

Planet Erde, eine Zeitreise



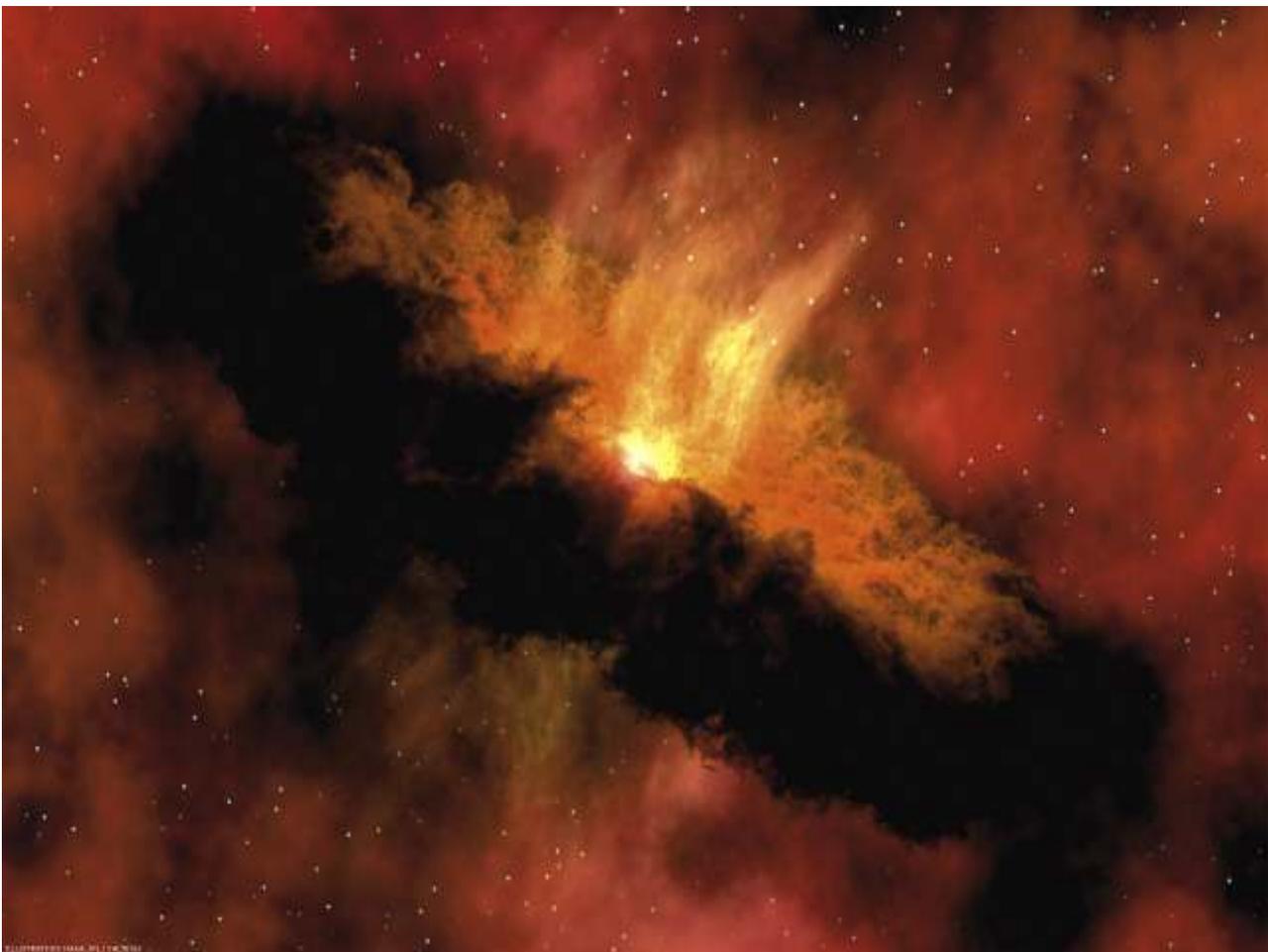
Entstehung und Entwicklung der Erde

Reinhard Woltmann

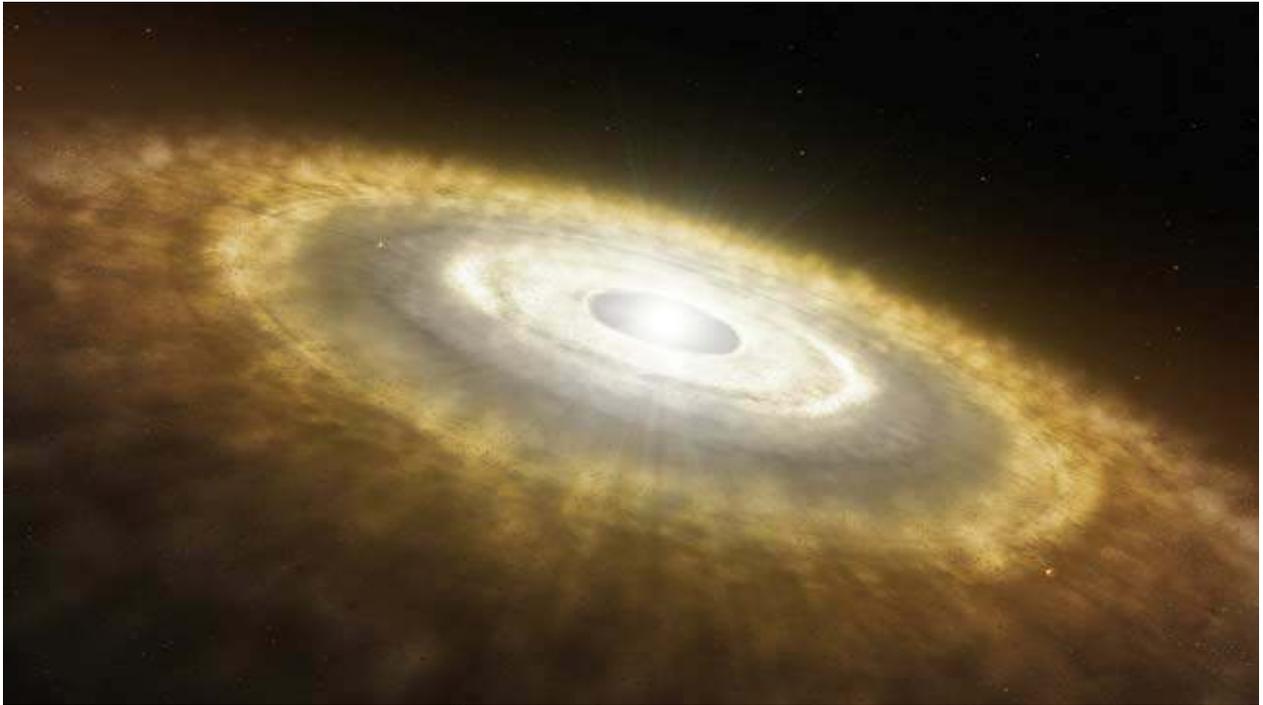
Astro-Stammtisch der KVHS Peine

12.05.2017

Unsere Reise beginnt vor fast 5 Milliarden Jahren, von unserem schönen blauen Planeten ist noch nichts zu sehen. Aber da ist eine riesige Wolke aus Gas und Staub. Träge wabert sie dahin, doch dann kommt Bewegung in das Gebilde. Höchstwahrscheinlich hervorgerufen durch die Schockwelle einer nahen Supernova-Explosion bilden sich Verwirbelungen aus, die sich zu einer sogenannten Akkretionsscheibe, vergleichbar einem Wasserstrudel, formen. Die leichten Gase dieser Scheibe, überwiegend Wasserstoff, werden durch den Drehimpuls und die beginnende Gravitation im Zentrum so stark zusammengedrückt, bis es in ihrem Inneren zur Kernfusion kommt. Dabei werden unvorstellbar hohe Drücke und Temperaturen erreicht. Unsere Protosonne ist geboren.



Mit Beginn der Kernfusion setzt der entgegengerichtete Strahlungsdruck, der sogenannte Sonnenwind ein, der nun seinerseits die spiralförmig nach Innen strebenden Gase und Staubteile abbremst und zu kleinen Verwirbelungen führt. Gleichzeitig flacht die Akkretionsscheibe senkrecht zur Rotationsachse ab und es entsteht eine protoplanetare Scheibe.



Die Planetenbildung beginnt.

Der sogenannte Sonnenwind „bläst“ die gas- und staubförmigen Partikel der protoplanetare Scheibe, die die junge Sonne umgibt, immer weiter weg. Dabei werden die leichteren Bestandteile (H₂ und He) durch die geringere Massenträgheit weiter weggeblasen, als die schwereren (Fe, C, Ca, Si etc). Somit bilden sich 2 Ringe um die junge Sonne. Ein innerer Ring überwiegend aus Staub mit schweren Elementen, sowie ein äußerer Ring überwiegend aus Gas mit den leichten Elementen.

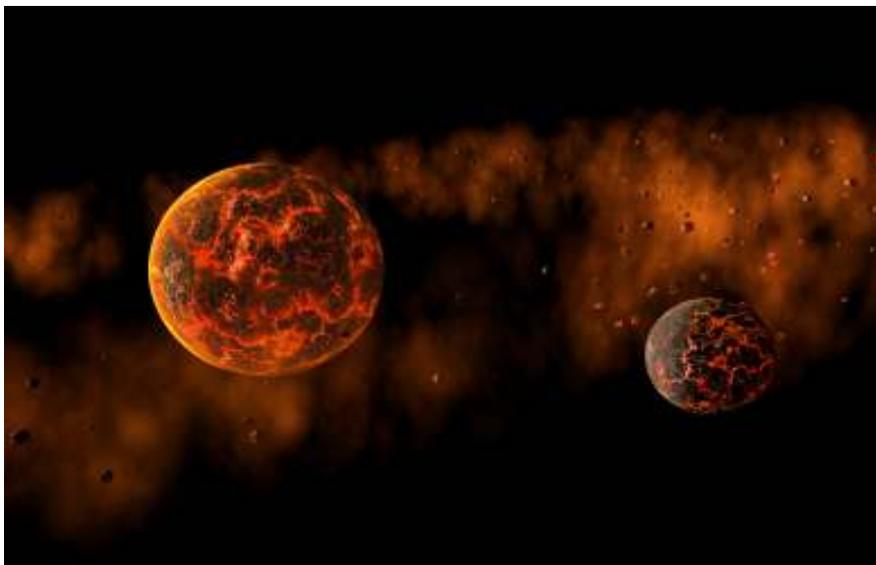
Und wieder wirkt die Gravitation, die nun dafür sorgt, dass die Staubpartikel verklumpen und dabei immer größer werden. Es dauert Millionen von Jahren bis sich schließlich aus den immer größer werdenden Gesteinsklumpen, den sogenannten Planetesimalen, solch komplexen Gebilde wie die Erde entwickeln.

