

Naturgeschichte



Lebende Fossilien

Lebende Fossilien führen uns zurück in die Vergangenheit. Es sind Tiere und Pflanzen, die bereits seit Millionen von Jahren existieren und sich im Laufe der Zeit kaum verändert haben.



Versteinertes Leben

Fossile Dokumente der Erdgeschichte belegen in chronologischer Abfolge die Entwicklung des Lebens auf unserer Erde. Das Leben im Jurameer und die Säugetiere der Tertiärzeit sind aufgrund der Häufigkeit von Fossilfunden im süddeutschen Raum ausführlicher dokumentiert.



Naturkundliches
Bildungszentrum Ulm



Entdeckung des "lebenden Fossils"

Am 22.12.1938 entdeckte Miss Marjorie Courtenay-Latimer in einer Hafenstadt an der Ostküste Südafrikas einen ungewöhnlichen Fisch. Er war stahlblau, eineinhalb Meter lang, wog 114 Pfund und hatte fleischige, gliedmaßenähnliche Flossen. Die Bestimmung bereitete große Schwierigkeiten.

Schließlich wurde er als ein Hohlstachler (Coelacanthus) aus der Ordnung der Quastenflosser (Crossopterygier) erkannt. Seinen Namen erhielt er nach der Entdeckerin und dem Fundort (Mündung des Chalumnae River): *Latimeria chalumnae*.

Die Entdeckung eines lebenden Quastenflossers war die perfekte Sensation, denn bis dahin hatte man geglaubt, diese Fische seien mit den Dinosauriern in der Kreidezeit vor mehr als 65 Millionen Jahren ausgestorben. Das lebende Fossil wurde steckbrieflich gesucht und machte weltweit Schlagzeilen – ein einzigartiger Vorgang in der Geschichte der Biologie. Es stellte sich heraus, dass Anwohner diesen Fisch gelegentlich aus 150 bis 300 Metern Tiefe angelten. Sie berichteten, dass er sich wegen seines öligen Fleisches und unangenehmen Geschmacks nicht als Speisefisch eignete. Lediglich seine rauen Schuppen fanden als Sandpapier zum Schmirgeln Verwendung.

1972 wurde ein frisch gefangener Quastenflosser nach modernen wissenschaftlichen Methoden untersucht. Die Analyse der Körperflüssigkeiten ergab, dass *Latimeria* den osmotischen Druck des umgebenden salzreichen Wassers durch die Anreicherung seines Blutes mit Harnstoff ausgleicht. Dieses auch für Haie typische Merkmal ist für den unangenehmen Geschmack des Fleisches verantwortlich.

Die entscheidende Frage blieb jedoch offen: Wie bewegt sich dieser Fisch, dessen Vorfahren als die ersten Landwirbeltiere angesehen werden, in seinem natürlichen Lebensraum?



Quastenflosser *Latimeria chalumnae*

Abguss: Westfälisches Museum für Naturkunde, Münster

Verborgener Driftjäger

Am 17.01.1987 spürte das Taucherteam von Professor Hans Fricke vor der Komoren-Insel Grande Comore in 198 Meter Tiefe Quastenflosser auf. Erstmals konnten die Tiere in ihrem natürlichen Lebensraum beobachtet werden: *Latimeria* bewegt sich nur langsam und zeigt ein verwirrendes Spiel der Flossen. Die Analyse der Flossenbewegungen ergab, dass sich jeweils die linke Brust- und die rechte Bauchflosse sowie die rechte Brust- und die linke Bauchflosse synchron bewegen. Es ist also eine Flossenbewegung über Kreuz, was dem Trab von Pferden entspricht. Für diese alternierenden Bewegungen müssen spezifische neuronale Verknüpfungen und Koordinationen vorausgesetzt werden.

Latimeria jagt, in den Tiefen driftend, bei Nacht. Sein Sehvermögen reicht für die Ortung der Beutetiere nicht aus. Vermutlich dient ihm das geomagnetische Feld der Erde als Orientierungshilfe. Am Schwanzende befindet sich ein für den Quastenflosser charakteristischer, beweglicher Flossenanhang. Er könnte mit der Erzeugung eines schwachen elektrischen Feldes zur Raumorientierung in Zusammenhang stehen.

Latimeria hat Jahrtausende als langsamer Driftjäger in der Tiefsee überlebt. In diesen Tiefen fehlt der Konkurrenzdruck moderner Raubfische, für die es sich nicht lohnt, in den nahrungsarmen Lebensraum der Quastenflosser einzudringen. Die Strömungen ausnützend bewegt er sich sehr ökonomisch und energiesparend. Durch das Abtauchen in kühlere Regionen sinkt seine Körpertemperatur und damit verbunden auch sein Nahrungsbedarf - insgesamt eine Überlebensformel, die seit über 350 Millionen Jahren aufgeht.



Flossenbewegung des Quastenflossers

Foto: Prof. Hans Fricke, Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie in Seewiesen / Oberbayern

***Ginkgo biloba* – ein lebendes Fossil**

Der Ginkgo gehört zu den ältesten, rezent lebenden Pflanzenarten. Die Ginkgogewächse waren am Ende des Erdaltertums, vor 285 bis 250 Millionen Jahren, zusammen mit den Palmfarne weit verbreitet und prägten die damalige Vegetation der Erde. Bis in unsere heutige Zeit hat nur eine einzige Art, der *Ginkgo biloba*, in der chinesischen Provinz Chekiang überlebt.

Bei uns ist der Ginkgo als exotischer Park- und Straßenbaum bekannt. Er ist robust und anspruchslos, wird über 30 m hoch und kann bis zu 2000 Jahre alt werden. Charakteristisch sind die zweilappigen, (daher der wissenschaftliche Name *Ginkgo biloba*), Blätter mit der fächerförmigen Blattnervatur.

Den Ginkgo kann man weder zu den Laub- noch zu den Nadelhölzern zählen. Entwicklungsgeschichtlich steht er vor den Nadelhölzern. Ginkgo, Palmfarne und Nadelhölzer werden als "nacktsamige Blütenpflanzen" bezeichnet. Im Unterschied zu den höheren Blütenpflanzen ist ihr Fruchtkörper nicht geschlossen.

Der Ginkgo ist zweihäusig, das heißt, es gibt männliche und weibliche Bäume. Ein Ginkgo kann einige Jahrzehnte alt werden, bis er zum ersten Mal blüht und sein Geschlecht verrät.

Eine altertümliche Besonderheit ist die Befruchtung der Samenanlagen: Sie erfolgt erst Monate nach der Bestäubung, meist, wenn die Früchte bereits auf den Boden gefallen sind. Die noch am Baum hängenden leuchtend gelben Früchte sind biologisch betrachtet keine Früchte, sondern mit einem Nährgewebe umgebene Samen, die zwar bestäubt, aber noch nicht befruchtet sind. Die am Boden liegenden reifen Früchte verbreiten einen an ranzige Butter erinnernden Geruch. Deshalb sind weibliche Ginkgos in Gärten und Parkanlagen nicht beliebt.



Ginkgo adiantoides
(Miozän), Freising



Ginkgo biloba - ein lebendes Fossil

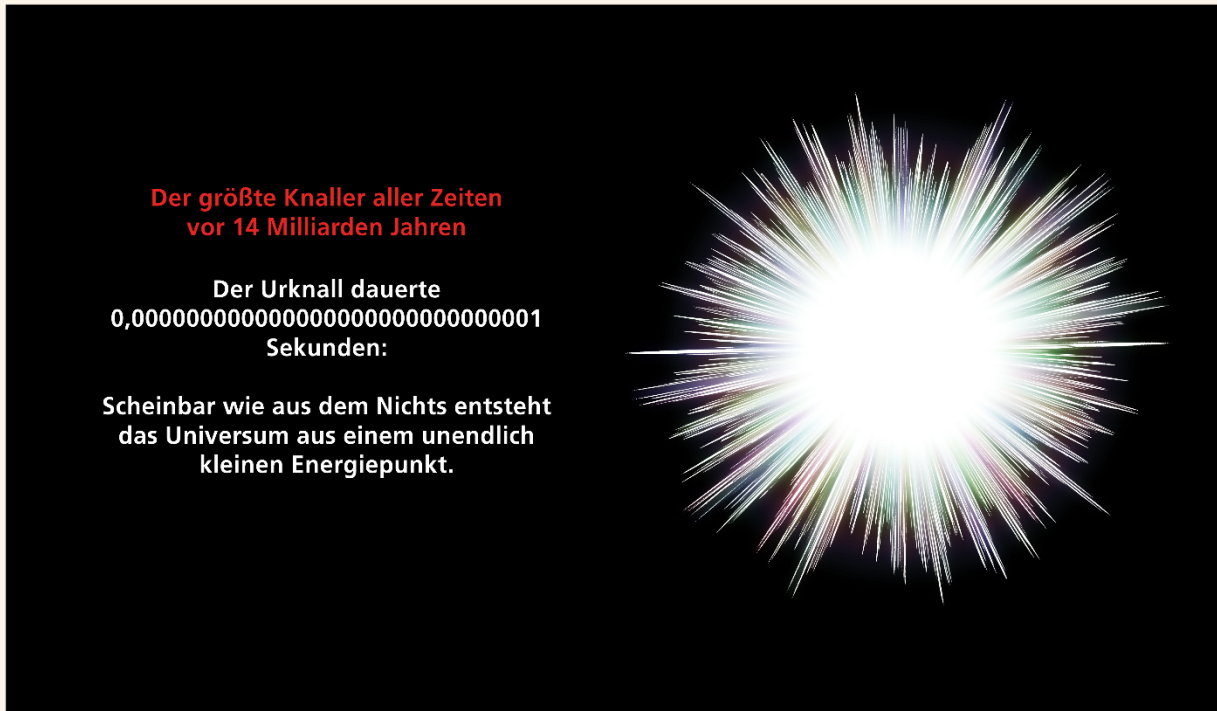
Die Ginkgoe gehören zu den ältesten, heute lebenden Pflanzenarten. Die Urformgestalten waren vor 250 Millionen Jahren, während der Erdkruste, vor 250 bis 230 Millionen Jahren, zusammen mit einer Reihe anderer Arten, die heute ausgestorben sind, die Ginkgoideen. Die Ginkgoideen sind die einzigen Vertreter der Klasse der Ginkgoales, die heute noch existieren. Die Ginkgoideen sind die einzigen Vertreter der Klasse der Ginkgoales, die heute noch existieren.

