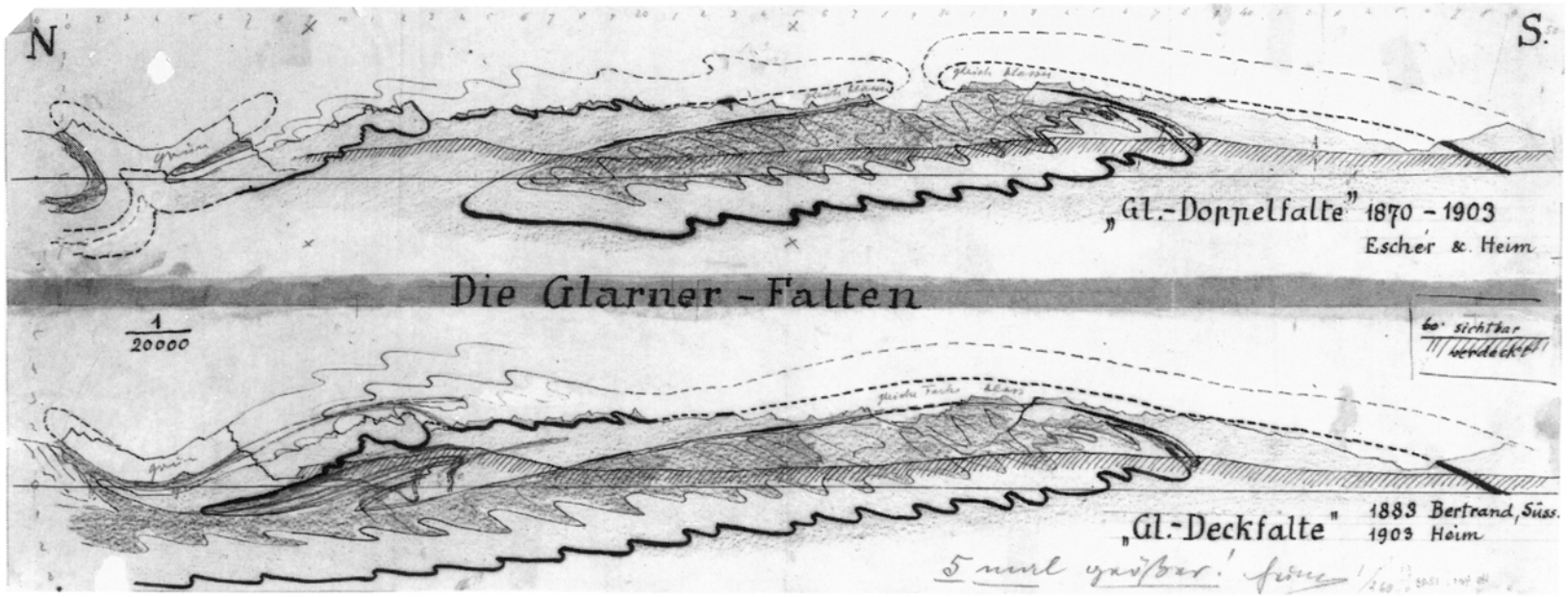
geo-life.ch

Geologie der Schweiz



Mark Feldmann
Dr. sc. nat. ETH

geo-life.ch

Einführung in die Geologie - Gesteine kennen lernen und bestimmen

Ziel: Nach diesem Kurs kennen Sie die wichtigsten gesteinsbildenden Mineralien, die häufigsten Gesteine und deren Entstehungsgeschichte. Sie können beurteilen, welche Gesteine wo in der Natur zu finden sind.

Inhalt: Gesteinsbildende Mineralien erkennen und bestimmen. Die drei Gesteinstypen - Magmatische Gesteine, Sedimentgesteine und Metamorphe Gesteine - erkennen und bestimmen. Die Bildungsbedingungen und einen möglichen Bildungsort der verschiedenen Gesteinstypen festlegen.

Vorkenntnisse: keine

Datum:	Sa, 29. März 2014
Zeit / Dauer:	09.00 - 17.00 h,
Treffpunkt:	Kirchgemeindezentrum Balgrist, Lenggstrasse 75, 8008 Zürich (Tram 11 bis Balgrist; wenige Parkplätze vorhanden)
Kosten:	CHF 150.-/Person
Anmeldung:	geo-life, Buchholzstrasse 58, 8750 Glarus

E-mail:	info@geo-life.ch
Tel:	078 660 01 96 / 055 650 17 82

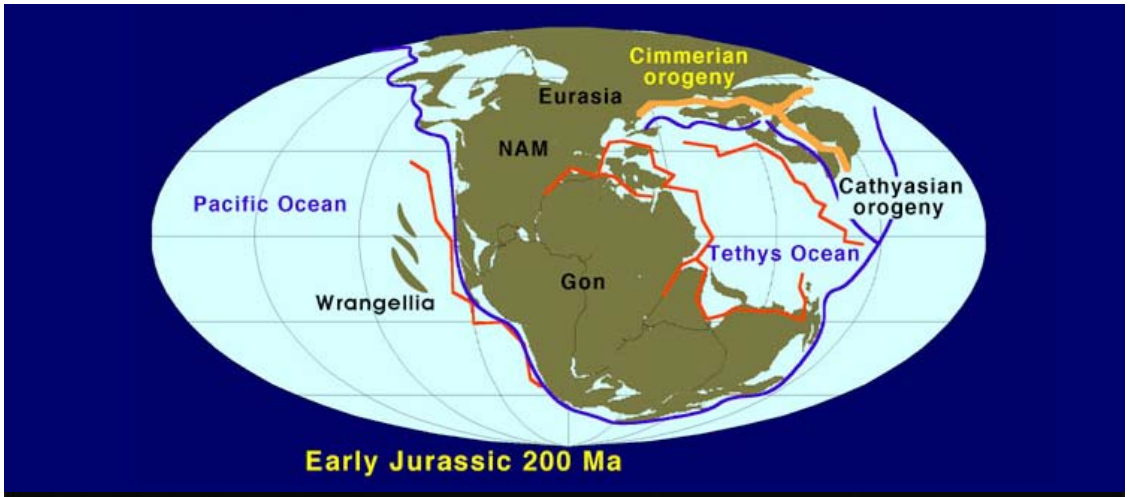
Kursleitung: Dr. Mark Feldmann

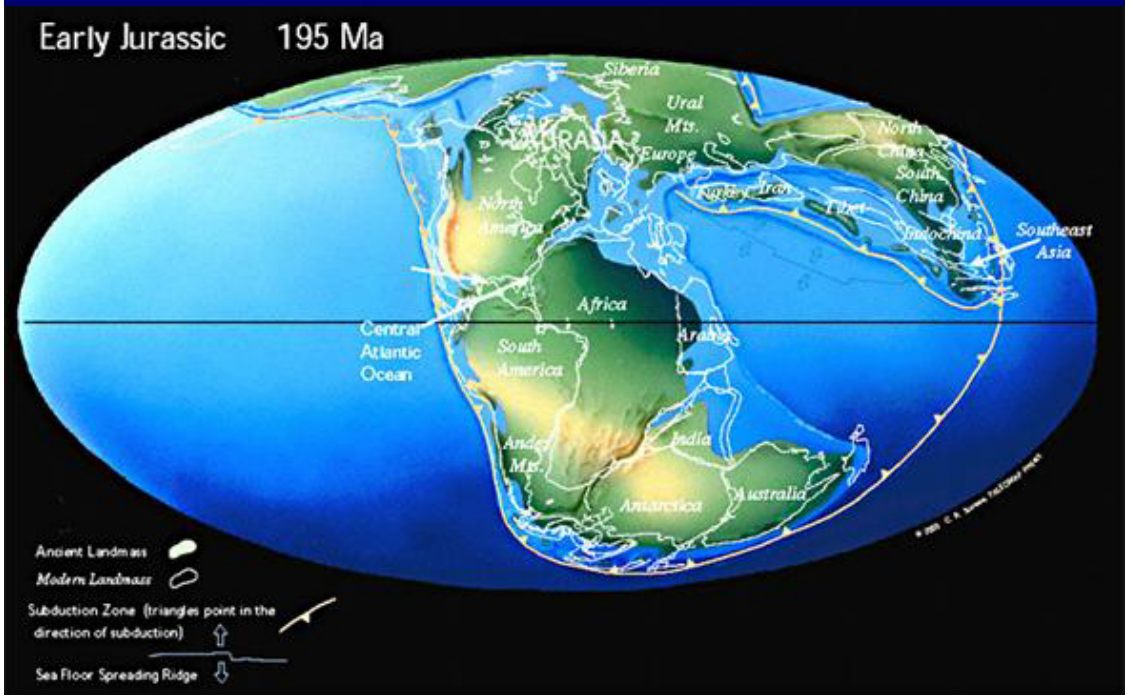
geo-life.ch

Inhalt

Übersicht
Eine sehr kurze Einführung in die Geologie
Geologische Forschung
Kristallines Grundgebirge und Superkontinent
Tethys und mesozoische Sedimente
Auffaltung der Alpen und Metamorphose
Molasse
Jurafaltung
Eiszeiten und Bergstürze

