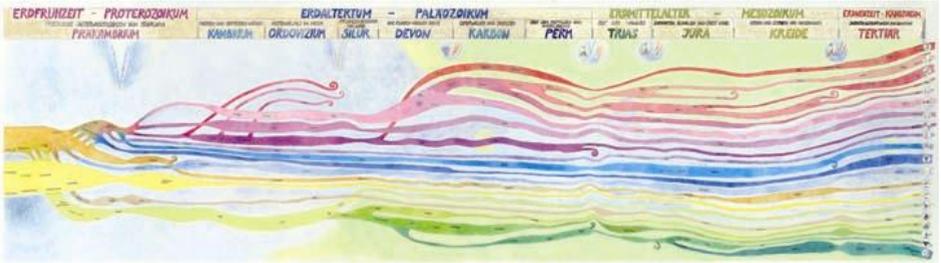


Zeitleiste: Linien des Lebens



Textgrundlage für eine
einführende Erzählung

Vorbemerkung: Quellen, Ziele, konzeptionelle Hinweise, Arbeitsmöglichkeiten

Die Teile der Erzählung zu Kambrium, Ordovizium, Devon, Perm, Trias, Kreide und Tertiär sind in Anlehnung an Birgit Hummlers Text aus dem Begleitheft für Kinder und Jugendliche zur Heilbronner Ausstellung „Katastrophen in der Erdgeschichte“ entstanden. Diese Ausstellung wurde von Dr. Wolfgang Hansch konzipiert, der auch das obige Heft und unsere Neukonzeption der Zeitleiste wissenschaftlich beraten hat. Die übrigen Hintergrundinformationen haben wir aus vielen Büchern und Artikeln aus dem Internet zusammengetragen, die wir hier nicht alle auflisten können. Bei der Darstellung der Lebensverhältnisse zur Zeit des Vendiums (Meeresgärten von Ediacara - oberstes Präkambrium) folgen wir dem Ansatz von Prof. Seilacher, Tübingen, der aber nicht unumstritten ist. Bei allen Dreien möchten wir uns für die Unterstützung sehr herzlich bedanken.

In unserer Unterrichtspraxis beginnen wir die Einführung in den Themenbereich „Entwicklung des Lebens“ meistens mit dem 4,6 Meter langen Erzählband „Entstehung der Erde und des Lebens“. Das ist ein leeres, farbiges Aquarell-Band. Während wir erzählen, stellen wir Tierfiguren und Pflanzen auf das Band und es entsteht ein einfaches Diarama der Geschichte des Lebens auf der Erde, der wir Modelle von Lebewesen während der Erzählung zuordnen. Die Erzählung ist die Grundlage für diese hier.

Die „Zeitleiste: Linien des Lebens“ soll einen tieferen Einblick in den Themenbereich anbahnen. Auch sie wird durch eine Erzählung eingeführt. Sie vergrößert die letzten 70 Zentimeter des Erzählbandes auf 3,45 Meter und ist auch für jüngere Grundschulkinder gedacht - als Einführung in die Paläontologie.

Den ersten Teil - zu den Bakterien und Ein- und Vielzellern - erzählen wir jüngeren Kindern anhand eines eigenständigen Materials. Wir wiederholen dieses nur kurz am Beginn der Zeitleiste. Wir erzählen dann, während die Zeitleiste nach und nach aufgerollt oder -geklappt wird.

Die Arbeit mit der Zeitleiste kann in die Arbeit mit biologischen und

geologischen Themen einmünden, denn sie wirft viele Fragen nach der Klassifikation, nach Lebensräumen und allgemeineren geographischen Fragen auf. Sie spannt aber auch indirekt die Frage nach der Stellung des Menschen und seiner Verantwortung für die Zukunft der Erde auf.

Erzählungen aufzuschreiben ist prinzipiell nicht unproblematisch, weil die dialogische Erzähl-Atmosphäre nicht vermittelt werden kann und der Eindruck entsteht, es handle sich um einen Vortrag. Erzählungen leben ja davon, dass sie lebendig und frei vorgetragen werden. Der folgende Text beschränkt sich auf das sachliche Grundgerüst der Erzählung. Wir haben recht ausführlich aufgeschrieben, damit man aus unterschiedlichen Aspekten auswählen kann. Mit Kindern soll die Erzählung kürzer sein. Mit ihnen verlaufen die Erzählungen immer unterschiedlich. Wir verweilen an bestimmten Stellen und kürzen andere.

Zu den Erdzeitaltern Trias und Jura erzählen wir regional bezogen, weil wir hier - vor unserer Haustür - die entsprechenden Spuren früheren Lebens aufsammeln können. Im Anschluss an die Erzählung können die Kinder im Rahmen der freien Arbeit selbständig mit der Zeitleiste arbeiten. Sie füllen die leere Zeitleiste mit den Abbildungen der Lebewesen und kontrollieren ihre Arbeit an der „kompletten Zeitleiste“. Sie können ihre Arbeit durch das Zuordnen von Diaramen ergänzen und natürlich die Fossiliensammlung unserer Klasse oder eine eigene zuordnen. Zum eigenständigen Nachvollziehen der Erzählung und zur Vertiefung der Informationen halten wir eine Zeitleisten-Kartei für sinnvoll.

I. Teil:

Erdurzeit

„Erinnerst du dich noch an das Erzählband von der „Entstehung des Lebens auf der Erde“? Es hatte damit begonnen, dass unsere Erde am Beginn eine glühende Kugel aus überwiegend heißen Gesteinen und Metallen war. Langsam kühlte sie sich ab und bekam eine sehr dünne, aber feste Kruste. In dieser Zeit, der Erd-Urzeit, gab es überall Vulkane, die enorme Mengen an Gasen und Wasserdampf in die Lufthülle der Erde transportierten. Als die Erdkruste so weit abgekühlt war, dass irgendwo der erste Wassertropfen auf dem Erdboden liegen bleiben konnte – ohne zu verdampfen, entstanden im Lauf der Zeit die ersten Gewässer der Erde: erst Pfützen, Bäche und Tümpel, dann Flüsse und Seen und schließlich die Meere und Ozeane.

Das Präkambrium - Bakterien verändern die Erde

In diesen Meeren entstand dann vor ungefähr 3 500 Millionen Jahren das Leben: Es begann mit den Bakterien, den *Archae-Bakterien* (Ur-Bakterien) und den *Eu-Bakterien* (normale Bakterien). *Archae-Bakterien* sind Bakterien, die an sehr heißen, vulkanischen Quellen und in salzigen und säurehaltigen Gewässern - aber auch in heutigen Komposthaufen leben können.

Eu-Bakterien dagegen leben von organischen Stoffen unter „normalen“ Umweltbedingungen. Es darf für die meisten von ihnen also nicht zu kalt, nicht zu heiß, nicht zu sauer und nicht zu salzig sein. Deshalb geht man davon aus, dass die *Eu-Bakterien* später als die *Archae-Bakterien* entstanden sind.

