

Evolutionsweg.de

4100 Millionen Jahre auf 1000 Metern



Ein Wanderweg, der
zum Nachdenken anregt

Der Lehrpfad

Dieser Lehrpfad zur Evolution stellt die wichtigsten Stationen der **4100 Millionen Jahre langen Geschichte des Lebens** dar. Von den ersten Lebensspuren bis heute ist er 1000 m lang.

In diesem Maßstab entspricht ein Meter einer Zeitspanne von 4,1 Millionen Jahren, bzw. 1 mm 4100 Jahren, also etwa der Zeit, die seit dem Bau der ägyptischen Pyramiden vergangen ist.

Auf **20 Schildern** sind bedeutende Entwicklungen oder Ereignisse in der Evolution beschrieben. Dabei stellen die Wegpunkte nicht die direkte Entwicklung vom Beginn des Lebens bis zu uns Menschen dar. Vielmehr greifen sie Fossilfunde zu wichtigen Entwicklungen aus dem großen und intensiv verzweigten Evolutionsbaum heraus, die unsere Welt, wie wir sie heute vorfinden, stark geprägt haben, oder ohne die es uns Menschen hier auf der Erde nicht gäbe.

Jeder Schritt lässt erspüren, wie viel Zeit das Leben auf der Erde brauchte, sich zu entwickeln.

Obwohl bei weitem nicht alle bedeutenden evolutionären Errungenschaften dargestellt werden können, wird deutlich, dass sich Entwicklungen in ständig kürzeren Zeitabständen vollzogen.

Ein QR-Code auf jedem Plakat ermöglicht die Verbindung zur Webseite evolutionsweg.de, wo ausführliche Erklärungen zur jeweiligen Station hinterlegt sind.

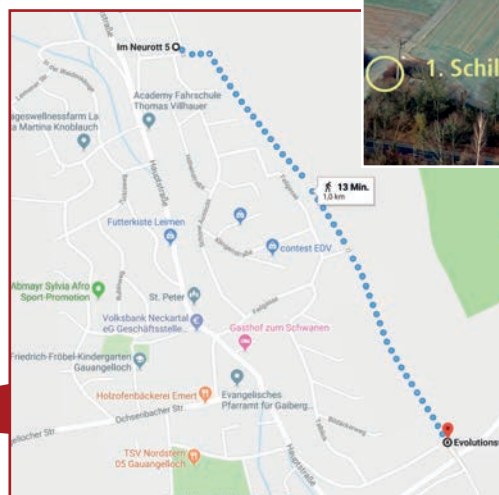
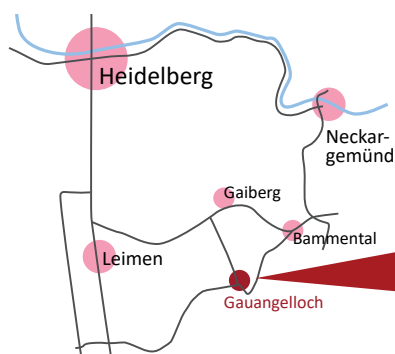
Der Weg ist bestens für **Exkursionen von Schulklassen und Vereinen** geeignet.

Die Wegpunkte

- Die Entstehung der Erde
- Erste Spuren des Lebens
- Erste Cyanobakterien
- Photosynthese
- Zellen mit Zellkern (Eukaryoten)
- Stütz- und Schutzskelette
- Wirbeltiere
- Landgang der Pflanzen
- Kieferbildung der Wirbeltiere
- Landgang der Wirbeltiere
- Stützskelett der Pflanzen
- Abbau von Pflanzenskeletten
- Saurier
- Entstehung der Säugetiere
- Blütenpflanzen
- Zeitalter der Säugetiere
- Menschenartige (Hominiden)
- Menschen (Hominine)
- Moderne Menschen (Homo sapiens)



Am 21.1.2019 wurde der Evolutionsweg in **Leimen-Gauangelloch** eröffnet.



Die Eröffnung

Die Eröffnung des Evolutionswegs in Leimen stieß auf sehr großes Interesse in der Öffentlichkeit wie auch bei den regionalen Medien.



Am Startpunkt des Weges. v.l.n.r.: Karl Klein, Dr. Michael Schmidt-Salomon, Hans D. Reinwald, Dirk Winkler.

Der Oberbürgermeister der Stadt Leimen, **Herr Hans D. Reinwald**, würdigte den Lehrpfad als große Attraktion für die Stadt und **Herr Karl Klein** (MdL) wies auf die Wichtigkeit hin, der Bevölkerung die Ergebnisse der Wissenschaft verständlich zu vermitteln. Der Lehrpfad füge sich in das Bildungskonzept des Landes Baden-Württemberg ein.