geo-life.ch





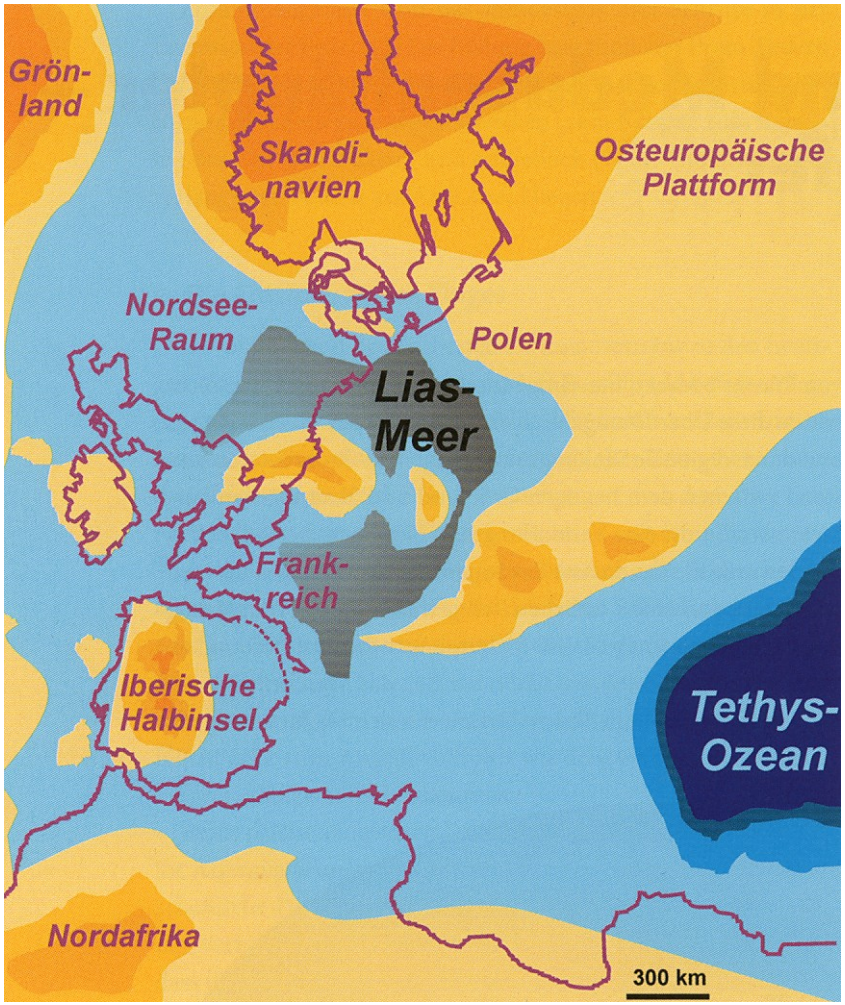
Jura (205 - 145 Mio Jahre)

Die Bezeichnung Jura geht auf die gut erkenntliche und fossilreiche Ausbildung des Systems im Französischen und Schweizer Jura zurück. Eine erste biografische Gliederung wurde durch William Smith in England (1799) geschaffen. Im Jahre 1858 beanspruchte Alexander von Humboldt die Urheberschaft der Namensgebung für sich mit der Begründung, er habe sich bereits 1799 (oder 1795?) auf den *Jura-Kalkstein* als separate Gesteinsart bezogen. Auch andere haben diesen Anspruch erhoben; vielleicht kann man die Urheberschaft Alexandre Brongniart zuschreiben, der 1829 den Ausdruck *terrain jurassique* für das benutzte, was im Wesentlichen Gesteine der jurassischen Formation im heutigen Sinn waren. Auf jeden Fall schaffte Leopold von Buch 1837 das System Jura.

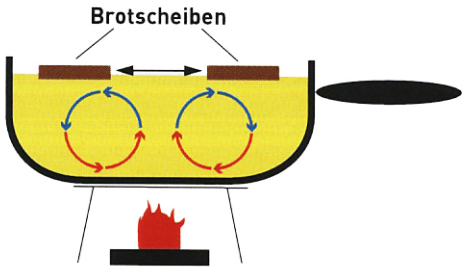
144	Oberjura	Malm (Weißer Jura)	Tithon
			Kimmeridge
			Oxford
159	Mitteljura	Dogger (Brauner Jura)	Callov
			Bathon
			Bajoc
180			Aalen
	Unterjura	Lias (Schwarzer Jura)	Toarc
			Pliensbach
			Sinemur
206			Hettang

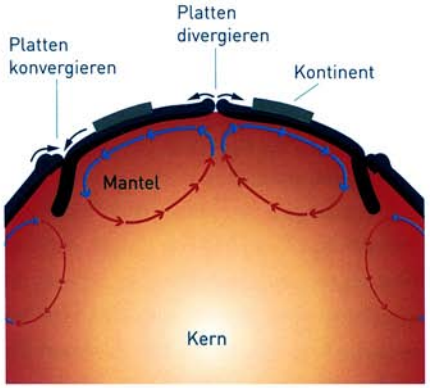
geo-life.ch

Unterer Jura - Schwarzer Jura



Europa zur Zeit des Unteren Juras,
aus Schoch, 2007

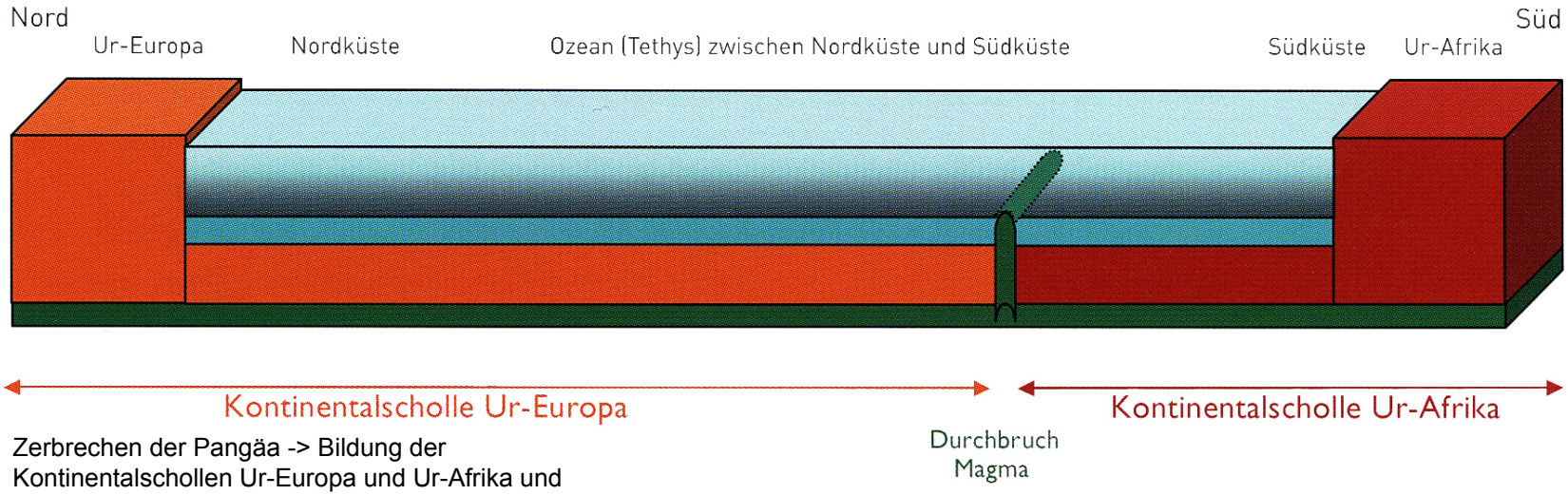




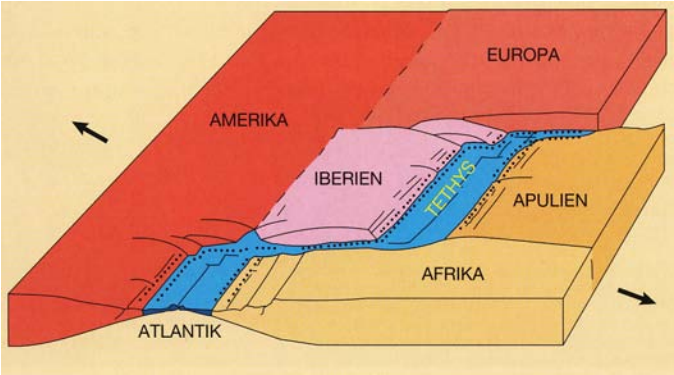
Konvektionsbewegungen

Links: Ein Beispiel liefert das Modell des Fondue-Caquelons.
Rechts: Dieser einfache Modellschnitt durch die Erde zeigt Konvektionsströmungen im Erdinnern, welche die treibende Kraft für die Plattenbewegungen sind.

