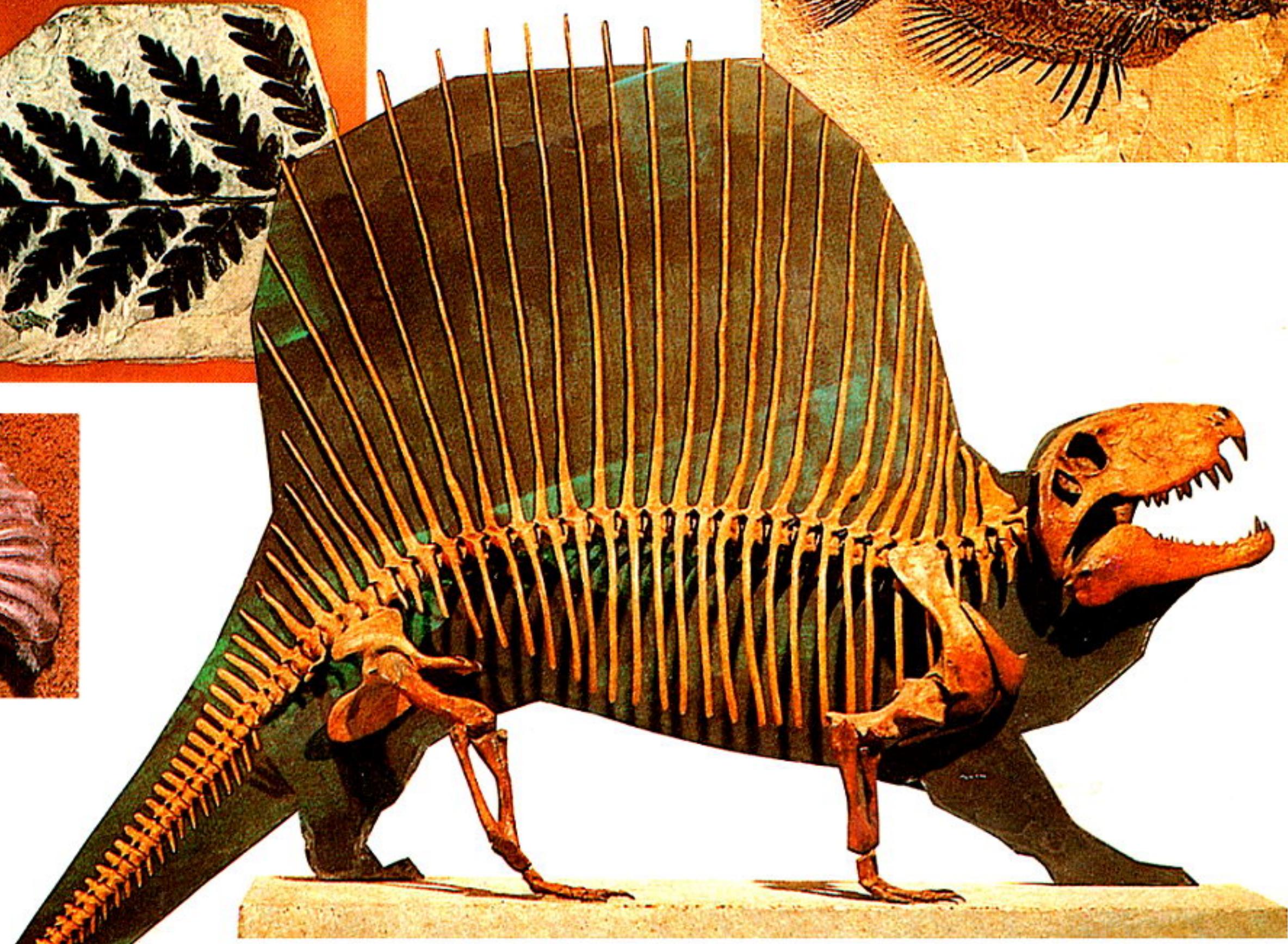
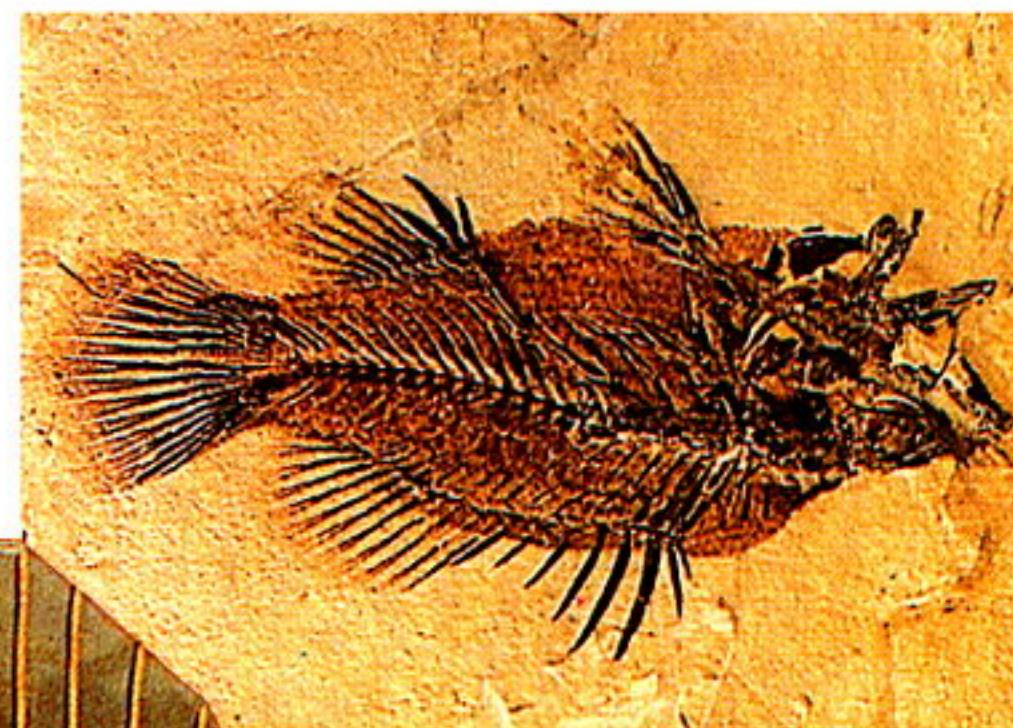


**WAS  
IST  
WAS**

**BAND 69**

# **Fossilien**

## **Zeugen der Urwelt**





## **In dieser Reihe sind bisher erschienen:**

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| Band 1 Unsere Erde                             | Band 35 Erfindungen                   |
| Band 2 Der Mensch                              | Band 36 Polargebiete                  |
| Band 3 Atomenergie                             | Band 37 Roboter und Elektronengehirne |
| Band 4 Chemie                                  | Band 38 Prähistorische Säugetiere     |
| Band 5 Entdecker                               | Band 39 Magnetismus                   |
| Band 6 Die Sterne                              | Band 40 Vögel                         |
| Band 7 Das Wetter                              | Band 41 Fische                        |
| Band 8 Das Mikroskop                           | Band 42 Indianer                      |
| Band 9 Der Urmensch                            | Band 43 Schmetterlinge                |
| Band 10 Fliegerei                              | Band 44 Das Alte Testament            |
| Band 11 Hunde                                  | Band 45 Mineralien und Gesteine       |
| Band 12 Mathematik                             | Band 46 Mechanik                      |
| Band 13 Wilde Tiere                            | Band 47 Elektronik                    |
| Band 14 Versunkene Städte                      | Band 48 Luft und Wasser               |
| Band 15 Dinosaurier                            | Band 49 Leichtathletik                |
| Band 16 Planeten und Raumfahrt                 | Band 50 Unser Körper                  |
| Band 17 Licht und Farbe                        | Band 51 Muscheln und Schnecken        |
| Band 18 Der Wilde Westen                       | Band 52 Briefmarken                   |
| Band 19 Bienen und Ameisen                     | Band 53 Das Auto                      |
| Band 20 Reptilien und Amphibien                | Band 54 Die Eisenbahn                 |
| Band 21 Der Mond                               | Band 55 Das Alte Rom                  |
| Band 22 Die Zeit                               | Band 56 Ausgestorbene Tiere           |
| Band 23 Von der Höhle bis zum<br>Wolkenkratzer | Band 57 Vulkane                       |
| Band 24 Elektrizität                           | Band 58 Die Wikinger                  |
| Band 25 Vom Einbaum zum Atomschiff             | Band 59 Katzen                        |
| Band 26 Wilde Blumen                           | Band 60 Die Kreuzzüge                 |
| Band 27 Pferde                                 | Band 61 Pyramiden                     |
| Band 28 Die Welt des Schalls                   | Band 62 Die Germanen                  |
| Band 29 Berühmte Wissenschaftler               | Band 63 Foto, Film, Fernsehen         |
| Band 30 Insekten                               | Band 64 Die Alten Griechen            |
| Band 31 Bäume                                  | Band 65 Die Eiszeit                   |
| Band 32 Meereskunde                            | Band 66 Berühmte Ärzte                |
| Band 33 Pilze, Farne und Moose                 | Band 67 Die Völkerwanderung           |
| Band 34 Wüsten                                 | Band 68 Natur                         |
|  | Band 69 Fossilien                     |

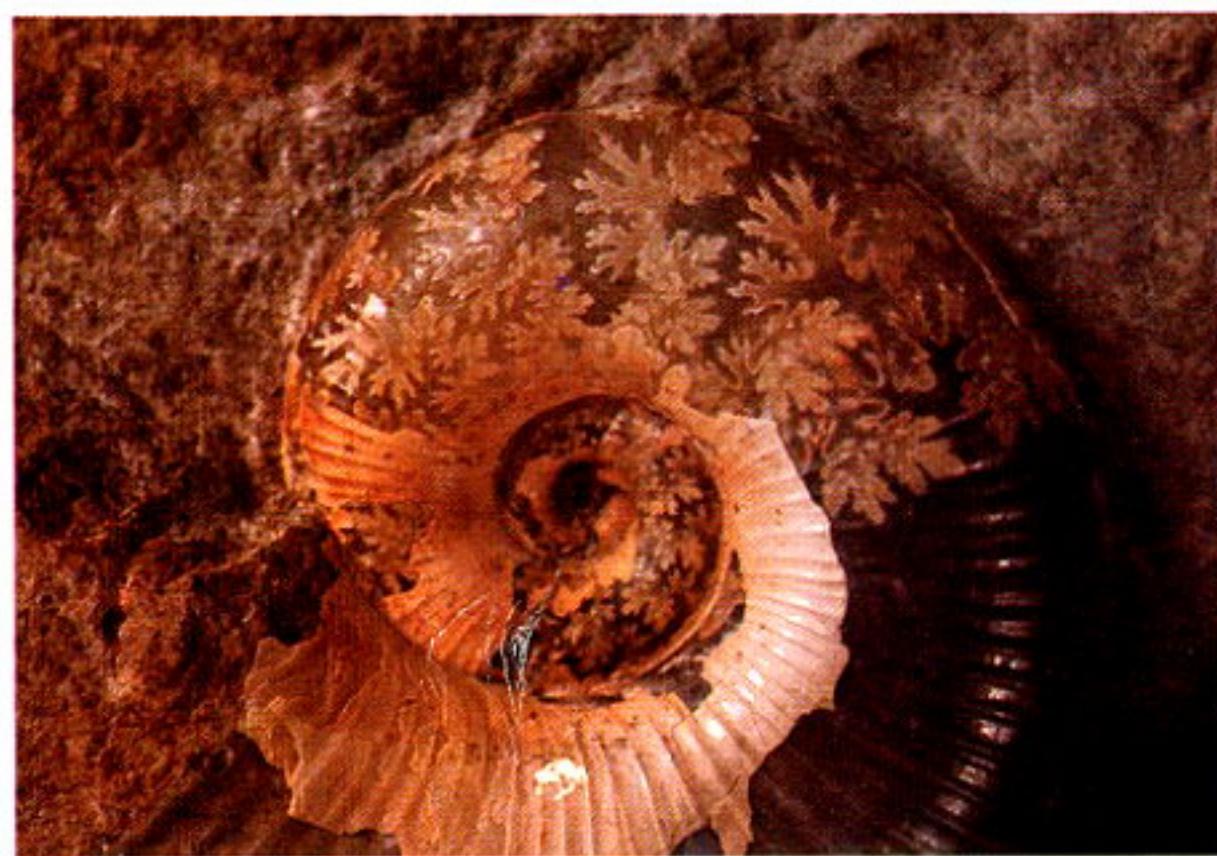
# Fossilien

## Zeugen der Urwelt

Von Hans Reichardt

Illustrationen von Anne-Lies Ihme,  
Gerd Werner und Reiner Zieger

Wissenschaftliche Überwachung  
Professor Dr. Ulrich Lehmann  
Universität Hamburg



*180 Millionen Jahre altes Fossil des Kopffüßers Lytoceras. Die blumenartigen Gebilde sind Loberlinien, an denen Kammerscheidewände und Außenwand des Tieres zusammengewachsen waren.*

**Tessloff Verlag · Hamburg**

# Vorwort

Noch vor 200 Jahren glaubten die meisten Menschen, daß die Erde nicht älter als ein paar tausend Jahre sei. Der irische Bischof Ussher hatte im 17. Jahrhundert sogar ausgerechnet, daß unser Planet an einem Montag des Jahres 4004 v. Chr. erschaffen worden sei — ein gründliches Studium der Bibel hatte ihm zu dieser Annahme verholfen.

Erst zu Beginn des vorigen Jahrhunderts begann zunächst die Wissenschaft, sich aus den Fesseln dieses Irrtums zu lösen. Man fand Gestein, das wesentlich älter als 6000 Jahre war, und man fand auch Fossilien, also die versteinerten Überreste oder Spuren von Lebewesen, die schon vor vielen Millionen Jahren gelebt hatten. Heute weiß man, daß die Erde vor etwa 4 1/2 Milliarden Jahren entstanden ist, und daß sich rund eine Milliarde Jahre später das erste Leben auf ihr regte.

Dieses WAS IST WAS-Buch erzählt die Geschichte der Evolution, also der Entwicklung des irdischen Lebens, wie sie sich aus vielen Fossilienfunden in aller Welt ergibt. An Hand von zahlreichen Fotos und Zeichnungen wird erklärt, wie aus den ersten meeresbewohnenden Kleinstlebewesen die Vielfalt der heutigen Tierwelt entstand. Der junge Leser erfährt, wo man Fossilien findet und wie man sie behandelt, wie sich die Fossilienforschung entwickelte und welche abergläubischen Vorstellungen sich mit Fossilienfunden verbinden. Und der Leser wird schließlich gleichsam Augenzeuge der wohl erregendsten Geschichte der Wissenschaft: Er erlebt das Abenteuer mit, wie wir Menschen geworden sind.

Fotonachweis: Archiv für Kunst und Geschichte, Bildarchiv Preußischer Kulturbesitz, ESSO, Senckenbergmuseum Frankfurt (Haupt), Österreichischer Fremdenverkehrsverband, USI Communication Agency, Universität Hamburg

Copyright © 1981 bei TESSLOFF VERLAG, Hamburg  
Die Verbreitung dieses Buches oder Teilen daraus durch Film,  
Funk oder Fernsehen, der Nachdruck oder die fotomechanische Wiedergabe  
sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Verlages gestattet  
ISBN 3 — 7886 — 0409/3

# INHALT

	Seite		Seite
<b>ZEUGEN DER VERGANGENHEIT</b>	4	Warum starben die Dinosaurier aus?	25
Was ist die Paläontologie?	4	Wer trat an die Stelle der Dinosaurier?	27
Was ist ein Fossil?	4	Warum gibt es von den ersten Primaten kein Fossil?	28
Wie entstehen Fossilien?	5	Wer waren die Vorfahren der Elefanten?	29
Wie entsteht eine echte Versteinerung?	5	Wie viele Eiszeiten gab es im Pleistozän?	29
Wie entsteht ein Abdruck?	6	Warum starben viele Pflanzen in der Eiszeit aus?	30
Was sind Leitfossilien?	6	Was beweisen die Fossilien des Australopithecus?	31
<b>WAS FOSSILIEN ERZÄHLEN</b>	7	Wann stellte der Mensch die ersten Werkzeuge her?	32
Wie alt ist die Erde?	7	<b>LEBENDE FOSSILIEN</b>	33
Welches waren die ersten Pflanzen?	9	Wer prägte die Bezeichnung »lebendes Fossil«?	33
Welches Wassertier kroch als erstes an Land?	10	Warum überlebte der Quastenflosser?	34
Wie überstanden Quastenflosser eine Trockenheit?	11	Wo gibt es lebende Fossilien?	34
Welches Wirbeltier lebte als erstes an Land?	11	<b>FORSCHUNG UND ABERGLAUBE</b>	36
Wie entstand Kohle?	12	Was machten Urmenschen aus Fossilien?	36
Wie wird Steinkohle abgebaut?	13	Wer erkannte als erster den Ursprung der Fossilien?	37
Wie entstand Erdöl?	14	Wer erkannte als erster die Bedeutung der Fossilien?	38
Was veränderte sich bei manchen Lurchen?	14	Was ist ein »versteinerter Kuhtritt«?	40
Wie unterscheiden sich Reptilien von Amphibien?	15	Warum glaubte man früher an Drachen?	41
Wie veränderten sich die Reptilien?	16	<b>DIE JAGD NACH FOSSILIEN</b>	42
Was sind Brachiopoden?	17	Wie entstand der Name »Iguanodon«?	42
Wann begann das Zeitalter der Reptilien?	18	Wo wurde Iguanodon zum erstenmal nachgebaut?	43
Wer waren die Vorläufer der echten Säugetiere?	18	Wer waren die berühmtesten Fossilien-Jäger?	44
Von welchem Tier stammen Dinosaurier ab?	19	Wie endete der »Knochenkrieg«?	45
Warum heißt das Chirotherium »Handtier«?	20	Wie wird ein Fossil ausgegraben?	46
Welche Reptilien konnten als erste fliegen?	20	Wie werden ausgegrabene Fossilien transportiert?	47
Welche Tiere beherrschten das Jura?	21		
Wozu brauchte Stegosaurus ein zweites Gehirn?	22		
Wie sahen Ichthyosaurier aus?	23		
Wer war der größte Fleischfresser aller Zeiten?	24		



Im ewigen Eis Sibiriens fanden Jäger längst ausgestorbene Mammuts, die im Neuschnee versunken sind und sich mit Haut und Haaren über Jahrtausende erhalten haben.

## Zeugen der Vergangenheit

Eine der jüngsten Wissenschaften unserer an verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen

### Was ist die Paläontologie?

so reichen Gegenwart ist die Paläontologie. Das Wort kommt aus dem Griechischen und bedeutet: Wissenschaft von den Lebewesen der erdgeschichtlichen Vorzeit. Sie ist ein Zweig der Geologie, der Wissenschaft von der Geschichte der Erde und ihrem Aufbau.

Die beiden wichtigsten Zweige der Paläontologie sind die Paläozoologie und die Paläobotanik, also die Erforschung der Tier- und Pflanzenwelt der Erdvorzeit. Diese beiden Forschungsgebiete sowie einige weitere Zweiggebiete der Paläon-

tologie ermöglichen den Wissenschaftlern, ein ziemlich genaues Bild der Fauna (Tierwelt) und der Flora (Pflanzenwelt) unserer Erde zu entwickeln; sie beschreiben, wie das Leben auf unserer Erde früher aussah und wie es sich zu seiner heutigen Form entwickelt hat.

Die Materialien, wissenschaftlich »Dokumente« genannt,

### Was ist ein Fossil?

die diesen Forschungen zugrunde liegen, sind die Fossilien. Dieses Wort kommt aus dem Lateinischen: *fodere* = graben, ausgraben. Es wurde erstmals von dem deutschen Arzt Agricola (Georg Bauer, 1494—1555) benutzt. Bis in das 18. Jahr-



Haaren über Jahrtausende erhalten haben.

hundert hinein galt als Fossil, was aus der Erde ausgegraben worden war, gleichgültig, ob es sich um die Überreste toter Lebewesen, um Mineralien oder um von Menschen hergestellte Gegenstände handelte. Heute versteht man unter einem Fossil lediglich die Überreste eines vorgeschichtlichen Lebewesens und seine Lebensspuren im Gestein.

Die Fossilisation, das heißt die Entste-

### Wie entstehen Fossilien?

eine Schicht eingebettet wird, die seine Zerstörung durch Aasfresser und die Verwesung durch Zutritt von Sauerstoff verhindert. Ein Beispiel von Fossilisa-

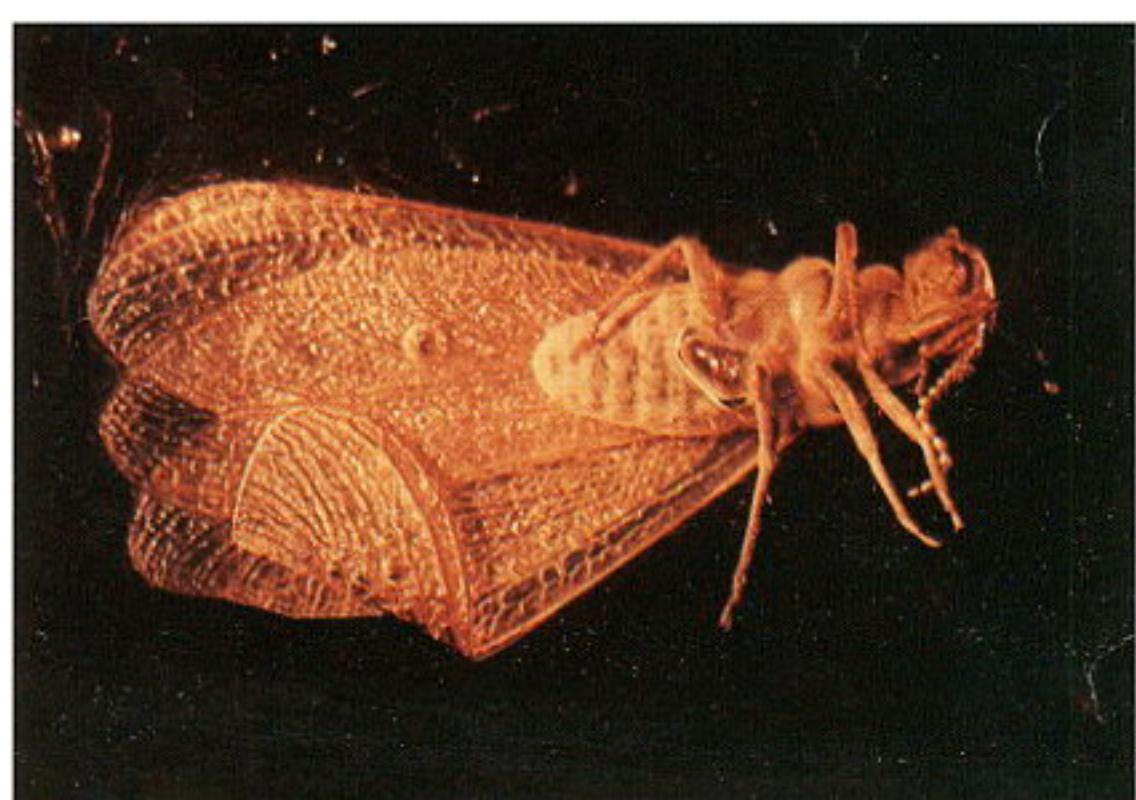
tion sind die »Inklusen«, Einschlüsse von Fliegen, Mücken und anderen Insekten im Bernstein.

Bernstein ist das fossile Harz von Nadelhölzern, vor allem von bestimmten Kiefernarten der Tertiärzeit. Beim Herabfließen am Stamm erfaßte es gelegentlich kleine Insekten, die in dem noch flüssigen, klebrigen Stoff lebendig begraben wurden. Sie konnten nicht verwesen, weil weder Sauerstoff noch verwesungsfördernde Bakterien hinzutreten konnten. Inklusen sind jedoch besonders seltene Fälle von Fossilisation. Paläontologen unterscheiden vier verschiedene Arten von Fossilien:

- die echte Versteinerung
- die Pseudomorphose
- den Steinkern und
- den Abdruck.

Die Entstehung einer echten Versteinerung läßt sich am besten mit der Umwandlung von losen Sedimenten, das sind Ablagerungen wie Sand, Schlamm, Kalk oder Schotter, in festes Gestein vergleichen. Wenn sich über einer Schicht loser Sedimente immer neu-

### Wie entsteht eine echte Versteinerung?



Vor 50 Millionen Jahren wurde eine Termiten von dem Harz tertiärer Nadelbäume erfaßt und eingeschlossen. Das Harz verfestigte sich allmählich zu Bernstein. Solche Fossilien findet man heute nur noch an den Küsten der Ostsee und in der Dominikanischen Republik (Karibik).

es Material anhäuft, wächst der Druck, der auf dieser Schicht lastet. Unter diesem Druck und dem damit verbundenen Temperaturanstieg sowie mit Hilfe gelöster Stoffe, die von dem Grundwasser herangetragen werden, können sich Sandkörner miteinander verbinden, sie werden zusammengebacken. So entsteht im Lauf von Jahrtausenden aus losem Sand festes Gestein.

Ähnliches geschieht mit gewissen Fossilien: Unter dem Druck des über ihnen lastenden Materials füllen sich zum Beispiel die Poren von Knochen mit Kalk und Kieselsäure. Diese Stoffe verbacken allmählich mit den Hartteilen der Knochen — und schließlich ist das ganze Fossil versteinert.

Bei der Pseudomorphose werden nicht nur Knochen, sondern alle Hartteile (zum Beispiel Muschelschalen) durch andere anorganische Stoffe ersetzt — unter Beibehaltung ihrer äußeren Form. Steinkerne sind mit anorganischen Stoffen ausgefüllte Hohlräume eines vorweltlichen Lebewesens, wie sie besonders bei Muscheln, Schnecken und Armfüßern bekannt sind; die Hartteile haben sich aufgelöst.