In seinem Grußwort bezeichnete der Vorstandssprecher der Giordano-Bruno-Stiftung (gbs), **Dr. Michael Schmidt-Salomon**, die Evolutionstheorie als den wichtigsten Baustein des modernen Weltbildes, da sie uns hilft zu begreifen, wer wir sind und woher wir stammen.

aus dem Grußwort von
Dr. Michael Schmidt-Salomon

„...Nicht zuletzt schärft die Evolutionstheorie unseren Blick für das, was wesentlich und was unwesentlich ist. Denn wer die Evolution wirklich verstanden hat, der begreift auch, dass Religionen, Nationen, Völker bloß vorübergehende Konstrukte sind, die eine fundamentale Tatsache des Lebens tragischerweise oft verdecken, nämlich dass uns Menschen untereinander sehr viel mehr verbindet als trennt. ...

Möge dieser Evolutionsweg nicht der letzte seiner Art sein, sondern sich als fruchtbarer „Genpool“ erweisen, aus dem viele neue Generationen erwachsen. Ich hoffe sehr, dass dies nur der Anfang ist und mit der Zeit an vielen anderen Orten ähnliche Wege entstehen. Denn immerhin: Die Evolution ist überall – nicht bloß hier in Leimen...“



Videoaufnahme der Eröffnung





Tafeln entlang des neuen Lehrpfades im Leimener Stadtteil Gauangelloch informieren über das Thema der Evolution. Die Einweihung stieß auf große Interesse. Fotos: Geschwill (2) / Priebe

4,1 Milliarden Jahre auf einem Kilometer

Gauangellocher Lehrpfad zur Evolution eingeweiht – 20 Infotafeln informieren Spaziergänger über die Geschichte des Lebens

Von Sabine Geschwill

Leimen-Gauangelloch. Forschung und Wissenschaft sollten nicht hinter Labortüren stattfinden, sondern zu den Menschen gebracht werden. Dafür setzt sich die Giordano-Bruno-Stiftung (gbs) ein. Und deshalb legte die Stiftung mit der Unterstützung vieler Sponsoren im Stadtteil Gauangelloch einen „Evolutionweg“ an. Inmitten herrlicher Natur ist ein Lehrpfad zur Evolutionsgeschichte zum Erwandern entstanden. 20 Infotafeln informieren auf einer Länge von 1000 Metern über die Entstehung der Erde und die Geschichte des Lebens. Der Lehrpfad stellt die wichtigsten Stationen der 4100 Millionen Jahre langen Evolutionsgeschichte dar. Ein Meter Spazierweg entspricht also einer Zeitspanne von 4,1 Millionen Jahren.

Die Giordano-Bruno-Stiftung versteht sich als Denkfabrik für Humanismus und Aufklärung, der sich viele renommierte Wissenschaftler, Philosophen und Künstler angeschlossen haben. Sie vertritt die Position des Evolutionären Humanismus. Alle Vorgänge im Universum sind nach dessen Ansicht natürlichen Ursprungs. So auch die Evolution. Die Regionalgruppe der säkularen Humanisten der Giordano-Bruno-Stiftung Rhein-Neckar hat es sich zur Aufgabe gemacht, den Vorgang der Entwicklung des Lebens auf der Erde für die Menschen ver-

ständlich, begreifbar und nachvollziehbar zu machen.

Und so entstand der Evolutionweg. Auf Infotafeln, beginnend an der Brücke über die Reilheimer Straße und entlang des Römerwegs, sind bedeutende Entwicklungen und Ereignisse der Evolution beschrieben. Jeder Schritt lässt erspüren, wie viel Zeit das Leben auf der Erde brauchte, um sich soweit zu entwickeln, bis mit dem Menschen Lebewesen entstanden, die Pyramiden bauen und zum Mond fliegen. Die Kernaussagen des informativen Spazierwegs: Evolution findet überall statt, wo es Leben gibt. Und: Die Menschen von heute sind die Neandertaler von morgen.

Die Einweihung des Lehrpfades stieß auf großes Interesse. „Viele haben mitgeholfen, diesen Lehrpfad in die Tat umzusetzen“, freute er sich Dirk Winkler vom Vorstand der Giordano-Bruno-Stiftung Rhein-Neckar. Der Evolutionswanderweg sei einmalig in der Region und reiche in seiner Bedeutung weit über die Gren-



Weihen den Lehrpfad ein (v.l.): Landtagsabgeordneter Karl Klein, Dr. Michael Schmidt-Salomon, Oberbürgermeister Hans D. Reinwald und Dirk Winkler von der Giordano-Bruno-Stiftung.

genzwinkern hervor. „Der Lehrpfad zeigt, dass wir alle vom Affen abstammen.“

Bei der Einweihung dankte Oberbürgermeister Hans D. Reinwald den Ideengebern und Sponsoren. „Für Leimen ist dieser Weg eine große Attraktion.“ Vor allem für Kindergärten und Schulen sei der Lehrpfad hochinteressant, um die Ereignisse der Evolutionsgeschichte und die enormen Zeiträume sichtbar und begreifbar zu machen.