Ausgelöst durch die Kräfte im Erdmantel zerbrach Pangäa in mehrere auseinanderdriftende Kontinentalschollen, zwischen denen sich grosse Ozeane zu bilden begannen. Zwei dieser Schollen entwickelten sich dabei zu den eigenständigen Urkontinenten Afrika und Europa.
Durch fortwährendes Auseinanderdriften dieser Urkontinente entstand dazwischen der Tethys-Ozean. An der Grenze der Kontinentalschollen erfolgte ein Durchbruch von Magma aus dem Erdmantel.

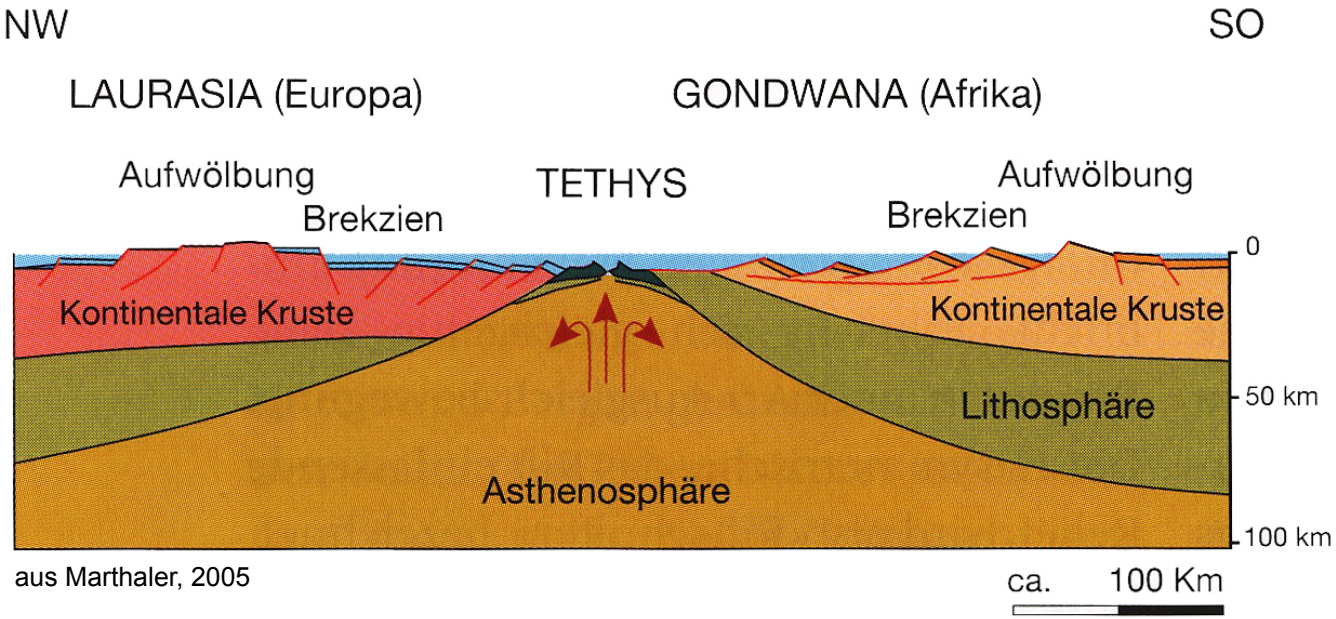


Zerbrechen der Pangäa -> Bildung der Kontinentalschollen Ur-Europa und Ur-Afrika und des Ozeans Tethys (aus Mojon, 2006)



aus Marthaler, 2005

Zu Beginn der Jurazeit zerbrach der Grosskontinent Pangäa. Zwischen Nordamerika und Europa öffnete sich der Atlantik, zwischen Europa und Afrika die alpine Tethys. Beide Ozeane haben etwa gleiches Entstehungsalter.
An den zukünftigen Rändern der auseinanderdriftenden Kontinente wurde die kontinentale Kruste gestreckt, ausgedünnt und sie zerbrach in Hochzonen und Becken.



aus Marthaler, 2005

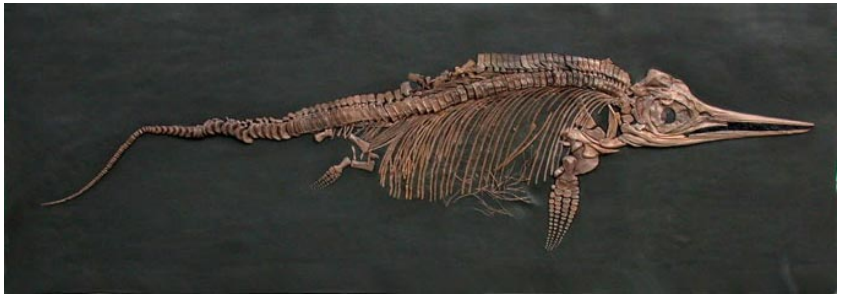
Im frühen und zu Beginn des mittleren Jura entstanden in den flachen Küstenmeeren neben fossilreichen Kalken die „Posidonienschiefer“ und der kalkarme schwarze Opalinuston (Schwarzer Jura).
Der Opalinuston wird von der NAGRA als mögliches Endlagergestein für radioaktive Abfälle in Betracht gezogen. Der hohe Tonanteil macht den Opalinuston wasserundurchlässig und bindet Radio-Nuklide. Wasserundurchlässiges Gestein soll garantieren, dass die hochaktiven Nuklearabfälle über Jahrtausende vom Grundwasserfluss getrennt bleiben. Die schwarze Farbe dieser Sedimentgesteine deutet auf mehr als 1% Gehalt an organischem Kohlenstoff.

Posidonienschiefer

Opalinuston

In den dunklen Kalken des unteren Lias finden sich massenhaft auftretende Versteinerungen von Ammoniten und der Auster *Gryphaea* und in den bituminösen Posidonienschiefer tritt eine reiche Fauna an Ammoniten, Reptilien und Fischen zu Tage.

Gryphaea sp.



Fossilien aus den Posidonienschiefern bei Holzmaden (D)

Zeugen vom Aufbrechen der Kontinente sind Brekzien, deren Trümmer sich im Lias zu Beginn des Juras als Rutschmassen in submarinen Schuttfächern abgelagert haben. Bald darauf wurden sie von Kalkschlamm umgeben und verfestigt (zementiert). Man findet sie z.B. bei Arolla (VS), am Piz Nair bei St. Moritz (GR), bei Arzo im südlichen Tessin und in verschiedenen Gipfeln der Préalpes Romandes und der Savoyer Voralpen, in denen eine Einheit sogar als Brekziendecke bezeichnet wird.

Lias-Brekzie
aus der Tödiregion (GL).

Arzo-“Marmor“

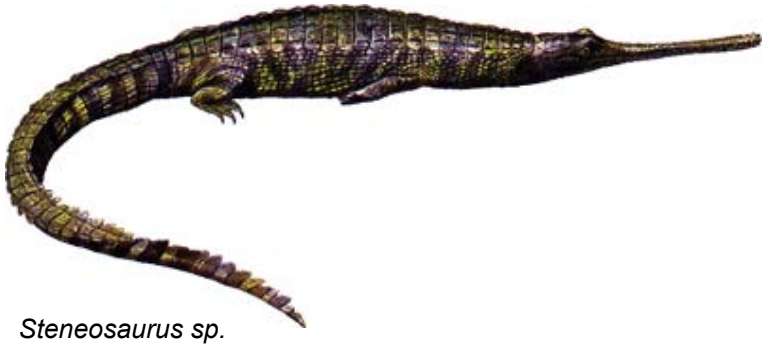
In der helvetischen Zone bilden Sand-, Kiesel- und Echinodermenkalke häufig die Basis des Lias. Diese Ablagerungen zeigen eine küstennahe Flachmeerbildung an.