Die ersten Lebewesen brauchten keinen Sauerstoff zum Leben, sondern konnten sich zum Beispiel von Schwefel oder Kohlendioxid (CO₂) ernähren. Die Bakterien waren winzig klein – es gibt sie heute noch und man kann sie nur unter sehr guten Mikroskopen sehen. In einem Löffel voll heutiger Gartenerde leben ungefähr zehn Milliarden *Eu-Bakterien*! Obwohl sie so winzig waren, begannen sie mit einer ungeheuer großen Arbeit, die für die späteren Lebewesen sehr wichtig

war: Sie säuberten das Meerwasser vom vielen Kalk, der in die Meere hineingespült worden war, und schufen die ersten Kalkriffe. Dazu entnahmen sie dem trüben und giftigen Meerwasser den gelösten Kalk und lagerten ihn am Meeresboden ein. Wir können heute noch Versteinerungen dieser ersten Lebensspuren finden. Man nennt sie *Stromatolithen*.

Spätestens nach weiteren 1000 Millionen Jahren waren aus den Eubakterien die *Cyano-Bakterien* entstanden, die vom Sonnenlicht leben konnten. Im Nachhinein betrachtet war es für uns Menschen und alle anderen Lebewesen der Erde wieder ein großes Glück, dass diese Cyanobakterien entstanden waren, weil sie nämlich eine andere, für uns sehr wichtige Arbeit angepackt hatten: sie konnten Sauerstoff herstellen. Die Meere und auch die Atmosphäre waren in dieser Zeit nämlich voller Kohlendioxid (CO_2) und es gab an der Erdoberfläche nur wenig Sauerstoff (O_2). Weil in der Erdfrühzeit in den Ozeanen der Welt viel Eisen vorhanden war, verband sich der Sauerstoff, den die Cyanobakterien aus Wasser und Kohlendioxid produzierten, mit den freien Eisen-Teilchen und es entstanden die Eisenbänder-Erze der Erde. (Wir könnten heute keine Gegenstände aus Stahl herstellen und benutzen, wenn die Cyano-Bakterien diese Arbeit nicht getan hätten und eine „Eisenzeit“ mit Kelten, Römern und dem Mittelalter hätte es auch nicht gegeben). Nachdem sich alles freie Eisen der Weltmeere mit Sauerstoff verbunden hatte, also „verrostet“ war, blieb freier Sauerstoff übrig, der sich im Wasser anreicherte und auch in die Luft aufstieg. Durch die Arbeit der Bakterien wurden also die Meere klarer und die Luft blau.

„Leben“ bedeutet immer „Veränderung“. Deshalb entwickelten sich auch die Bakterien weiter. Vor etwa 1500 Millionen Jahren waren unzählige Bakterien-Arten entstanden und wir müssen ein neues Kapitel unserer Geschichte aufschlagen: Die Einzeller waren entstanden.

Einzeller schützen ihre Erbanlagen - die Erfindung der Sexualität

Wie das genau vor sich gegangen ist, wissen die Wissenschaftler noch nicht. Aber sie sind sich sicher, dass sich unterschiedliche Bakterienarten zu neuen, größeren Zellen zusammen-geschlossen hatten. (Endosymbiose). (Die meisten Einzeller sind aber immer noch sehr klein, auch sie kann man nur unter dem Mikroskop sehen.) Um zu verstehen, was da passiert war, musst du noch wissen, dass alle Zellen, also auch schon die Bakterien in ihrem Inneren eine Art Perlenkette haben. Die Perlen dieser Kette sind winzig klein, aber sie enthalten die gesamte Erbinformation, also die Bauanleitung für die Form und alle Stoffe einer neuen Bakterienzelle. Man nennt die Kette: DNA. Bakterien vermehren sich, in dem sie sich sehr häufig teilen - manche zum Beispiel alle 15 Minuten. Manchmal begegnen sie auch einer anderen Bakterie und verschmelzen mit ihr. Angenommen, es kommt eine gelbe Bakterie dahergeschwommen und trifft auf eine blaue. Die Beiden verschmelzen miteinander zu einer grünen. Die neue grüne Bakterie teilt sich nach 15 Minuten und alle weiteren „Kinder“ sind jetzt grün („Kind“ ist aber das falsche Wort, weil sich „die Elter“ ja aufgelöst hat).

Spätestens vor etwa 1,5 Milliarden Jahren geschah also vermutlich Folgendes: Eine Archae-Bakterie mit DNA-Faden hat sich mit einer Eu-Bakterie zusammengetan. Die Eu-Bakterie hat ihren eigenen DNA-Faden weggeschlossen und benutzt ihn nicht mehr zur Herstellung neuer Stoffe. Stattdessen arbeitet sie als kleines „Kraftwerk“ (Mitochondrium) der neuen Zelle weiter. Nur der DNA-Faden der Archae-Bakterie wird von der Zelle weiterbenutzt. Um ihn zu schützen, hat er eine eigene Hülle bekommen - man nennt die Hülle mit Inhalt den „Zellkern“.

Wenn die neue Zelle jetzt noch eine *spiralförmige Bakterie*, die sich wie ein Quirl durchs Wasser schrauben kann (eine Spirochäte) in sich aufgenommen hat, dann war ein sehr beweglicher Einzeller entstanden. Wenn der Einzeller von einer biegsamen Membran umgeben war, spricht man von einem tierischen Einzeller (Tiere haben eine elastische Zellhülle können sich bewegen und leben von anderen „lebendigen“

Stoffen). Wenn die neue Zelle aber zusätzlich eine Cyano-Bakterie in sich aufgenommen hat – also eine, die von Sonnenlicht lebt und aus Kohlendioxid Sauerstoff herstellen kann – dann war ein „pflanzlicher Einzeller“ entstanden. (Pflanzen sind „Sonnenfresser“, stellen aus Wasserstoff und CO₂ Stärke und Sauerstoff her und haben eine feste „Zellwand“.) (Eigentlich macht es aber noch keinen Sinn die Einzeller in Tiere und Pflanzen zu unterscheiden, weil manche von ihnen beides sein können: Wenn die Sonne scheint, dann leben sie vom Sonnenlicht, und wenn es dunkel ist, dann schwimmen sie mit ihren Geißeln zur nächsten Ansammlung von organischen („lebendigen“) Stoffen um die in sich aufzunehmen und zu „fressen“.)

Die ganz wichtige Erfindung der Einzeller für die weitere Entwicklung des Lebens auf der Erde war aber, dass sie ihre Erbanlagen im Zellkern schützen können. Viele Einzeller vermehren sich immer noch, indem sie sich einfach teilen. Ein anderer Teil vermehrt sich aber geschlechtlich, das heißt lateinisch „sexuell“. Das bedeutet, dass sie ihre Erbanlagen-Perlenketten verdoppeln und dann wieder teilen können. Die halbe DNA-Kette eines „männlichen“ Lebewesens vereinigt sich dann mit der halben DNA-Kette einer „weiblichen“ Zelle der gleichen Art. Daraus entstehen dann echte „Kinder“. Die Kinder gehören zur gleichen Art von Lebewesen. Sie sind nicht etwas ganz Neues (wie etwa das grüne Bakterium von oben), sie unterscheiden sich aber trotzdem ein bisschen von „Vater“ und „Mutter“ und alle Kinder unterscheiden sich von einander .

II. Teil:

Beginn der Zeitleiste - die Erde vor 700 Millionen Jahren

Was ich bisher erzählt habe, fand schon vor 1500 Millionen Jahren statt - lange vor dem Beginn unserer Zeitleiste. Die Zeitleiste hätte mindestens schon 3,50 Meter früher beginnen müssen, um die Entstehung der Einzeller zu zeigen. Sie beginnt aber erst vor 700 Millionen Jahren und du siehst, dass es an ihrem Anfang nur die zwei „Linien des Lebens“ gibt: die alten Bakterien und die jugendlichen Einzeller.

