

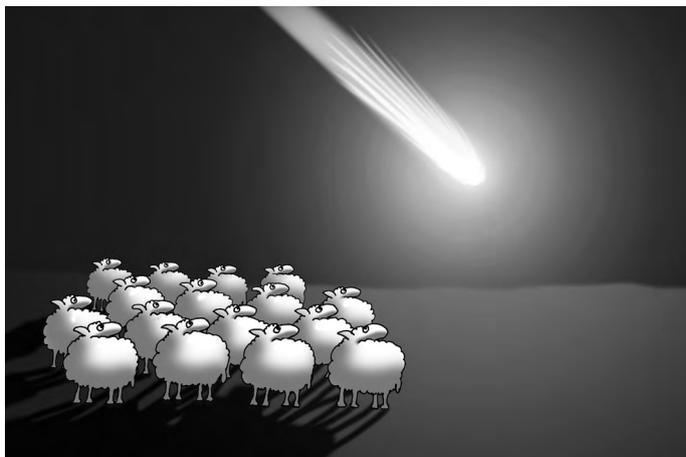
1. Der Donnerstein von Ensisheim

Vor über 520 Jahren, im späten Mittelalter, versetzte in der französischen Region Elsass nahe der Stadt Ensisheim ein unheimlich lautes Grollen die Menschen in Angst und Schrecken. Weit und breit gab es nicht das kleinste Anzeichen eines Gewitters, dennoch hörte man einen ohrenbetäubenden, donnerähnlichen Knall. Dieser war so laut, dass er sogar noch in der benachbarten Schweiz zu vernehmen war. Es gab auch einen Augenzeugen: Ein junger Schafhirte sah den Stein vom Himmel herabstürzen; er zog eine Leuchtspur (Meteor) hinter sich her und schlug schließlich krachend in ein nahes Weizenfeld ein. Die Nachricht vom Donnerstein sorgte in ganz Europa für großes Aufsehen.

*Da man zalt fierzehnhundert jar
Uff sant Florentzen tag ist war am
Neuntzig vnd zwey vmb mittentag
Geschach ein grawsam donnerschlag
Dreyg zentner schwär fyl diser stein
Hye jnn dem feld vor Ensißheim*

*Man zählte vierzehnhundert Jahre
St.-Lorenz-Tag (7. November)
neunzig und zwei (also 1492) zu Mittag
geschah ein grausamer Donnerschlag
drei Zentner schwer fiel dieser Stein
hier in dem Feld von Ensisheim*

Der Donnerstein von Ensisheim war der erste Meteorit in Europa, dessen Fall beobachtet wurde. Der erwähnte Donnerschlag war eigentlich ein Überschallknall, weil der Meteorit deutlich schneller unterwegs war als der Schall.



Es gibt nicht nur die Berichte über den Fall des Donnersteins von Ensisheim, auch Teile des Meteoriten selbst hat man aufgesammelt und in Museen gebracht. Woher die Steine, die vom Himmel fallen, eigentlich stammen, wusste man damals allerdings noch nicht. Erst etwa 300 Jahre später war man sich sicher, dass sie aus dem Weltraum kommen müssen.

Der Donnerstein von Ensisheim ist ein Steinmeteorit (Chondrit) und daher für die Forscher besonders spannend. Er besteht aus vielen Chondren (kleinen Schmelzkügelchen). Diese stammen noch aus der Entstehungszeit unseres Sonnensystems und haben sich seither nicht mehr verändert. Daher sind Steinmeteoriten das älteste Material in unserem Sonnensystem.

Bis ins 19. Jahrhundert glaubte man, dass die Sonne und die Erde höchstens einige hundert Millionen Jahre alt sind. Durch Altersbestimmung von Meteoriten wissen wir heute, dass unser Sonnensystem schon wesentlich länger existiert, nämlich seit etwa 4,6 Milliarden Jahren.

2. Canyon Diablo – Das Eisen aus der Teufelsschlucht

In Arizona, im Südwesten der USA, wurden in der Nähe eines riesigen Kraters zahlreiche Eisentrümmer gefunden. Ab 1891 wurde das Eisen untersucht und als Meteorit erkannt. Damals war erst seit ca. 90 Jahren bekannt, dass Meteoriten aus dem Weltraum stammen.

Der Einfachheit halber benennt man sie nach dem Ort, an dem sie gefunden werden. Da sich in der Nähe des Kraters der Canyon Diablo, die Teufelsschlucht, befindet, bekamen die Eisentrümmer den Namen „Canyon Diablo Meteoriten“.

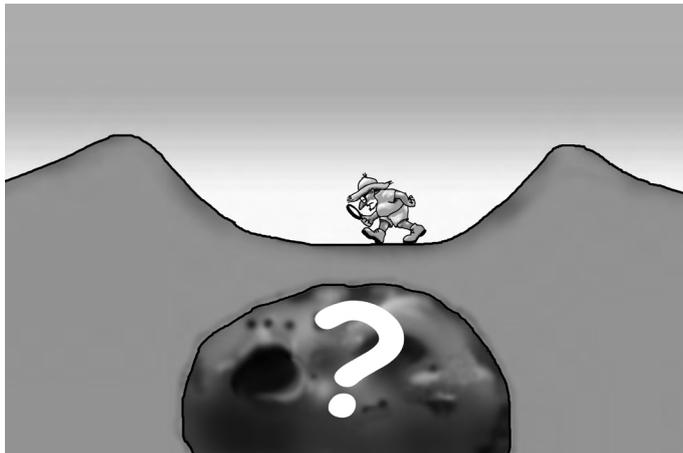
Warum sind die Eisenmeteoriten von der Teufelsschlucht etwas so Besonderes? Eisenmeteoriten sind extrem selten. Etwa 95 % aller bisher gefundenen Meteoriten sind Steinmeteoriten, nur ca. 4,5 % sind Eisenmeteoriten.

Im Vergleich zu Eisen von der Erde enthalten sie deutlich mehr Nickel. Außer Eisen und Nickel hat man im Canyon Diablo Meteoriten auch Graphit (Bleistiftminen bestehen aus Graphit) und winzig kleine Diamanten gefunden. Diamanten kannte man bis dahin aus keinem anderen Meteoriten.

Viele Eisenmeteoriten zeigen im Inneren charakteristische Muster, die Widmanstätten'schen Figuren. Solche Muster brauchten zum Entstehen mehrere Millionen Jahre und konnten sich nur bilden, solange sich der Asteroid noch im Weltall befand. Sie sind daher ein eindeutiger Beweis dafür, dass es sich um einen Meteoriten handelt.

Da alle Canyon Diablo Meteoriten in der Nähe eines großen Kraters gefunden wurden, fragten sich Wissenschaftler, ob es eine Verbindung zwischen den Meteoriten und dem Krater gibt.

Der Krater ist mit einem Durchmesser von etwa 1,2 km fast so groß wie der erste Wiener Gemeindebezirk. Der entsprechende Meteorit muss einen Durchmesser von ungefähr 50–70 m gehabt haben und unglaublich schwer gewesen sein.



Anfang des 20. Jahrhunderts versuchte der amerikanische Bergbauingenieur Daniel Moreau Barringer viele Jahre lang, diesen Riesen-Meteoriten unter dem Kraterboden zu finden – leider erfolglos. Trotzdem wurde der Krater nach ihm Barringer-Krater benannt.

Heute weiß man, dass es beim Einschlag eines so großen und schweren Meteoriten zu einer gewaltigen Explosion kommt. Die Hitze, die dabei entsteht, lässt einen Großteil der Eisenmasse verdampfen. Deshalb konnte Barringer den Riesenmeteoriten nicht mehr finden.

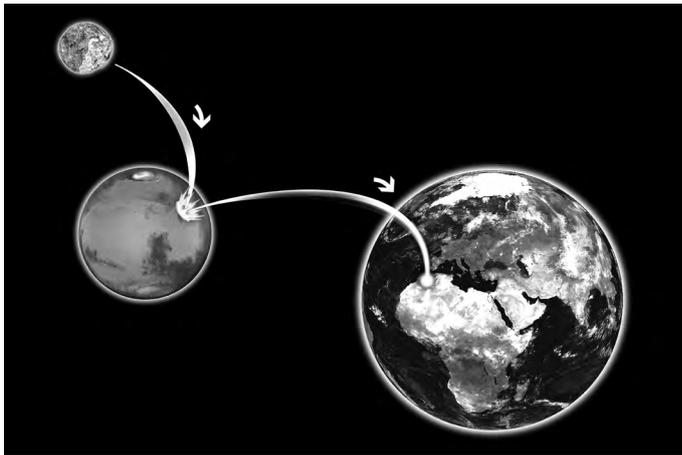
Um 1960 aber stellte der amerikanische Geologe Eugene Shoemaker fest, dass der Barringer-Krater tatsächlich durch einen Meteoriteneinschlag vor 50.000 Jahren verursacht worden war. Damit war er der erste wissenschaftlich bestätigte Meteoritenkrater!

3. Tissint – Ein Stück Mars, das vom Himmel fiel

Am 18. Juli 2011 war um zwei Uhr früh am Nachthimmel über Marokko (im Norden Afrikas) ein heller, gelbgrüner Feuerball zu beobachten. Mit hoher Geschwindigkeit und mit lautem Grollen näherte sich ein Stein dem Boden, zerfiel in mehrere Stücke und schlug schließlich in einem Tal in der Westsahara ein. Nomaden haben schließlich die Teile des Tissint-Meteoriten gefunden, eingesammelt und verkauft. Denn Steine, die vom Himmel fielen, gelten in allen Kulturen als etwas Besonderes.

Erst seit ungefähr 200 Jahren wissen wir, dass Meteoriten nicht von der Erde stammen. Die meisten kommen aus dem Asteroidengürtel, der sich zwischen den Planeten Mars und Jupiter befindet. Dort kreisen unzählige Asteroiden (größere Brocken) und Meteoroiden (kleinere Brocken) um die Sonne. Immer wieder kommt es vor, dass zwei zusammenkrachen. Dabei können sich Teile abspalten und sich Richtung des inneren Sonnensystems bewegen, also Richtung Mars, Erde und Mond.

