

1 Die Entstehung der Erde – vom heißen Gasball zum festen Gesteinsplaneten

Urknall

Urknall – ein heißer Anfang

Vor etwa 15 Milliarden Jahren war die gesamte Materie des Weltalls in einer unvorstellbar dichten und heißen Kugel zusammengeballt. Als sie explodierte, wurden ihre Bestandteile in alle Richtungen geschleudert. Diesen heißen Beginn unseres Universums nennt man **Urknall**.

Die Elemente entstehen

Nach dieser Theorie entstanden beim Urknall die Gase Wasserstoff und Helium. Außerdem bildete sich eine riesige Glutwolke. Sie kühlte bei ihrer Reise langsam ab. Dabei entstanden schwerere Elemente wie Stickstoff und Kohlenstoff sowie die Metalle. Da sich die Teilchen immer stärker anzogen, verdichtete sich die Gaswolke. Die Gaswolke wurde dabei in immer schnellere Drehbewegungen versetzt.

Die Geburt unseres Sonnensystems

In der drehenden Gaswolke reicherten sich die schwereren Elemente in den

Außenbezirken an. Hier verklumpten sie zu den Planeten, u.a. der Erde. Die leichten Gase blieben im Zentrum. Sie ballten sich zu unserer Sonne zusammen. Die Entstehung erklärt, warum alle Planeten die Sonne in der gleichen Richtung umkreisen. Die Geburt der Erde bezeichnet man als **physikalische Evolution**.

Die Sonne und ihre acht Planeten ballten sich aus heißen Gasen zusammen.

AUFGABEN

- 1 ○ Nenne die wichtigsten Ereignisse aus der Geschichte der Erde in der richtigen Reihenfolge.
- 2 ☉ Erkläre, wie sich nach dem Urknall die festen Planeten bilden konnten.
- 3 ☉ Informiere dich über die 8 Planeten und baue ein Modell des Sonnensystems.

Wie alles begann

Vor vier Milliarden Jahren fehlte unserer Erde die schützende Ozonschicht. Da gefährliche Strahlen so direkt auf die Erdoberfläche gelangten, war sie ein lebensfeindlicher Ort.

Evolution im Labor

Der Chemiker STANLEY MILLER (1930 – 2007) wollte die chemische Evolution nachstellen. Dazu konstruierte er eine Apparatur (► B 2) mit den vermutlichen Bestandteilen der **Uratmosphäre**. Innerhalb weniger Tage entstanden zahlreiche organische Substanzen. In Abwandlung dieses Experimentes gelang es auch, Proteine zu erzeugen – die eigentlichen Bausteine des Lebens.

Die Black Smokers

In den Tiefen des Urmeeres war jedoch die **Entwicklung von Leben** aus unbelebter Materie denkbar. Diesen Vorgang bezeichnet man als **chemische Evolution**. Er fand vermutlich an den „**Black Smokers**“ (► B 1) statt. Das sind Quellen am Grunde der

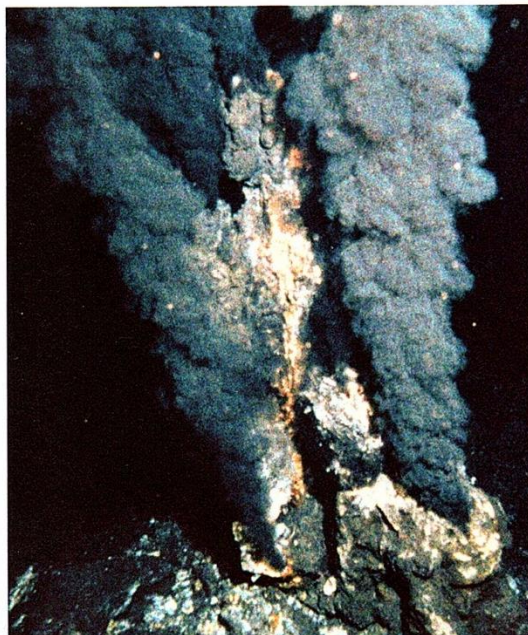
Tiefsee. Aus ihnen tritt bis zu 400 °C heißes Wasser aus. Dort lassen sich immer noch sehr ursprüngliche Bakterien finden. Man geht deshalb davon aus, dass ähnliche Bakterien die „Startorganismen“ für die **biologische Evolution** waren.

(► Entwicklung, S. 458/459)

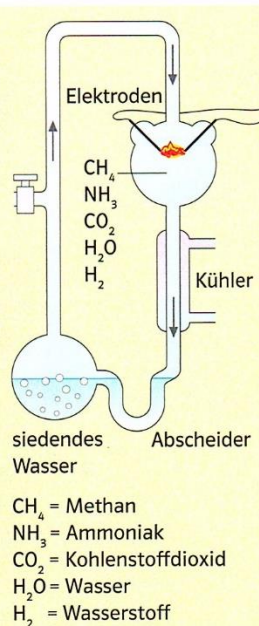
Aus unbelebter Materie entstehen organische Stoffe. Diesen Prozess nennt man chemische Evolution.