Hadaikum: 4,6 Mrd. Jahre bis 4,0 Mrd. Jahre

Inzwischen ist es ca. 4,6 Milliarden Jahre vor unserer Zeit. Wir befinden uns im Hadaikum, dem ersten Äon der Zeitskala, das ist die Zeit von der Entstehung der Erde bis zum Auftreten erster einzelliger Organismen im Archaikum, ca. 600 Millionen Jahre später. Die Sonne ist inzwischen in die stabile Phase des Wasserstoffbrennens gewechselt. Die Erde ist ein Ball aus glühendem Gestein und sammelt auf ihrer Bahn um die Sonne durch ihre inzwischen erreichte Größe alles auf, was sich ihr in den Weg stellt. Doch da ist noch etwas. Auf der gleichen Bahn hat sich noch ein weiterer Planet gebildet. Er ist etwa marsgroß und befindet sich auf Kollisionskurs. Sein Name ist Theia. Mit etwa 15 Km pro Sekunde nähert er sich der Erde, ein Crash ist unvermeidlich.



Billionen Tonnen glutflüssiges Mantel- und Krustenmaterial beider Himmelskörper werden bei dem Aufprall in den erdnahen Raum geschleudert. Die Erde entgeht nur knapp der völligen Zerstörung, weil der Aufprall nicht frontal sondern seitlich erfolgt. Aber im Laufe von nur etwa 1000 Jahren vollbringt die Gravitation Wunder. Sie verwandelt die Trümmer in einen Ring aus heißem Gestein rund um die Erde. Langsam formt sich aus diesem Ring eine Kugel mit mehr als 3000 km Durchmesser. Direkt in unmittelbarer Nachbarschaft entsteht hier der Mond und er ist noch sehr nah, nur 22000 km von der Erde entfernt. Heute sind es ca. 360000 km.



Die Erde beginnt sich abzukühlen. Die Tage sind kurz auf dem jungen Planeten. Die Sonne geht auf und nach 3 Stunden schon wieder unter. Die Kollision mit Theia hat der Erde einen gewaltigen Schubs gegeben. Sie dreht sich so schnell, dass ein Tag nur 6 Stunden dauert.

Die Erde verändert sich sehr langsam. Ebenso wie im Winter die erste dünne Eisschicht auf einem See entsteht, bilden sich zuerst Inseln fester Gesteine, die sich langsam zu einer dünnen Kruste vereinen. Mit weiterer Abkühlung wird diese Kruste immer dicker. Diese erste Kruste hat aber wenig Zeit sich auszuruhen. Vor etwa 4,1 Milliarden Jahren werden im Erdinneren gewaltige Energien durch Radioaktivität und Kondensationsprozesse freigesetzt. Aber auch das viele Millionen Jahre währende Bombardement von Kometen, Meteoriten und Asteroiden, die in großer Zahl ungebremst durch eine Atmosphäre die Erdoberfläche erreichen, brechen die junge Haut immer wieder auf, bringen aber offenbar einen wichtigen Baustein mit, den es für die Entwicklung von Leben braucht. Wasser.



Jeder Einschlagkörper trug nur geringe Wassermengen in sich, aber durch ihre Vielzahl und durch die beginnende Ausdunstung von Wasserdampf aus dem Erdinneren füllen sich nach und nach Becken und Senken mit Wasser auf der inzwischen festen Oberfläche. Das Innere der Erde bleibt weiterhin flüssig und im Kern haben sich die schweren Elemente Eisen und Nickel angesammelt und verfestigt.

Archaikum: 4,0 Mrd. Jahre bis 2,5 Mrd. Jahre

Im Archaikum, der ersten Ära des Präkambriums, 4 Milliarden Jahre vor unserer Zeit, entstehen erste Gebirge, Gesteinsplatten werden dabei durch gewaltige tektonische Kräfte aufeinander geschoben.



Parallel zur Bildung der Erdkruste fand die Entwicklung einer ersten Atmosphäre statt. Am Anfang bestand sie nur aus Wasserstoff und Helium, diese Gase verflüchteten sich aber sehr schnell wieder in den Weltraum. Durch die langsame Abkühlung und den dabei auftretenden Vulkanismus kam es dann zu einer umfangreichen Ausgasung aus dem Erdinneren.

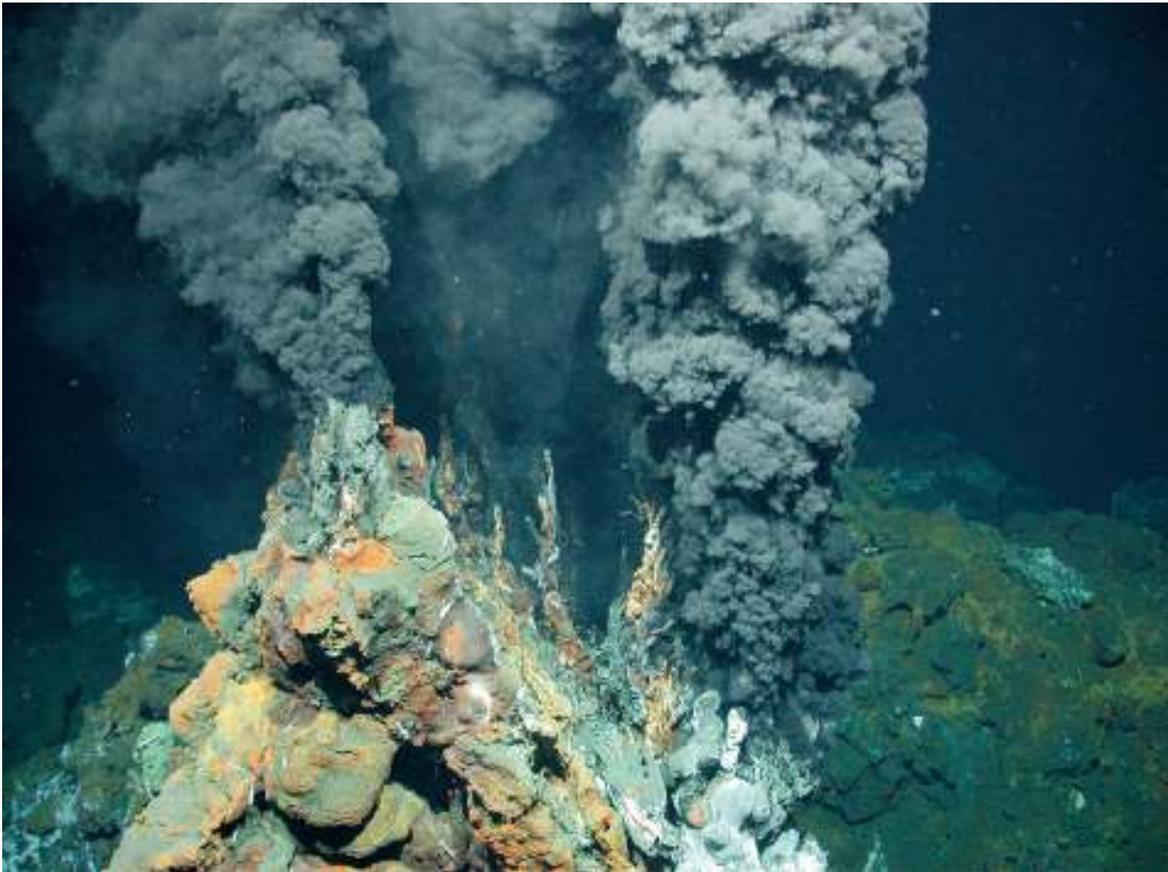
Diese Gase, Wasserstoff, Kohlendioxid, Methan, Ammoniak und Wasserdampf, bildeten eine zweite lichtundurchlässige Atmosphäre aus.

In dieser Atmosphäre ist noch kein Leben möglich, außerdem ist die Oberflächentemperatur noch sehr heiß. Gewaltige Stürme hervorgerufen durch die schnelle Erdrotation toben und die Wassermassen rollen durch die Gezeiten des noch nahen Mondes um den Erdball.

Mit der Zeit driftet der Mond aber immer weiter von der Erde weg, die Urozeane beruhigen sich und die Erde dreht sich langsamer.

Und wieder hagelt es Meteoriten von Himmel. Die Häufigkeit nimmt dramatisch zu. Irgendetwas hat ihre Flugbahn gestört und sie zu Erdkreuzern gemacht. Sie haben schon Wasser auf die Erde gebracht aber womöglich auch noch etwas anderes. Sie haben auch Kohlenstoffverbindungen und Proteinbausteine im Gepäck, nämlich Aminosäuren. Aus dem All sinken sie direkt bis auf den Meeresgrund. Dort zerfallen sie und ihre kostbare Fracht wird freigesetzt.

Auf dem Meeresgrund gibt es noch etwas anderes, schwarze Raucher.



Das sind Gesteinsschlote aus denen eingesickertes Meerwasser mit ca. 400 °C austritt, angereichert mit vor allem Sulfiden und anderen Salze von Eisen, Mangan, Kupfer und Zink. Zusammen mit den freigesetzten Mitbringselektrolyten der Meteoriten ergibt das eine chemische Suppe, die es in sich hat. Niemand weiß, wie und wann es genau passiert ist, aber die Chemikalien in dieser Ursuppe haben miteinander reagiert und Leben geschaffen. Jetzt ist das Wasser voller Mikroorganismen. Diese einzelligen Bakterien sind die frühesten Lebensformen auf der Erde. Viele Millionen Jahre passiert weiter nichts, die Einzeller bleiben lange die einzige Lebensform.

Als die Atmosphäre sich auf Temperaturen unter 100°C abkühlte, beginnt der Wasserdampf zu kondensieren, Regen fällt auf die Erde. Der Regen bewirkt, dass sich durch Lösung vieler atmosphärischer Gase die Atmosphäre lichtet und das Sonnenlicht wieder auf die Erdoberfläche scheinen kann.

Erste Stromatolithen, biogene Gesteine, auch Blaualgen genannt, bilden sich und produzieren mit Hilfe der Photosynthese aus Sonnenlicht und Kohlendioxid Glukose, einen einfachen Zucker. Dabei fällt aber auch noch ein kostbares Nebenprodukt an, das es für das Leben dringend braucht. Sauerstoff. Nach und nach reichern die Stromatolithen das Meerwasser mit Sauerstoff an.



Der Sauerstoff reagiert mit dem reichlich im Wasser gelösten Eisen und diese formen die ersten, charakteristische Ablagerungen, die noch heute in Australien gefunden werden. Die so genannten Bändererze.



Der Sauerstoff steigt aber auch durch die Wasseroberfläche auf und gelangt in die Atmosphäre. Während der 1,5 Milliarden Jahre des Archaikums steigt der Sauerstoffgehalt langsam auf 3% an, die Erde dreht sich langsamer und die Tage werden länger.

Proterozoikum: 2,5 Mrd. Jahre bis 545 Mio. Jahre.

Wir befinden uns jetzt bereits 2,5 Milliarden Jahre vor unserer Zeit im Proterozoikum, einer weiteren Ära des Präkambriums. Die Entwicklung der Erde dauert sehr lange. Ca. 2 Milliarden Jahre sind schon seit ihrer Geburt vergangen und immer noch gibt es kein höher entwickeltes Leben, keine Pflanzen, keine Tiere keine Menschen.

Die Oberfläche der Erde ist überwiegend mit Wasser bedeckt aus der viele kleine Inseln vulkanischen Ursprungs herausragen. Doch im Inneren rumort es. Durch tektonische Kräfte hervorgerufen durch den flüssigen Erdmantel und Konvektionsströme bewirken das der Meeresboden aufreißt und nach oben drängt. Neue Landmassen entstehen und beginnen zu driften. Dabei kollidieren sie und bilden Kontinente, die sich schließlich in einem einzigen Kontinent vereinen, Rodinia. In den seichten Gewässern um Rodinia existieren die Stromatolithen bereits seit 2 Milliarden Jahre und pumpen Sauerstoff in die Atmosphäre. Die Temperatur liegt bei 30°C und die Tage dauern bereits 18 Stunden. Aber trotzdem sieht es auf der Oberfläche eher aus wie auf dem Mars.