Vor allem auf der Mond-Oberfläche sind die zahlreichen Einschlagkrater deutlich sichtbar. Aber auch die Erde und der Mars stehen unter außerirdischem Beschuss. Wenn ein größerer Asteroid auf dem Mars einschlägt, können beim Aufprall Gesteine von der Marsoberfläche gelöst und mit so großer Wucht weggeschleudert werden, dass sie den Mars verlassen.



Nach einer langen Reise durchs All landen diese Steine in ganz seltenen Fällen sogar auf der Erde. Marsmeteoriten sind also extrem selten – von mehreren zehntausend bekannten Meteoriten stammen weniger als hundert vom Planeten Mars.

Wie lassen sich Marsmeteoriten von anderen Meteoriten unterscheiden und was macht sie so spannend?

Marsmeteoriten sind wesentlich jünger als alle anderen Meteoriten und

bestehen aus einem anderen Material. Manchmal findet man in ihnen sogar eingeschlossenes Gas, also ein klein wenig Mars-Luft. Dank der ersten Sonden, die 1976 auf dem Mars gelandet sind (Viking 1 und Viking 2), gibt es genügend Vergleichsdaten, so dass sich heute genau feststellen lässt, ob ein Meteorit vom Mars kommt oder nicht.

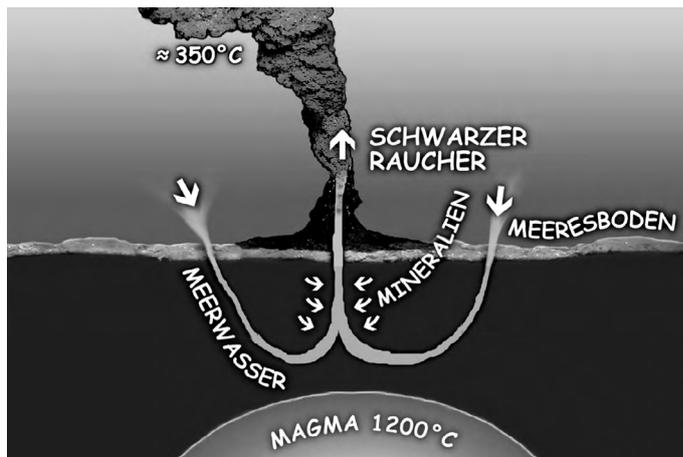
Man fragt sich schon lange, ob es auf dem Mars vielleicht einmal Leben gegeben hat. Die Marsmeteoriten könnten uns einiges darüber verraten. Die meisten Marsmeteoriten befinden sich allerdings schon längere Zeit auf der Erde und sind daher für derartige Untersuchungen nicht besonders gut geeignet. Nur der Meteorit Tissint ist so gut wie „unberührt“, da er nur kurze Zeit der Erdatmosphäre ausgesetzt war, bevor er – beziehungsweise seine Einzelteile – eingesammelt wurden. Im Naturhistorischen Museum Wien ist das zweitgrößte Stück des Tissint-Meteoriten ausgestellt.

4. Schwarzer Raucher (englisch: Black Smoker)

Februar 1977: Pechschwarze Finsternis umgibt das Tauchboot Alvin; der Tiefenmesser zeigt 2.500 m, der Wasserdruck ist enorm, die Wassertemperatur beträgt 2 °C. Doch plötzlich steigt die Temperatur rapide an und schwarze Rauchwolken trüben das Scheinwerferlicht. Die Schwarzen Raucher kommen in Sicht und verändern unser Bild von der Tiefsee für immer!

Schwarze Raucher sind heiße Quellen entlang der Tiefseerücken am Meeresgrund in etwa 2.000–5.000 m Tiefe. Aufgrund des hohen Drucks bleibt das Wasser auch bei einer Temperatur von 400 °C flüssig und verwandelt sich nicht in Wasserdampf.

Woher kommt dieses superheiße Wasser?



Meerwasser kann durch Risse tief in die Erdkruste vordringen und wird dort auf ca. 400 °C erhitzt. Das „überheiße“ Wasser steigt wieder nach oben und löst dabei Mineralien aus dem Gestein – zum Beispiel Kupfer, Zink und Eisen. Es entstehen Metall-Schwefelverbindungen.

Am Meeresgrund trifft das heiße Wasser auf 2–4 °C kaltes Ozeanwasser. Durch die plötzliche Abkühlung fallen die gelösten Metalle aus und bilden die schwarzen „Rauchwolken“,

die zum Namen geführt haben. Die Metalle lagern sich schließlich am Meeresboden ab und bilden mit der Zeit meterhohe Schlote. Wenn die Schlote zu hoch werden, können sie zusammenbrechen; manchmal werden sie auch durch die ausgefallenen Substanzen verstopft.

Schwarze Raucher sind für die Forschung besonders interessant, weil es dort trotz der extremen Lebensbedingungen – absolute Finsternis, hohe Temperaturen, enormer Druck und saures Wasser – eine Vielfalt von Lebewesen gibt. Bis jetzt fanden Forscher in dieser unwirtlichen Umgebung über 300 neue Tierarten, darunter Krebse, Muscheln und Würmer. Die giftigen Schwefelverbindungen, die für die meisten Organismen tödlich wären, bilden hier die Grundlage des Überlebens. Denn bestimmte Bakterien und Urbakterien können aus diesen Schwefelverbindungen Energie gewinnen.

Größere Lebewesen zeigen spezielle Anpassungen, um Hitze und giftige Chemikalien auszuhalten. Viele von ihnen leben in Symbiose (eine Lebensgemeinschaft, die beiden Partnern Vorteile bringt) mit den Schwefelbakterien. So auch der Riesenbartwurm Riftia, der bis zu 3 m lang werden kann. Er besteht aus Kopf, Rumpf und einem Fuß, mit dem er sich am Untergrund festhält. Jedoch fehlen ihm Mund, Darm und After. Er kann nur überleben, weil ihn die Schwefelbakterien, die in einem speziellen Organ in seinem Inneren leben, mit Nährstoffen versorgen.

5. Chloroplasten – die „Grünen“

Warum haben Tiere und Menschen keine grüne Haut? Das wäre doch praktisch! Wenn man Hunger hat, könnte man sich einfach in die Sonne legen, und bald wäre man wieder satt. Doch uns fehlen die Chloroplasten...

Chloroplasten [altgriech. *chlōrós* = grün; *plastós* = geformt] sind durch den Farbstoff Chlorophyll grün gefärbt. Man findet sie in den Zellen grüner Pflanzen. Der grüne Farbstoff fängt einen Teil des Sonnenlichts ein. Die Energie wird benutzt, um aus Wasser und Kohlendioxid (CO₂) Zucker und Sauerstoff herzustellen. Diesen Vorgang nennt man Fotosynthese. Grüne Pflanzen können auf diese Weise ihre eigene Nahrung erzeugen.

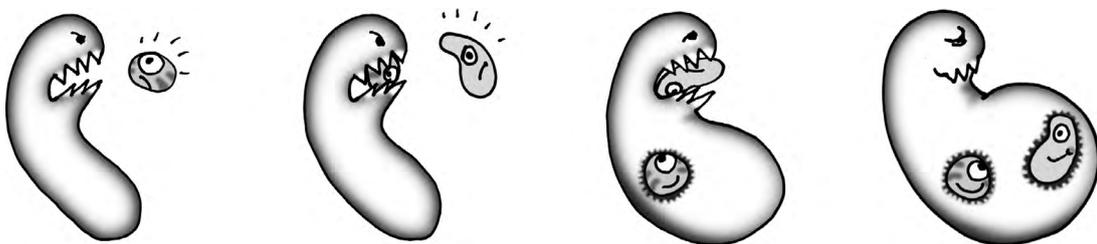
Chloroplasten sind so winzig, dass man sie nur unter dem Mikroskop betrachten kann. Um die Strukturen in ihrem Inneren zu erkennen, braucht man sogar ein Elektronenmikroskop.

Wie aber kamen die Chloroplasten überhaupt in die Pflanzenzellen? Die Endosymbionten-Theorie (altgriech. *endo* „innen“ und *symbiōsis* „Zusammenleben“) bietet eine Erklärung.

Wir wissen, dass die ersten Lebewesen – Bakterien und Urbakterien – Einzeller ohne Zellkern waren. Erst 2.000 Millionen Jahre später entwickelten sich die ersten Vielzeller, die aus mehreren Zellen bestanden. Bei ihnen findet man Zellbestandteile, die den Bakterien fehlen: Chloroplasten und Mitochondrien. Die Chloroplasten in den Zellen grüner Pflanzen sind Voraussetzung für die Fähigkeit zur Fotosynthese. Die Mitochondrien kommen in tierischen und pflanzlichen Zellen vor und sind für den Energiehaushalt zuständig.

Die Endosymbionten-Theorie geht davon aus, dass Chloroplasten und Mitochondrien einst eigenständige Lebewesen – Einzeller ohne Zellkern – waren, die im Laufe der Evolution von größeren Einzellern „verschluckt“ wurden. Sie wurden jedoch nicht verdaut, sondern lebten in ihren Wirtszellen weiter. Im Laufe der Zeit entstand eine Symbiose (eine Lebensgemeinschaft, die beiden Partnern Vorteile bringt) zwischen Wirtszellen und den „verschluckten“ Einzellern. Die Wirtszellen boten den kleinen Einzellern Schutz und bekamen dafür Zucker, also Energie.

Chloroplasten besitzen eine eigene DNA, also eigenes Erbgut. Wenn man dieses genau untersucht, findet man Beweise dafür, dass die Chloroplasten von Cyanobakterien (Blaualgen) abstammen.



Pflanzliche, tierische und menschliche Zellen haben nach der Endosymbionten-Theorie ihren Ursprung in der Vereinigung von Einzellern. Der grundlegende Unterschied besteht darin, dass Pflanzenzellen zusätzlich Chloroplasten besitzen, die in tierischen Zellen fehlen.