AUFGABEN

- 1 ○ Beschreibe den Versuchsaufbau des MILLER Experimentes mithilfe von Bild 2.
- 2 ● Informiere dich über die „Black Smokers“ und berichte darüber in der Klasse.
- 3 ● Formuliere zum Versuch von MILLER die einzelnen Phasen eines Experimentes.



1 Black Smokers



2 Versuchsaufbau von MILLER



3 „Ur-Suppe“

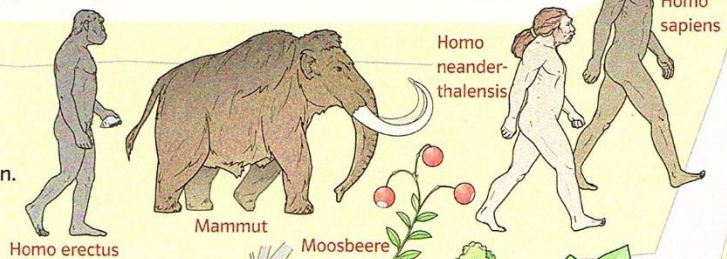
Erdzeitalter

Im Laufe der ungefähr 4,5 Milliarden Jahre langen Geschichte unseres Planeten entstanden die ersten Lebensformen vermutlich vor 3,7 Mrd. Jahren in der Uruppe.

Während dieser Entwicklung traten auch Arten auf, die inzwischen wieder ausgestorben sind. Einige ihrer Überreste finden wir jedoch als Fossilien in alten Erdschichten.

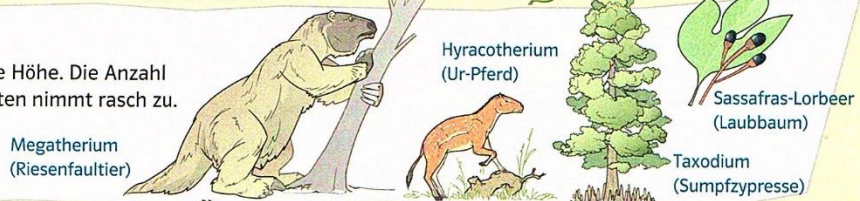
Quartär (2,6 Mio. Jahre bis heute)

Große Gletscher bedecken weite Teile Europas, Nordasiens und Nordamerikas. Zwischen den Eiszeiten gibt es wärmere Abschnitte mit Regen. Viele große Säugetiere leben an Land. Der Mensch *Homo sapiens* entwickelt sich.



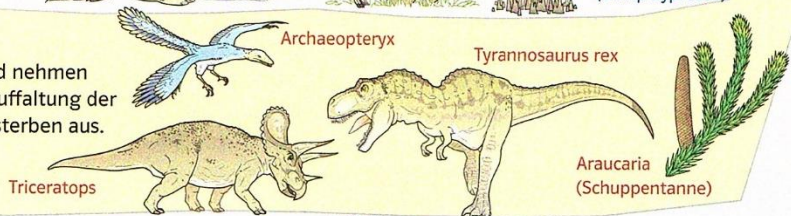
Tertiär (65 – 2,6 Mio. Jahre)

Die Alpen erreichen ihre heutige Höhe. Die Anzahl der Vogelarten und Säugetierarten nimmt rasch zu.



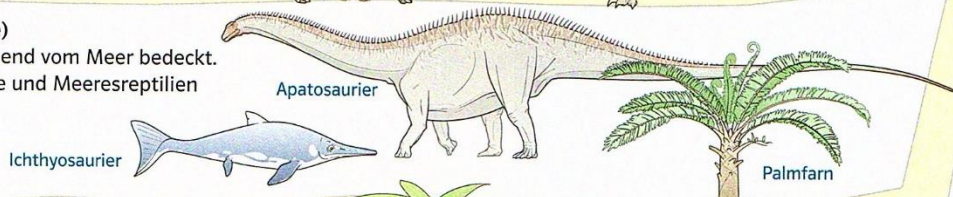
Kreide (144 – 65 Mio. Jahre)

Die Kontinente weichen auseinander und nehmen allmählich ihre heutige Gestalt an. Die Auffaltung der Alpen beginnt. Ammoniten und Saurier sterben aus.



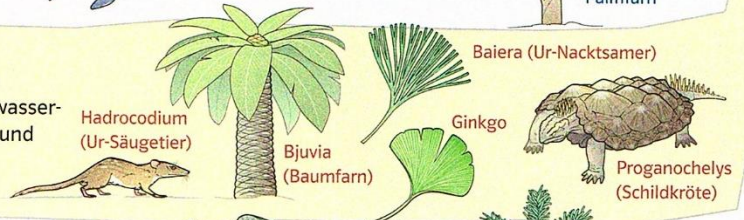
Jura (208 – 144 Mio. Jahre)

Mitteleuropa ist weitgehend vom Meer bedeckt. Die ersten Knochenfische und Meeresreptilien treten auf.