Dieser Superkontinent existierte rund 150 Millionen Jahre, bevor er vor etwa 750 Millionen Jahren wieder in 2 Teile zerfällt. Bei diesem Zerfall setzt starker Vulkanismus ein. Die Vulkane pumpen massenhaft Kohlendioxyd CO₂ in die Atmosphäre, überall ist Rauch und Gas. Das CO₂ mischt sich mit Wasserdampf zu saurem Regen und fällt auf die Erde zurück. Dort wird es von den Gesteinen aufgesaugt und eingelagert. Dadurch wird ein großer Teil des CO₂ aus der Atmosphäre absorbiert. Die Folge: In der Atmosphäre ist nicht mehr genügend CO₂ um die Sonnenwärme auf der Erde zu halten. Innerhalb von ein paar Tausend Jahren fällt die Temperatur auf -50°C ab. Eine globale Vergletscherung setzt ein. Von beiden Polen breitet sich ein bis zu 3 Kilometer dicker Eisspanzer Richtung Äquator aus und schließlich stoßen die beiden Eisschilde zusammen und umhüllen den gesamten Planeten für viele Millionen Jahre.



Diese Zeit wird auch „Schneeball Erde“ genannt und erfolgt mehrere Male im Proterozoikum. Es sind die längsten und kältesten Eiszeiten in der Erdgeschichte. Erst war unsere Erde ein glühend heißer Feuerball, jetzt ist sie in Eis und Schnee erstarrt. Die gesamte ankommende Sonnenenergie wird durch das Eis wieder ins All reflektiert. Es sieht so aus, als ob nichts die Erde mehr retten könnte. Alles bis dahin entwickelte Leben könnte wieder verloren sein.

Doch die Erde hilft sich selbst. Unter dem Eis setzt wieder starker Vulkanismus ein und die Vulkane brechen durch den dicken Eispanzer und schleudern wieder unzählige Mengen CO₂ in die Atmosphäre.



Diesmal wird das Gas aber nicht ausgewaschen und im Gestein eingelagert, das ist unter dem Eis begraben und so setzt wieder ein Treibhauseffekt ein, die Erde erwärmt sich. Ein interessanter Nebeneffekt ist, dass sich im Eis durch die UV-Sonneneinstrahlung Wasserstoffperoxyd gebildet und in Eis eingelagert hat. Jetzt schmilzt das Eis und das Wasserstoffperoxyd zerfällt. Riesige Mengen Sauerstoff werden dabei freigesetzt und gelangen ins Meer und in die Atmosphäre.

Doch was ist mit dem Leben auf der Erde geworden? Vor der Eiszeit bevölkerten primitive Bakterien und bereits einige mehrzellige marine Organismen wie Ringelwürmer, Nesseltiere und Gliedertiere die Ozeane. Waren sie auch zäh genug um diese Zeit zu überleben? Wie ist es mit dem Leben nach Millionen Jahren Frost bestellt? Die Antwort finden wir in den nun wieder eisfreien Ozeanen. Zumindest einige dieser Organismen haben der Kälte getrotzt und überlebt. Sie entwickeln sich nun in dem sauerstoffreichen Wasser prächtig und sind die Grundlage für die rapide und vielfältige Entwicklung des Lebens in der nun folgenden Ära, dem Erdaltertum, dem Paläozoikum. Inzwischen sind fast 4 Milliarden Jahre vergangen, das Klima ist warm und ein Erdentag dauert jetzt schon 22 Stunden. Wir befinden uns im Kambrium, ca. 550 Millionen Jahre vor unserer Zeit.

Kambrium: 550 Millionen Jahre bis 488 Millionen Jahre.

Das Kambrium ist vom Präkambrium deutlich abgetrennt. Die kambrischen Gesteine enthalten erstmals Fossilien skeletttragender Organismen. Die Südkontinente Afrika, Südamerika, Antarktis, Australien und Indien waren im Kambrium zu dem riesigen Kontinent, Gondwana, vereint. Die Nordkontinente Nordamerika und Europa werden als Großkontinent Laurentia zusammengefasst. Sie waren im Kambrium jedoch teilweise vom Meer überflutet. Das zwischen den beiden Kontinenten liegende Meer wird als TETHYS bezeichnet, seine Reste bildet heute das Mittelmeer. Die kambrischen Ozeane wurden von den Trilobiten (Dreilappenkrebse) beherrscht. Diese marinen Gliederfüßer hatten ein Außenskelett aus Chitin und sind daher vielfach fossil überliefert. Sie spielen für das gesamte Paläozoikum eine wichtige Rolle als Leitfossilien, neben den ebenfalls bereits vorkommenden Brachiopoden (Lampenmuscheln).



Auch Korallen, Schwämme, Stachelhäuter und Weichtiere wie Schnecken und erste Kopffüßer traten bereits im Kambrium auf. Die

Pflanzenwelt veränderte sich indes nur wenig. Blau- und Grünalgen, Flechten und Stromatolithen prägten das Bild und sorgen durch Photosynthese für eine weitere Anreicherung von Sauerstoff, der später dem Leben an Land zugute kommt. Das Kambrium dauert rund 55 Millionen Jahre und wird vom Ordovizium abgelöst.

Ordovizium: 488 Millionen Jahre bis 444 Millionen Jahre.

Im Ordovizium veränderte sich die Lage der Kontinente Laurentia und Gondwana nur wenig. Die Meere werden immer noch von den Trilobiten dominiert. Die Brachiopoden, Schnecken und Muscheln entwickelten eine größere Vielfalt und Nautiliden erlebten ihre erste Blüte. Nautiliden sind Kopffüßer, ähnlich den heutigen Tintenfischen, jedoch mit einem lang gestreckten Aussengehäuse. Sie sind die Vorfahren der Ammoniten. Bedeutung als Leitfossilien erlangen die Graptolithen, in Bechern lebende Tierchen, die verästelte Kolonien bildeten. Da ihre Versteinerungen an Schriftzeichen erinnern, werden sie auch Schrifttierchen genannt. Aus Nordamerika ist ein erstes Wirbeltier, ein primitiver Fisch, fossil überliefert.



Leben im Urmeer des Ordovizium

Doch was ist mit Leben auf dem Land, dort herrschen durchschnittlich 16°Celsius und der Sauerstoffgehalt liegt bei ca. 70% des heutigen Niveaus. Aber Fehlanzeige, hier wachsen nur ein paar primitive Algen, von höheren Lebensformen keine Spur.

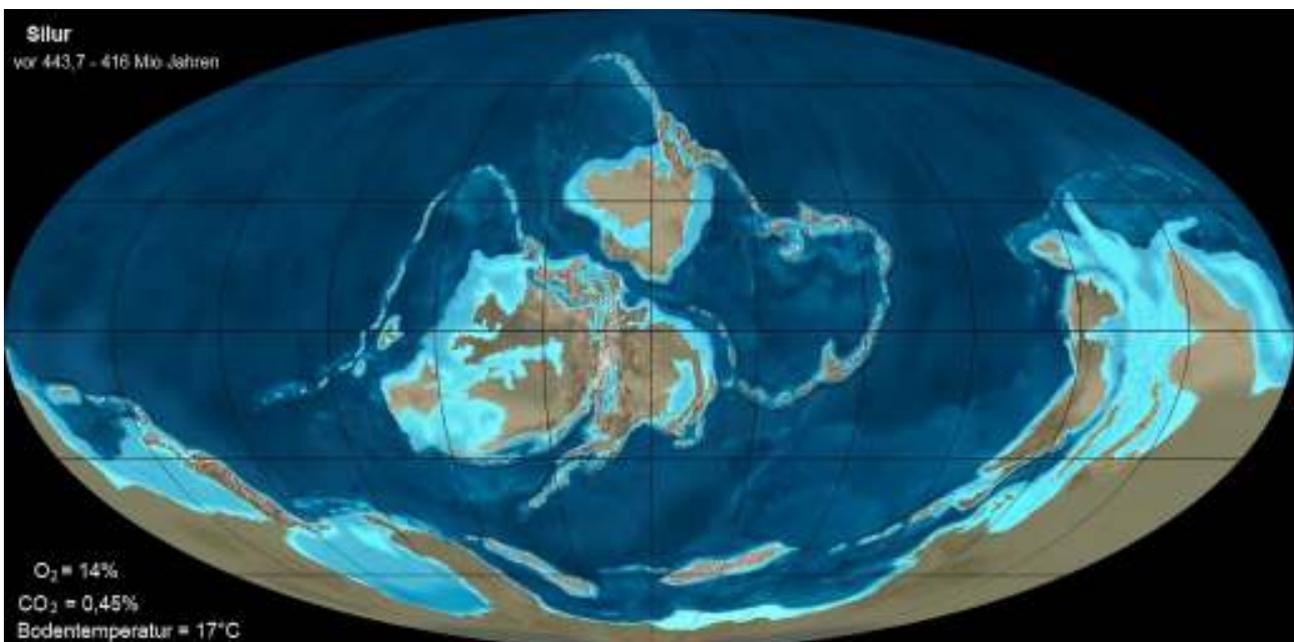
Dafür gibt es nur eine Erklärung, die Sonne. Ihre tödliche Strahlung trifft ungefiltert auf die Erdoberfläche. Komplexe Lebensformen wie im Ozean haben hier keine Chance. Aber in 50 km Höhe ist ein neuer Prozess in Gange der das ändern wird. Durch die Energie der Sonnenstrahlen entsteht aus Sauerstoff Ozon. Wie ein Schutzmantel legt es sich um den ganzen Planeten. Die Ozonschicht absorbiert den

tödlichen Teil der Sonnenstrahlung. Im Laufe der folgenden Millionen Jahre wird die Schicht immer dicker und hält immer mehr Strahlung von der Erde fern.

Dieser Prozess wird auch in der nun folgenden Epoche dem Silur fortgesetzt.

Silur: 444 Millionen Jahre bis 416 Millionen Jahre

Im Silur ähnelt die Verteilung der Kontinente im Wesentlichen der im Ordovizium. Ur-Nordeuropa und Laurentia driften in Höhe des Äquators aufeinander zu und kollidieren im oberen Silur. Das ist der Beginn der kaledonischen Gebirgsbildung. Schottland, Norwegen, West-Schweden, Grönland, Spitzbergen und die Appalachen werden aufgefaltet. Der dabei entstandene Großkontinent EURAMERIKA bleibt für nahezu 300 Millionen Jahre, bis zum Ende des Mesozoikums, bestehen.



