



Meere im Binnenland

Natur und Umweltsituation der Meere und das Zechstein-Meer am Südharz

in der Reihe **MOBI – Meere und Ozeane im Binnenland**
zugleich **13. Südharz-Symposium**

Samstag, 12. August 2017, 10.00 - 17.00 Uhr, Kurhaus, Am Kurpark 6, Bad Sachsa

Bericht

Programm:

Vorträge mit Diskussion:

- 10.15 Uhr Als Pangäa auseinanderbrach – Wandernde Kontinente und die Entstehung von Ozeanen
Prof. Dr. Martin Meschede, Universität Greifswald
- 11.00 Uhr Das Zechstein-Meer: ein europäisches Flachmeer des oberen Perm (258-223 Mio. a v.h.)
Prof. Dr. Josef Paul, Göttingen
- 12.00 Uhr Das Windsor-Meer: Gips und Salz in Nordost-Kanada
Dipl.-Geol. Firouz Vladi, Osterode
- 12.15 Uhr Mittagspause mit Imbiss im NatUrzeitMuseum
- 13.00 Uhr Arbeit mit Material in Gruppen und Präsentation im Plenum:
Geheimnisse des Ozeans: Natur und Gefährdung der Meere
Dr. Christof Ellger, GeoUnion
- 15.00 Uhr Exkursion: Brandungsklippe und Stromatolithriff Westersteine, Bartolfelde
- ca. 17.00 Uhr Ende des Workshops

Leitung:

Dipl.-Geol. Firouz Vladi, Osterode

Dr. Christof Ellger, MOBI, GeoUnion, Christof.Ellger@geo-union.de, Tel. 0331-977-5789

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2016 ★ 17

**MEERE
UND OZEANE**

**Bericht über den Workshop „Meere im Binnenland:
Natur und Umweltsituation der ‚Meere und das Zechstein-Meer am Südharz‘
Bad Sachsa, Kurhaus, 12. August 2017, 10-17 Uhr**

Eingeladen zu dieser Veranstaltung hatten die GeoUnion Alfred-Wegener-Stiftung, der Förderverein Deutsches Gipsmuseum und Karstwanderweg e.V. sowie die Bad Sachsa Holding GmbH & Co. KG., die freundlicherweise die Räume im Kurhaus und im NatUrzeitmuseum für den Workshop zur Verfügung stellte.

In seiner Begrüßung freute sich Mitorganisator Firouz Vladi zum einen darüber, dass – angesichts des wenig freundlichen Wetters – „im Gelände die Pfützen noch nicht zugefroren“ seien und – und dies sei viel wichtiger –, dass mit dieser Veranstaltung die Tradition der Südharz-Symposien fortgeführt werden könne.

1) Vortrag Prof. Dr. Martin Meschede, Universität Greifswald:

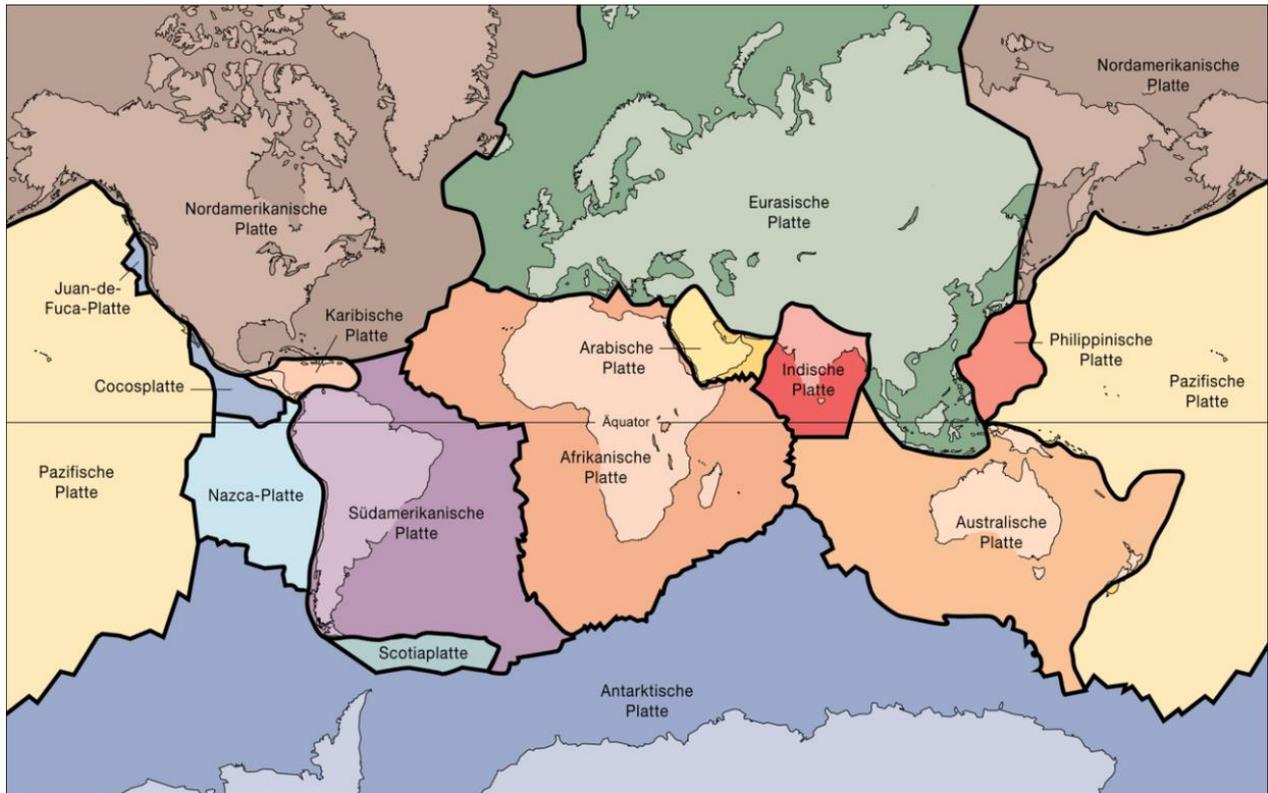
Als Pangäa auseinanderbrach – wandernde Kontinente und die Entstehung von Ozeanen

Wesentliche Grundlage für unser heutiges Bild der Erde sind die Vorstellungen der Plattentektonik. Eine zentrale Rolle in der Plattentektonik spielt das Gleichgewicht. Alfred Wegener erkannte, im Wesentlichen auf der Grundlage von paläontologischen Ähnlichkeiten – wie zuvor schon Antonio Snider-Pellegrini (1802-1885) und andere –, dass Afrika und Südamerika (und weitere Erdteile) ehemals einen Kontinent bildeten; was Wegener jedoch vor allem fehlte, war eine Erklärung über die Prozesse und Antriebskräfte der Kontinentalverschiebung. Unterstützt und weiterentwickelt wurden Wegeners Ideen durch Arthur Holmes (1890-1965) und Alexander Du Toit (1878-1948). Natürlich mussten einzelne Aussagen Wegeners später revidiert werden (zum Beispiel zur Verlagerung von Indien).

Unser heutiges Bild der Erde wird bestimmt durch die „Potsdamer Kartoffel“, d.h. das bekannte Geoid mit seinen Dellen und Beulen, die im Wesentlichen auf Dichteunterschiede im Erdmantel zurückzuführen sind, und die Existenz der Lithosphärenplatten, die sich mit- und gegeneinander bewegen, angetrieben durch Konvektionsströme im Erdmantel. Plattengrenzen können unterschiedlicher Art sein: divergent (Mittelozeanische Rücken, kontinentale Rift Valleys), konvergent (Subduktionszonen) oder konservativ (auch als Transformstörungen bezeichnet; hier schieben sich Platten aneinander vorbei, wie z.B. beim San-Andreas-Graben).