Die Erde ist inzwischen gut vorbereitet für das Neue, das jetzt entstehen kann. Im Wasser ist genügend Sauerstoff zum „Atmen“ vorhanden. Und auch die Lufthülle ist schon so durchsichtig, dass viel Sonnenlicht bis an die Wasseroberfläche der Meere gelangen kann. Das Festland ist immer noch öde und leer. Alles Lebendige tummelt sich in den Meeren. Die Bakterien bauten die Kalkriffe höher und weiter. Hätten sie das nicht getan, dann wären die Meere zu Kalkschlammputzen verkommen, weil die Flüsse der Erde ständig Unmengen von Kalk einleiten, den der Regen aus den Fels-, Wüsten- und Steinlandschaften des Festlandes herausgewaschen hat.

Vielzelliges Leben entsteht - die Erfindung des Alterns und des „natürlichen“ Todes

Vielleicht hat es schon vorher begonnen, aber jetzt können wir die Spuren auch finden: Die Einzeller haben sich zu Kolonien zusammengeschlossen. Man findet Kolonien mit vier Zellen oder 16 Zellen. Die Wimpernkugel *Volvox* besteht schon aus bis zu 1500 Zellen. Diese sind nicht mehr genau gleich, sondern sie haben sich bestimmte Aufgaben untereinander aufgeteilt, sie sind „spezialisiert“. So gibt es in jeder Kugel Vermehrungszellen. Die Vermehrungszellen bilden Tochterkugeln oder Geschlechtszellen aus. Wenn diese fertig sind, sterben die Mutter-Kugeln und entlassen ihre „Kinder“. Beim pflanzlichen Vielzeller *Volvox* begegnet uns also zum ersten Mal in der

Geschichte des Lebens auf der Erde „der natürliche Tod“.

Volvox gehört zu den Grünalgen. Wenn du dir die Einzelzellen stäbchenförmig und aneinander-gereiht vorstellst, kommst du zu den *verzweigten Grünalgen*, die vom Aussehen her schon an richtige Pflanzen erinnern.

Reich der Pflanzen, Reich der Tiere und Reich der Pilze

Mit der Entwicklung zu Volvox und den verzweigten höheren Grünalgen haben wir die Wurzeln des Pflanzenreiches schon kennen gelernt. Wie kam es aber zur Entwicklung des Tierreiches?

Ganz ähnlich wie bei den pflanzlichen Einzellern gibt es auch einzellige Geißeltierchen, die sich zu Kolonien zusammengetan haben. Die heutigen *Gallertkugeltierchen*, zum Beispiel, bestehen z.B. aus mehr als 10 000 Einzellern. Mit ihren Wimpern strudeln sie Kleinstalgen und Bakterien ein, um sie dann zu fressen. Zu bestimmten Zeiten verwandeln sich die Kugeln zu frei beweglichen Schwärmen, sie schwimmen woanders hin, setzen sich wieder fest und bilden neue Kolonien. Es gab aber auch solche Kugeln, bei denen sich ein Teil der Oberfläche nach innen einstülpte, so dass eine Becher-Form entstand. So bildeten sich Tiere aus zwei Zellschichten- wie etwa die Schwämme.

Die Zellen der Pilze sehen denen der Algen sehr ähnlich, haben aber keine grünen - lichtempfindlichen Bausteine. Deshalb können Pilze auch im Dunkeln leben. Sie brauchen nur organisches - lebendiges Material, das sie zersetzen können. *Schimmelpilze* waren frühe mehrzellige Pilze.

Die friedlichen Unterwassergärten von Ediacara

1947 hatte der Geologe R. C. Sprigg die Überreste einer uralten Lebenswelt in den Ediacara-Hügeln im Süden Australiens entdeckt. Er fand sonderbar zarte Lebewesen, die vor rund 600 Millionen Jahren die Weltmeere bevölkerten. An Land war die Welt dagegen immer noch öde und leer, da die Atmosphäre zu wenig Sauerstoff enthielt.

Der Meeresboden aber war voller Leben. Es gab viele winzige Bakterien, Einzeller, Algen und Pilze, die dicht an dicht nebeneinander lebten. Die Wissenschaftler sprechen von „Bio-Matten“. Diese Matten bedeckten den Grund der Meere vollständig. Wir können uns das so vorstellen, als wäre der sandige Meeresboden mit einer Folie aus Lebewesen zugeklebt gewesen.

Vor 600 Millionen Jahren kam dann eine große Eiszeit (die Varenger-Vereisung) über die Erde, die sich so stark auswirkte, dass die Oberfläche aller Meere bis zum Äquator zugefroren war. Die Wissenschaftler sprechen von der Zeit der „Schneeball-Erde“, weil unsere Erde aus dem Weltraum damals wie ein Schneeball ausgesehen hätte.

Gott sei Dank wurde es aber nicht so kalt, dass die Meere bis auf den Grund durchgefroren waren - sonst wäre nämlich alles Leben auf der Erde zu Ende gegangen.

Der Meeresboden muss aber weitgehend dunkel gewesen sein, so dass sich die Bakterien, Einzeller und pflanzlichen Lebewesen nicht mehr von Lichtenergie ernähren konnten. Alle Lebewesen mussten sich in die Tiefen der Ozeane an die heißen und schwefelhaltigen Lavaströme zurückziehen. In der Tiefe entwickelten sich neue Arten.

Als es nach der großen Eiszeit wieder wärmer wurde und das Eis abgeschmolzen war, entwickelten sich die Bio-Matten wieder prächtig. Die Einzeller wuchsen und wuchsen und es entstanden *Riesen-Einzeller* - wie die pfannkuchenförmige *Dickinsonia* - mit einem weichen, gekammerten Aufbau, der an gefüllte Luftmatratzen erinnert. Obwohl *Dickinsonia* bis zu einem Meter lang werden konnte, war sie nur sechs Millimeter dick und lebte direkt über der Biomatte - andere länglichere Rieseneinzeller, lebten direkt darunter. Es gab auch frühe *Seerosen*, *schwammartige Tiere* und *Quallen*, die einzeln oder in Kolonien auf den Matten lebten oder durch die Ozeane schwebten. Auch die ersten

Meereswürmer wühlten einige Millimeter unter der Bio-Matte durch den Sand um etwas Essbares zwischen den Sandkörnern zu finden. Feinde hatten diese ersten Tiere nicht. Bis vor 545 Millionen Jahren war die Welt noch völlig friedlich. Das änderte sich erst im Kambrium:

Das Kambrium: Fressen und Gefressen-Werden

Im Kambrium war es auf der ganzen Erde über einen langen Zeitraum so heiß, dass ausgedehnte Wüsten- und Trockengebiete entstanden. Nord- und Mitteleuropa lagen zu dieser Zeit auf der Südhalbkugel und waren völlig vom Meer bedeckt.

An Land gab es nach wie vor kein Leben. Im Wasser entwickelte sich eine unglaubliche Artenvielfalt. Fast alle heutigen Tierstämme waren damals schon vorhanden. Im Kambrium begann die Zeit des Fressens und Gefressen-Werdens.