Crinoidensandstein, Tödi

Seelilie - Crinoide

geo-life.ch

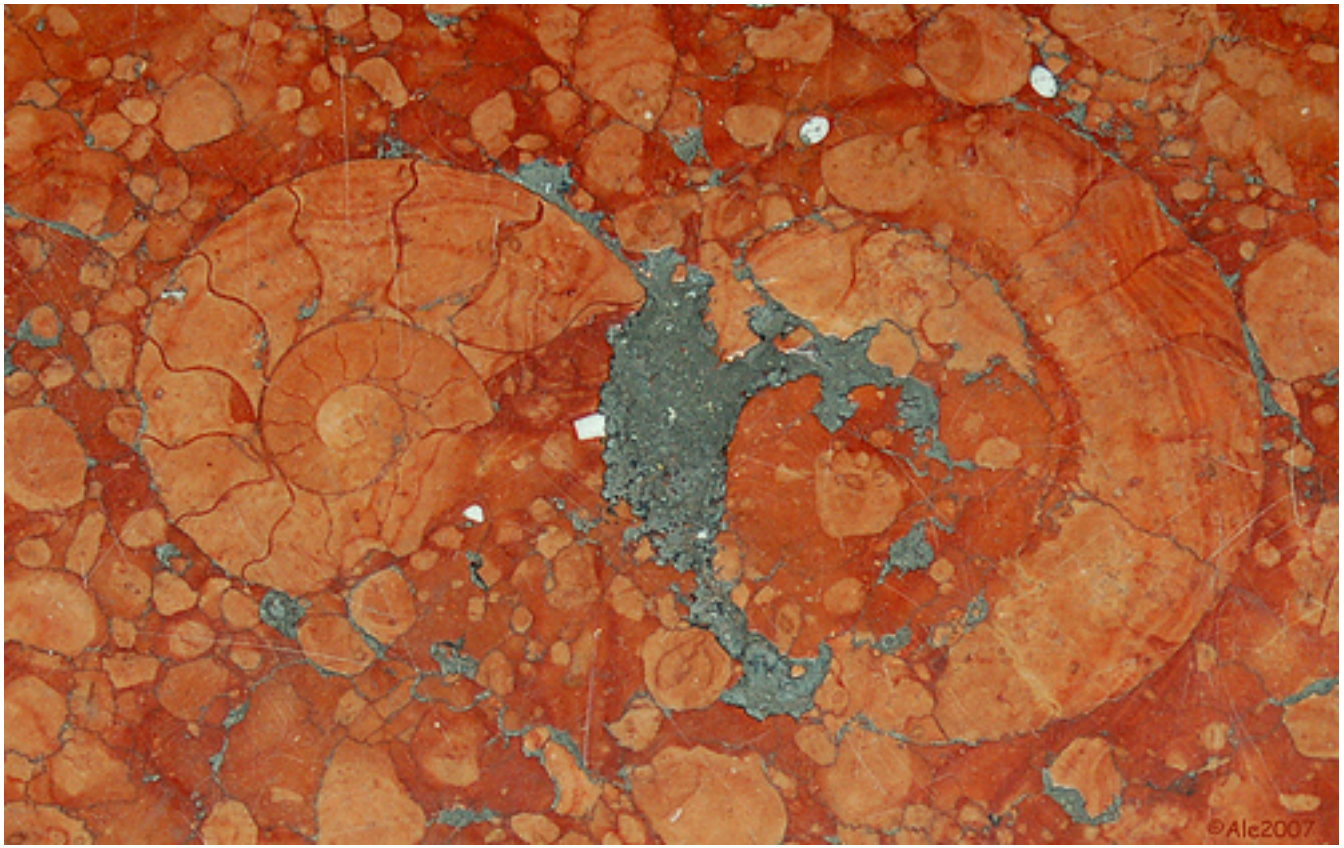
Teile des Unterkiefers eines echten Krokodils *(Steneosaurus sp.)* eingebettet in Sandstein des unteren Juras (Lias). Es ist der erste bekannte Fund eines jurassischen Krokodils in den Alpen und stammt aus der Region Weissmeilen (GL).



Steneosaurus sp.

Heutiger Vertreter: Ganges-Gavial

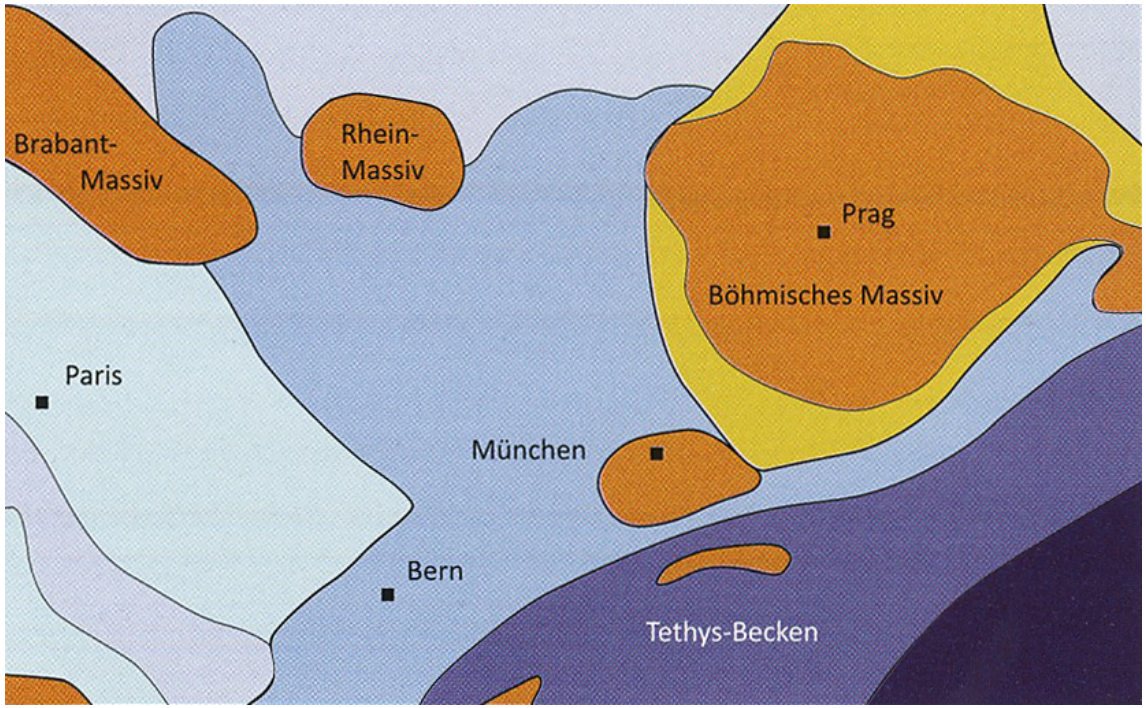
Auf den tieferen Plattformen haben sich im Lias des Südalpins auffällige Cephalopodenkalke (Ammonitico Rosso) abgelagert.



Rosso Ammonitico - Rosso Veronese

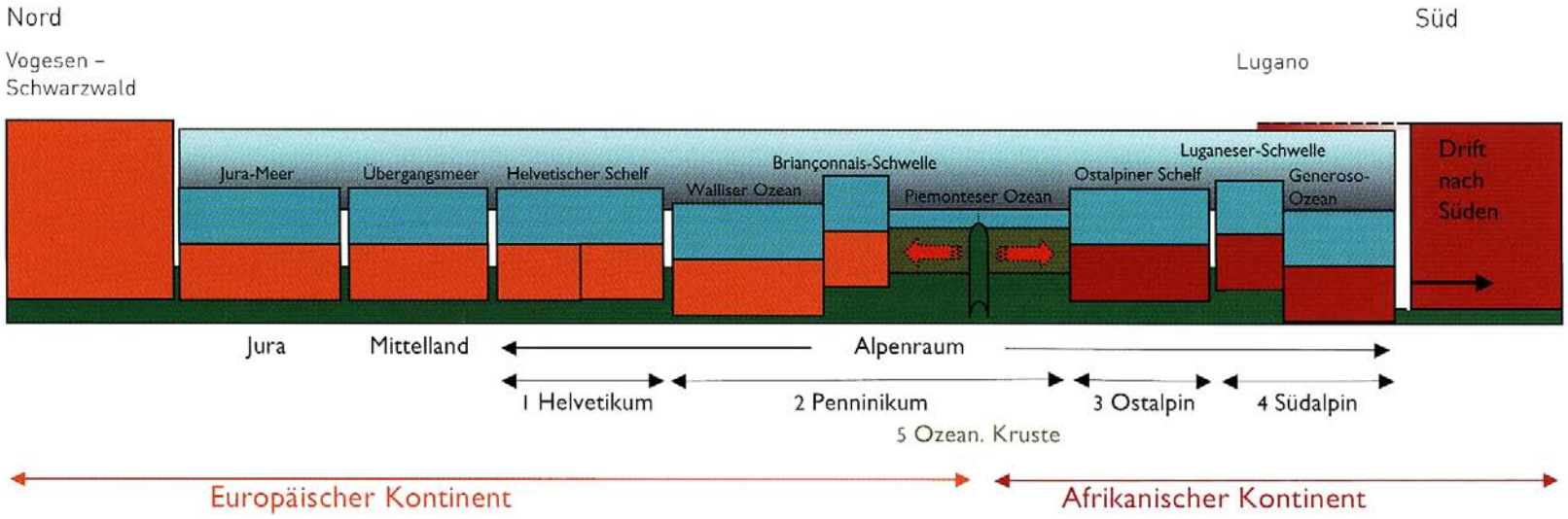
Mittlerer Jura - Brauner Jura

Im mittleren Jura wechselten die klimatischen und ozeanographischen Bedingungen im Gebiet des Tethysmeeres. Es herrschte ein ähnliches Klima wie heute in der Karibik.



Mittlerer Jura in Mitteleuropa
(aus Weissert und Stössel, 2009)

Nun erfolgte eine Phase mit ausgeprägter Süddrift des Kontinents Afrika. Der gesamte Meeresraum wurde in der Folge in einzelne Elemente zerteilt, welche später für den Bau der Schweiz prägend waren.



Drift -> Aufteilung des Ozeanraums in einzelne Elemente, welche den Aufbau der Schweiz vorprägen (aus Mojon, 2006)

Helle, oolithische Kalke der Hauptrogenstein-Formation kontrastieren mit den schwarzen Sedimenten des Lias und des frühen Doggers. Sie bilden heute in der Juragebirgslandschaft der Nordwestschweiz markante Kalkklippen.