Wesentlich weiterentwickelt wurden die Vorstellungen der Plattentektonik durch den US-Geologen Harry Hammond Hess (1906-1969), den kanadischen Geowissenschaftler John Tuzo Wilson (1908-1993) sowie durch W. Jason Morgan (*1935). Zum Zusammenhang der Dynamik der verschiedenen plattentektonischen Prozesse formulierte Wilson um 1970 den Wilson-Zyklus: die Idee, dass eine Lithosphärenplatte regelhaft verschiedene Stadien der tektonischen Entwicklung durchläuft.

Die erdgeschichtliche Betrachtung der plattentektonischen Verschiebungen betont, dass im Unterperm die Landmassen der Erde in einem Superkontinent zusammengefasst waren (s. Abb.): Pangäa. Dieser beginnt in der späten Trias zu zerbrechen.

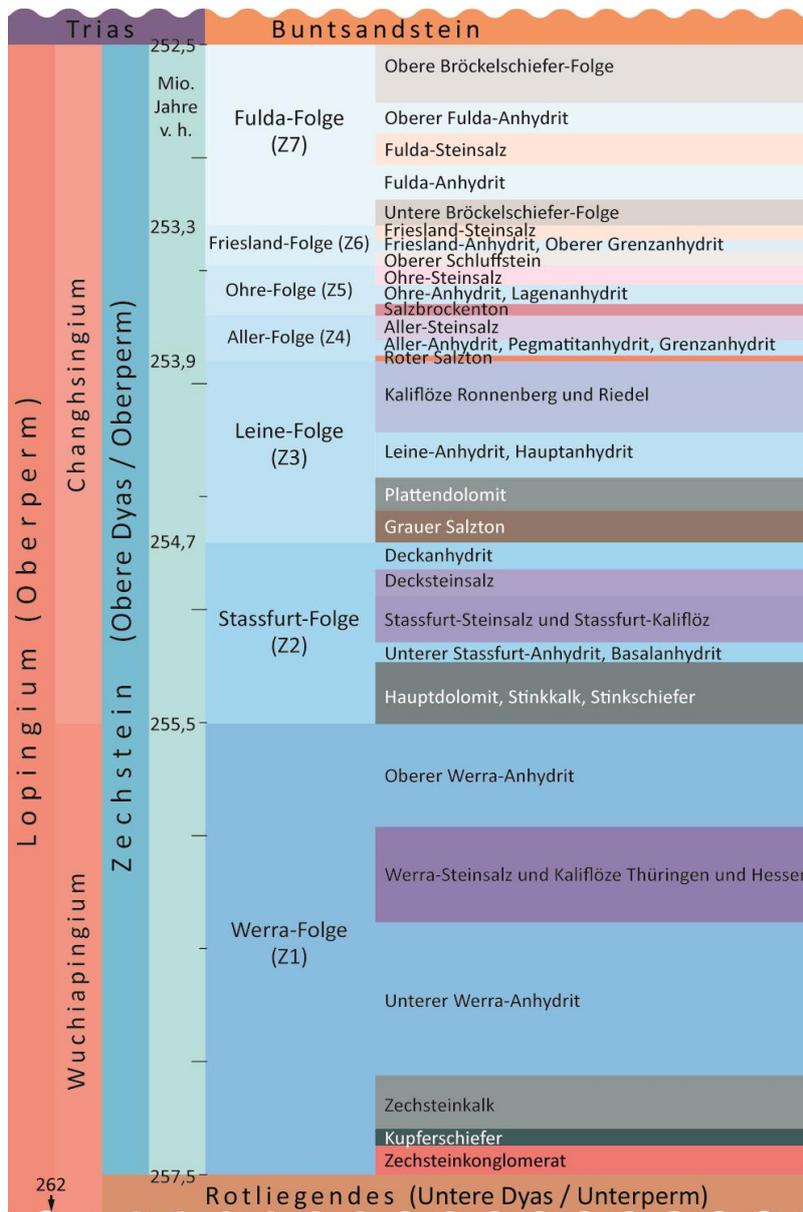


Weltkarte der Lithosphärenplatten (Quelle: USGS, Wikipedia)



Lage der Ozeane und Landmassen im Unterperm: der Superkontinent Pangäa (Quelle: Wikimedia Commons)

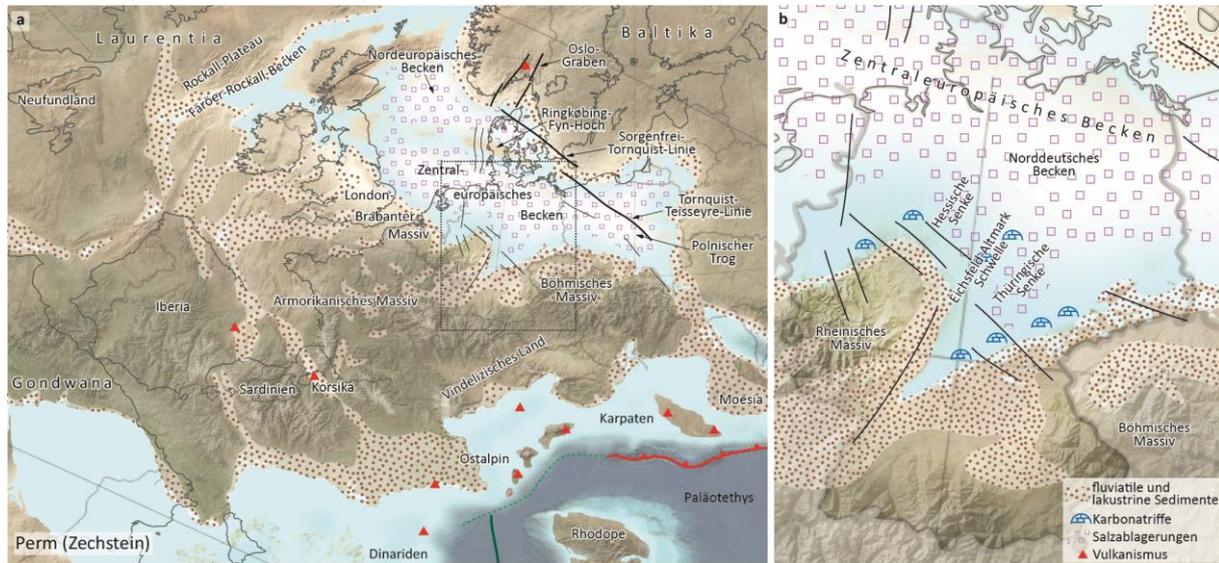
Das Gebiet des heutigen Deutschlands war im ausgehenden Perm, im Rotliegend (295-250 Mio. Jahre vor heute), vor allem von Vulkanismus und von der Sedimentation von Gebirgsschutt gekennzeichnet – nach der Variskischen Orogenese, die eine Gleichgewichtsbildung durch die Entstehung von Gebirgen an Grabenrändern darstellte. Danach stellte sich im nördlichen Mitteleuropa Dehnung ein und dadurch bedingt (wiederum im Sinne des Gleichgewichts) thermische Subsidenz (Absenkung unter Abkühlung): Das Zechsteinbecken entstand, das durch mächtige Sedimentpakete aufgefüllt wurde.



Zechstein-Stratigraphie im Norddeutschen Becken und angrenzenden Regionen (verändert nach Menning et al. 2002, 2011; Menning und Hendrich 2005; Peryt et al. 2010); Quelle: Meschede 2015

Die Basis der Zechstein-Abfolge bildet das Zechstein-Konglomerat; es verweist auf die plötzliche Überflutung durch die Transgression des Zechsteinmeeres, das ein Flachmeer bildete. Darüber liegen die Evaporite, die im typischen Eindampfungs- oder Salinarzyklus auftreten: Entsprechend ihrer Löslichkeit fallen verschiedene Minerale nacheinander im Meerwasser aus, das am schwersten lösliche zuerst: erst Calcit (CaCO_3), dann Dolomit ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$), dann die Sulfate Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) und Anhydrit (CaSO_4) und schließlich Halit (Kochsalz, NaCl) sowie die Kalisalze.