Die bekanntesten Lebewesen des Kambriums sind die gepanzerten Trilobiten, die ungefähr 60 Prozent der Tierwelt stellten. Außerdem fand man in den kanadischen Rocky Mountains und im Süden Chinas die Überreste vieler seltsam anmutender Tiere, die uns wie Phantasiewesen vorkommen, z.B. *Anomalocaris*, *Hallucigenia* oder *Wiwaxia*.

Die *Trilobiten* werden auch Dreilappkrebse genannt. Diese Verwandten der Asseln, Tausendfüßer, Spinnen und Skorpione sind die „Erfinder“ des Außenskeletts, einer stabilen äußeren Schale. Wenn sich die Tiere einrollten, diente sie als sehr wirksamer Abwehrpanzer. Wurde dieses „Panzerhemd“ beim Wachsen zu eng, mussten die Tiere es abwerfen und ein neues bilden. Manche Trilobiten hatten leistungsstarke Facettenaugen. Als schlechte Schwimmer krabbelten die meisten Trilobiten auf dem Meeresboden. Einer ihrer Feinde war *Anomalocaris*. Mit einer Länge von etwa 60 Zentimetern war er ein Riese unter den oft sehr kleinen Tieren der frühen Ozeane und der gefährlichste Jäger der kambrischen Meere. Mit den seitlichen Flossensäumen konnte der Räuber schnell und geschickt die Verfolgung seiner Opfer aufnehmen. Er packte seine Beute von oben und beförderte sie mit den langen Greifarmen zum Maul. Dieses bestand aus zwei Zahnkränzen. Zuerst sperrte *Anomalocaris* den äußeren auf und schnappte die Beute. Kurz danach

öffnete sich der innere. Wehrlos war das Opfer zwischen den Zahnkränzen eingeklemmt und wurde Stück für Stück nach innen befördert. Was *Anomalocaris* einmal im Griff hatte, gab er nicht mehr her.

Nur 26 Millimeter war das kambrische „Würmchen“ lang, das den Wissenschaftlern viel Kopfzerbrechen bereitet hat: *Hallucigenia*, das „Trugbild“, hielt man für den Vertreter eines völlig unbekanntes Tierstammes. Erst in jüngerer Zeit wurde entdeckt, dass man das Tier irrtümlich auf den Kopf gestellt hatte. Danach wurde das vermeintliche Einzelkind zu einem Lebewesen mit großer Familie: Bis heute bevölkern die lebend gebärenden Stummelfüßer die südlichen Kontinente der Erde.

„*Pikaia*“ erinnert uns eher an eine Schnecke. Wahrscheinlich war es aber ein „Ur-Wirbeltierchen“, also der Vorläufer aller Fische, Lurche, Kriechtiere, Vögel, Säugetiere und somit auch von uns Menschen.

Die wie ein Kaktusstück aussehende „*Wiwaxia*“ hat vermutlich den Algenbelag am Grund des Ozeans abgeweidet. Sie gehört zu den Seemäusen, die wiederum den Ringelwürmern zugeordnet werden. Aber nicht nur *Wiwaxia* hatte mitgeholfen die Bio-Matten abzuweiden, viele andere Tiere hatten sich daran beteiligt.

So hatte sich wieder einmal das Bild der Erde vollständig verändert: Die Meeresböden waren jetzt sandig geworden und wurden von den ersten *Schnecken*, *Muscheln* und *Würmern* auf der Suche nach Essbarem tief „durchgegraben“.

Ordovizium: Artenvielfalt im Meer

Während des Ordoviziums war das Klima warm und feucht wie in einem Treibhaus. Durch die Wärme schmolzen die Eiskappen an den Polen ab und bewirkten einen weltweiten Anstieg des Meeresspiegels. Weite Teile der Kontinente waren überflutet.

In den warmen Meeren entfaltete sich das Leben zu einer großen Vielfalt. Es gab jetzt viele verschiedene Algen. Auch die Tiere entwickelten sich weiter: die durch Kalkschalen geschützten *Armfüßer* kamen dazu (Brachiopoden - Stamm der Tentakeltiere). Sie sehen Muscheln zum Verwechseln ähnlich. Daneben fanden sich immer noch

viele Trilobiten, auch neue Trilobiten-Arten kamen dazu. Frühe Schnecken, Muscheln und *Korallen*, *Seesterne*, *Schlangensterne* und *Seelilien* entstanden jetzt. Die Cyanobakterien hatten bei ihrer Riff-Bau-Arbeit Verstärkung durch die Schwämme und Korallen bekommen. An vielen Küsten der Erde und auf den Resten von Unterwasser-Vulkanen entstanden in dieser Zeit ähnlich wunderschöne Schwamm- und Korallenriffe, wie wir sie heute aus den Tropen kennen.

Auch die ersten, „richtigen“ Wirbeltiere hatten sich im Ordovizium entwickelt, kleine Panzerfische ohne Flossen mit Namen *Astraspis*. Sie ernährten sich wahrscheinlich, indem sie den Schlick im Meeresboden nach Kleinstlebewesen durchsuchten.

Geradbörner, die zu den Kopffüßern gehören (auch Nautiliden genannt), waren pfeilschnelle Jäger mit langen beweglichen Fangarmen. Damit umklammerten sie ihre Beute, um sie dann mit ihrem papageienschnabelähnlichen Kiefer zu zerreißen. *Astraspis* war ihnen hilflos ausgeliefert. Die frühen Kopffüßer hatten langgezogene, kegelförmige Gehäuse, die bis zu 9 Meter lang werden konnten. Später rollten sich die in zahlreiche Kammern unterteilten Gehäuse schneckenartig ein. In der vordersten Kammer saß das Tier, die hinteren waren mit Gas gefüllt. So konnten die Kopffüßer entweder frei im Wasser schwimmen oder mit ihren Fangarmen auf dem Boden umherkriechen.

Am Ende des Ordoviziums kam es zu einem Massenaussterben. Die bisher angenehm warmen Temperaturen sanken ab. Das Treibhaus-Klima wandelte sich in ein Eiskeller-Klima. Es kam zu vier großen Eiszeiten, die jeweils durch warme Phasen unterbrochen waren. Insgesamt dauerte dieses „Wechselbad“ zwischen warm und eiskalt eine Million Jahre. Da Nordafrika zu dieser Zeit am Südpol lag, vereisten weite Teile dieses Kontinents. Die Forscher sprechen deshalb auch von der Sahara-Eiszeit. Reste dieser Vereisungen kann man noch heute in der Wüste finden. Der Kälte waren nur wenige Meeresbewohner gewachsen. Viele Meerestiere starben aus. Besonders betroffen waren Arten und Familien der tropischen Korallen, Trilobiten, Arm- und Kopffüßer.

Silur: Pflanzen besiedeln das Land

Wahrscheinlich hatten am Ende des Ordoviziums schon die ersten Algen und Pilze die Strände und Festlandsküsten besiedelt. Gegen Ende des Silur entwickelten sich aus den Grünalgen dann die ersten richtigen Pflanzen - mit Stängeln, einfachen Leitgefäßen und Wurzelvorläufern. Die ersten Gefäßpflanzen hatten aber noch keine Blätter, deshalb nennen wir sie heute „*Nacktpflanzen*“. Die Nacktpflanzen hatten auch noch keine Samen und Blüten. Sie besaßen nur Sporenkapseln am Ende mancher Stängel, mit denen sie sich - wie die Algen - vermehrten. (Sporen sind einfache Fortpflanzungszellen, mit denen sich heute noch die Algen, Pilze, Moose und Farnpflanzen vermehren. Sporen werden in großer Zahl gebildet, sie sind sehr widerstandsfähig und werden überwiegend durch Wasser verbreitet.)