Verbreitet sind auch eisenreiche Gesteine, die im späten Dogger unter ausserordentlichen klimatischen Bedingungen entlang des Nordrandes der Tethys entstanden.
Eisen wurde in dieser klimatisch feuchten Zeit vermutlich aus tief verwitterten kontinentalen Böden ausgewaschen und in küstennahen Sedimenten, in sogenannten Eisenooiden und in submarinen Eisenkrusten eingelagert.

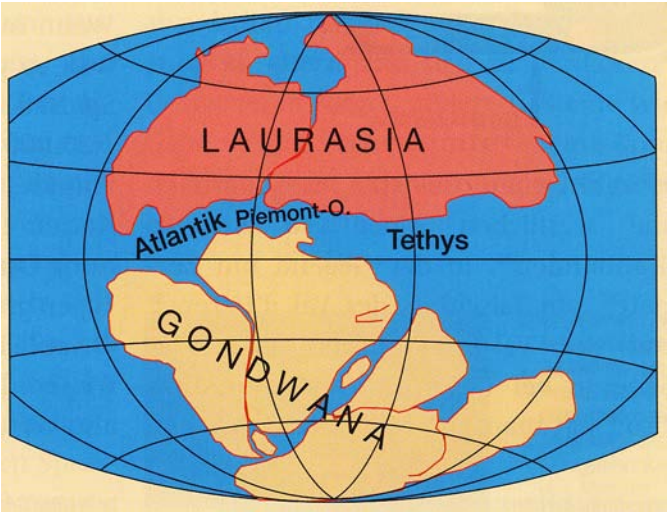
Oolith, Dogger (Jura)

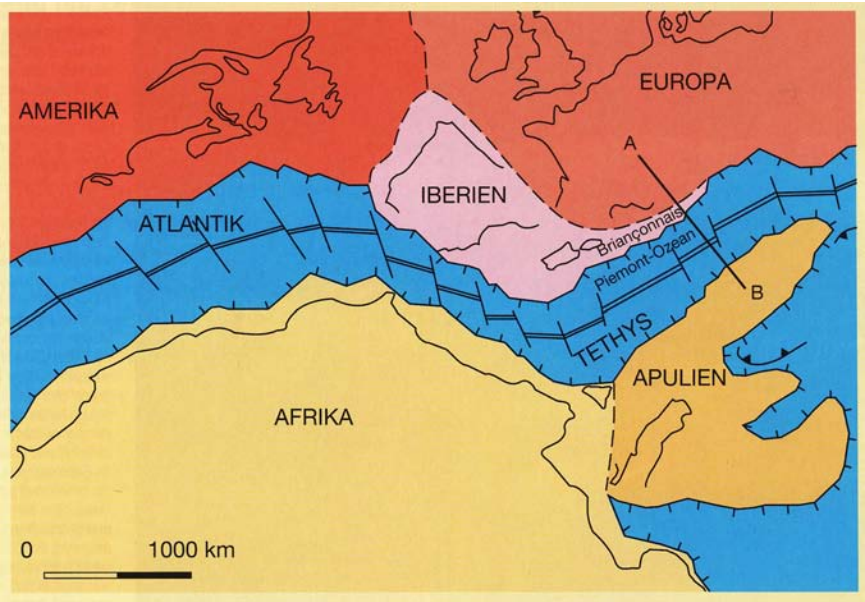
Eisenoolith, Dogger (Tödi)

geo-life.ch

Eisenbergwerk Guppen (GL) 1527 - 1560

Eisenbergwerk Herznach 1207 - 1967

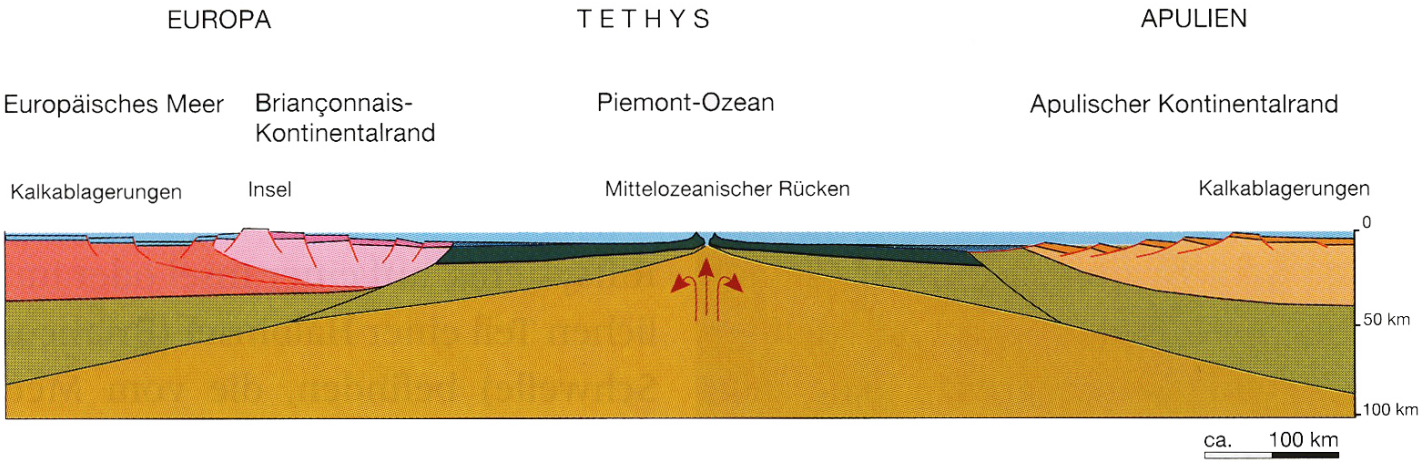




Verteilung der Kontinente und Ozeane im Mitteljura (vor 160 Millionen Jahren)

aus Marthaler, 2005

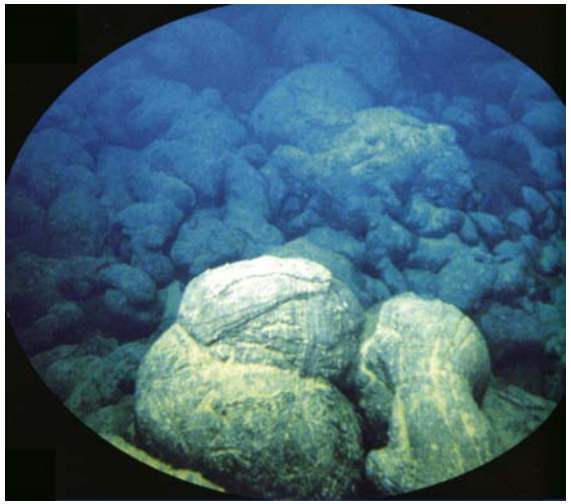
Der Nordatlantik hat sich noch nicht geöffnet und Europa, Iberien und Nordamerika bilden noch eine Einheit.
Die apulische Halbinsel gehört nach wie vor zu Afrika, wird sich aber bald abtrennen.
Ganz Europa, Apulien und Nordafrika lagen unter Wasser.



aus Marthaler, 2005

Auf den beiden Schelfrändern des Piemont-Ozeans lagern sich grosse Mengen von Kalk und Mergel ab. Auf der europäischen Seite wächst eine kleine Insel aus dem Briançonnais-Schelf, die sich von Europa lösen und mit Iberien wegdriften wird. Korallenriffe bezeugen, dass das Nordufer der Tethys in seiner Lage zwischen den Alpen, des Juras und des Burgunds schwankte.

Durch das Strecken und Ausdünnen der kontinentalen Kruste konnte die heisse, darunter liegende Asthenosphäre bis auf einige Kilometer unter die Erdoberfläche aufsteigen und für Nachschub von basaltischem Magma für einen neuen mittelozeanischen Rücken sorgen.
Das Magma kühlte sich beim Kontakt mit dem Meerwasser sehr rasch ab und bildete kissenförmig gestapelte Lava. Auf diese Weise kam es zur Bildung neuer ozeanischer Kruste.



Kissenlava

Flüssige Lava fliesst ins Meer, wird durch das kalte Wasser abgeschreckt und es bilden sich kissenförmige Lavaklumpen.

In zahlreichen Gebieten der zentralen Alpen, so z.B. in Graubünden, in der Gegend um Zermatt und im Val d ‘Anniviers hat man 160 Millionen Jahre alte und gut erhaltene Kissenlava gefunden.