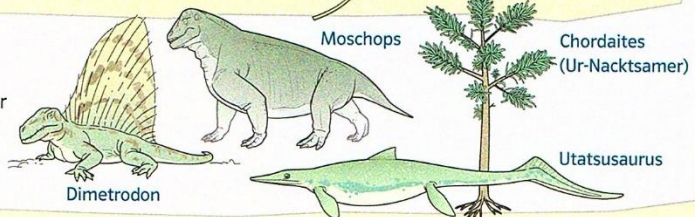
Trias (251 – 208 Mio. Jahre)

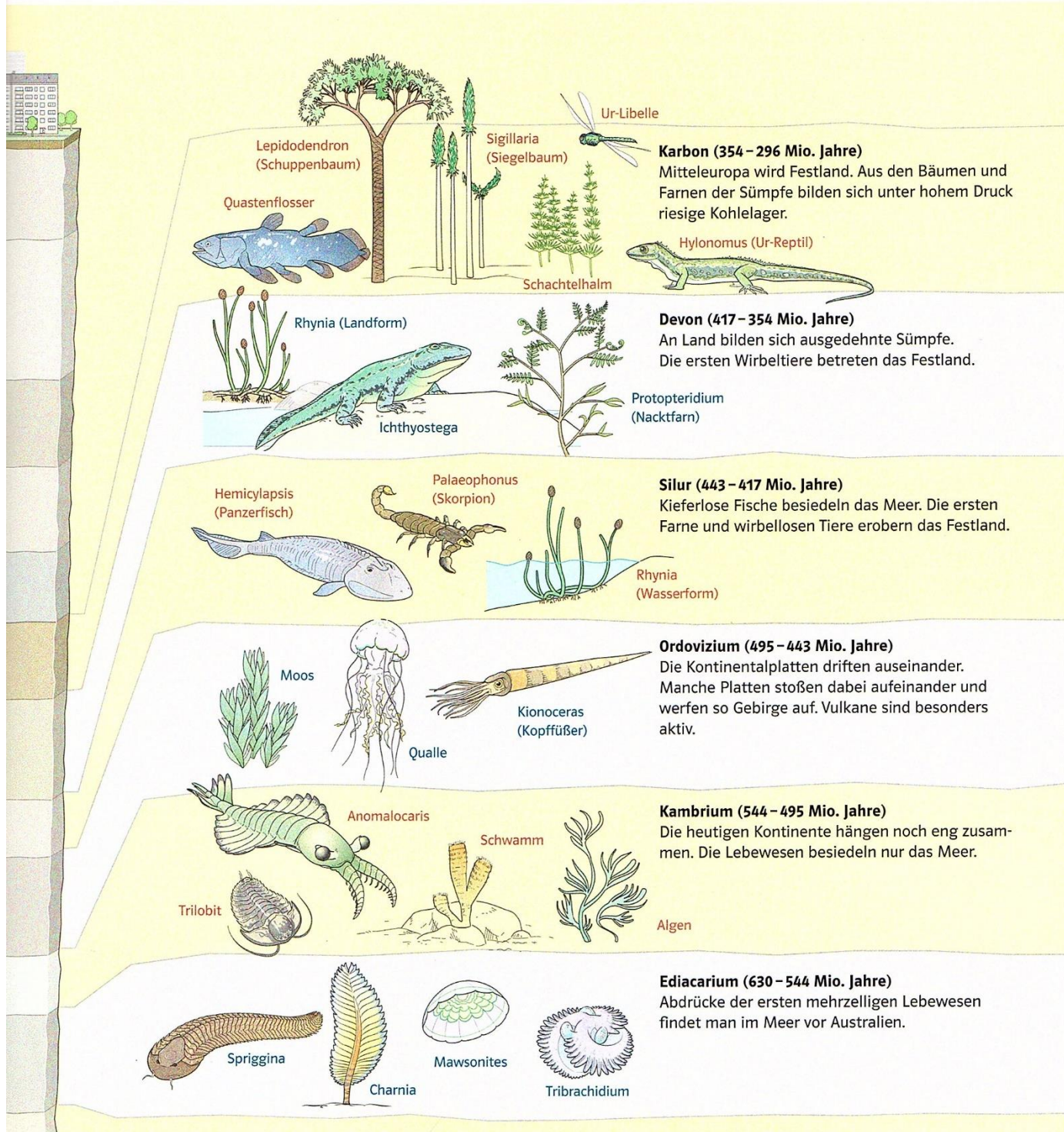
Das Ur-Mittelmeer Tethys breitet sich gegen Europa hin aus. Dort gab es zuvor nur Flachwasserzonen und Festland. Die ersten Nadelhölzer und Säugetiere entwickeln sich.