Landtagsabgeordneter Karl Klein machte auch im Namen seiner Kollegin Claudia Martin deutlich: „Wissenschaft muss nach außen gehen, um Menschen aufzuklären.“ Dieser Lehrpfad sei dafür das beste Beispiel. Zugleich würden die Schautafeln dazu anregen, sich mit dem Schutz und Erhalt der Erde und ihrer Lebewesen auseinanderzusetzen.

Seine Gedanken zur Geschichte des Lebens gab Dr. Michael Schmidt-Salomon, Philosoph und Schriftsteller, den Teilnehmern der Lehrpfad-Einweihung mit auf den Weg. Er war der Ansicht, dass man nicht früh genug anfangen könne, sich mit dem Thema Evolution zu beschäftigen. Man sollte zusammen mit der Wissenschaft den Blick auf das unendliche Universum richten, um die große Geschichte des Lebens zu begreifen. Führungen entlang des Lehrpfades und Erläuterungen hielten für die vielen Interessierten Dr. Karl-Heinz Büchner und Prof. Dr. Robert Brenner bereit.

zen Leimens hinaus, betonte er. Möglich wurde die Errichtung des Lehrpfades durch einen Antrag der örtlichen FDP. Deren Stadtrat Gerhard Scheurich vermittelte als Mitglied der Humanistischen Interessensgemeinschaft Leimen den Kontakt zur Giordano-Bruno-Stiftung.

Im Dezember 2017 gab der Gemeinderat einstimmig grünes Licht für den Evolutionslehrpfad. Der Umsetzung inmitten Gauangellochs herrlicher Natur stand nichts mehr im Wege. Als Vertreter der Evolutionstheorie stellte Winkler au-

Link zum Bericht auf der Website der RNZ:

<https://bit.ly/2GgaqZ0>

Die Darstellung der **evolutionären Entwicklung** wird ergänzt um Informationen zu den **kontinentalen und klimatischen Gegebenheiten** in dem betreffenden Zeitalter.

Die exklusiven Motive sind auf wetterfestes, stabiles Aluminium-Dibond gedruckt und auf rostfrei verzinkte Vierkantrohre montiert.

Evolutionsweg.de

gbs Rhein-Neckar
Säkulare Humanisten
Tel.: 06236 4892540
gbs-rhein-neckar.de

Die Entstehung der Erde

4600 Millionen Jahre
oder **1122 Meter**
vor heute

Zeitalter: Hadaikum

Nach allem was wir wissen, hat sich die Erde vor 4,6 Milliarden Jahren zusammen mit der Sonne und den anderen Planeten als glühender Feuerball aus einer heißen Gaswolke gebildet. Das Universum selbst ist da bereits 9,2 Milliarden Jahre alt. Sein Entstehungszeitpunkt läge damit etwa 2,2 km vor diesem Schild. Irgendwo auf dem Weg zum nächsten Schild setzt die chemische Evolution ein, die abiotische Bildung größerer Moleküle aus den Bestandteilen der Ursuppe. Am nächsten Schild geht sie in die biologische Evolution über. Dort, in nur 122 Metern Entfernung, beginnt die Entwicklung des Lebens – die Evolution.

Bereits 500 Mio. Jahre nach der Entstehung unseres Sonnensystems sind erste Spuren von Leben auf der Erde nachweisbar. Dies lässt vermuten, dass unter geeigneten Bedingungen die Entstehung von Leben nicht so unwahrscheinlich ist, wie lange Zeit angenommen.



Die Erde ist extrem heiß. Nach Abklingen des Meteoritenbeschusses kühlt sie soweit ab, dass eine dünne Kruste entsteht. Durch Vulkanismus und Ausgasung bildet sich eine erste Atmosphäre, noch ohne Sauerstoff. Etwas flüssiges Wasser kondensiert aus ausgasendem Wasserdampf.



Die Schilder

Evolutionsweg.de

4100 Millionen Jahre auf 1000 Metern



Dieser **Lehrpfad zur Evolution** stellt die wichtigsten Stationen auf der Erde dar. Von den ersten Lebensspuren bis heute ist der Weg 1000 m lang.

Mit jedem Meter, mit jedem großen Schritt überwindest du gut **4 Millionen Jahre**, jeder Millimeter steht für ca. 4000 Jahre, also die Zeit, die seit dem Bau der Pyramiden in Ägypten bis heute verging.

Fühle mit jedem Schritt, wie viel Zeit das Leben auf der Erde brauchte, sich zu entwickeln, bis – vor vergleichsweise sehr kurzer Zeit – mit uns Menschen Lebewesen entstanden, die Pyramiden bauen und zum Mond fliegen können.

Die einzelnen Punkte des Weges stellen nicht die direkte Entwicklung vom Beginn des Lebens bis zu uns Menschen dar. Vielmehr greifen sie Fossilfunde zu wichtigen Entwicklungen und Ereignissen aus dem großen und intensiv verzweigten Evolutionsbaum heraus, die unsere Welt, wie wir sie heute vorfinden, stark geprägt haben, oder ohne die es uns Menschen hier auf der Erde nicht gäbe.