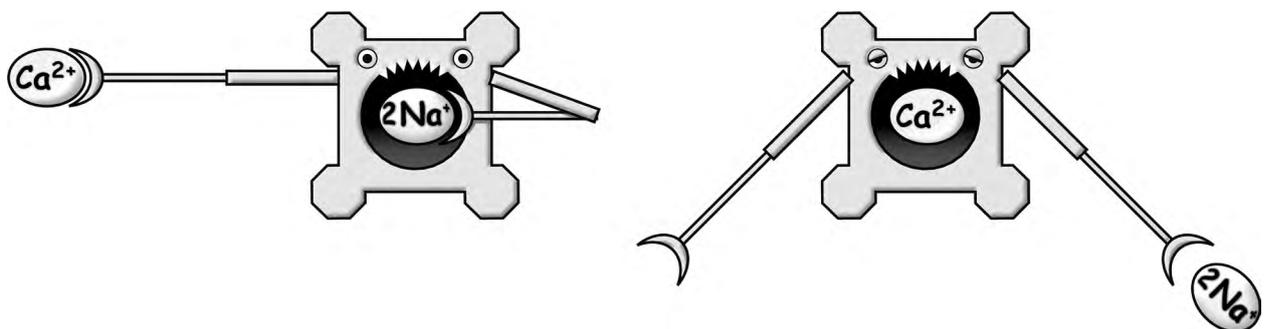
6. Zeolithe

„Eine gewaltige Explosion riss Marius aus dem Schlaf. Mit einem Mal hellwach, blickte er in die Richtung, aus der der Donner gekommen war – der Gipfel des Vesuvs war weggesprengt worden. Marius begann am ganzen Körper zu zittern; er wollte wegrennen, sich auf den Boden werfen, aber stattdessen starrte er auf die austretenden Feuersäulen und auf eine Aschewolke, die so hoch stieg, dass sie den Himmel verdunkelte...“

Marius sollte diesen Tag – den 24. August 79 n. Chr. (nach Christus) – wie Tausende andere Einwohner Pompejis nicht überleben. Er selbst und seine Umgebung wurden unter einer 12 m dicken Schicht aus Asche, Bimssteinen und Gesteinsbrocken begraben. So schrecklich diese Naturkatastrophe auch war, für Wissenschaftler stellt Pompeji eine einzigartige Informationsquelle dar. Unter der steinhart gewordenen Ascheschicht ist die Stadt wie in einem Dornröschenschlaf Jahrhunderte lang unverändert erhalten geblieben. Darüber hinaus enthalten die vulkanischen Ablagerungen wertvolle Mineralien, zum Beispiel Zeolithe.

Zeolith-Mineralien entstehen vor allem in Hohlräumen von Lavagestein (Basalt). Sie bilden oft außergewöhnliche Kristalle wie Nadeln, Fasern oder Säulen. Das Kristallgerüst der Zeolithe ist von unzähligen winzigen Poren und Kanälen durchbrochen. In diesen Hohlräumen befinden sich normalerweise Wasser und positiv geladene Teilchen, zum Beispiel Natrium (Na^+). Wenn man Zeolith-Mineralien erhitzt, entweicht das Wasser aus den Hohlräumen – der Kristall beginnt zu „schäumen“. Darauf deutet auch der Name hin: Zeolith bedeutet auf Altgriechisch „siedender Stein“. Wenn er von feuchter Luft umgeben ist, kann der Zeolith ähnlich einem Schwamm wieder Wasser aufnehmen, das sich erneut in den Poren einlagert.

Warum ist diese Eigenschaft so geschätzt? Zeolithe werden zum Beispiel als Wasserenthärter in Waschmitteln eingesetzt. Im Leitungswasser ist unter anderem Calcium (Ca^{2+}) in gelöster Form enthalten. Wird das Wasser erhitzt, entsteht „Kesselstein“, eigentlich Kalkstein. Außerdem verbindet sich Calcium mit Waschmitteln zu Kalkseife, wodurch die Waschkraft des Waschmittels geringer wird. Zeolithe können Calcium „einfangen“, indem sie es gegen das Natrium in ihren Poren austauschen. So wird das Wasser „enthärtet“.



Eine weitere Anwendung ist die Beseitigung von Schwermetallen aus Abwässern. Zeolithe können sogar zur Bindung radioaktiver Stoffe verwendet werden. Aber auch Medizin und Kosmetik kommen nicht ohne Zeolithe aus. Zeolithpulver hilft bei Akne, Neurodermitis und Fieberblasen. Wer noch immer meint, Zeolithe seien doch für die Katz, hat auch Recht, denn man findet Zeolithe sogar in der Katzentoylette. Eh klar, saugstark und geruchsbindend!

7. Der Schuppenbaum (*Lepidodendron*)

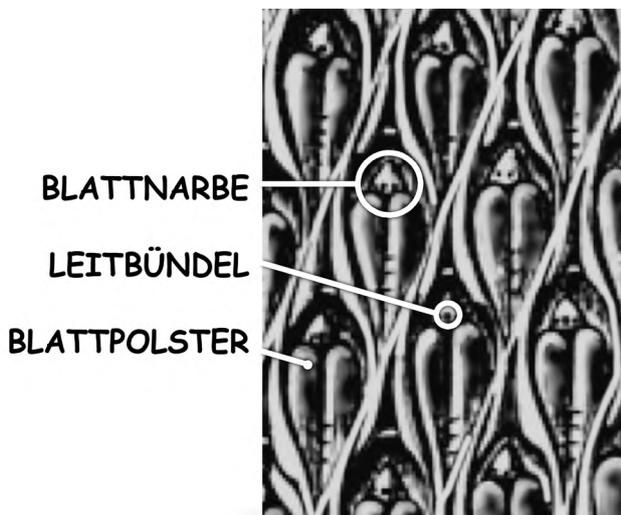
Vor 300 Millionen Jahren – im Karbon, der Steinkohlenzeit – waren weite Teile der damaligen Kontinente von Sumpfwäldern bedeckt. Diese bestanden aus üppigen Farnen, Schachtelhalmen und Bärlappgewächsen. Sie beherbergten zahlreiche urtümliche Tierarten: 2 m lange Tausendfüßer, 5 m große Panzerlurche, riesige spinnenartige Tiere und erste fliegende Insekten wie Riesenlibellen mit einer Flügelspannweite von bis zu 75 cm.

Die ausgedehnten, dichten Wälder bewirkten, dass der Sauerstoffgehalt der Luft im Karbon auf 30 % anstieg – deutlich höher als heute (21 %). Dadurch wurde der Riesenwuchs der Gliederfüßer erst möglich. Lurche hatten im Karbon ihre Blütezeit und Kriechtiere traten das erste Mal auf.

Seinen Namen verdankt das Karbon den heutigen Steinkohle-Lagerstätten, die aus den abgestorbenen, nicht völlig verrotteten Pflanzenkörpern der riesigen Sumpfwälder entstanden.

Die Besiedelung des Landes durch Pflanzen hatte bereits lange davor – vor 440 Millionen Jahren – begonnen. Sie erforderte eine ganze Reihe von Anpassungen: einen stabilen Stängel, um die Pflanzen aufrecht zu halten, und Vorrichtungen zum Schutz vor zu hoher Verdunstung (Wasserverlust). Wichtig wurde auch ein Leitungssystem, das Wasser von den Wurzeln zu den Blättern und Nährstoffe von den Blättern zu den anderen Pflanzenteilen transportierte. Die ersten Pflanzen mit solchen Anpassungen waren die Farne, Schachtelhalme und Bärlappe.

Die Schuppenbäume, typische Pflanzen der Steinkohlenwälder, zählen zu den Bärlappgewächsen. Im Gegensatz zu den heutigen Vertretern wuchsen sie baumförmig und wurden bis zu vierzig Meter hoch. Ihr Stamm konnte einen Durchmesser von zwei Metern erreichen. Sie vermehrten sich durch Sporen, die in den zapfenförmigen Fortpflanzungsorganen gebildet wurden.



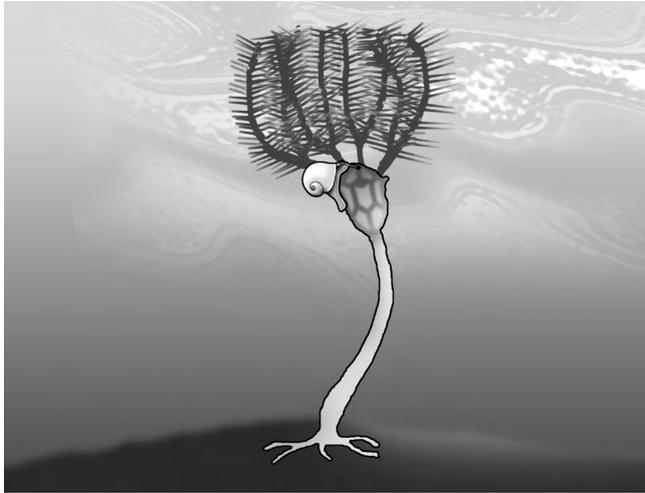
Wie alle frühen Baumarten sahen ganz anders aus als moderne Bäume, da sie nur wenig und sehr regelmäßig gabelig verzweigt waren.

Vor allem die Rinde der Schuppenbäume ist fossil oft sehr gut erhalten. Die „Schuppen“ auf der Stammoberfläche sind die Narben der abgefallenen Blätter. Die erhöhten Strukturen sorgten für Durchlüftung. Die Vertiefungen dienten

vielleicht als „Regen-wasserfänger“. Denn obwohl Schuppenbäume an den Meeresküsten auf feuchten Sumpfböden wuchsen, hatten sie Probleme, Wasser zu transportieren. Ihr Wurzelsystem war noch nicht so wirkungsvoll wie das der heutigen Nadel- und Laubbäume.

8. Seelilien

Anders, als ihr Name vermuten lässt, sind Seelilien keine Pflanzen, sondern wirbellose Tiere. Wie die Seeigel, Seesterne und Seegurken zählen sie zu den meeresbewohnenden Stachelhäutern.



Alle Stachelhäuter haben ein gemeinsames Merkmal: ihr Skelett setzt sich aus Platten oder Stacheln zusammen, die jeweils aus einem einzigen Kalzitkristall (Kalzit ist eine Form von Kalk) bestehen.

