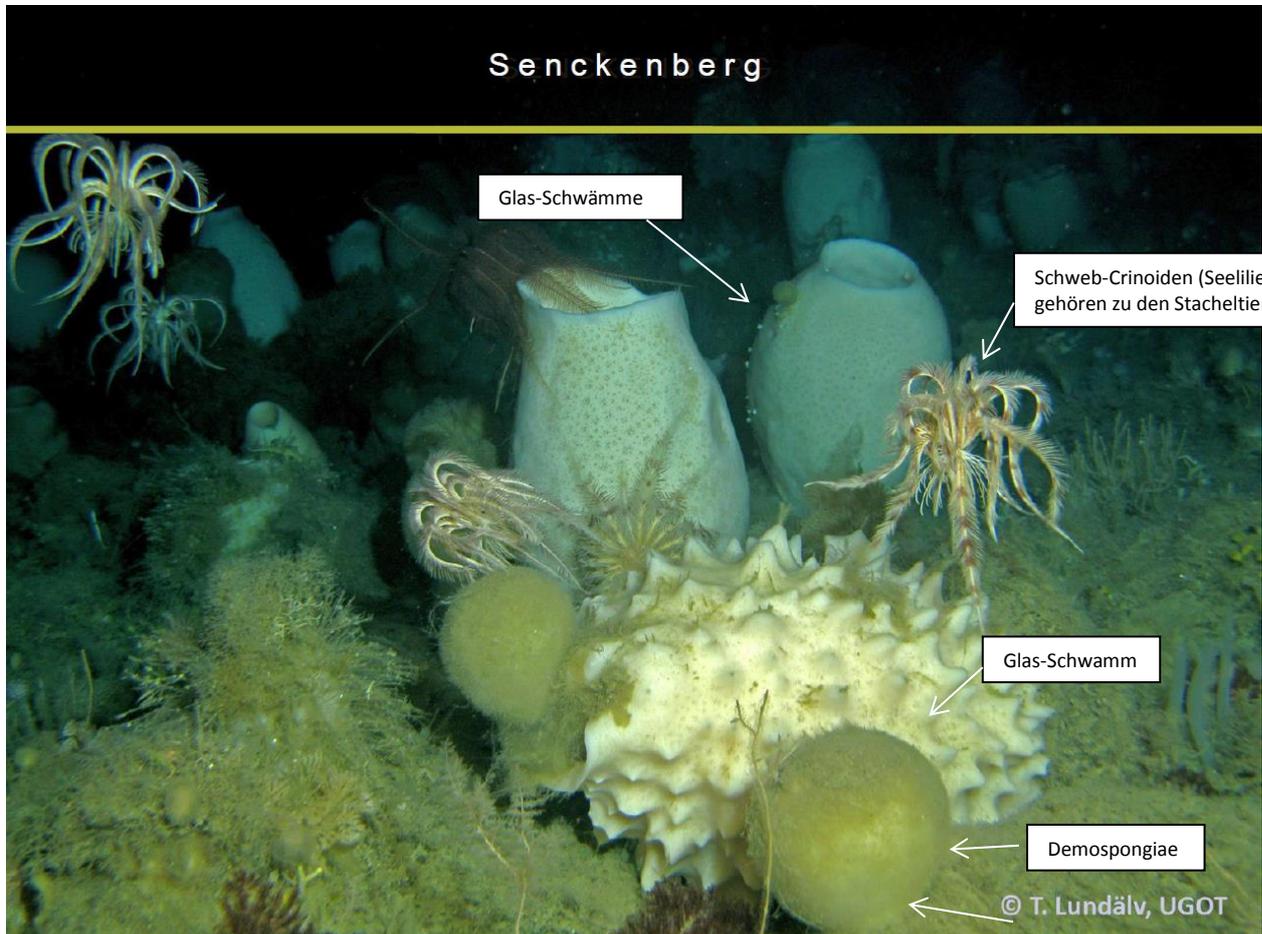


Hinsichtlich der Taxonomie, der Untergliederung der Schwämme, gibt es unterschiedliche Wege: über die Morphologie einerseits, die Genetik andererseits. Dabei nähern sich gegenwärtig die Ansätze und ihre Ergebnisse an. Heute geht man von vier Klassen aus, ca. 9000 Arten sind beschrieben.

In der Antarktis wurden die Schwämme vor allem im Bereich der Antarktischen Halbinsel untersucht (Gutt et al. 2011, Kersken et al. 2014). Der Bereich ist am stärksten von der allgemeinen Erwärmung betroffen. Dies führt zum Schmelzen des Eises, was vor allem vom Larsen-Schelfeis bekannt geworden ist: Die Eisschelfe Larsen A, B und C zerbrachen und schmolzen 1996, 2002 bzw. 2016. Ein Vergleich der Faunenentwicklung zwischen 2007 und 2011 zeigt, dass mit der beschriebenen Erwärmung die Glasschwämme kurzfristig zunehmen; ähnlich geht es bestimmten Arten der Seescheiden (*Ascidiae*, häufig vorkommende sessile Manteltiere), die schnell neue Gebiete besiedeln, aber bald darauf wieder aus dem Gebiet verschwinden. Das hängt damit zusammen, dass in wärmerem Wasser mehr Nährstoffe – und damit mehr Plankton – vorhanden sind. Insgesamt nehmen Häufigkeit und Artenvielfalt der Schwämme mit steigender Temperatur ab. Konkret gefährdet sind die Schwammgesellschaften auch durch beim Bruch der Eisschelfe vermehrt auftauchende Eisberge, weil diese die Bodenfauna abschleifen.