Die Salzablagerungen des Zechsteins sind heute in der Regel nicht mehr in ihrer ursprünglichen Mächtigkeit anzutreffen, weil das Salz migriert. In der Tiefe ist das Salz deutlich weniger dicht als das benachbarte Sedimentgestein, es besteht eine Dichteinversion. Unter dem Druck des aufliegenden Gesteins wird Salz fließfähig und drängt nach oben, durch diesen Salzfluss entstehen Salzkissen und Salzdiapire, ja sogar ganze Salzmauern.

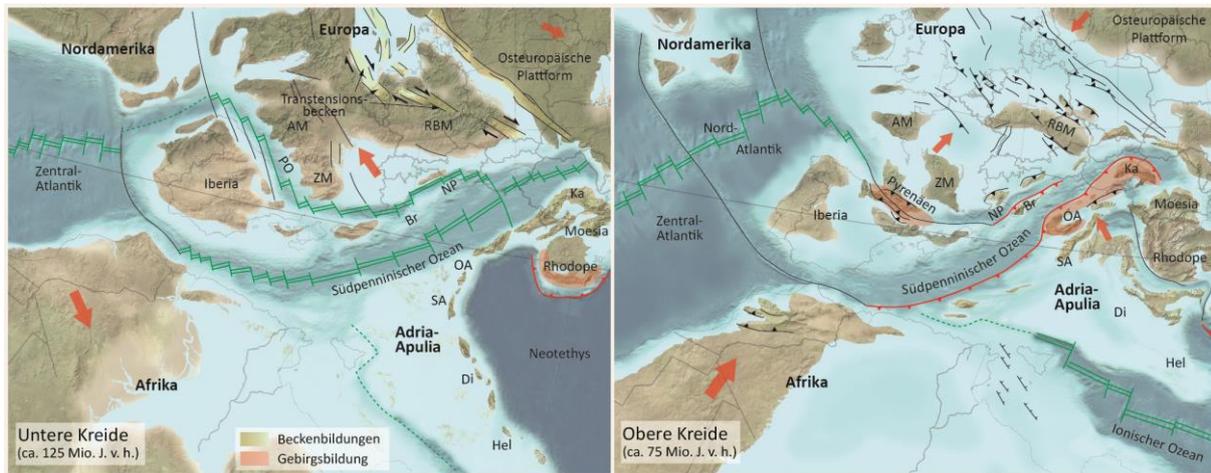


Paläogeographische Rekonstruktion Mitteleuropas (a) und Deutschlands (b) zur Zeit des Zechsteins (Oberperm). (Topographische Grundlage aus Blakey 2011; verändert und ergänzt nach Ziegler 1990; Peryt et al. 2010). Quelle: Meschede 2015

In der Trias schreitet die Subsidenz fort, die Sedimentation vollzieht sich allerdings eher unter terrestrischen und ariden Bedingungen. Im Jura beginnt das Rift-Stadium im Zusammenhang mit der Alpidischen Orogenese. An der Wende vom Oberen Jura zur Unterkreide senkt sich in Norddeutschland das Niedersächsische Becken ab, als ein Transtensionsbecken innerhalb einer Reihe von staffelartig angeordneten Becken. (Ein Transtensionsbecken entsteht entlang einer Seitenverschiebungszone, wenn zur Seitenverschiebung auch eine dehnende Komponente hinzukommt.)

Während die tektonischen Bewegungen in Mitteleuropa noch während der Unterkreide von Dehnungen dominiert waren, kommt es in der Oberkreide weit verbreitet zu kompressiven Bewegungen. Störungen, die als Grabenstörungen angelegt wurden, werden invertiert und fortan als Auf- oder Überschiebungsstörungen genutzt, als Resultat der großräumigen Änderung der Plattenbewegungsrichtung der Afrikanischen Platte in Bezug auf Europa in nordöstlicher Richtung, die in der Faltung der Pyrenäen ihren direkten Ausdruck findet.

In Mitteleuropa zeigen sich die Auswirkungen der oberkretazischen Kompressionstektonik in vielfältiger Art und Weise. Das bekannteste Beispiel ist die Harznordrandstörung, entlang der der Harz als Pultscholle ungefähr 6000–7000 m herausgehoben wurde. Weitere Beispiele finden sich in der Osning-Überschiebung im Teutoburger Wald, in der Lausitzer Störung. Hier spielt nicht die Fernwirkung der Alpen herein, sondern die der Pyrenäen.



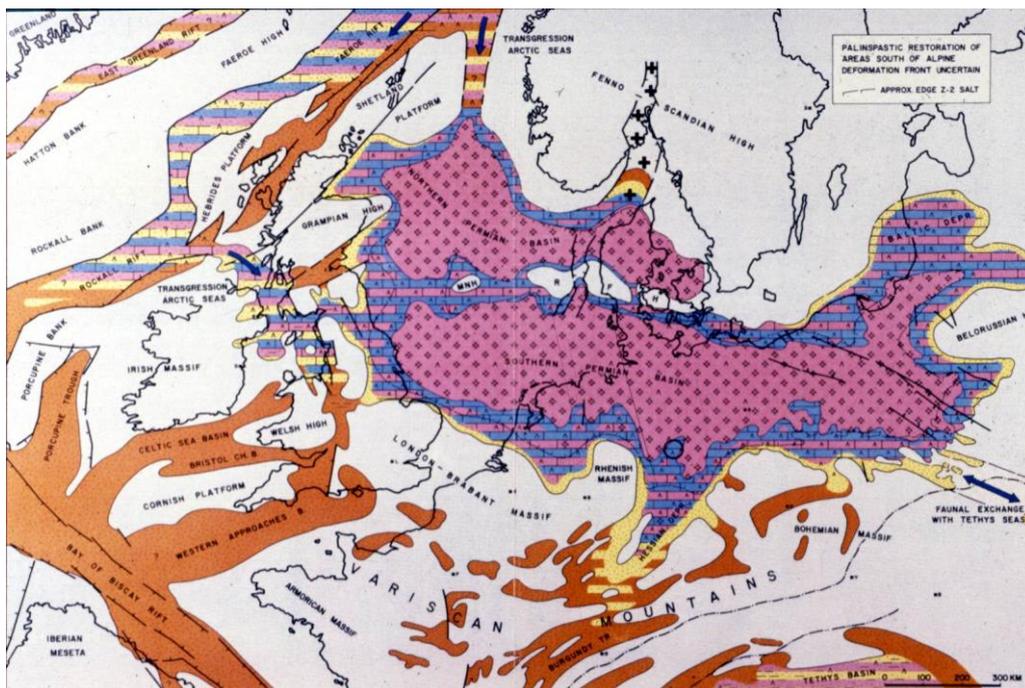
Plattentektonische Rekonstruktion der weiteren Umgebung des Mittelmeerraumes in der Unteren und Oberen Kreide. Wechselnde Bewegungsrichtungen der Afrikanischen und Europäischen Platte führten zur Inversionstektonik in Mitteleuropa. *AM* Armorikanisches Massiv, *Br* Briançonnais, *Di* Dinariden, *Hel* Helleniden, *Ka* Karpaten, *NP* Nordpenninischer Ozean, *OA* Ostalpin, *PO* Pyrenäen-Ozean, *RBM* Rheinisch-Böhmisches Massiv, *SA* Südalpin, *ZM* Zentralmassiv. (Verändert und ergänzt nach Kley und Voigt 2008; Handy et al. 2010; topographische Grundlage aus Blakey 2011). – Quelle: Meschede 2015

[Unter Verwendung von Meschede, Martin: Geologie Deutschlands. Ein prozessorientierter Ansatz. Berlin, Heidelberg 2015]