Nach dem Absterben zerfallen Seelilien daher oft in ihre Bestandteile: Stielglieder, Kelch- und Armplatten. Der Stiel der Seelilien besteht aus vielen kleinen runden oder sternförmigen Scheiben mit einem Loch in der Mitte. Die fossilen Stielglieder, die meist einzeln gefunden werden, spielten im

Volksglauben eine wesentliche Rolle. Sie wurden als Wichtelpfennige oder Hexengeld gedeutet und zu Ketten aufgefädelt. Seltener sind Teile von Stielen erhalten, die wie kleine Säulen aussehen. Zusammengeschwemmt und massenhaft angehäuft können die Bestandteile von Seelilien sogar Gesteine bilden. Vollständige Exemplare findet man nur selten.

Stachelhäuter gab es schon im Kambrium. Vor rund 450 Millionen Jahren entstanden in den seichten Meeresbereichen erste ausgedehnte Korallenriffe, die einen idealen Lebensraum für die primitiven Urformen der Stachelhäuter boten. Die ersten Seelilien entwickelten sich im Ordovizium (485–444 Mio. Jahre vor heute). Sie waren im weichen Meeresboden oder auf harten Untergründen verankert, oder sie hingen mit dem Kelch nach unten von Treibholz herab. Ihr Aussehen erinnert tatsächlich an eine Lilie: ein wenige Zentimeter bis mehrere Meter langer Stiel trug einen Kelch mit Fangarmen; diese filterten Nahrung aus dem Meerwasser und transportierten sie zur Mundöffnung. Heute kommen Arten mit Stiel nur mehr in Wassertiefen über 250 Meter vor. Die meisten heute lebenden Seelilien sind stängellos. Sie werden als Haarsterne bezeichnet und kriechen bzw. schwimmen mit Hilfe ihrer Arme durchs Meer. Viele Haarsterne sind aber nachtaktiv und daher selten zu beobachten.

Die mützenförmige Schnecke *Platyceras* war auf das Zusammenleben mit bestimmten Seelilien angewiesen. Als Darmparasit saß sie schmarotzend am Kelch von Seelilien und steckte ihren Rüssel in deren Enddarm, um Nahrung aus dem Verdauungstrakt ihres Wirtes zu stehlen. Die Seelilien versuchten sich zu schützen, indem sie einen bis zu 10 cm langen röhrenförmigen After entwickelten. Die Schnecken passten sich an, indem sie einen immer längeren Rüssel bekamen. Später bohrten die Schnecken die Kelche direkt an, wodurch ein längerer After keinen Vorteil mehr brachte. Diese ständige Veränderung und wechselseitige Anpassung von Arten, die durch ihre Lebensweise aneinander gebunden sind, nennt man Koevolution.

9. Stachelhaie

Haie haben scharfe Zähne, das ist allgemein bekannt. Weniger bekannt ist, dass manche ausgestorbene Arten auch spitze Stacheln besaßen!

Haie zählen zu den Knorpelfischen, das heißt, ihr Skelett besteht zum größten Teil aus Knorpel; echte Knochensubstanz fehlt. Daher gibt es auch nur wenige gut erhaltene fossile Abdrücke oder gar komplette Exemplare. Meist sind nur Zähne und Teile der Rückenflosse erhalten.

Haifischartige Formen gab es bereits vor 380 Millionen Jahren im Devon. Auch diese Urhaie waren Raubfische und schnelle Schwimmer. Sie lebten jedoch im Süßwasser. Erst im Erdmittelalter drangen die Haie auch ins Meer vor.

Vor ca. 350 Millionen Jahren, im Karbon (359–299 Mio. Jahre vor heute) durchlebten die urtümlichen Haie ihre erste einschneidende Entwicklungsphase. Es entstanden viele eigentümliche Familien mit auffälligem Aussehen, die bereits im Perm (299–252 Mio. Jahre vor heute) wieder ausstarben. Die größten Formen gab es unter den Einhorn-Haien, die nach ihrem charakteristischen Horn im Nacken benannt sind und bis zu drei Meter lang werden konnten.

Ein nach vorne gebogener, langer Stachel ist typisch für die Krummstachelhaie, kleine Raubfische ohne heute lebende Verwandte. Wozu dieser Stachel gut war, weiß man nicht genau. Eine Theorie erklärt ihn mit dem unterschiedlichen Aussehen von männlichen und weiblichen Tieren, das auch Auswirkungen auf das Verhalten gehabt haben könnte. Vielleicht wurde das seltsame Organ bei der Paarung verwendet.

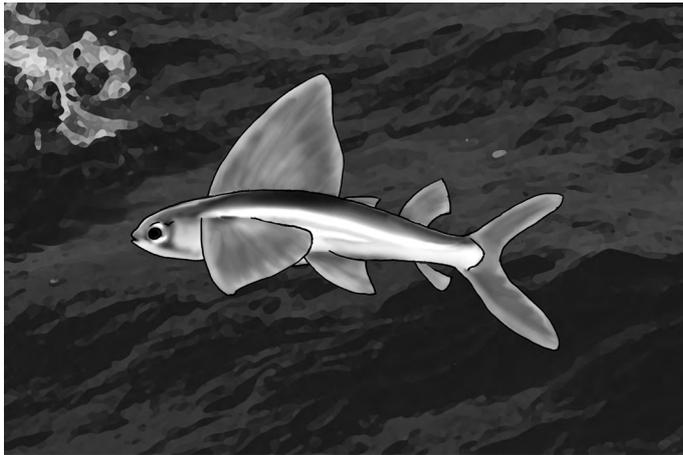


Möglich wäre auch, dass die Krummstachelhaie ähnlich wie manche heute lebenden Fischarten in Felsspalten Zuflucht vor Fressfeinden suchten. Dabei könnten sie ihren Stachel zur Verteidigung oder wie einen Anker zum Festhaken benutzt haben.

Die modernen Haie, die mit den Urhaien nicht näher verwandt sind, entwickelten sich vor 250 bis 65 Mio. Jahren. Der größte moderne Hai, der jemals gelebt hat, war der ausgestorbene Megalodon. Er konnte 18 m lang werden! Seine versteinerten, manchmal mehr als 10 cm langen Zähne sind begehrte Sammlerstücke.

10. Die „Fliegenden Fische von Lunz“

Können Fische fliegen? Ja, manche schon! Eine Erkenntnis, die vielleicht so manchen Räuber in den Meeren der Trias vor 220 Millionen Jahren überrascht hat. Bereits damals lebten nämlich Fische, deren Brustflossen so umgewandelt waren, dass sie blitzschnell durch das Wasser gleiten, an die Oberfläche schießen und schließlich über Wellentäler hinweg scheinbar durch die Luft fliegen konnten. Auf diese Weise schnellten sie bis zu einem Meter weit von einer Welle zur nächsten. So konnten sie ihre Fressfeinde verwirren und ihnen entkommen.



Fliegende Fische gibt es auch heute noch; diese modernen Knochenfische sind aber mit den ausgestorbenen Formen aus dem Erdmittelalter nicht verwandt. Die „Flugfähigkeit“ stellt eine Parallelentwicklung von ausgestorbenen und heutigen fliegenden Meeresfischen dar. Sie ist ein Beispiel dafür, dass die Evolution mehrmals ähnliche Antworten auf ähnliche Anforderungen und Lebensbedingungen fand – allerdings in unterschiedlichen Erdzeitaltern!

Gefunden wurden die Fisch-Fossilien in Lunz (NÖ), wo sich eine weltweit einzigartige Tier- und Pflanzenwelt erhalten hat. Vor allem dank der vielen Pflanzenfossilien hat man eine ziemlich genaue Vorstellung, wie der Lebensraum an der Küste der Tethys (ein tropisches Meer zwischen Atlantik und Pazifik im Erdmittelalter) damals ausgesehen und sich verändert hat: Ein ausgedehntes Monsun-System mit heftigen Regenfällen sorgte vor über 220 Millionen Jahren dafür, dass die Flüsse große Mengen von Sand und Schlamm in den Tethys-Ozean spülten. Sie brachten auch viele Nährstoffe mit sich, daher vermehrten sich die Algen im Küstenbereich besonders rasch. Bald sanken Massen von abgestorbenen Algen zu Boden. Da das abgestorbene Material bei der Zersetzung viel Sauerstoff verbrauchte, herrschte am Meeresboden schon nach kurzer Zeit Sauerstoffmangel. Ein Massensterben von Ammoniten, Krebsen und zahlreichen Fischarten war die Folge. Die sauerstoffarmen Verhältnisse sorgten dafür, dass viele der abgestorbenen Tiere und Pflanzen nicht zersetzt und abgebaut wurden, sondern fossil erhalten blieben.

Eine weitere Besonderheit von der Fundstelle in Lunz ist der älteste Lungenfisch, der je entdeckt wurde: *Ceratodus*. Lungenfische sind in der Lage, Luft zu atmen. Die Gruppe der Lungenfische gibt es seit über 210 Millionen Jahren. Heute leben nur noch sechs Arten von Lungenfischen. Der australische Lungenfisch *Neoceratodus* gilt als echtes lebendes Fossil. Lebende Fossilien sind Tiere und Pflanzen, die ihren Bauplan über Millionen von Jahren beibehalten und sich kaum verändert haben.

11. Kuhtrittmuscheln (*Megalodonten*)

Vor 250–200 Millionen Jahren, zur Zeit der Trias, erstreckte sich dort, wo heute die Alpen aufragen, der Tethys-Ozean – ein tropisch-warmes Meer mit zahlreichen Inseln, großen Riffen und Lagunen. Im Kalkschlamm und im feinen Sand der nährstoffarmen Lagunen lebten die großen, auffälligen Kuhtrittmuscheln. Weil sie sich tief in den Boden eingruben, blieben ihre Schalen auch nach ihrem Tod in der ursprünglichen Lage erhalten. Die Kuhtrittmuscheln starben vor 65 Millionen Jahren aus. Als Versteinerungen sind sie an manchen Stellen in unglaublicher Dichte im Dachsteinkalk zu finden. Dieser entstand, als Riffe und Kalkschlamm samt den darin enthaltenen Fossilien bei der Gebirgsbildung zu Gestein verfestigt wurden.