Die Entstehung der Erde

4600 Millionen Jahre
oder 1122 Meter
vor heute

Zeitalter: Hadaikum

Nach allem was wir wissen, hat sich die Erde vor 4,6 Milliarden Jahren zusammen mit der Sonne und den anderen Planeten als glühender Feuerball aus einer heißen Gaswolke gebildet. Das Universum selbst ist da bereits 9,2 Milliarden Jahre alt. Sein Entstehungszeitpunkt läge damit etwa 2,2 km vor diesem Schild. Irgendwo auf dem Weg zum nächsten Schild setzt die chemische Evolution ein, die abiotische Bildung größerer Moleküle aus den Bestandteilen der Ursuppe. Am nächsten Schild geht sie in die biologische Evolution über. Dort, in nur 122 Metern Entfernung, beginnt die Entwicklung des Lebens – die Evolution.

Bereits 500 Mio. Jahre nach der Entstehung unseres Sonnensystems sind erste Spuren von Leben auf der Erde nachweisbar. Dies lässt vermuten, dass unter geeigneten Bedingungen die Entstehung von Leben nicht so unwahrscheinlich ist, wie lange Zeit angenommen.



Die Erde ist extrem heiß. Nach Abklingen des Meteoritenbeschusses kühlt sie soweit ab, dass eine dünne Kruste entsteht. Durch Vulkanismus und Ausgasung bildet sich eine erste Atmosphäre, noch ohne Sauerstoff. Etwas flüssiges Wasser kondensiert aus ausgasendem Wasserdampf.



Erste Spuren des Lebens

4100 Millionen Jahre
oder 1000 Meter
vor heute

Zeitalter: Hadaikum

Auf der mit 500 Millionen Jahren noch sehr jungen Erde geht die chemische Evolution in die biologische Evolution über. Damit beginnt die Entwicklung des Lebens.

Das Leben entsteht im Wasser und breitet sich auch dort aus. Ur-Zellen beginnen sich zu vermehren. Sie geben ihr Erbgut an ihre Nachkommen weiter. Dabei verändert es sich zuweilen und unterliegt der natürlichen Auslese.

Versuche, dir während der Wanderung von Station zu Station bewusst zu machen, wie unvorstellbar lang 4100 Millionen Jahre sind.

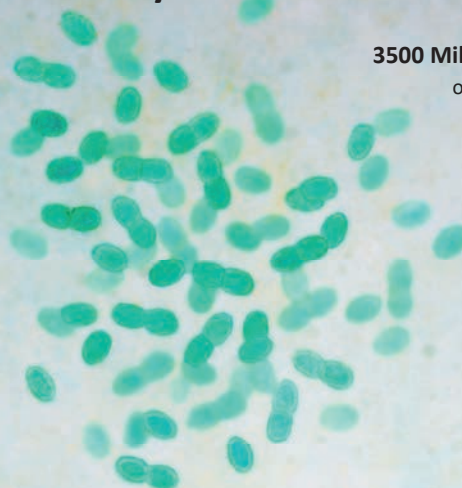
Die erste Atmosphäre besteht aus ca. 80 % Wasserdampf, 10 % Kohlendioxid sowie Schwefeldioxid, Stickstoff und anderen kleinen Molekülen (Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlenmonoxid, Methan, Ammoniak). Durch Abkühlung kondensiert der Wasserdampf. Dauerregen und die Bildung der Ozeane sind die Folge.



Erste Cyanobakterien

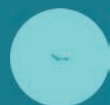
3500 Millionen Jahre
oder 854 Meter
vor heute

Zeitalter: Archaikum



Vorläufer der Cyanobakterien (früher Blaualgen genannt) sind die ersten Zellen, deren Spuren in alten Gesteinen nachweisbar sind. Durch ihre Zellmembran waren sie bereits in der Lage, den Stoff- und Energieaustausch mit ihrer Umgebung zu regulieren.

Auch Kalkausfällungen (Stromatolithen) anderer Mikroorganismen sind aus dieser Zeit nachweisbar.



Das ursprünglich in der Atmosphäre vorhandene Kohlendioxid löst sich in den Ozeanen und wird dort zum Aufbau der Biomasse genutzt. Damit besteht die Atmosphäre fast nur noch aus Stickstoff. Sauerstoff ist noch nicht vorhanden, entsprechend auch keine Ozonschicht, die vor UV-Strahlen schützt. Während dieser Periode könnte sich der erste Kontinent Ur gebildet haben.



Photosynthese

2500 Millionen Jahre
oder 610 Meter
vor heute

Zeitalter: Proterozoikum / Siderium

Zellen entwickeln die Fähigkeit, aus Sonnenlicht immer effizienter Energie zu gewinnen. Der entstehende Sauerstoff führt über Millionen von Jahren lediglich zur Bildung von wasserunlöslichen Metallsalzen in den Ozeanen. Es entstehen mächtige Bändererschichten, die wir noch heute abbauen.