Auch beim Abdruck sind Weichteile und Hartkörper des Lebewesens zerstört;

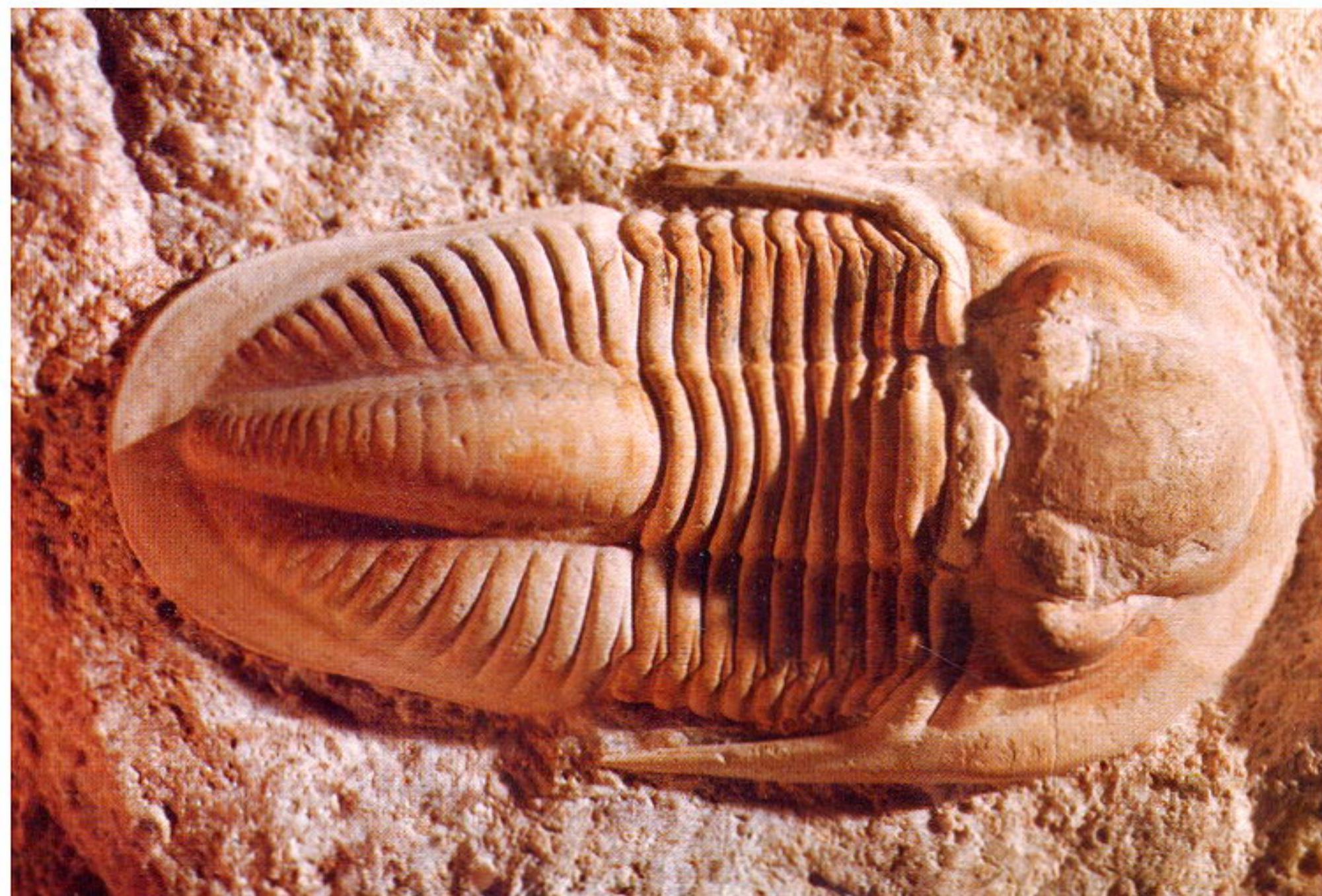
### Wie entsteht ein Abdruck?

aber die Form, die es einst hatte, ist als Hohlraum erhalten geblieben; er zeigt den Abdruck der Außenfläche des unzerstörten Körpers.

Da die zur Fossilisation nötige schnelle Einbettung in eine schützende Sedimentschicht am ehesten in Flachmeeren, Seen, Flüssen, Sümpfen oder Mooren geschehen kann, stammt der größte Teil aller heute bekannten Fossilien von wasserbewohnenden Lebewesen. An Land findet man Fossilien in Höhlen und Karstspalten sowie in Erdschichten, die früher von Wasser bedeckt waren.

Von besonderer Wichtigkeit sind für Paläontologen wie für Geologen die sogenannten »Leitfossilien«. Das sind Tier- und Pflanzenversteinungen, die für eine bestimmte geologische Schicht typisch sind und nur in die-

### Was sind Leitfossilien?



Trilobiten (Dreilappkrebse) sind ausgestorbene Gliedertiere des Erdaltertums. Das hier abgebildete Tier der Art *Ameura major* ist 6,5 cm lang. Trilobiten sind Leitfossilien des Kambriums, des Silurs und des Devons.

ser Schicht vorkommen. Wenn man in zwei voneinander abgetrennten und scheinbar verschiedenen Schichten die gleichen Leitfossilien findet, so beweisen diese, daß die beiden Schichten gleich alt sind. Damit lassen sich gleichaltrige Schichten auch über größere Entfernungen feststellen. Das ist allein nach der geologischen Beschaffenheit der Schichten nicht möglich, da fast alle Gesteinsarten zu allen Zeiten entstehen konnten. Schichten mit gleichen Leitfossilien sind also gleich alt; Leitfossilien aus tiefen Schichten sind älter als andere aus den darüberliegenden Schichten. Leitfossilien sind also gewissermaßen die Seitenzahlen eines von der Natur geschriebenen Tagebuchs unserer Erde. In diesem Tagebuch erzählen die allgemeinen Fossilien, wo früher festes Land und wo Meere waren, wo sich Gebirge auffalteten und wo welche Tiere lebten. Sie sind der Schlüssel zu vielen Geheimnissen unseres Planeten.

## Was Fossilien erzählen

Die Erde ist wahrscheinlich etwa 4 1/2

### Wie alt ist die Erde?

Milliarden Jahre alt. Ob sie durch die Zusammenballung von kosmischem Staub, aus Sonnenmaterie oder auf andere Weise entstand, weiß man nicht. Man weiß aber, daß sie zunächst ein glühender Ball mit einer Oberflächentemperatur von mindestens 600—1200° C, der Schmelztemperatur der Gesteine, gewesen sein muß. Unter

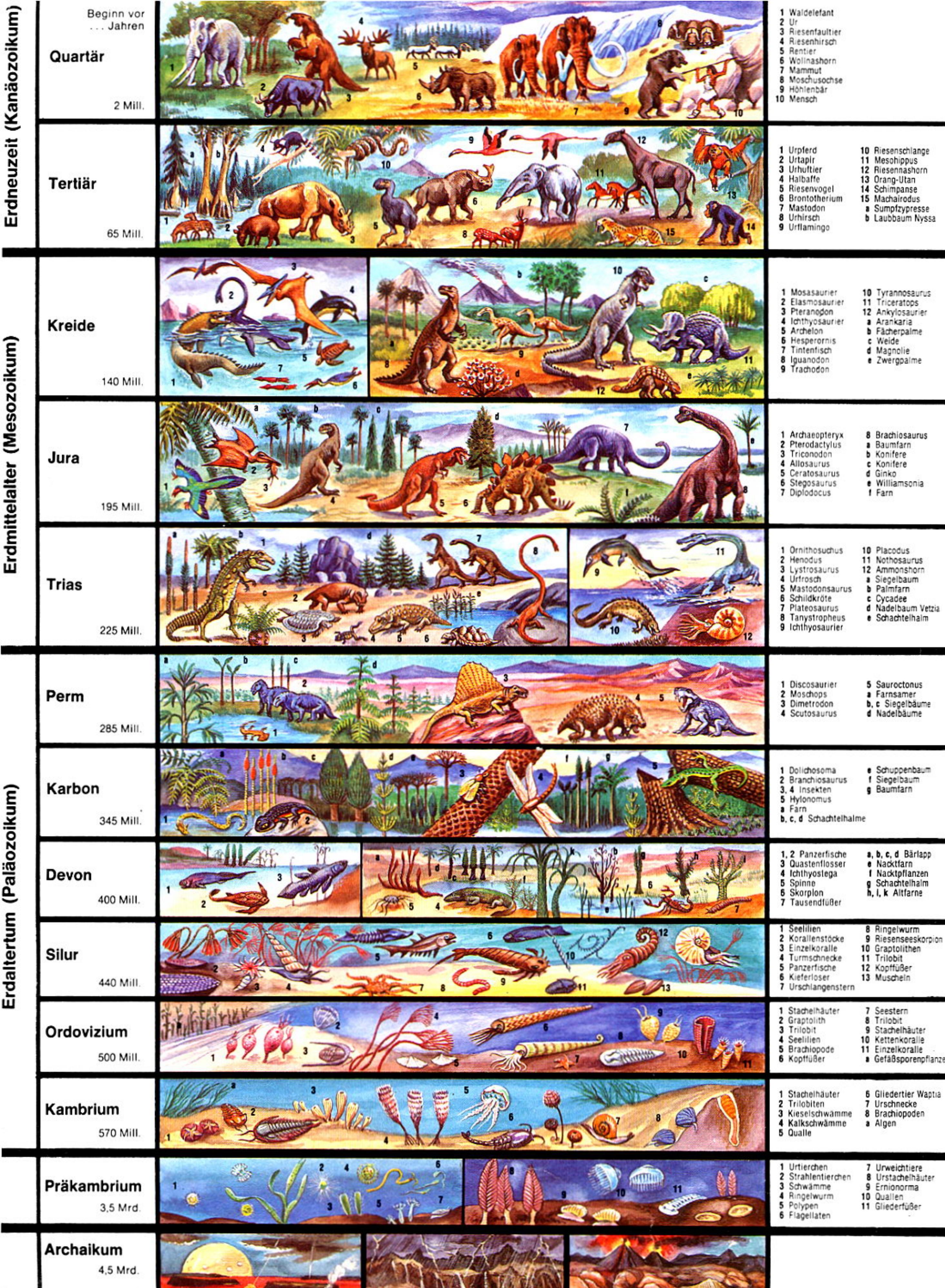
dem Einfluß der umgebenden Weltraumkälte kühlte der Planet langsam ab, die Oberfläche nahm an einigen Stellen feste Gestalt an, die ersten Meere und Seen entstanden.

Dieses geologische Zeitalter war das *Archäikum* oder die *Urzeit*. Sie dauerte wahrscheinlich rund 1 Milliarde Jahre. Aus jener Zeit gibt es keine Fossilien.

Das erste Zeitalter, aus dem Fossilfunde auf tatsächliches Leben hinweisen, ist die *Frühzeit*, auch *Eozökum*



*Steinkerne kreidezeitlicher Ammoniten, bei denen sich das Perlmutt, also die irisierende Kalkschicht des Muschelinneren, erhalten hat. Ammoniten gab es in 5000 Arten, von 2 mm bis zu 2 m Größe. Sie sind Leitfossilien des Erdmittelalters.*



(griech. Morgenröte des Lebens) genannt. Unter sehr starken Mikroskopen entdeckten Paläontologen in 3,4 Milliarden Jahre alten Steinen winzige Bakterien in Faden- und Kugelform. Diese Mikro-(Kleinst)fossilien sind durchweg Einzeller, deren nur wenige Hundertstel Millimeter große Weichkörper gelegentlich von einer dünnen festen Hülle umschlossen waren. Heute glaubt man aber, daß die Entstehung des Lebens bedeutend früher, vielleicht in den heißen Gewässern der Urzeit, erfolgt sein kann. Das dritte große Zeitalter der Erdgeschichte ist das Phanerozoikum (griech. = Zeitalter des sichtbaren Lebens), aus dem zahlreiche deutlich und leicht erkennbare Fossilien bekannt sind. Es wird in Erdaltertum (Paläozoikum), Erdmittelalter (Mesozoikum) und Erdneuzeit (Kanäozoikum) unterteilt. Diese wiederum bestehen aus einzelnen Systemen (früher »Formationen« genannt), die bestimmten Zeitabschnitten der Erdgeschichte entsprechen.

Mit dem auf das Eozoikum folgenden ersten System, dem Kambrium, begann vor etwa 570 Millionen Jahren das Erdaltertum. Das Kambrium dauerte 70 Millionen Jahre. Hier entwickelten sich die ersten Tiere und Pflanzen. Die Tiere gehörten zu den Wirbellosen (Evertebraten) und erinnern teilweise an rezente (heutige) Tiere. Die häufigsten Tiere jener Zeit waren die *Trilobiten*. Diese urweltlichen Gliederfüßer sind heute zwar ausgestorben, aber man kann hervorragend erhaltene Reste dieser Tiere in vielen Museen sehen.

Die Trilobiten sind die Leitfossilien des Kambriums und der darauffolgenden Systeme Ordovizium und Silur. Der Name Trilobit bedeutet dreigeteilt und bezieht sich auf die Dreigliederung seines Körpers in Kopfschild, Rückenpanzer und

Schwanzschild. Manche Trilobiten sahen Asseln ähnlich, andere eher langschwänzigen Krebsen ohne Scheren. Ihre Größe schwankte zwischen 1 und 70 cm. Sie hatten Facettenaugen, die sich aus bis zu 15 000 Einzelaugen zusammensetzten. Andere Trilobiten-Arten dagegen, die wohl im Schlamm lebten, waren blind. Wie alle Tiere dieser Zeit waren auch Trilobiten Wasserbewohner.

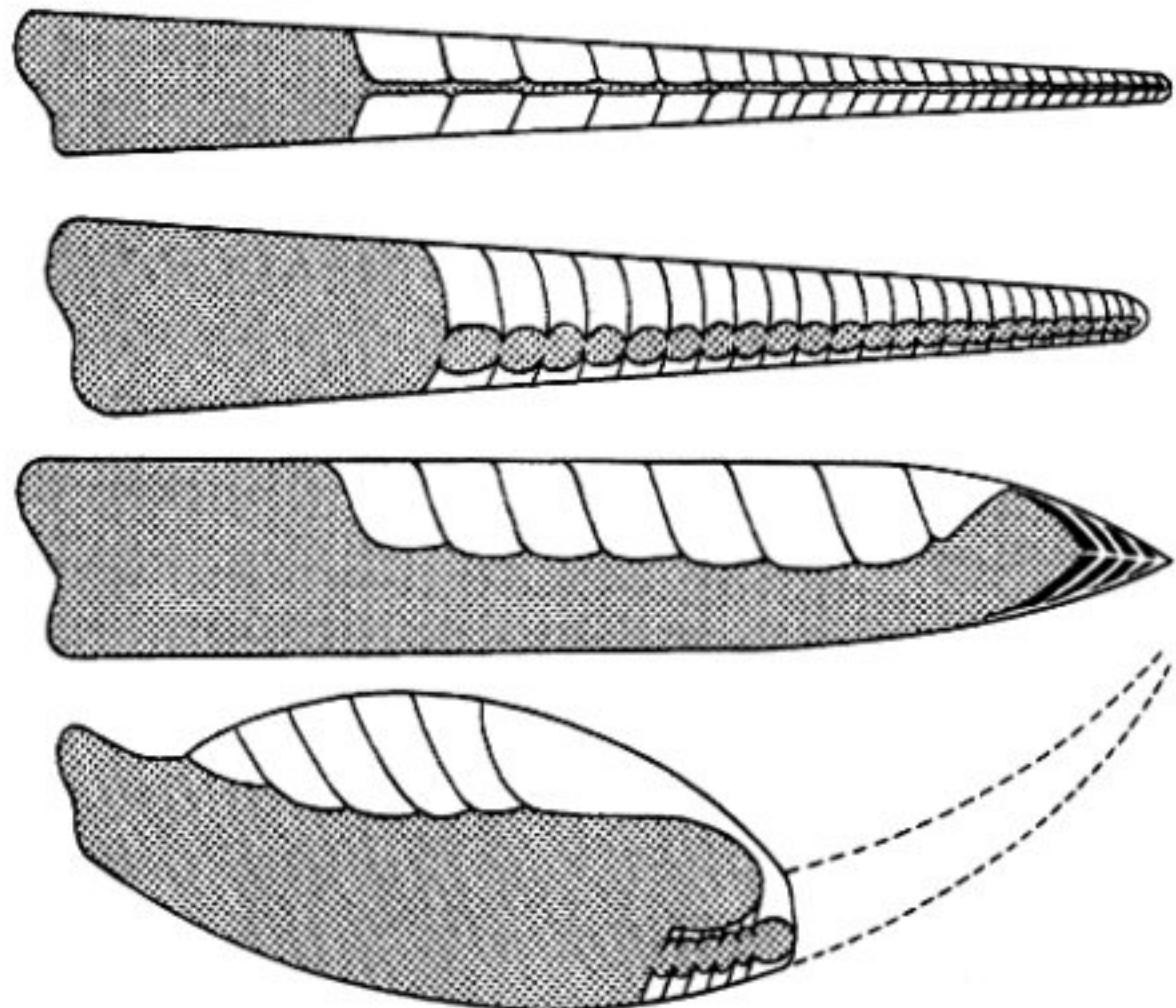
Als erste Pflanzen gab es in den kambrischen Meeren wahrscheinlich Algen in großer Fülle. Das Land dagegen war noch völlig leblos. Es gab dort weder Pflanzen noch Tiere — wahrscheinlich, weil die damalige Atmosphäre nur 0,2 % Sauerstoff (heute 20 %) enthielt.

Neben den Trilobiten und den anderen genannten Tieren gab es in den Meeren des Kambrium eine Vielfalt weiterer Lebewesen: Die ersten Korallen erschienen, erste Schwämme, Stachelhäuter und viele andere Tierformen. Die meisten hatten Hartteile wie Panzer oder Kalkgehäuse. Vielleicht, so glauben einige Paläontologen, haben sich deshalb so viele von ihnen als Fossilien erhalten, während Tiere, die möglicherweise schon im Eozoikum gelebt haben, reine Weichtiere waren und deshalb spurlos verschwunden sind.

Das Kambrium endete nicht schlagartig, sondern ging im Lauf von Jahrtausenden in das Ordovizium über. Dieses System begann vor etwa 440 Millionen Jahren und dauerte rund 60 Millionen Jahre. Die Meere jener Zeit waren voller Lebewesen, von denen sich einige Formen bis heute erhalten haben.

Die beherrschenden Tiere des Ordoviziums waren die polypenartigen Graptolithen in mannigfaltigen Formen. Daneben gab es zahlreiche Weichtiere, Wiesenschnecken und Kopffüßer, die zu

**Welches waren die ersten Pflanzen?**



Im Ordovizium entwickelten die Kopffüßer riesige Formen und wurden bis 4 m lang. Die Tiere wohnten in der vorderen Kammer (im Bild punktiert). Das untere Tier *Ascoceras* warf die Röhrenspitze ab, wenn es ausgewachsen war.

teilweise riesigen Formen heranwachsen: Wie zahlreiche Fossilien belegen, lebten alle damaligen Kopffüßer-Arten in den Vorderteilen von 4 bis 8 m langen spießartigen Kalkröhren, deren hintere Enden in Luftkammern unterteilt waren. Die Röhren waren zum Teil gerade, zum Teil spiralgerollt. Fossilien belegen auch, daß es zu dieser Zeit bereits kleine Wirbeltiere, nämlich Fische, gegeben haben muß.

Im darauffolgenden Silur begannen die Tiere, auch das Festland zu erobern. Als erste Gliederfüßer krochen die Tausendfüßer an Land. In den silurischen Meeren wurden gleichzeitig die Fische häufiger. Statt eines Kiefers hatten sie Saugmünden und Raspelzungen; ihr Vorderteil steckte in einem festen Panzer, der hintere Teil war mit Platten oder Schuppen bedeckt. Außerdem gab es zahlreiche leuchtend bunte Korallenbänke, um die herum sich reges Leben entwickelte. Festlandspflanzen gab es damals noch nicht.

In den 55 Millionen Jahren nach dem Silur, dem Devon, entwickelte sich auch auf dem Festland reges Leben. Damals existierte auf der nördlichen Halbkugel der Erdteil »Old Red Continent« (engl. = alter roter Kontinent). Er bestand aus Teilen Nordosteuropas, Nordamerikas und Grönlands. Dieser Kontinent lag zu jener Zeit im äquatorialen Bereich, so daß Regen- und Trockenzeiten abwechselten. Dabei kam es immer wieder vor, daß kleinere Tümpel und Seen austrockneten.

**Welches Wassertier kroch als erstes an Land?**



Urpanzerfisch aus dem Ordovizium, eine frühe Klasse der Wirbeltiere. Das abgebildete, als Pseudomorphose erhaltene Tier ist etwa 35 cm lang und wurde in 500 Millionen Jahre altem Gestein bei Gemünden gefunden.

Die Tiere, die in diesen Gewässern lebten, hatten nur eine Überlebenschance: Sie mußten an Land gehen und versuchen, den nächstgelegenen, nicht ausgetrockneten See zu erreichen — und das taten sie auch.

Die Quastenflosser, die als erste Wirbel-

### Wie überstanden Quastenflosser eine Trockenheit?

war an einer recht belastungsfähigen Wirbelsäule befestigt, mit ihren kräftigen Flossen konnten sie sich auch an Land fortbewegen; ihr Schuppenkleid schützte sie vor Austrocknung, sie hatten lungenartige Schwimmblasen, mit denen sie atmosphärische Luft atmen konnten sowie einen Nasenrachengang mit je zwei Öffnungen der Nasenhöhle. Die Lungenfische des Devon hatten es leichter: Wenn ihre Gewässer austrockneten, zogen sie sich in selbstgefertigte Schleimkokons zurück, legten sich auf den Grund des Gewässers und warteten auf den nächsten Regen.

Schon vor den Quastenflossern hatten die Pflanzen begonnen, sich auf dem Festland auszubreiten. Um außerhalb des Wassers existieren zu können, mußten sie jedoch bestimmte neue Eigenschaften entwickeln: Während sie im Meer wegen ihrer geringeren spezifischen Dichte vom Wasser getragen wurden, brauchten sie nun ein kräftiges Stützgewebe, ohne das sie an Land nicht hätten aufrecht stehen können. Für den Transport des lebenswichtigen Wassers, das nun nicht mehr das sie umgebende Element war, entwickelten sie Leitungsröhren, die die Feuchtigkeit von den Wurzeln bis in die äußersten Spitzen beförderten. Die ersten Landpflanzen waren Nacktsamer (Pflanzen, deren Samen frei am Blütenstiel oder an

tiere kurze Strecken über Land krochen, waren von der Natur dafür bestens gerüstet: Ihr Knochenskelett



Der 380 Millionen Jahre alte Quastenflosser *Eusthenopteron* hatte primitive Lungen und kroch mit starken Flossen kurze Strecken über Land.

Fruchtblättern sitzen). Sie wurzelten noch im Wasser. Gegen Ende des Devons entwickelten sich höher organisierte, auf dem Land wurzelnde krautartige Ur-Farne, diesen folgten die ersten echten Farne, Schachtelhalme, Bärlappe und Schuppenbäume. Erst als diese Pflanzen auf dem Festland Fuß gefaßt hatten, konnten auch die Gliedertiere, die sich von Pflanzen ernährten, an Land gehen. Ihnen folgten wiederum — immer noch im Devon — die Fleischfresser wie Skorpione, Spinnen und Ur-Lurche. Damit war der Kreislauf der Ernährung auch an Land geschlossen.

Aus dieser Zeit gibt es viele großartig erhaltene Fossilien. Sie zeigen, daß sich auch im Wasser große Veränderungen vollzogen. Die Fische entwickelten zahlreiche Formen und Größen. Gegen Ende des Devons erschien nun *Ichthyostega*, das erste Wirbeltier, das zeitweilig auf dem Land lebte. *Ichthyostega*, ein Nachfahre des Quastenflossers, hatte einen fischartigen Schwanz, seine Flossen hatten sich jedoch in kräftige Beine mit je fünf Zehen verwandelt. Damit war dieses Tier der erste Lurch, den wir kennen. Lurche nennen wir auch

### Welches Wirbeltier lebte als erstes an Land?



»Ideales Landschaftsbild der Steinkohlenzeit Deutschlands«, Illustration zu einer um 1880 erschienenen »Naturgeschichte«. Aus den hier gezeigten Pflanzen wie dem Siegelbaum (dicker Stamm links) und dem Schuppenbaum (ganz rechts) entstanden unsere Kohlevorkommen.

Amphibien. Das Wort *Amphibium* kommt aus dem Griechischen: *amphi* heißt »doppelt« und *bios* heißt »Leben«. Amphibien leben also im Wasser und auf dem Festland.

Allerdings blieben nicht alle Nachfahren von *Ichthyostega* an Land: Die Ichthyosaurier zum Beispiel und die Wale gingen wieder in das Meer und ihre Beine bildeten sich zu Flossen zurück.

Während das Devon als »Zeitalter der Fische« gilt, nennen Paläontologen das nun folgende Karbon, das vor 350 Millionen Jahren begann, das »Zeitalter der Amphibien«. Mitteleuropa lag noch immer in der Nähe des Äquators, das Klima

war feucht und warm, ähnlich wie heute in den Urwäldern des Amazonas. Auf der Südhalbkugel lag ein riesiger Kontinent, das Gondwanaland. Es bestand aus den noch zusammenhängenden Landmassen Afrika, Südamerika, Antarktis, Australien und Vorderindien. Dieser Erdteil begann im oberen (d.h. erdgeschichtlich jüngeren) Karbon, sich mit ungeheuren Massen von Inlandeis zu bedecken. Auf der nördlichen Halbkugel dagegen wurde die Flora schnell vielfältiger. Farne, Moose und andere Sporenpflanzen (Sporopflanzen vermehrten sich nicht durch Samen, sondern durch einzellige ungeschlechtliche Keimzellen, sogenannte Sporen) entwickelten riesige Formen; auch Schuppen-, Siegel- und Schachtelhalmbäume wurden nun bis 30 m hoch.



Das erste *Amphibium* *Ichthyostega* lebte vor 340 Millionen Jahren vorwiegend auf dem Land. Es hatte einen Fischschwanz und Beine mit fünf Zehen.

In diesen tropischen Wäldern, in denen es noch keine Blütenpflanzen und keine Vögel gab, entstand ein fossiles Gestein, ohne das unsere heutige, moderne Technik und Industrie undenkbar wären: die Steinkohle. Daher wird der Name dieses geologischen Sy-

Wie entstand Kohle?

*Braunkohleabbau über Tag im Rheinland. Der Riesenbagger ist 225 m lang und 13000 t schwer — das größte fahrbare Fördersystem der Welt. Um seine Tagesleistung (240000 m<sup>3</sup>) zu erreichen, müßten 45000 Mann acht Stunden lang mit Hacke und Schaufel arbeiten.*



stems »Karbon« von dem lateinischen Wort *carbo* (Kohle) abgeleitet.

Viele damalige Bäume wie zum Beispiel der Schuppenbaum hatten zwar eine sehr dicke Rinde, aber einen dünnen, hölzernen Kern. Sie knickten daher leicht um und starben ab. So entstanden gewaltige Moore, die langsam absanken und von Sand- und Tonschichten überlagert wurden. Luftabschluß und der Druck der darüber lastenden Gesteinsmassen bewirkten, daß das Holz vertorfte. Das heißt, daß der in den Pflanzen enthaltene Sauerstoff verbraucht und dadurch der Kohlenstoffanteil vergrößert wurde. Aus dem Torf entstand im Lauf von Jahrtausenden Braunkohle und daraus wiederum bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur Steinkohle. Steinkohle hat einen höheren Brennwert als Braunkohle, sie ist daher wertvoller. Heute findet man Steinkohle in dem sogenannten Nordwesteuropäischen Kohlegürtel, der sich von England über Nordfrankreich und Belgien bis in das Ruhrgebiet erstreckt. Weitere Steinkohlevorkommen gibt es an der Saar, im Erzgebirge, in Oberschlesien, in Südfrankreich, im Donezbecken und im asiatischen Teil der Sowjetunion, in China und in den USA.

Steinkohle liegt in Europa meist ziemlich

**Wie wird  
Steinkohle  
abgebaut?**

tief und wird im Untertageverfahren abgebaut: Von oben werden Schächte niedergebracht. Von ihnen aus werden die Lagerstätten durch Strecken (waagerechte Verbindungsstollen) und Querschläge (rechteckig zum Schichtverlauf ausgebohrte Strecken) abgebaut. In den USA kann der Abbau meist im Tagebau erfolgen.

Die Braunkohle ist geologisch jünger, die meisten Lager stammen aus der Tertiärzeit vor rund 50 Millionen Jahren. Da sie entsprechend hoch liegt, wird sie meist im Tagebau gewonnen: Durch Förderbrücken wird zunächst die deckende Schicht, der »Abraum«, fortgeschafft; dann wird das freigelegte Kohlelager mit Baggern abgebaut.