Nach den Nacktpflanzen entwickelten sich die *Moose* und *Farnpflanzen*. Vielleicht gab es die Moose aber auch schon früher. Noch heute kannst du beobachten, dass die Moose die gleiche Arbeit wie damals tun. Sie setzen sich auf Steinen fest - an Mauern, Treppen und Terrassen, lösen mit ihren Wurzelhärchen kleine Mulden aus dem Stein heraus und füllen diese Löcher mit Humus aus, auf dem sie dann gut weiterwachsen können und auch den Boden für andere Pflanzen bereiten.

Im Meer hatten sich unterdessen die ersten Insekten entwickelt. Das waren Tiere wie die *Silberfischchen*, die man heute noch manchmal in unseren Bädern oder Kellern finden kann. Die Insekten haben einen dreigliederten Körper. Am mittleren Teil sind sechs Beine befestigt. Fühler oder Fresswerkzeuge, die sich am Kopfteil befinden, zählen nicht mit. Die ersten Insekten hatten keine Flügel. Einige Insekten krochen an Land, nachdem sie ihre Atmung von Kiemen auf Tracheen umgestellt hatten. Den nötigen Sauerstoffanteil in der Luft hatten die Bakterien, Algen und Pflanzen inzwischen hergestellt - soviel sogar, dass in der Atmosphäre die Ozonschicht entstehen konnte. Das war wichtig für alle Landlebewesen, denn die Ozonschicht teilt die kosmische Strahlung auf und macht sie damit ungefährlich.

Die ersten Land-Insekten lebten von den Pflanzen. Sie knabberten deren Stängel und Wurzeln an.

Devon: Aus Flossen werden Beine

Wie in den geologischen Epochen zuvor war das Klima im Devon meist sehr warm mit deutlich höheren Temperaturen als heute. Vereisungen waren nirgends auf der Erde zu finden. Durch die Lage der Kontinente und den hohen Meeresspiegel gab es besonders weitläufige Flachmeerbereiche für Korallen und für die neuen Kopffüßer, deren Gehäuse jetzt schon schneckenartig aufgerollt waren. Die Küsten und feuchten Niederungen wurden von immer mehr Pflanzenarten besiedelt. Nachdem die Moose und die ersten Farnpflanzen die steinigen und sandigen Küsten des Festlandes mit einer Erdschicht (Humus) bedeckt hatten (Bakterien, Algen und Pilze halfen ihnen dabei) hatte die Erde ihr Gesicht wieder vollständig verändert: von grau-rötlich (Steine und Sand) zu grün (Pflanzen). Der Kreislauf der Gesteine musste jetzt viel langsamer ablaufen, weil Regen, Wind und Eis - außer im Hochgebirge - nicht mehr so leicht an die Steine herankamen. Sie waren ja von der Humusschicht zugedeckt.

Die Pflanzen hatten bald alle Bereiche besiedelt, in denen sie leben konnten. Am Ende des Devons gab es bereits ausgedehnte Wälder von Farn-Bäumen. Sie setzten die Arbeit der frühen Cyanobakterien und Algen weiter fort: nämlich aus Kohlendioxid und Wasser mit Hilfe des Sonnenlichtes Stärke und Sauerstoff herzustellen.

Diese Pflanzendecke bot nun auch Milben, Spinnen und flügellosen Insekten einen Lebensraum, nachdem schon im Silur mit den Tausendfüßern und Skorpionen die ersten Tiere das „Landleben“ entdeckt hatten.

Eine Blütezeit erlebten die Fische: Im Norden Schottlands hat man die ältesten Fische gefunden, die im Süßwasser überleben konnten, obwohl sie ans Salzwasser gewöhnt waren. Manche dieser Fische besaßen lediglich einen runden Saugmund und hatten noch keinen beweglichen Kiefer ausgebildet. Sie waren *kieferlos*, z.B. *Hemicyclospis*. Andere, schon kiefertragende Fische, waren durch massive Platten und „Helme“ vor offensichtlich gefährlichen Feinden gut geschützt. Man nennt sie *Panzerfische*. *Dunkleosteus* war ein riesiger Panzerfisch. Er konnte bis zu neun Metern lang werden und mit seinen kräftigen Kiefern kleinere Fische zermalmen. Aus den Panzerfischen entwickelten sich die *Quastenflosser*. Eine Art davon war *Eusthenopteron* - wahrscheinlich

einer der direkten Vorfahren der Lurchtiere. Er hatte schon Arm- und Fingerknochen in seinen Flossen entwickelt.

Obwohl die Umstellung trotzdem noch gewaltig war, schafften die Fische den Sprung vom Meer in die Süßwasserbereiche und von dort an Land, als sie sich zu den Lurchtieren (Amphibien) weiterentwickelten. Die ersten Wirbeltiere, unsere „Vorfahren“, hatten damit das Land erobert. Auf unserer Zeitleiste siehst du den *Ur-salamander* Ichthyostegus, dessen Schwanz noch an die Schwanzflossen mancher Fische erinnert. Seine Brust- und Bauchflossen haben sich aber zu richtigen Beinen mit Zehen umgebildet. Jetzt waren also die ersten Vierbeiner entstanden! Natürlich hatte Ichthyostegus auch schon Lungensäcke, sonst hätte er an Land ja nicht atmen können.

Am Ende des Devons kam es zu seltsamen Veränderungen in den Weltmeeren, welche die Forscher als „Kellwasser-Ereignis“ bezeichnen. In dieser Zeit entstanden in der Tiefe der Ozeane warme Wassermassen, die nur wenig oder gar keinen Sauerstoff enthielten.

Wenn im heißen Treibhaus-Klima mit dem Abschmelzen der Gletscher der Meeresspiegel anstieg, dann schwappten diese Wassermassen in die Flachmeere rund um die Kontinente. Es entstanden Sumpfgebiete, die irgendwann wieder austrockneten. Der Wasserspiegel stieg und senkte sich mehrmals. Beim Absinken trockneten nicht nur die Sumpfgebiete aus, sondern auch die ausgedehnten Korallenriffe „erstickten“. Wenn der Meeresspiegel wieder anstieg, starben z.B. alle Korallen, die nicht schnell genug bis zur Wasseroberfläche wachsen konnten. Das Leben in den flachen Uferbereichen war also doppelt bedroht. Alle festgewachsenen Bewohner und die großen, eher unbeweglichen Räuber starben aus.

Die Ursachen für das „Kellwasser-Ereignis“ sind noch nicht endgültig geklärt. Die wenigen Landtiere waren von diesem Massensterben nicht betroffen.

Karbon: Sumpfwälder, Reptilien und Rieseninsekten

Schachtelhalme und Bärlappgewächse werden heute höchstens etwa einen Meter groß. Im Karbon aber waren sie baumhoch. Es gab ausgedehnte Wälder aus mächtigen *Bärlapp- und Schachtelhalm*bäumen. Dazu gehörten die Siegel- und Schuppenbäume, die man wegen ihrer charakteristischen Rinde erwähnen muss. Wenn diese Bäume umstürzten und von Sand oder anderen Ablagerungen zugedeckt wurden, entstanden im Laufe von Millionen von Jahren die Steinkohle-Flöze, von denen wir Menschen die Kohle abbauen und damit heizen, Strom erzeugen und Erze schmelzen können.