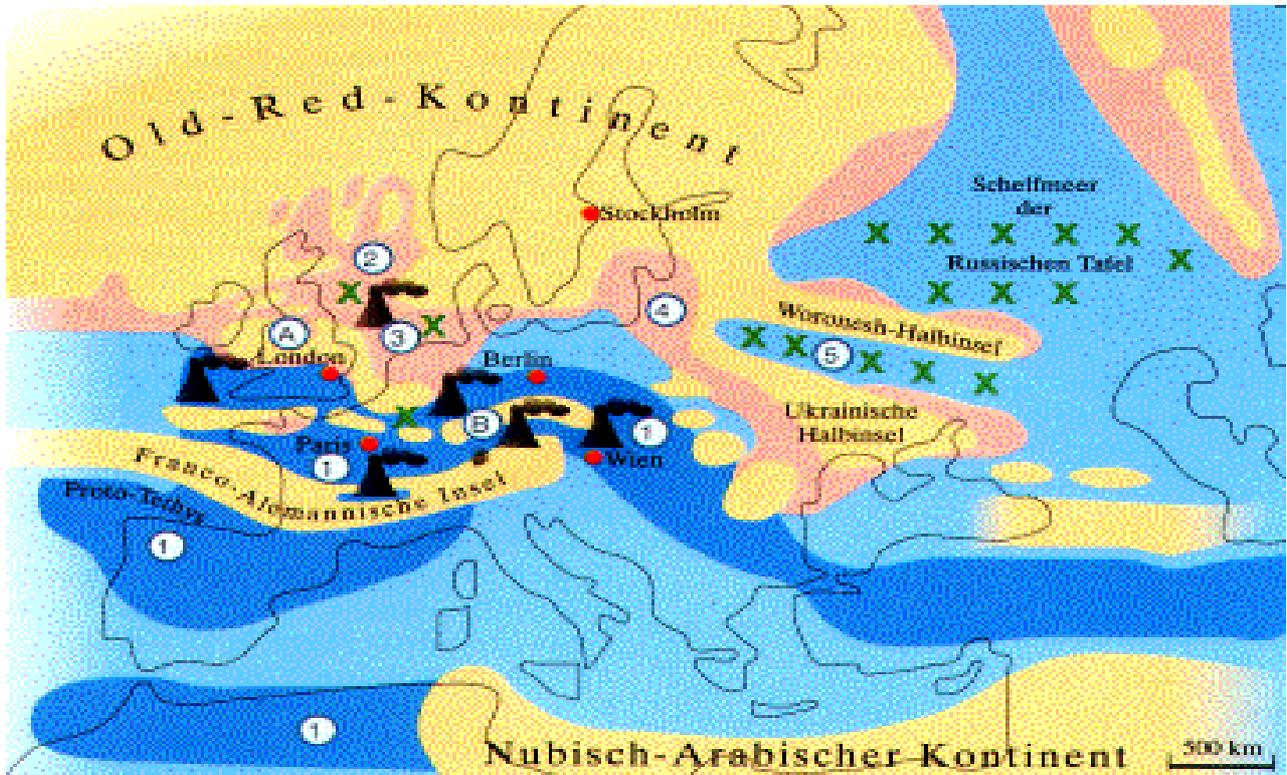
Landverteilung im Silur

Die wichtigsten Tiergruppen bilden nach wie vor wirbellose marine Organismen. Die Trilobiten verlieren an Bedeutung, bis zum Devon überlebt nur eine Ordnung. Andere Gliederfüßer wie Riesen- und Schalenkrebse nehmen ihren Platz ein. Zunehmende Bedeutung gewinnen die Brachiopoden, die neben den Graptolithen als Leitfossilien für das Silur herangezogen werden. Korallen und Schwämme gewinnen an Formenreichtum und treten erstmals als Riffbildner auf. Die Pflanzenwelt beginnt ihre Form zu verändern, das Algenzeitalter geht zu Ende. Mit einer Dreiteilung der Pflanzen in Wurzel, Stamm und Blätter werden die Voraussetzungen für das Leben an Land geschaffen.

Devon: 416 Millionen bis 360 Millionen Jahre

Vor 416 bis 360 Millionen Jahre vor unserer Zeit folgt nun das Devon. Nordamerika und Europa bilden nach der kaledonischen

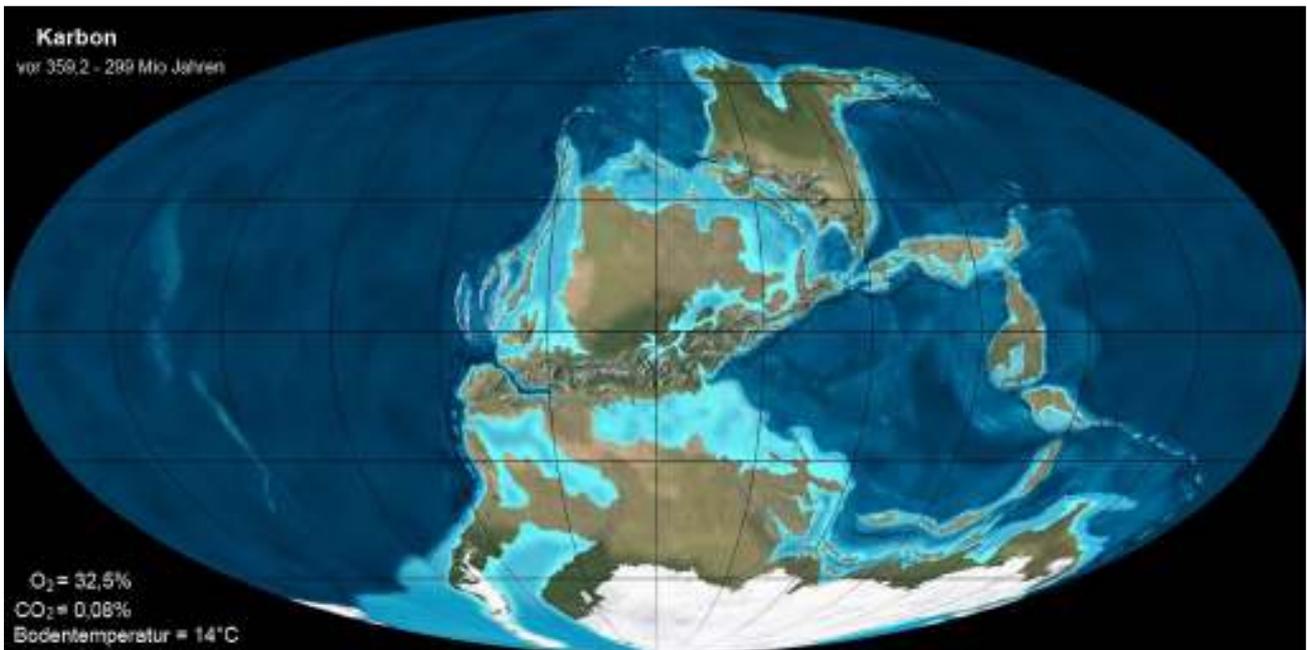
Gebirgsbildung immer noch den Kontinent Euramerika (Old-Red-Kontinent) dessen Südküste von Südirland über Südengland und Belgien bis nach Mittelpolen verläuft. Der Abtragungsschutt der kaledonischen Gebirge füllt die zwischen dem Kontinent im Norden und der Fränkisch-Alemannischen Insel im Süden liegende Meeressenke.



Nachdem im Mittel-Devon die Euramerika-Gebirgshöhen weitestgehend abgetragen sind, entwickeln sich dort ausgedehnte Riffe aus Korallen und Schwämmen (Eifel, Sauerland). Im oberen Devon versinken diese Riffe, während gleichzeitig wieder festländischer Erosionsschutt in den Trog gelangt. Im oberen Devon bzw. an der Wende Devon-Karbon beginnt im Zuge der Variszischen Gebirgsbildung die Auffaltung dieses Troges. Das Rheinische Schiefergebirge entsteht aus diesem Schutt, der unter Druck metamorphos zu Schiefer kristallisiert ist. Wichtigstes Ereignis im Devon ist aber der Sprung der Pflanzen- und Tierwelt auf das Land. Die Ozonschicht, die die gefährlichen Strahlen aus dem Sonnenlicht herausfiltert, hat sich inzwischen vollständig ausgebildet.

Karbon: 360 Millionen bis 300 Millionen Jahre

Im Karbon von etwa 360 - 300 Millionen Jahre explodiert das Leben an Land. Kohlebildende Pflanzen und Tetrapoden, vierbeinige Amphibien erobern die Landmassen. Gondwana und Laurentia vereinigen sich zu dem Superkontinent PANGÄA. Durch die Kollision wird in mehreren Phasen, im Zuge der variszische Gebirgsbildung, ein bis zu 500 Kilometer breites Gebirge aufgefaltet, das durch ganz West- und Mitteleuropa, von Spanien bis nach Polen verläuft.



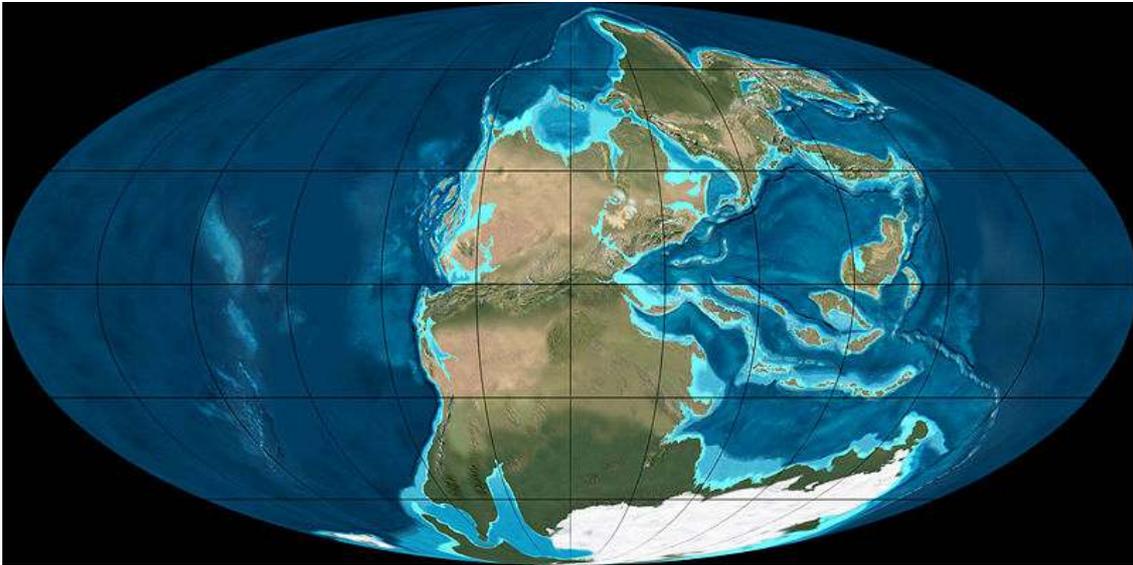
An seinem nördlichen Ufersaum und in festländischen Becken wachsen im Oberkarbon riesige Wälder, aus denen später mächtige Kohleflöze entstehen. Zwischen Europa und Afrika reißt ein nach Osten offenes schmales Meeresbecken auf, das heutige Mittelmeer, Das Karbon (Kohlezeit) ist die Große Zeit der Wälder, die wir heute in Form von Steinkohle als Energiequelle nutzen. Das Klima wurde durch einen breiten tropischen Gürtel bestimmt. Die sprunghafte Entwicklung der Fauna gab dem Festland ein völlig verändertes Erscheinungsbild. Verschiedenartigste Riesenbäume standen in sumpfigen, teils meeresüberfluteten Gebieten, üppige Farnvegetation entstand, am Ende des Karbon treten in höhergelegenen trockenen Gebieten die ersten Nadelbäume auf.