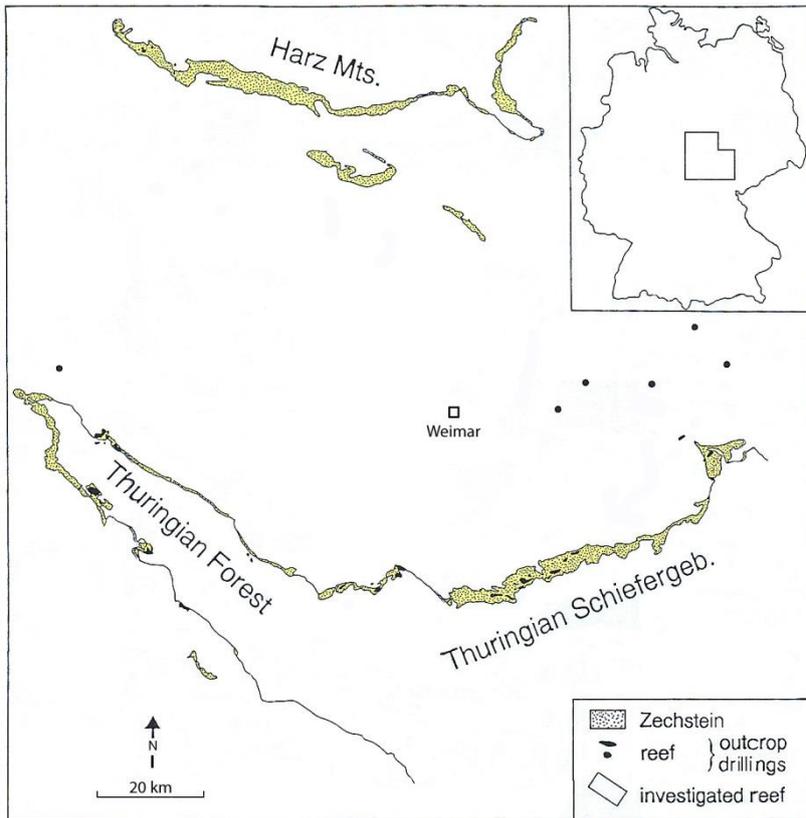
2) Vortrag Prof. Dr. Josef Paul:

Das Zechstein-See: ein europäisches Binnenmeer vor 250 Mio. Jahren

Das Zechstein-See überdeckte vor rund 250 Mio. Jahren weite Teile Nord-Mitteleuropas. Angefüllt ist es mit fluvialen klastischen Sedimenten, Kalken (CaCO_3) sowie Salzen (NaCl).

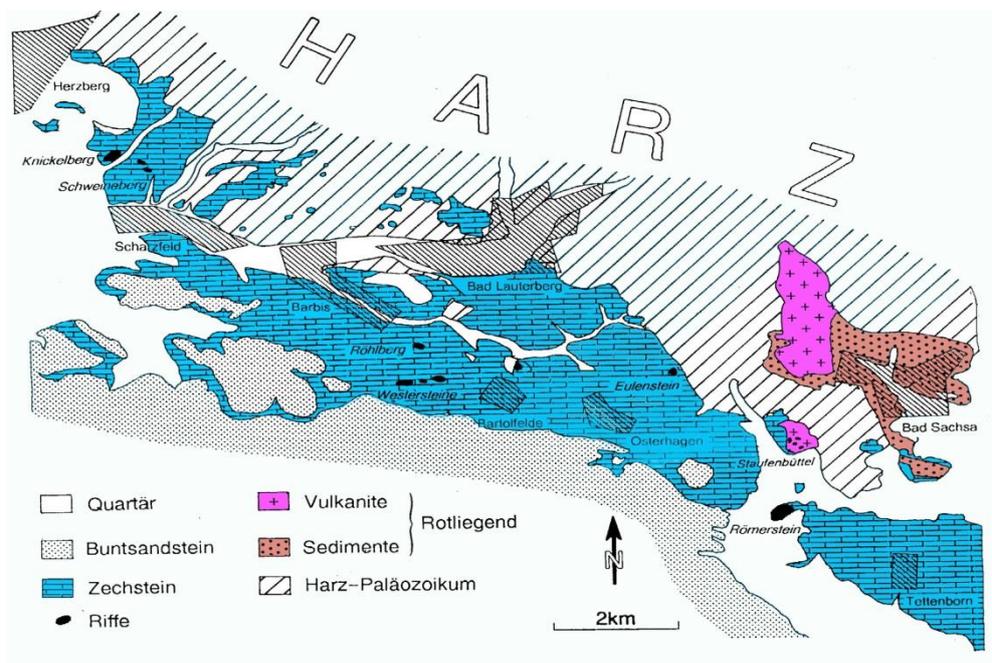


Ziegler 1990

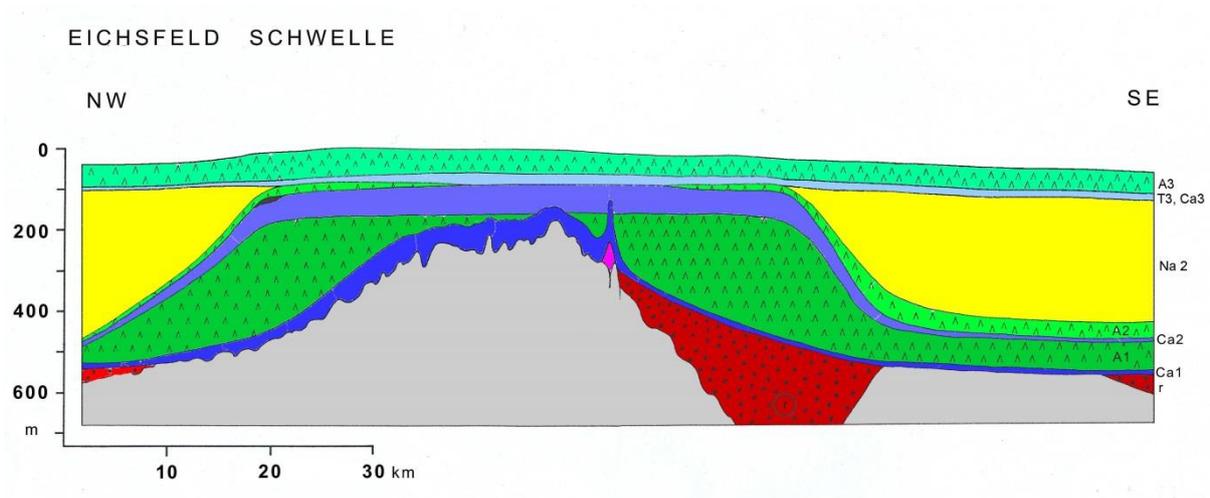


Zechstein-Riffe am Rand der Thüringer Mulde

Am Harzsüdrand steht Zechstein großflächig vor allem an: südlich von Bad Lauterberg – zwischen Barbis und Osterhagen.



Im Profil zeigt sich, dass in diesem Bereich die Eichsfeld-Schwelle als Teil der Eichsfeld-Altmark-Schwelle in nord(nordost)-süd(südwest)licher Richtung durchzieht: im Rotliegenden ein Höhenzug, nach der Transgression des Zechsteinmeers ein Untiefenbereich, an dem sich Riffe entwickelten.



Schematisches Profil der Sedimentlagen an der Eichsfeld-Schwelle am südlichen Harzrand:

R = Rotliegend; Ca1 = Kupferschiefer und Werra-Karbonat (mit Riffbildung auf der Schwelle); A1 = Werra-Anhydrit; Ca2: Staßfurt-Karbonat; A2 = Stassfurt-Anhydrit; Na2 = Staßfurt-Steinsalz; T3, Ca3 = Grauer Salzton und Plattendolomit der Leine-Formation; A3 = Hauptanhydrit (Leine-Anhydrit)