Die Eisenkonzentration im Wasser sinkt, so dass freier Sauerstoff auftritt. Der ist allerdings giftig: Das **erste große Aussterben** („Große Sauerstoffkatastrophe“) erfasst die meisten Arten. Organismen, die in sauerstofffreier Umgebung leben, bleiben unbehelligt. Neue Arten, die Sauerstoff vertragen oder damit sogar viel Energie gewinnen, breiten sich aus.



Erster Sauerstoff gelangt in die Atmosphäre, sein Anteil steigt stetig. Parallel dazu sinkt der Kohlendioxid-Gehalt. Die Erde ist überwiegend von Ozeanen bedeckt. Neben Ur überragen nur vereinzelt Vulkankegel oder angehobene Erdschollen (Kratone) die Wasseroberfläche.



Zellen mit Zellkern (Eukaryoten)

1300 Millionen Jahre
oder 317 Meter
vor heute

Zeitalter: Proterozoikum / Ectasium

Gegen Ende dieses Zeitalters treten erstmals Zellen auf, die im Gegensatz zu Bakterien einen echten Zellkern besitzen, in dem ihre Erbsubstanz aufbewahrt ist. Dies schützt das Erbmateriale. Die Aufteilung des Zellinnenraums in mehrere Abteile ermöglicht zudem die Trennung verschiedener chemischer Reaktionen sowie die Anreicherung von Speicherstoffen.

Zu den ersten Zellen dieser Art zählen einzellige Rotalgen, die später auch das Land besiedeln werden.



Geologisch beginnt die Bildung des Superkontinents Rodinia. Während des 200 Mio. Jahre dauernden Ectasium kommt es durch CO₂-Verarmung der Atmosphäre wiederholt zu Eiszeiten. Diese Phasen, in denen die Landmassen dick mit Eis bedeckt sind, wechseln sich ab mit tropischen Perioden.



Stütz- und Schutzskelette

560 Millionen Jahre
oder 137 Meter
vor heute

Zeitalter: Neoproterozoikum / Ediacarium

Aus dieser Zeit stammen die ersten Fossilien von Anhäufungen miteinander verbundener Zellen. Durch die Verbindung legen sie die Grundlage für die Arbeitsteilung unter den Zellen und die Entwicklung von komplexeren Lebewesen.

Strukturproteine geben den sich rasch entwickelnden Lebewesen Form und Halt. Durch Einlagerung von Kalk in die Skelette entstehen feste Panzer, die die Organismen nicht nur stützen, sondern auch Schutz gegen Verletzungen bieten. Damit können größere Lebensformen entstehen. Viele grundlegende Baupläne von Lebewesen entstehen und existieren noch heute.



Die Verschiebung von Landmassen in Polnähe unterbricht den Zyklus aus abwechselnder Vereisung und Überhitzung der Erde. Der CO₂-Gehalt der Atmosphäre stabilisiert sich und damit auch die Temperatur.



Wirbeltiere

505 Millionen Jahre
oder 123 Meter
vor heute

Zeitalter: Paläozoikum / Kambrium

Der Sauerstoffgehalt im Meer steigt stark an, innerhalb von 5 – 10 Millionen Jahren entstehen die meisten Baupläne für die noch heute existierenden Lebewesen. Fische sind die ersten Lebewesen mit Innenskelett und flexibler Wirbelsäule. Sie sind „Zweiseitentiere“. Der Bauplan ist so erfolgreich, dass das Zeitalter der Fische beginnt. Die Grundlage für die Entwicklung aller anderen Wirbeltiere, auch des Menschen, ist damit gelegt.



Im Kambrium wird das Klima wärmer. Die Polkappen schmelzen, der Meeresspiegel steigt an, bis die Kontinente großenteils von flachen Meeren überflutet sind. Die Landmassen liegen überwiegend auf der Südhalbkugel. In ihrem Inneren erstrecken sich ausgedehnte Wüsten. Das Klima ist heiß und feucht.



Die Schilder

Landgang der Pflanzen

450 Millionen Jahre
oder 110 Meter
vor heute

Zeitalter: Paläozoikum / Ordovizium

Erste Pflanzen und in ihrem Gefolge Insekten erobern das Land, viele neue Arten entstehen. Es herrscht ein tropisches Klima, das die Pflanzen jedoch grundlegend verändern: Sie binden Kohlendioxid (Treibhausgas) aus der Atmosphäre, die Temperatur auf der Erde sinkt. Gleichzeitig steigt der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre. Auch die Chemie des Meeres verändert sich. Der Großkontinent Gondwana driftet über den Südpol. Alles zusammen löst das **zweite große Artensterben** der Erdgeschichte aus.



Der Superkontinent Gondwana bildet eine große Landmasse auf der Südhalbkugel. Weiter nördlich nähern sich Laurentia und Baltica einander an. Große Teile des Landes sind zunächst von flachen warmen Meeren bedeckt. Der Temperaturabfall durch den pflanzlichen Stoffwechsel führt zu einer neuen Eiszeit.