Weil die fossilen Kuhtrittmuscheln im Querschnitt an Hufabdrücke von Kühen oder auch an Herzen erinnern, gaben sie Anlass zu zahlreichen Sagen und Geschichten. Sie wurden als versteinerte Kuhtritte, als Fußspuren der „Wildfrauen“ oder als Spuren der „Wilden Jagd“ gedeutet. Die „Wilde Jagd“ trieb angeblich in den Dezembertagen ihr Unwesen im Gebirge, angeführt vom Teufel, der auf einem Ziegenbock ritt. In früheren Zeiten wurden versteinerte Kuhtrittmuscheln als Abwehrzauber gegen das Böse eingesetzt. Daher sind sie noch heute oft als Fundamentsteine von Almhütten zu finden.

Ähnlich wie Korallen und die heutige Riesenmuschel *Tridacna* lebten Kuhtrittmuscheln mit Grünalgen in Symbiose (eine Lebensgemeinschaft, die beiden Partnern Vorteile bringt). Die Muscheln ernährten sich unter anderem von den Ausscheidungen der Algen. Die Algen fanden vermutlich Schutz im Mantelrand, der im rekonstruierten Modell blau-grün eingefärbt ist. Durch die Spalte im Mantel pumpte die Muschel sauerstoffreiches Meerwasser zu den Kiemen, durch das Loch dahinter wurde das gefilterte Wasser wieder ausgestoßen. Die Kiemen dienten also nicht nur der Atmung; indem sie Plankton (winzige Tiere und Pflanzen, die im Wasser leben) filterten, waren sie auch für die Ernährung wichtig.

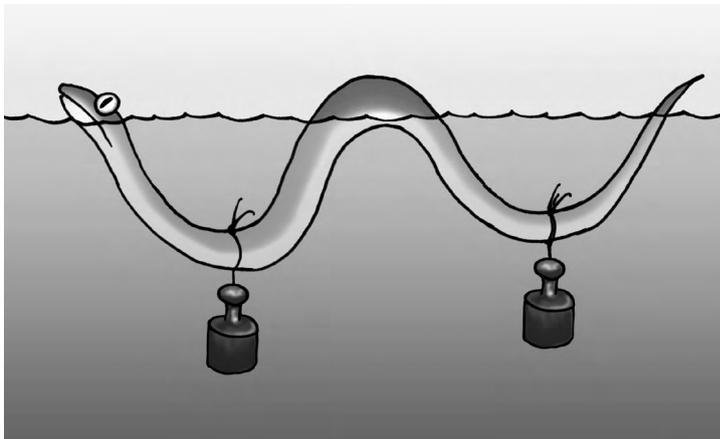
Auf die Symbiose mit Grünalgen gibt es nur einen indirekten Hinweis: Stellenweise treten die Kuhtrittmuscheln in so großer Dichte auf, dass das Plankton aus dem nährstoffarmen Lagunenwasser keinesfalls als einzige Nahrungsquelle für die vielen Muscheln ausgereicht hätte.

12. Die Urschlange

Die ersten Schlangen waren Meeresschlangen und lebten als Zeitgenossen der Dinosaurier vor 100 Millionen Jahren in der Kreidezeit. Aus dieser Zeit stammt auch das Skelett der Urschlange *Pachyophis woodwardi* aus Bosnien-Herzegowina. Nicht nur, weil es sich um die am besten erhaltene Urschlange handelt, sondern auch, weil nach diesem Skelett die Art erstmals wissenschaftlich beschrieben wurde, ist das Stück im Naturhistorischen Museum Wien besonders wertvoll.

Pachyophis ist die älteste und in ihrem Bauplan urtümlichste bekannte Schlange. Auf ihre Verwandtschaft zu den heutigen Schlangen deuten ihre Zähne und die große Zahl der Rippen hin. Mit den modernen Seeschlangen ist sie jedoch nicht näher verwandt. Während des weltweiten Massensterbens am Ende des Erdmittelalters vor rund 65 Millionen Jahren starben nämlich auch die Urschlangen aus.

Die Urschlange steht am Anfang einer langen, wechselhaften und komplizierten Entwicklungsgeschichte: Sie stammte von Meeressäuriern ab. Diese wiederum hatten sich aus landlebenden, vierbeinigen Kriechtieren entwickelt. Wie viele Tiere, die ursprünglich von Landbewohnern abstammen, besaß die Urschlange stark verdickte Rippen, die am fossilen Skelett gut erkennbar sind. Ähnlich einem Taucher, der sich einen Bleigurt umschnallt, benutzte sie ihre dicken Rippen, um dem Auftrieb des Wassers entgegenzuwirken.



Wie viele Tiere, die ursprünglich von Landbewohnern abstammen, besaß die Urschlange stark verdickte Rippen, die am fossilen Skelett gut erkennbar sind. Ähnlich einem Taucher, der sich einen Bleigurt umschnallt, benutzte sie ihre dicken Rippen, um dem Auftrieb des Wassers entgegenzuwirken.

Vor 65 Millionen Jahren eroberten die modernen Schlangen auch das

Festland. Ihre dünnen, frei endenden Rippen (Schlangen haben kein Brustbein) machen sie extrem beweglich. Moderne Seeschlangen fanden erst vor ca. 20 Millionen Jahren den Weg zurück ins Meer.

Die Evolution der Schlangen zeigt, dass die Entwicklung einer Tiergruppe nicht immer in eine Richtung verläuft. Der wiederholte Wechsel vom Wasser ans Land und umgekehrt hat Spuren am Skelett hinterlassen. Diese sind aber nicht immer leicht zu deuten.

Daher ist auch ein Rätsel im Zusammenhang mit der Urschlange bis heute nicht gelöst: Besaßen die Vertreter der Gattung *Pachyophis* Hinterbeine oder nicht?

13. Deinotherium oder Hauerelefant

Deinotherien oder Dinotherien waren große Verwandte der Elefanten, die im Unterkiefer nach unten gebogene Stoßzähne besaßen. Im Oberkiefer hatten sie keine Stoßzähne. Wegen ihrer merkwürdigen Stoßzähne nennt man sie auch Hauerelefanten. Der Name Deinotherium bedeutet auf Griechisch „Schreckenstier“ (*deinos* = schrecklich; *therium* = Tier).

Die ersten Dinotherien lebten vor 25 Millionen Jahren in Afrika. Vor rund 18 Millionen Jahren wanderten sie nach Europa und Asien ein, wo sich zahlreiche unterschiedlich große Arten entwickelten. Vor 3 Millionen Jahren starben die Dinotherien in Europa und Asien aus, weil das Klima zu kalt wurde. In Afrika überlebten sie bis vor 1 Million Jahren.

Dinotherien waren ähnlich gebaut wie die heutigen Elefanten, aber hochbeiniger und schlanker. Die große Nasenöffnung am Schädel skelett beweist, dass sie einen Rüssel besaßen. Wie lange dieser Rüssel war, weiß man nicht, weil Haut und Muskeln nur in Ausnahmefällen fossil erhalten bleiben. Dinotherien lebten vermutlich in Wäldern und Auwäldern. Sie fraßen Blätter und Rinde, wie man an ihren Zähnen erkennen kann.

Deinotherium giganteum erreichte eine Schulterhöhe von bis zu 5 m; es war eines der größten Landsäugetiere, die je gelebt haben. Von ihm ist im Naturhistorischen Museum Wien nur der vorderste Teil eines Unterkiefers zu sehen. Ein fast komplettes Skelett des nahe verwandten, aber nur halb so großen *Prodeinotherium bavaricum* vermittelt eine Vorstellung vom Aussehen der Schreckenstiere.

Wozu die merkwürdigen Stoßzähne gut gewesen sein könnten, weiß man nicht genau. Vielleicht dienten sie nur als Schmuck oder als Zeichen von Stärke. Zum Kämpfen waren sie wohl nicht geeignet. Höchstwahrscheinlich haben die Dinotherien sie zum Abschälen von Baumrinde benützt.

Früher fand man einige ziemlich merkwürdige Erklärungen für die Funktion der Stoßzähne: Man nahm an, dass sich die Dinotherien damit am Ufer verankert haben könnten,



während sie zum Schlafen in den Fluss gingen. Oder dass die Stoßzähne zum Ausgraben von Knollen gebraucht wurden. Für ein so langbeiniges Tier mit einem so kurzen Hals wäre es aber äußerst unpraktisch gewesen, ständig auf den Knien und Handgelenken herumrutschen zu müssen, um an Wurzeln und Knollen zu gelangen.

14. Palmenblatt einer Sabalpalme

Das versteinerte Palmenblatt wurde in den USA gefunden – an einer Stelle, wo sich vor 50 Millionen Jahren ein großer See ausbreitete. Die Palme, von der das Fächerblatt stammt, wuchs vermutlich nahe am See. Das abgebrochene Blatt wurde ins Wasser geweht und sank auf den Grund. Dort wurde es von feinem Kalkschlamm bedeckt und im Laufe von Jahrmillionen fossil.

Neben versteinerten Palmblättern sind vom selben Fundort auch andere Pflanzen, Fische, Insekten, Spinnen und sogar Krokodile erhalten. Daher weiß man, dass das Klima damals warm war – ähnlich wie heute in der Karibik – denn Krokodile leben nur in warmen Gegenden.



Palmen gibt es seit der Kreidezeit (dem letzten Abschnitt der Dinosaurierzeit). Sie zählen zu den ältesten Blütenpflanzen. Das Wort „*palma*“ kommt aus dem Lateinischen und bedeutet Hand oder Handfläche, aber auch Palme und Dattel.

Heute gibt es heute ca. 2.600 Palmen-Arten, darunter 15 Arten von Sabal- oder Palmettopalmen. Sie sind im Süden der USA, in der Karibik und im nördlichen Südamerika verbreitet. Die Blätter dieser modernen Fächerpalmen sehen genauso aus wie das versteinerte Fächerblatt der Sabalpalme.

Die heutigen Sabalpalmen werden bis zu 20 m hoch. Ihre Früchte sind schwarze Beeren; einige Arten sind essbar. Die Fächerblätter werden zum Decken von Hausdächern verwendet.