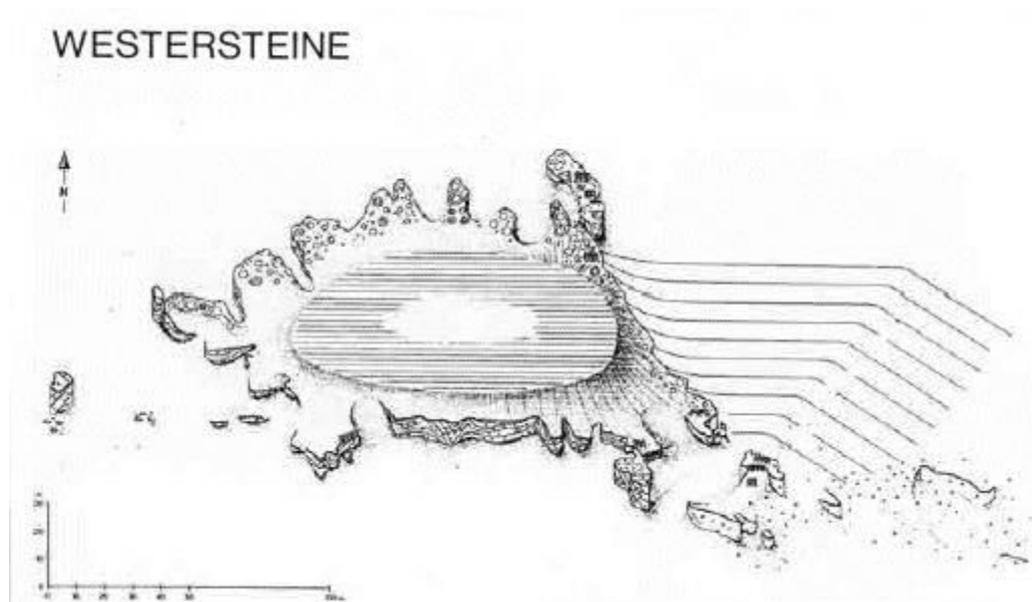
Die Riffe treten in der heutigen Landschaft als erosionsbeständige Härtlinge hervor und sind zumeist bewaldet: Westersteine, Römerstein.



Aufgebaut wurden die Riffe durch Cyanobakterien, die durch Photosynthese CO₂ assimilieren und einen Biofilm bilden, an dem sich der wegen der reduzierten Löslichkeit ausfallende Kalk niederschlägt; die Stromatolithen wachsen laminar; beteiligt sind gelegentlich außerdem Bryozoen (Moostierchen), z.B. *Fenestella retiformis*. Die Stromatolithen wurden später (unter der Auflast der bedeckenden jüngeren Sedimente) durch Diagenese umgeformt, vor allem dolomitisiert.



Riff als Kliff: Durch die Brandungswirkung unter Einfluss der aus Norden wehenden Passatwinde sind die Stromatolithen an der Nordseite des Riffs stärker umgelagert, an der Südseite besser erhalten.



Am Römerstein sind von unten nach oben erhalten:

- 1) Basis aus Grauwacken, teilweise im Rotliegenden verwittert
- 2) Grauwacken-Gerölle
- 3) Dolomite
- 4) Vorriffschutt mit Brachiopoden und Seelilien
- 5) 25 m Riff (durch Cyanobakterien entstandene Kalkkrusten)

Die Zechsteinsedimente wurden überall durch Buntsandsteinsedimente überlagert.

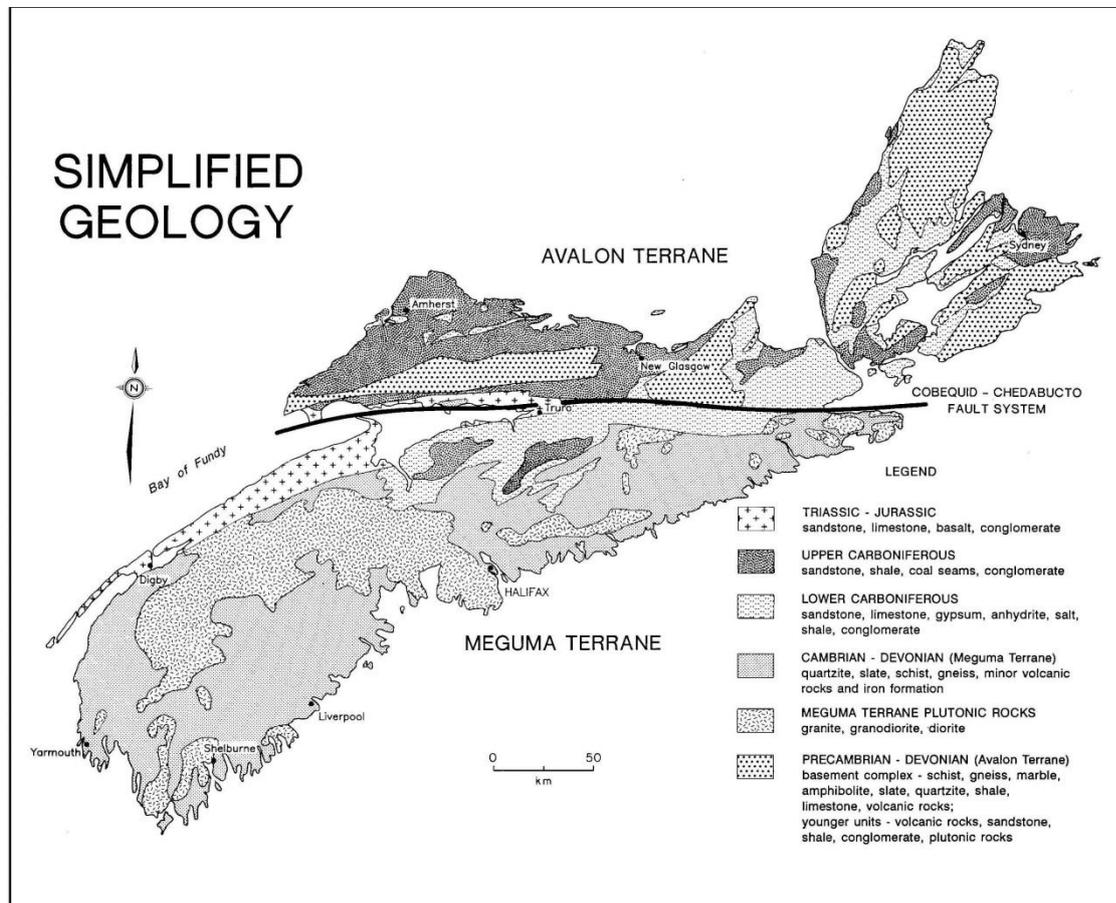
Dem Zechstein verdanken wir viele nutzbare Rohstoffe: **Steinsalz** (Lüneburg); die vor allem als Düngemittel verwendeten **Kalialze**, Kalke und Dolomite als **Werksteine** (Kloster Walkenried) – und außerdem die eventuelle Nutzung als Endlager für strahlende Abfälle (Gorleben, Asse, Morsleben).

Der Kupferschiefer, die unterste Formation des Zechsteins, ist im Wesentlichen ein Tonstein mit einem hohem organischen Anteil sowie mit Pyrit. Diese Beimengungen gehen auf die Sedimentation in einer sauerstofffreien (anoxischen, euxinischen) Wasserschicht zurück, in der anaerobe Mikroorganismen Sulfat zu Schwefelwasserstoff zersetzten, was einerseits viel organisches Material erhalten bleiben ließ und andererseits zur Ausfällung von Pyrit führte. Kupfererzminerale und Schwermetalle wurden erst in der Trias durch Lösungen in den Tonstein eingetragen.

3) Vortrag Dipl.-Geol. Firouz Vladi: Das Windsor-Meer: Gips und Salz in Nova Scotia, Kanada

Firouz Vladi präsentiert in seinem Vortrag eine naturräumliche Situation, die der des Südhazres insofern sehr ähnlich ist, als auch in Nova Scotia großflächig Evaporite sedimentiert wurden, die einerseits ähnliche geomorphologische Auswirkungen wie am südlichen Harzrand zeigen, andererseits ebenso bergbaulich genutzt werden.