Die Ginkgoe sind heute wieder in der Gegend um den Nordosten Chinas, im nördlichen Japan und in Korea zu finden. Die Ginkgoideen sind die einzigen Vertreter der Klasse der Ginkgoales, die heute noch existieren.

Die Ginkgoe sind heute wieder in der Gegend um den Nordosten Chinas, im nördlichen Japan und in Korea zu finden. Die Ginkgoideen sind die einzigen Vertreter der Klasse der Ginkgoales, die heute noch existieren.



Was geschah nach dem Urknall vor 14 Milliarden Jahren bis zur Entstehung der Erde?



Der größte Knaller aller Zeiten
vor 14 Milliarden Jahren

Der Urknall dauerte
0,0000000000000000000000000000001
Sekunden:

Scheinbar wie aus dem Nichts entsteht
das Universum aus einem unendlich
kleinen Energiepunkt.

Nachrichten, Meldungen und Schlagzeilen

10 Sekunden nach dem Urknall

Meldung aus dem Universum

Energie wird zu Materie

Helium und Wasserstoff sind die ersten Moleküle. Sie bilden sich aus der Zusammenballung von Energiepartikeln.

vor 4,5 Milliarden Jahren

Meldung aus dem Sonnensystem

Home sweet Home: Unser Heimatplanet entsteht

Die Erde formt sich als heiße Kugel zusammengeballten kosmischen Staubs. Nach ihrer Verdichtung und Abkühlung ihrer Oberfläche ist sie ein fertiger Planet.

vor 4,4 Milliarden Jahren

Meldung aus dem Sonnensystem

Größter Asteroideneinschlag aller Zeiten!

Ein mächtiger Himmelskörper, so groß wie der Mars, kollidiert mit der Erde. Aus den herausgesprengten Trümmern bildet sich im Laufe der Zeit der Mond.

vor 4,6 Milliarden Jahren

Meldung aus dem Universum

Strahlende Sensation: Unsere Sonne ist geboren!

Im Zentrum dieser riesigen Kugel aus Wasserstoff und Helium werden die Moleküle so stark zusammengepresst, dass durch Kernfusionsprozesse unglaubliche Mengen an Lichtenergie freigesetzt werden.

Zugleich beginnen die Planeten unseres Sonnensystems sich aus einer kosmischen Staubwolke zu bilden.

vor 4,49 Milliarden Jahren

Meldung aus dem Erdinneren

Harte Schale, weicher Kern

Während der Abkühlung der Erde sinken schwere Elemente wie Metalle in das Planetenzentrum. Sie bilden den teils flüssigen Erdkern, der umschlossen wird von einem festen Mantel aus Gestein.

vor 4 Milliarden Jahren

Meldung aus der Atmosphäre

Dicke Luft auf der Erde

Die Erdoberfläche kühlt ab und verfestigt sich. Aus Vulkanen steigen Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Schwefelwasserstoff, Stickstoff, Ammoniak und Methan auf und bilden die Uratmosphäre. Aus dem Wasserstoff bilden sich die Urozeane. Organische Moleküle reichern sich in der „Ursuppe“, der Geburtsstätte des Lebens, an.

Wie sind die ersten Bausteine des Lebens entstanden?

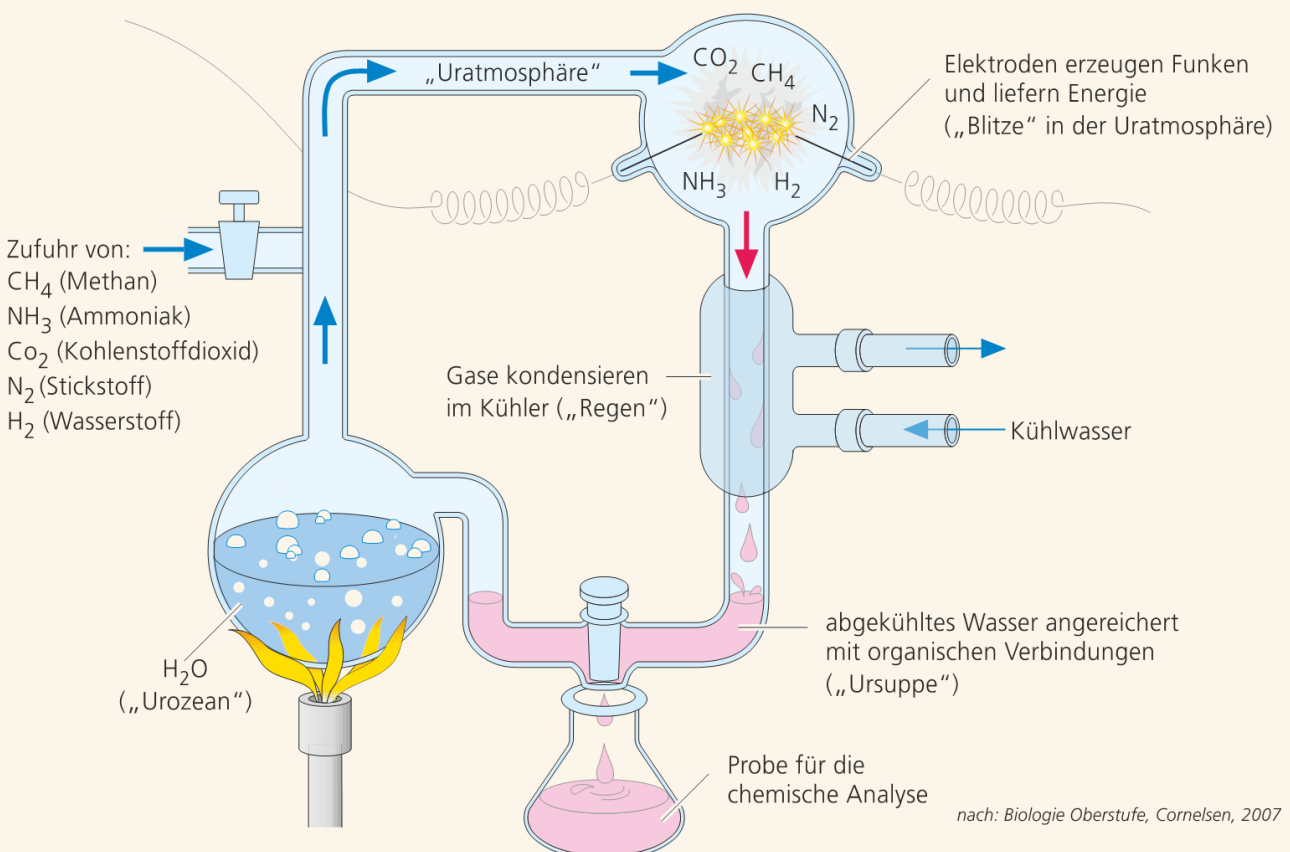
Das Miller-Urey-Experiment

Um herauszufinden, wie in den leblosen Urozeanen das erste Leben entstand, führten der Chemie-Professor Harold C. Urey und sein Student Stanley Miller im Jahre 1953 das folgende Experiment durch:

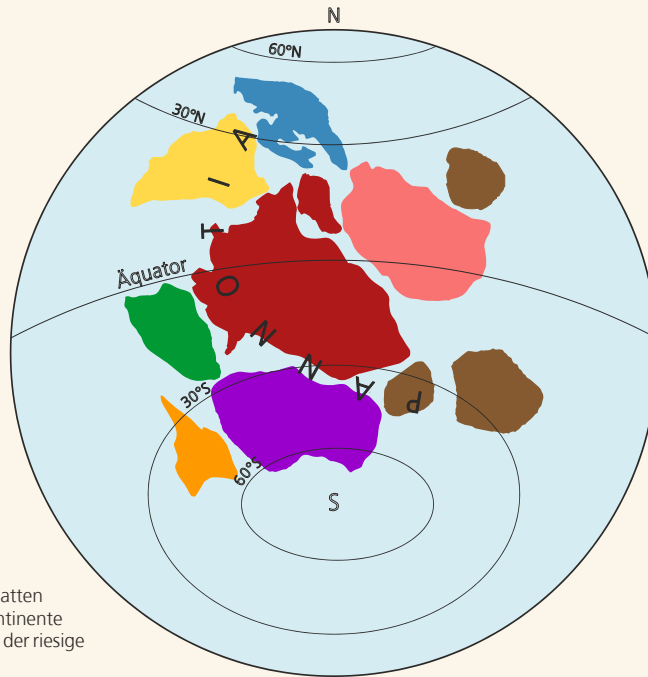
In einem Versuchsaufbau stellten sie die chemischen Bedingungen der Urerde nach. Als „Urozean“ fungierte ein mit Wasser gefülltes Reagenzglas. Das Wasser wurde zu Wasserdampf erhitzt und mit den auf der Urerde vermuteten Gasen versetzt („Uratmosphäre“). Durch Elektroden erzeugte Funken simulierten die Blitze in der Uratmosphäre und lieferten Energie für chemische Reaktionen.

Nach Kondensieren des Gasgemisches („Abregnen“) konnten in der Flüssigkeit („Ursuppe“) organische Verbindungen nachgewiesen werden, wie z. B. Milchsäure, Ameisensäure, Fett- und Aminosäuren, die als Bausteine des Lebens gelten.

Wie in diesem Experiment entstanden vermutlich auch in den Urozeanen die ersten Bausteine des Lebens. Aus diesen einfachen organischen Verbindungen bildeten sich vermutlich in mehreren Reaktionsschritten größere Moleküle, Membranen, einfache Zellen und nach und nach immer komplexere Lebensformen.