15. Bernstein

Bernstein ist versteinertes Baumharz. Er kann gelb, orange oder rot gefärbt sein, selten auch weiß oder bläulich. Er ist weich und daher gut mit Werkzeugen zu bearbeiten. Bernstein brennt leicht, daher auch der Name: statt „brennen“ sagte man früher „bernen“. Wenn Bernstein verbrennt, riecht er angenehm nach Harz. Deshalb kann man durch Verbrennen winziger Späne echten Bernstein von Fälschungen aus Kunststoff unterscheiden, denn verbrannter Kunststoff stinkt.

Bernstein kann unterschiedliches Alter haben und von verschiedenen Pflanzen stammen. Am bekanntesten sind der Baltische Bernstein und der Dominikanische Bernstein. Baltischer Bernstein wird im Nord- und Ostseeraum gefunden. Er stammt von der Bernsteinkiefer, die vor 40–50 Millionen Jahren in Schweden und Finnland wuchs und aus unbekanntem Gründen große Mengen an Harz absonderte. Im Laufe von vielen tausend Jahren wurde das Harz hart und schließlich zu Bernstein. Während der Eiszeit transportierten Meer und Gletscher den Bernstein an die Küsten der Ost- und Nordsee.

Der Dominikanische Bernstein stammt aus der Dominikanischen Republik (Karibik) und ist mit 20–30 Millionen Jahren deutlich jünger. Er wurde von einem Laubbaum produziert, der mit Klee und Bohnen verwandt ist.



Im Bernstein kann man immer wieder Einschlüsse von kleinen Tieren und Pflanzen finden. Sie wurden vom Wind auf das frische Harz geweht und blieben daran kleben. Häufig sind Pollen (Blütenstaub), Blätter, Moose, Mücken, Ameisen, Käfer und Spinnen. Wesentlich seltener blieben Vogelfedern, Haare von Säugetieren, Frösche, kleine Echsen und Skorpione erhalten. Bernstein-Fossilien sind für Forscher besonders wertvoll, weil sie nicht nur über einzelne Lebewesen, sondern über ganze Lebensgemeinschaften in den Wäldern vor vielen Millionen Jahren erzählen.

Bernstein wurde schon in der Steinzeit zu Schmuck verarbeitet und gilt auch heute noch als wertvoll. Der Wert hängt von der Größe, der Klarheit, der Farbe und von eventuell eingeschlossenen Tieren ab. Große, durchsichtige und bläuliche Stücke sind besonders kostbar. Bernsteinstücke können mehrere Kilo wiegen.

Schon vor mehr als 2.000 Jahren entdeckten die Griechen, dass Bernstein leichte Dinge anzieht, wenn man ihn reibt, weil durch das Reiben Reibungselektrizität entsteht. Vom griechischen Wort für Bernstein – *elektron* – leitet sich das Wort Elektrizität ab.

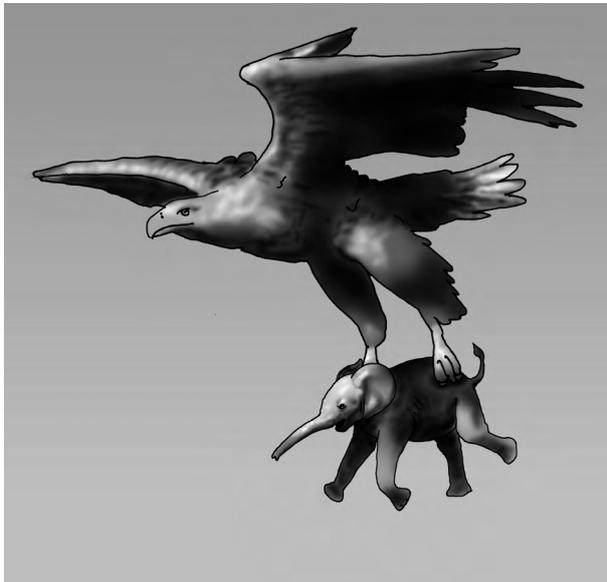
16. Sizilianischer Zwergelfant

Während der Eiszeit lebten auf einigen Inseln im Mittelmeer Elefanten, die nicht größer als Bernhardiner waren. Wie kamen sie dorthin und warum waren sie so winzig?

Elefanten können sehr gut schwimmen, und während der Eiszeiten lag der Meeresspiegel um bis zu 150 m tiefer als heute. Daher waren die Landflächen größer als heute und die Mittelmeer-Inseln über Landbrücken auch leichter erreichbar.

Die kleinen Inseln boten nicht viel Platz für große Tiere. Daher waren kleinwüchsige Elefanten, die weniger Futter brauchten, im Vorteil und konnten sich erfolgreicher fortpflanzen. So entwickelten sich nach und nach die Zwergelfanten. Ähnliche Entwicklungen gab es auch bei Rüsseltieren in anderen Teilen der Welt: In Indonesien, in Japan, auf den Philippinen und auf Inseln vor Kalifornien hat man Skelette von Zwergelfanten gefunden. Im Mittelmeerraum waren Sizilien, Malta, Sardinien, Zypern, Kreta und einige andere griechische Inseln von Zwergelfanten bewohnt. Da die Evolution dieser Inselzwerge auf jeder Insel eigenständig erfolgte, entstand auf jeder Insel eine eigene Art.

Die Inselelefanten waren nicht nur kleiner als andere Elefanten, sondern auch gedrungener und besaßen einen kleineren Schädel. Natürlich sind die Schädel deutlich größer als Menschengädel. Vorne, wo der Rüssel ansetzte, haben sie eine große Öffnung. Mit etwas Fantasie kann man dieses Loch für eine Augenhöhle halten – vor allem, da Elefantenschädel keine so deutlichen Augenhöhlen aufweisen wie Menschengädel. Kein Wunder, dass die alten Griechen in Höhlen gefundene Zwergelfanten-Schädel für die Schädel jener einäugigen Riesen hielten, die sie Zyklopen nannten.



Auch die Legende vom Vogel Rock, der angeblich so groß war, dass er ganze Elefanten wegtragen konnte, geht möglicherweise auf Zwergelfanten zurück. Auf Sizilien gab es tatsächlich Adler, die in der Lage waren, einen jungen Zwergelfanten, der nicht größer war als ein Ferkel, in die Luft zu heben. Lebt diese Beobachtung, die vielleicht vor 30.000 Jahren von steinzeitlichen Menschen gemacht wurde, bis heute in unseren Geschichten fort?

17. Der Riesenhirsch

Der Riesenhirsch zählt zu den größten Hirscharten, die je gelebt haben. Beeindruckend ist nicht nur seine Größe, sondern vor allem sein gewaltiges Geweih. Mit über 3 m Körperlänge und 1,75 m Schulterhöhe wurde der Riesenhirsch etwa so groß wie ein Elch. Sein Geweih – nur bei den männlichen Tieren ausgebildet – übertraf das aller anderen Hirscharten um vieles. Es hatte eine Spannweite von bis zu 4 m und wog ca. 40–45 kg. Es wurde wie bei allen Hirschen jedes Jahr abgeworfen und neu gebildet, was viel Kraft und Energie kostete.

Der Riesenhirsch bewohnte die eiszeitlichen Steppen, wo er vor allem Kräuter abweidete. Von diesen nährstoffreichen Kräutern – vergleichbar mit heutigen Alpenkräutern – lebten auch viele andere Pflanzenfresser, zum Beispiel Mammut, Wollnashorn, Rentier, Rothirsch, Moschusochse, Steinbock, Steppenwisent und Ur (Auerochse). Selten sind Riesenhirsche sogar auf Felsbildern der Steinzeitmenschen in südfranzösischen Höhlen dargestellt.



Manchmal wird der Riesenhirsch auch als irischer Elch bezeichnet, da man viele fossile Skelette in irischen Hochmooren gefunden hat. Er ist aber näher mit dem Rothirsch verwandt als mit dem Elch.

Riesenhirsche waren von Westeuropa (Irland) bis nach Sibirien und China verbreitet. In Europa starb die Art vor 11.500 Jahren aus, in Sibirien vor ca. 7.600 Jahren. Wegen des ausladenden Geweihs konnten die Tiere im Wald nicht überleben. Als sich nach der letzten Kaltzeit die Bäume von Süden nach Norden ausbreiteten und Europa bald von dichten Wäldern bedeckt war, fand der Riesenhirsch keinen geeigneten Lebensraum mehr und war zum Aussterben verurteilt.

18. Der Höhlenbär

Höhlenbären waren sehr große, schwere Bären, die während der letzten Eiszeit in weiten Teilen Europas lebten. Die Männchen konnten bis zu 1.500 kg wiegen – mehr als doppelt so viel wie die heutigen Grizzlybären. Die nächsten lebenden Verwandten des Höhlenbären sind Braunbär und Eisbär. Die ersten Höhlenbären gab es vor 130.000 Jahren. Vor ca. 24.000 Jahren starben sie aus. Schuld war vermutlich das kältere Klima, das damals in Europa herrschte. Die Sommer waren zu kurz, um sich eine ausreichend dicke Speckschicht für den Winterschlaf anzufressen. Höhlen suchten die Bären nur zum Winterschlaf auf. Gegen Ende des Winters wurden dort auch die Jungen geboren. Einige Höhlen wurden viele Jahrtausende hindurch von unzähligen Höhlenbären-Generationen genutzt. Immer wieder starben dort alte, sehr junge, kranke und unterernährte Bären. Daher sammelten sich in manchen Höhlen die Knochen von Tausenden von Bären an. In der Drachenhöhle bei Mixnitz (Steiermark) wurden Überreste von 30.000 Höhlenbären gefunden! Bestimmt hat dort so manche Drachensage ihren Ursprung.

Die großen Eckzähne der Höhlenbären stellten eine wirksame Waffe dar. Die Backenzähne zeigen aber, dass sie sich fast nur von Pflanzen, vor allem Almkräutern, ernährten.