Die Halbinsel (und Teil der gleichnamigen kanadischen Provinz) Nova Scotia stellt einen alten Kontinentalkern dar, der aus zwei Terranen besteht, Avalon und Meguma, die sehr unterschiedlicher Herkunft sind. Avalon entstand als ein Teil von Avalonia, der später an Laurentia angeschlossen



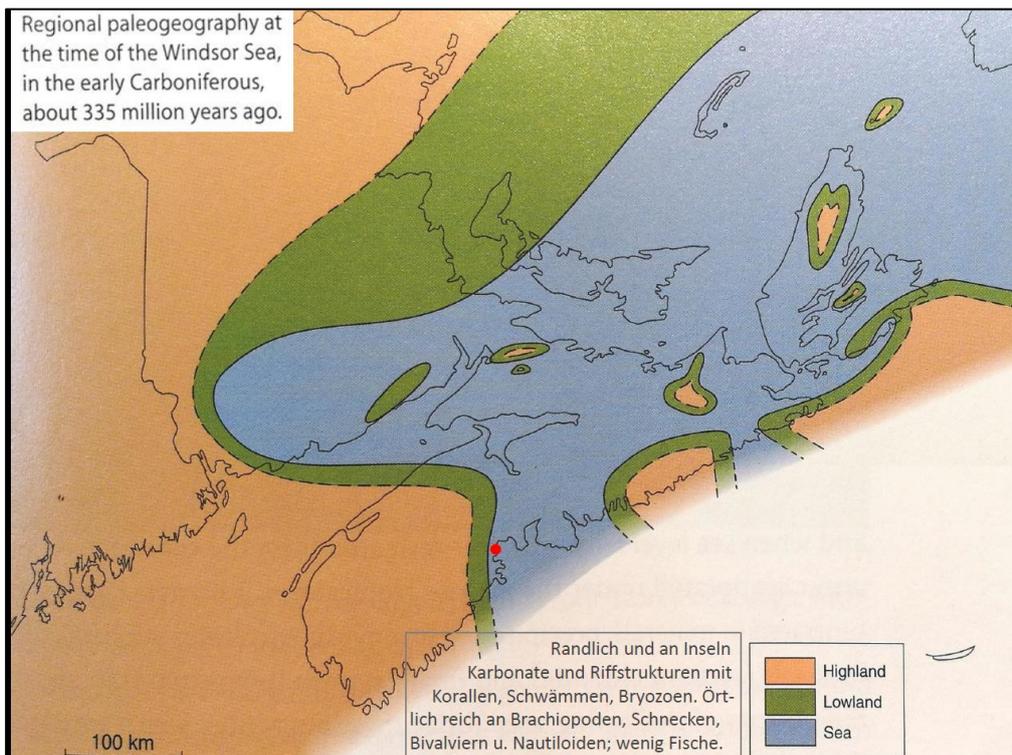
Vereinfachte Geologie von Nova Scotia (Quelle: Nova Scotia Museum of Natural History)

wurde („Laurentias Rockzipfel“) und ursprünglich aus dunkelgrünen basaltischen Vulkaniten und anderen Ergussgesteinen bestand. Meguma war einst Teil von Gondwana und besteht aus Sandsteinen und einem großen Granitpluton. Die beiden Terrane kollidierten ungefähr im mittleren Devon und sind seitdem durch die Cobequid-Chedabucto-Verwerfung (auch Glooscap-Verwerfung oder Minas Geofracture) auch heute im Gelände deutlich sichtbar voneinander getrennt.

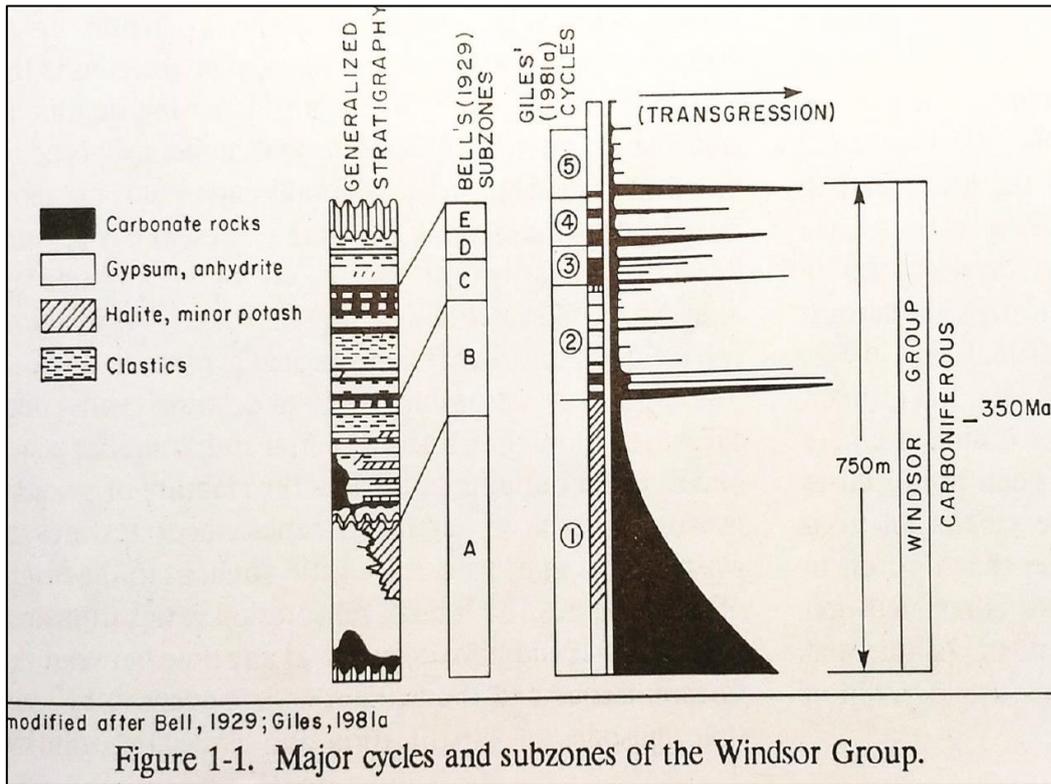


Nova Scotia: Hauptverwerfung zwischen den beiden Terranen Avalon und Meguma
(Quelle: The Last Billion Years. A Geological History of the Maritime Provinces of Canada.- Atlantic Geoscience Society; Halifax 2001)

Im Unterkarbon setzten Subsidenz und Beckenbildung ein, begleitet von einer Meerestransgression des Windsor-Meers, eines epikontinentalen Flachmeers. In diesem Meer wurde eine Evaporit-Folge von rund 750 m Mächtigkeit abgelagert, später entstand auch Kohle.

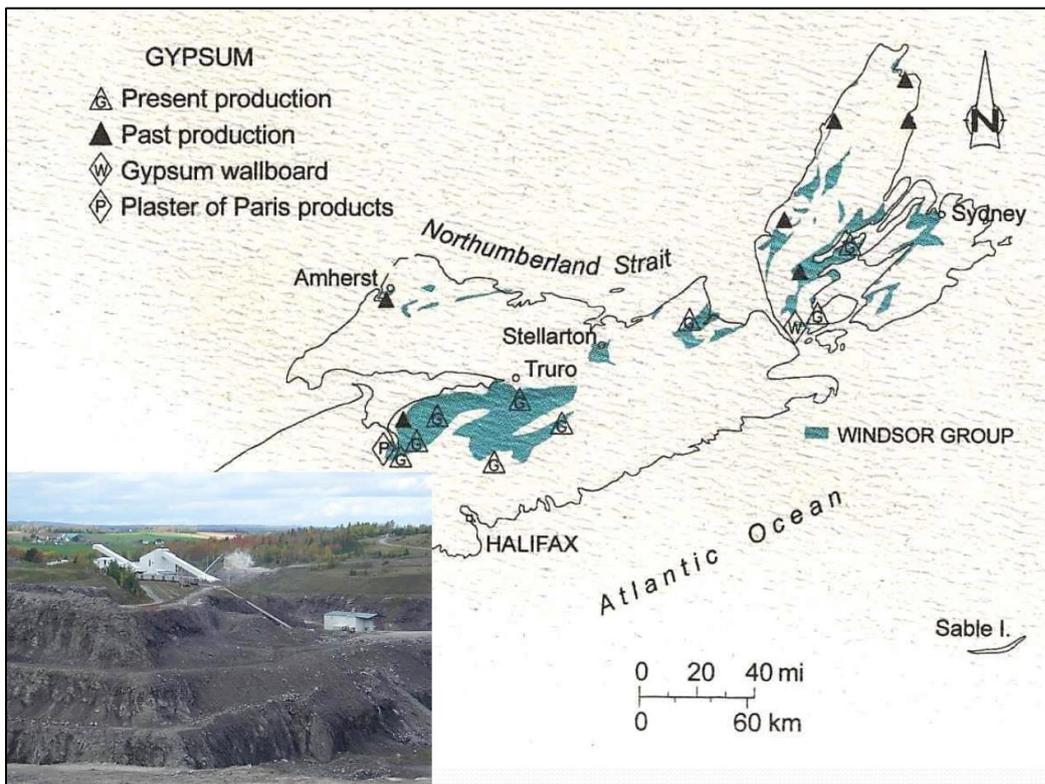


Das Windsor-Meer während des Unterkarbons (Quelle: The Last Billion Years. A Geological History of the Maritime Provinces of Canada.- Atlantic Geoscience Society; Halifax 2001)



Stratigraphie des Unterkarbon: Windsor Group (Quelle: Adams, G.C. 1991: Gypsum and Anhydrite in Nova Scotia. – Halifax)

Die Schichtenfolge der karbonischen Evaporite besteht in erster Linie aus Anhydrit, Steinsalz, Kalken, aber auch aus klastischen Sedimenten.