Braunkohle gibt es in vielen Ländern der Erde. In Deutschland erstreckt sich ein breiter Gürtel von Braunkohlevorkommen am Rand der deutschen Mittelgebirge. Die wichtigsten Lagerstätten liegen in der Lausitz, in dem Gebiet zwischen Altenburg und Braunschweig und westlich von Köln, also am Hang des mitteldeutschen Gebirgszuges.

Auch eine weitere für unsere Industrie

### Wie entstand Erdöl?

vorläufig unersetzbare Energiequelle, das Erdöl, ist fossiler Herkunft. Erdöl entstand in Jahrmillionen aus der Ablagerung gestorbener Kleinstlebewesen auf Meer- und Seeböden. Diese Schicht wurde zu Faulschlamm, der sich durch bakterielle Zersetzung in den kostbaren Rohstoff Erdöl verwandelte. Erdölvorkommen gibt es nur unter der Erdoberfläche. Die Lager müssen durch kostspielige Tiefbohrungen zunächst entdeckt und dann erschlossen werden. Da die Erdölreserven nicht unbegrenzt sind, hat man neuerdings begonnen, auch Vorkommen unter dem Meeresboden durch komplizierte Unterwasserbohrungen, zum Beispiel in der Nordsee und im Golf von Mexiko, zu erschließen. Die größten Erdölvorkommen der Erde gibt es im Nahen Osten, in den USA und der Sowjetunion. In Deutschland begann die Erschließung von Ölfeldern um 1880 in der Lüneburger Heide. Weitere Vorkommen gibt es im Emsland, bei Hamburg, im Oberrheintal und im Alpenvorland. In

der Bundesrepublik werden jährlich etwa 8 000 000 t Erdöl gewonnen, in den USA fast 600 000 000 t.

Zwischen den Bäumen, die wir heute als

### Was veränderte sich bei manchen Lurchen?

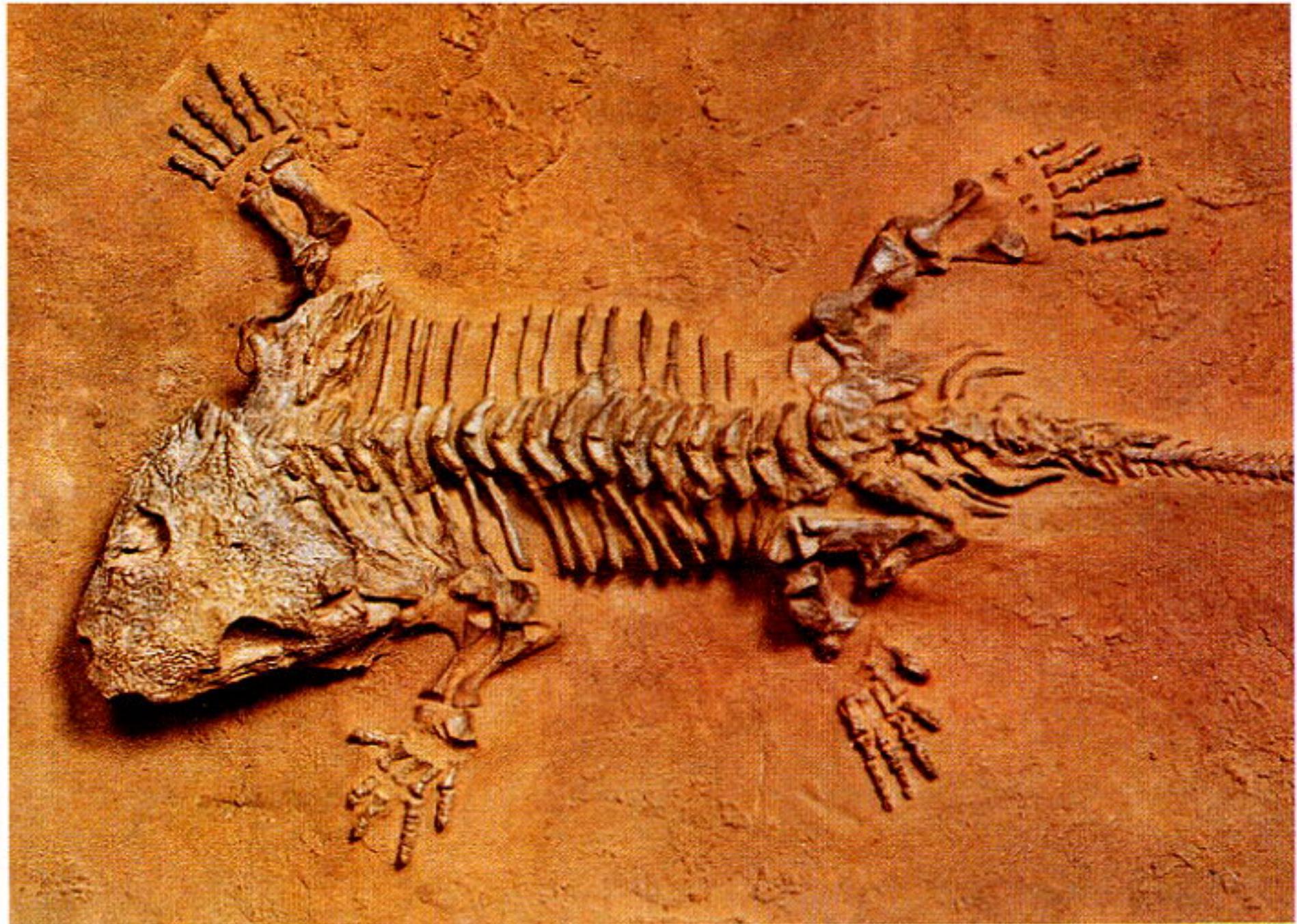
Kohle verheizen, spielte sich im Karbon die weitere Entwicklung der Landwirbeltiere ab. Es regnete während des ganzen Jahres, viele Festlandsgebiete versumpften. Seichtwasser, Schlamm und umgestürzte Bäume ergaben eine Umwelt, die den Amphibien sehr behagte. Manche Lurche paßten sich dieser Umgebung an und entwickelten abgeplattete Leiber, die sie zu hervorragenden Flachwasserschwimmern machten. Sie blieben zunächst in den karbonischen Sümpfen, wo sie Futter in Hülle und Fülle fanden.

Alle Wirbeltiere jener Zeit waren Fleischfresser; sie verspeisten einander, die kleinsten aßen Würmer und Insekten. Die ersten Insekten waren schon im Devon aufgetaucht, aber sie konnten noch nicht fliegen. Inzwischen hatten sie im Karbon das Fliegen gelernt und entwic-



Die Förderplattform »Brent B« wird von Schleppern zu ihrem Standort in der Nordsee gezogen. Seit 1975 fördern solche künstlichen Inseln Erdöl und Erdgas. Beide sind aus abgestorbenen und auf den Meeresgrund gesunkenen Kleinstlebewesen entstanden.

*Seymouria* aus dem Karbon, so genannt nach ihrem Fundort in Texas, stellt eine Zwischenstufe zwischen Lurch und Kriechtier dar. Das hier abgebildete Tier ist 78 cm lang.



kelten nun wahrhaft gigantische Formen: Damals gab es eine Libelle mit einer Flügelspannweite von 75 cm. Fossilien dieses fliegenden Riesen sind in Frankreich gefunden worden.

Der nächste Entwicklungsschritt, der Wandel vom Lurch zum Kriechtier (oder Reptil, lat. *repere* = kriechen), fand ebenfalls noch im Karbon statt: In den Sümpfen bildeten hohle verfaulte Baumstümpfe stellenweise richtige Tierfallen. In ihnen hat man Fossilien des Ur-Reptils *Seymouria* gefunden, bei dem die Entscheidung, ob noch Lurch oder schon Kriechtier, sehr schwer ist. Ur-Reptil wird dieses Tier genannt, weil es schon einige wesentliche Eigenarten der Kriechtiere wie zum Beispiel die trockene schuppige Haut aufweist.

Ein Reptil unterscheidet sich vom Amphibium grundsätzlich durch die Art der Fortpflanzung. Amphibien legen ihre Eier im Wasser ab. Dort wachsen die Jungen als Larven heran. Sie schwimmen und atmen nach Art der

Wie unterscheiden sich Reptilien von Amphibien?

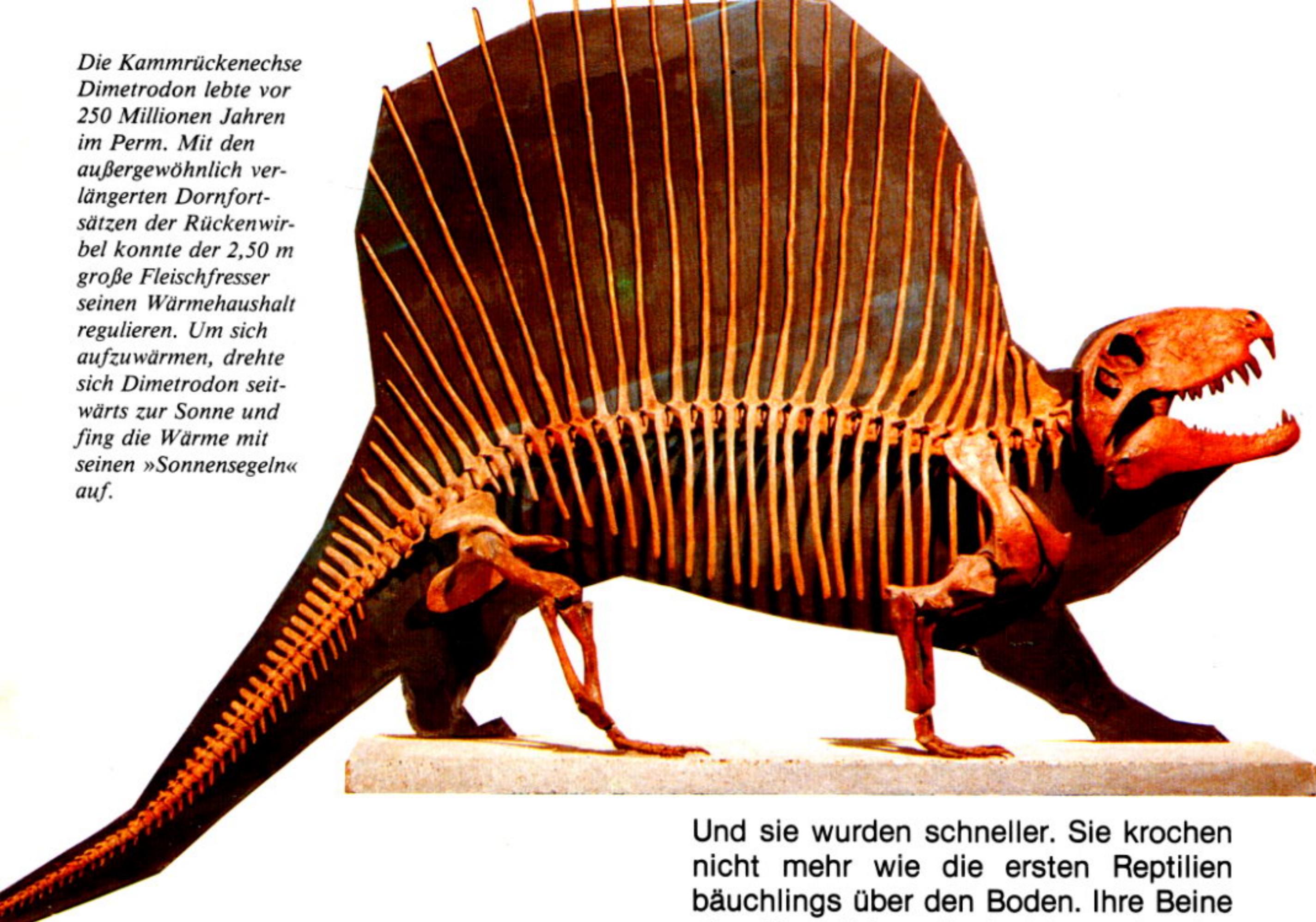
Fische. Reptilien dagegen legen ihre großen, dotterreichen und hartschaligen Eier an Land ab. Die Brut entwickelt sich zunächst im Ei-Innern.

Das Entstehen des schalengeschützten Eis im Karbon war eines der grundlegenden und folgenreichsten Ereignisse in der Geschichte der Wirbeltiere. Nun brauchten sie nicht mehr zu Brutzwecken ins Wasser zurückzukehren — sie blieben an Land und breiteten sich dort aus. Ohne die »Erfindung« des hartschaligen Eis wäre der Umzug der Wirbeltiere auf das Land möglicherweise fehlgeschlagen.



Kohlig erhaltener Farn aus dem oberen Karbon. Der Wedelrest wurde an der Saar gefunden.

**Die Kammrückenechse**  
*Dimetrodon* lebte vor 250 Millionen Jahren im Perm. Mit den außergewöhnlich verlängerten Dornfortsätzen der Rückenwirbel konnte der 2,50 m große Fleischfresser seinen Wärmehaushalt regulieren. Um sich aufzuwärmen, drehte sich *Dimetrodon* seitwärts zur Sonne und fing die Wärme mit seinen »Sonnensegeln« auf.



Vor 285 Millionen Jahren begann das Perm. Es brachte die erste große Ausbreitung echter Landtiere, verbunden mit der Besiedlung neuer Lebensräume. Die in den Sümpfen lebenden Amphibien und Reptilien ernährten sich zu meist von kleineren Tieren wie Fischen und anderem Wassergetier, das wiederum von Pflanzen lebte.

Anders war es an Land: Alle dort lebenden Reptilien waren Fleischfresser oder, wie wir heute sagen, Raubtiere.

**Wie veränderten sich die Reptilien?**

Allmählich wurden ihre Kiefer kräftiger, die Knochen in Kiefer und Schädel veränderten sich, die Kiefermuskeln wurden stärker.

Und sie wurden schneller. Sie krochen nicht mehr wie die ersten Reptilien bäuchlings über den Boden. Ihre Beine streckten sich und rutschten unter den Körper, die Tiere bewegten sich jetzt aus Schulter und Hüfte und konnten größere Schritte machen.

Die Beherrscher des permischen Festlands waren die Urraubsaurier und die säugetierähnlichen Reptilien. Der Fleischfresser *Dimetrodon* und der allesfressende *Diplocaulus* entwickelten große Längssegel auf dem Rücken, mit denen sie ihre Körpertemperatur regulieren konnten. Diese Segel waren vielleicht der erste Schritt zur Warmblütigkeit. Warm- oder Gleichblüter nennt man Tiere wie Vögel und Säugetiere, die eine von der Außentemperatur unabhängige, gleichbleibende Körperwärme haben. Kaltblüter oder wechselwarme Tiere wie Fische, Lurche, Kriechtiere und Wirbellose sind Tiere, deren Körperwärme sich stets der Außentemperatur anpaßt. In jener Zeit entwickelten sich aus der Vielfalt der säugetierähnlichen Reptilien

die ersten Pflanzenfresser dieser Klasse, unter ihnen die Dicynodonten oder Zweizahnsaurier. Bis auf zwei hauerartige Zähne im Oberkiefer waren diese Tiere völlig zahnlos.

Wie auch schon vorher im gesamten Paläozoikum gab es auch in den permischen Meeren eine Unzahl von Brachiopoden (Armfüßern), das sind

festsitzende Meerestiere, die von zwei-klappigen Schalen umschlossen sind. Während diese Gruppe in der Vorzeit sehr formenreich war, leben heute nur noch wenige Arten.

Gegen Ende des Perm sank weithin der Meeresspiegel, die Festländer wurden ausgedehnter als je zuvor. Damit begann für viele Arten das große Sterben: Ihre wichtigsten Lebensräume, die Flachmeere, wurden trocken, und viele der darin lebenden Tierarten starben aus. Inzwischen hatten aber — schon seit dem Karbon — Muscheln und Krebse begonnen, das Süßwasser und auch das Festland zu »erobern«, wie Fossilien zahlreicher Süßwassermuscheln und -schnecken sowie der ersten Landschnecken aus jener Zeit beweisen. Auch altertümliche Spinnen finden sich nun als Landbewohner, die Tausendfüßer sind mit bis zu 1 m großen Riesenformen vertreten.

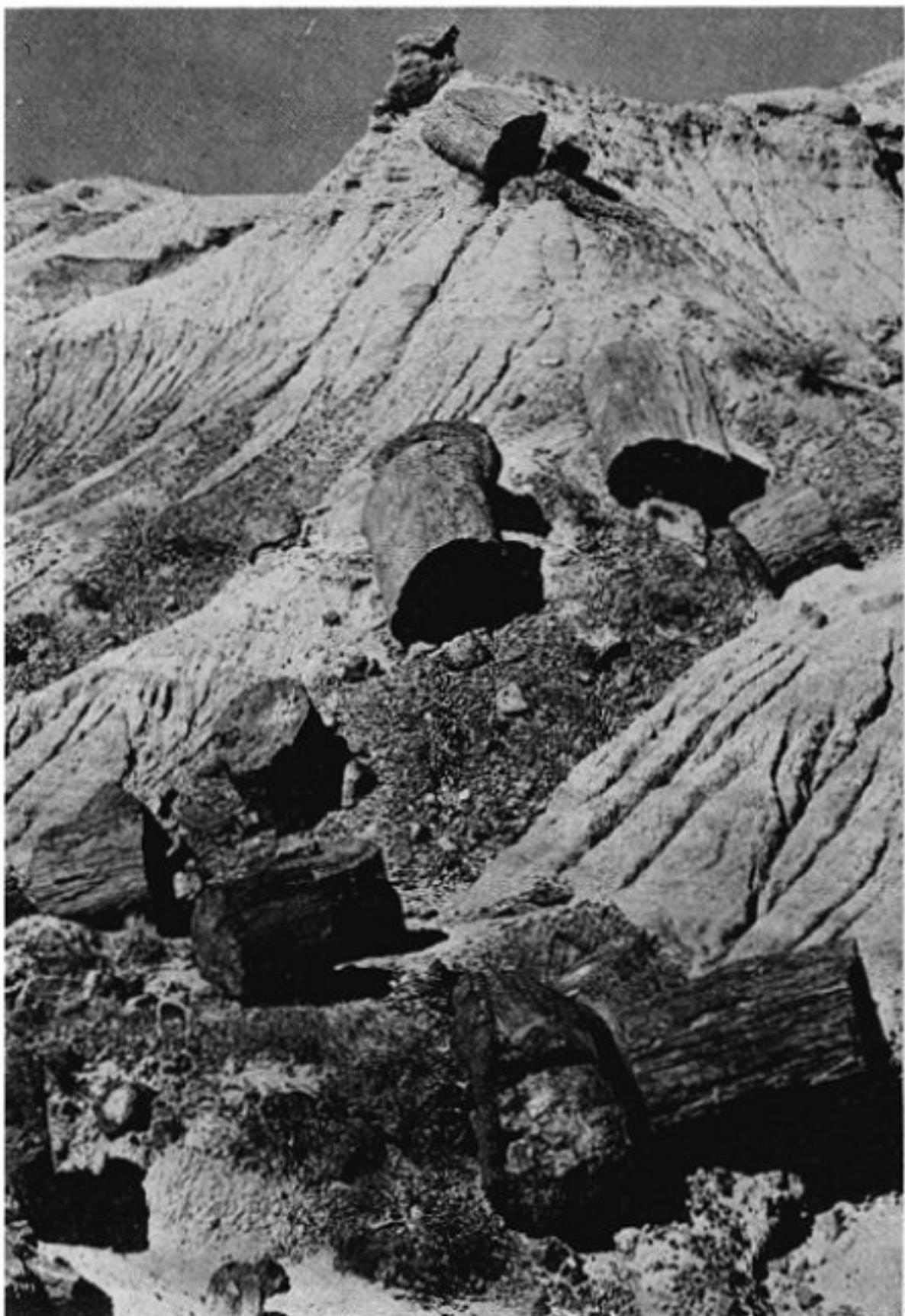
Auf dem Festland ging die Zeit der Nacktsamer, der Spiegel- und Schuppenbäume zu Ende. An ihre Stelle trat als erster Nadelbaum die inzwischen wieder ausgestorbene *Walchia*, die im Aussehen der heutigen Zimmertanne *Araucaria* ähnlich war. Sie wuchs an trockenen Standorten. Besonders viele Fossilien findet man im Rotliegenden, einer für das untere (frühe) Perm typischen Sedimentschicht, die in Deutschland als roter Sandstein bekannt ist.

Die *Walchia* ist den Paläontologen be-

### Was sind Brachiopoden?

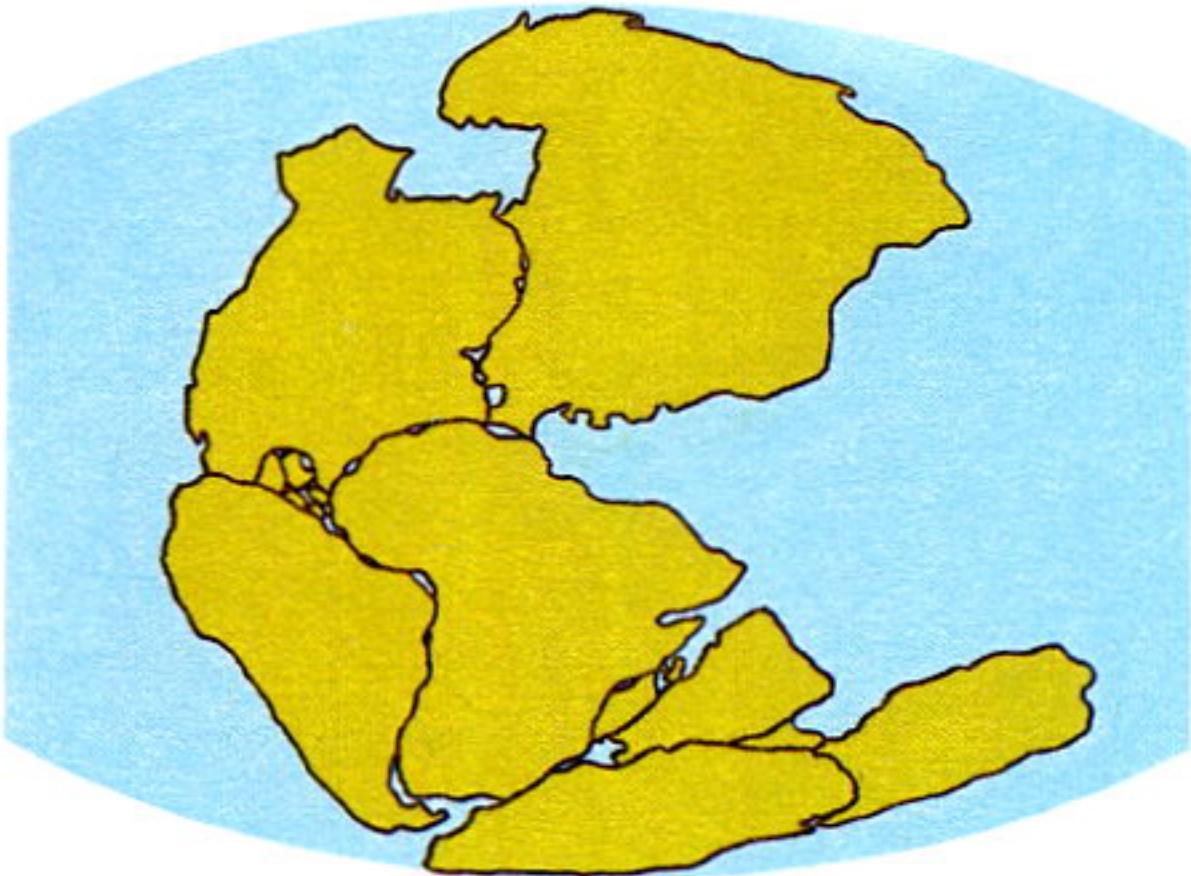
sonders gut bekannt, weil in Arizona (USA) eine größere Anzahl von Fossilien ihrer Stämme in hervorragendem Zustand gefunden worden sind. Selbst kleinste Borkenstücke sind — als wäre der Baum erst gestern abgestorben — auf das Genaueste erhalten. Glücklicherweise nämlich waren die Walchien nicht unter Sedimentschichten begraben (wo sie wahrscheinlich vertorft wären), sondern sie lagen Millionen Jahre lang im Wasser und sind dort völlig verquarzt, das heißt, die organischen Stoffe sind allmählich von im Wasser enthaltener Kieselsäure ersetzt worden. So sehen die Stämme heute noch genau so aus wie vor 220 Millionen Jahren — aber sie sind nicht mehr aus Holz, sondern aus Stein.

Die Hopi-Indianer, die vor 1500 Jahren in Arizona lebten, haben das versteinerte Holz zur Herstellung von Waffen,



Was auf diesem Foto wie Holz aussieht, ist in Wirklichkeit fester Stein: versteinerte Walchien in dem US-Nationalpark Rainbow Forest in Arizona (USA).

Schmuck und sogar zum Hausbau verwendet. Heute ist der Fundort ein Freilichtmuseum; es ist bei Strafe verboten, auch nur ein kleines Stück Fossil mitzunehmen.



Zu Beginn der Trias vor 225 Millionen Jahren war das gesamte Festland der Erde zu einem einzigen Riesenkontinent Pangäa vereinigt. Die Landtiere konnten sich ungehindert überall hin verbreiten.

Die nun folgenden 160 Millionen Jahre fassen die Paläontologen als Mesozoikum (Erdmittelalter) mit den Systemen Trias, Jura und Kreide zusammen. Das Mesozoikum wird auch das »Zeitalter der Reptilien« genannt.

Das geologische System, das vor 225 Millionen Jahren begann und 30 Millionen Jahre dauerte, erhielt den Namen Trias (lat. *tres* = drei), weil sich sein Gestein aus drei Schichten — von unten nach oben Buntsandstein, mariner Muschelkalk, Keuper — zusammensetzt. Das Festland, bestehend aus dem nördlichen Old Red Continent und dem südlichen Gondwanaland, war völlig von Tethys umschlossen, einem riesigen Meer, von dem heute nur noch das Mittelmeer als kleiner Rest geblieben ist.

In den warmen Wassern der Tethys änderte sich nicht viel. Es gab Unmengen von Ammoniten, Korallen, Seelilien und Weichtieren, dazu kamen viele Knochen-

### **Wann begann das Zeitalter der Reptilien?**

fische und fliegende Fische. Die Armfüßer starben allmählich aus, die Trilobiten waren bereits verschwunden.

Auf dem Land dagegen gab es große Veränderungen. Das Inlandeis, das zu Beginn der Permzeit weite Teile von Gondwanaland bedeckt hatte, war verschwunden. Das Klima wurde milder, fast bis zu beiden Polen hin herrschten nun ausgeglichene Verhältnisse. Während die Zahl der Amphibien abnahm, traten nun zahlreiche neue Reptilfamilien auf und erschlossen sich neue Lebensräume.

In den Triasschichten Nordamerikas fand man das erste bekannte Krokodil, *Protosuchus*, und zur selben Zeit trat eine weitere neue Reptilgruppe auf,

die Schildkröten. *Proganochelys* besaß schon einen den Rumpf völlig umhüllenden Panzer und hatte noch Zähne. Bis auf den Verlust des Gebisses haben sich die Schildkröten im Lauf ihrer langen Entwicklungsgeschichte kaum verändert.

Statt der heutigen vier Kriechtierordnungen — Schildkröten, Panzerechsen, Schuppenkriechtiere und Brückenechsen — gab es damals 31 Ordnungen. Die säugetierähnlichen Reptilien der



Dieser bei Stuttgart gefundene Ammonit ist 175 Millionen Jahre alt. Er ist 1,5 m breit und 87 cm hoch, das Tier selbst maß aber nur 43 cm.