Kieferbildung der Wirbeltiere

420 Millionen Jahre
oder 102 Meter
vor heute

Zeitalter: Paläozoikum / Silur



Zu Beginn des Silur entwickeln die Wirbeltiere bewegliche Kiefer, die es ihnen erlauben, Nahrung zu ergreifen, festzuhalten und zu zerkleinern. So eröffnen sich den Kiefortieren völlig neue Ernährungsmöglichkeiten. Aus Knochenschuppen bilden sich Zähne, die auf den Kiefernändern, in der Mundhöhle oder im Schlund sitzen können. Diese Entwicklung ist so erfolgreich, dass es heute nur noch zwei kieferlose Wirbeltiergruppen gibt (Neunaugen und Schleimaale).



Nach dem Ende der Eiszeit zu Beginn des Silur herrscht ein warm-gemäßigtes Klima mit durchschnittlich ca. 17 °C. Der Sauerstoffgehalt steigt erstmals auf bis zu 14 %, während die CO₂-Konzentration unter 0,4 % sinkt. Die Landmassen Laurentia und Baltica verbinden sich zu Euramerika (Laurussia).



Landgang der Wirbeltiere

375 Mio. Jahre
oder 92 Meter
vor heute

Zeitalter: Paläozoikum / Devon



Mehrfache schnelle Veränderungen des Klimas und ein geringerer Sauerstoffgehalt im Wasser führen zum **dritten großen Aussterben**. Mit dazu bei trägt auch ein starker Anstieg des Vulkanismus, der vermutlich durch große Kontinentalverschiebungen hervorgerufen wird. Drei Viertel aller im Wasser lebenden Arten sind davon betroffen. Die Amphibien – Wirbeltiere, die Luft atmen und an Land leben können – erschließen sich das Land als neuen Lebensraum. Auch die ersten Quastenflosser treten auf – es gibt sie bis heute.



Flache warme Meere bedecken Teile der Kontinente. Das Klima ist zunächst warm, ähnlich wie heute in Europa. Später kühlen die Polargebiete allmählich ab. Besonders Südamerika, das nahe am Südpol liegt, ist davon betroffen.



Stützskelett der Pflanzen

350 Millionen Jahre
oder 85 Meter
vor heute

Zeitalter: Paläozoikum / Karbon



Pflanzen bilden die stabile Substanz Lignin als Stützgerüst und zum Schutz. Dieser Holzstoff ermöglicht sehr hohe Wuchsformen. Er kann noch für eine lange Zeit nicht von Mikroorganismen abgebaut werden. Die Pflanzen verfaulen nicht, sondern werden zu Kohle. Der CO₂-Gehalt der Luft sinkt, der Sauerstoffgehalt steigt. Deshalb können Insekten sehr groß werden und die neuen Wälder besiedeln.



Euramerika (Laurussia) und Gondwana kollidieren zu dem neuen Superkontinent Pangäa. In Euramerika herrschen tropische Bedingungen, während die am Südpol liegenden Landmassen von einer zunehmend dickeren Eisschicht bedeckt sind. Durch die Eisbildung sinkt der Meeresspiegel.



Abbau von Pflanzenskeletten

290 Millionen Jahre
oder 71 Meter
vor heute

Zeitalter: Paläozoikum / Perm

Einige Pilze entwickeln die Fähigkeit, Lignin abzubauen. Vulkanausbrüche, großflächige Kohlebrände und der Ligninabbau senken den Sauerstoff- und steigern den Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre. Ozeane versauern. Es kommt zu einem schnellen Temperaturanstieg (Treibhauseffekt). Das **vierte Massenaussterben** findet statt. Es ist das größte der Erdgeschichte. 95 % der Meeresbewohner und 75 % der landlebenden Organismen verschwinden. Mit dem Perm ist die Ära des Paläozoikum beendet und das Mesozoikum beginnt.



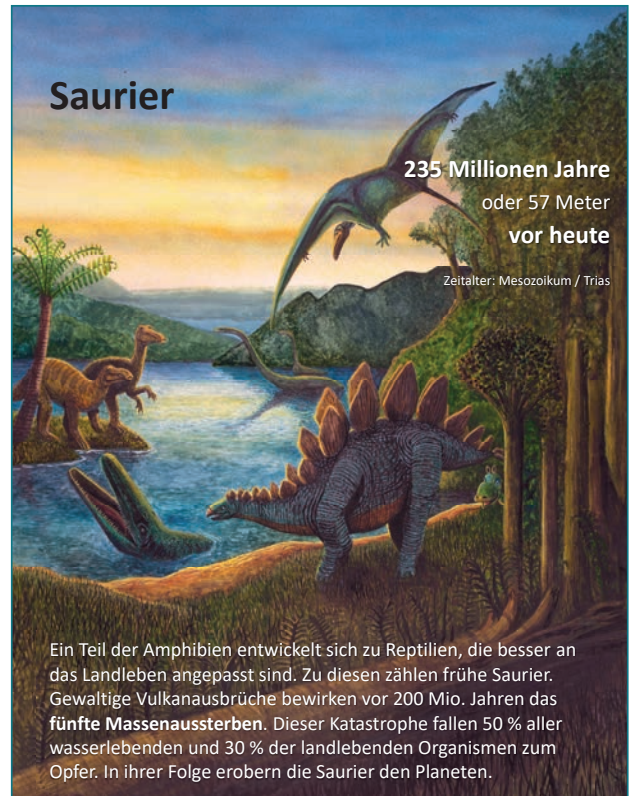
Das Klima wird immer trockener und kontinentaler. Es wird wärmer, die Gletscher über dem Südpol schmelzen, der Meeresspiegel steigt. Dies erfolgt in großen Schwankungen, die Kontinente werden wiederholt überflutet und fallen wieder trocken. Dadurch entstehen die großen Salzlagerstätten.