Schon im Silur hatten sich aus den Farnen Pflanzen entwickelt, die sich mit Samen - statt mit Sporen - fortpflanzen konnten. Man nennt sie *Samenfarn*e oder Farnsamer. Diese neuen Pflanzen-Modelle waren im Karbon jetzt weit verbreitet. Aus ihnen entwickelten sich die ersten Nadelbäume. Die Nadelbäume haben ja heute noch ihre Samen in den Kammern der Zapfen verpackt. Wenn sich die Zapfen öffnen, fallen die „nackten“ Samen heraus. (Die Samen sind noch nicht in Früchten eingehüllt - das wird später erst „erfunden“.)

Inzwischen waren Insekten mit Flügeln entstanden. Riesige Libellen mit einer Flügelspannweite von 75 Zentimetern flogen durch die Waldmoore und Sumpfwälder. Es waren die größten Insekten aller Zeiten. Am Ende des Karbons entwickelten sich aus den Lurchtieren/Amphibien die Kriechtiere/Reptilien. Die schwierigste Aufgabe für die Reptilien war, Eier zu entwickeln, die an Land nicht austrockneten und kaputt gingen. Während die Lurche - auch heute noch - zur Eiablage immer zum Wasser zurückkehren müssen, können Reptilien, wie zum Beispiel die Schildkröten, hartschalige Eier legen, die dann im warmen Sand eines Strandes von alleine (nur mit Hilfe der Sonne) ausgebrütet werden.

Im Meer entwickelte sich das Leben weiter: Die *Seelilien* waren mit über 300 Arten in allen Meeren der Welt vertreten.

Perm: Zeit der Reptilien und frühen Nadelbäume

Zur Zeit des Perms waren zum ersten und einzigen Mal in der Erdgeschichte alle Kontinente zum riesigen Erdteil Pangäa vereint. Inmitten dieses Superkontinents lag Mitteleuropa im heißen Wüstenklima fast am Äquator. Weite Teile der Südhalbkugel mit Afrika, Indien, Südamerika und Australien waren unter gigantischen Eismassen begraben. Da viel Wasser in Form von Eis gebunden war, sank der Meeresspiegel. Entsprechend kühl war das Klima mit deutlich niedrigeren Temperaturen als heute.

Die riesigen Steinkohle-Wälder des Karbons wurden im Perm allmählich durch *Nadelbaum-Wälder* ersetzt. *Cordaiten-Bäume* waren die vorherrschenden Baumformen. Sie hatten große lange „Nadeln“, die für uns wie Blätter aussehen.

Die *Reptilien* entwickelten sich zu vielen Arten, urtümlichen Geschöpfen, großen und kleinen. Sie besetzten nach und nach die Seeufer und verdrängten die Amphibien. In den weiten Ozeanen lebten Runzelkorallen, Armfüßer, Muscheln, Schnecken und Seelilien. Die altmodisch gepanzerten Fische verschwanden allmählich und machten den neuen gefährlichen Knorpelfischen Platz: Jetzt begann der Aufstieg der Haie! Sie und die großen Kopffüßer sorgten für eine vollständige Vernichtung der letzten Trilobiten.

Die *säugetierähnlichen Reptilien* entstanden. Diese schwerfälligen Wesen waren eine sehr bedeutende Tiergruppe: Im Perm machten sie zeitweise 70 Prozent aller Landtiere aus! Diese Reptilien passten sich sehr erfolgreich ihrer Umwelt an und lebten als Pflanzen-, Fleisch- und Insektenfresser. Ob sie wie die Säugetiere warmblütig waren oder ein Fell besaßen, kann man nur vermuten. Wahrscheinlich waren sie wie alle anderen Reptilien wechselwarm und damit von der Temperatur ihrer Umgebung abhängig: Als echte „Sonnenkinder“ mussten sie ausreichend bestrahlt werden, um aktiv zu sein. *Atraxodon* hatte wahrscheinlich nur ein dünnes Haarkleid, er war ein kräftiger Räuber von der Größe eines Wolfes. *Waigeltisaurus*, der auch im Perm lebte, war eine kleine Flugechse (30 bis 60 Zentimeter lang). An seinem versteinerten Skelett hat man seitlich am Körper Knochenstäbe gefunden. Die Stäbe spannten ein Hautsegel auf, das die Echse ausfahren konnte, wenn sie von einem Baum heruntersprang.

Das Massenausstreben am Ende des Perms war das zerstörendste in der ganzen Erdgeschichte. Schätzungsweise 70 bis 90 Prozent aller Tier-, Pflanzen- und Pilz-Familien starben aus. Diese Katastrophe zog sich über einen Zeitraum von acht Millionen Jahren hin. Die Hauptursache waren vermutlich gigantische Vulkanausbrüche im heutigen Sibirien. Sie schleuderten ungeheure Mengen Staub, Kohlendioxyd, Methan und Wasserdampf in die Atmosphäre. Dadurch änderte sich das Klima der ganzen Welt. Die Temperaturen schwankten zwischen Warm- und Kaltzeiten. Dazu kam noch ein Meteoriteneinschlag in Australien. Durch den Riesenkontinent Pangäa, der wie eine riesige Barriere mitten im Ozean lag, konnten die Meerestiere den Klimaänderungen nicht ausweichen. Die meisten starben aus - ebenso wie viele der säugetierähnlichen Reptilien und die Cordaitenbäume. Es dauerte viele tausend Jahre, bis sich die Tier- und Pflanzenwelt von diesem Schlag wieder erholt hatte.

Trias: Zeit des Wandels

Süddeutschland, und damit auch die Region um Schwäbisch Hall und Ilshofen war während der Trias Teil einer riesigen, flachen Senke, die als Germanisches Becken bezeichnet wird. Je nach Höhe des Meeresspiegels lag die Senke während der Trias entweder trocken oder sie wurde vom Meerwasser überflutet. Die Folge waren bunte, verschiedenartige Gesteine, die heute von der wechselvollen Geschichte der Trias erzählen.

Wie der Name „Trias“, also „Dreiheit“ schon sagt, werden drei Gesteinspakete unterschieden: „Buntsandstein“, „Muschelkalk“ und „Keuper“. Alle drei sind durch Ablagerungen in einem überwiegend warmen und trockenen Klima entstanden.

Im Buntsandstein war Süddeutschland eine wüstenähnliche Landschaft. Am Ende des Perms waren sehr viele Pflanzenarten ausgestorben. Jetzt eroberten Farnpflanzen wieder das Land zurück. Sie wuchsen in der Nähe von Gewässern. Pleuromeia ist ein Beispiel für ein etwa zwei Meter hohes Bärlapp-Gewächs, das damals überall zu finden war. Es muss auch viele Pilzarten gegeben haben, die zusammen mit den Bakterien die vielen toten Tier- und Pflanzenarten aus der Permzeit zu Humus und Mineralien verwandelten.