Als 1880 dieser Kupferstich »Landschaftsbild der Trias in Deutschland« entstand, steckte die Fossilienforschung noch in ihren Anfängen. Der *Mastodonsaurus* zum Beispiel (unten rechts) wurde irrtümlich ohne Schwanz dargestellt.

Trias waren die Vorläufer der echten Säugetiere, die ebenfalls noch in der Trias auftauchten, aber mit Maus- oder Rattengröße noch keine bedeutende Rolle spielten. Säugetierähnlich war zum Beispiel der Pflanzenfresser *Lystrosaurus*, dessen Fossilien in Südafrika, in Indien und in der Antarktis gefunden wurden — ein Beweis dafür, daß die Kontinente einst zusammengehangen haben.

In den Niederungen der Trias gab es viele trockene Halbwüsten mit Sanddünen und tiefen Schluchten. Dort lebte das kleine, auf zwei Beinen

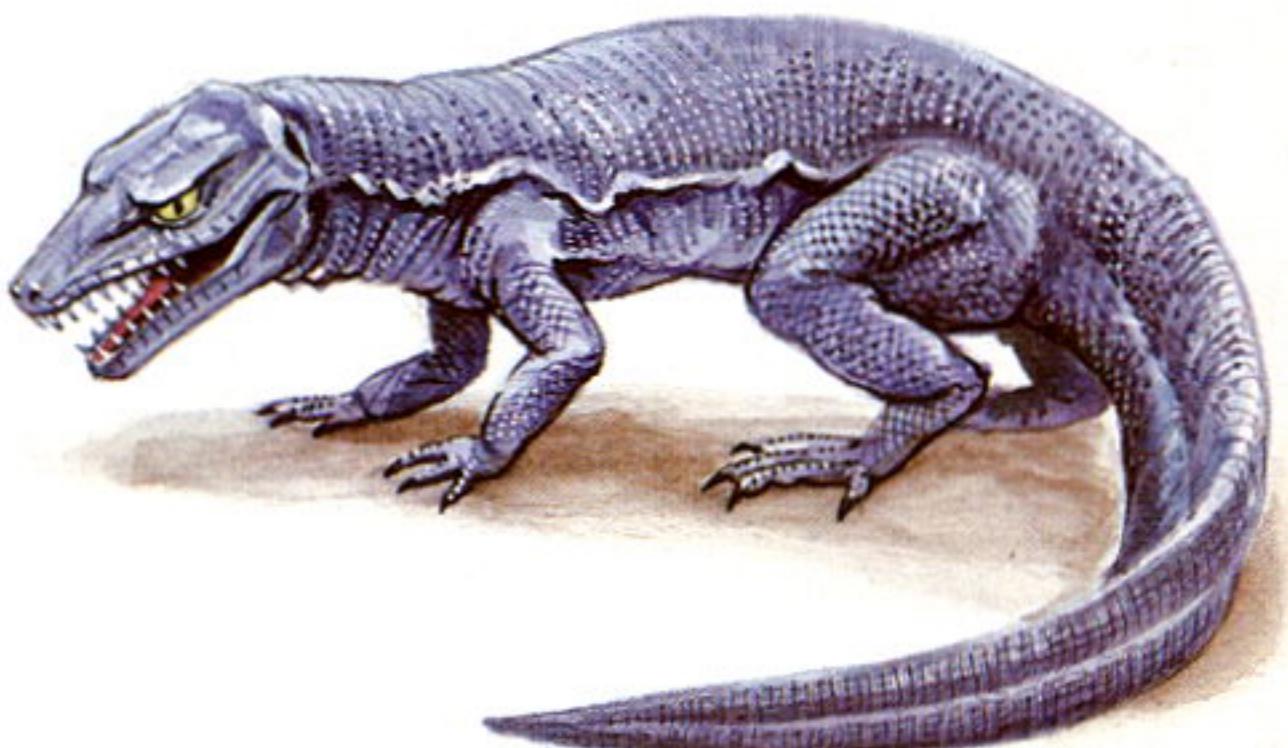
**Von welchem Tier stammen Dinosaurier ab?**

laufende Reptil *Euparkeria*. Dieses nur 1 m große Tier könnte der Stammvater aller Dinosaurier (Riesenechsen) gewesen sein.

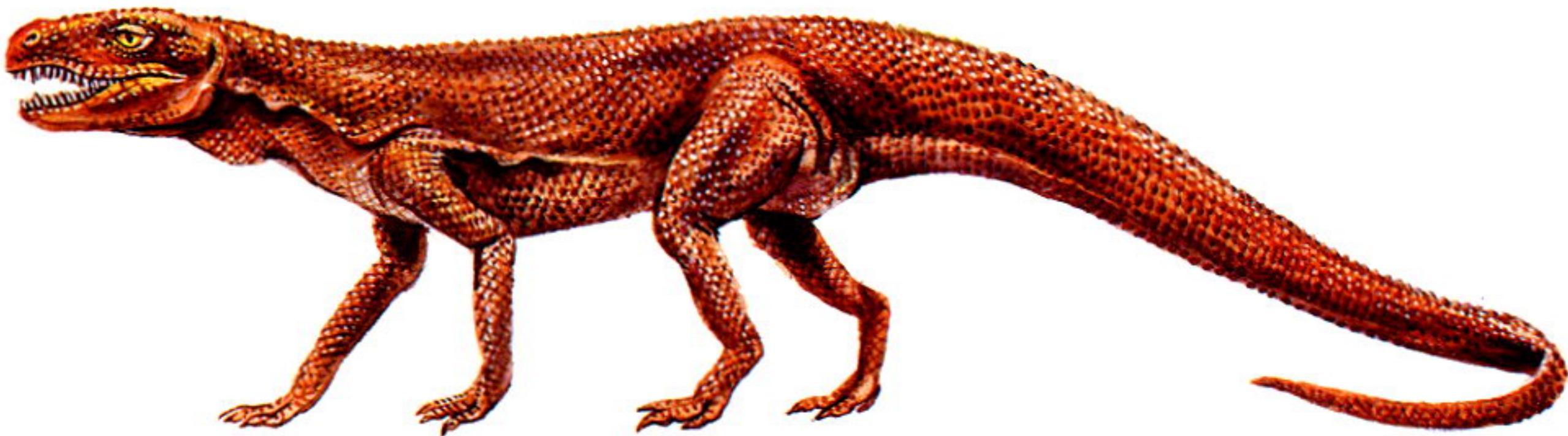
Zunächst entwickelten sich aus *Euparkeria* noch in der oberen Trias, also vor rund 200 Millionen Jahren, zwei neue Reptil-Gattungen: *Ornithosuchus* und *Coelophysis*. *Ornithosuchus* war zwei bis drei Meter lang, hatte einen verhält-

nismäßig großen Kopf und ein furchtbare, messerscharfes Gebiß. Rücken und Seiten waren mit Knochenplatten bedeckt, die auf dem Hals in scharfe Stacheln ausliefen. Dieses Tier wurde der Vorfahr einiger fleischfressender Dinosaurier, darunter des im Jura lebenden *Megalosaurus*.

Vorfahr der übrigen fleischfressenden Riesenechsen in Jura und Kreide ist der andere *Euparkeria*-Nachfahre *Coelophysis*. Mit etwa 23 kg wog er nur knapp die Hälfte des zwar gleich großen, aber wesentlich plumperen *Ornithosuchus*. *Coelophysis* war schlanker und schneller, auf dem Hals saß ein kleiner Kopf.



Der 1 m lange *Euparkeria* zu Beginn der Trias war der unmittelbare Vorgänger der Dinosaurier.



Als man vor 150 Jahren in Thüringen die erste Spur (links) des Handtiers *Chirotherium* fand, wußte man noch nichts von Dinosauriern. Weil der »Daumen« des Abdrucks nicht innen, sondern außen war, glaubte man zunächst, das Tier sei mit gekreuzten Beinen gelaufen. Allein aus diesen Abdrücken rekonstruierte man dann ein Reptil (oben), das dem später entdeckten *Ticinosuchus* sehr ähnlich war. Dabei fand man heraus, daß der »Daumen« das fünfte Außenglied des Fußes war, das des besseren Halts wegen abgespreizt wurde.

Die von *Ornithosuchus* abstammenden Dinosaurier nennt man Carnosaurier oder Raubtierzahnsaurier, die Abkömmlinge von *Coelophysis* sind die Coelurosaurier oder Hohlknochensaurier.

Im nordamerikanischen und europäischen Gestein aus der Trias fand man im frühen 19. Jahrhundert — von Dinosauriern wußte man damals noch nichts — zahlreiche versteinerte Spuren eines unbekannten Tieres. Weil die Spuren wie der Abdruck einer menschlichen Hand aussahen, nannte man es *Chirotherium* (griech. = Handtier). Nach genauer Analyse der Fährten wagte man sich an die Rekonstruktion des Tieres, von dem keinerlei Knochenreste bekannt waren.

Vor kurzem nun entdeckte man in den Tessiner Alpen (Schweiz) das völlig erhaltene Skelett eines Tieres, das mit dem aus den Spuren rekonstruierten *Chirotherium* nahezu völlig überein-

#### Warum heißt das *Chirotherium* »Handtier«?

stimmte. Das 2 bis 3 m lange Tier wurde *Ticinosuchus* genannt. *Ticinosuchus* muß also mit *Chirotherium* identisch oder wenigstens eng verwandt sein.

Viele inzwischen gefundene weitere Fossilien belegen einwandfrei: *Chirotherium* bzw. *Ticinosuchus*, beide selber noch keine Dinosaurier, sind die Vorfahren einer neuen Untergruppe von Dinosauriern, aus denen später die größten bekannten Landtiere aller Zeiten hervorgingen — die pflanzenfressenden Sauropoden oder Elefantenfußsaurier. Sie wurden bis 30 m lang.

Noch eine große und folgenschwere Änderung vollzog sich in der Trias: Die ersten Reptilien lernten fliegen. Die Gleitechsen oder Kuehneosau-

rier hatten lange Hohlrippen mit seitlichen Fortsätzen, über die sich eine Hautmembran spannte. Mit ihnen segelten sie wie an einem Fallschirm schräg von Baumwipfeln hinab. Auch *Longis-*

#### Welche Reptilien konnten als erste fliegen?

*quama insignis* (Bemerkenswerte Langschuppe) und *Podopteryx mirabilis* (Wunderbarer Fußflügel) waren noch keine echten Flieger, aber sie konnten immerhin schon aus eigener Kraft Kurven fliegen, also ihre Flugrichtung aktiv beeinflussen. *Longisquama* hatte auf dem Rücken eine Reihe enormer Schuppen, die das Tier wie einen Fallschirm ausbreiten konnte. Wenn es vor einem Fleischfresser auf einen Baum geflüchtet war, konnte es sich — im Gegensatz zu Kuehneosauriern — seinen Landeplatz nach Belieben aussuchen. Aus diesen Schuppen haben sich wahrscheinlich die Federn der heutigen Vögel entwickelt. *Podopteryx* hatte statt der Schuppen eine elastische Flughaut, die sich zwischen Schwanz und Hinterbeinen spannte.

Die beiden folgenden geologischen Sy-

**Welche Tiere beherrschten das Jura?**

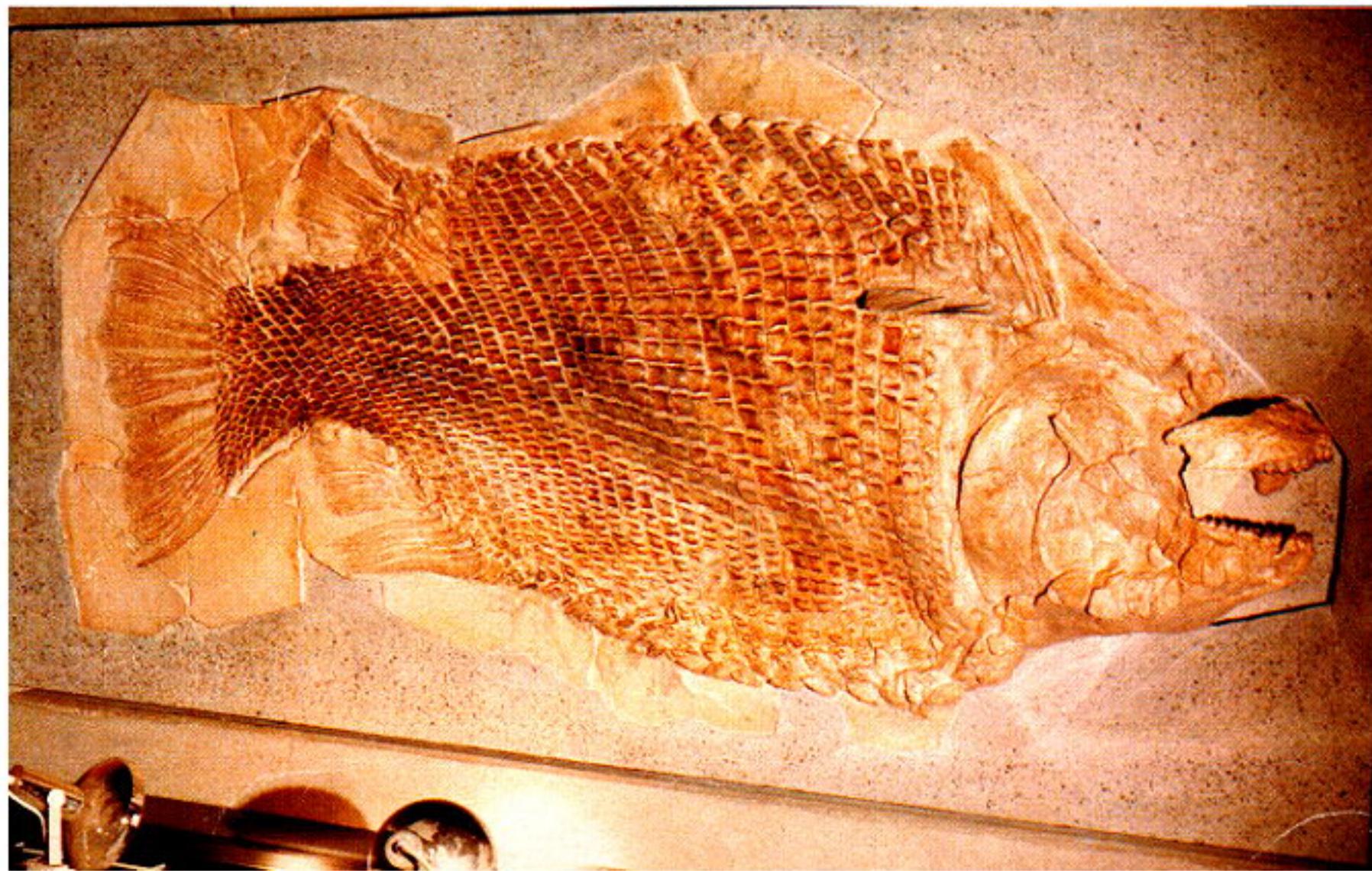
steme, Jura und Kreide, dauerten zusammen etwa 130 Millionen Jahre. Im Jura (so genannt nach dem aus vorwiegend dieser Zeit entstammenden Sedimenten aufgebauten Schweizer Jura) wurden große Teile Mitteleuropas wieder vom Meer überflutet und mit dicken Lagen Ton, Sand und Kalk zudeckt. In diesen Schichten findet man große Mengen von Fossilien,



Aus den langen Schuppen von *Longisquama* entwickelten sich später die Federn der Vögel.

vor allem Ammoniten und Belemniten (Tintenfische), außerdem noch Muscheln, Schnecken, Brachiopoden, Krebse, Seelilien, Korallen, Schwämme und mikroskopisch kleine Organismen. Die beherrschenden Tiere dieses und des folgenden Systems, der Kreide, waren aber die Dinosaurier — zu Lande, zu Wasser und in der Luft.

Aus den bescheidenen Anfängen der Trias hatten sich diese Reptilien zu solchen Riesenformen wie dem Pflanzenfresser *Brachiosaurus* (Armechse) entwickelt, einem 30 m langen Ungetüm, das etwa 100 t wog. Sein Gehirn indes war nicht größer als das eines Huhnes. Wegen seines Körpergewichts verbrachte *Brachiosaurus* wie viele andere Riesen die meiste Zeit im Wasser. Mit seinen Zahnrängen, die wie eine Gärtnerharke aussahen, graste er den ganzen Tag lang den Meeresgrund nach weichen Pflanzen ab.



Der 2,20 m lange Kugelzahnfisch aus Trias und Jura war mit dicken glänzenden Schuppen gepanzert. Mit seinen vorstehenden Raffzähnen und einer dahinter liegenden Kaufläche von kugelköpfigen Zähnen zerbrach er seine hartschalige Nahrung wie zum Beispiel Muscheln.



Das größte je ausgegrabene und präparierte Skelett eines Brachiosaurus wurde 1910 im Jura Ostafrikas gefunden. Heute steht es in Berlin.

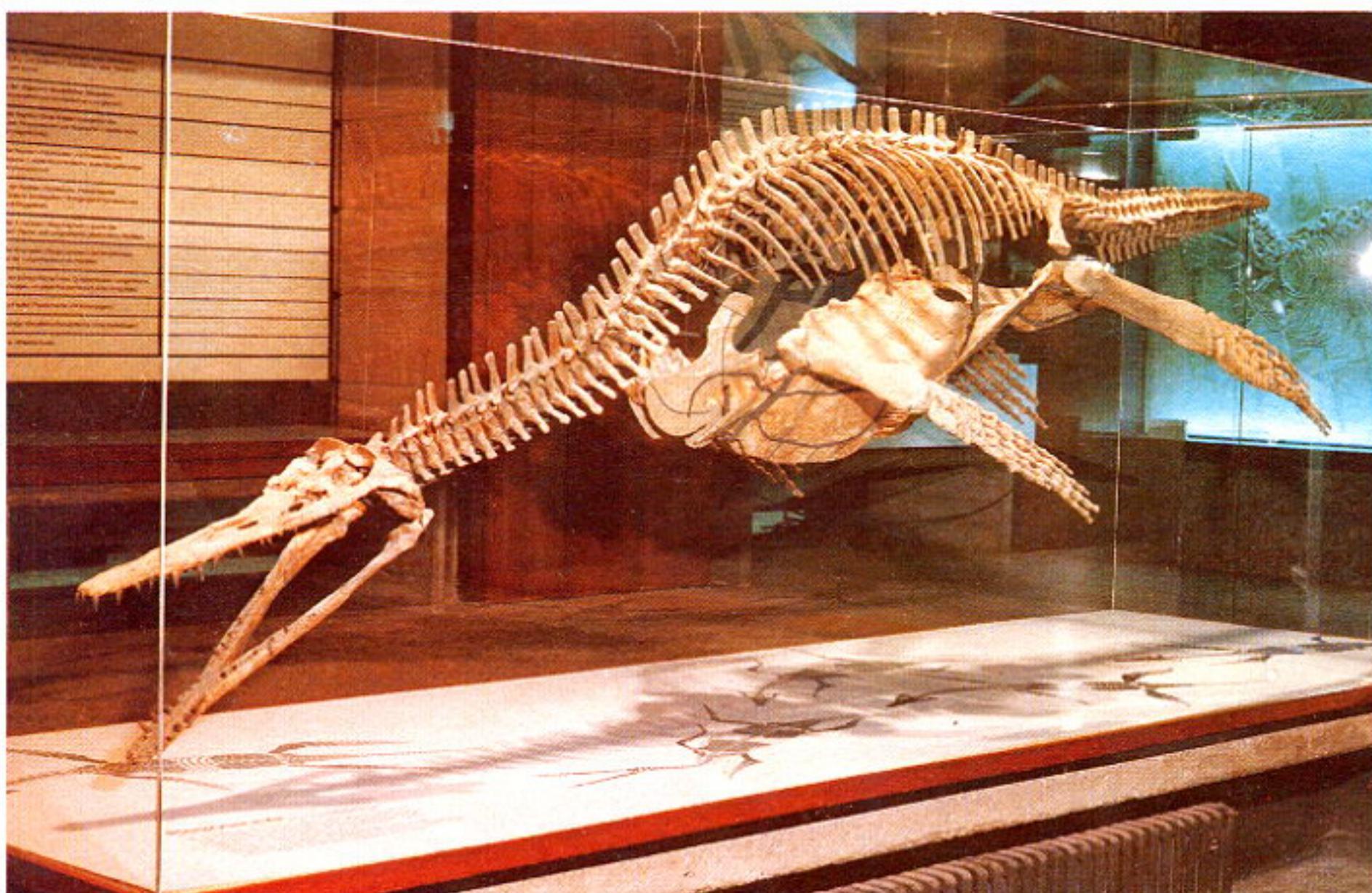
Ein anderer Riese, *Stegosaurus* (Plattenechse), trug entlang der Mittellinie des Rückens gewaltige Platten, die vielleicht seitlich herunterhingen,

um den Körper zu schützen. *Stegosaurus* war 9 m lang und wog etwa 2 t. In seinen Lenden hatte er ein zweites »Gehirn«, mit dem er allerdings nicht denken konnte. Dieses Organ lieferte dem Tier offenbar zusätzliche Kraft, um die riesigen Hinterbeine zu bewegen.

In dem subtropischen Klima des Jura wuchsen große Wälder mit baumähnlichen, immergrünen Palmfarne, Blumen gab es noch nicht. Zwischen Bäumen und Büschen lebten Libellen, Grashüpfer, Käfer und Fliegen. Und dort, in diesen jurassischen Wäldern, lebte auch der erste Vogel. *Archaeopteryx* (Uraltfeder) könnte ein Nachfahre des 30 cm großen Hohlknochendinosauriers *Compsognathus* sein. Sie hatte Zähne wie ein Dinosaurier und an den Vordergliedern fast die gleiche Anzahl Federn wie die modernen Vögel an den Flügeln. *Archaeopteryx* gilt daher als »Urvogel«.

In den Meeren des Jura gesellten sich zu den Ichthyosauriern die bis zu 9 m lan-

### Wozu brauchte Stegosaurus ein zweites Gehirn?



Wie kein anderes Reptil haben sich die Ichthyosaurier (Fischechsen) dem Leben im Wasser angepaßt. Die bis 15 m langen Tiere waren schnelle, wendige Schwimmer. Sie mußten immer wieder an die Wasseroberfläche zurückkehren, um durch die Lunge atmosphärische Luft zu atmen.

Dieses »ideale Landschaftsbild der Jura-  
periode« aus dem Jahr 1880 zeigt, daß die Dino-  
saurier zu Lande, im  
Wasser und in der Luft die  
unumschränkten Herr-  
scher ihrer Zeit waren. Die  
Rostren (Vordergehäuse)  
der Belemniten (im Vor-  
dergrund links) werden im  
Volksmund »Donner-  
keile« oder »Fingersteine«  
genannt.



gen Plesiosaurier, deren auffälligstes Merkmal der sehr lange Hals ist. Mit ihren ruderartigen Flossen waren diese Fleischfresser — sie ernährten sich vor allem von Fischen und Tintenfischen — hervorragende Schwimmer, die sogar rückwärts schwimmen konnten. Weitere Meeresbewohner waren damals Haifische, Rochen, Seekühe, Schildkröten und Meerkrokodile, die zwar an Land lebten, aber auf der Jagd nach Beute Hunderte von Kilometern auf das Meer hinausschwammen.

Von kaum einem anderen Tier des Erd-

### Wie sahen Ichthyosaurier aus?

mittelalters wissen wir so genau, wie es aussah, wie von dem Ichthyosaurier oder Fischsaurier. Einige hervor-

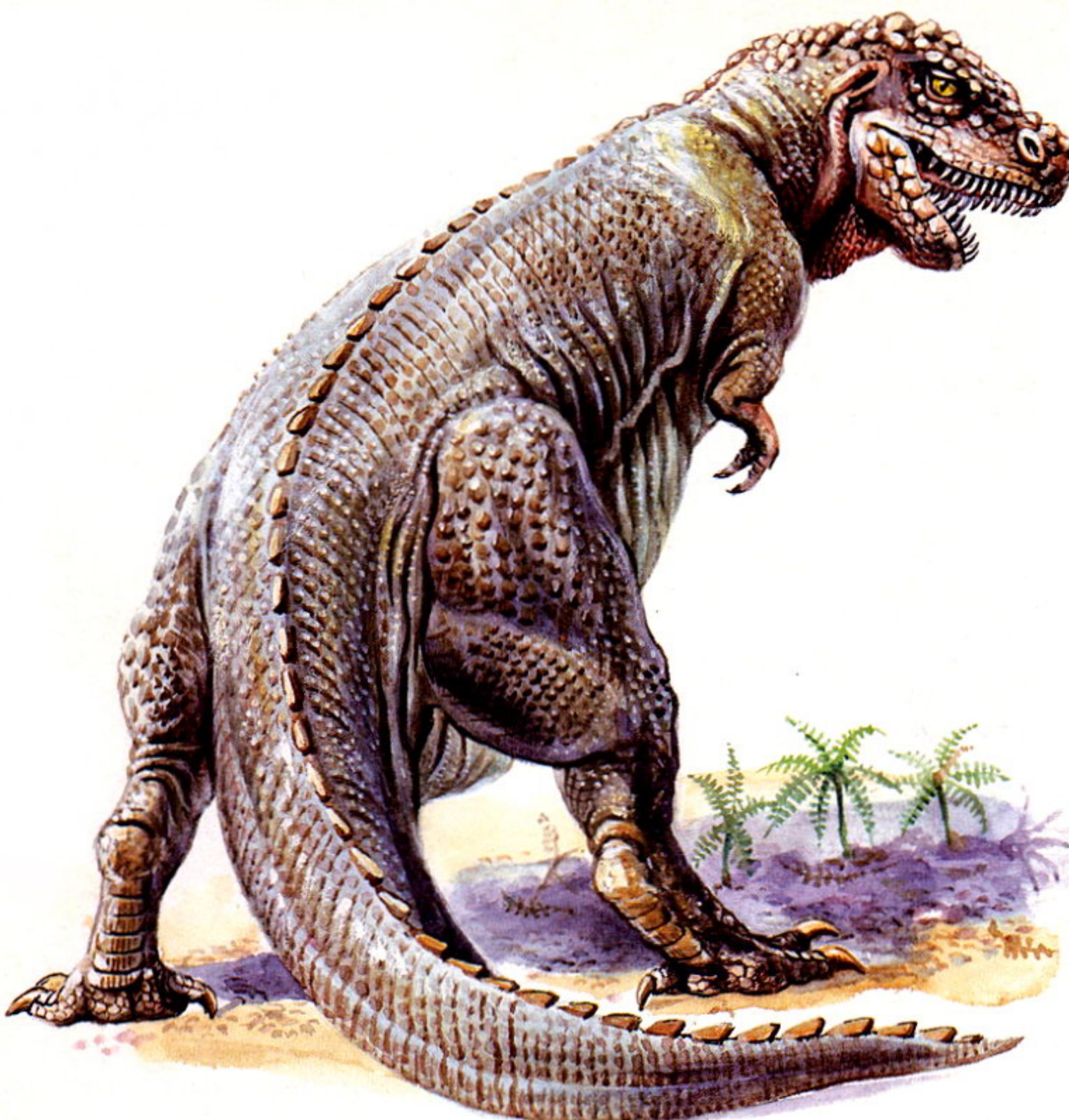
ragend erhaltene Fossilien, die man in Deutschland fand, zeigen dieses Reptil als ein 2 bis 15 m langes Wirbeltier in Fischgestalt. An dem Fossil eines jungen Ichthyosauriers, der vor etwa 150 Millionen Jahren starb und in dem Schlamm des Meeresbodens versank, erkennen wir sogar noch das Muster seiner Haut.