Kissenlava (Pillows),
Alp Flix (GR)

Kissenlava am Marmorera Stausee (GR)

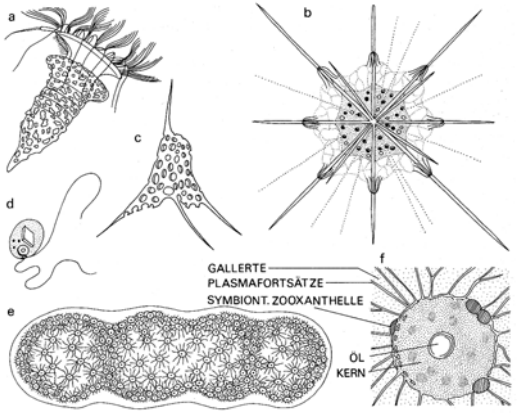
Andere Gesteine wie Gabbros und Serpentinite sorgen für die Konsolidierung der sich von unten her neubildenden Kruste. Alle diese Gesteine sowie die dazu gehörigen Tiefseesedimente (Radiolarite) fasst man unter dem Begriff „Ophiolith“ zusammen.

Gabbro

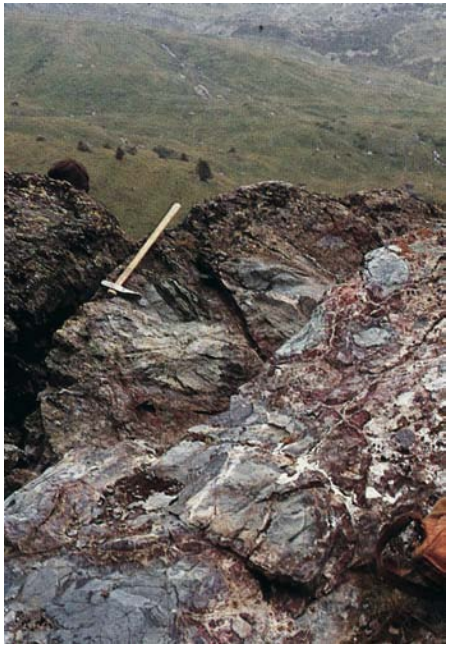
Ophiolith, Süditalien
Über den Kissenlaven finden sich geschichtete Ablagerungen von Radiolarit

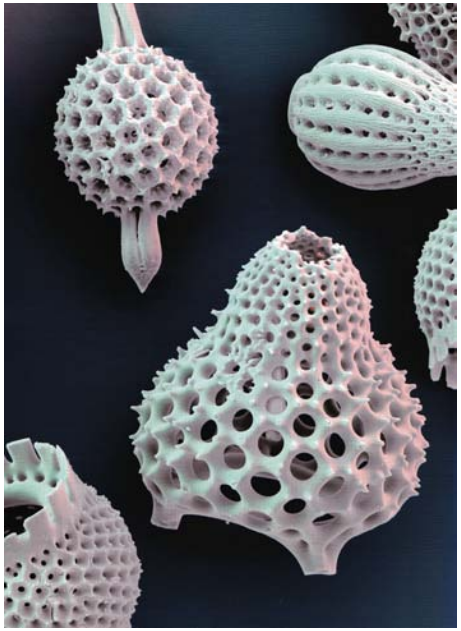
Calcit-Kompensationstiefe - CCD

Im Tiefseebereich können sich keine Kalksteine bilden, da unterhalb der CCD, einer Tiefe meist zwischen 4000-5000 Metern, aufgrund des hohen Kohlendioxiddruckes (CO_2) Calcit wieder aufgelöst wird. Von den absinkenden Schalen und Skeletten bleiben in solchen Tiefen nur solche Kiesel (SiO_2) zurück, insbesondere die feinen Skelette der Radiolarien, einer Gruppe von Einzellern.
In solchen Tiefen treten auch von Manganknollen übersäte Meeresböden auf.



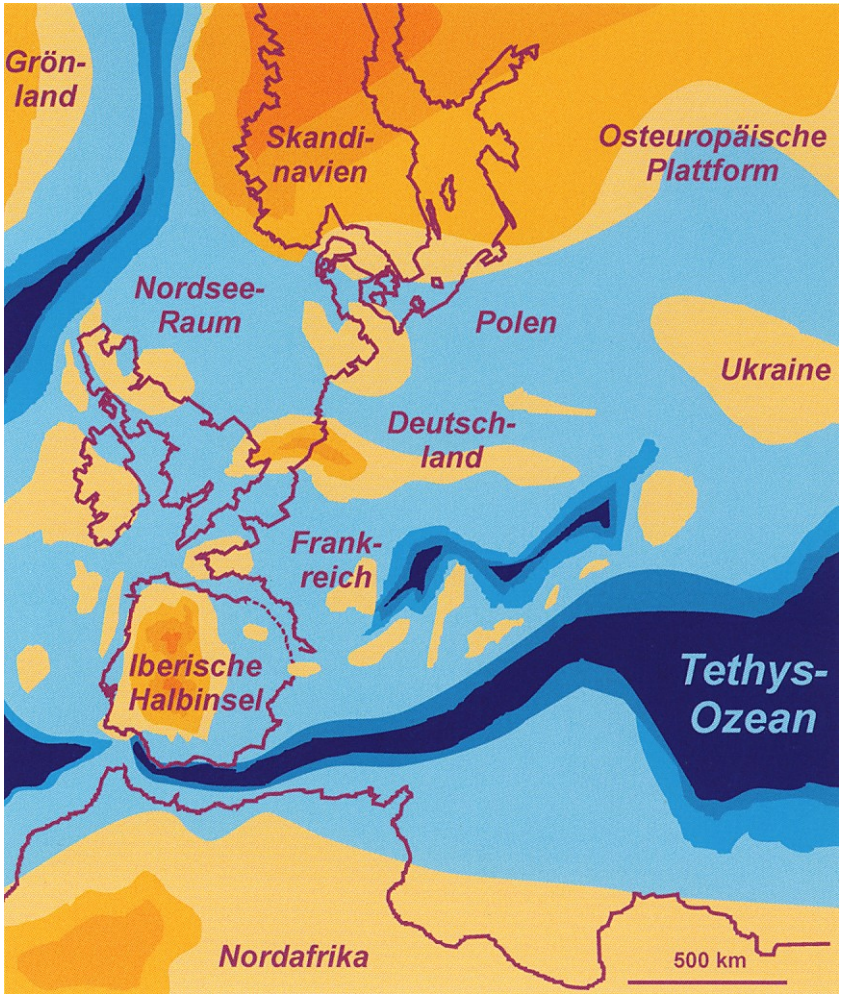
Radiolarien


Radiolarit
Alp Flix, GR


Radiolarien - Opalskelett (SiO_2)

geo-life.ch

Oberer Jura - Weisser Jura



Europa zur Zeit des Oberen Juras,
aus Schoch, 2007

geo-life.ch

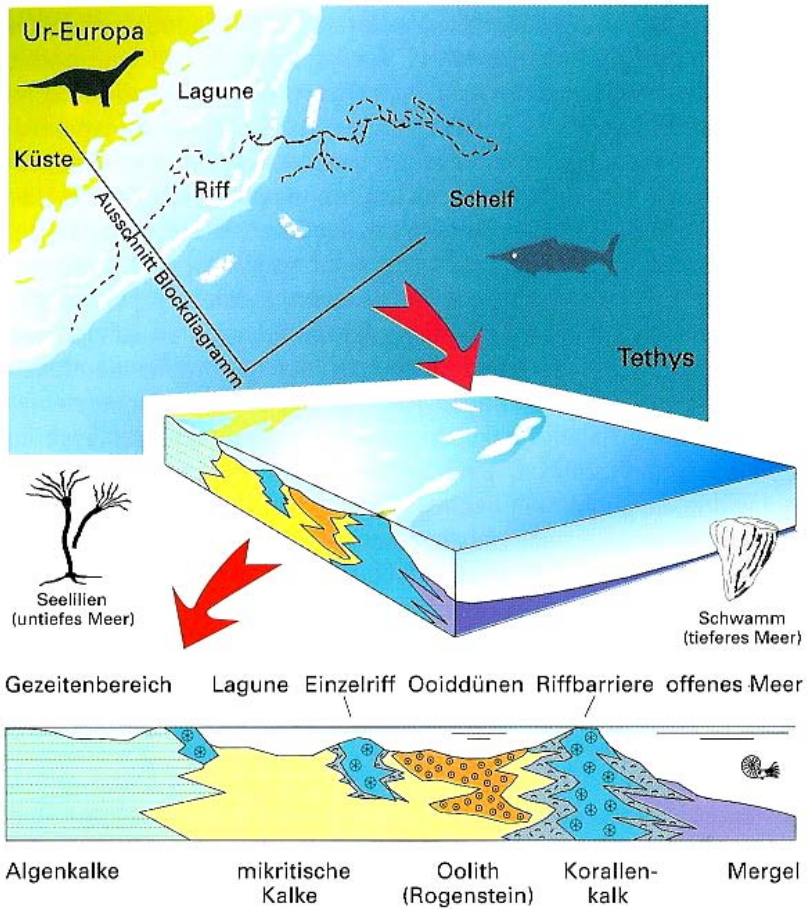
Nerineenkalk (Spiralschnecke), Lommiswil (SO)