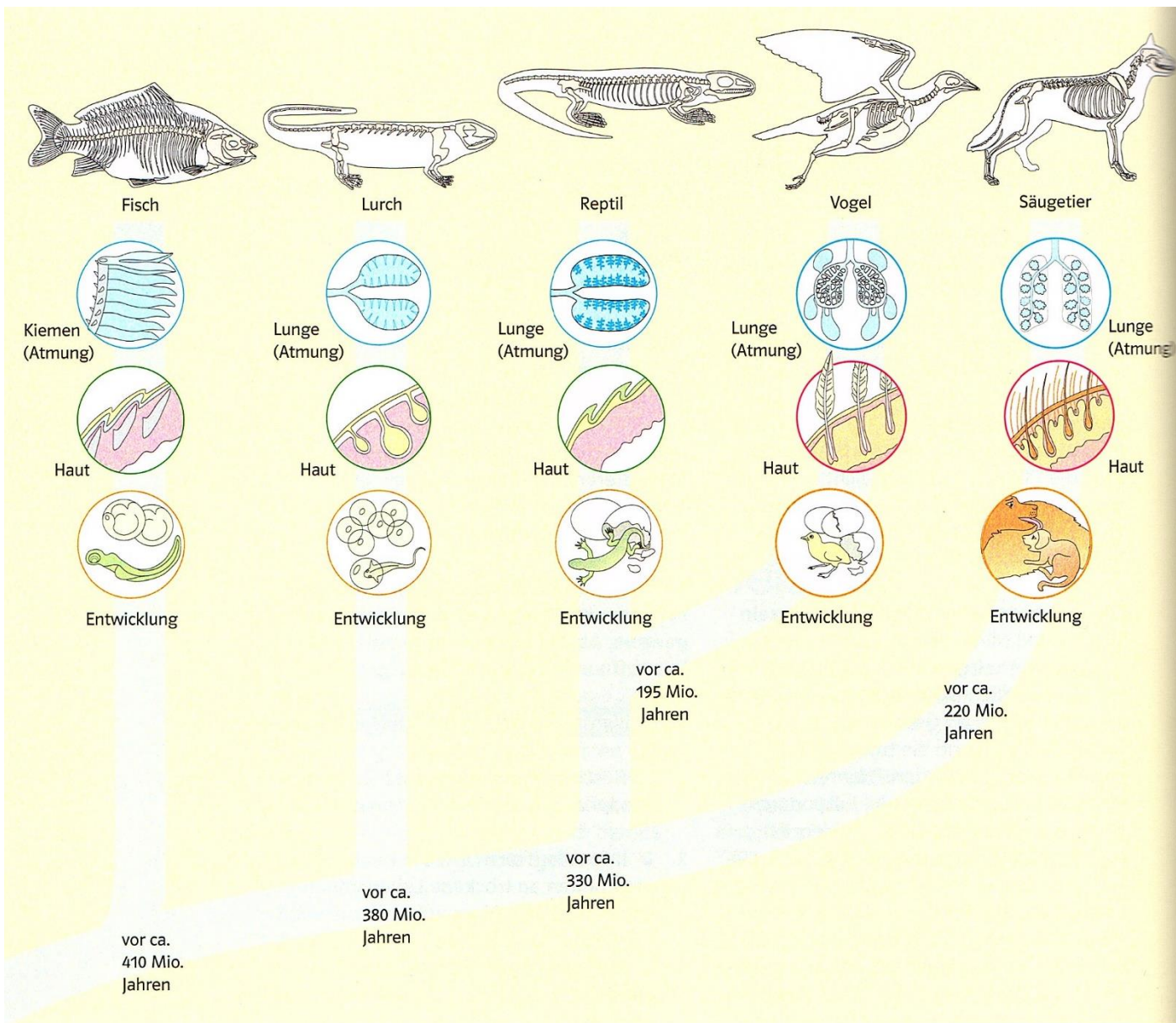


Perm (296 – 251 Mio. Jahre)

Alle Kontinente schließen sich zu einer riesigen Landmasse (Pangaea) zusammen. Während auf der Nordhalbkugel noch Wüstenklima herrscht, ist die Südhalbkugel weitgehend vereist.







1 Stammbaum der Wirbeltiere

Der Landgang der Wirbeltiere

Der Stammbaum der Wirbeltiere zeigt die Anpassungen der Wirbeltiere, mit denen sie die Lebensräume Land und Luft erobern konnten.

Ein Innenskelett bringt Vorteile

Im Vergleich zu Tieren ohne Skelett konnten Tiere mit einem Außenskelett deutlich größer werden und mehr Lebensräume

besiedeln. Ein fester Panzer bringt aber auch erhebliche **Nachteile** mit sich: Die Versorgung mit Sauerstoff wird erschwert, und zum Wachsen sind regelmäßige Häutungen nötig.