Könnte man in die Zeit des Muschelkalks zurückreisen, wäre ein Badeanzug das wichtigste Kleidungsstück für Süddeutschland gewesen: In dieser Zeit erstreckte sich ein warmes und flaches Meer über weite Teile Deutschlands. Im Meer lebten die schon bekannten Seelilien, Muscheln, Armfüßer und viele Kopffüßer, die, wenn sie eng aufgerollt waren, Ceratiten genannt werden. Besonders faszinierend wäre sicher das Schnorcheln in den, von neuen Korallen aufgebauten Riffen. Dagegen könnte die Begegnung mit einem der „seetüchtigen“ Reptilien recht unangenehm verlaufen. Die Reptilien hatten sich inzwischen nämlich so weiterentwickelt, dass sie auch im Wasser leben konnten. Die „seetüchtigen Reptilien“ sind eine geheimnisvolle Tiergruppe, über die wir bisher nur wenig wissen. An die Verhältnisse im Wasser hatten sich die *Fischsaurier* (Ichthyosaurier) am besten angepasst. Es gab sie bis zum Ende der Kreide-Zeit. Sie beherrschten die Weltmeere also über einen Zeitraum von mehr als 100 Millionen Jahren. Im mittleren Muschelkalk war das Meer in unserer Gegend sehr salzig geworden, weil nur wenig frisches Meerwasser in unsere Lagune einfließen konnte. Dabei entstanden die Salz- und Gipsvorkommen, die Schwäbisch Hall im Mittelalter zu einer reichen Stadt werden ließen.

Plateosaurus gehörte zu den ersten *Land-Dinosauriern* im Keuper - als das Meer wieder verschwunden war und große Flüsse Süddeutschland durchzogen. Es gab auch die größten Lurche, die jemals auf der Erde gelebt haben. Beim Bau der Autobahn A6 bei Kupferzell fand man einen *Dachschädellurch* (Mastodonsaurus) von über vier Metern Länge! In der Keuperzeit muss es in Süddeutschland auch viele Stürme und Überschwemmungen gegeben haben. Um Schwäbisch Hall herum und im Mainhardter Wald findet man oft Stücke von versteinertem Holz auf den frisch gepflügten Äckern. Es sind die Überreste von Araukarien, die 400 Kilometer entfernt im böhmisch-vindelizischen Massiv gewachsen waren und die durch Unwetter in unsere Gegend transportiert wurden. Am Ende der Trias hatten sich die Nadelbäume also wieder weit verbreitet. Mit dem Auftauchen erster, mausgroßer Säugetiere begann jetzt auch die Entwicklung unserer direkten Vorfahren. Auf der Zeitleiste siehst du den kleinen *Insektenfresser* Megazostrodon.

Jura: Ammoniten, Korallen und erste Vögel

Im Jura war Süddeutschland wieder von Meeren bedeckt. Am Anfang waren es flache, wenig bewegte Meere, in denen sich Faulschlamm absetzte. Am Fuß der Schwäbischen Alb entstanden daraus Schiefer-Ablagerungen. Sicher hast du schon einmal von den weltberühmten Fossilien aus Holzmaden gehört. Sie sind deshalb so gut erhalten, weil der feine Schlamm die gestorbenen Tiere, die auf den Meeresboden gesunken waren, luftdicht einschloss, so dass sie nur sehr, sehr langsam zerfallen konnten. In den Schiefer-Steinbrüchen von Holzmaden kann man heute noch unzählige *Ammoniten*, *Belemniten*, Fische und Fischeosaurier finden. Nach dem „schwarzen“ folgt der „braune“ Jura. In dieser Zeit wurden eisenhaltige Lösungen ins Meer gespült, die von Bakterien im Küstenbereich wieder zu Eisenerzen umgewandelt wurden. In der Schwäbischen Alb liegt deshalb eines der größten Eisenvorkommen Europas. Die jüngste Jura-Schicht wird „weißer“ Jura genannt. *Schwämme und Korallen* bauten große Riffe auf. Sie hatten sich nach 140 Millionen Jahren Wartezeit wieder erholt. Die heutige „Kuppelalb“ lässt die Schwammriffe der Jurazeit gut erkennen.

In Gegenden, in denen im Jura Festland war, entwickelten sich aus den Flugsauriern die ersten *Vögel*. „Archaeopterix“ war ein Lebewesen, das den Übergang zwischen Sauriern und Vögeln zeigt: Er hatte schon Federn, aber noch keinen Schnabel (wie die Vögel) - sondern Kiefer, die mit Zähnen besetzt waren.

An Land hatten sich auch die Pflanzen endlich von der Perm-Katastrophe wieder erholt und weiterentwickelt. *Ginkgo-Gewächse* waren mit vielen Arten weit verbreitet. (Heute gibt es nur noch eine einzige Art - wie ein „lebendes Fossil“). Auch Cykadeen und Benettiteen waren im Jura häufig zu finden. Sie gehörten wie die Nadelbäume zu den Nacktsamern. Allmählich entwickelten sich die Bedecktsamer. Das sind Blütenpflanzen, die ihre Samen in Früchte „verpacken“. So richtig betreten sie die „Bühne des Lebens“ aber erst im nächsten Kapitel.

Kreide: Leben und Sterben der Dinosaurier

Der Zerfall der Superkontinente Pangäa und Gondwana setzte sich fort. Der Atlantik wurde immer größer. Das Klima war wieder überwiegend warm und feucht und der Meeresspiegel meist sehr hoch. Am Ende der Kreide standen erneut weite Teile der Kontinente unter Wasser.

Im Meer erlebten Krebse, Schnecken, Seeigel und die Kopffüßer Ammoniten und Belemniten eine neue Blütezeit. Schon im Jura hatten sich Einzeller wie die *Kieselalgen* vermehrt. Diese Algen mit einem harten Kieselsäureskelett gibt es heute noch. Wenn man sie im Mikroskop betrachtet, sieht man wunderschöne geometrische Formen, die in allen Farben schillern. Die Coccolithen, die zu den Goldalgen gehören, haben Skelette aus Kalkplättchen. In der Kreidezeit kamen sie in unglaublicher Zahl vor. Die Kreidefelsen an der französischen Nord- und an der englischen Südküste bestehen hauptsächlich aus ihnen. Und wenn du mit Kreide auf einer Tafel schreibst oder mit Zahnpasta die Zähne putzt, dann hast du Hunderttausende von ihnen in der Hand oder im Mund.

An Land entwickelten sich jetzt die Blütenpflanzen zu vielen verschiedenen Formen. Dadurch veränderte sich das Gesicht der Erde wieder einmal: blühende Büsche und Bäume überall - die Erde wurde bunt. Die *Magnolien* (Tulpenbäume), die bei uns im Frühling wunderschön blühen, waren in der Kreidezeit weit verbreitet und gehören zu den ältesten Blütenpflanzen der Erde. Mit den Blütenpflanzen entwickelten sich natürlich auch die Insekten zu immer neuen Arten. Bei der Vermehrung der Blütenpflanzen hatten sie ja eine wichtige Rolle übernommen. Für die Insekten wurden die Blüten zu einer neuen Nahrungsquelle. So entstanden die ersten Nektar saugenden Tiere in der Kreidezeit: die *Schmetterlinge*.

Das Reich der Tiere wurde von den Dinosauriern uneingeschränkt beherrscht. Teilweise entwickelten sich erst jetzt die großen Formen, so auch die größten Landraubtiere aller Zeiten „Tyrannosaurus rex“ oder „Megalosauropos“. Im Schatten dieser Riesen fristeten die ersten Säugetiere ein bescheidenes Dasein. Gerade mal rattengroß, spielten sie während der Jura- und Kreidezeit nur eine kleine Rolle.