Gipsvorkommen und -abbau in Nova Scotia (Quelle: Info-Flyer Geofacts Gypsum in Nova Scotia. – Nova Scotia Department of Natural Resources, Information Circular No. 32; ca. 1996)

Nova Scotia wurde im Pleistozän vom arktischen Eis überfahren, die Granite wurden freigelegt. Weite Teile der Halbinsel wurden andererseits von einer Moränenschicht überdeckt. Solange diese Überdeckung den Untergrund abdichtet, erfahren die Evaporite (der Anhydrit) wenig Vergipsung oder Verkarstung. Gelangt jedoch mehr Oberflächenwasser in den Untergrund, verstärken sich Hydratation, Vergipsung und Verkarstung.

Gips wird an mehreren Standorten abgebaut, per Eisenbahn zu den Häfen gebracht und dort auf Schiffe verbracht. Nova Scotia ist einer der wichtigsten Gipsexporteure der Welt und besitzt den weltgrößten Gipstagebau.

Kochsalz der Handelsmarke „Windsor“ wird seit 1959 am Standort Pugwash von der (heute zu K+S gehörenden) Firma Windsor untertägig abgebaut und als Industriesalz, Tausalz, Salz für landwirtschaftliche Nutzung und Haushaltssalz vertrieben. Die Jahresfördermenge beträgt rund 1,2 Mill. t. (zum Vergleich: esco Bernburg, rund 2,5 Mill. t pro Jahr).

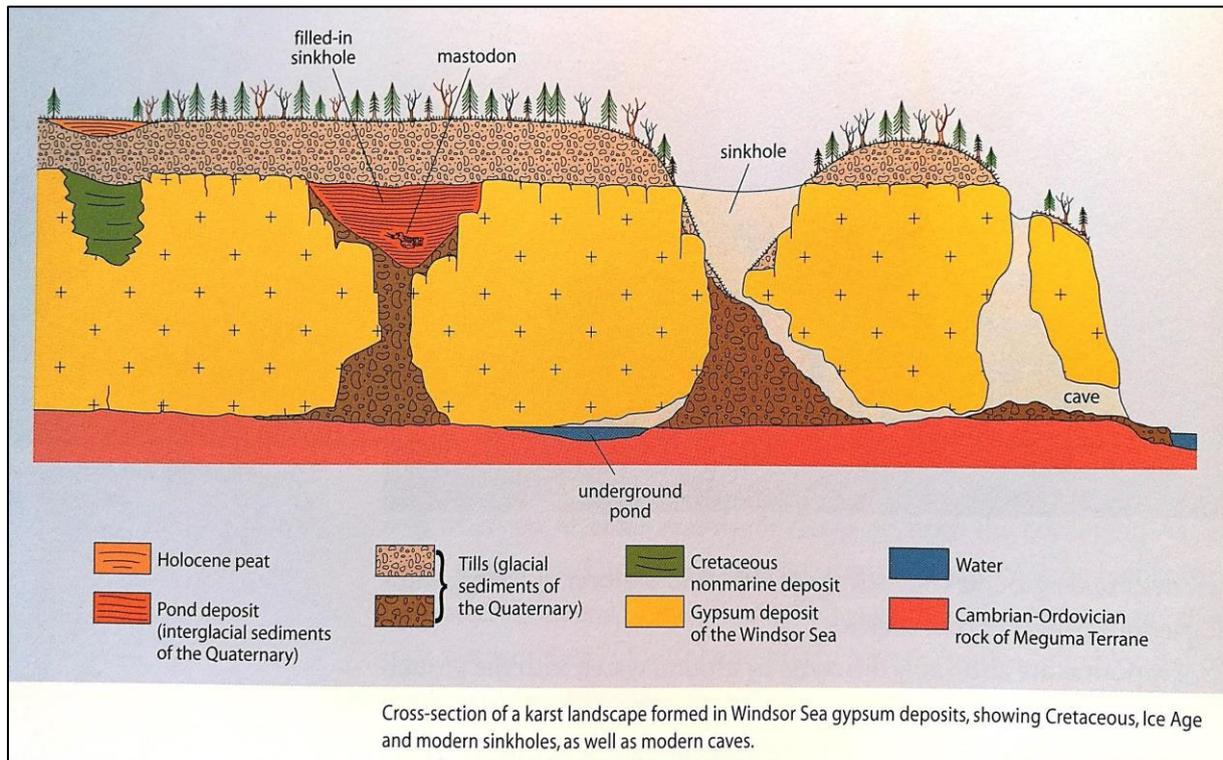
Bei Wasserzutritt setzen Gipslösung und Verkarstung ein. Dann zeigen sich in der Landschaft Erdfälle, die häufig auch wassergefüllt sind.



Wassergefüllte Erdfälle (Quelle: Google Earth)

An Kliffen sind Phänomene von Ablaugung zu erkennen.

Anhand der Füllungen der Karstschlotten konnte nachgewiesen werden, dass die Verkarstung bereits mit der Kreidezeit eingesetzt hat.



(Quelle: The Last Billion Years. A Geological History of the Maritime Provinces of Canada. - Atlantic Geoscience Society; Halifax 2001)

Wie im Südharz-Karst können auch in Nova Scotia die typischen Formen der Quellungshöhlen („Zwergenlöcher“) beobachtet werden, die durch die Volumenzunahme bei der Vergipsung des Anhydrit entstehen.



Foto:
F. Vladi

Auf Oak Island erregt eine Vertiefung – eventuell eine Karstschlotte – seit über 200 Jahren das Interesse der Bewohner und Besucher: Dort wird seit dem Ende des 18. Jahrhundert ein Schatz vermutet; es hat seitdem unzählige Versuche gegeben, diesen Schatz zu erkunden und zu heben. Dabei wurden all möglichen vermutlich künstlichen baulichen Anlagen gefunden – aber niemals ein Schatz. Mittlerweile gibt es zu dieser Schatzsuche eine TV-Serie, eine „docu soap“.