Erst mit einer inneren Stütze – der **Wirbelsäule** – war eine weitere Größenzunahme ohne die erwähnten Nachteile möglich.

Im Schatten der Saurier

In der Trias, vor 270 Mio. Jahren, beherrschten Reptilien Meer, Land und Luft. Dazu gehörten auch die Saurier. Die ersten **Säugetiere** entwickeln sich vor etwa 200 Mio. Jahren aus einer Gruppe der Reptilien. Sie hatten die Größe einer Büroklammer und konnten sich noch nicht gegen die riesigen Saurier durchsetzen. Die Säugetiere traten erst mit dem Aussterben der Saurier am Ende der **Kreidezeit** aus dem Schatten der Reptilien.

Gründe für den Erfolg

Säugetiere findet man in allen Lebensräumen und auf allen Kontinenten. Die weltweite Verbreitung ist vor allem auf zwei Ursachen zurückzuführen: gute Überlebenschancen für den Nachwuchs und eine konstante Körpertemperatur.

Bei den Säugern findet die Entwicklung im Mutterleib oder im Beutel statt (► B 3). Nach der Geburt werden die Jungen gesäugt. Muttermilch enthält alle für die Entwicklung und das Wachstum notwendigen Nährstoffe, Vitamine und Abwehrstoffe.

In Regionen, in denen die längste Zeit des Jahres Minusgrade herrschen, ist eine konstante Körpertemperatur von Vorteil. Die Eisbären (► B 4) können diese Lebens-

räume ganzjährig besiedeln und sich dort fortpflanzen. Es sind eine Reihe von Anpassungen notwendig, um die Temperatur konstant zu halten: energiereiche Nahrung, eine dicke isolierende Fettschicht, ein helles die Lichtstrahlen reflektierendes Fell auf einer schwarzen, die Lichtstrahlen aufnehmenden Haut.

(► Entwicklung, S. 458/459)

Die Entwicklung eines Innenskeletts waren Anpassungen, die eine erfolgreiche Verbreitung der Wirbeltiere auf dem Land und in der Luft ermöglichten.

AUFGABEN

- 1 ○ Erstelle eine Tabelle, in der du die Atmung, die Haut und die Entwicklung der Wirbeltiere miteinander vergleichst.
- 2 ☉ Informiere dich im Internet über die Lebensweise des Lanzettfischchens. Nenne die Vorteile hinsichtlich des Körperbaus, die ein Leben im Wasser im Vergleich zum Leben an Land bietet.
- 3 ☉ Erkläre, warum die im Text genannten Veränderungen den Übergang vom Wasser zum Land erst ermöglichten.
- 4 ☉ Auch Känguru und Schnabeltier gehören zu den Säugetieren. Berichte in der Klasse von deren Besonderheiten.
- 5 ● Ichthyostega führte ein Leben zwischen zwei Welten. Erläutere diese Aussage.



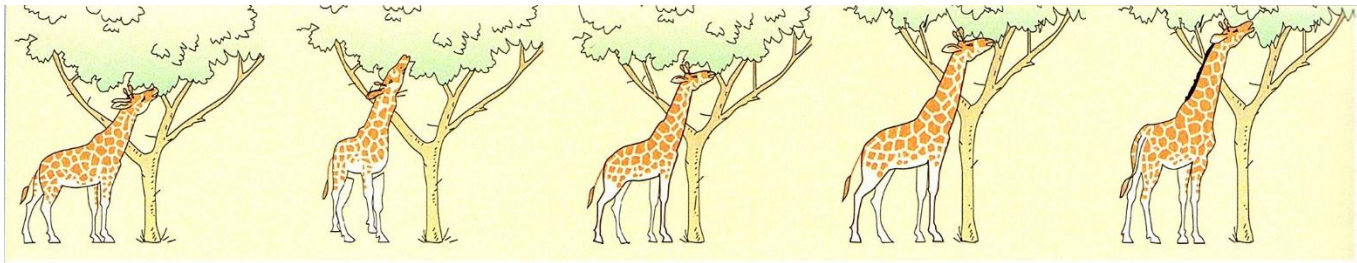
2 Schnabeltier



3 Känguru



4 Eisbär



1 Anpassung der Giraffe nach LAMARCK

Erklärungen für die Artenvielfalt

Auf unserer Erde leben zwischen 3,5 und 12 Millionen Arten. Ihre Entstehung beschäftigt die Menschheit schon seit altersher.

Weltreligionen

Christen, Juden und Muslime glauben, dass alle Arten von Gott geschaffen wurden. Danach besitzt jede Art von Anfang an die gleichen Eigenschaften. Jede Art ist in ihrem Erscheinungsbild und Wesen unveränderlich.