Weltweit einzigartig ist das im Naturhistorischen Museum Wien ausgestellte Skelett eines ca. sieben Monate alten Höhlenbären. Jungtiere in diesem Alter waren meist mit ihrer Mutter auf Futtersuche im Freien und kamen nur noch selten in die Höhle zurück. Das Skelett des erwachsenen Höhlenbären ist aus den Resten mehrerer Tiere zusammengesetzt, wie man an der unterschiedlichen Farbe der Knochen erkennen kann. Der neu-geborene Höhlenbär war nicht größer als ein Meerschweinchen und hatte nur $\frac{1}{1000}$ des Gewichtes seiner Mutter. Für ein höheres Säugetier ist das im Verhältnis geradezu winzig!

Höhlenmalereien mit Höhlenbären-Darstellungen kennt man aus Frankreich und Spanien. Vom Menschen gejagt wurden Höhlenbären wahrscheinlich nur selten.

19. Der *Proconsul*

Alle heute lebenden Menschenaffen (Schimpansen, Gorillas, Orang-Utans und Gibbons) und alle langschwänzigen Altweltaffen (z.B. Paviane und Meerkatzen) gehören zu den Schmalnasenaffen. Sie stammen von gemeinsamen Vorfahren ab, die vor 25 bis 30 Millionen Jahren gelebt haben. Die ältesten, versteinerten Knochen von Menschenaffen sind etwa 20 Millionen Jahre alt und wurden in Afrika gefunden. Der bekannteste frühe Menschenaffenartige ist der schwanzlose Schmalnasenaffe *Proconsul*.

Proconsul lebte vor 20–17 Millionen Jahren in immergrünen, tropischen Regenwäldern in Ostafrika. Er konnte gut klettern und ernährte sich von Früchten oder jungen Blättern. Die Männchen waren deutlich größer und schwerer als die Weibchen. Sie besaßen außerdem größere Eckzähne, die sie gegen Fressfeinde, aber auch bei Auseinandersetzungen mit anderen Affenmännchen einsetzten.

In den vergangenen Jahrzehnten wurden Hunderte von fossilen *Proconsul*-Knochen gefunden, so dass Wissenschaftler mittlerweile fünf verschiedene Arten unterscheiden können. Vollständige, gut erhaltene Skelette wie von dem jungen *Proconsul heseloni*-Weibchen, das im Naturhistorischen Museum Wien zu sehen ist, bedeuten aber noch immer eine kleine Sensation. Sie verraten uns viel über Aussehen und Lebensweise.



Warum ist *Proconsul* so spannend für uns? Er zählt zu den frühesten menschenartigen Lebewesen. Vielleicht war er sogar einer der ersten echten Menschenaffen und damit gemeinsamer Vorfahre aller modernen Menschenaffen und des Menschen. Sein Körperbau ist ein gutes Modell für die Gestalt der ältesten Menschenaffen. Er verrät uns, dass die ersten Menschenaffen auf vier Beinen über die Äste liefen und sich nicht mit ihren Armen von Ast zu Ast schlangen oder hangelten wie die heutigen Menschenaffen.

Was aber hat ein ausgestorbener Menschenaffe mit einem römischen Statthalter zu tun? Vermutlich gar nichts. Als die ersten fossilen Knochen dieses Affen gefunden wurden, gab es im Londoner Zoo einen Schimpansen, der „Consul“ gerufen wurde. Um auszudrücken, dass die

in Afrika entdeckte ausgestorbene Affenart lange vor „Consul“ gelebt hatte, erhielt der Fund den wissenschaftlichen Namen *Proconsul africanus* (afrikanischer „Vorconsul“).

20. Die Fußspuren von Laetoli

Im Jahr 1976 bewarfen sich Wissenschaftler im ostafrikanischen Laetoli nach einem langen Grabungstag zum Spaß mit getrocknetem Elefantendung. Nicht Studenten – erwachsene Wissenschaftler! Als einer von ihnen dem „Geschoß“ ausweicht, macht er die Entdeckung seines Lebens: versteinerte Tierfährten.

Der ständige aufrechte Gang gilt als eines der typischen Kennzeichen für den modernen Menschen (*Homo sapiens*) und unterscheidet ihn von seinen nächsten lebenden Verwandten, den Menschenaffen.

Menschen und Schimpansen hatten vor etwa 7 Millionen Jahren einen letzten gemeinsamen Vorfahren. Der aufrechte Gang hat sich vermutlich wenig später – vor 7 bis 6 Millionen Jahren – entwickelt und war einer der ersten bedeutenden Schritte auf dem Weg zum modernen Menschen (*Homo sapiens*).

Die neue Art der Fortbewegung führte unter anderem zu Veränderungen an den Muskelansatzstellen und am Skelett: Wirbelsäule, Oberschenkelknochen und Fußskelett, ja sogar die Schädel von Zweibeinern und Vierbeinern unterscheiden sich stark. Indirekt verraten uns daher die Knochen jede Menge darüber, wie sich längst ausgestorbene Lebewesen bewegt haben. Es spricht übrigens vieles dafür, dass der aufrechte Gang nicht im offenen Grasland, sondern in bewaldeten Lebensräumen seinen Anfang nahm.

Der älteste direkte Beweis für den aufrechten Gang von Vormenschen ist 3,6 Millionen Jahre alt: Neben vielen versteinerten Tierfährten von Hasen, Antilopen, Elefanten, Giraffen und Raubtieren wurden in Laetoli (Tansania; Afrika) auch die versteinerten Fußspuren von drei Vormenschen der Gattung *Australopithecus* („Südaffe“) entdeckt.



Diese Fußspuren bezeugen nicht nur, dass die „Südaffen“ aufrecht auf zwei Beinen gingen. Sie zeigen auch, dass ihre Füße bereits ähnlich gebaut waren wie die von modernen Menschen: Die große Zehe war nicht mehr weit abgepreizt, sehr beweglich und „klettertauglich“ wie bei den Menschenaffen, sondern stand eng bei der zweiten Zehe wie bei uns. Außerdem war bereits ein Fußgewölbe ausgebildet, das beim aufrechten Gehen auf unebenem Boden wie ein Stoßdämpfer wirkt.

Wieso sind die Fußspuren der Vormenschen von Laetoli noch nach Millionen von Jahren sichtbar? Nach einem Vulkanausbruch war dort der Boden kilometerweit mit feiner Asche bedeckt. Regen verwandelte die Asche in Schlamm, und Vormenschen und Tiere hinterließen darin ihre Spuren. Darauf folgte wieder Sonnenschein, der die Asche hart wie Beton werden ließ. Nach einem zweiten Vulkanausbruch bedeckte eine weitere Ascheschicht die hart gewordenen Fußspuren, so dass sie bis heute erhalten blieben.

21. *Australopithecus afarensis* „Lucy“

“Picture yourself in a boat on a river, with tangerine trees and marmalade skies.
Somebody calls you, you answer quite slowly; a girl with kaleidoscope eyes.”
(“Lucy in the Sky with Diamonds” von den Beatles)

„*Australopithecus*“ („Südafaffe“) ist der Name für eine Gruppe ausgestorbener Vormenschen, die vor über 4 Millionen Jahren in Afrika entstand. Diese Vormenschen hatten lange Arme zum Klettern und ein relativ kleines Gehirn (ähnlich dem heutigen Schimpansen). Sie konnten aber bereits längere Strecken aufrecht auf zwei Beinen am Boden zurücklegen wie moderne Menschen. Und sie konnten einfache Steingeräte zum Aufschlagen von Knochen herstellen. „Südafaffen“ sind näher mit dem *Homo sapiens* (dem modernen Menschen) verwandt als mit den heutigen Menschenaffen. Der Name *Australopithecus* ist daher eigentlich ziemlich unpassend.



Australopithecus afarensis ist der am häufigsten gefundene „Südafaffe“. Er war vor 3,7–2,9 Millionen Jahren in Ostafrika beheimatet. Mittlerweile hat man hunderte versteinerte Knochen entdeckt und daher eine relativ gute Vorstellung davon, wie diese Vormenschen ausgesehen und gelebt haben. Sie waren zwischen 100 und 170 cm groß und wogen zwischen 30 und 45 kg. Ihre Lebenserwartung wird auf 45 Jahre geschätzt. Sie lebten in Wäldern oder offenen Graslandschaften und ernährten sich von Blättern, Früchten, Samen und Knollen.

„Lucy“ ist die wahrscheinlich berühmteste „Südafaffen-Dame“. Ihre Knochen sind 3,2 Millionen Jahre alt und wurden 1974 in Äthiopien entdeckt. Damals waren sie nicht nur das älteste bekannte Skelett eines Vormenschen, sondern auch der früheste Beleg für aufrechten Gang! „Lucy“ war zum Zeitpunkt ihres Todes erwachsen, etwa 105 cm groß und ca. 30 kg schwer.

Der wissenschaftliche Artname, *Australopithecus afarensis*, leitet sich vom Fundgebiet (Afar-Senke) und dem dort lebenden, äthiopischen Nomadenvolk „Afar“ ab. Den Spitznamen „Lucy“ erhielt das Skelett nach dem Beatles-Lied „Lucy in the Sky with Diamonds“, das die Wissenschaftler im Camp hörten, während sie den sensationellen Fund bearbeiteten. Der Name „Lucy“ – von „lux“, dem lateinischen Wort für Licht – könnte kaum passender sein. Das Skelett hat tatsächlich ein neues Licht auf unsere Vergangenheit geworfen und dem *Homo sapiens* zu einer besseren Vorstellung von seinen Vorfahren verholfen!

22. Schädelausguss (Endocast)

Versteinerte Gehirne? So etwas kann es doch gar nicht geben!
Oder doch?