Karbonwald

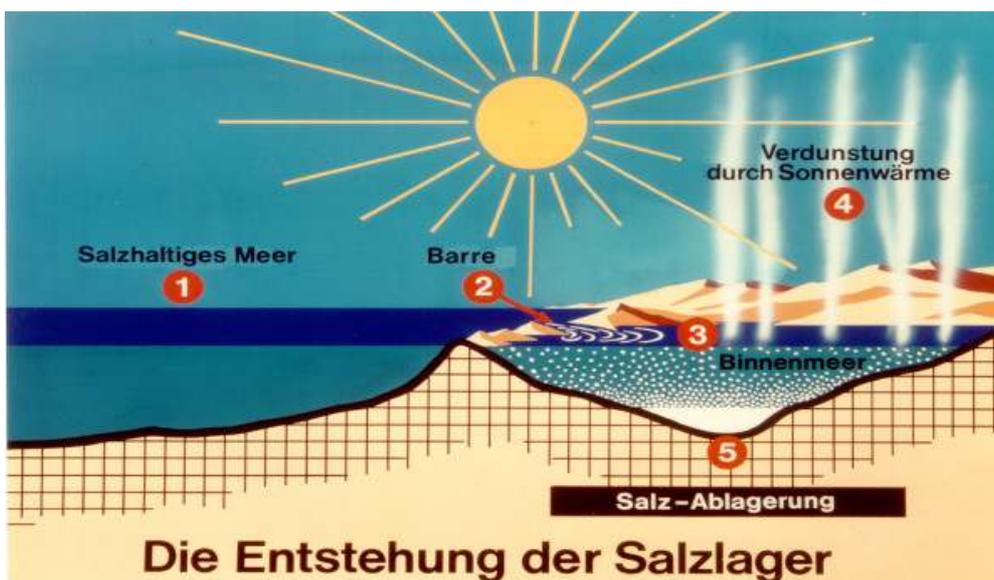
Perm: 300 Millionen bis 251 Millionen Jahre

Starker Vulkanismus weist auf das Ende der variszischen Gebirgsbildung hin, die zur Vereinigung aller Kontinente der Erde zum Superkontinent PANGÄA führt. Es war das einzige Mal in der Erdgeschichte, daß alle Landmassen zu einem einzigen Kontinent verbunden waren.



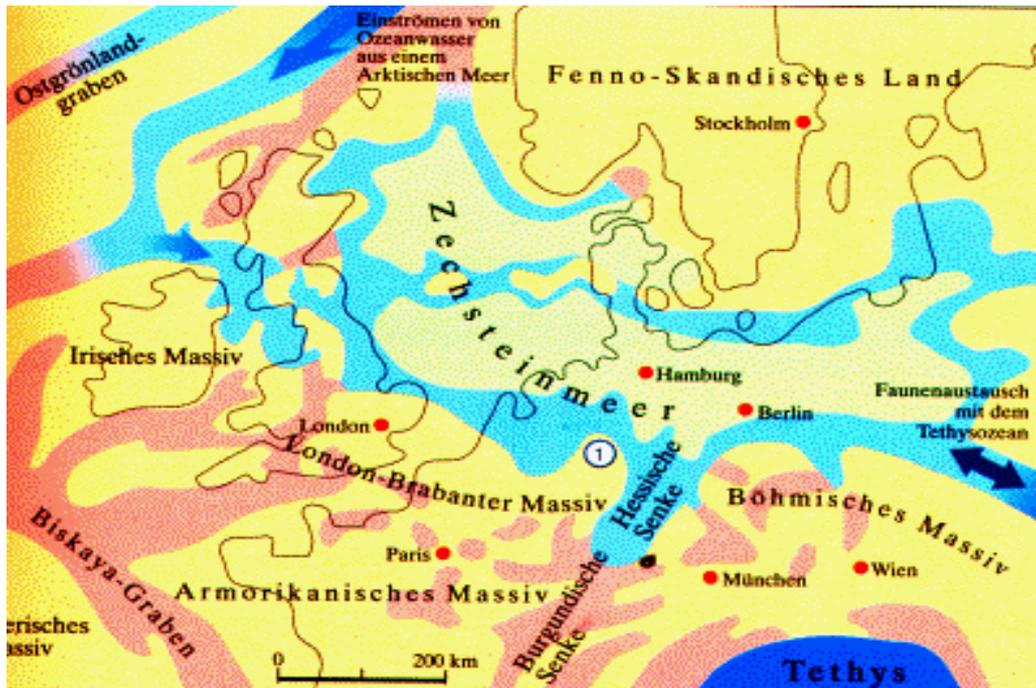
Im Zechstein kam es in Mitteleuropa durch das Absinken des Untergrundes zur Bildung des Germanischen Beckens. Nach Süden wurde dieses Becken durch die böhmische Schwelle vom Südmeer, der Tethys, abgetrennt. Von Norden her konnte das Meer bis ins Beckeninnere vordringen und die eingeebnete Hügellandschaft überfluten.

Infolge der einsetzenden Klimaerwärmung kommt es dadurch zu wiederholten Evaporationsphasen (Eindampfung mit Bildung mächtiger Salzlager).



Evaporationsbecken im Perm (Zechsteinmeer)

Als Binnenmeer war das Germanische Becken in hohem Maße vom Zusammenhang mit der offenen See abhängig. Wiederholte Erweiterungen und Verengungen einer Verbindung zwischen Becken und Nordmeer führten zu verschiedenen Ablagerungszyklen. Die nord- und mitteldeutschen Salzgesteine erreichten im Inneren des Beckens Mächtigkeiten von über 1000 Metern. Die Meerwasserzufuhr in das Zechsteinbecken wurde periodisch mehrmals unterbrochen, so dass eine völlige Eindampfung des Wassers erfolgen konnte. Anschließend kam es wieder zur Senkung des Bodens, Meerwasser floss ein und es begann ein neuer Ausfällungszyklus.



Mitteleuropa im Perm

In Südeuropa bilden sich mächtige marine Kalkablagerungen in den flachen Trögen der westlichen Tethys (heutiges Alpengebiet). Das Klima verändert sich weiter, es wird trockener als im Karbon. Die Reptilien entwickeln sich weiter. Die Vorläufer der Säugetiere dominieren anfangs das Festland, später kommen die Vorläufer der Dinosaurier dazu. Die Amphibien beschränken sich auf die wassernahen Gebiete.

Das Perm endet schließlich mit einem der gewaltigsten Massenaussterben der Erdgeschichte. 90% aller Meerestiere und 70% aller Landtiere werden ausgelöscht. Auch die letzten Trilobiten sterben im Perm aus. Als Hauptursache für das Artensterben gilt gegenwärtig eine Reihe von Vulkanausbrüchen über einen Zeitraum von 165.000 bis 600.000 Jahren. Der Megavulkanismus emittierte schätzungsweise 170 Billionen Tonnen Kohlenstoffdioxid sowie 18 Billionen Tonnen Chlorwasserstoff, wodurch sich die globale Temperatur in relativ kurzer Zeit um 5 °C erhöhte.

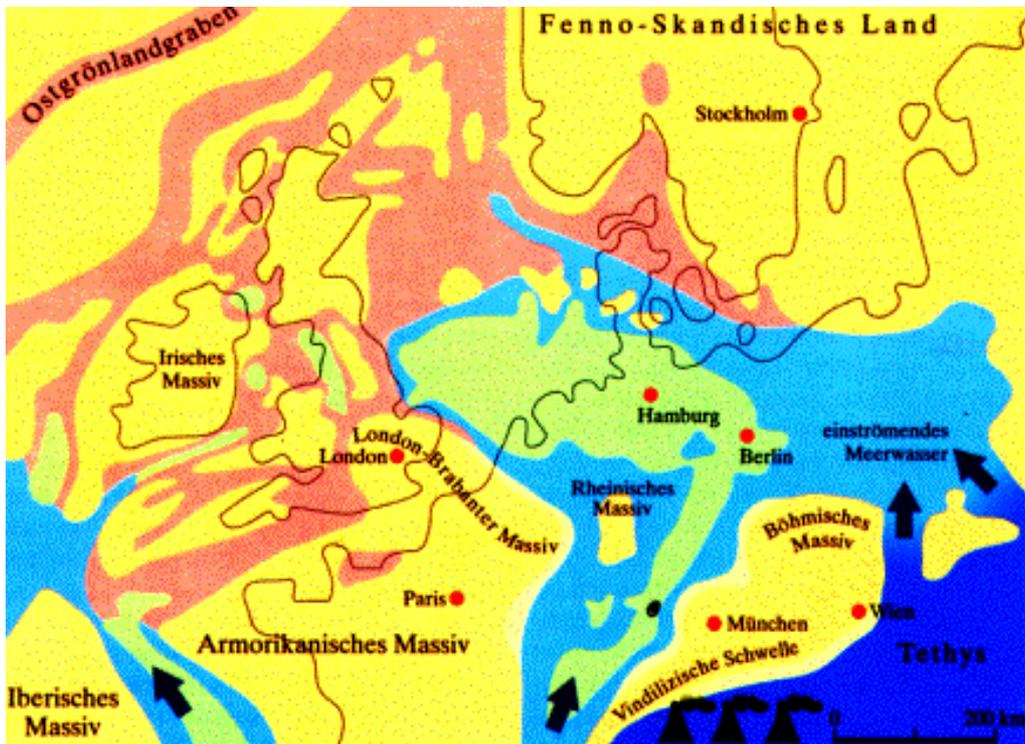
Wir kommen nun zu einem neuen Abschnitt in der Erdgeschichte dem Erdmittelalter oder Mesozoikum. Es datiert von 251 Mio. Jahre bis 65 Mio. Jahre vor unserer Zeit und erfasst die Zeitabschnitte Trias, Jura und Kreide.

Trias: 251 Mio. Jahre bis 200 Mio. Jahre.

Der Superkontinent PANGÄA beginnt zu zerbrechen, die TETHYS (Urmittelmeer) dringt weiter nach Westen vor und bedeckt Mittel- und Südwesteuropa mit ihren Randmeeren. Eines dieser Randmeere, das Germanische Becken, füllt sich in der Buntsandsteinzeit mit dem Verwitterungsschutt der umgebenden Gebirge. In der mittleren Trias bauen Algen und Korallen mächtige Riffe auf, z.B. den Iberg bei Bad Grund. Am Ende der Trias dringt die TETHYS weit in benachbarte Senkungsgebiete vor. Die Sedimente der heutigen Kalkalpen, der Dolomiten und der Schwäbischen Alb sind Lagunenablagerungen dieser Randmeere. Nordamerika trennt sich von GONDWANA ab, der Atlantik entsteht. Das Klima ist ausgeglichen warm. In der Tierwelt fällt die Entscheidung zugunsten der Reptilien. Erste rattengroße Säugetiere besetzen die ökologischen Nischen. In der oberen Trias entwickeln sich erste Dinosaurier. Auch die wirbellosen marinen Organismen erleben nach dem Perm-Trias-Disaster eine neue Blüte. Korallen, Muscheln, Schnecken und insbesondere die als Leitfossilien wichtigen AMMONITEN kommen in großer Zahl vor. Die Vielzahl dieser Kalkschaler führt zur Bildung mächtiger Kalksedimente.