Saurier

235 Millionen Jahre
oder 57 Meter
vor heute

Zeitalter: Mesozoikum / Trias



Ein Teil der Amphibien entwickelt sich zu Reptilien, die besser an das Landleben angepasst sind. Zu diesen zählen frühe Saurier. Gewaltige Vulkanausbrüche bewirken vor 200 Mio. Jahren das **fünfte Massenaussterben**. Dieser Katastrophe fallen 50 % aller wasserlebenden und 30 % der landlebenden Organismen zum Opfer. In ihrer Folge erobern die Saurier den Planeten.



Das Klima ist heiß und trocken. Wüsten und trockene Ebenen prägen das Zentrum des Superkontinents Pangäa, nördlich und südlich finden sich ausgedehnte Waldflächen. Die Pole sind eisfrei. Am Ende der Trias beginnt Pangäa auseinanderzubrechen.



Entstehung der Säugetiere

200 Millionen Jahre
oder 49 Meter
vor heute

Zeitalter: Mesozoikum / Jura



Einige frühe Reptilienarten entwickeln sich weiter zu Säugetieren. Die ersten Säuger sind die Kloakentiere, die bis heute überlebt haben (Schnabeltier). Säugetiere sind vielseitiger als Reptilien: Mit Milchdrüsen füttern sie ihren Nachwuchs, ihr Fell hält sie warm, ihr Gehirn ist fortschrittlicher. Dadurch sind sie besonders anpassungsfähig. Allerdings beherrschen die Saurier die Welt, weshalb die Säugetiere zu dieser Zeit durchweg nachtaktiv sind.



Das Klima ist warm, es gibt keine großen Inlandeisflächen. Pangäa zerbricht wieder in Euramerika und den südlichen Großkontinent Gondwana. Am Ende des Jura zerbricht auch Gondwana. Wie schon während der Trias befindet sich auch im Jura kaum festes Land in Polnähe.



Blütenpflanzen

130 Millionen Jahre
oder 25 Meter
vor heute

Zeitalter: Mesozoikum / Kreide



Die Entwicklung der Blütenpflanzen hat vermutlich schon vor ca. 200 Mio. Jahren begonnen, indem es in einigen Pflanzen zu einer Vervielfachung ihres Erbmaterials kam. Weitere Veränderungen der vervielfachten Chromosomen führten zur Ausbildung von Blüten. Diese Entwicklung muss mehrmals stattgefunden haben, was die Vielzahl der grundlegenden Blütenbaupläne zeigt.

Die ältesten versteinerten Blütenpflanzen sind allerdings nur etwa 130 Mio. Jahre alt und sehr rar. Daher ist ihre Entwicklung schlecht erforscht. Möglicherweise haben sie sich aus Farnen entwickelt, die schon seit 400 Mio. Jahren nachweisbar sind. Blütenpflanzen haben bis heute Einfluss auf die Entwicklung der Insekten und umgekehrt.



Das Klima ist durchgehend warm. Das Land ist eisfrei, deshalb ist der Meeresspiegel hoch. Die Atmosphäre enthält 1,5-mal soviel Sauerstoff und 4-mal so viel CO₂ wie heute. Der Zerfall von Gondwana setzt sich fort. Australien trennt sich von Antarktika und Afrika von Südamerika, auch Indien spaltet sich ab.



Die Schilder

Zeitalter der Säugetiere

65 Millionen Jahre
oder 16 Meter
vor heute

Zeitalter: Känozoikum / Paläogen



Am Ende der Kreidezeit ereignet sich eine kosmische Katastrophe. Ein Meteorit schlägt in Mittelamerika ein und es kommt, vermutlich durch die Kontinentalverschiebung, zu gewaltigen Vulkanausbrüchen in Indien (Dekkan-Trapp). Es folgt ein dramatischer Temperaturabfall mit Kontinentalvereisung und Absinken des Meeresspiegels. Im dadurch ausgelösten **sechsten Massenaussterben** verschwinden die Saurier – mit Ausnahme der Vögel. Die vielseitigen Säugetiere erobern den ganzen Planeten.