Was geschah im Präkambrium vor 4,6 Milliarden bis 541 Millionen Jahren?



Blick auf die Welt

Die Drift der Kontinentalplatten führt zur Kollision aller Kontinente am Südpol. Daraus bildet sich der riesige Superkontinent Pannotia.

Nachrichten, Meldungen und Schlagzeilen

vor 3,8 Milliarden Jahren

Sensationelle Meldung aus der Ursuppe

Einfachste Lebewesen bilden sich aus den Bausteinen des Lebens

In geschützten Bereichen des Urozeans bilden sich aus Aminosäuren, Nucleinsäuren, Fettsäuren und Proteinen erste lebende Zellen. Sie besitzen einen Stoffwechsel und reproduzieren sich.

vor 2,3 Milliarden Jahren

Meldung aus dem Labor der Urozeane

Winzige Organismen nutzen Sonnenenergie

Blau-Grün-Algen nutzen die Sonnenenergie und bauen Zucker auf. Als Nebenprodukt der Photosynthese entsteht Sauerstoff, der sich in der Atmosphäre anreichert.

vor 750 Millionen Jahren

Wettermeldung

Schneeball Erde

Gletscher auf dem Festland und mächtige Eispanser auf dem Meer überziehen den gesamten Erdball. Die Entwicklung des Lebens ist für 10 Millionen Jahre auf Eis gelegt. Erst massive Vulkanausbrüche führen allmählich zum Abschmelzen der Eismassen.

vor 3 Milliarden Jahren

Meldung aus der Erdkruste

Die Erdkruste zerbricht in Kontinentalplatten

Die Kontinentalplatten beginnen durch ein Fließbandssystem aus Magmeströmen über den weichen Erdmantel zu driften: Der Prozess der Plattentektonik beginnt.

vor 570 Millionen Jahren

Die letzte Meldung aus dem Präkambrium

Das große Kriechen

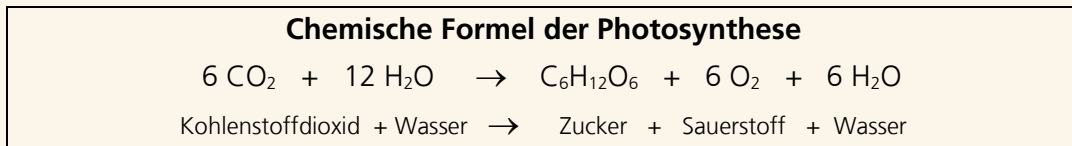
Zum Ende des Präkambriums besiedeln im australischen Ediacara die ersten vielzelligen Lebewesen die Böden der Ozeane. Sie werden zu den Pionieren des höheren Lebens.

Wie wird aus Sonnenenergie Lebensenergie?

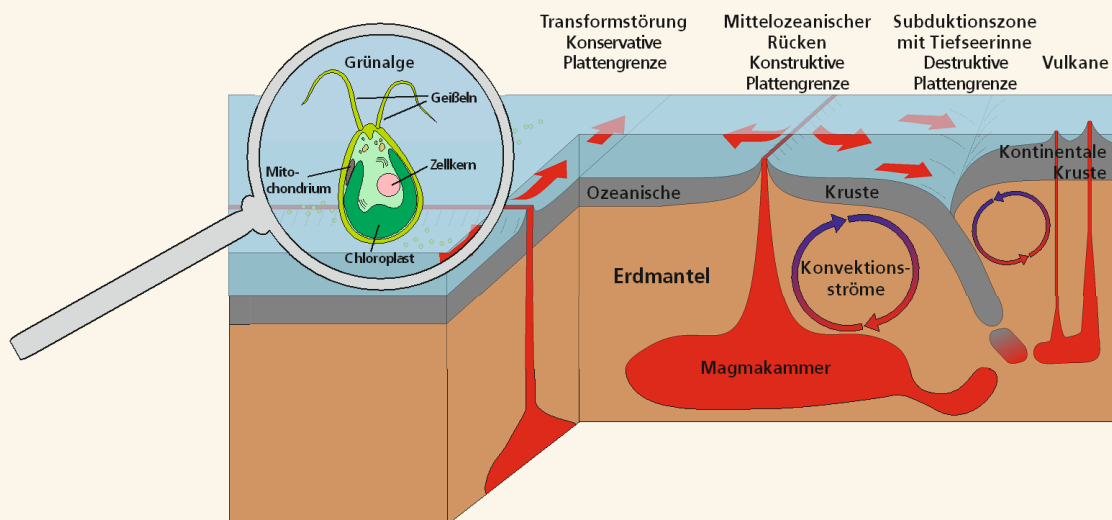
Die Erfindung der Photosynthese

Während sich die Erdoberfläche durch die beginnende Plattentektonik stetig verändert, beginnen in den Ozeanen zum ersten Mal, einzellige Grün- und Blau-Grün-Algen mit Hilfe sogenannter Chloroplasten die Lichtenergie der Sonne zu speichern.

Dabei entsteht aus Wasser und Kohlenstoffdioxid Zucker. Als Nebenprodukt wird dabei Sauerstoff in die Atmosphäre abgegeben.



Das „Kraftwerk der Zelle“, das Mitochondrium, stellt diese Energie für zahlreiche Zellfunktionen bereit. Durch das Schlagen der Geißeln kann sich die Alge zum Licht hin bewegen. Im Zellkern befindet sich die Erbsubstanz, die Desoxyribonukleinsäure (DNS).



Wie funktioniert die Kontinentaldrift?

Mechanismen der Plattentektonik

An Transformstörungen schieben sich Kontinentalplatten ohne Bildung oder Zerstörung von Erdkruste aneinander vorbei. Am mittelozeanischen Rücken steigt Magma an Spalten aus dem Erdmantel auf, kühlt ab und bildet so neue ozeanische Kruste. Nachfließendes Magma drückt diese auseinander.

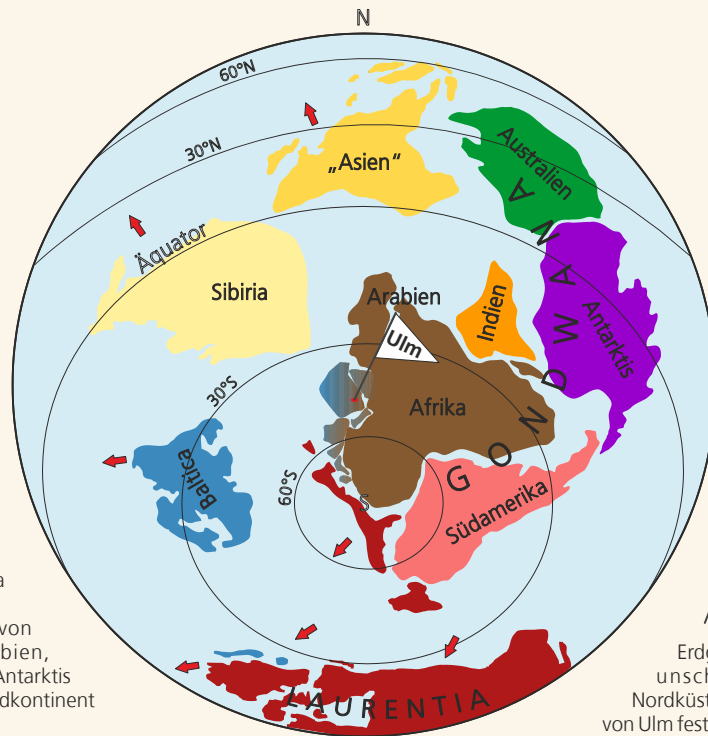
An Subduktionszonen wird Ozeanische Kruste unter kontinentale Kruste geschoben, sinkt in den Erdmantel und schmilzt auf. Am mittelozeanischen Rücken und Vulkanen steigt das Magma wieder auf. Diese Konvektionsbewegungen treiben die Bewegung der Kontinentalplatten an der Erdoberfläche (Kontinentaldrift) voran.

Was geschah im Kambrium vor 541 bis 485 Millionen Jahren?

Blick auf die Welt

Der Superkontinent Pannotia zerbricht. Die zwei neu entstandenen Kontinente Laurentia und Baltica sind die Vorläufer von Nordamerika und Osteuropa und driften nach Norden.

Die Vorläuferkontinente von Südamerika, Afrika, Arabien, Indien, Australien und der Antarktis fügen sich zum großen Südkontinent Gondwana zusammen.



Zum ersten Mal in der Erdgeschichte lässt sich in einer unscheinbaren Region an der Nordküste Afrikas der etwaige Standort von Ulm festmachen.

Nachrichten, Meldungen und Schlagzeilen

vor 541 Millionen Jahren

Spektakuläre Beschleunigung der Evolution

Explosionsartiges Auftreten skeletttragender Tiere

In der „Kambrischen Explosion“ entwickeln sich innerhalb von 10 Millionen Jahren die ersten skeletttragenden Tiere und fast alle modernen Tiergruppen in den Ozeanen. Schützende Skelette werden durch das Auftreten erster größerer Raubtiere nötig.

vor 521 Millionen Jahren

Meldung aus dem Tierreich

Trilobiten - die ersten Zeitzeugen

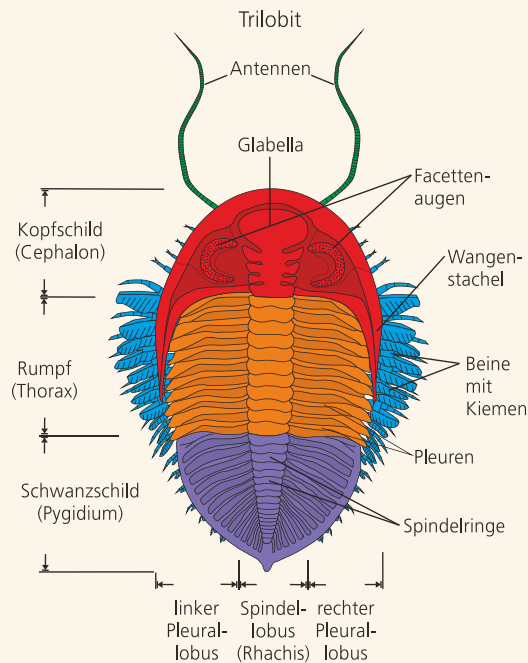
Eine zoologische Besonderheit sind die Trilobiten oder Dreilapper. Diese krebbsartigen Gliederfüßer sind die vorherrschende Tiergruppe am Meeresboden. Ihr hartes Außenskelett ist in Kopf, Rumpf und Hinterteil gegliedert. Dank ihrer raschen Evolution und weiten Verbreitung sind sie die ersten zeitanzeigenden Leitfossilien.

vor 508 Millionen Jahren

Die letzte Meldung aus dem Kambrium

Neues Erfolgskonzept: Innenskelett statt Außenskelett

Im Unterschied zu bisherigen Tieren mit Außenskelett bilden sich die ersten Tiere mit knöchernem Innenskelett. Ein solches Skelett mit Wirbelsäule erhöht sowohl die Stabilität als auch Flexibilität und damit die Fortbewegungsgeschwindigkeit. Dies bringt Vorteile im Überlebenskampf und wird zum Erfolgskonzept der Wirbeltiere.