Urzeugung

Der griechische Philosoph ARISTOTELES (384 – 322 v. Chr.) ging davon aus, dass Lebewesen auch spontan zum Beispiel aus Schlamm entstehen können.

Die Katastrophentheorie

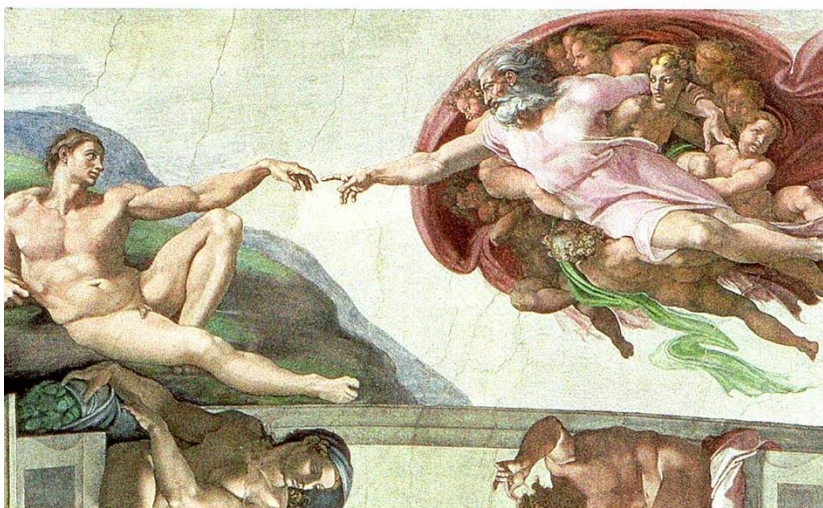
Der französische Zoologe GEORGES BARON DE CUVIER (1769 – 1832) entdeckte in unter-

schiedlich tiefen Gesteinsschichten verschiedenartige Fossilien. Seiner Meinung nach waren dies Überreste von Lebewesen, die in verschiedenen Erdzeitaltern gelebt hatten. Sie starben durch Naturkatastrophen aus. Die frei gewordenen Lebensräume seien dann von anderen Tieren und Pflanzen besiedelt worden. Er war von der „**Unveränderlichkeit der Arten**“ überzeugt.

Die erste Evolutionstheorie

JEAN BAPTISTE DE LAMARCK (1744 – 1829) war überzeugt davon, dass sich die heute lebenden Arten aus früher existierenden entwickelt hatten. Er erklärte die langen Hälse der Giraffen durch das ständige Strecken der Tiere nach den Blättern (> B1). Diese neu erworbenen Eigenschaften konnten an die Nachkommen vererbt werden. Es gibt bis heute keine Belege für diese Theorie.

Forscher entwickelten verschiedene Erklärungsansätze, um die große Artenvielfalt zu erklären.



2 Die Erschaffung Adams (MICHELANGELO, um 1510)

AUFGABEN

- 1 ○ Vergleiche die aufgeführten Erklärungsansätze in einer Tabelle.
- 2 ☹ Erkläre, warum die Lebewesen nach der Katastrophentheorie in verschiedenen Zeitaltern gelebt haben müssen.
- 3 ● Versuche LAMARCKS Theorie mithilfe des folgenden Beispiels zu widerlegen: Eine Gewichtheberin bekommt ein Kind.

○ Analoge und homologe Organe

Evolutionsforschung ist schwierig

Die Entstehung neuer Arten lässt sich nur schwer beobachten, weil die Evolution sehr lange Zeiträume benötigt. Deshalb müssen Wissenschaftler auf andere Weise Belege sammeln. Sie gewinnen zum Beispiel Erkenntnisse, indem sie den Körperbau von lebenden Organismen untereinander und mit dem von Fossilien vergleichen. Aus dem Grad der Ähnlichkeit lassen sich dann Aussagen über Verwandtschaftsbeziehungen und gemeinsame Abstammung treffen.

Sehr verschieden und doch gleich

Die Vordergliedmaßen verschiedener Säugetiere sehen auf den ersten Blick verschieden aus. Der Flügel einer Fledermaus, der Vorderlauf eines Pferdes und der Arm eines Menschen scheinen nichts gemeinsam zu haben.