Jahrzehntelang waren sich die Wissenschaftler uneinig: Was hat das

Verschwinden der Dinosaurier ausgelöst? Neben heftigen Vulkanausbrüchen in Indien, glaubt man heute die wichtigste Ursache zu kennen: Ein Meteoriteneinschlag. Das Verhängnis begann ohne Vorwarnung. Ein riesiger Gesteinsbrocken, der aus dem Weltraum angeflogen kam, krachte in Mexiko auf die Erde. Sekundenbruchteile später verglühten Billionen Tonnen Gestein in einer 10 000 Grad heißen Wolke. Alles Leben im Umkreis von mehreren tausend Kilometern starb einen schnellen Tod.

Was nicht von Felsbrocken erschlagen wurde, verbrannte, erstickte, erfror, verhungerte, ertrank. Durch den Aufprall wurde glühende, giftige Materie in die Atmosphäre geschleudert, die sich Tausende Kilometer weit ausbreitete. Brennender Regen setzte die Wälder in Brand. Auf den Ozeanen bauten sich bis zu 500 Meter hohe Flutwellen auf, die mit hoher Geschwindigkeit auf die Küstenregionen zurasten. Überall bebte die Erde, da der Einschlag Druckwellen im Erdinnern ausgelöst hatte. Tage später verdunkelte der aufgewirbelte Staub die Sonne. Die Temperaturen sanken weltweit schlagartig ab: Ein „Meteoriten-Winter“ brach herein und verwandelte die Landschaften jahrzehntelang in öde, kalte Wüsten. Der Meteoriteneinschlag bedeutete das Ende für die meisten Landtiere mit einem Körpergewicht von über 25 Kilogramm.

Große Tiere verhungerten schneller als kleine, Tiere ohne Fell waren der Kälte schutzlos ausgeliefert und erfroren. Dies war das Ende der Dinosaurier.

Tertiär: Insekten, Blütenpflanzen und Säugetiere

Nachdem die Dinosaurier verschwunden waren, konnten sich die Säugetiere im „Meteoriten-Winter“ besonders gut entwickeln. Sie hatten ein mehr oder weniger dichtes Fell, das den Körper vor Kälte schützte. Da die Säugetiere warmblütig sind, bleibt ihre Körpertemperatur gleich. Sie sind nicht mehr von der Sonneneinstrahlung abhängig. Allerdings bezahlen die Säugetiere dafür einen hohen Preis: Sie müssen viel fressen, da sie Energie ausschließlich aus der Nahrung beziehen.

Nachdem sich das Klima der Erde von den Folgen des Meteoriteneinschlages und den Vulkanausbrüchen in Indien erholt hatte, wurde das Klima wieder wärmer und die Säugetiere entwickelten sich zu neuen, vielfältigen und auch großen Formen. Die „Grube Messel“ in der Nähe von Darmstadt ist eine weltberühmte Fundstätte für Fossilien aus der frühen Tertiär-Zeit. Bislang stießen die Forscher auf Insekten, verschiedene Vogel- und Fischarten, Reptilien (mit Krokodilen und Alligatoren) sowie phantastisch erhaltene Säugetiere, deren Mageninhalt sogar nach 50 Millionen Jahren noch teilweise erkannt werden konnte. Weltberühmt sind die *Urpferdchen* (*Propalaeotherium*), die mit einer Schulterhöhe von 30 Zentimetern nur so groß wie ein kleiner heutiger Hund waren. Feinde der Urpferdchen waren unter anderen die riesigen *Raublaufvögel* *Diatryma*, die nicht fliegen, aber sehr schnell laufen konnten. Eine merkwürdige Vorstellung, dass ein Vogel Pferde frisst!

Nach und nach entwickelten sich die Tierarten, die wir heute kennen. Manche sahen aber noch ganz ungewohnt aus - wie z.B. der Hauerelefant „*Deinotherium*“. Aus einem wolfs- oder bärenartigen Tier entwickelten sich die Wale. Wale sind keine Fische, sondern Säugetiere. Sie passten sich an den Lebensraum „Meer“ an und gehören heute zu den größten Tieren der Erde.

In der Mitte des Tertiärs wurde das Klima kühler. Die Waldregionen nahmen ab. Es entstanden Savannen- und Steppenlandschaften. Bei den einkeimblättrigen Samenpflanzen entwickelten sich die *Gräser*, die sich ja bis heute sehr erfolgreich auf der Erde behaupten konnten. Aber auch bei den zweikeimblättrigen Pflanzen entwickelten sich so raffinierte Lebewesen wie die Gänseblümchen, deren Blüten aus unzähligen einzelnen Blüten zusammengesetzt sind. Man nennt solche Pflanzen *Korbblütler* und es gibt heute mehr als 20 000 verschiedener Arten davon.

Quartär: Aus Affen werden Menschen

Vor etwa 6 Millionen Jahren begann es auf der Erde noch kälter zu werden. Die Pole der Erde vereisten und auch in Afrika wurde es kälter. Die Regenwälder zogen sich zurück und die Steppenlandschaften breiteten sich auch hier weiter aus. Das führte dazu, dass sich manche Affenarten zeitweise aufrecht gehend bewegen mussten - anstatt in den Bäumen zu klettern, wie sie es früher getan hatten. Als es vor 2,5 Millionen Jahren noch kälter und trockener wurde und es in Afrika statt saftiger Früchte nur noch trockene Samen und Knollen zu essen gab, entwickelten sich aus den Vormenschen die ersten Frühmenschen. Sie konnten die Steine so bearbeiten, dass scharfe Kanten entstanden. Mit diesen Werkzeug-Steinen gruben sie nach Knollen und schlugen Nüsse auf.

Die Lebewesen, die als erste auf der Erde Werkzeuge herstellen konnten, nennt man Menschen. Aus den ersten groben Klopffsteinen wurden kunstvoll gearbeitete Faustkeile. Einige zehntausend Jahre später kamen Speere, Pfeile, Messer hinzu. Noch später wurden Schwerter, Kochlöffel, Autos, Nähmaschinen, Raketen und kürzlich erst Computer erfunden. Neben den Werkzeugen entwickelten die Menschen auch Kleidung. Damit konnten sie - egal ob sie viele Haare hatten oder weniger - auch die kältesten Regionen der Erde besiedeln. Egal, wo sie lebten, alle entwickelten eine Sprache, Musik, Kunst und Religion. Einige Kulturen bauten Städte mit Tempeln und Pyramiden. Ihre Bewohner lernten schreiben und rechnen. Es entwickelten sich die Wissenschaften.

Eine davon ist die Paläontologie. Die Wissenschaftler heißen Paläontologen. Sie haben ihr Wissen darüber, wie sich das Leben auf der Erde entwickelt hat, aufgeschrieben und zusammengetragen. So haben sie - ähnlich wie ein Puzzle - ein grobes Bild der vergangenen 700 Millionen Jahre zusammengesetzt. So konnten wir viel über das Thema lesen und mit einigen Paläontologen auch reden und dir jetzt das erzählen, was wir von ihnen gelernt haben. Aber es gibt noch viel zu erforschen, das meiste aus der fast unendlich langen Geschichte der Erde liegt noch im Dunkeln...

Thomas Helmle und Petra Wöbcke-Helmle
Maibach 16, 74535 Mainhardt
E-mail: petra.thomas@woebcke-helmle.de, Juli 2003