Was sind Trilobiten?

Trilobiten, auch „Dreilapper“ genannt, waren mit Tausendfüßern, Spinnen, Krebsen und Insekten verwandte Gliederfüßer. Sie besaßen auf dem Rücken einen harten Außenpanzer und auf der weichen Unterseite bis zu 27 Beinpaare. Namensgebend für die Dreilapper ist ihr Körper, der sich sowohl in Querachse als auch in Längsachse in drei Teile untergliedern lässt.

- Querachse:**
- linker Pleurallobus
 - Spindellobus (Rhachis)
 - rechter Pleurallobus

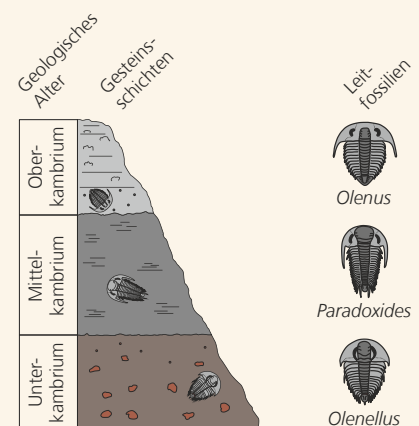
- Längsachse:**
- Kopfschild (Cephalon) mit Facettenaugen, Antennen und Glabella (Ausstülpung für den Magen)
 - Rumpf (Thorax) aus mehreren Segmenten (Pleuren und Spindelringe)
 - Schwanzschild (Pygidium) aus verschmolzenen Segmenten

Die Leitfossilien des Kambriums

Trilobiten sind Leitfossilien für das Kambrium. Sie bildeten für bestimmte Erdschichten weltweit typische Arten, so ist die Gattung *Paradoxides* charakteristisch für das Mittelkambrium. Für spätere Zeitalter existieren andere Leitfossilien, z. B. Ammoniten im Jura.

Merkmale eines Leitfossils:

- schnelles Entstehen neuer, für bestimmte Gesteinsschichten charakteristischer Arten
- gute fossile Erhaltungsfähigkeit
- gute Bestimmbarkeit einzelner Arten
- weiträumiges Verbreitungsgebiet
- keine Bindung an bestimmte Lebensräume
- gute Chance auf Auffindbarkeit durch Größe oder Häufigkeit der Fossilien



Was geschah im Ordovizium vor 485 bis 444 Millionen Jahren?



Blick auf die Welt

Der Mikrokontinent Avalonia mit dem späteren Norddeutschland löst sich vom Nordrand Gondwanas und driftet nach Norden.

Nachrichten, Meldungen und Schlagzeilen

vor 470 Millionen Jahren

Sensationelle Meldung aus dem Tierreich

9 Meter lange Nautiliden besiedeln die Urozeane

Die riesigen Tintenfische mit langgestrecktem Gehäuse machen Jagd auf Trilobiten und andere bodenbewohnende Tiere.

vor 465 Millionen Jahren

Geburtsmeldung

Seeigel und kiefertragende Fische entwickeln sich

In den Urozeanen entstehen die ersten Seeigel. Mit ihren langen Abwehrstacheln sind diese kugelförmigen Tiere besonders gut gegen Räuber geschützt. Die ersten mit Kiefern bewehrten Wirbeltiere sind die Fische. Die Kiefer haben sich aus den vorderen Kiemenbögen der frühen Wirbeltiere entwickelt.

vor 458 Millionen Jahren

Kontinentalmeldungen

Schweiz erhebt sich über den Meeresspiegel

Beinahe ganz Südeuropa ist vom Meer überflutet. Nur die sogenannte „Alemannische Insel“ mit der Region der heutigen Schweiz ragt aus dem Urmeer.

vor 444 Millionen Jahren

Wettermeldung

Die Hirnantische Eiszeit kommt!

Mächtige Eiskappen bilden sich an den Polen. Der Südkontinent Gondwana ist weitenteils mit Gletschern und Eismassen bedeckt.

vor 444 Millionen Jahren

Die letzte Meldung aus dem Ordovizium

85 % aller Tier- und Pflanzenarten sterben aus

Die Eiszeit löst das erste große Massenaussterben auf der Erde aus. Vor allem wärmeliebende Tierarten der Flachmeere sterben aus.

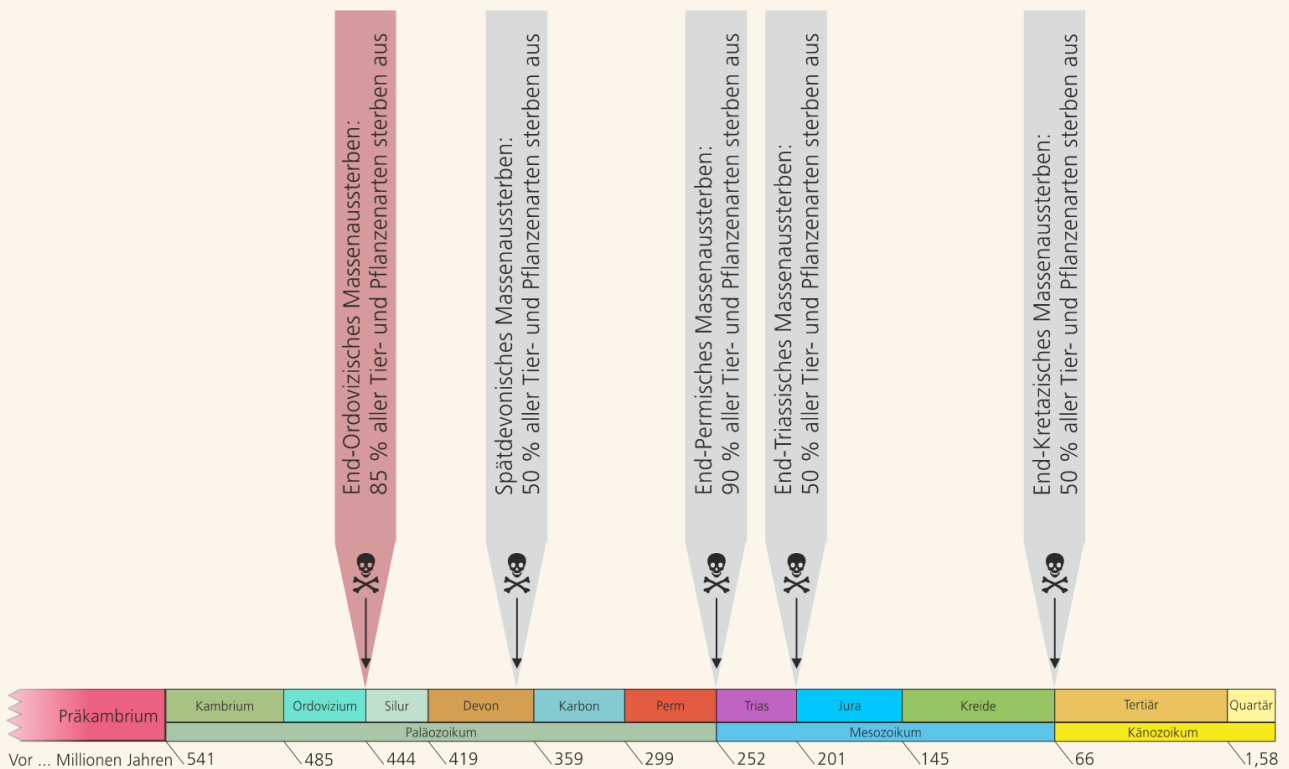
Massenaussterben – die großen Krisen der Evolution

Das Aussterben von Tier- und Pflanzenarten im Laufe der Erdgeschichte ist ein kontinuierlich stattfindender Vorgang in der Evolution. 99 % aller Arten, die jemals auf der Erde gelebt haben, sind wieder ausgestorben. Sie waren nicht in der Lage, sich über Jahrmillionen stattfindenden Änderungen von Umweltbedingungen anzupassen.

Verschwindet hingegen innerhalb kurzer geologischer Zeiträume, also weniger Millionen Jahre, weltweit ein erheblicher Anteil der Artenvielfalt, spricht man von einem Massenaussterben. In der Geschichte des Lebens gab es fünf große Massenaussterben, bei denen in kurzer Zeit jeweils über 50 % aller Lebewesen von der Erde verschwanden. Diese werden die „Big Five“ genannt.

Das Massenaussterben am Ende des Ordoviziums war das zweitgrößte der Erdgeschichte. Es wurde durch eine Eiszeit ausgelöst, bei der sich mächtige Gletschermassen und Meereis am Südpol bildeten. Der folgende Meeresspiegelmrückgang zerstörte den Lebensraum der vor allem im Flachwasser beherrschten ordovizischen Lebewesen.

Neben Eiszeiten können auch großflächige Vulkanausbrüche wie am Ende des Perms und Asteroideneinschläge wie am Ende der Kreidezeit Massenaussterben auslösen.