Ammoniten kommen in großer Zahl und in allen Größen vor, vom Trias bis in die Kreidezeit.



Mitteleuropa im Trias

Jura: 200 Mio. Jahre bis 145 Mio. Jahre.

Der Superkontinent PANGÄA bricht weiter auseinander und die TETHYS überflutet weite Teil Eurasiens. In Mitteleuropa kommt es zu ausgedehnten Überflutungen (Jurameer), nur die Ardennen und das Rheinische Schiefergebirge bleiben Festlandsinseln. Die nach Nordwesten vordringende TETHYS erreichte das Gallo-Anglische Becken (Nordsee, Irische See) und überflutete dabei auch Deutschland.

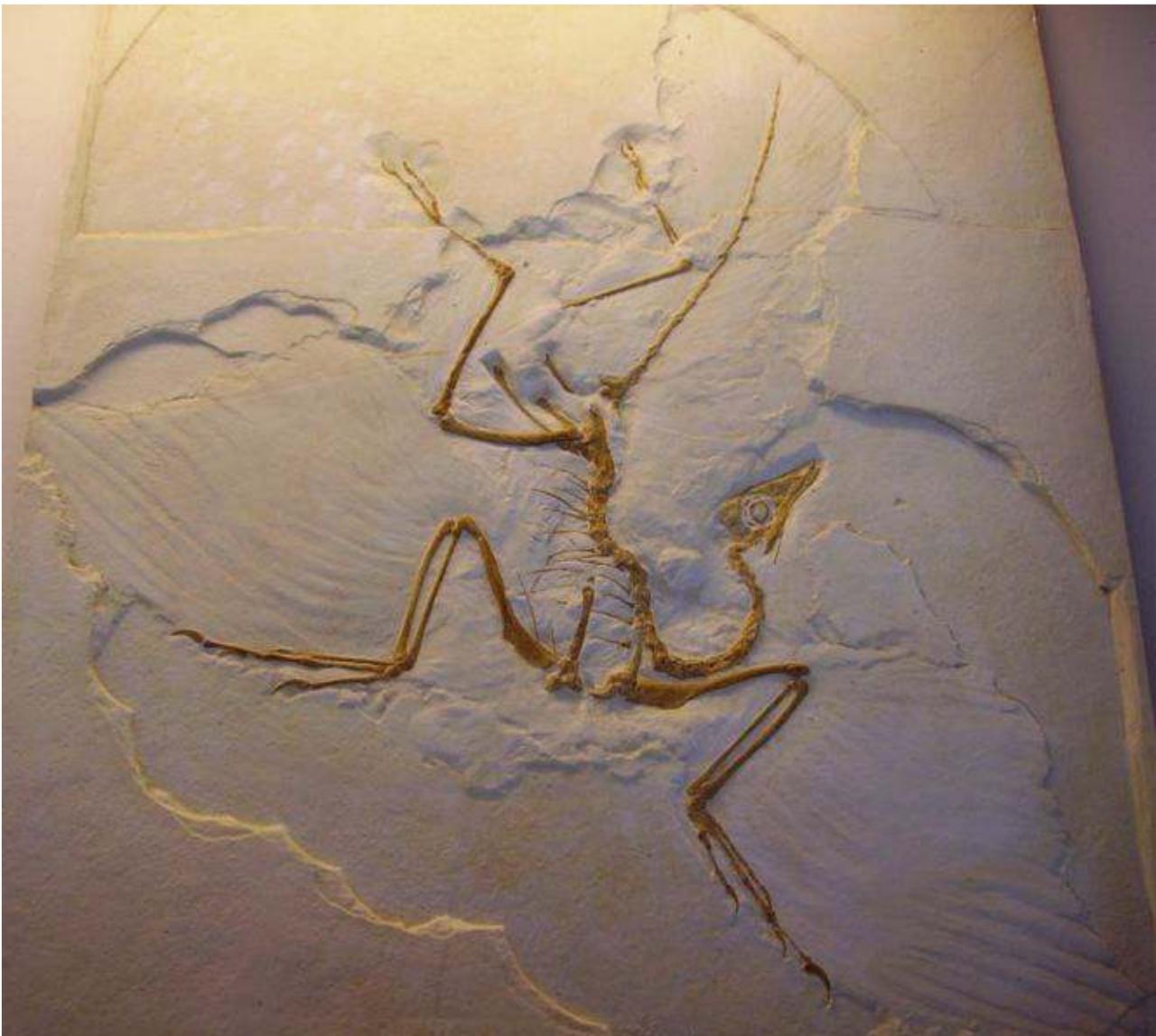


Mitteleuropa im Jura

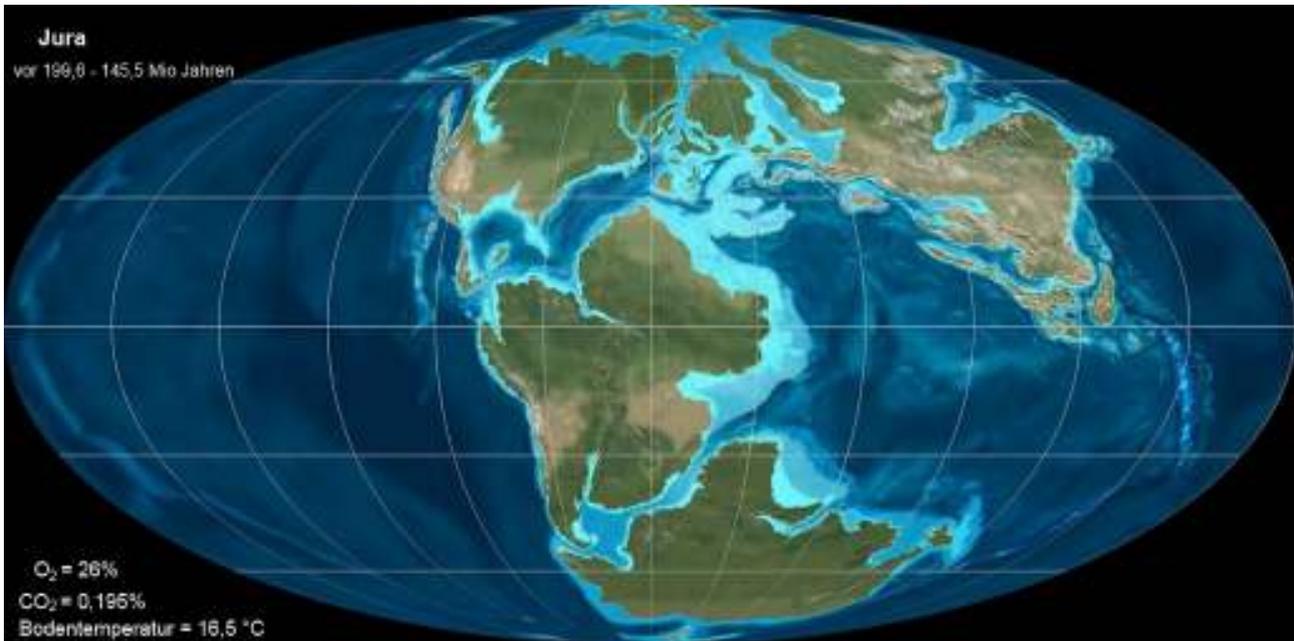
Hier wurden überwiegend schwarze Tonschiefer abgelagert (Schwarzer Jura oder Lias). Dann folgten gelbbraune und braunrote Tone und Kalke (Brauner Jura oder Dogger). In Lothringen entstehen dabei Eisenerz-Lagerstätten. Den Abschluss bilden in Norddeutschland Mergel und Kalke, in Süddeutschland vorwiegend Schwamm- und Korallenriffe (Weißer Jura oder Malm). Am Ende des Jura werden die Mittelgebirge (Weserbergland, Harz) herausgehoben. Zunehmender Vulkanismus leitet den Beginn der Alpidischen Gebirgsbildung im Bereich der Alpen, Südspaniens und Nordafrikas ein. Der indische Subkontinent driftet auf Asien zu.

In der Fauna verschwinden die Amphibien fast vollständig. Die Reptilien - allen voran die Dinosaurier - beherrschen die Erde. Die wenigen kleinen Säuger führten ein verstecktes Nischendasein als Nager oder Insektenfresser.

Die ersten Vögel tauchen auf. Der in den Solnhofener Kalkplatten im Jura versteinerte Archaeopteryx gilt als erster Vogel.



Berühmte Versteinerung des Archaeopteryx aus den Solnhofener Plattenkalk.



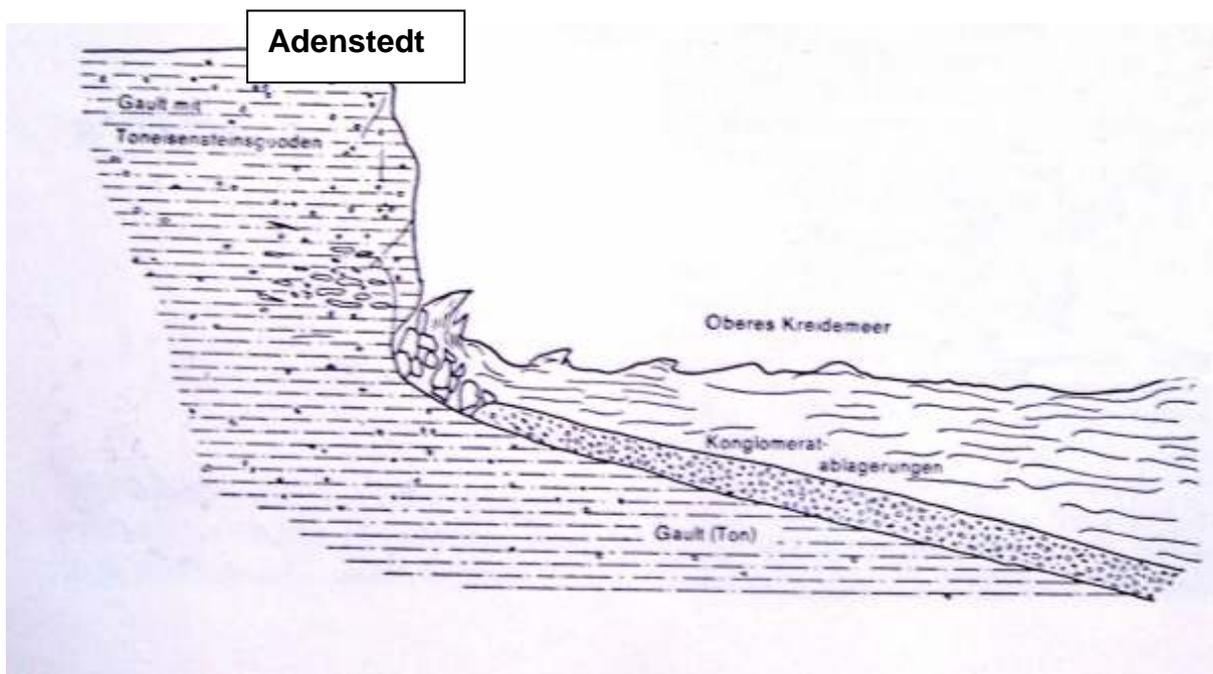
Kreide: 145 Mio. Jahre bis 65 Mio. Jahre.