Quintnerkalk mit Korallen, Netstal (GL)

geo-life.ch

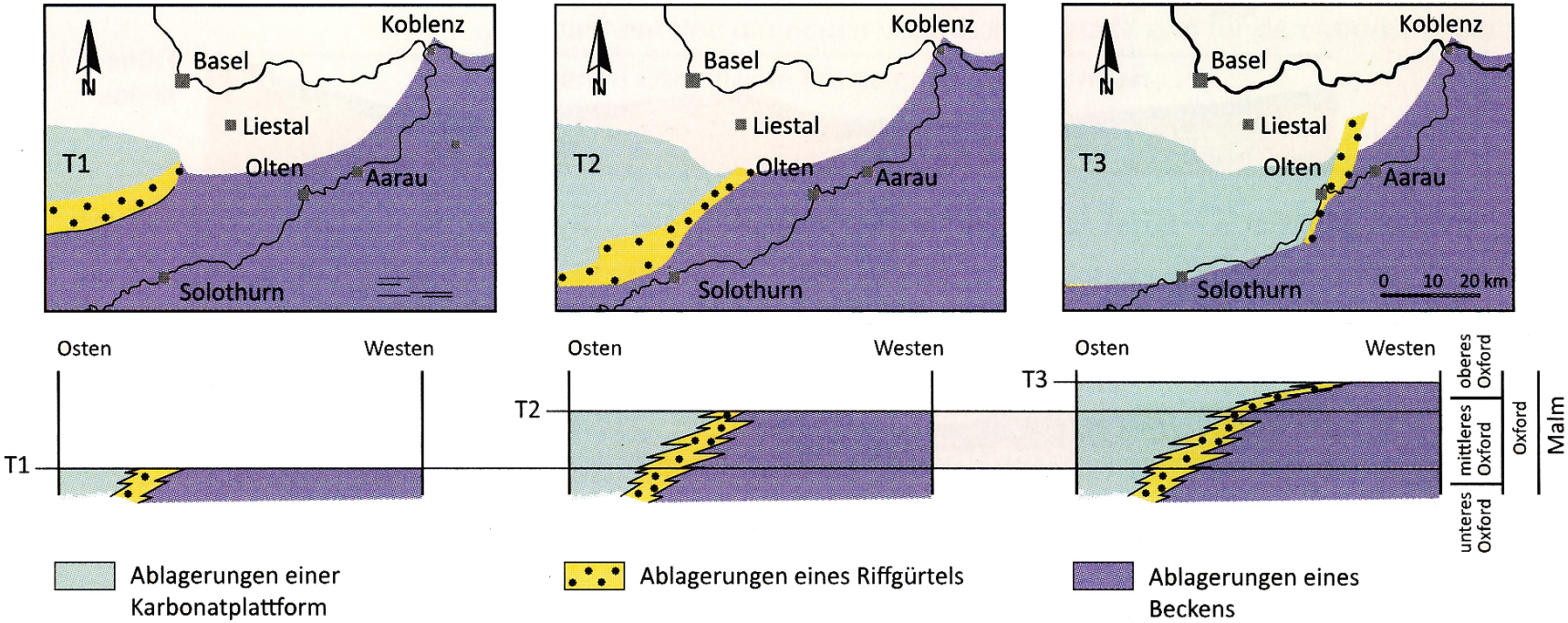
Das Leben im Jura-Meer

aus Auf der Maur und Jordan, 2002



Das grosse Barrierenriff vor der Südküste Ur-Europas im Gebiet des heutigen Juras vor etwa 150 Millionen Jahren.

Die Verschiebung des Riffgürtels im Späten Jura in der Nordschweiz

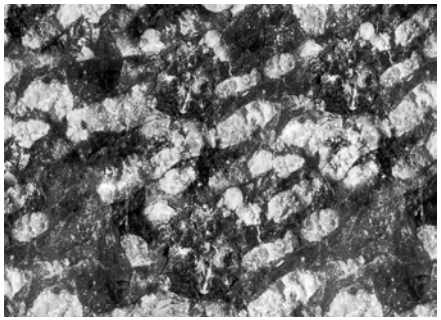


aus Weissert und Stössel, 2009

geo-life.ch

Malm - Fossilien

Perisphinctes sp., Sowerbyceras tortisulcatum
Klöntalersee



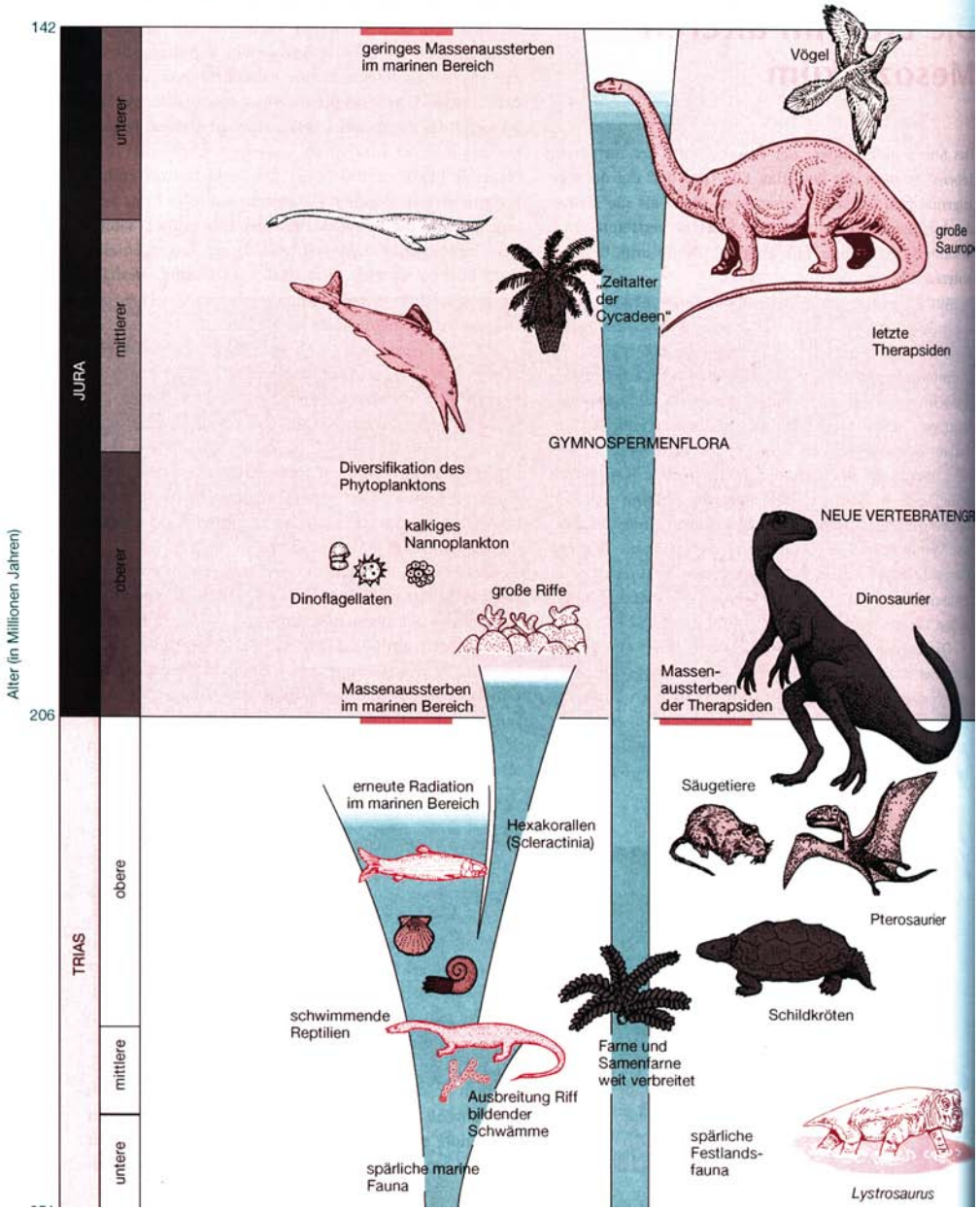
Korallen,
Kalksteinbruch
Netstal

geo-life.ch

An vielen Orten in der Schweiz, vor allem in der Region Jura, wurden mittlerweile verschiedene Dinosaurierfährten entdeckt und Knochenfunde gemacht.