Pterodactylus, ein Flugsaurier aus dem Jura von Solnhofen. Der verlängerte vierte Finger (im Bild unten) spannte die Flughaut zum Rumpf.



Die 25 cm große Archaeopteryx war mit langem Schwanz, Krallen, Federn und zusammengewachsenen Schlüsselbeinen ein Übergang vom Reptil zum Vogel.



*Tyrannosaurus mit dem Artnamen Rex (»König«) war das größte Raubtier aller Zeiten. Die 15 m lange und 7 m hohe Tyrannenechse lebte in der Kreidezeit. Ihre Vorderbeine waren zu kurzen Stummeln verkümmert. Ihre Nahrung bestand aus größeren Pflanzenfressern und wohl auch Aas.*

In der Kreide, dem letzten System des Erdmittelalters, überflutete das Meer nach einer kurzen Verlandungszeit den nordwesteuropäischen Raum und überzog ihn mit einer teilweise 100 m dicken Sedimentschicht. Ihr oberer Teil besteht aus Kreide, die wir zum Schreiben benutzen. Diese Schicht, die sich von den Kreidefelsen bei Dover (Großbritannien) bis zur Krim (Sowjetrußland) hinzieht, besteht größtenteils aus winzigen Kalkplättchen von Kalkalgen. Wer also in der Schule etwas an die Tafel schreibt, hält eine Unzahl winziger Fossilien in der Hand.

In den Kreidemeeren lebten Seesterne, Seeigel, Schwämme und viele Muscheln, dazu kamen zahllose Ammoniten und Belemniten. Die Ichthyosaurier wurden seltener, dafür erlebten die Plesiosaurier ihre Blütezeit. Das wohl ge-

fährlichste Raubtier in den Meeren war *Mosasaurus*. Er sah aus wie eine riesige Eidechse mit Flossen, die ihre Beute mit langen und messerscharfen Zähnen packt. Nur die Riesenschildkröten machten ihm gelegentlich die Beute streitig.

Auch auf dem Festland erlebten die Saurier eine Blütezeit; sie entwickelten viele neue und immer größere Formen. Da war zum Beispiel das 10 m hohe *Iguanodon*, da gab es weiter die Entenschnabel-Dinosaurier, unter ihnen das 11 m lange *Trachodon*, das mit seinen 2400 Zähnen doch nur ein recht harmloser Pflanzenfresser war. Und schließlich war da noch *Tyrannosaurus Rex*, der König der Dinosaurier. Mit 15 m

**Wer war der  
größte  
Fleischfresser  
aller Zeiten?**

Länge und 15 cm langen Zähnen war er der größte Fleischfresser aller Zeiten. Während *Trachodon* vor diesem gefräßigen Räuber weglaufen oder sich im Wasser verstecken konnte, entwickelten andere Saurier-Arten zum Schutz gegen die Raubechsen gewaltige Panzerplatten oder sogar gefährliche Hörner, mit denen sie sich einigermaßen gegen einen Angriff des *Tyrannosaurus* und seiner hungrigen Verwandtschaft wehren konnten. *Triceratops* zum Beispiel, der größte, bekannteste und auch letzte dieser Ceratopsier (Horndinosaurier), wog 8,5 t und wurde bis 11 m lang. Er hatte drei je 1 m lange dicke Hörner, eines auf der Schnauze und je eines über den Augen. *Tyrannosaurus* mußte schon recht hungrig sein, ehe er sich zu einem Angriff auf diesen lebenden Panzerwagen entschloß.

Über den kreidezeitlichen Meeren schwebten vor 70 Millionen Jahren riesige behaarte Flugsaurier, das letzte Glied einer Kette von fliegenden Reptilien, die sich in der Kreidezeit entwickelt hatten. Lange Zeit galt *Pteranodon*, von dem man 1910 ein völlig erhaltenes Skelett gefunden hat, als der größte seiner Gat-

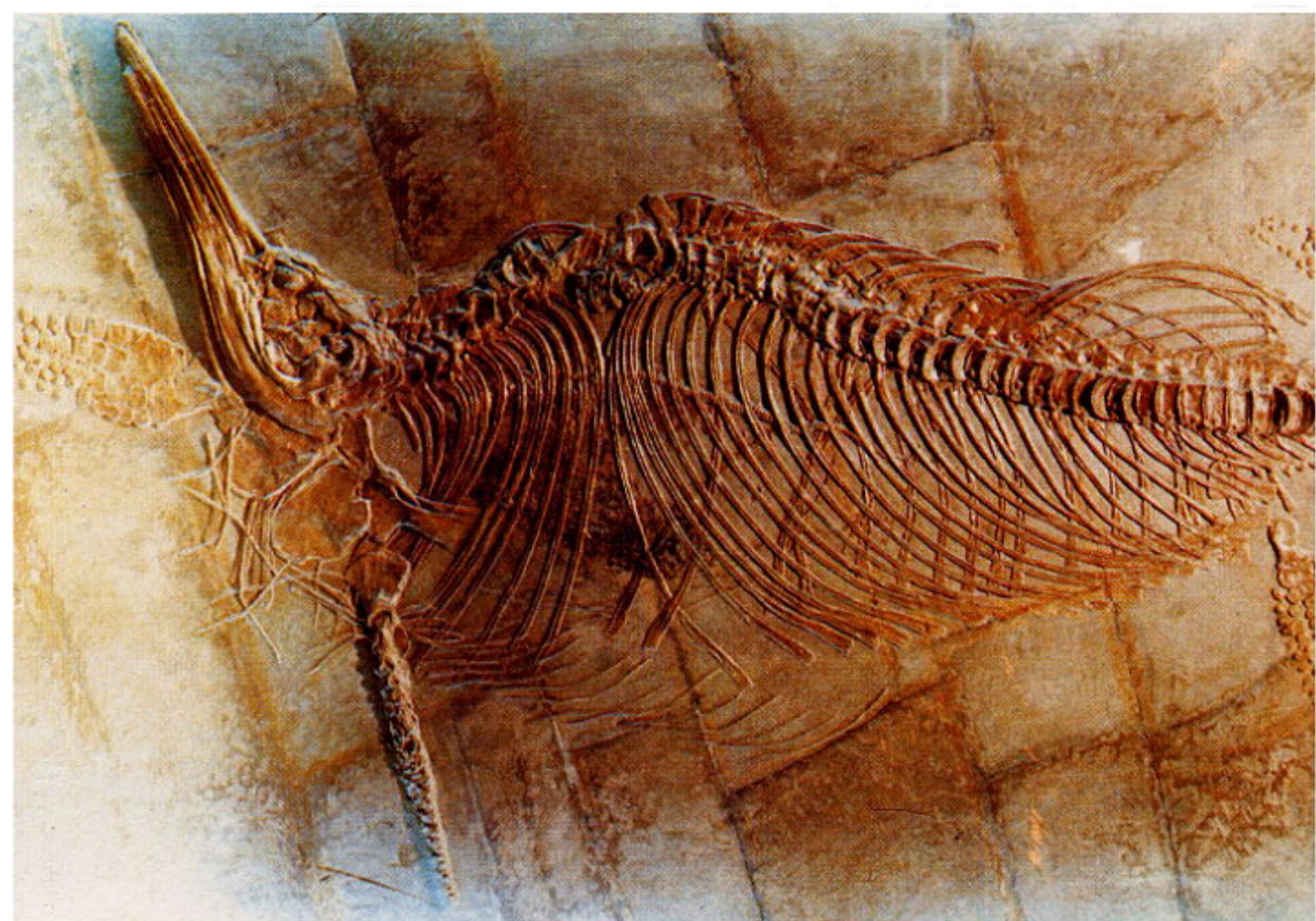
tung. Er war 279 cm lang, wovon allein 179 cm auf den langen Kopf entfielen. *Pteranodon* hatte eine Flügelspannweite von 7,5 m. Er wäre also mit ausgebreiteten Flügeln nicht durch ein Fußballtor (7,32 m) gekommen. Da seine Knochenwände nur 3 mm dünn waren, war er verhältnismäßig leicht und konnte stundenlang über dem Wasser schweben, bis er mit seinem spitzen Schnabel endlich einen Beutefisch erwischte.

Noch größer als *Pteranodon* war der kürzlich in Texas (USA) gefundene *Quetzalcoatlus*, dessen Spannweite man zunächst auf 15 m schätzte. Versuche im Windkanal zeigten jedoch, daß seine zwischen Oberarm und Hinterbein gespannten Segelflächen höchstens 10 m klaptern konnten.

Gegen Ende der Kreidezeit, also vor etwa 65 Millionen Jahren, starben alle Dinosaurier aus, mit ihnen die Flugsaurier, fast alle im Wasser lebenden Reptilien und mehrere Gruppen der Wirbellosen. Die Frage nach dem

### Warum starben die Dinosaurier aus?

Die Plesiosaurier oder Schwanenhalsechsen waren bis 5 m lange Fischfresser mit langen Hälsen, kleinen Köpfen und spitzen Zähnen. Aus ihnen entwickelten sich gegen Ende der Kreidezeit die Elasmosaurier mit noch längeren, zum Erbeuten pfeilgeschwinder Fische hervorragend geeigneten Hälsen.





Dieses Modell zeigt zwei junge *Protoceratops*ier, die gerade aus den Eiern schlüpfen. Bei der Geburt waren sie nur 30 cm lang, wuchsen aber bis 2 m heran. Einige größere Dinosaurier-Arten waren ausgewachsen bis 70mal größer als bei der Geburt; sie wuchsen also viel schneller als Menschen.

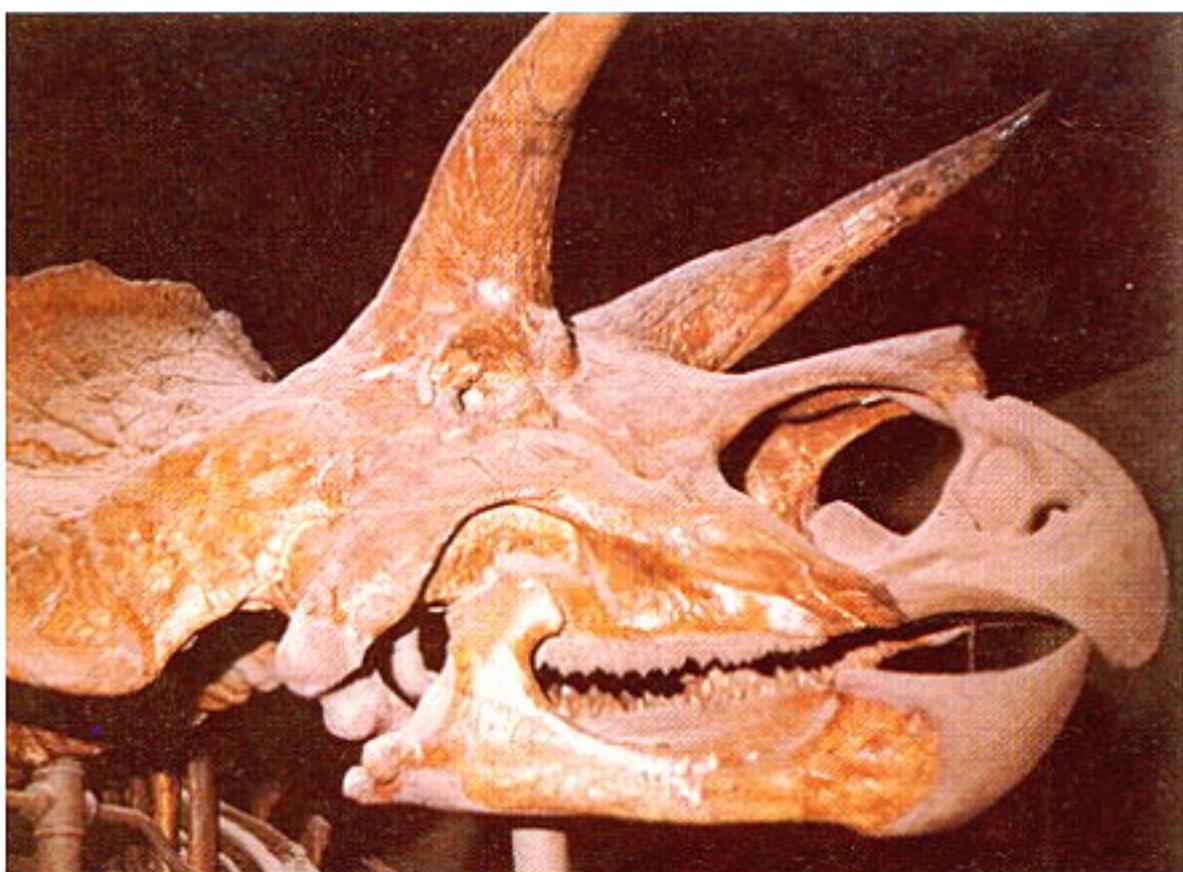
Grund für dieses große Sterben ist noch immer eines der größten, bisher ungelösten Rätsel der Paläontologie.

● Starben sie aus, weil die Nadelbäume und Farne, deren Öl die pflanzenfressenden Dinosaurier zur Verdauung brauchten, allmählich seltener wurden? An ihre Stelle traten die ersten bedecktsamigen Pflanzen, darunter die Laubbäume und die Blumen, die dieses Öl

nicht enthielten. Sind also zunächst die Pflanzenfresser verhungert und dann die Raubsaurier, die ja von den Pflanzenfressern lebten?

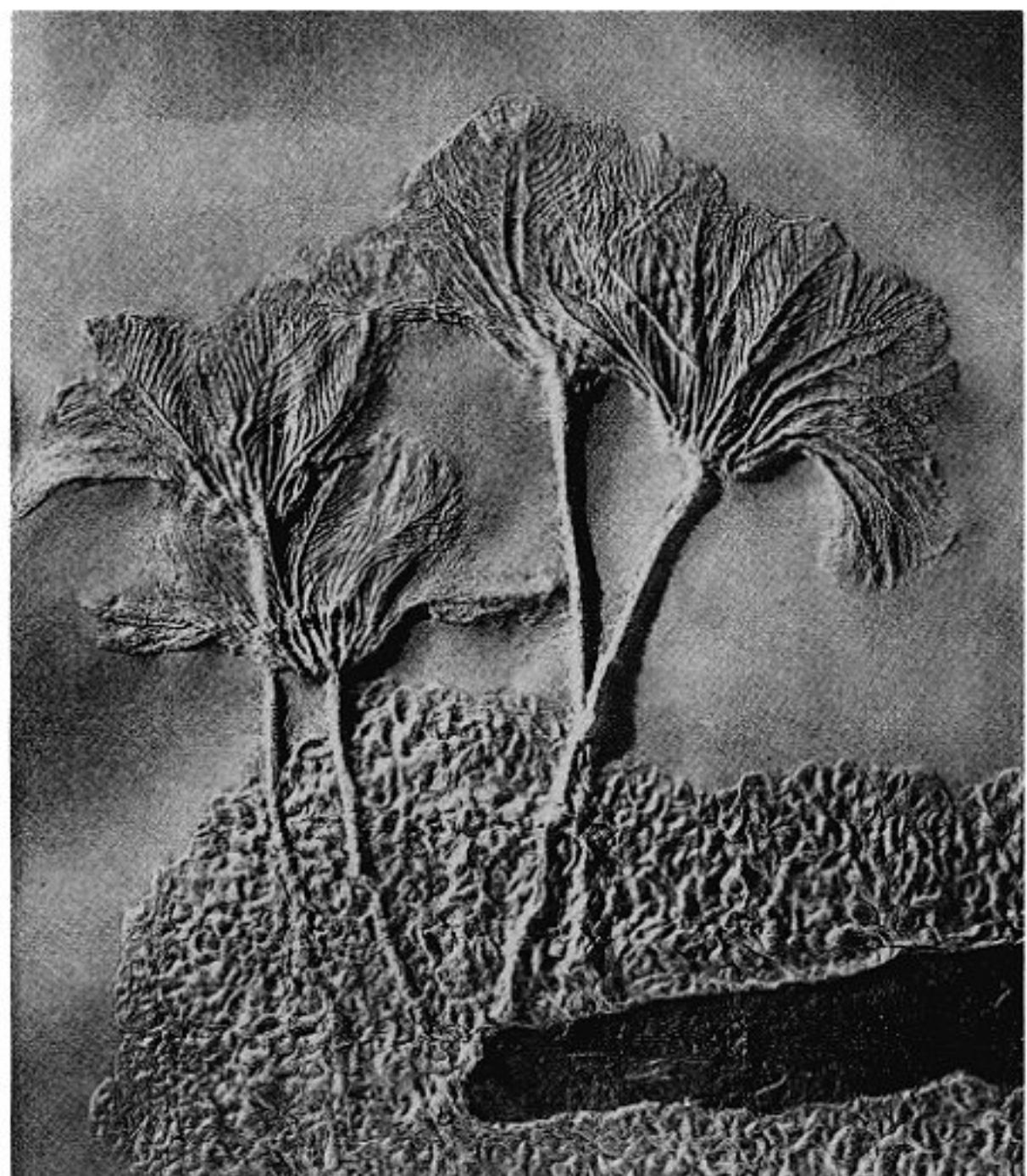
● War der Tod der Dinosaurier die Folge einer bisher unbekannten kosmischen Katastrophe?

● Haben die Säugetiere, die sich nun stark ausbreiteten, die Eier der Riesenreptilien gefressen und damit eine aus-

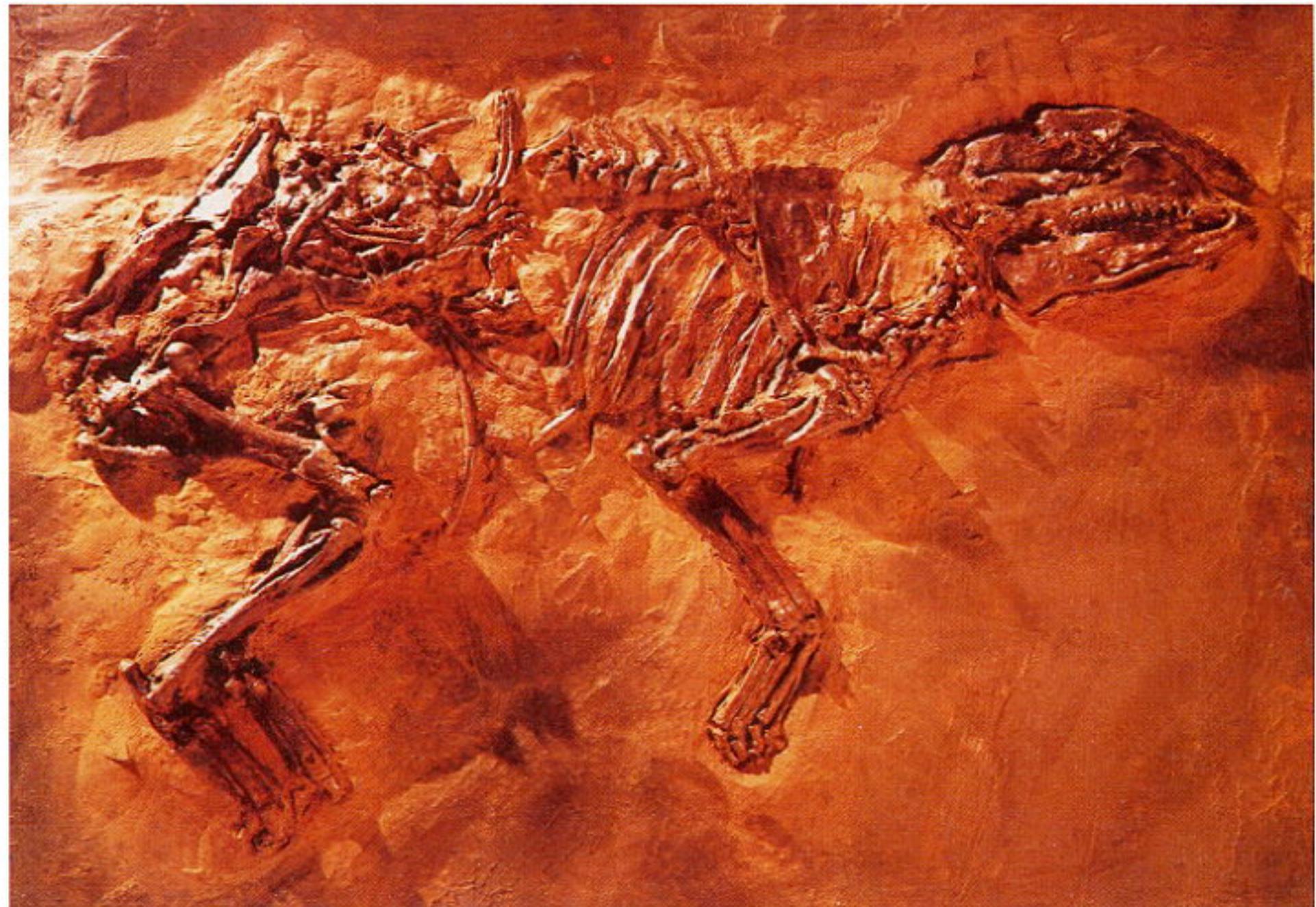


Schädel eines 11 m langen *Triceratops*. Dieser größte aller Hornsaurier wog etwa 8 t.

Wie ein Blumengesteck stehen die jurassischen Seelilien auf einem von Austern umwachsenen versunkenen Baumstamm (rechts). Mit ihren Fächerkronen strudelten sie sich ihre im Wasser schwimmende Nahrung heran. Seelilien gehören wie Seesterne, Seeigel und Seewalzen zu den Stachelhäutern.

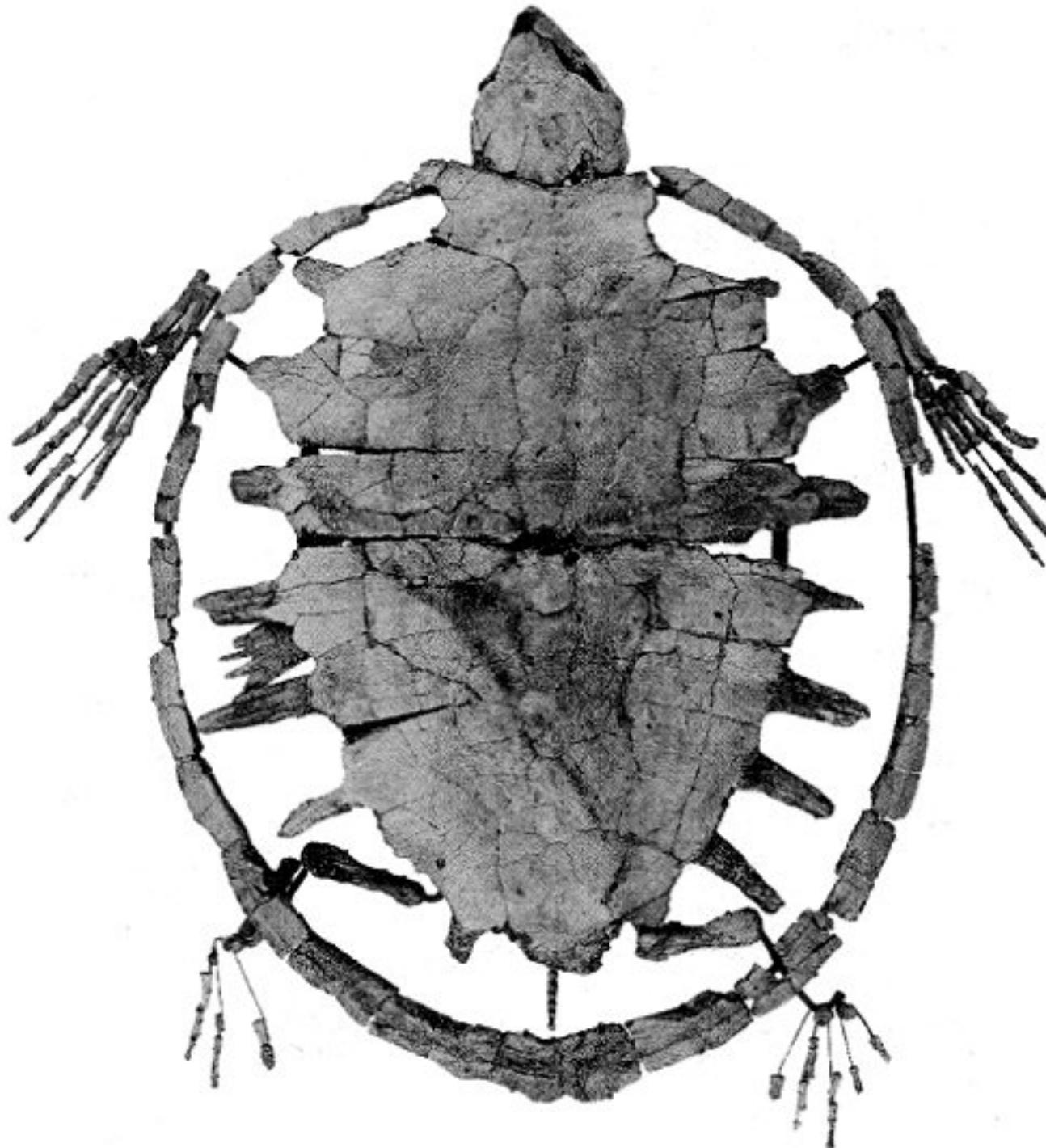


Das Urpferdchen war vor 50 Millionen Jahren ein katzen- bis fuchsgroßer Urwaldbewohner und lebte von Blättern. Es hatte vier Finger und drei Zehen. Im Jungtertiär erschien es dann in Savannen und Halbwüsten als grasfressender Einhufer, aus dem sich die heutigen Zebras, Esel und Wildpferde entwickelten. Seine Urheimat lag in Nordamerika.



reichende Nachkommenschaft der Saurier verhindert?

● Oder sind sie ausgestorben, weil die Schalen ihrer Eier so dick geworden waren, daß die Brut im Inneren des Eis an Sauerstoffmangel erstickte und die wenigen, die überlebten, nicht die Kraft hatten, die Schale zu zerbrechen? (Tatsächlich hat man Dinosaurier-Eier mit außergewöhnlich dicken Schalen gefunden.)



Nicht über Nacht, aber im Lauf von nur wenigen Millionen Jahren jedenfalls — nachdem sie zuvor 140 Millionen Jahre lang unangefochten die Erde

beherrschten — waren diese urzeitlichen Tiere verschwunden. An ihre Stelle traten die kleinen, flinken und geschickten Säuger — das Tertiär, das erste System des Kanäozoikums (Erdneuzeit) begann.

Nach dem Aussterben der großen fleischfressenden Dinosaurier nur wenig gefährdet, entwickelten sich die Säuger schnell und breiteten sich über das ganze Festland aus. In einigen von ihnen erkennen wir bereits die Vorfahren mancher heutiger Säugetiere wieder.

Da gab es zum Beispiel bereits eine Reihe mausähnlicher Kleinsäuger. Und es gab den hundegroßen *Eohippus*, aus dem sich unser Pferd, aber auch Nashorn und Tapir entwickelten.

Ein anderer kleiner Säuger jener Zeit war

Fossil einer Seeschildkröte aus dem Tertiär, gefunden bei Flörsheim am Rhein.



Im Teersee von Rancho La Brea (USA) fand man neben den Fossilien vieler anderer Tiere auch zahlreiche Säbelzahntiger, die auf Nahrungssuche ihren Beutetieren in den klebrigen Teer gefolgt waren und darin versunken. Auf unserem Bild reißt der Säbelzahntiger gerade eine Antilope, ein Kondor wartet auf den Rest der Mahlzeit.