Zu Beginn der Unterkreide sind weite Teile Mitteleuropas zunächst noch Festland. Funde von Skeletten und Fährten von Sauriern wie z.B. dem *Iguanodon* beweisen dies. Das Festland reicht vom Rheinischen Schiefergebirge über die Ardennen bis nach Südengland. Danach gewinnt das Meer wieder die Oberhand. Im Zuge einer ersten Transgression stößt das Meer vor, überflutet einen Teil Böhmens und bildet die Sedimente des Elbsandsteingebirges. Im Nordwesten dehnt sich das Gallo-Anglische Becken weit über die gesamte Nordsee und nach Norddeutschland aus. In Mitteleuropa entsteht ein Flachmeer, auch **OBEREMSCHER MEER** genannt, aus dem lediglich die Mittelgebirge herausragen. In Dänemark und in Ostdeutschland werden in dieser Zeit bis 800 Meter mächtige Schreiekreideablagerungen (z.B. Insel Rügen) sedimentiert. Diese sind aus winzigen Kalkgehäusen (Coccolithen) planktonischer Einzeller aufgebaut.



Nordseebereich damals Emscher Meer vor ca. 100 Mio. Jahren

Im Raum Peine-Salzgitter entstehen die Trümmererzlagerstätten. Diese bildeten sich durch Abtragung und natürliche Aufbereitung eisensteinhaltiger Tonsteinschichten des Gault in der unteren Oberkreide. Die Toneisensteine waren durch die Ausfällung im Wasser gelösten Eisens in der unmittelbaren Umgebung von Tierkadavern entstanden, die im noch weitgehend unverfestigten, wassergesättigten Tonsediment eingebettet waren und deren Zersetzung ein für die Ausfällung günstiges chemisches Milieu geschaffen hatte. Die Geoden waren kugel- bis brotlaibförmig bei Durchmesser von bis zu einem Meter. Dabei wurden die Eisensteingeoden in Satonium aus den Tonschichten im Brandungsbereich der Küste, etwa bei Adenstedt, ausgewaschen, zertrümmert und abgelagert. Durch den Aufstieg des benachbarten Salzstockes Ölsburg entstanden im Bereich der damaligen Küstenlinie Randsenken, in denen sich die Gerölle, die von starken Strömungen ins tiefere Wasser getragen wurden, in abbauwürdiger Mächtigkeit ansammeln konnten. Die Hohlräume zwischen den Trümmerstücken wurden nach und nach durch Kalkschalen abgestorbener Lebewesen aufgefüllt und so bildete sich das bekannte Konglomerat.



Entstehung der sedimentären Trümmererzlagerstätte Bülten-Adenstedt

Durch folgende Hebungen und Senkungen werden die Konglomerate immer wieder neu überflutet und von anderen Sedimentschichten überdeckt.



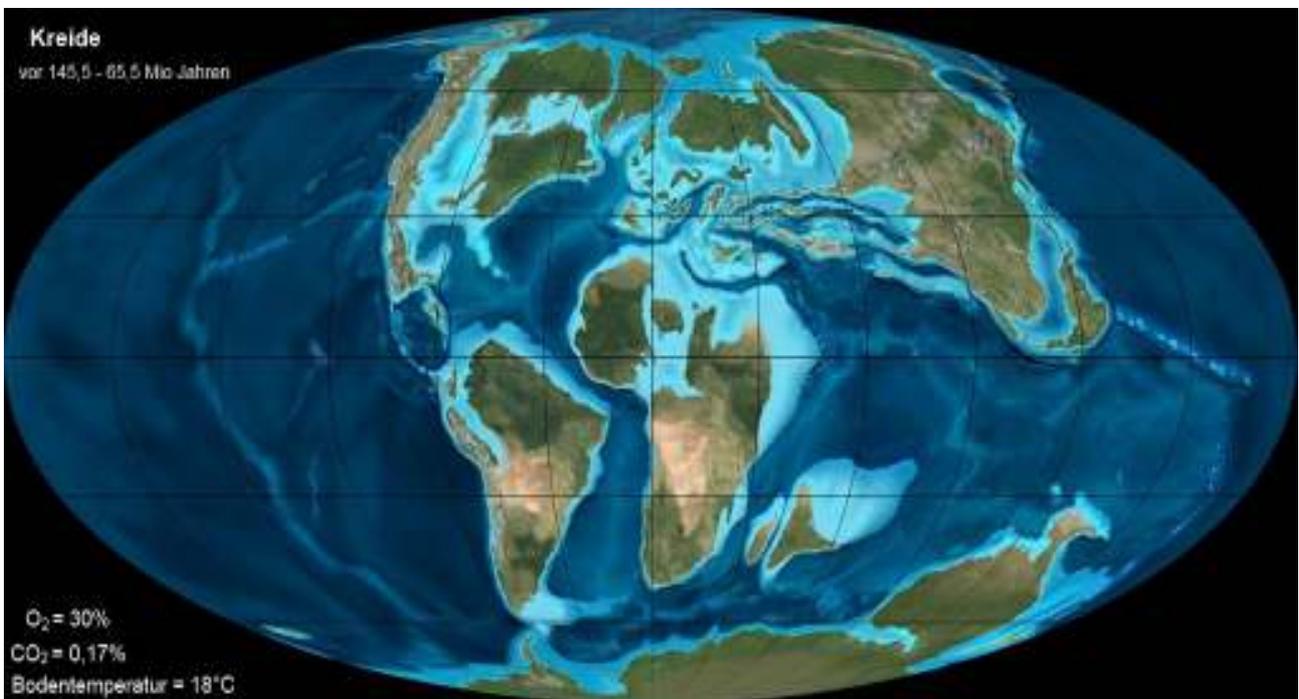
Eisensteingeode in Kalkstein eingebettet. Gesehen auf Mallorca.



Typische Stücke „Bülten-Adenstedter Erz“



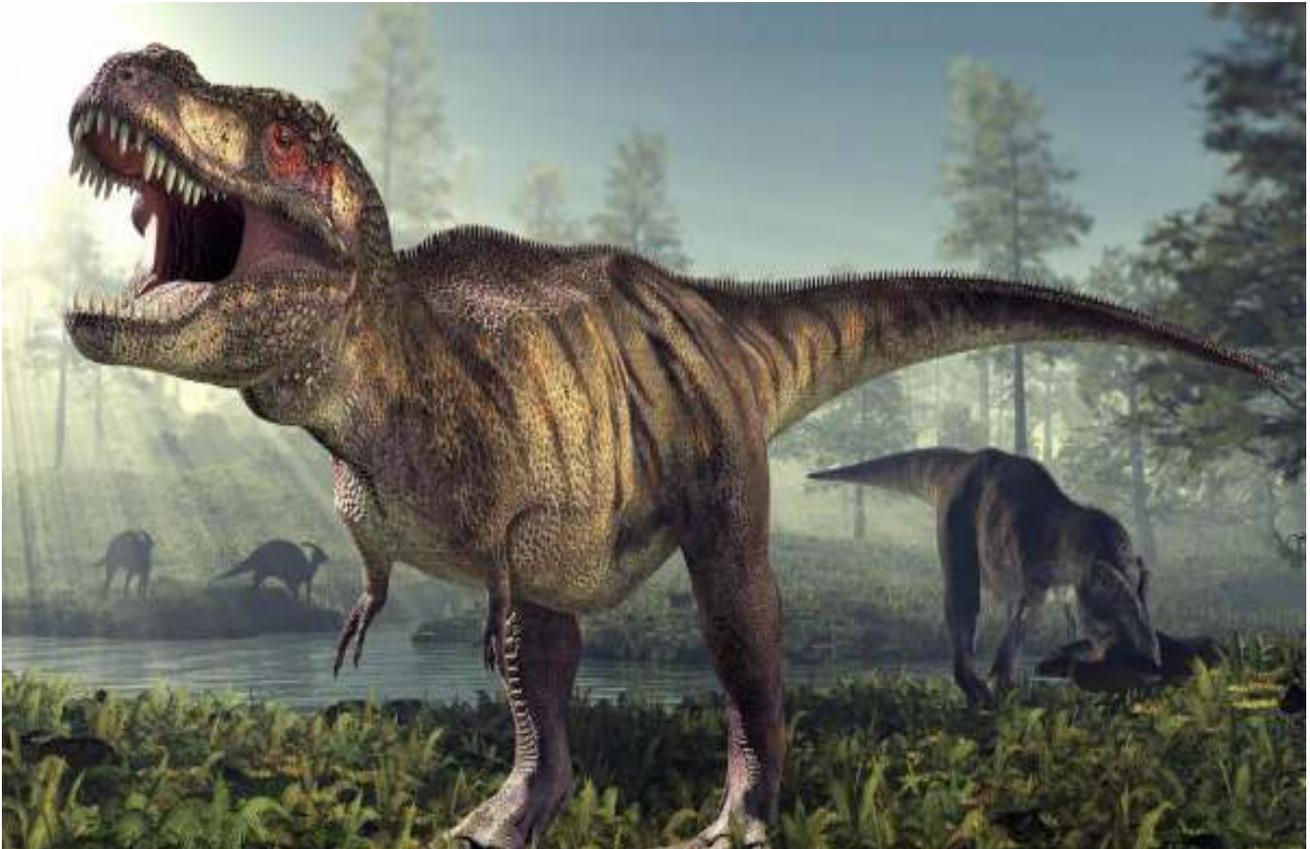
Seltene Stücke mit eingelagerten Groutit (Manganoxyd schwarz)



Gegen Ende der Kreidezeit.

Der atlantische Ozean öffnet sich weiter und die Kontinente machen sich auf Wanderschaft in Richtung der heutigen Lage. Die Dinosaurier sind die dominierenden Tiere in allen Lebensräumen. Am Ende der Kreide leben ihre gewaltigsten Formen, riesige Sauropoden, Carno- und

Pterosaurier, Ceratopsier und Ankylosaurier . Zu dieser Zeit bereiten sich die Säugetiere schon auf ihren nun folgenden Siegeszug vor, Beuteltiere und Insektenfresser sind aus der oberen Kreide fossil überliefert. Die Pterosaurier müssen sich den Luftraum bereits mit den Vögeln teilen, ihre Blütezeit ist Mitte der Kreide vorbei.



Tyrannosaurus Rex

Am Übergang von der Kreide zum Tertiär ändert sich alles schlagartig. Das Große Sterben beginnt. Alle Saurier mit Ausnahme der Krokodile, alle Meeresreptilien und alle Flugsaurier sterben aus. Aus den Meeren verschwinden Ammoniten und Belemniten. Wahrscheinliche Ursache ist der Einschlag eines ca. 10 km großen Asteroiden im Bereich der Yukatan-Halbinsel mit den katastrophalen Folgen für die Pflanzen- und Tierwelt. Doch sind die Belege für diese Theorie noch unbefriedigend. Wahrscheinlicher ist das Zusammenwirken mehrerer Ursachen. So könnte durch den Aufprall des Asteroiden noch zusätzlich verstärkt Vulkanismus eingesetzt haben, der zusätzlich für eine Verschlechterung der Lebensbedingungen geführt hat.