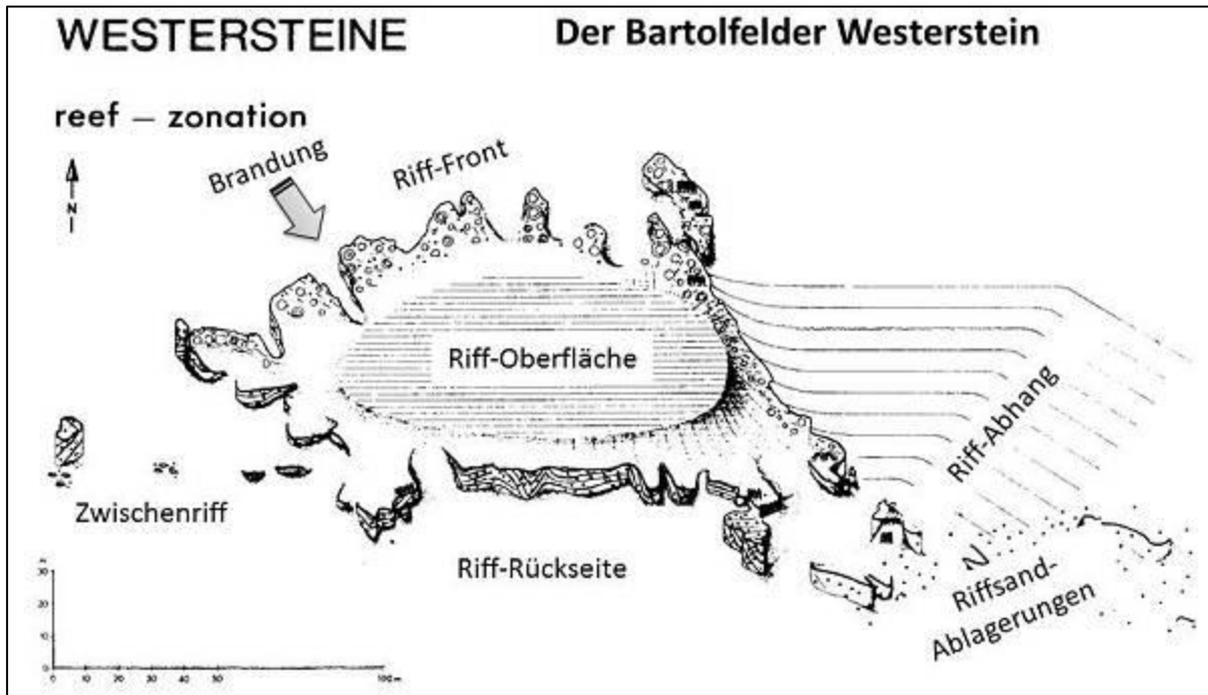
4) Arbeit mit Material in Gruppen und Präsentation im Plenum:
Geheimnisse des Ozeans; Natur und Gefährdung der Meere

Im Rahmen dieses Programmteils wurden thematisiert: Die Entstehung von Ozeanen, der Wilson-Zyklus, Plastikmüll im Meer, Meeresströmungen im globalen Förderband, Mangroven, Krill, Eutrophierung der Meere, Ocean Literacy: 7 Prinzipien



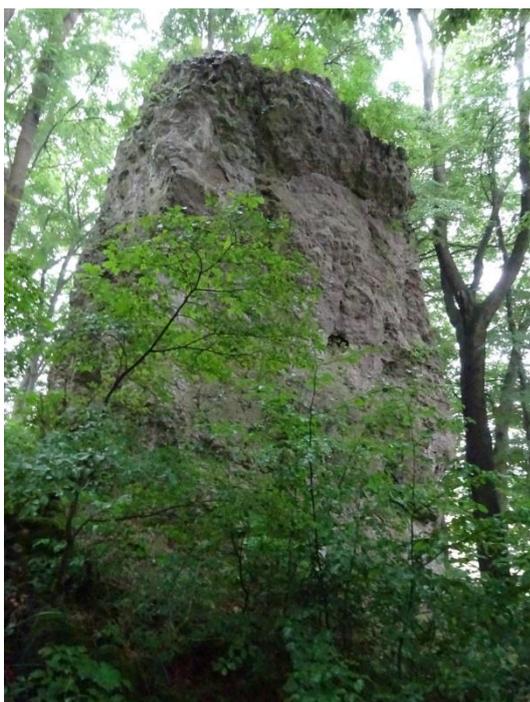
5) Exkursion mit Prof. Dr. Josef Paul:
Brandungsklippe und Stromatolithriff Westersteine, Bartolfelde

Die Westersteine bei Bartolfelde, die sich als bewaldeter Bergrücken über die Elbe-Weser-Wasserscheide im Harzvorland erheben, stellen das beste von Cyanobakterien gebildete Riff Europas dar, es ist groß (500 m lang, 100 m breit und über 20 m hoch) und nur wenig verformt. Entwickelt hat sich das Riff auf der Eichsfeldschwelle (s.o.), dem charakteristischen NNE-SSW' streichenden Hebungsbereich, der sich N' im Brockenmassiv fortsetzt. Aufgebaut wird das Riff aus Stromatolithen, die früh lithifiziert bzw. dolomitisiert wurden, deshalb sie auch so gut erhalten sind. Im Untergrund liegt Grauwacke aus dem Oberdevon.



Quelle: <https://www.karstwanderweg.de/rss/pm290714.htm>

Die Struktur des Riffes ist heute im Gelände nicht so einfach nachzuvollziehen, zumal der Aufwuchs der Kraut- und Strauchschicht im Wald Zugänglichkeit und Sichtbarkeit sehr erschwert. Die Nordseite des Riffes ist als ehemalige Brandungszone, unter aus Nord wehenden Passatwinden, zu erkennen. Die Stromatolithe sind hier vielfach umgelagert und verstürzt, während sie an der Südseite, der Riff-Rückseite, noch in situ erhalten sind; gelegentlich findet man hier Schnecken und Muscheln mit eingebaut in die Stromatolithe sowie Onkoide.

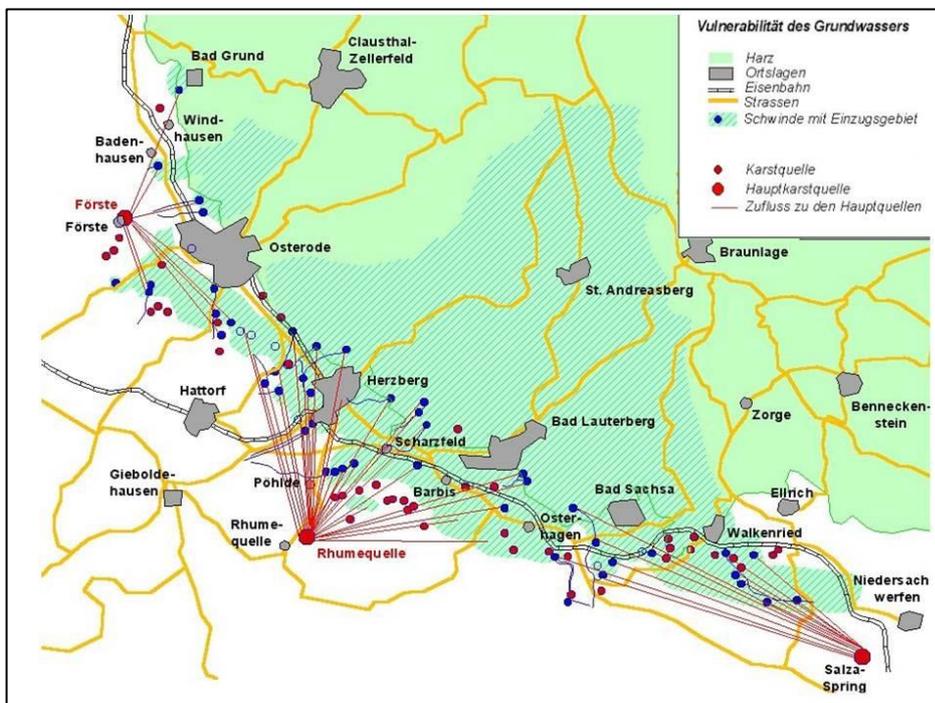


Bartolfelder Westerstein:
erosionsbeständiger Dolomithärtling



kreisförmige Stromatolithe

Das Gebiet der Eichsfeldschwelle bildet heute außerdem die Wasserscheide zwischen den Einzugsgebieten der Weser im W und der Elbe im Osten. Dabei liegt die Wasserscheide wegen der Verkarstung unter der Oberfläche. Viele Bäche „schwinden“, d.h. sie versickern in die Karsthohlräume des Untergrunds, das Wasser folgt unterirdischen Entwässerungslinien über wasserstauenden Sedimenten und tritt in den großen Karstquellen der Förste, Rhume und Salza an die Oberfläche.



Karstquellen am Harzsüdrand und deren unterirdische Zuflüsse (Abb.: F. Vladi)