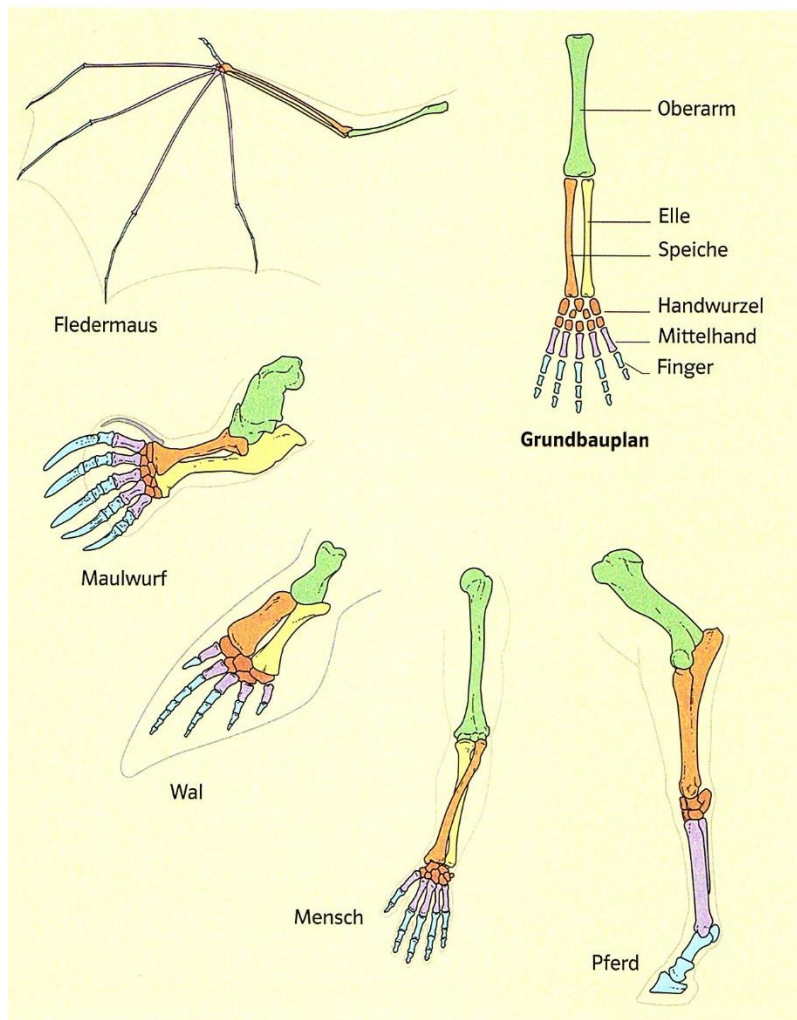
Genauere Untersuchungen zeigen aber, dass die Vordergliedmaßen aller Säugetiere einen **gemeinsamen Grundbauplan** besitzen (► B1). Organe mit demselben Grundbauplan nennt man **homologe Organe**.

Gleich dank gleicher Funktion

Betrachtet man die Flügel von Insekten und Fledermäusen, wird deutlich, dass beide dieselbe Funktion erfüllen. Der Bauplan ist aber sehr verschieden. Organe, die einen unterschiedlichen Bauplan besitzen, aber die gleiche Funktion erfüllen, nennt man **analoge Organe**. Es handelt sich dabei um eine Anpasstheit an den Lebensraum. Ähnliche Entwicklungen bei nicht näher verwandten Arten bezeichnet man als **Konvergenz**.

(► Struktur und Funktion, S. 454/455)

Homologe Organe besitzen denselben Grundbauplan, auch wenn sie unterschiedlich aussehen. Analoge Organe erfüllen dieselbe Funktion, unterscheiden sich aber in ihrem Bauplan.



1 Homologe Organe

AUFGABEN

- Erkläre die Begriffe „homolog“, „analog“ und „Konvergenz“.
- Erkläre, weshalb homologe Organe ein Hinweis auf eine gemeinsame Abstammung sind.
- Beschreibe und erkläre am Beispiel Hai, Delfin und Pinguin, was man unter konvergenter Entwicklung versteht.

Tiere mit alten Bauplänen

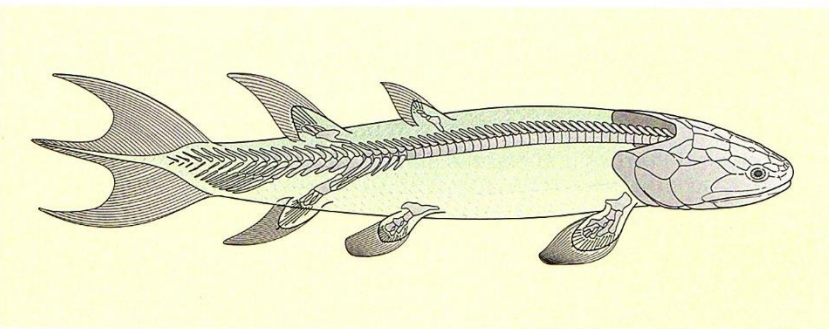


1 Der Quastenflosser – ein „lebendes Fossil“

Blick in die Vergangenheit

Manche Lebewesen wie das Urpferd (► S. 408) haben sich im Lauf der Evolution stark verändert. Bei anderen Lebewesen ist der Körperbau über viele Millionen Jahre weitgehend gleich geblieben. Lebewesen, deren Körperbau seit Millionen von Jahren unverändert ist, nennt man **lebende Fossilien**.