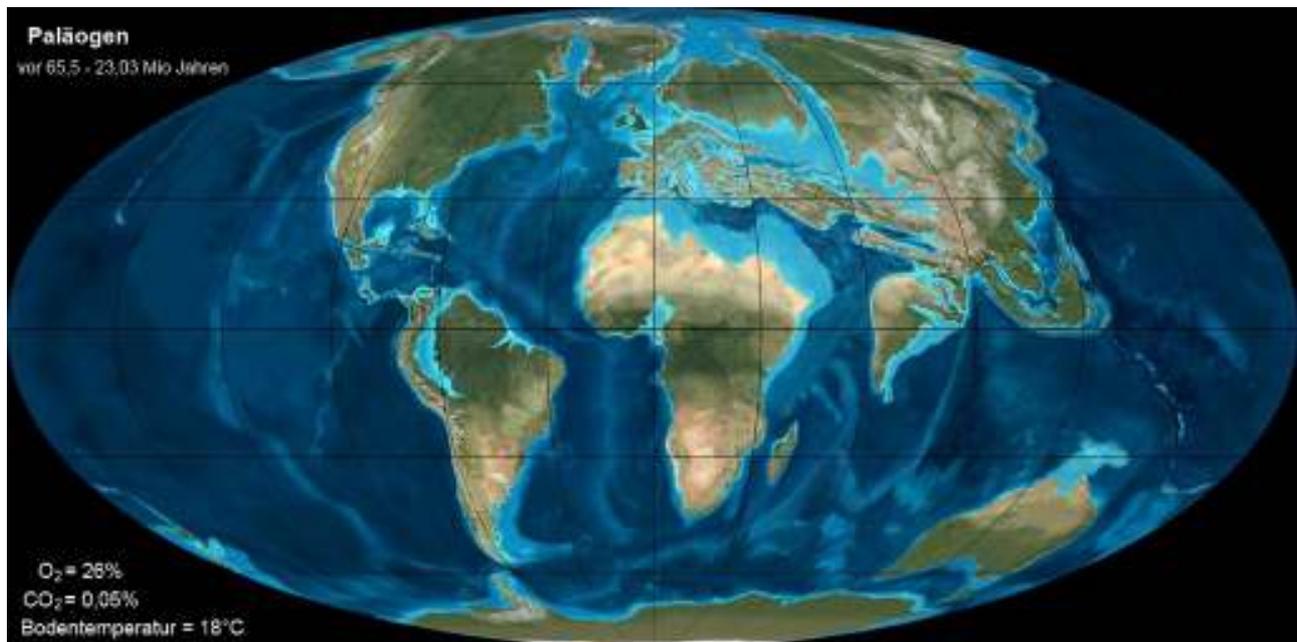
Das Kano- od. Neozoikum, Erdneuzeit: 65 Millionen Jahre bis heute Tertiär und Quartär

Tertiär: 65 Millionen Jahre bis 2,5 Millionen Jahre

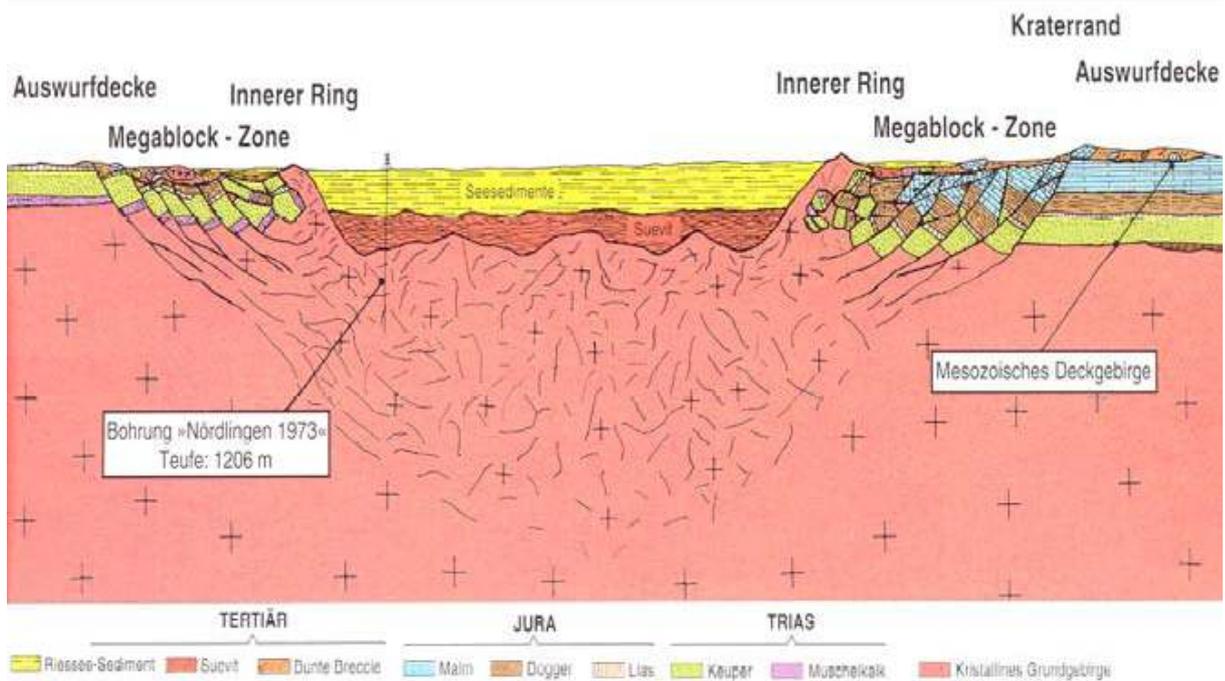
Die Kontinentaldrift verlangsamt sich. Mit der Aufschiebung Afrikas auf Europa falten sich die Alpen auf. Indien trifft auf Asien und der Himalaja entsteht. Die TETHYS wird damit geschlossen, als klägliches Rest bleibt das Mittelmeer.

Mit der Gebirgsbildung kommt es vielerorts zu intensivem Vulkanismus in Europa. Kaiserstuhl, Vogelsberg und Rhön entstehen. In den Vorsenken der Hoch- und Mittelgebirge sowie im Bereich breiter Küstenmoorstreifen entstehen aus ausgedehnten Wäldern unter subtropischen und tropischen Klimaverhältnissen große Braunkohlelagerstätten.

Im Verlauf des Tertiär wird das Klima immer kälter. Die Pflanzenwelt passt sich an, Laub und Nadelbäume dominieren. Das Leben auf dem Land hat sich grundlegend verändert. Die durch das Aussterben der Dinosaurier freigewordenen Lebensräume eroberten die Säugetiere in kürzester Zeit. Von den einstigen Riesen ist nicht viel übrig geblieben. Krokodile, Eidechsen, Schlangen und Schildkröten sind die Überreste der über 170 Millionen Jahre herrschenden Gruppe.



Vor 14,7 Millionen Jahren wurde Süddeutschland durch den Einschlag zweier kosmischer Körper erschüttert. Es entstanden zwei Meteorokrater, die heute noch in der Landschaft sichtbar sind: das Nördlinger Ries und das Steinheimer Becken. In beiden wurde durch die Gewalt des Einschlages große Mengen an Gestein ausgesprengt und als Ringwall abgelagert. Danach füllten sich die Becken mit Wasser, es entstanden See-Ablagerungen, deren eingebettete Fossilien die damalige Lebewelt dokumentieren.



Das Nördlinger Ries

Quartär: 2,5 Millionen Jahre bis heute.

Das Quartär ist das Zeitalter der Eiszeiten. Aus einem kalten Grundklima heraus bildeten sich periodisch Eiszeiten (Glaziale) und relative Warmzeiten (Interglaziale) aus. Die Eiszeiten waren geprägt durch eine starke Vergletscherung des Festlandes. Der Meeresspiegel sank durch die Einbindung des Wassers in die Gletscher erheblich ab. Die letzten vier quartären Eiszeiten sind geologisch sehr gut dokumentiert. Sie wurden im Alpen- bzw. norddeutschen Raum nach Flüssen benannt, die im Allgemeinen die weiteste Ausdehnung der jeweiligen Eisschilde angeben.

Man unterscheidet zwischen:

- Günz- bzw. Menap- Eiszeit vor 640 - 540 Tsd. Jahren
- Mindel- bzw. Elster - Eiszeit vor 475 - 370 Tsd. Jahren
- Riss bzw. Saale - Eiszeit vor 230 - 130 Tsd. Jahren
- Würm- bzw. Weichsel- Eiszeit vor 115 - 10 Tsd. Jahren



Eisverbreitungsgebiet der Elster-, Saale- und Weichsel-Eiszeit

Die Weichsel-Eiszeit drang nicht mehr so weit vor wie die beiden Vorherigen. Von den drei Gletschervorstößen überquerte keine mehr die Elbe. Allerdings prägten sich vor den Gletscherzungen in Mitteleuropa riesige eiszeitliche Tundren und Kaltsteppen aus.



Die Tier- und Pflanzenwelt passte sich den klimatischen Verhältnissen an, die Säugetiere entwickelten sich zu den heutigen Arten, die Pflanzenwelt war geprägt durch Laubbäume. Zu Beginn des Quartär erschienen die ersten Menschen auf der Bildfläche.



Homo sapiens neanderthalensis lebte vor 200.000 – ca. 30.000 Jahren. Er wurde vom Homo sapiens sapiens verdrängt.

Vor 10.000 Jahren begann der Mensch so zu dominieren, dass er das erste Lebewesen in der Erdgeschichte wurde, das aktiv in deren Verlauf eingreifen kann. Dies geschieht mit der fortschreitenden Bevölkerungsdichte immer rascher. Prozesse wie Klimawechsel oder Änderung der Zusammensetzung der Erdatmosphäre, die in der Erdgeschichte lange Zeiträume beanspruchten, schafft der Mensch durch seine technischen Errungenschaften in kürzester Zeit in Gang zu setzen. Bleibt zu hoffen, dass sich daraus keine Katastrophe entwickelt.

Quellenangaben:

<http://www.planet-wissen.de/>
<http://www.histokomp.de/erdgeschichte-inhalt.php>
<http://www.urweltmuseum.com/erdgeschichte.php>
<http://www.astro.ruhr-uni-bochum.de/huette/leben/inhalt.html>
<http://www.astrolink.de/p012/p01201/index.htm>
<http://www.mondatlas.de/chronologie/mondchronologie.html>
<http://www.erdgeschichte.de.vu/>
<http://hera.ph1.uni-koeln.de/~ossk/Myself/sternentstehung.pdf>
http://www.astrolink.de/p012/p01202/p0120201001_08.htm
<http://lexikon.astronomie.info/erde/geschichte.html>
<http://www.takimo.de/lexikon/urerde1>
<http://www.geologie.ac.at/RockyAustria/images/>
http://www.elder.de/Geologie/Allgemeine_Geologie/
http://de.wikipedia.org/wiki/Pal%C3%A4o/Geologische_Zeitskala
http://www.bgr.bund.de/nn_322990/DE/Themen/GG_Palaeontol/
<http://www.meinmineraliensammlung.de/galerie/niedersachsen/>
http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C42752693_L20.pdf
<http://www.naturkundemuseum-bw.de/stuttgart/ausstellung>

Diese Ausarbeitung dient keiner kommerziellen Nutzung sondern wurde ausschließlich zu Informationszwecken bei unserem Astro-Stammtisch benutzt. Etwaige Copyright-Verletzungen wären unbeabsichtigt, der Verfasser bittet dies zu Entschuldigen.