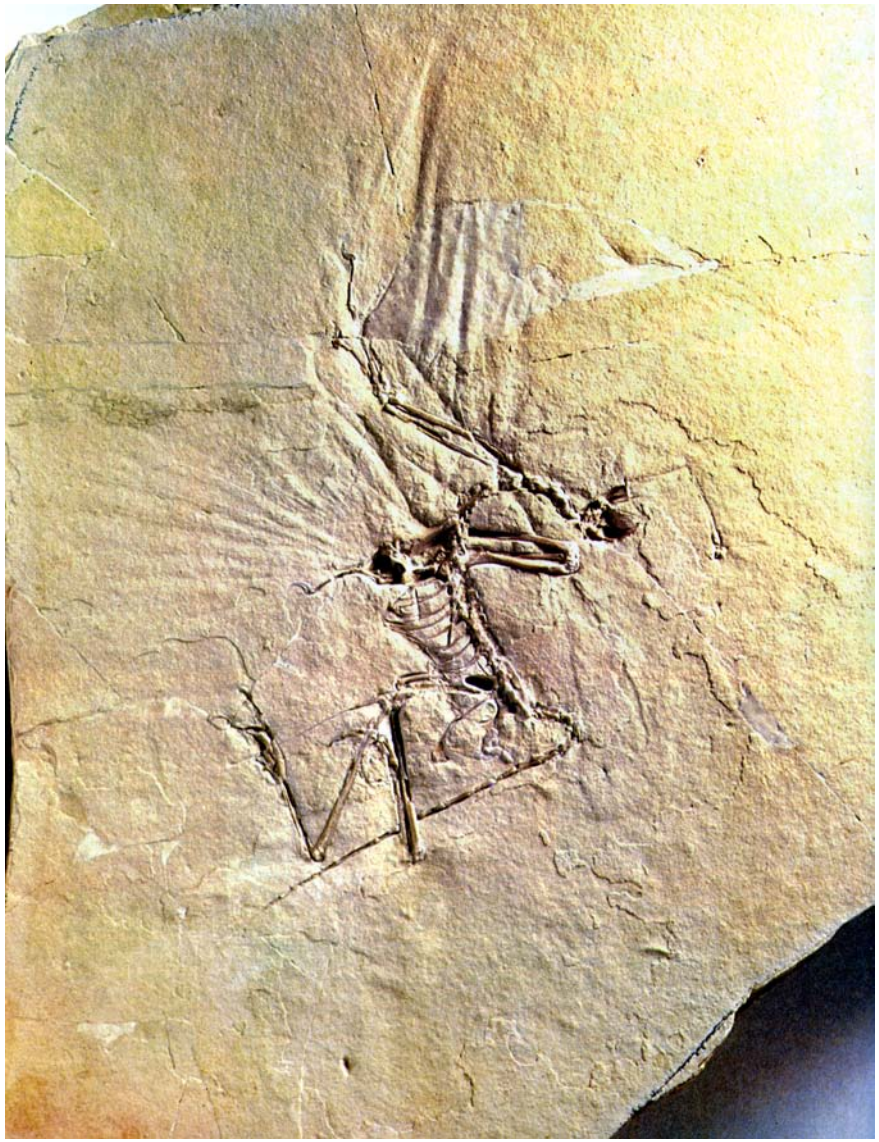
Überblick

Wichtige Ereignisse im älteren Mesozoikum



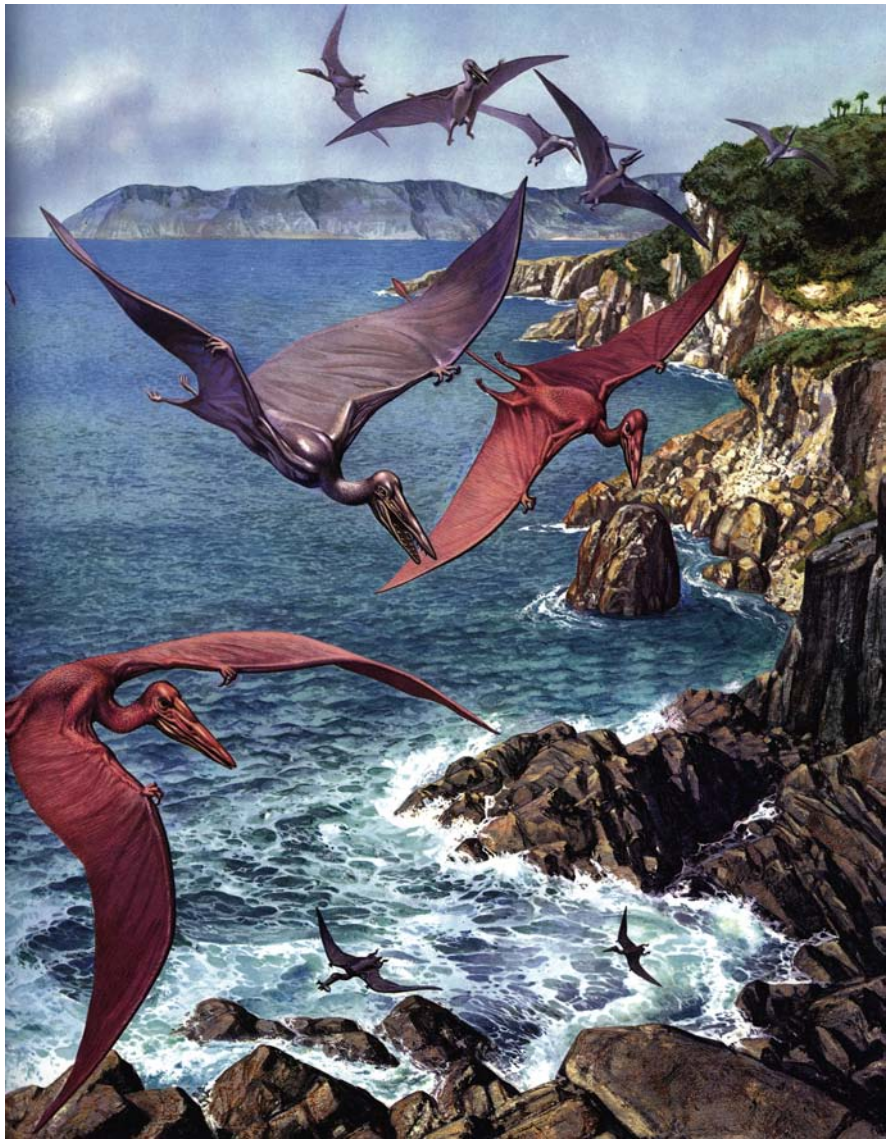
geo-life.ch

geo-life.ch



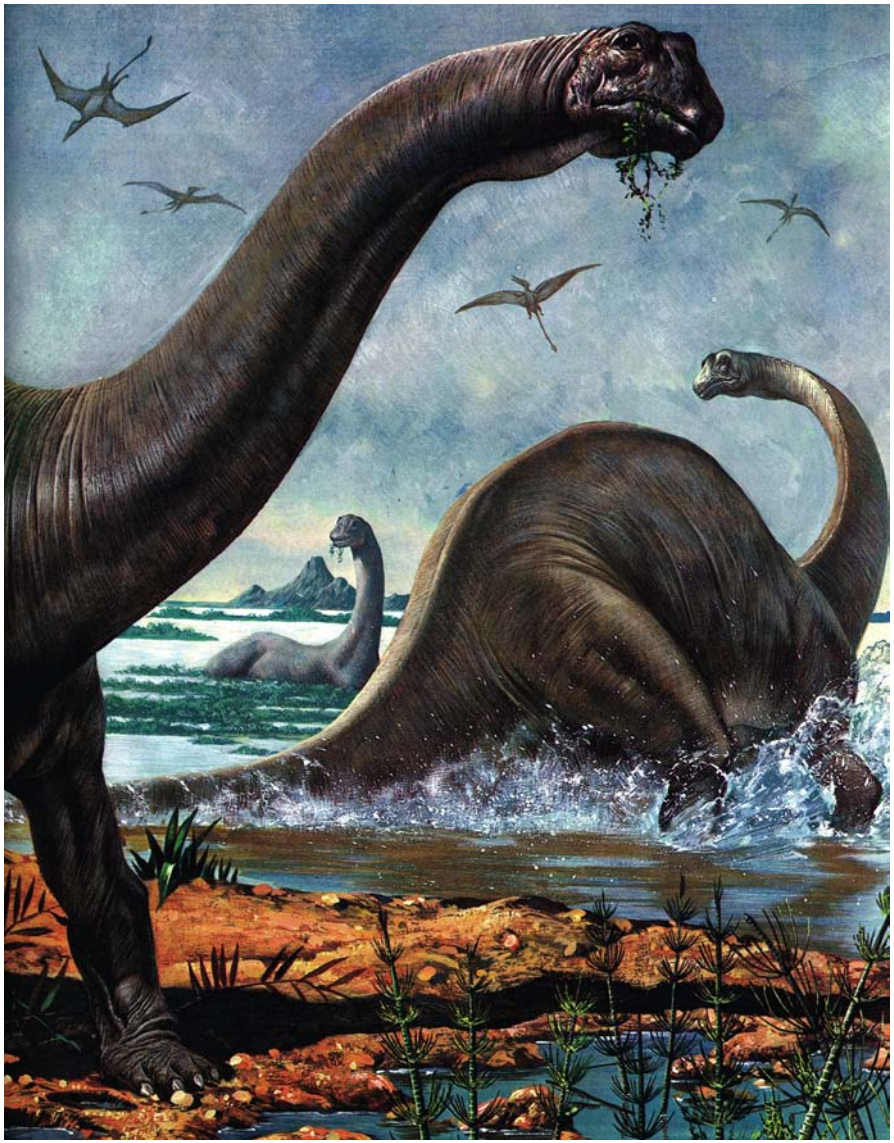
Der Ur-Vogel: *Archaeopteryx lithographica*

geo-life.ch



Flugsaurier

geo-life.ch



Riesensaurier (Pflanzenfresser)