Was geschah im Silur vor 444 bis 419 Millionen Jahren?



Blick auf die Welt

Die Kontinente Baltica (Osteuropa) und Avalonia mit Norddeutschland kollidieren mit Laurentia, dem Vorläufer von Nordamerika. Dabei entsteht der neue Kontinent Euramerika und in der Knautschzone der mächtige sogenannte Kaledonische Gebirgszug.

Der Mikrokontinent Armorica, auf dem auch Süddeutschland liegt, bricht von der Nordküste Afrikas ab und driftet nach Norden.

vor 433 Millionen Jahren

Meldung aus den Triebwerken der Evolution

Die Pflanzen machen sich bereit für ein Leben an Land

Die sogenannten Gefäßpflanzen entwickeln Stütz- und Schutzelemente, stabile Stängel und ein Gefäßsystem für den Transport von Nährstoffen sowie ein Wurzelsystem.

vor 432 Millionen Jahren

Meldung aus dem Tierreich

Gefahr unter Wasser durch große Seeskorpione

Die Ozeane werden beherrscht von großen Seeskorpionen. Diese schwimmenden Räuber werden bis zu 2,5 Meter lang und schnappen ihre Beute mit kräftigen Greifzangen.

vor 427 Millionen Jahren

Wetterwarnung

Ascheregen in ganz Europa

Häufige Vulkanausbrüche in Nord- und Mitteleuropa führen zu vermehrten Ascheregen. Die Ascheschichten lassen sich sogar am Meeresboden nachweisen.

vor 425 Millionen Jahren

Geburtsmeldung

Fische erobern die Urozeane

In den Weltmeeren entstehen die ersten Knorpelfische, welche die Vorfahren der Haie, Rochen und Seekatzen darstellen. Ihnen folgen die ersten Knochenfische mit vollständig verknöchertem Skelett.

vor 419 Millionen Jahren

Die letzte Meldung aus dem Silur

Erstes höheres Leben traut sich auf das öde Festland

Die ersten Tiere und Pflanzen besiedeln das Festland. Die angepassten Tiere sind vor Austrocknung geschützt, besitzen Lungen zum Atmen und ernähren sich von den ersten Landpflanzen oder anderen Tieren.

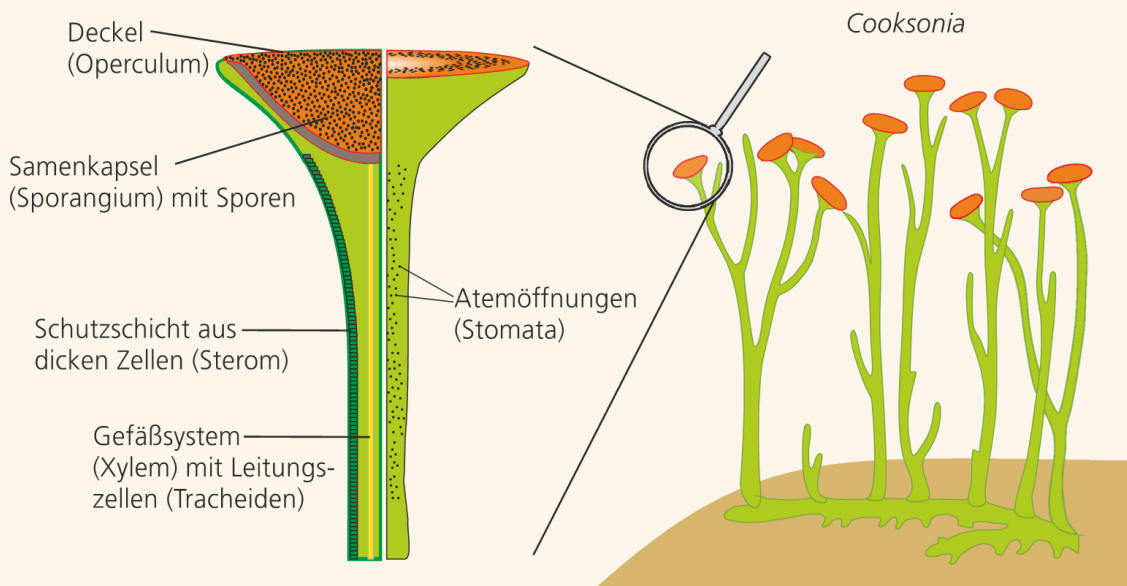
Was braucht ein Lebewesen für ein Leben an Land?

Die ersten Pflanzen auf dem Festland

Vor 433 Millionen Jahren begannen die Pflanzen, das Festland zu besiedeln. Pflanzen wie die wenige Zentimeter hohe *Cooksonia* schützten sich durch eine äußere Schutzschicht aus dicken Zellen (Sterom) vor dem Austrocknen. Um aus der Luft CO₂ aufnehmen zu können, besaßen sie Atemöffnungen (Stomata) auf den Stengeloberflächen. Um alle Pflanzenteile mit Wasser und Nährstoffen zu versorgen, hatten sie ein Gefäßsystem (Xylem) mit langen Leitungszellen (Tracheiden). Ihre Sporen waren dickwandig und wurden zum Schutz vor Wind und Trockenheit in einer mit einem Deckel (Operculum) verschlossenen Sporenkapsel (Sporangium) aufbewahrt.

Die frühen Landpflanzen hatten noch keine echten Wurzeln und waren nicht fest im Boden verankert.

Vor 400 Millionen Jahren entwickelte sich zusammen mit den ersten Wurzeln ein für heutige Landpflanzen überlebenswichtiges Pilzgeflecht zwischen den Wurzeln (Mykorrhiza), das die Nährstoffaufnahme aus dem Boden begünstigt.



Was geschah im Devon vor 419 bis 359 Millionen Jahren?



Blick auf die Welt

Der große Südkontinent Gondwana beginnt nach Norden zu driften in Richtung Euramerika.

Der Mikrokontinent Armorika mit Süddeutschland kollidiert mit dem nördlich gelegenen Euramerika und vereint sich so mit dem restlichen Europa.

Die Lage des späteren Ulms auf dem Festland in Äquatornähe bedingt ein warmes und trockenes Klima.

vor 407 Millionen Jahren

Meldung aus dem Tierreich

Das große Krabbeln der Insekten

Die ersten Insekten bevölkern das Land. Mit Atemröhren, sogenannten Tracheen, und festen Chitinpanzern, die vor Austrocknung und Räubern schützen, sind sie gut an das Leben an Land angepasst.

vor 388 Millionen Jahren

Großwetterlage

Tropisch warmes Wetter

Im Norden Deutschlands herrscht tropisches Klima. Entlang der Küsten wachsen Schachtelhalme und meterhohe Baumfarne. In den Weltmeeren leben die ersten Ammoniten und das Flachwasser beleben Korallenriffe.

vor 375 Millionen Jahren

Sensation bei den Wirbeltieren

Erste Wirbeltiere erobern das Land

Die ersten Wirbeltiere trauen sich aus den Küstensümpfen Euramerikas auf das Festland. Für sie beginnt ein amphibisches Leben zwischen Meer und Land. Mit ihren beinartigen Flossen können sie über den Boden kriechen.

vor 375 Millionen Jahren

Katastrophenmeldung

Asteroideneinschlag in Nordamerika

Ein großer Asteroid ist im Meer vor dem westlichen Nordamerika eingeschlagen. Der ausgelöste Tsunami breitet sich in einem Umkreis von 100 Kilometern aus.

vor 372 Millionen Jahren

Die letzte Meldung aus dem Devon

Erneute Eiszeit bricht an

Im Laufe einer 20 Millionen Jahre anhaltenden Eiszeit sterben 50 % aller Lebewesen aus. Vor allem wärmeliebende Tiere sind davon betroffen.

Was braucht ein Lebewesen für ein Leben an Land?

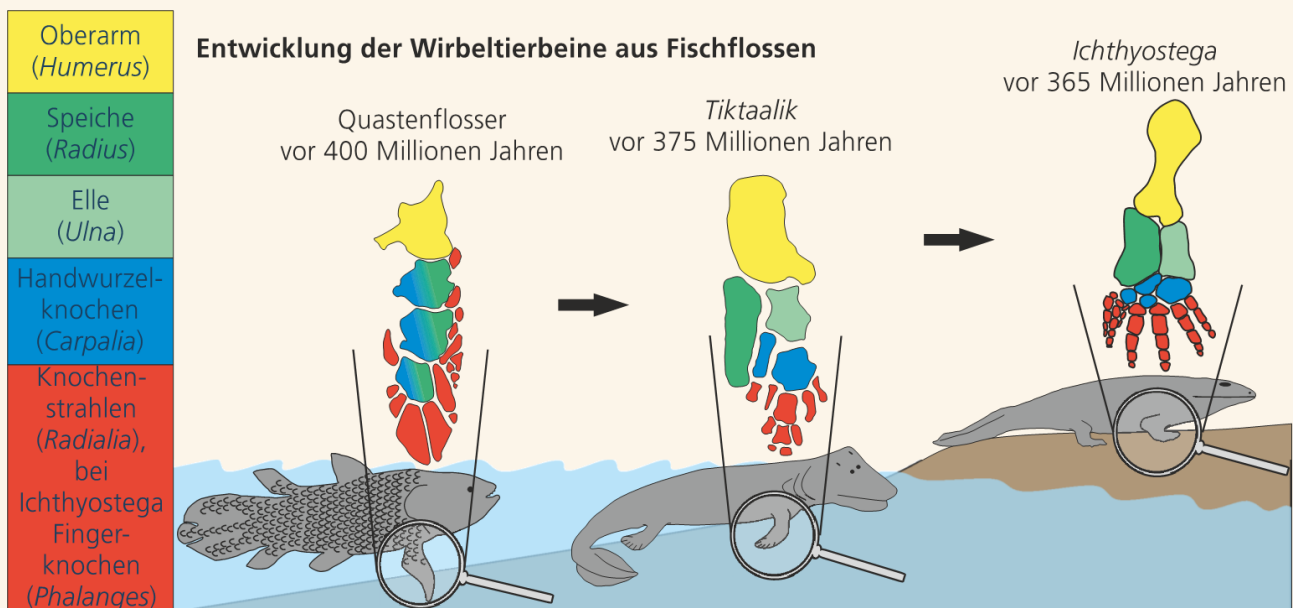
Die ersten Wirbeltiere auf dem Festland

Schon vor 400 Millionen Jahren lebten in den Weltmeeren die Quastenflosser mit mehreren kräftigen Knochen als Stützskelett in ihren Flossen.