Das Klima ist ca. 4 °C wärmer als heute, also subtropisch. Der Meeresspiegel ist deutlich höher, Sauerstoff- und CO₂-Gehalt der Luft ebenfalls. Über eine neue Landbrücke zwischen Afrika und Eurasien verbreiten sich deren Flora und Fauna. In Australien entwickeln sich Tiere und Pflanzen völlig anders.



Menschenartige (Hominiden)

18 Millionen Jahre
oder 4 Meter
vor heute

Zeitalter: Känozoikum / Neogen-Miozän



Eine Gruppe von Säugetieren entwickelt sich in Afrika zu tagaktiven, menschenartigen Affen. Sie sind die Vorfahren aller heute lebenden Gibbons und Menschenaffen und damit auch die Urahnen aller Menschen. Sie haben eine nur schwach pigmentierte Haut und ein relativ dünnes Fell. Der gegen die anderen Finger bewegliche Daumen ermöglicht den Gebrauch von Werkzeugen. Die nach vorn gerichteten Augen erlauben ein gutes räumliches Sehvermögen.



Durch den Zusammenstoß verschiedener Kontinentalplatten entstehen große Gebirge: Die Indische Platte drückt gegen die Eurasische Platte und führt zur Himalaya-Auffaltung. Auch die Afrikanische Platte drückt gegen die Eurasische Platte, es entstehen das Zagrosgebirge (Iran) und die Alpen.



Menschen (Hominine)

7 Millionen Jahre
oder 1,6 Meter
vor heute

Zeitalter: Känozoikum / Neogen-Miozän



Die Vorfahren der heutigen Menschen und alle ihre ausgestorbenen menschlichen Verwandten trennen sich in Afrika aus der Linie der Menschenartigen ab. Bis hierher lässt sich ein gemeinsamer Stammbaum aller Menschen zurückverfolgen. Zu diesen zählen z.B. Australopithecus afarensis (Lucy), Homo rudolfensis, Homo habilis, Homo erectus, Homo neanderthalensis und viele mehr.

Die Entwicklung des heutigen Menschen beginnt in Afrika. In mehreren Wellen breitet er sich nach Asien und Europa aus. Dabei kommt es immer wieder zur Durchmischung der Populationen.



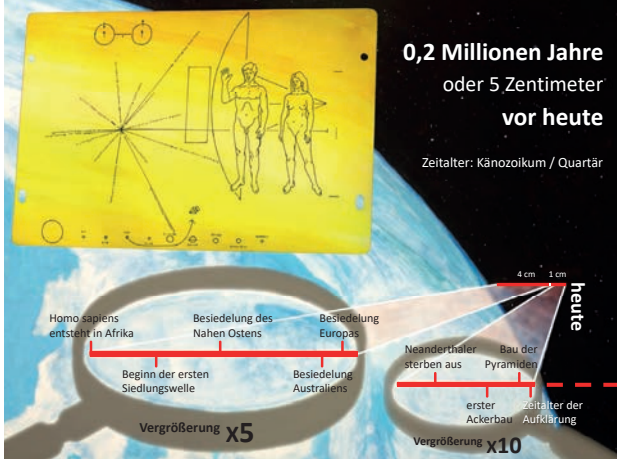
Die Lage der Kontinente zueinander entspricht im Wesentlichen der heutigen Situation. Auch die klimatischen Verhältnisse haben sich lediglich lokal verändert.



Moderne Menschen (Homo sapiens)

0,2 Millionen Jahre
oder 5 Zentimeter
vor heute

Zeitalter: Känozoikum / Quartär



Eine der Vorgängerarten des Menschen (Homo erectus) wandert vor 200000 Jahren nach Europa aus, wo sie sich zum Neandertaler entwickelt. In Afrika geht aus ihr der moderne Mensch (Homo sapiens) hervor, der vor 40000 Jahren nach Europa kommt. Dieser erobert mit seinen Werkzeugen und seiner Fähigkeit, das Feuer zu beherrschen, die Erde und wird zum heutigen Menschen. Er verändert die Umwelt stark und wird vermutlich zum **siebten großen Massenaussterben** der Erdgeschichte beitragen.



Niedrige Meeresspiegel erlaubten vor ca. 65000 Jahren die Besiedelung Australiens von Papua-Neuguinea aus. Vor ca. 15000 Jahren erlaubte der Eisrückgang auf dem amerikanischen Kontinent dessen Besiedelung über die Beringstraße. Heute verbreitet der globale Verkehr Tiere und Pflanzen über die ganze Welt.





Evolution findet nach wie vor überall statt, wo es Leben gibt!

Säkulare Humanisten gbs Rhein-Neckar e.V.



Ihr Ansprechpartner:
Dirk.Winkler@gbs-rhein-neckar.de

Tel.: 06236 / 489 25 40
info@gbs-rhein-neckar.de
Postfach 11 51, 69208 Eppelheim

Text und Layout: Marianne Mauch
Evoweg_Päsentationsmappe_Februar_2019