*Moeritherium*, der Vorfahr unserer Elefanten. Er war kaum größer als ein Schwein und hatte noch keinen Rüssel. Und in den Wäldern gab es die ersten Primaten (Herrentiere), aus denen sich später Affe und Mensch entwickelten.

Von diesen unseren allerersten Vorfahren gibt es so gut wie keine Fossilien.

### Warum gibt es von den ersten Primaten keine Fossilien?

Wissen, nur geringe Chancen der Fossilisation.

Zwar starben während des Tertiärs viele Gattungen der Säugetiere aus, aber ihre Zahl insgesamt nahm zu, so daß sie schließlich die Beherrscher der Erde waren.

Nach dem Verschwinden der Flugsaurier konnten sich die Vögel ungehindert

ausbreiten. Argentinische Wissenschaftler fanden im Herbst 1980 bei Buenos Aires die Reste des größten Vogels der Welt. Das bisher namenlose Tier lebte vor etwa 5 bis 8 Millionen Jahren und hatte eine Flügelspannweite von 8 m. Damit ist es etwa so groß wie ein modernes Jagdflugzeug. Der größte heute lebende Vogel ist — gemessen an der Spannweite — der 4 m breite Albatros. In der Dämmerung, wenn die Vögel schliefen, gingen die Fledermäuse auf Jagd. Mit ihrer Echo-Orientierung fanden sie ihre Beute auch im Dunkeln und nutzten so eine »Umwelt-Nische«, die von den Vögeln nicht besetzt wurde. Die tertiäre Flora ähnelte schon sehr der heutigen Pflanzenwelt. Es gab Magnolien, Wasserlilien und Palmen, Sumpfzyppressen und Kiefern. Ein großer Teil unserer Braunkohle stammt aus jener Zeit. Auch in den Meeren lebten bereits viele der heutigen Wasserbewohner: Fische,

Muscheln, Schnecken, Krabben, Seesterne und Tintenfische, neben den Knochenfischen erscheinen nun auch Wale, Seekühe und Robben. Die Ammoniten und die Belemniten sind verschwunden.

Das obere Tertiär war die große Zeit der

### Wer waren die Vorfahren der Elefanten?

Mastodonten. Bei diesen entfernten Verwandten des *Moeritherium* hatte sich der Rüssel entwickelt. Mastodonten waren große, massive Tiere mit Stoßzähnen an Ober- und Unterkiefer, die sich bei einigen Arten zu Schaufeln ausbildeten. Mit diesen wühlten die Mastodonten im Erdreich nach Nahrung. Sie waren die direkten Vorfahren unserer heutigen Elefanten.

Weiter gab es damals bereits Schweine, Fließpferde, Hirsche, Antilopen und die Vorfahren von Katze, Hund, Bär, Hyäne und Schlange, darunter die ersten Gifschlangen.

Unbestritten König des Tertiärs war der inzwischen ausgestorbene *Machairodus* (Säbelzahntiger), dessen Oberkiefer-Eckzähne so lang waren, daß er den Unterkiefer senkrecht herunterklappen mußte, um den Schlund frei zu bekommen. Mit diesem Gebiß riß die Großkatze den Mastodonten und anderen Pflanzenfressern furchtbare Wunden, an denen die Beutetiere starben.

In dem berühmten Teersee Rancho La Brea bei Los Angeles (USA) fanden Wissenschaftler über tausend Tiere, darunter auch mehrere sehr gut erhaltene Säbelzahntiger. Die großen Räuber stießen in den Teer, um andere, darin festgehaltene Tiere zu fressen. Dabei wurden die Großkatzen selbst Opfer des Sees, sanken ein, und ihre Knochen fossilisierten.

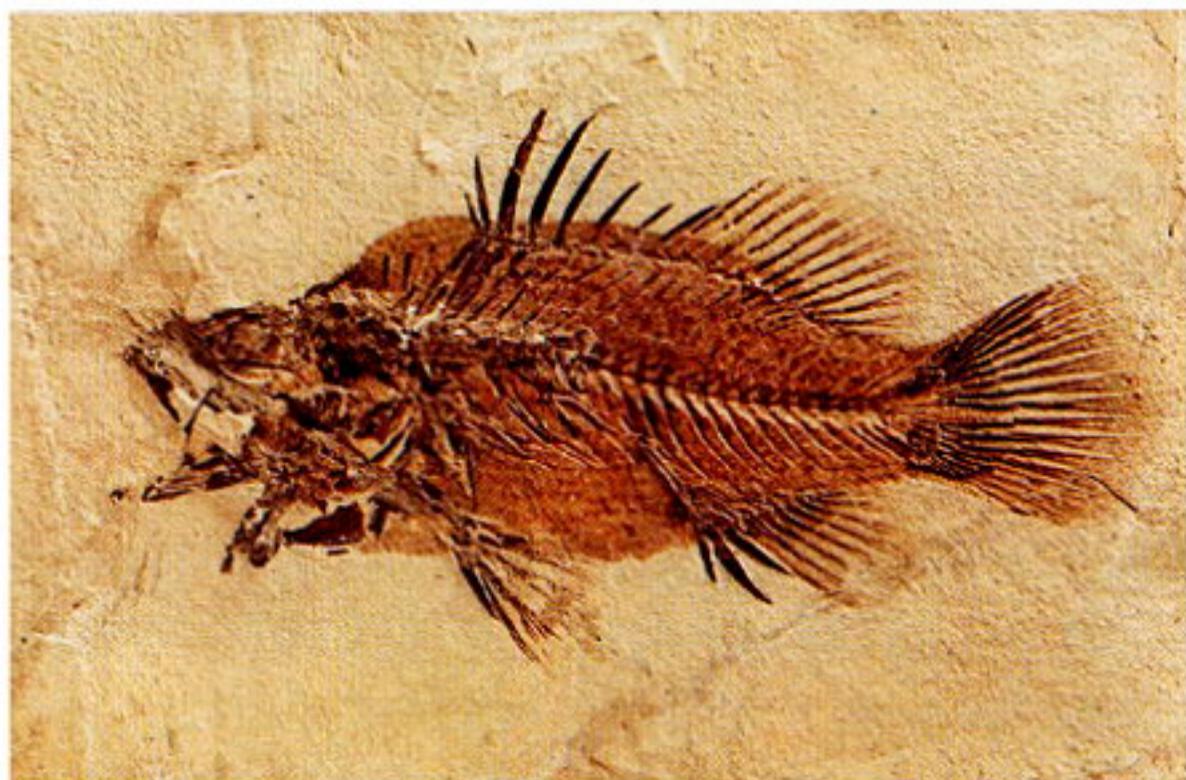
Das Pleistozän ist der erste Abschnitt des letzten, also jüngsten erdschichtlichen Systems, des Quartärs.

Das Pleistozän begann vor etwa zwei Millionen Jahren und ging vor rund 10 000 Jahren in das Holozän über, in dem wir heute noch leben.

Im Pleistozän gab es auf der nördlichen

### Wie viele Eiszeiten gab es im Pleistozän?

Halbkugel vier Eiszeiten und drei dazwischenliegende Warmzeiten. Viermal schoben sich bis 3000 m dicke Eisschichten wie Wellen über das mittel-europäische Festland und schmolzen dann wieder ab. Zur Zeit leben wir in der vierten Warmzeit, und niemand kann mit Gewißheit sagen, ob und wann eine fünfte Eiszeit wieder das Leben bedroht. Die Leitfossilien der Eiszeiten sind Mammut, Wollnashorn und Rentier. Von keinem anderen ausgestorbenen Tier weiß man wohl so viel wie vom Mammut. Der Grund: Viele Tiere sind im sibirischen Eis eingefroren und wie in einer Tiefkühltruhe über Jahrtausende konserviert. Einige Mammuts sind so schnell eingefroren, daß man sogar ihre Haarfarbe und auf Grund der Nahrungsreste in ihren Mägen auch noch die Jahreszeit bestimmen konnte, in der sie gestorben sind. Das Wollnashorn — auch von ihm fand man vereiste Fossilien — trug ein langes vorderes und ein kürzeres hinte-



Ein 50 Millionen Jahre alter Knochenfisch aus der Ordnung der Barsche. Neben den für Barsche typischen strahlenförmigen Rückenflossen hatte er außerdem einen Bauchflossenstachel.

res Horn auf dem Nasenbein. Sein dichtes Fell schützte das Tier vor der Kälte. Jäger, die ein vereistes Mammut fanden, haben das Fleisch der toten Riesen gelegentlich an ihre Hunde verfüttert.

Leitfossilien aus den Warmzeiten sind der Waldelefant, der wie auch das Mammut mit dem indischen Elefanten verwandt ist, das Merck'sche Nashorn, der Ur- und der Damhirsch.

Weitere Tiere des Pleistozäns waren der pflanzenfressende Höhlenbär, der oft ebenso wie die Menschen in Höhlen überwinterte, der Riesenhirsch und das bis 6 m große Riesenfaultier, das sich von Südamerika aus über den Süden der USA ausbreitete. All diese großen Säugetiere starben mit dem Ende der letzten Eiszeit aus.

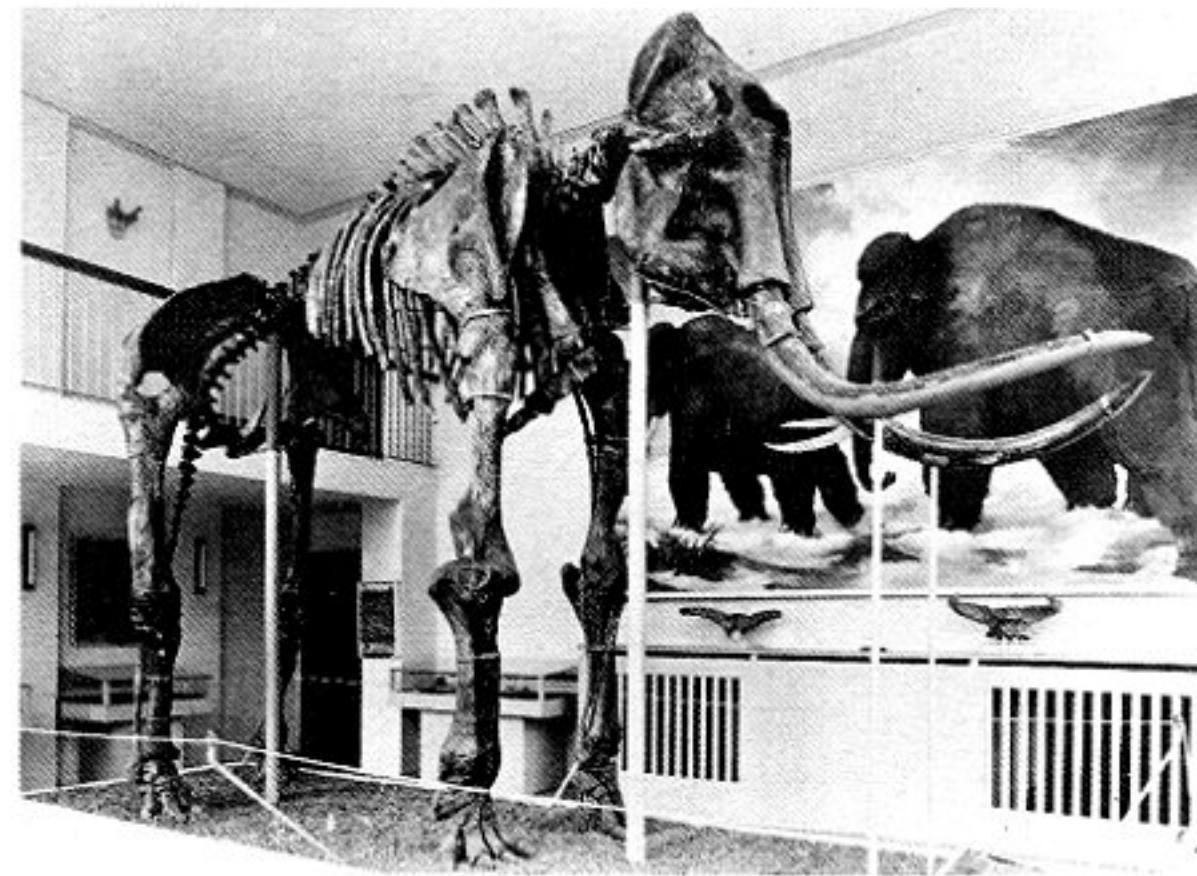
In der Pflanzenwelt richteten die Eiszei-

### Warum starben viele Pflanzen in der Eiszeit aus?

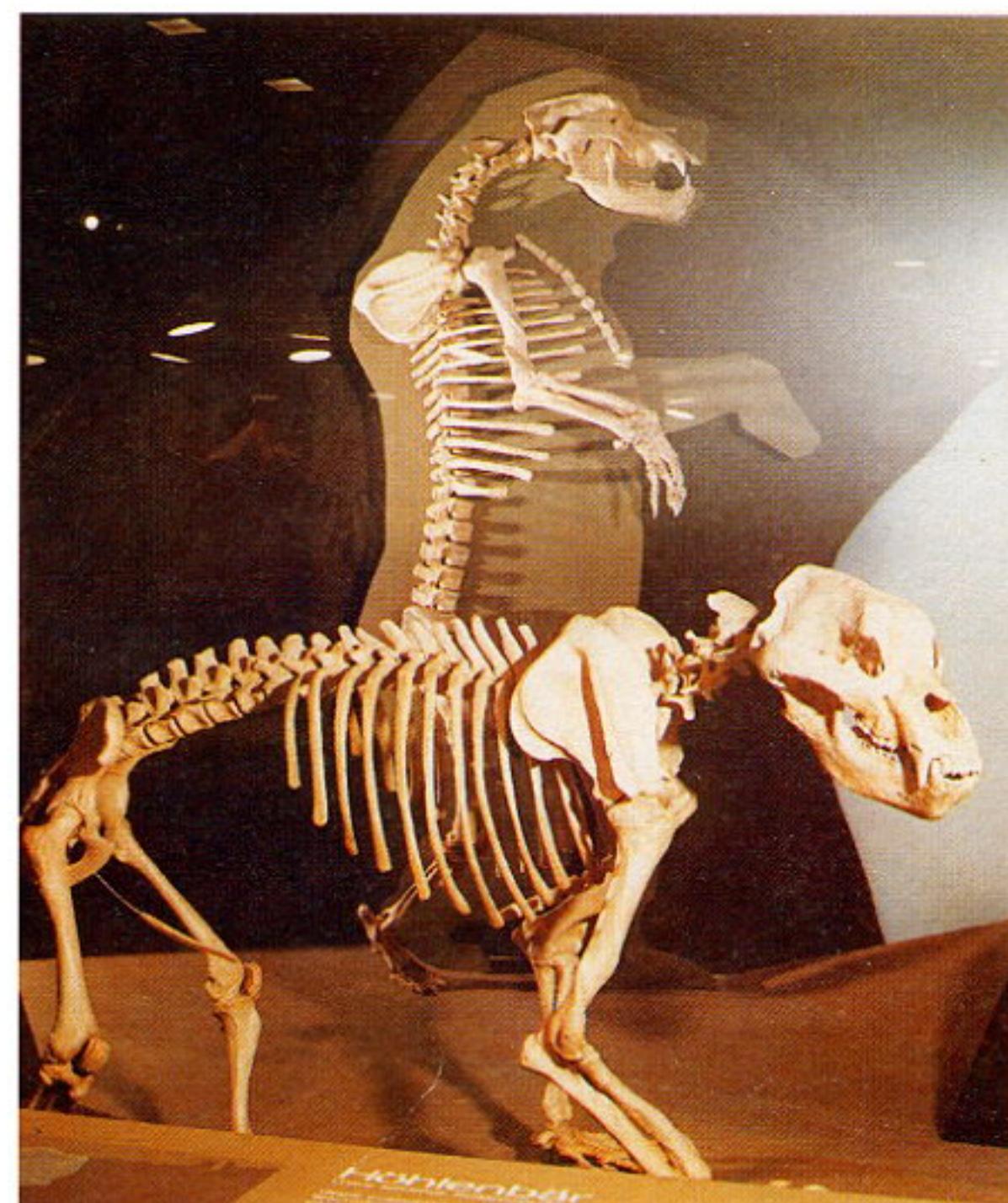
ten großen Schaden an. Was nicht nach Süden ausweichen oder sich den eiszeitlichen Bedingungen anpassen konnte, überlebte nicht. In Amerika, wo die großen Gebirge von Norden nach Süden verlaufen, konnten die Pflanzen im Lauf der Jahrtausende durch die Gebirgstäler hindurch nach Süden »auswandern«. Der Mammutbaum, eine im Tertiär vorherrschende Gattung der Sumpfzypressen — das Braunkohlenlager bei Halle (DDR) zum Beispiel besteht vorwiegend aus den Resten dieser Bäume — konnte in Amerika überleben. In Europa dagegen stellten sich die vorwiegend von Ost nach West verlaufenden Alpen und andere Gebirgszüge den Mammutbäumen und vielen anderen Pflanzen wie ein unüberschreitbarer Wall entgegen — viele Arten starben aus. So kommt es, daß die Flora Amerikas bedeutend artenreicher ist als die in Europa.

Inzwischen hatten sich aus den langar-

migen geschwänzten Primaten des Tertiärs die ersten Hominiden (Menschenartige) entwickelt. Vor etwa 20 Millionen Jahren schwang sich *Ramapithecus* (Menschenaffe des Gottes Rama) aus den schützenden Baumwipfeln der afrikanischen und asiatischen Wälder herab und wagte sich in die von Raubkatzen und anderen Feinden bewohnte offene

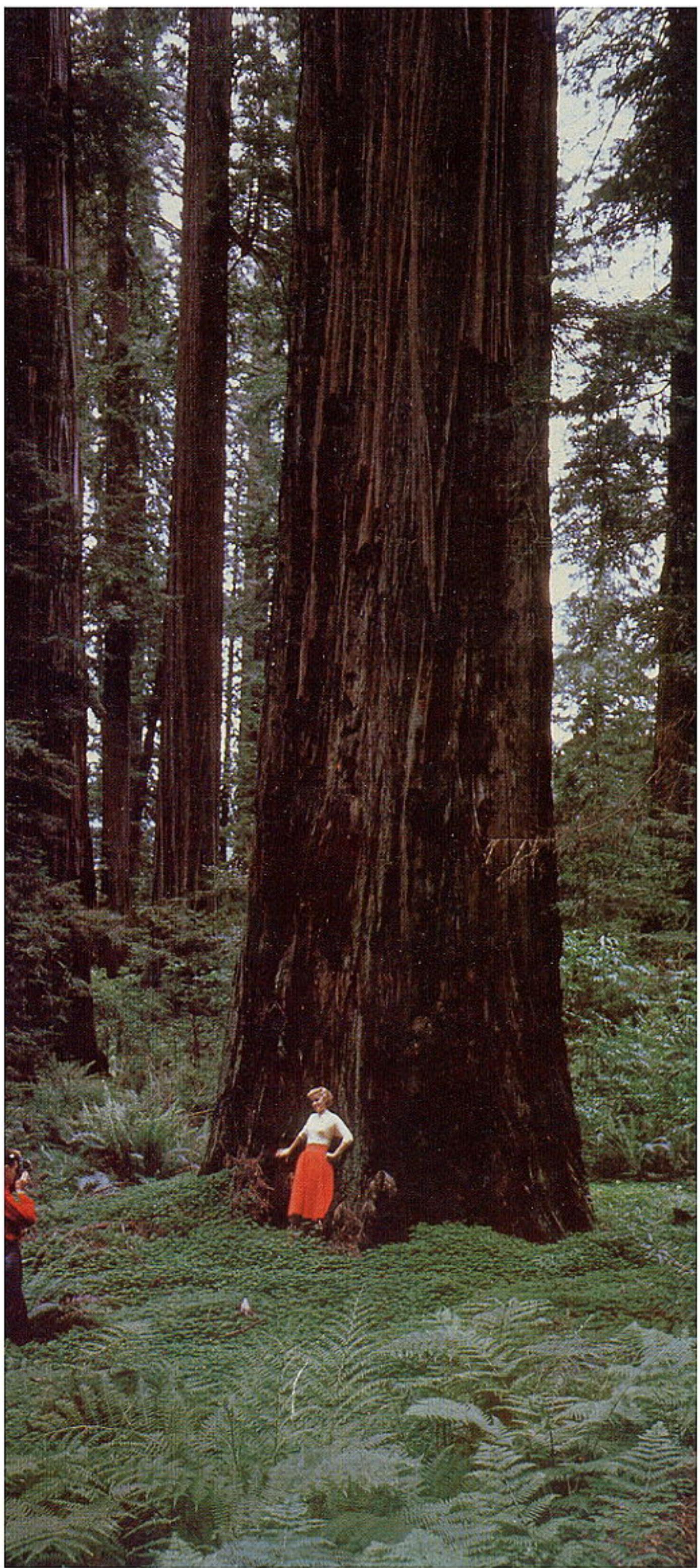


Mammuts sind eine ausgestorbene Elefantenart, die während der Eiszeit in Europa, Nordafrika und Nordamerika lebte. Ihre gewaltigen Stoßzähne wurden bis 3,5 m lang.



Der Höhlenbär war das größte und gefährlichste Jagdtier des eiszeitlichen Menschen.

Savanne vor. *Ramapithecus* gilt als erster direkter Vorfahr des *Homo sapiens* (wissender Mensch), jener Art, zu der wir gehören.



Die bis 80 m hohen und 4000 Jahre alten Mammutbäume sind in den USA touristische Attraktionen.

Im jüngsten Tertiär Afrikas tauchte dann *Australopithecus* (südlicher Affenmensch) auf, der — wie vollständige Skelettfunde beweisen — bereits

auf zwei Beinen gehen konnte. Sein Hirnvolumen war zwar nur geringfügig größer als das der heutigen Menschenaffen, doch sind Gebiß und Kiefer schon menschenähnlich. Die Fossilien beweisen damit, daß die Menschwerdung nicht mit der Gehirnentwicklung, sondern mit dem aufrechten Gang eingeleitet wurde, der die vorderen Gliedmaßen von ihrer ursprünglichen Aufgabe, der Fortbewegung, freistellte. *Australopithecus* starb vor etwa 500 000 Jahren aus. Ein anderer Nachfahre des *Ramapithecus* dagegen, der *Homo habilis* (»befähigter Mensch«), begann vor rund zwei Millionen Jahren den langen Entwicklungsweg zum modernen Menschen. Und wieder zeigen Fossilien seinen Weg: Er hatte zwei Nachfahren, den *Homo neandertalensis* (Neandertaler) und *Homo erectus* (aufrechtgehender Mensch). Der Neandertaler hat seinen Namen von dem Neandertal bei Düsseldorf, in dem 1856 seine ersten Überreste gefunden wurden. Er konnte wahrscheinlich nicht sprechen, sondern nur brummen und grunzen. Aber er bestattete schon seine Toten — sicherer Hinweis auf eine beginnende Kultur. Der Neandertaler starb aus bisher ungeklärten Gründen während der letzten Eiszeit vor 30 000 Jahren aus.

Der andere *Habilis*-Nachfahre verdankt seine Erfolge unter anderem wohl gerade der Eiszeit, der die Neandertaler — vielleicht — zum Opfer gefallen sind: *Homo erectus* mußte viel Geschicklichkeit und Verstand aufbringen, um in der kalten und feindlichen Umwelt zu überleben.

**Was beweisen die Fossilien des Australopithecus?**



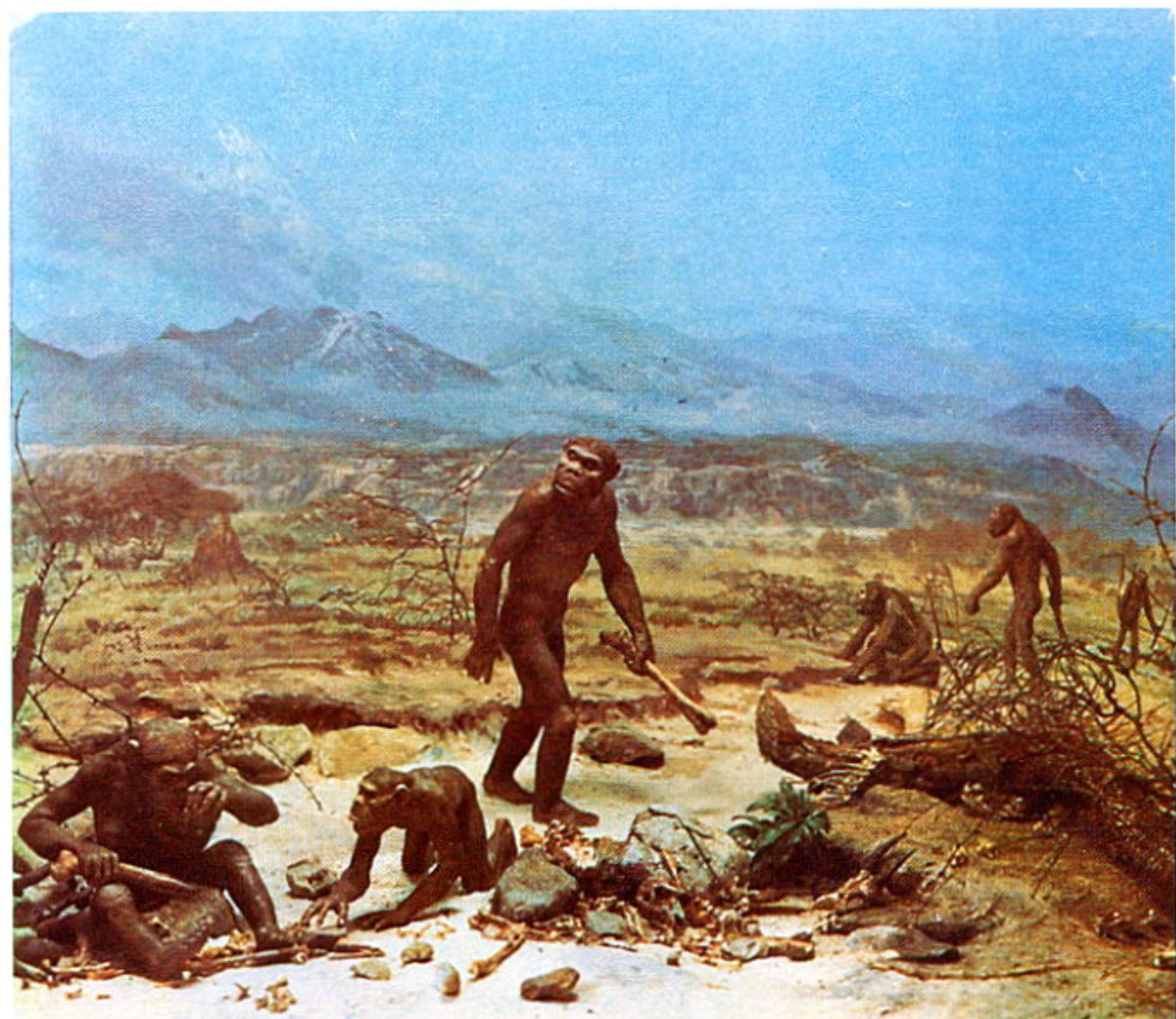
Die Australopithecinen vor 2 Millionen Jahren gingen bereits aufrecht und stellten Stein-, Geröll- und Knochengeräte her. Ihre Schädel — oben ein aus Bruchstücken zusammengesetztes Fossil — waren zwar noch menschenaffenähnlich, Gebiß und Kiefer entsprachen aber schon dem der heutigen Menschen. Rechts ein nach Funden in der Olduvai-Schlucht (Tansania/Ostafrika) rekonstruiertes Diorama des Landesmuseums Hannover.