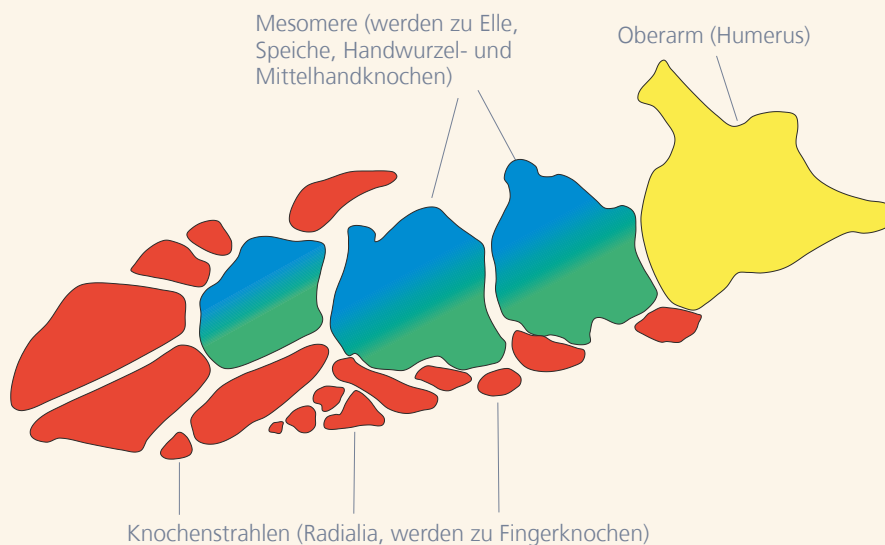
Vor 375 Millionen Jahren erschien *Tiktaalik*, ein Fisch mit fingerartig um die Flossen angeordneten Flossenstrahlen und einem kräftigen Handgelenk, der in Flüssen lebte.

Vor 365 Millionen Jahren entwickelte sich daraus vermutlich *Ichthyostega*, eines der ersten Wirbeltiere, welches das Wasser für längere Zeit verlassen konnte. Die kräftigen, gelenkigen Brust- und Bauchflossen seiner Vorfahren waren bei ihm zu „echten“ Beinen umgebildet und es besaß eine einfache Lunge.

Erst vor 312 Millionen Jahren entstanden Reptilien, die zum Schutz vor Austrocknung eine schuppige Haut und mit Kalkschalen geschützte Eier besaßen.



Der Quastenflossler - am Anfang war die „Fleischflosse“



Was geschah im Karbon vor 359 bis 299 Millionen Jahren?



Blick auf die Welt

Gondwana stößt mit der Südküste Euramerikas zusammen. Dabei entsteht in der Knautschzone der Variszische Gebirgszug mit Schwarzwald, Rheinischem Schiefergebirge, Bayerischem Wald und Böhmer Wald.

Nachrichten, Meldungen und Schlagzeilen

vor 323 Millionen Jahren

Wettermeldung

Feuchtwarme Kohlesümpfe und flache Lagunen

Weite Sumpfgebiete mit einem dichten Bewuchs aus Siegelbäumen, Schuppenbäumen, Schachtelhalmen und Bärlappen breiten sich über Norddeutschland aus. In Süddeutschland liegt ein flaches Meer mit weitläufigen Lagunensystemen.

vor 300 Millionen Jahren

Meldung aus dem Tierreich

Riesige Tausendfüßer und Libellen lauern im Sumpf

Bis zu 3 Meter lange Riesentausendfüßer und Libellen mit bis zu 65 Zentimetern Flügelspannweite bevölkern die Steinkohlensümpfe Europas. Die vielen Sumpfpflanzen erzeugen so viel Sauerstoff, dass diese Tiere zu enormer Größe heranwachsen können.

vor 312 Millionen Jahren

Meldung aus dem Tierreich

Die ersten Reptilien bevölkern die Urwälder

Die ersten eidechsenartigen Reptilien leben in den Kohlensumpfwäldern der Nordhalbkugel. Sie benutzen hohle Baumstümpfe als Behausungen und machen Jagd auf Insekten und Tausendfüßer.

vor 300 Millionen Jahren

Die letzte Meldung aus dem Karbon

Wieder eine Eiszeit

Der größte Teil Gondwanas liegt unter mächtigen Eismassen. Die Permo-karbone Eiszeit, welche im späten Karbon beginnt und im frühen Perm endet, bricht an.

Die Steinkohlesümpfe – wie wird aus Pflanzen Kohle?

Im Karbon bedeckten riesige Wälder aus baumhohen Schachtelhalmen, Bärlappen und Farnen die Küsten- und Feuchtgebiete vieler Kontinente. Diese wurden immer wieder überflutet und mit Sediment bedeckt. Je weiter sich diese Sedimentlagen auftürmten, umso mehr stiegen durch die Auflast der Druck und die Temperatur, die auf die zugedeckten Pflanzenreste einwirkten.

So kam es zur Inkohlung, bei der zuerst durch biologische, danach durch chemische Prozesse das Pflanzenmaterial entwässert und zu immer einfacheren Kohlenstoff-Molekülen heruntergebrochen wird. Dabei entstehen Methan und andere flüchtige Gase. Der in der Kohle verbleibende Gasgehalt zeigt die Reife und Qualität der Kohle an. So besitzt die junge Braunkohle einen Gasgehalt von bis zu 45 % und einen Kohlenstoffgehalt von maximal 75 %. Die gereifteste und hochwertigste Kohle, das Anthrazit, besitzt nur noch einen Gasgehalt von unter 10 % und einen Kohlenstoffgehalt von über 91,5 %.

Einteilung der Kohlearten nach Gehalt von Wasser, flüchtigen Gasen und Kohlenstoffanteil				
	Wassergehalt	Flüchtige Gase	Kohlenstoffanteil	
Torf	> 75 %	-	> 75%	
Braunkohle	> 10 %	> 45 %	65 % - 75 %	
Steinkohle	Flammkohle	4 % - 7 %	> 40 %	75 % - 81 %
	Gasflammkohle	3 % - 6 %	> 35 %	81 % - 85 %
	Gaskohle	-	> 28 %	85 % - 87,5 %
	Fettkohle	-	> 19 %	87,5 % - 89,5 %
	Eßkohle	-	> 14 %	89,5 % - 90,5 %
	Magerkohle	-	> 10 %	90,5 % - 91,5 %
	Anthrazit	< 3 %	< 10 %	> 91,5 %

Zunahme des Inkohlungsgrads ↓

Was geschah im Perm vor 299 bis 252 Millionen Jahren?



Blick auf die Welt

Sibiria kollidiert mit dem Nordosten Euramerikas. Jetzt sind alle Kontinente zu einer einzigen großen Landmasse, dem Superkontinent Pangaea, vereint. An der Ostküste bildet der neu entstandene Tethys-Ozean eine riesige Bucht.

Nachrichten, Meldungen und Schlagzeilen

vor 290 Millionen Jahren

Meldung aus dem Pflanzenreich

Die ersten Nadelbäume wachsen in Europa

Die Koniferen, hohe Bäume mit nadeligen Blättern und Zapfen, verdrängen die bis dahin weit verbreiteten Farnwälder. Die ersten Ginkgo-Bäume mit ihren blattförmigen Nadeln erscheinen.

vor 260 Millionen Jahren

Wettermeldung

Trockene Hitze

Wüstenhaftes Klima herrscht in Deutschland, das jetzt im Zentrum Pangaeas liegt. In Mitteldeutschland liegt das Zechsteinmeer, das nun austrocknet und mächtige Salzschiefer zurücklässt.

vor 254 Millionen Jahren

Katastrophenmeldung

Großer Asteroideneinschlag in Brasilien

Der Einschlag erzeugte einen Krater mit 24 Kilometern Durchmesser. Durch die Hitze des Einschlags verdampfen die umgebenden erdölreichen Gesteine. Das freigesetzte Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre löst eine weltweite Klimaerwärmung aus.

vor 252 Millionen Jahren

Katastrophenmeldung

Verheerende Vulkanausbrüche in Sibirien

Entlang riesiger Spalten in der Erdkruste ergießen sich unermessliche Mengen Lava und bedecken eine Fläche so groß wie Europa. Die abgekühlte Lava türmt sich über sechs Kilometer hoch auf. Diese Flutbasalt-Ausbrüche werden wohl eine Million Jahre lang andauern.

vor 252 Millionen Jahren

Die letzte Meldung aus dem Perm

Größtes Massenaussterben aller Zeiten

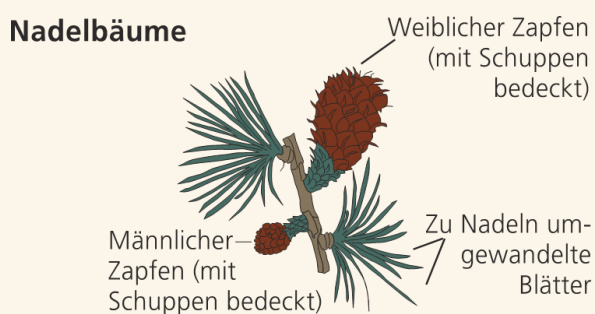
Der Asteroideneinschlag und die anhaltenden Vulkanausbrüche führen zu einem Verschwinden von 90 % aller Lebewesen auf der Erde. Das Leben wird viele Millionen Jahre brauchen, um sich davon zu erholen.

Die ersten Nadelbäume – was ist der Unterschied zwischen Nadelbäumen und Laubbäumen?