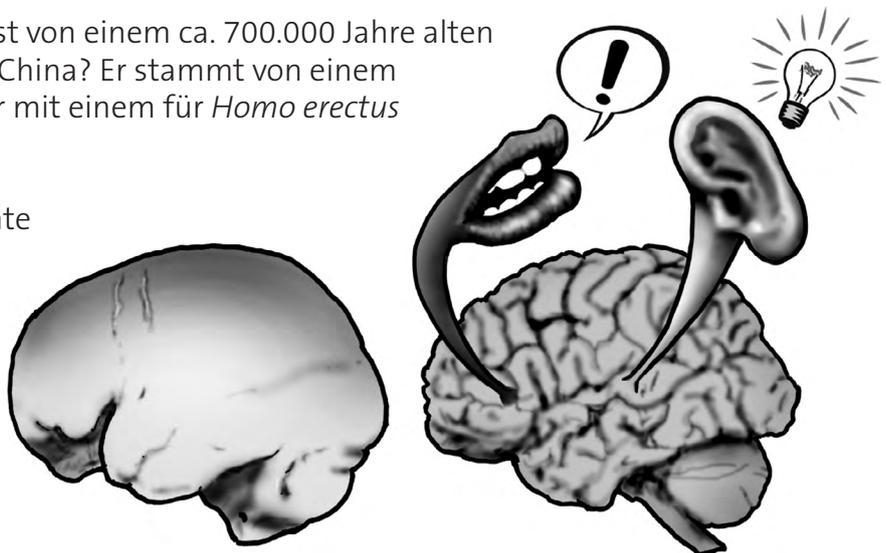
Das menschliche Gehirn ist wohl das faszinierendste aller Organe. Es ist für die Steuerung aller Körperfunktionen, für abstrakte Denkvorgänge, Sinneseindrücke, Sprache und Gefühle verantwortlich. Das Großhirn nimmt beim Menschen 80 % des gesamten Hirnvolumens ein. Es ist entwicklungsgeschichtlich der jüngste Teil des Gehirns und beim Menschen (*Homo sapiens*) im Vergleich zu anderen Affen besonders groß ausgebildet.

Im Unterschied zu Knochen bleiben Weichteile und damit auch das Gehirn nicht fossil erhalten. Wie sich das Gehirn hat sich im Laufe der menschlichen Evolution verändert hat und wie die Gehirne unserer Vorfahren ausgesehen haben, kann man dennoch feststellen: mit Endocasts. Endocasts sind Schädel-Innenausgüsse, die meist aus Gips angefertigt werden. Das funktioniert allerdings nur, wenn die fossilen Schädelknochen sehr gut und vollständig erhalten sind. Endocasts können auch auf natürliche Weise entstehen, wenn ein Schädel mit feinem Sand verfüllt wird, der dann versteinert.

Ein Endocast gibt nicht die genaue Form des Gehirns wieder (das von schützenden Hirnhäuten und Flüssigkeit umgeben ist), sondern die Form der inneren Schädelwand. Trotzdem kann man anhand von Endocasts die Größe des Gehirns schätzen. Und man kann feststellen, ob jemand Rechts- oder Linkshänder war, weil der Endocast zeigt, welche Gehirnhälfte größer war. Manchmal sind sogar noch Abdrücke von Adern und Gehirnwindungen an der Schädelinnenseite vorhanden. Interessant sind besonders Abdrücke jener Gehirnwindungen, die für die Sprachregion typisch sind. Daraus versuchen Wissenschaftler zu erkennen, ob ein Vormensch sprechen konnte oder nicht.

Was verrät uns der Endocast von einem ca. 700.000 Jahre alten *Homo erectus*-Schädel aus China? Er stammt von einem jugendlichen Rechtshänder mit einem für *Homo erectus* relativ kleinen Gehirn.

Homo erectus (der „aufrechte Mensch“) war der erste frühe Mensch, der Asien und Europa besiedelte und den Umgang mit Feuer beherrschte. Ob *Homo erectus* bereits eine Sprache hatte wie wir, lässt sich an den Endocasts leider nicht eindeutig erkennen.



23. Der Neandertaler

...sind wir nicht alle ein bisschen „neandertal“???

Der Neandertaler (*Homo neanderthalensis*) ist eine ausgestorbene Menschenart, die in Europa und im westlichen Asien verbreitet war. Neandertaler und moderne Menschen stammen von einem gemeinsamen Vorfahren ab, der vor etwa 500.000 Jahren lebte. Die ältesten Neandertalerknochen sind ca. 200.000 Jahre alt. 10.000 Jahre lang lebten Neandertaler und *Homo sapiens* (der moderne Mensch) gemeinsam in Europa.

Neandertaler waren etwas kleiner, aber kräftiger gebaut als heutige Menschen. Unterschiede werden vor allem im Schädelbereich deutlich: Neandertaler haben langgestreckte Schädel mit niedriger Stirn und kräftigen Überaugenwülsten. Sie besaßen große Nasenöffnungen, aber kein ausgeprägtes Kinn. Vermutlich hatten sie bereits eine Sprache.

Grundlage für die beiden Lebendrekonstruktionen waren die Knochen eines Mannes, der vor etwa 50.000 Jahren in Frankreich gelebt hat, und die Knochen eines etwa 3-jährigen Kindes aus Gibraltar, die zwischen 50.000 und 30.000 Jahre alt sind.

Neandertaler waren eiszeitliche Großwildjäger. Das Fleisch der erlegten Landtiere machte den Hauptteil ihrer Nahrung aus. Dass die Jagd auf Mammuts und Wollnashörner nicht ungefährlich war, zeigen Neandertalerknochen mit verheilten Brüchen. Die versorgten Verletzungen deuten darauf hin, dass sich die Neandertaler um verletzte Familienmitglieder kümmerten und „erste Hilfe“ leisteten. Neandertaler waren vermutlich auch die ersten Menschen, die ihre Toten bestatteten.

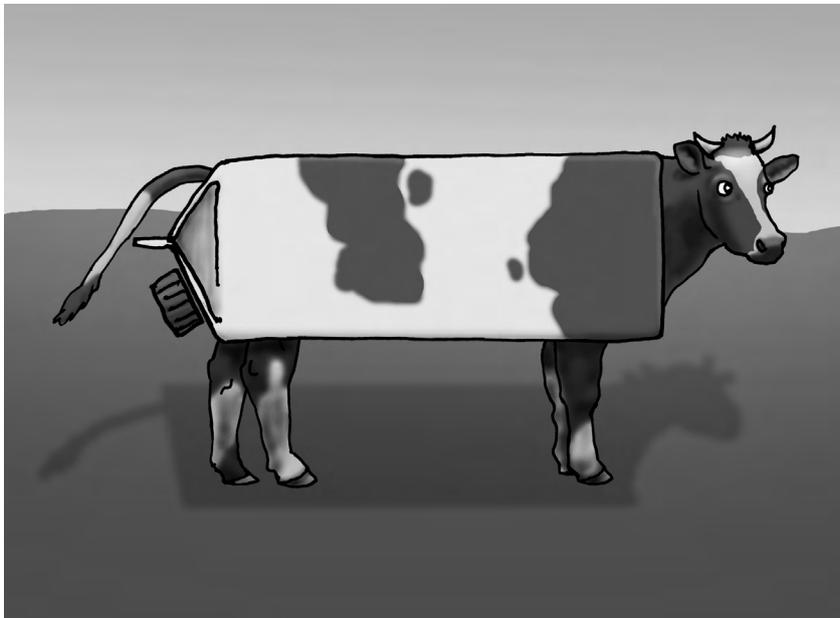


Vor etwa 30.000 Jahren – ca. 10.000 Jahre nach der Einwanderung moderner Menschen in Europa – starben die Neandertaler aus. Warum, weiß man nicht genau. Vielleicht war eine Verschlechterung des Klimas schuld, vielleicht die geringe Zahl der Neandertaler oder der Wettstreit der beiden Menschenarten um Nahrung und Lebensraum. Neandertaler und moderne Menschen zeugten jedoch, wenn auch selten, gemeinsame Kinder. Deshalb lebt ein winziger Teil des Neandertalers in uns weiter!

24. Sesshaftigkeit

Die Menschen der Altsteinzeit lebten im eiszeitlichen Europa als Jäger und Sammler. Als das Klima gegen Ende der letzten Kaltzeit vor etwa 12.000 Jahren wärmer wurde, gab es immer weniger Großwild zum Jagen. Gleichzeitig wurden Gebiete, die bis dahin zu kalt zum Besiedeln gewesen waren, bewohnbar. Die Menschen wurden sesshaft und entwickelten eine neue Wirtschaftsform: Ackerbau und Viehzucht. Diesen Schritt in eine neue Lebensweise bezeichnet man auch als „neolithischen (jungsteinzeitlichen) Übergang“. In Europa fand der neolithische Übergang vor 10.000–6.000 Jahren statt. Die älteste Siedlung Österreichs in Brunn am Gebirge (NÖ) ist ca. 7.700 Jahre alt.

Mit der Sesshaftigkeit nahm die Bevölkerung zu. Siedlungen wurden gebaut und Brunnen angelegt; neue Werkzeuge wurden erfunden und die ersten Handwerksberufe entstanden. Die Jungsteinzeit-Menschen zähmten und züchteten die unterschiedlichsten Tiere und Pflanzen. Die ersten „Bauern“ in Europa waren Einwanderer aus dem Nahen Osten. Sie brachten Getreide (z.B. Emmer, Gerste, Einkorn) und gezähmte Rinder, Schafe und Schweine mit.



Bis in die Jungsteinzeit reicht auch die für Säugtiere ungewöhnliche Fähigkeit vieler Europäer zurück, Milch noch als Erwachsene verdauen zu können. Eine Genmutation ist dafür verantwortlich, dass das dafür nötige Enzym „Laktase“ nach dem Abstillen weiterproduziert wird. Träger dieser Mutation waren gegenüber Nicht-Milchtrinkern im Vorteil, daher konnte sich diese Genvariante in Europa durchsetzen.

Das Getreide in der Vitrine ist kultiviertes Einkorn, wie es schon in der Jungsteinzeit aus Wild-Einkorn gezüchtet wurde. Das nachgebaute Erntemesser zeigt, womit die Menschen in der Jungsteinzeit – aber auch noch in der frühen Bronzezeit – Getreide ernteten: In den hölzernen Griff wurden mit Baumharz oder mit Rindenpech (z.B. von Birken) viele scharfkantige Feuersteinstücke hintereinander eingeklebt.

Die neue Lebensweise brachte den Ackerbauern aber nicht nur Vorteile: Durch die höhere Bevölkerungsdichte und den begrenzten Lebensraum kam es gegen Ende der Jungsteinzeit immer öfter zu Auseinandersetzungen und Kriegen zwischen den Menschen.