*Homo habilis* hatte schon vor zwei Millionen Jahren die ersten Werkzeuge hergestellt, und *Homo erectus* hatte vor 800 000 Jahren gelernt, das

**Wann stellte der Mensch die ersten Werkzeuge her?**

Feuer zu entzünden und zu nutzen. Aber es dauerte weitere 400 000 Jahre, bis er aus Fellen und Zweigen die ersten Hütten baute und seinen inzwischen weitgehend haarlosen Körper zum Schutz gegen Kälte mit den Fellen erlegter Tiere schützte. Schließlich lernte er sprechen, und er lernte auch, daß die Jagd auf große Tiere leichter und gefahrloser war, wenn er nicht einzeln, sondern in Gruppen jagte.

So entwickelte sich eine Menschengruppe, die sehr viel leistungsfähiger war als alle anderen Lebewesen — der *Homo sapiens*. Er breitete sich in Europa, Asien und Afrika aus, vor etwa 40 000 Jahren drang er auch nach Amerika und Australien vor. Damit war der Grundstein für die Welt, in der wir heute leben, gelegt.





Die größte lebende Eidechse, der Komodowaran, wird bis 3 m lang und 100 kg schwer. Der »Drache von Komodo« bewohnt die kleinen Sundainseln (Komodo und andere) südlich von Celebes und frißt jede tierische Beute, von kleinen Insekten bis zu Hirschen. Der Komodowaran gehört zu der altweltlichen Familie der großen Echsen und ist damit ein »lebendes Fossil«.

## Lebende Fossilien

Der berühmte englische Naturforscher

### Wer prägte die Bezeichnung »lebendes Fossil«?

und Begründer der Abstammungslehre, Charles Darwin (1809—1882), gilt als der Erfinder der Bezeichnung »lebendes Fossil« für alttümliche, aber noch heute vorkommende Lebewesen. Er verwendete diese Bezeichnung zum ersten Mal für den chinesischen Tempelbaum *Gingko biloba*, einen Nacktsamer, von dem man Fossilien bereits aus dem Devon und dem späteren Mesozoikum gefunden hat. Vor allem während der Kreidezeit war *Gingko* fast über die ganze Erde verbreitet; heute findet man ihn als wilden Baum dagegen nur noch in

Ostchina, als Zierbaum wird er in vielen Parks und Gärten angepflanzt.

Am besten kann man den Begriff »lebendes Fossil« wohl als Lebewesen definieren, das

- nur noch in wenigen begrenzten Gebieten gefunden wird,
- verschiedene alttümliche Merkmale aufweist,
- ein relativ hohes erdgeschichtliches Alter hat, und
- dessen fossile Verwandte einst weit verbreitet waren.

Es war eine wissenschaftliche Sensation ersten Ranges, als im Jahr 1938 einem Fischer vor der südafrikanischen Küste ein Quastenflosser ins Netz ging. Bis dahin glaubten alle Paläontologen,

daß diese Ordnung der Knochenfische, denen als Stammform der Landwirbeltiere besondere Bedeutung zukommt, seit rund 60 Millionen Jahren ausgestorben sei. Seit dem Devon waren die Quastenflosser weit verbreitet. Ursprünglich Süßwasserbewohner, besiedelte ein Stamm von ihnen auch die salzhaltigen Meere. Aus den marinen Quastenflossern ging schließlich die heutige Art *Latimeria chalumnae* hervor. Sie hat sich, wie Fossilfunde aus der Permzeit und späteren Systemen beweisen, ihren Vorfahren gegenüber kaum verändert.

Aus einem späteren System als der

#### Warum überlebte der Quastenflosser?

Kreidezeit stammende Quastenflosser sind nicht bekannt. Für diese Tatsache gibt es eine einleuchtende

Erklärung: Die ursprünglich in Flachmeeren lebenden Quastenflosser wanderten gegen Ende der Kreidezeit in Tiefwasserregionen ab, wo nur geringe Fossilisationsmöglichkeiten bestehen. Der jetzt gefangene Fisch und einige später gefangene Exemplare der gleichen Art lebten an den Abhängen der Komoreninseln in einer Tiefe von etwa 500 m. Dies ist der Grund, warum *Latimeria* der Wissenschaft so lange verborgen blieb. Heute kann man einige dieser urtümlichen Fische in präparierter Form oder als exakte Nachbildung in vielen Museen sehen.

Auch bei Lungenfischen, die mit ihrer lungenartigen Schwimmblase durch Mund und Nase Luft atmen und längere Zeit auf dem Land leben können, ohne zu ersticken, gibt es ein »lebendes Fossil«: *Neoceratodus*, den man kürzlich in Nordaustralien entdeckte. Er unterscheidet sich kaum von *Ceratodus* aus der Trias. Lungenfische sind seit dem Devon bekannt; im Paläozoikum waren sie weltweit verbreitet.

Zu den bekanntesten lebenden Fossilien gehören weiter der Kopffüßer *Nutilus* (»Perlboot«), der spinnentierartige Pfeilschwanz *Limulus*, die Urmolluske *Neopilina* und der Stummelfüßer *Peripatus*. Auch sind Knochenhechte und Schlammfische, Taubwarane und Papuaschildkröten, Beutelratten, Ratten- und Borstenigel, Tapire, Halbpanzernashörner sowie Zwerg- und Gabelhirsche »lebende Fossilien«.

Lebende Fossilien findet man häufig auf

#### Wo gibt es lebende Fossilien?

Inseln oder Inselkontinenten, in der Tiefsee, im Grundwasser, in Seen oder in tropischen Urwäldern, also in

geographisch oder ökologisch isolierten Gebieten, in denen Feinde oder Konkurrenten weitgehend fehlen. In diesen Gebieten sind die Überlebenschancen größer als etwa in Flachmeeren oder in der offenen Landschaft der gemäßigten Zonen; außerdem entfällt hier bei relativ stabiler Umwelt der Zwang, sich immer wieder neuen klimatischen oder ökologischen Bedingungen anzupassen.

Ein typisches Beispiel dafür ist Australien: Lange, bevor die anderen Erdteile sich voneinander trennten, ist der Inselkontinent vom Rest der Welt »fortgeschwommen« und wurde ein einzelner, lange Zeit fast unzugänglicher Kontinent. Die Tiere dieses Erdteils sind daher zum großen Teil entwicklungsgeschichtlich primitiv. Sie sind Nachfahren von Tieren, die auf anderen Kontinenten längst ausgestorben sind. Mit Ausnahme einiger weniger Exemplare in Amerika gibt es zum Beispiel Beuteltiere nur noch in Australien. Obwohl sie früher in vielen Teilen der Erde vorkamen, sind sie heute überall sonst ausgestorben. Auch das Schnabeltier und der Ameisenigel, die einzigen Säugetiere, die Eier legen, leben nur in Australien, Neuguinea und



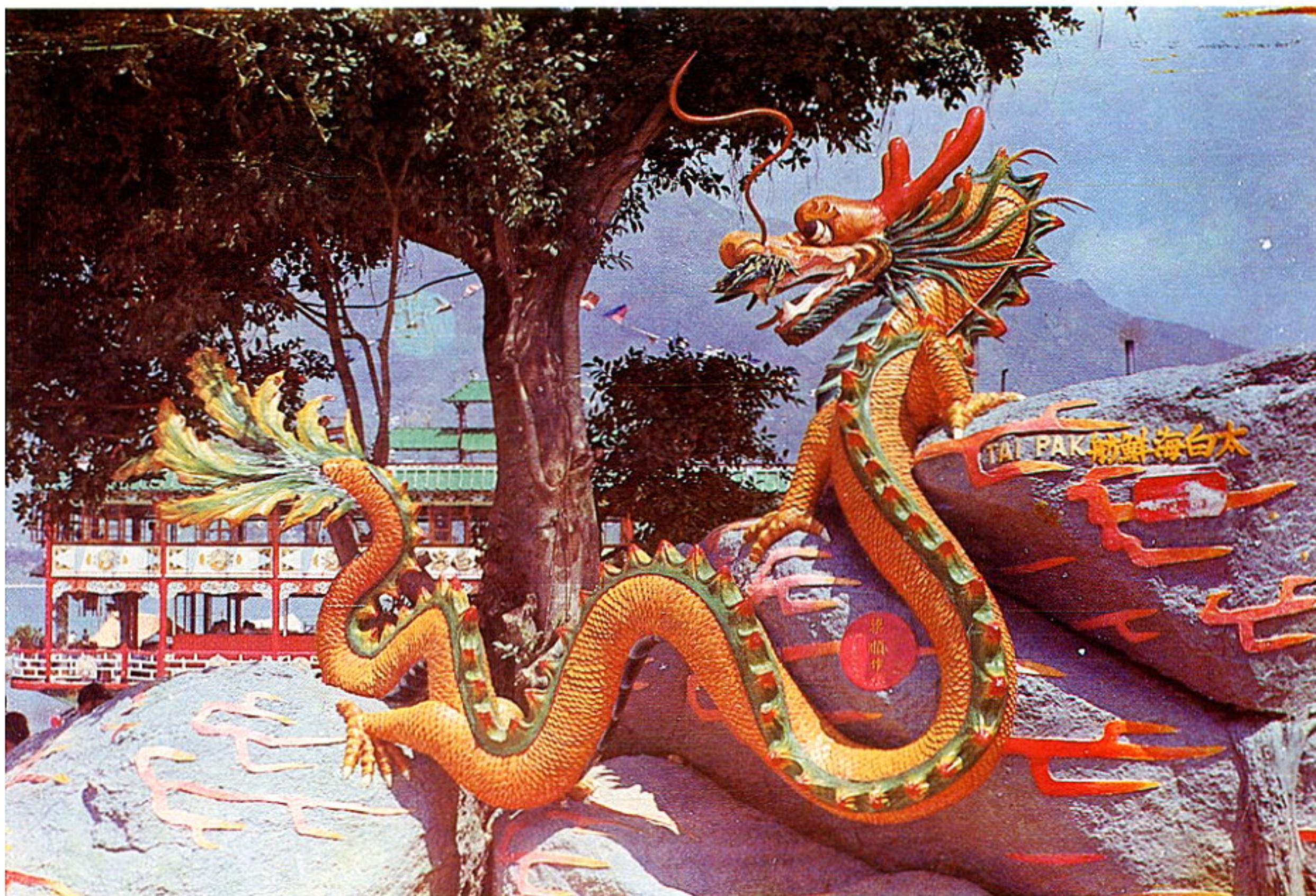
Lebende Fossilien: *Latimeria* (oben links), *Neoceratodus* (oben rechts), *Tuatara* (Mitte links), *Krokodil* (Mitte rechts), *Schlange* (unten links), *Schildkröte* (unten rechts).

Tasmanien; auch sie gehören zu den lebenden Fossilien.

Nicht weit von Australien, auf den neuseeländischen Inseln, lebt ein weiteres lebendes Fossil, *Tuatara* oder Brückenechse. Dies eidechsenähnliche Reptil ist die letzte lebende Art einer sonst vorweltlichen, seit der Trias bekannten Kriechtiergattung. Auch die Krokodile haben sich seit der Trias kaum verändert und zählen daher zu den lebenden Fossilien. Sie sind noch echte Ursaurier, die sich über die unbekannte Katastrophe,

die alle anderen Saurier befallen hat, hinweggerettet haben und kaum aussterben werden.

Für die Paläontologen sind diese Tiere von hohem wissenschaftlichem Wert. Denn trotz noch so genauer Untersuchungen an den Fossilresten ausgestorbener Tiere blieben viele Fragen über Form und Lebensgewohnheiten dieser Urwelttiere offen — erst das Studium ihrer Nachfahren, eben der lebenden Fossilien, erlaubt viele schlüssige Antworten.



Der Drache ist eine mythologische Mischgestalt aus Vogel, Schlange und Löwe. Drachengeschichten gehen wahrscheinlich auf die Funde von Dinosaurierfossilien zurück. Während Drachen bei den Germanen das Böse verkörperten, sind sie in Ostasien — oben ein chinesischer Drache — noch heute Symbole für Glück und Wohltätigkeit. Ihr »böses« Gegenstück ist der Tiger.

## Forschung und Aberglaube

Schon vor über 10 000 Jahren haben

### Was machten die Urmenschen aus Fossilien?

Fossilien das besondere Interesse der Menschen erregt. Funde aus der jüngeren Altsteinzeit beweisen, daß unsere damaligen Vorfahren neben Knochen und Fellen zeitgenössischer Tiere auch zufällig gefundene Fossilien zu Schmuck verarbeiteten. So fand man zum Beispiel fossile Schnecken, Muscheln, Ammoniten und Haifischzähne, durch die unsere Urahnen Löcher gebohrt hatten — wahrscheinlich, um sie als Schmuckstücke an einer Halskette zu tragen. Aus der Jungsteinzeit, der Bronze- und der Eisenzeit fanden Paläontologen Fossilien, die Verstorbenen

als Schmuck mit in das Grab gelegt worden waren.

Erst im Alten Griechenland begann man sich über Herkunft und Entstehung der Fossilien Gedanken zu machen — allerdings meist völlig falsche. Zwar war schon der griechische Naturphilosoph Empedokles von Agrigent (492—402 v.Chr.) fast auf dem richtigen Weg, als er eiszeitliche, in Sizilien gefundene Elefantenknochen als Überreste von »Riesenmenschen« klassifizierte; und auch mehrere andere griechische und ägyptische Gelehrte hielten Fossilien für die Reste verstorbener Lebewesen. Aber niemand nahm ihre Ansichten ernst. Noch hundert Jahre später war der große Aristoteles überzeugt, daß alle Versteinerungen im Rahmen der von ihm

angenommenen »Urzeugung«, einer spontanen Erschaffung der Welt, gleich mit entstanden waren. Und der römische Schriftsteller Plinius der Ältere (24—79 n.Chr.) hielt fossile Haifischzähne für Gesteinszungen, also zufällige Spielereien der Natur.

Das Universalgenie Leonardo da Vinci (1452—1519) erkannte die von Plinius beschriebenen Fossilien richtig als versteinerte Haifischzähne —

**Wer erkannte als erster den Ursprung der Fossilien?**

aber auch er drang mit seiner Behauptung nicht durch. Selbst so hervorragende Gelehrte wie der Deutsche Georg Bauer, genannt »Agricola« (1494—1555), der Begründer der Mineralogie und »Erfinder« des Wortes Fossilien, und sein zeitgenössischer Kollege Conrad Gesner betrachteten die Versteinerungen als »verhärtetes Wassergemenge« oder schlicht als »Naturspiele«.

Wie unsicher die Gelehrten noch viel später in ihren Urteilen waren, zeigt das Beispiel des Professors Johann Beringer, Leibarzt des Fürstbischofs von Würzburg: Sein großes Tafelwerk »Lithographia Wirceburgensis« aus dem Jahr 1726 enthält neben vielen echten Fossi-



*Aus dem Gehäuse eines Nautilus geschnitzter Pokal. Solche Nautilusbecher wurden in der Renaissance oft — in kostbarer Gold- oder Silberfassung — als Trinkgefäß oder Öllampe verwendet.*

lien auch zahlreiche, von boshaften Kollegen zugespielte Fälschungen von Tier- und Pflanzenfossilien, die Beringer ebenfalls für »Naturspiele« hielt. Diese Fälschungen gingen als »Beringersche Lügensteine« in die Geschichte der Wissenschaft ein. Und nur wenige Jahre vorher hatte noch der berühmte Zürcher Naturforscher und Arzt Johann Jakob Scheuchzer das Skelett eines Riesensalamanders aus dem Tertiär als das versteinerte Skelett eines in der Sintflut er-



*Der Zürcher Naturforscher Johann Jakob Scheuchzer (1672-1733) deutete das Skelett eines Riesensalamanders aus dem Tertiär am Bodensee als »Beingerüst eines in der Sintflut ertrunkenen armen Sünders«. Schon vorher hatte er einen Ichthyosaurierwirbel als versteinerten Menschenwirbel klassifiziert.*

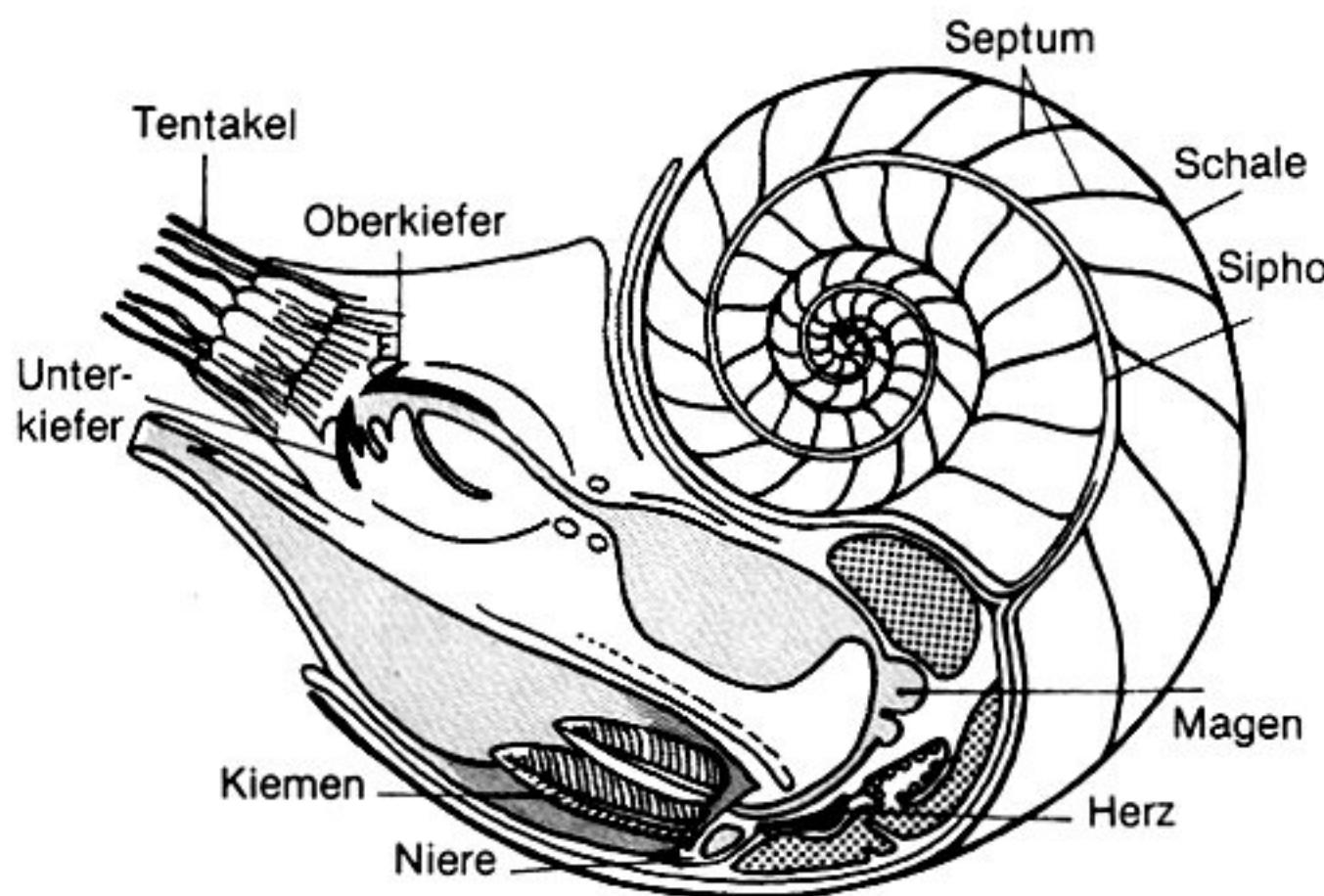
trunkenen »armen Sünder« gedeutet. In der Mitte des 17. Jahrhunderts lebte in Kopenhagen der Arzt und Naturforscher Niels Stensen. Da er wie alle damaligen Wissenschaftler seine Bücher in lateinischer Sprache schrieb, wurde er unter seinem latinisierten Namen Nicolaus Steno bekannt. Nach dem Studium in Holland und Frankreich wurde er an den Hof des toskanischen Großherzogs Fer-

dinand II. nach Florenz geladen. Florenz war damals ein Zentrum der zeitgenössischen Kunst und Wissenschaft. Obwohl Steno vorwiegend Anatom war, interessierte er sich doch lebhaft für einige Fossilien, die er in der fürstlichen Sammlung fand. Darunter gab es einige der schon von Plinius als *Glossopetrae* (Gesteinszungen) gedeuteten Fossilien.

Wie auch einige seiner Kollegen stellte

**Wer erkannte  
als erster  
die Bedeutung  
der Fossilien?**

Steno verblüfft eine deutliche Ähnlichkeit zwischen diesen Steinzungen und den Zähnen eines Haifisches fest. Er besorgte sich den Kadaver eines Hais, der an der Küste des Mittelmeeres gestrandet war, und verglich dessen Zähne mit den Fossilien. Dabei stellte er fest, daß die »Gesteinszungen« trotz einiger Unterschiede ohne



*Schnitt durch das Gehäuse eines Nautilus. Dieser Kopffüßer gilt als »lebendes Fossil«, weil seine zahlreichen urweltlichen Verwandten, die Ammoniten, längst ausgestorben sind. Das Tier lebt im vorderen Teil seines spiralig aufgerollten Gehäuses (Zeichnung oben), das durch Scheidewände (Septen) in einzelne Kammern aufgeteilt ist. Die Kammern sind durch eine Kalkröhre (Siphon) miteinander verbunden. — Der Schnitt rechts macht deutlich, warum sich die Menschen früher nicht hatten vorstellen können, daß ein so harmonisches und schönes Gebilde von einem Tier geschaffen worden sein könne.*





jeden Zweifel versteinerte Haifischzähne waren.

Allgemein deutete er Fossilien richtig als Überreste von Lebewesen, wobei er außer der Sintflut auch mehrmalige Überflutungen des Festlandes als Ursache für den Tod der Tiere annahm.

Wenig später veröffentlichte der englische Physiker Robert Hooke ein Buch, in dem er aus fossilen Resten von Schildkröten und Ammoniten aus dem Jura Englands auf ein einst viel wärmeres Klima schloß. Damit wurde er der Begründer der Paläoklimatologie, der Wissen-

*Auch die mittelalterliche Sage von dem Drachentöter Siegfried entstand wahrscheinlich auf Grund von Fossilienfunden.*

schaft von den Klimata der irdgeschichtlichen Vergangenheit. In demselben Buch erörterte er auch den damals völlig neuen Gedanken, daß die Fossilien vielleicht von Lebewesen stammen könnten, die inzwischen ausgestorben sind.

Mit diesen und einigen anderen Erkenntnissen war endlich die Voraussetzung für die wissenschaftliche Bearbeitung und Auswertung von Fossilien geschaffen. Im Jahr 1799 erstellte der britische Ingenieur William Smith die erste stratigraphische Tabelle (Stratigraphie ist die Wissenschaft von der Aufeinanderfolge von Gesteinsarten der geologischen Formationen). Dabei ging er davon aus, daß bestimmte Fossilien bestimmten geolo-

gischen Schichten oder Systemen eigentlich sind. Sein Leitsatz lautet: »Jede Zeit hat ihre charakteristischen Versteinerungen.« Für diese für die jeweiligen Schichten oder Systeme typischen Fossilien prägte der deutsche Geologe Leopold von Buch (1774—1852) die Bezeichnung »Leitfossilien«.

Nun folgte die Zeit, in der die einzelnen Systeme systematisch erfaßt und an Hand von Fossilien definiert wurden. Heute verdanken wir es der Arbeit von zahllosen Geologen und Paläontologen, daß wir uns mit Hilfe der Fossilien und der Systeme, in denen sie gefunden wurden, ein recht anschauliches Bild davon machen können, wie die Umwelt, in der wir leben, entstanden ist.

Während sich also die Wissenschaftler

#### Was ist ein »versteinerter Kuhtritt«?

jahrtausendelang bemühten, den wahren Ursprung der Fossilien festzustellen, machten sich Laien, die solche Versteinerungen des öfteren fanden, die Sache wesentlich leichter. Für sie genügte die einfache Ähnlichkeit ei-

nes Fossils mit irgendeinem anderen Gegenstand, dem Fund einen Namen — und damit auch einen angenommenen Ursprung — zu geben. Die Überreste von Megalodonten (großwüchsige Muscheln aus der Trias) vor allem im alpinen Gestein wurden als »versteinerte Kuhtritte« oder »Zeugen der Wilden Jagd«, versteinerte Brackwassermuscheln aus dem Tertiär als »versteinerte Ziegenklauen« erklärt. Schnecken aus der oberen Kreide dagegen wurden als »Würfelsteine« bezeichnet und als Medizin gegen bestimmte Schafkrankheiten verwendet. In Jura- und Kreideformationen Deutschlands verstreut findet man noch heute fossile Reste von Tintenfischen, die als »Donnerkeile« bezeichnet werden. Auch die Sonnenradsteine der alten Germanen, die nach deren Christianisierung in »Bonifatiuspfennige« umbenannt wurden, sind nichts als Stielglieder erdmittelalterlicher Seelilien. Wegen ihrer Ähnlichkeit mit Geldmünzen wurden die Gehäuse von Großforaminiferen (Einzeller mit Kalkgehäuse) als »Münzsteine« bezeichnet, kleinere Gehäuse galten als nach einem göttlichen Fluch »versteinerte Linsen«. Der griechische Geograph



Der Kopf des Lindwurmdenkmales in Klagenfurt (Österreich) beruht nachweislich auf dem Fund eines jungszeitlichen Fellnashorns. Der Bildhauer Ulrich Vogelsang verwendete das Fossil in Unkenntnis seiner wahren Herkunft als Vorlage für den Drachen.



*Polyphemkopf, gefunden in Sperlonga (Italien), heute im Nationalmuseum Turin.*

Strabo (63 v. Chr. bis 20 n. Chr.) zum Beispiel hielt einige aus den Steinen der Pyramiden in Gizeh herausgewitterte Großforaminiferen für versteinerte Nahrungsreste der Arbeiter, die die Pyramiden gebaut hatten. Die Gehäuse von jurassischen Ammoniten sind im Volksmund als »Schlangensteine« oder auch als »Goldschnecken« bekannt.