Die meisten Schwammarten im Südpolarmeer finden sich nicht überall, sondern sind nur in bestimmten Gebieten vorhanden; ihr Verbreitungsmuster ähnelt einem Flickenteppich. Insgesamt verteilen sich im Wesentlichen fünf spezifische, regional und ökologisch begrenzte Schwamm-Gesellschaften über den Untersuchungsraum, darunter eine artenreiche Fauna mit vielen großen Glasschwämmen (*Hexactinellida*, sie gehören zu den Schwämmen mit Skeletten aus Kieselsäure-Opal) im Weddellmeer und in der Bransfield Strait und eine weniger artenreiche Fauna mit kleineren Schwämmen, vor allem pazifischen Arten, in der wärmeren Region der Drake-Passage.

Die Verbreitungsmuster entlang von Tiefengradienten unterscheiden sich deutlich zwischen den Regionen.



Arbeit mit Material in Gruppen und Präsentation im Plenum:
Geheimnisse des Ozeans; Natur und Gefährdung der Meere



Im Rahmen dieses Programmteils wurden thematisiert: Plastikmüll im Meer, Meeresströmungen im globalen Förderband, Mangroven, Krill, Eutrophierung der Ostsee, Miesmuscheln



Literatur:

- Brandt, A., A. Gooday, S. Brix, W. Brökeland, T. Cedhagen, M. Choudhury, N. Cornelius, B. Danis, I. De Mesel, R. Diaz, D. Gillan, B. Hilbig, J. Howe, D. Janussen, S. Kaiser, K. Linse, M. Malyutina, S. Brandao, J. Pawlowski, M. Raupach and A. Vanreusel 2007: The Southern Ocean deep sea: first insights into biodiversity and biogeography. – *Nature*, 447 (17.05.2007): 307-311
- Braun, R., P. Königshof, L. Kornder, S. Oetken und A. Wehrmann 1993: Detailuntersuchungen im zentralen Bereich eines mitteldevonischen Stromatoporenriffes, Lahnmulde. – In: *Sediment '93, Kurzfassungen.* – *Geologica et Paleontologica* 25, S. 19-20
- Brückner, H., M. Hottenrott, D. Kelterbaum, K.-H. Müller, H. Rittweger, A. Zander und H. Zankl 2005: Karst und Paläoböden im Limburger Becken. – In: Felix-Hennigsen, P., P. Kühn und C. Opp (Hrsg.): *Exkursionsführer zur Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft.* – Marburg: 105-114
- Gutt, J., I. Barratt, E. Domack, C. D'Udekem d'Acoz, W. Dimmler, A. Grémare, O. Heilmayer, E. Isla, D. Janussen, E. Jorgensen, K.-H. Kock, L. S. Lehnert, P. López-González, S. Langner, K. Linse, M. E. Manjón-Cabeza, M. Meißner, A. Montiel, M. Raes, H. Robert, A. Rose, E. Sañé Schepisi, T. Saucède, M. Scheidat, H.-W. Schenke, J. Seiler, C. Smith 2011: Biodiversity change after climate-induced ice-shelf collapse in the Antarctic. – *Deep-Sea Research*, 58, 74-83
- Kersken, D., C. Göcke, A. Brandt, F. Lejzerowicz, E. Schwabe, A. M. Seefeldt, G. Veit-Köhler und D. Janussen 2014: The Infauna of three widely distributed Sponge Species (*Hexactinellida* and *Demospongiae*) from the deep Ekström Shelf in the Weddell-Sea, Antarctica. – *Deep-Sea Research II*: 108: 101-112 – <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2014.06.005>
- Kirnbauer, T. 2013: Lahnmarmor, Nassauer Marmor. Eigenschaften, Abbau und Verwendung. – *Restaurator im Handwerk. Die Fachzeitschrift für Restaurierungspraxis*, 5, Heft 4/2013: 10–17. – <http://en.calameo.com/read/000799480abc2bdbb2321>
- Königshof, P., B. Gewehr, L. Kornder, A. Wehrmann, R. Braun und H. Zankl 1991: Stromatoporen-Morphologien aus dem zentralen Riffbereich (Mitteldevon) der südwestlichen Lahnmulde. – *Geologica et Palaeontologica* 25, S. 19-35
- Meschede, Martin: *Geologie Deutschlands. Ein prozessorientierter Ansatz.* Berlin, Heidelberg 2015
- Oetken, S. und H. Zankl 1993: Exkursionen A1 und B1: Mittel- Oberdevonische Karbonate des zentralen und vorgelagerten Riffbereiches in der mittleren Lahnmulde. – In: *Geologica et Palaeontologica* 27, S. 324-331
- Oetken, Stephan: *Faziesausbildung und Conodonten-Biofazies mittel-/oberdevonischer Riffgesteine in der mittleren Lahnmulde (Rheinisches Schiefergebirge).* – Dissertation. – Marburg 1997