Vor 290 Millionen Jahren entstanden die ersten Nadelbäume. Sie waren nicht auf Feuchtgebiete angewiesen und konnten sich in ganz Pangaea ausbreiten. Nadelbäume und andere Nacktsamer sind immergrüne Pflanzen und können daher auch im Winter Photosynthese betreiben. Sie besitzen sowohl männliche als auch weibliche Geschlechtsorgane (Zapfen). Die männlichen Zapfen bilden Pollenkörner mit Luftsäcken, die durch den Wind zu den weiblichen Zapfen getragen werden und die in den Fruchtschuppen enthaltenen Eizellen (Megasporen) befruchten.

Die vor 130 Millionen Jahren entstandenen Bedecktsamer, zu denen die Laubbäume gehören, besitzen im Gegensatz zu Nadelbäumen einen Blattwechsel, der im Winter eine Austrocknung über die Blattoberfläche verhindert. Bei ihnen gibt es getrenntgeschlechtliche und zwittrige Arten. Männliche und weibliche Geschlechtsorgane sind zur Blüte vereint. Die männlichen Staubblätter bilden Pollenkörner, die meist durch Insekten aufgenommen und zufällig auf die Stempel anderer Blüten aufgebracht werden, wo sie über den Pollenschlauch ihr Spermium an die weibliche Eizelle (Megaspore) abgeben.

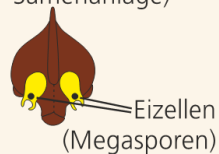
Nadelbäume



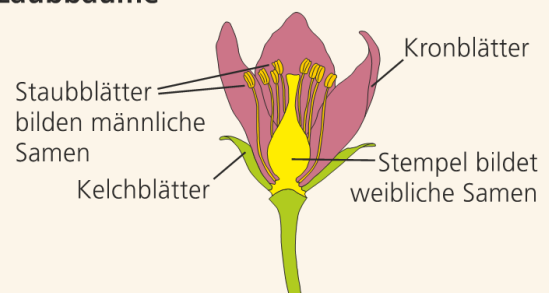
Pollenkorn
(männliche
Samenanlage)



Fruchtschuppe
(weibliche
Samenanlage)



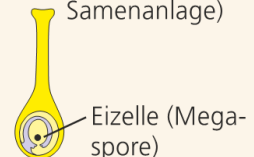
Laubbäume



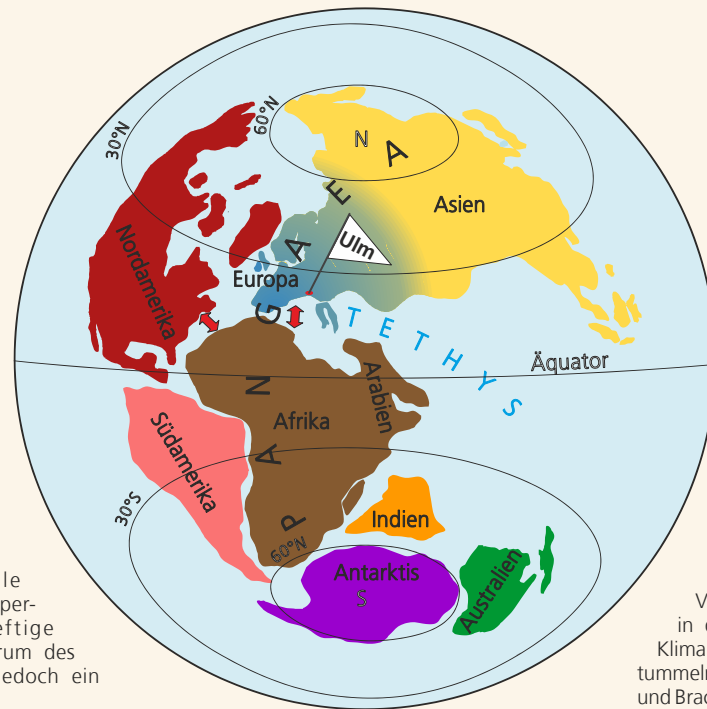
Pollenkorn
(männliche
Samenanlage)



Blütenstempel
(weibliche
Samenanlage)



Was geschah in der Trias vor 252 bis 201 Millionen Jahren?



Blick auf die Welt

Noch immer liegen alle Kontinente vereint im Superkontinent Pangaea. Heftige Vulkanausbrüche im Zentrum des Superkontinents deuten jedoch ein Auseinanderbrechen an.



Deutschland ist weitgehend von einem flachen Meer überflutet. Das spätere Ulm liegt auf dem Vindelizischen Land, einer Insel in diesem Muschelkalkmeer. Das Klima ist heiß und trocken, im Meer tummeln sich Ammoniten, Muscheln und Brachiopoden.

Nachrichten, Meldungen und Schlagzeilen

vor 247 Millionen Jahren

Meldung aus dem Tierreich

Abgetaucht: Die Reptilien erobern das Meer

Die Vorfahren der Ichthyosaurier und Nothosaurier drängen in die am Ende des Perm freigewordenen ökologischen Nischen im Meer. Ihre Körperform und Gliedmaßen passen sich perfekt an das Leben im Wasser an.

vor 217 Millionen Jahren

Sensationelle Meldung aus dem Tierreich!

Die ersten Dinosaurier in Schwaben

Der langhalsige *Plateosaurus* aus Trossingen ist der älteste Dinosaurier Deutschlands. Er durchzieht in großen Herden die weiten Flusslandschaften Süddeutschlands.

vor 201 Millionen Jahren

Katastrophenmeldung

Riesige Vulkanausbrüche im Herzen Pangaeas

Entlang eines zusammenhängenden Systems, das sich von Südamerika bis Grönland erstreckt, brechen unzählige Vulkane aus. Dabei beginnt der Superkontinent Pangaea zu zerbrechen und der Zentralatlantik entsteht.

vor 235 Millionen Jahren

Meldung aus dem Tierreich

Rekordhalter unter den Amphibien

Der Riesenlurch *Mastodonsaurus* besiedelt die Ufer von Seen und Flussläufen Nordschwabens bei Gaildorf. Mit bis zu 5 Metern Länge war er das zweitgrößte Amphibium, das jemals gelebt hat.

vor 205 Millionen Jahren

Meldung aus dem Tierreich

Flauschige Neulinge

Die ersten Säugetiere entwickeln sich aus reptilienähnlichen Vorfahren. Die etwa rattengroßen Tiere besitzen schon ein Fell, legen aber noch Eier. Diese brüten sie in selbst angelegten, unterirdischen Gangsystemen aus.

vor 201 Millionen Jahren

Die letzte Meldung aus der Trias

Großes Massenaussterben durch Vulkanausbrüche

Auf der Erde sterben 50 % aller Lebewesen aus. Die Ursache ist ein rascher Klimaumschwung der durch die 600.000 Jahre anhaltende, rege Vulkanaktivität ausgelöst wurde.

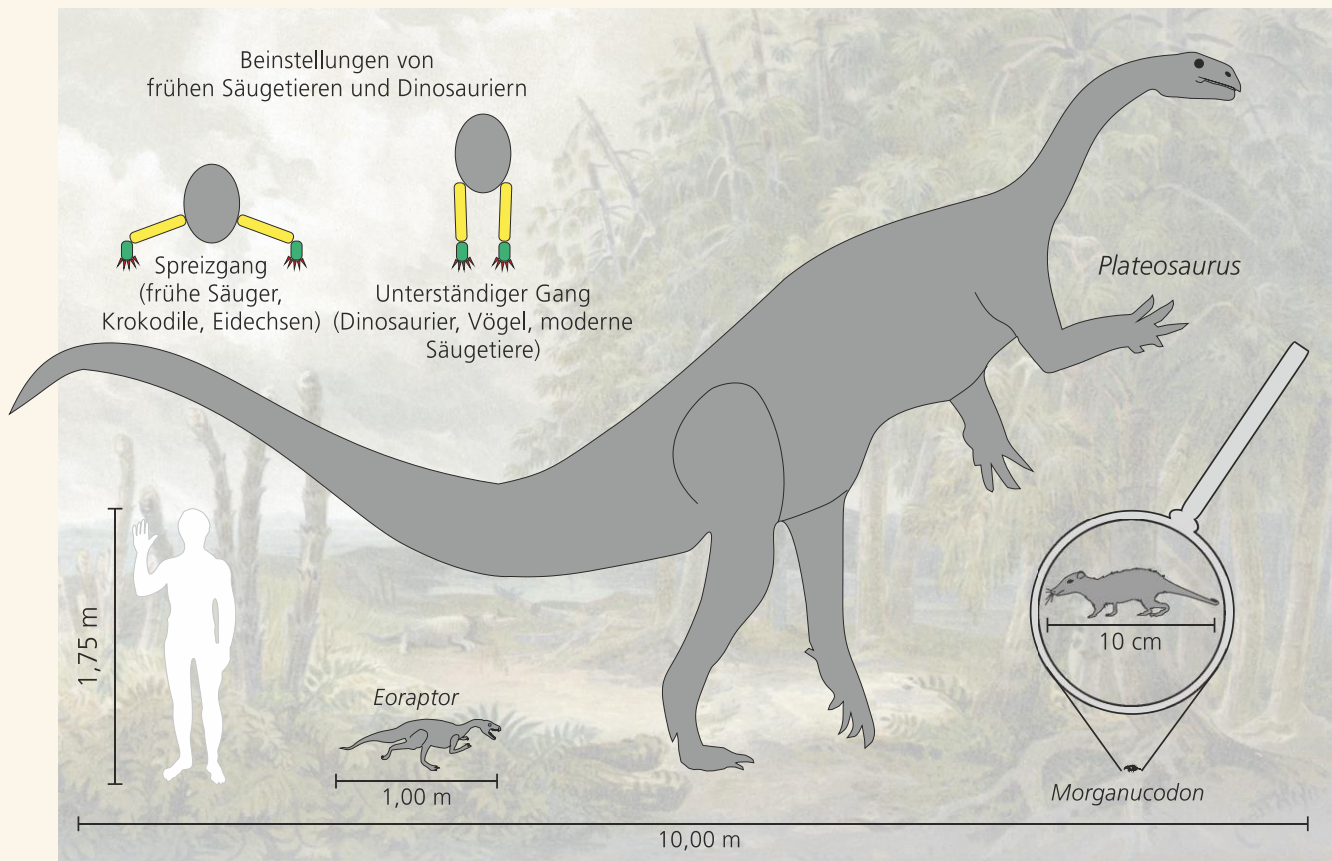
Was waren die ersten Dinosaurier und Säugetiere?