Auch mit fossilen Wirbeltierresten ging

#### **Warum glaubte man früher an Drachen?**

der Aberglaube recht großzügig um. Knochen des jungsteinzeitlichen Mammuts wurden als Überreste von

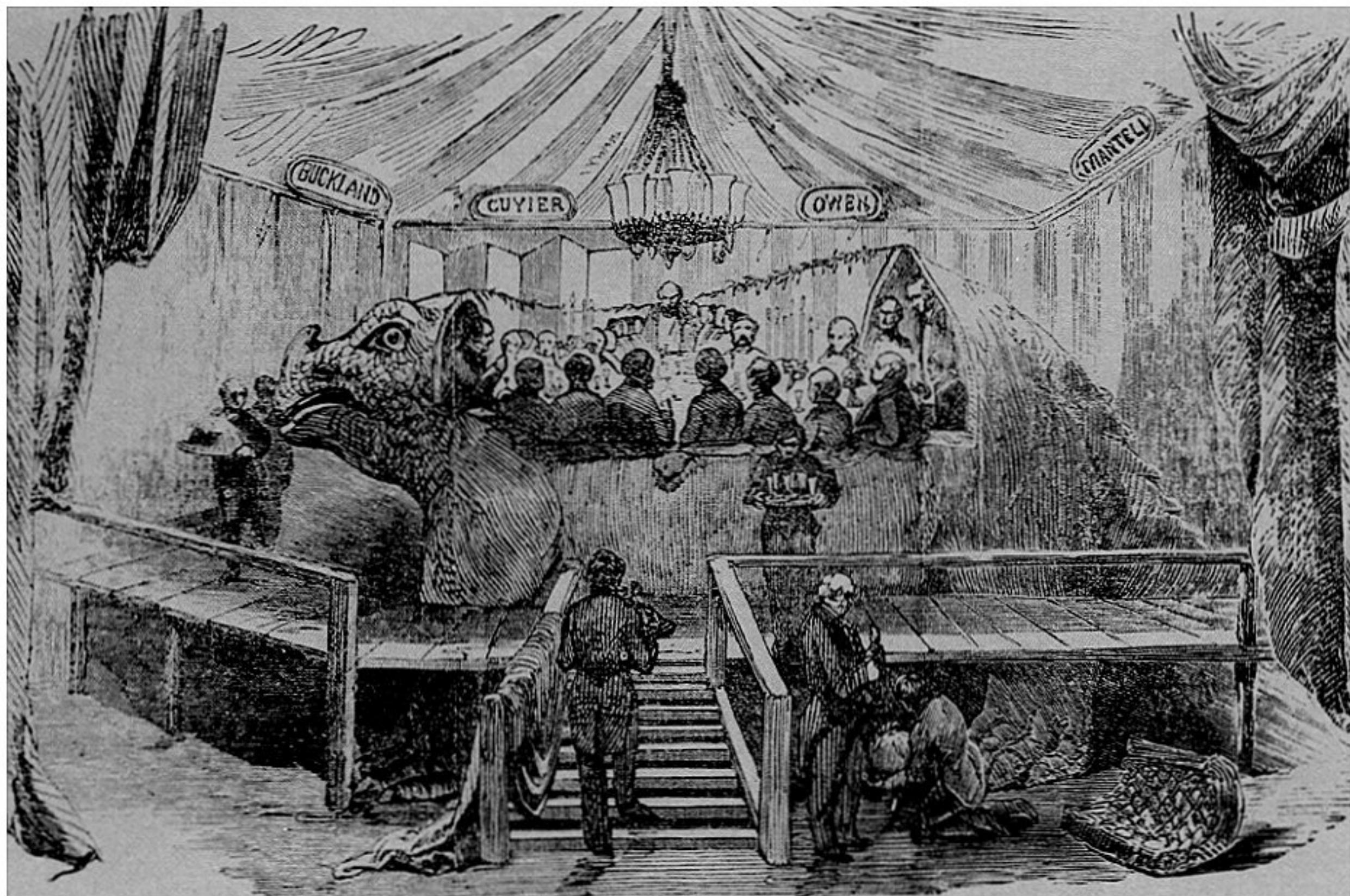
Riesen, ähnliche Funde in den USA als Überreste von »Donnerpferden« gedeutet. Und sicher waren die Funde fossiler Dinosaurierknochen Anlaß, an die einstige Existenz riesiger feuerspeiender Drachen zu glauben. In chinesischen Apotheken werden noch heute Zähne tertiär- und eiszeitlicher Wirbeltiere als Drachenzähne verkauft, die in Pulverform als Liebesmittel angeboten werden. Und in Klagenfurt (Österreich) schließlich ist solch ein abergläubischer Irrtum sogar



*Schädelfunde der ausgestorbenen Zwergelefanten führten zu der Sage vom einäugigen Zyklopen.*

in Stein gehauen worden: Als man dort das berühmte Lindwurmdenkmal errichtete, benutzte der Bildhauer Ulrich Vogelsang einen unweit der Stadt gefundenen fossilen Schädel, den jedermann für den versteinerten Rest eines Drachens hielt, als Vorlage für den Lindwurmkopf. Erst später stellten Paläontologen fest, daß es sich bei dem angeblichen Drachenschädel um die versteinerten Knochen eines jungsteinzeitlichen Wollnashorns handelt.

Auch Polyphem und die anderen einäugigen Zyklopen, die der griechischen Mythologie zufolge dem Odysseus auf der Insel Trinakria (Sizilien) so schwer zu schaffen machten, verdanken ihr Dasein wahrscheinlich einigen Schädeln, die auf mehreren Mittelmeerinseln gefunden worden waren und wegen ihrer merkwürdigen Form — sie hatten mitten auf der Stirn ein Loch, das wie eine Augenhöhle aussieht — die Phantasie der Menschen erregten. Tatsächlich stammen diese Schädel jedoch von längst ausgestorbenen Zwergelefanten, deren Nasenöffnung, die Stelle also, an der der Rüssel ansetzte, als Augenhöhle gedeutet wurde.



Zu Ehren einiger berühmter Forscher gab der New Yorker Bildhauer Waterhouse Watkins 1851 in einem von ihm gebauten, aber völlig falschen Modell eines Iguanodons ein großes Festessen in London.

## Die Jagd nach Fossilien

Während die Wissenschaft sich in den letzten beiden Jahrhunderten mit wachsendem Erfolg bemühte, mit Hilfe der Paläontologie ein genaues

Bild vom Werden und Verändern unserer Erde zu entwerfen, begannen auch mehr und mehr interessierte Laien, sich mit den versteinerten Zeugen der Vergangenheit zu beschäftigen. Und wie so oft, wenn zuviel Übereifer am Werk ist, geschahen auch hier die merkwürdigsten und oft komischsten Dinge. Der englische Landarzt Gideon Mantell zum Beispiel gehörte zu jenen Laien, die sich mit Fossilien zu beschäftigen begannen. So war er hocherfreut, als seine Frau ihm eines Tages im Jahr 1822 einen merkwür-

### Wie entstand der Name „Iguanodon“?

digen Stein mitbrachte, den sie auf einem Spaziergang gefunden hatte. Dieses Fossil war zweifellos der versteinerte Zahn eines Tieres — aber von welchem? Mantell schickte den Zahn nach Paris an Baron Cuvier, der damals als sehr bedeutender Paläontologe galt. Aber auch Cuvier wußte zunächst keinen Rat, später hielt er das Fundstück für den Zahn eines Rhinoceros. Auch auffallend große Fußabdrücke und einige weitere Knochen, die Mantell am Fundort des Zahnes entdeckt hatte, wurden von Cuvier als Abdrücke und Teile eines Rhinoceros erklärt.

Inzwischen hatte Mantell die Fossilien mit den Knochen des heute noch lebenden mittelamerikanischen Grünen Leguans (lat. *Iguana*) verglichen und große Ähnlichkeiten festgestellt. Zwar ist der

Leguan nur 1,5 m lang, das Tier, dessen Fossilien Frau Mantell im Gestein der Kreide gefunden hatte, mußte jedoch mindestens 12 m lang gewesen sein. Da es heute kein so großes Reptil mehr gibt, schloß Mantell, müsse es sich um ein Tier handeln, das schon vor Jahrtausenden ausgestorben ist. Er nannte es »*Iguanodon*« (Leguanzahn).

Dieser Fund erregte in der Fachwelt und bei den Laien ungeheures Aufsehen — war es doch der erste Hinweis auf jene vor 65 Millionen Jahren ausgestorbene Tierart, die wir heute »Dinosaurier« nennen.

Sofort machte sich eine große Zahl von

**Wo wurde  
*Iguanodon*  
zum erstenmal  
nachgebaut?**

Malern und Bildhauern daran, *Iguanodon* in ihre Werke einzubeziehen. Der britische Legendenmaler

John Martin malte wenig später ein riesiges Ölgemälde »Das jüngste Gericht«, auf dem ein scheußlicher Drache — gemeint war *Iguanodon* — ungeduldig darauf wartete, den armen Sündern eine Höllenangst einzujagen; und zur Weltausstellung 1851 in London baute der New Yorker Bildhauer Waterhouse Watkins aus Ziegelsteinen, Zement und Schotter ein lebensgroßes *Iguanodon*, in dessen hohlem Bauch er für führende Forscher der damaligen Zeit sogar ein Festessen gab. Es war ein scheußliches, plumpes Ungeheuer mit dickem Rumpf und fast ohne Hals. Auf der Schnauze saß ein gewaltiger Stachel, der Abguß eines spitzen Knochens, den Mantell bei den anderen Knochen gefunden hatte. Erst 27 Jahre später, als man in einer Kohlegrube bei Bernissart (Belgien) die fossilisierten Skelette von 31 *Iguanodon*-ten entdeckte, merkte man, wo dieser Stachel hingehört: Er bildete den Daumen und trug wahrscheinlich eine scharfe Hornkralle.

Das Monstrum in London wirkte weltweit wie ein Signal: Fortan zogen Hunderte von Männern und Frauen, Fachleute und Laien, durch die Lande und suchten nach Fossilien. Fossilien »jagen« und sammeln wurde damals ein so beliebter Sport, wie es heute zum Beispiel das Sammeln von Briefmarken und Münzen ist.



*Aus mehreren Bruchstücken zusammengesetzter Zahn eines Tyrannosaurus in Originalgröße.*



Die erbitterte Konkurrenz zwischen den beiden amerikanischen Fossiliensammlern Othniel Marsh (links) und Edward Cope (rechts) beschäftigte im vorigen Jahrhundert die Wissenschaft, die interessierten Laien und sogar die Gerichte. Der »Knochenkrieg«, den sie gegeneinander ausfochten, wurde zwar als »Rummel« verlacht; jeder wollte mehr und bessere Fossilien finden als der andere. Dennoch erwarben sich die beiden Professoren große wissenschaftliche Verdienste: Viele ihrer Grabungsmethoden und Konservierungsmittel werden noch heute angewendet.



Die berühmtesten

### Wer waren die berühmtesten Fossilien-Jäger?

Cope und der Professor der Paläontologie, der erste dieser Fachrichtung überhaupt, Othniel Marsh. Beide waren Amerikaner und beide waren so wohlhabend, daß sie es sich leisten konnten, ihren Lehrberuf fast völlig aufzugeben und nur noch ihrer einzigen Leidenschaft, der Jagd auf Fossilien, nachzugehen.

Als erster brach 1872 Cope auf. Er ging mit sieben Assistenten, einigen Wagen

und berüchtigsten Fossiliensammler, die es je gab, waren zwei anerkannte Fachleute: Der Professor für Anatomie Edward

und einem Mauleselgespann nach Kansas (USA). Obwohl das Gebiet von feindlichen Indianern wimmelte, grub er, wo immer die Aussicht bestand, etwas zu finden; außerdem kaufte er auf, was ihm angeboten wurde. Bei Weißen und Indianern hatte es sich herumgesprochen, daß Fossilien gute Preise erzielten. Inzwischen machte sich auch Marsh auf den Weg. Er befriedete sich mit dem Sioux-Häuptling »Rote Wolke«, der dem US-General Custer kurz zuvor eine verheerende Niederlage beigebracht hatte. Marsh suchte und kaufte Fossilien mit viel Erfolg in Süddakota, Wyoming und Nebraska. Alle Konkurrenten hielt er mit einem einfachen Trick zurück: Wenn

Im Carnegie-Steinbruch in Utah (USA) fand man mehr Fossilien als an jedem anderen Ort der Welt. Bis jetzt wurden dort 300 t Knochen ausgegraben. 1915 wurde der Steinbruch in ein Museum umgewandelt.



eine Expedition erschien, um in »seinem« Gebiet zu suchen, bot er den Mitarbeitern des Expeditionsleiters mehr Geld als dieser — sowohl für ihre Arbeit wie auch höhere Prämien für etwaige Funde.

So begann der berühmte »Knochenkrieg« zwischen Cope und Marsh. Immer, wenn Marsh Copes Leuten mehr Geld bot, erhöhte auch Cope seine Zahlungen und die Leute blieben. Die Löhne stiegen bei beiden Expeditionen allmählich ins Astronomische, und alle Einwohner der fraglichen Gebiete gingen auf Fossilsuche und machten ihre Geschäfte mit Cope und Marsh.

Endlich ging Cope vor Gericht: Marsh, so

#### Wie endete der »Knochenkrieg«?

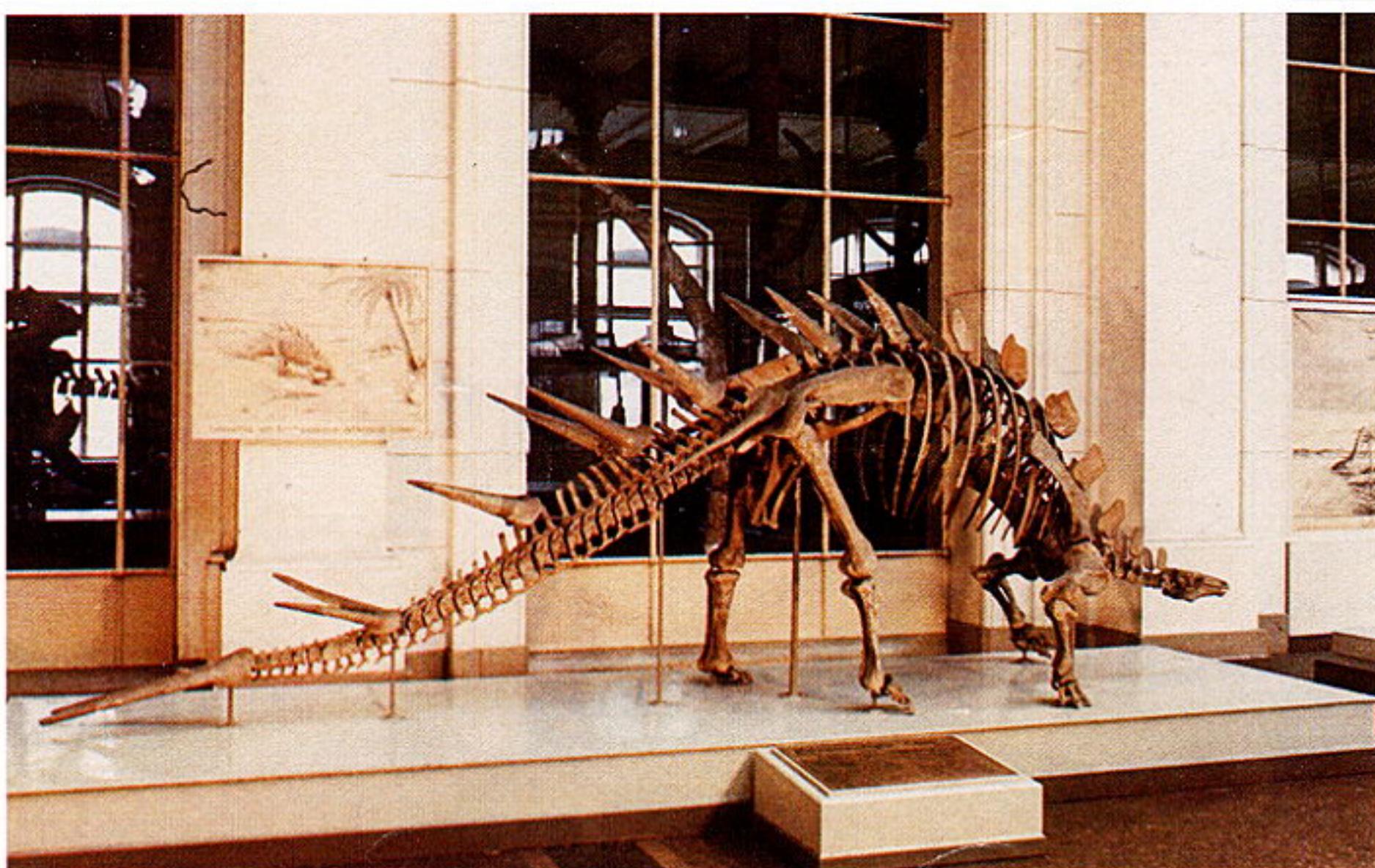
behauptete er, habe seine — Copes — Leute ange- stiftet, alle von ihm bereits erfaßten Fossilien zu ver-

nichten. Marsh antwortete mit Artikeln in Zeitungen und in der Fachliteratur, in denen er Cope zahllose Fehler bei der Suche und der Definition von Fossilien aller Art vorwarf. Cope schlug zurück, indem er behauptete, Marsh sei gar kein Wissenschaftler, sondern nur ein sehr

reicher Mann, der andere für sich Fossilien sammeln lasse. Der »Knochenkrieg« gipfelte schließlich in einer Artikelserie in der großen US-Tageszeitung »New York Herald Tribune«, in der Cope seinem ewigen Widersacher Korruption, Vetternwirtschaft und anderes vorwarf. Damit allerdings hatte er seiner Wissenschaft einen schlechten Dienst erwiesen: Nun befahl die Regierung in Washington eine große Untersuchung der ganzen Affäre. Sie endete damit, daß der Kongreß mit einem Gesetz die »Verschwendungen« öffentlicher Gelder für Fossiliensammlungen verbot — ein schwerer Rückschlag für die Paläontologie.

Der »Knochenkrieg« hatte aber auch seine guten Seiten: Immerhin gelang es den beiden Konkurrenten, über 130 Dinosaurierarten zu finden, darunter Brontosaurus, Diplodocus und Hadrosaurus; und Marshs schwerreicher Onkel George Peabody baute, um seinen Neffen zu unterstützen, das Peabody Museum of Natural History an der Yale-Universität in New Haven (USA), in dem viele der von Marsh gefundenen Fossilien ausgestellt sind.

Die beiden Kampfhähne starben um die Jahrhundertwende — unversöhnt.



*Viel Eifer, Arbeit und Mühe der Wissenschaftler sind notwendig, bis ein völlig rekonstruiertes Skelett im Museum ausgestellt werden kann. Hier ein Kentrosaurus aus dem Jura Ostafrikas.*



Fossiliensammler arbeiten oft in einsamen Gegenden. Hier eine polnisch-mongolische Expedition in der Mongolei.

In ihrer Anfangszeit glich — wie wir im vorigen Kapitel lassen — die Fossilienforschung mancherorts eher der Goldgräberei als wissenschaftlicher Arbeit. Als im Jahr 1911 ein kleines Mädchen in den Klippen Südenglands das erste Skelett eines Ichthyosauriers entdeckte, ließ ein Zoologe die Knochen mit Hacken und Spaten ausgraben. Dabei gingen natürlich viele wertvolle Einzelheiten verloren. Die heutigen Wissenschaftler dagegen gehen nur mit äußerster Vorsicht ans Werk. Dabei arbeiten sie mit den modernsten Geräten — vom Bulldozer bis zum winzigen Bohrer, immer nach dem Wahlspruch der Geologen: Mit Verstand und Hammer.

### Wie wird ein Fossil ausgegraben?

Bei der Suche nach Fossilien stellt der Paläontologe zunächst fest, ob es in der Schicht, die er untersucht, überhaupt vorweltliche Tiere geben kann — und welche. Die Grabungen müssen also lange und sorgfältig vorbereitet werden. Wenn die Grabung beginnt, schaufeln die Fossiliensucher nicht einfach drauflos; jedes Bröckchen Erde wird sorgfältig auf seinen Inhalt hin untersucht. Das, was sie suchen, sieht manchmal auf den ersten Blick wie ein gewöhnliches Felsstück oder ein Klumpen Erde aus. Erst das geschulte Auge vermag zu unterscheiden, was Stein und was Fossil ist. Fossilien verraten sich meist nicht durch ihre Form, sondern nur durch ihre Struktur. Das Äußere eines unbearbeiteten Fossils ist meist glänzend oder schwammig.



Im Jahr 1971 fand die polnisch-mongolische Expedition ein Skelett des riesigen Fleischfressers Tarbosaurus. Er war ein naher Verwandter des Tyrannosaurus und des kanadischen Albertosaurus.

Ein gefundenes Fossil muß zunächst freigelegt werden. Vorher wird es von allen Seiten fotografiert, auf Karten trägt der Paläontologe den genauen Fundort und die Anordnung des Gesteins daneben ein. Daraus kann der Wissenschaftler später Rückschlüsse auf die Umwelt und die Lebensgewohnheiten des Tieres oder der Pflanzen ziehen.

Nun werden die Fundstücke mit Hacke,

### Wie werden ausgegrabene Fossilien präpariert?

Meißel und dann schließlich mit einem kleinen Handmeißel, einer Drahtbürste oder einem Zahnarztbohrer vorsichtig von anhaftenden Steinstücken befreit. Von dem freigelegten Fossil wird ein Abguß gefertigt, damit die ursprüngliche Form des Stückes auch dann erhalten bleibt, wenn es bei der weiteren Bearbeitung zerbrechen sollte. Gegen Beschädigungen während des Transports wickelt man größere Fossilien in nasses Papier und bandagiert sie mit gipsgetränkten Stoffstreifen. In einer Kiste, die wiederum zum Schutz vor Schlag und Druck mit Gips ausgegossen wird, wird der Fund in das Laboratorium transportiert.

Dort beginnen andere Paläontologen, das Fossil zur Aufstellung in einem Museum vorzubereiten. In der Werkstatt werden abgeplatzte Splitter und andere Teilchen sorgfältig wieder dorthin geklebt, wo sie hingehören. Dann werden die Knochen so zusammengesetzt, wie sie einst bei dem lebenden Tier miteinander verbunden gewesen waren, und schließlich wird das ganze Skelett in naturgetreuer Haltung aufgebaut — oder zumindest in der Haltung, die die Wissenschaftler für naturgetreu halten.

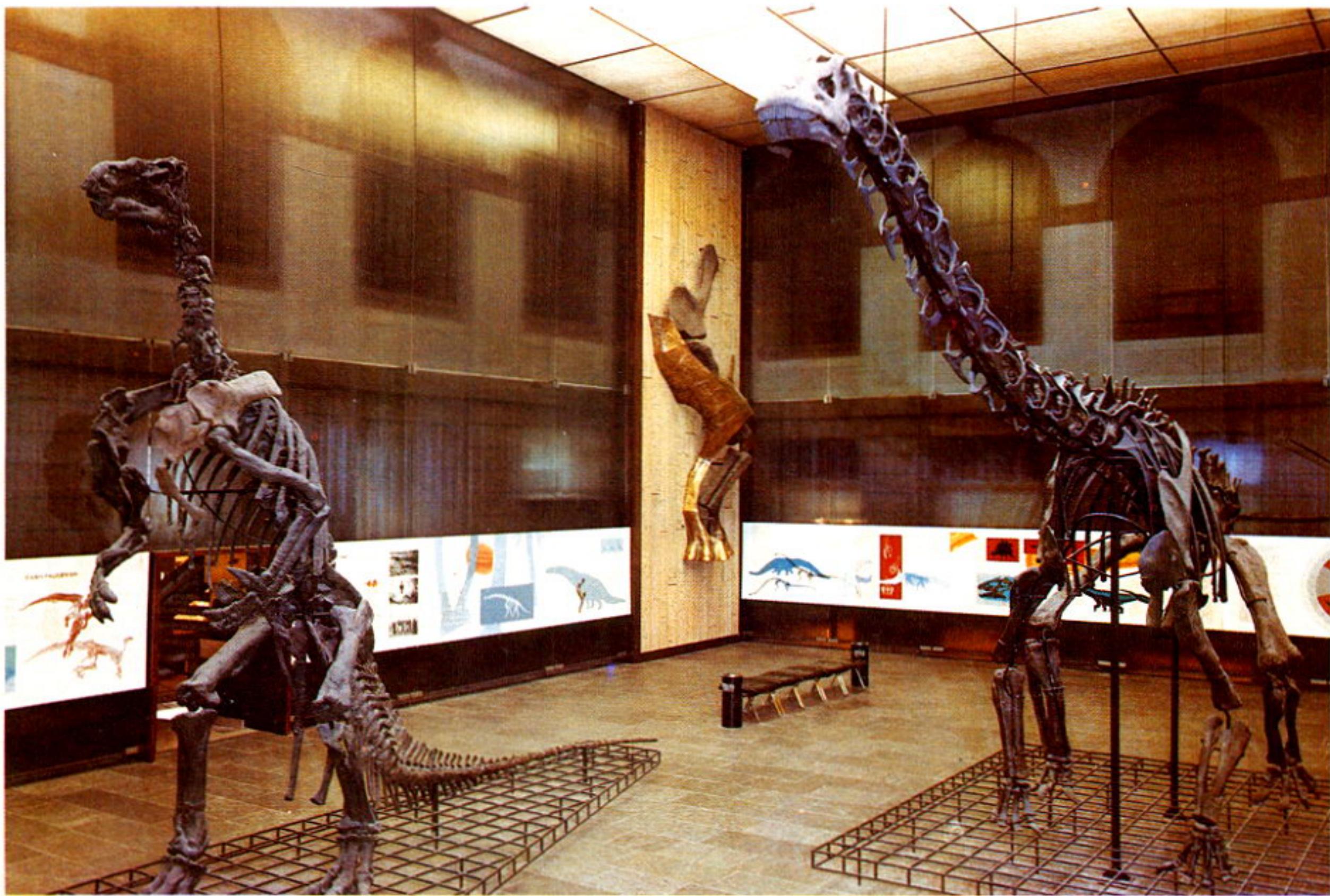
Bei kleineren Tieren werden einige möglichst unsichtbare dünne Drähte oder Fäden angebracht, bei größeren dagegen, wie zum Beispiel bei Dinosauriern,



Ein Hinterbein von *Diplodocus* (»Donnerechse«), das Wissenschaftler in den USA fanden.



Im Labor werden letzte Gesteinsreste mit Zahnarztbohrer oder Sandstrahlgebläse entfernt.



Im Frankfurter Senckenberg-Museum steht der einzige Diplodocus Europas (rechts). Die Donnerechse ist 20 m lang und wog zu Lebzeiten etwa so viel wie acht Elefanten. Links daneben ein Iguanodon.

werden die schweren, aber zerbrechlichen Knochen von einem stabilen Gerüst zusammengehalten. Heute benutzt man dazu kräftige, aber sehr dünne und fast unsichtbare Kunststofffäden. Wenn möglich, werden neben dem rekonstruierten Tier auch Fußabdrücke, mumifizierte Hautteile, Eier oder andere Dinge aus seiner unmittelbaren Umgebung ausgestellt.

Abgüsse der Funde werden verkauft oder gegen andere Funde getauscht. So kann das gleiche Fossil — im Original oder als naturgetreues Modell — an mehreren Stellen der Welt besichtigt werden.

Noch während an einem Fundort geegraben wird, beginnen die Wissenschaftler, die Funde und die Fundstelle genau zu untersuchen und einzuordnen. Ihre Erkenntnisse tauschen sie später mit anderen Wissenschaftlern aus. Vor allem

neue Funde werden genau untersucht und mit noch lebenden Tieren verglichen. So können die Paläontologen feststellen, welchem Zweck die einzelnen Knochen dienten; daraus können sie wiederum auf die Lebensweise des Tieres schließen. Aus der Anordnung der Fußknochen zum Beispiel und dem Vergleich mit den Fußknochen lebender Tiere kann man erkennen, ob das Tier hüpfte oder kroch und ob es sich auf zwei oder auf vier Beinen fortbewegte. So entstand im Lauf der Jahrhunderte aus der mühevollen Arbeit der Paläontologen ein Bild der prähistorischen Welt. Alles, was wir heute von dieser Welt wissen, verdanken wir der Detektivarbeit der Paläontologen und der Geologen. Noch sind viele Fragen aus der Vorzeit unbeantwortet. Künftige Forscher werden eines Tages vielleicht auch diese Fragen klären können.