Biologen gewinnen an lebenden Fossilien Hinweise über die stammesgeschichtliche Entwicklung. Beispiele für lebende Fossilien sind der Quastenflosser, Nautilus und der Pfeilschwanzkrebs.



2 Verstärkte Knochen eines frühen fossilen Quastenflossers

Ein besonderer Fang

Das wohl berühmteste lebende Fossil ist der **Quastenflosser** (► B1). Man nahm lange Zeit an, dass er seit mehr als 60 Millionen Jahren ausgestorben ist. 1938 war es dann soweit: In East-London (Südafrika) entdeckte eine wissenschaftliche Mitarbeiterin beim Entladen eines Fischkutters einen ungewöhnlichen Fisch. Die Sensation war perfekt. Weitere Untersuchungen zeigten, dass es sich um einen Quastenflosser handelte.

Ein Fisch, der läuft?

Der Quastenflosser ist für Biologen vor allem wegen seiner Brust- und Bauchflossen interessant. Diese besitzen verstärkte Knochen (► B2). Sie sind in ihrem Bau den Gliedmaßen der Amphibien ähnlich. Wissenschaftler nehmen an, dass frühe Quastenflosserarten mit den Flossen am Meeresboden gegangen sind. Eventuell konnten sie damit auch das Wasser kurzzeitig verlassen.

Eine weitere Anpassung an einen zumindest kurzzeitigen Aufenthalt an Land sind die Lungen, die man bei fossilen Quastenflossern findet. Biologen gehen davon aus, dass die fossilen Quastenflosser keine Vorfahren der heutigen Landwirbeltiere sind. Quastenflosser geben uns aber einen Hinweis, wie eine der frühesten Stufen des Landgangs der Wirbeltiere ausgesehen haben könnte.

Ein Fisch mit Landgang

Schlammpringer (► B3) besiedeln die tropischen Küsten Afrikas, Asiens und Australiens. Sie zeigen Anpassungen an das Leben im Wasser und an Land. Schwimmen die Schlammpringer umher, erkennt man, dass es sich um einen Fisch handelt. Schlammpringer besitzen Kiemendeckel und Flossen. Erst wenn sich das Wasser bei Ebbe zurückzieht, suchen

die Schlammpringer nach Nahrung am Boden. Sie bewegen sich am Boden fort, indem sie ihre verstärkten Brustflossen zum Abdrücken vom Boden einsetzen.

Der Schlammpringer – ein lebendes Fossil?

Die Trockenheit an Land kann die Kiemenplättchen der Fische verkleben. Dies verhindern die Schlammpringer dadurch, dass sie in einer Ausstülpung Wasser mitnehmen, die die Kiemen an Land feucht halten. Der Schlammpringer ist kein direkter Vorfahre der heutigen Landwirbeltiere. Er zeigt aber Anpassungen im Körperbau, die für einen Landgang der Tiere nötig waren. Es gibt bis heute keinen Fund eines Schlammpringerfossils.

Das Schnabeltier – ein lebendes Fossil?

1791 fand man das erste Tier, das gleichzeitig einen Schnabel und ein Fell hatte. Man nannte das Tier **Schnabeltier** (> B4). Nähere Untersuchungen zeigten, dass das Tier Merkmale besitzt, die denen von Reptilien ähnlich sind. Kot, Harn und die Eier der Weibchen verlassen den Körper über eine einzige Öffnung, die Kloake. Andererseits besitzt das Schnabeltier eindeutige Merkmale der Säugetiere: Ein Fell, eine gleichbleibende Körpertemperatur

und Milchdrüsen sind typisch für Säugetiere. Die Schnabeltiere gelten nicht als direkte Vorläufer der heutigen Säugetiere. Sie vermitteln aber einen Eindruck, wie die ursprünglichen Säugetiere ausgesehen haben könnten. Die Suche nach einem Fossilfund war bisher vergeblich.

Lebenden Fossilien geben Hinweise, wie frühere stammesgeschichtliche Entwicklungsstufen ausgesehen haben.

AUFGABEN

- 1 ☐ Was versteht man unter dem Begriff „lebendes Fossil“? Notiere.
- 2 ☐ Nenne Anpassungen des Schlammpringers an ein Leben im Wasser und an Land.
- 3 ☐ Nenne die Reptilien- und Säugetiermerkmale des Schnabeltiers.
- 4 ☐ Erkläre die Bedeutung lebender Fossilien für die Evolutionsforschung.
- 5 ☐ Die heute lebenden Quastenflosser sind nicht die Vorfahren der heutigen Landwirbeltiere. Erkläre diese Aussage.
- 6 ☒ Es gibt auch unter Pflanzen „lebende Fossilien“. Informiere dich und erstelle eine Präsentation.



3 Schlammpringer



4 Schnabeltier