Der Beginn einer neuen Ära

Vor 232 Millionen Jahren entstanden die ersten Dinosaurier wie der kleine Raubsaurier *Eoraptor* im südlichen Pangaea und verbreiteten sich von dort auf dem ganzen Planeten aus. Ihre senkrecht unter dem Körper stehenden (unterständigen) Beine machten diese Reptilien schnell und wendig. So waren sie anderen Tiergruppen, die noch mit angewinkelten Gliedmassen liefen (Spreizgang), überlegen.

Vor 217 Millionen Jahren erschien die erste Dinosaurierart in Süddeutschland, der bis zu 10 Meter lange pflanzenfressende „Schwäbische Lindwurm“ *Plateosaurus*.

Vor 205 Millionen Jahren entwickelten sich im Schatten der Dinosaurier erste Säugetiere wie *Morganucodon*. Das rattengroße Tier besaß schon ein typisches Säugetiergebiss mit verschiedenen Zahntypen und einen speziellen Schädelbau. Auch hatte es wohl schon ein Fell, legte jedoch noch Eier. Trotz der 165 Millionen Jahre andauernden Vorherrschaft der Dinosaurier entwickelten die frühen Säugetiere eine erstaunliche Formenvielfalt mit biber- und gleithörnchenartigen Formen und sogar dachsgrößen Räubern.

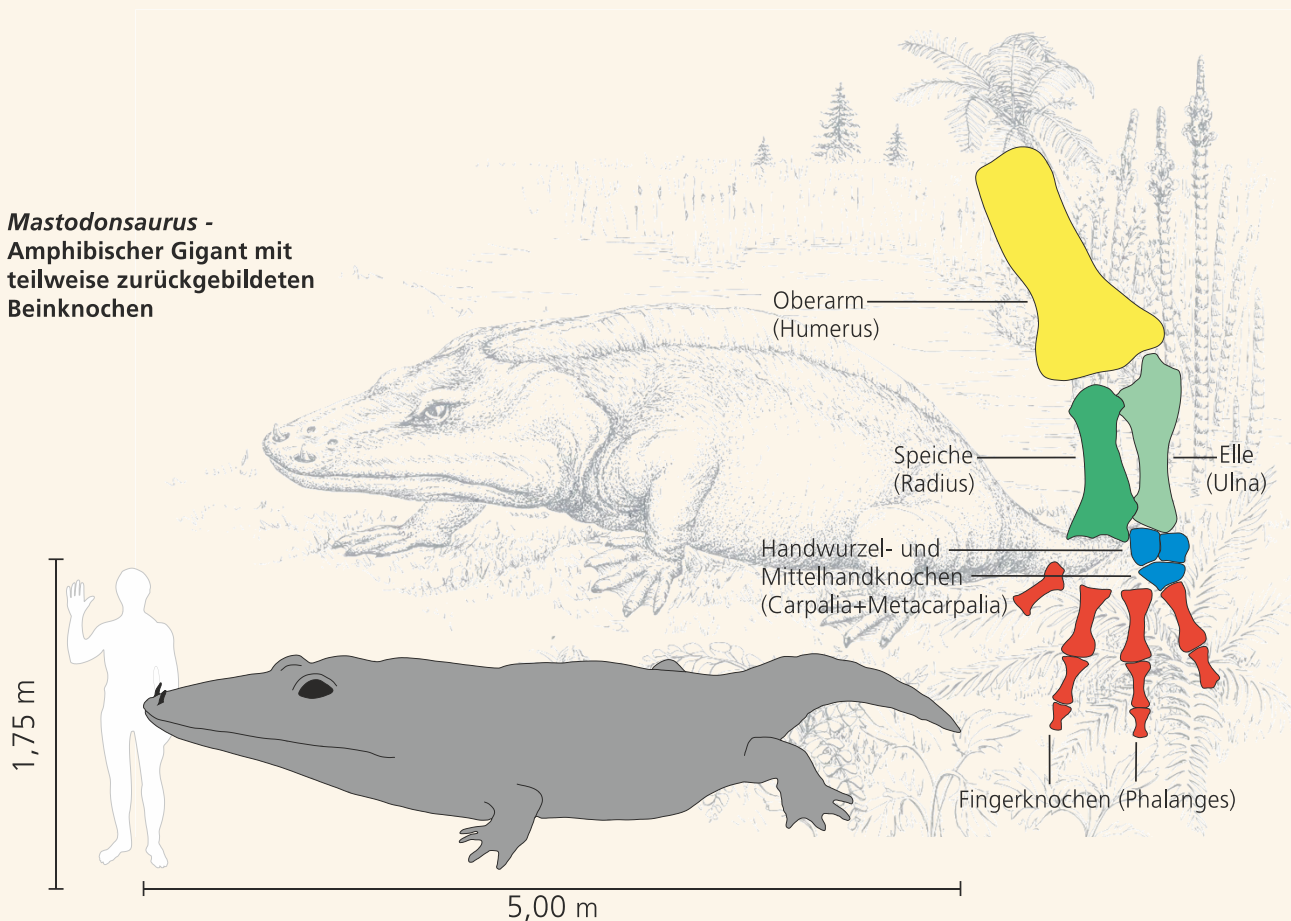


Mastodonsaurus giganteus – der letzte Riesenlurch

Der *Mastodonsaurus* war einer der letzten Vertreter der Riesenlurche aus der Trias. Die massigen Tiere waren trotz ihrer Beine vorwiegend an ein Leben im Wasser angepasst. Deshalb waren einige ihrer Beinknochen zurückgebildet oder nur knorpelig ausgeprägt. So konnten sie ihren Körper nur kurze Strecken über Land bewegen. In den sumpfigen Gewässern des triassischen Europas nahmen sie eine ökologische Nische ähnlich den heutigen Krokodilen ein und ernährten sich von Fischen und kleinen Sauriern. Mit bis zu 5 Meter großen Riesenformen war der *Mastodonsaurus* eines der größten Amphibien, das jemals auf der Erde gelebt hat.

Der *Mastodonsaurus*-Schädel weist an seiner Schnauzenspitze, vor den Nasenöffnungen gelegen, zwei weitere Löcher auf. Aus diesen ragen die langen Fangzähne heraus. Vermutlich dienten die Zähne dazu, besonders schlüpfrige Beutetiere wie Fische oder andere Amphibien fest ergreifen zu können.

Die kleine Öffnung in der Mitte des Stirnbeins, das "dritte Auge", war ein Wärme-regulierendes Organ. Es war bei allen altertümlichen Amphibien und Reptilien vorhanden. Die Schleimkanäle auf dem Schädeldach entsprechen dem Seitenliniensystem der Fische. Dieses Druck-Sinnesorgan ermöglichte eine Orientierung im Wasser.





Dachschädlerlurch

Mastodonsaurus giganteus

Abguss: Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart

Was geschah im Jura vor 201 bis 145 Millionen Jahren?

Blick auf die Welt

Pangaea beginnt wieder in die einzelnen Kontinente zu zerbrechen.

Der anhaltende Ausfluss von Lava im Herzen des Superkontinents drückt Laurasia und Gondwana auseinander und öffnet den neuen Atlantischen Ozean.

Der große Südkontinent beginnt zu zerfallen.

Zuerst lösen sich Indien und Madagaskar von Afrika und bewegen sich nach Norden und Osten. Auch die Antarktis trennt sich von Afrika und Südamerika und driftet Richtung Südpol.



Die Region, in der später Ulm liegen wird, liegt auf dem Grund eines flachen, tropischen Meeres, umgeben von großen Schwamm- und Korallenriffen. Im Wasser schwimmen große Ammoniten, Schmelzschupperfische und Ichthyosaurier. Der Meeresschlamm wird sich zum berühmten „Ulmer Weiß“-Kalkstein verfestigen.

Nachrichten, Meldungen und Schlagzeilen

vor 201 Millionen Jahren

Meldung aus dem Tierreich

Zeitanzeigende Ammoniten

Die Ammoniten sind im Jura wichtige Leitfossilien. Sie zeigen das Alter von Sedimentschichten an. Das liegt daran, dass sie sich sehr schnell in neue Arten entwickeln und auf der ganzen Welt zu finden sind. So wird jeder Zeitabschnitt durch seine ganz speziellen Arten charakterisiert.

vor 150 Millionen Jahren

Meldung aus dem Tierreich

Dinosaurier beherrschen die Welt

Die Dinosaurier beherrschen alle Ökosysteme des Festlands von den tropischen Inseln Süddeutschlands bis nach Alaska im Norden und die Antarktis im Süden. Von katzen großen zwei-beinigen Räubern bis zu riesigen, vierbeinigen Pflanzenfressern kommen sie in den unterschiedlichsten Arten vor.

vor 152 Millionen Jahren

Sensationelle Meldung aus dem Tierreich!

Das erste Federvieh

Die ersten Vögel leben auf den kleinen Atollen im süddeutschen Riffmeer. Der *Archaeopteryx* weist viele Merkmale seiner Dinosaurier-Vorfahren auf, besitzt jedoch schon ein Federkleid und zu Flügeln umgestaltete Vordergliedmaßen.

vor 145 Millionen Jahren

Die letzte Meldung aus dem Jura

Ursprotten sind die ersten modernen Fische

Im Tethys-Ozean entstehen die ersten modernen Knochenfische. Sie haben nur noch dünne Schuppen und ein hervorstülpbare Maul, um ihre Beutetiere blitzschnell einsaugen zu können.