

Erdgeschichte

	Didaktische Hinweise	154
	Schüleraktivitäten	
D 1	Wir machen die Erdgeschichte begehbar	155
D 2	Die Geschichte unseres Planeten – verkürzt auf einen Tag	157
D 3	Die Geschichte der Erde – ein Rätsel	159
D 4	Die Rätselschlange zur Erdgeschichte (Spiel)	161
D 5	Eine Reise durch Deutschlands Erdgeschichte	163
D 6	Kleine Erdgeschichte Bayerns	164
D 7	Die orbitalen Klimazyklen	166
D 8	Das Klima der Erde – stetigen Veränderungen unterworfen	167



D

Erdgeschichte

Didaktische Hinweise

CD | *Alle Arbeitsblätter sowie separat die Grafiken der Arbeitsblätter.*

Bei der Beschäftigung mit dem Thema Erdgeschichte wird man sehr oft mit der Problematik konfrontiert sein, dass einerseits grundlegende Kenntnisse für die Behandlung fast aller geologischer Fragestellungen zwingend notwendig sind, andererseits die Komplexität des Themas hinsichtlich der zeitlichen und räumlichen Dimensionen sehr schnell jüngere Schüler, insbesondere in der Sekundarstufe 1, überfordern kann. Es ist deshalb sinnvoll, den Schülern bereits ab der Jahrgangsstufe 5 einfache Kenntnisse über den Ablauf der Erdgeschichte zu vermitteln und damit den Grundstein für ein einfaches Raster zu legen, das dann in zunehmend komplexeren Zusammenhängen von Jahrgangsstufe zu Jahrgangsstufe immer wieder aufgegriffen, vertiefend behandelt und damit verfeinert wird. Dabei muss es zunächst weniger um Begrifflichkeiten oder Details gehen, sondern darum, wie man den Schülern die gewaltigen zeitlichen Dimensionen begreiflich macht.

Eine Möglichkeit dazu bietet D 1, um den Verlauf der Erdgeschichte sichtbar oder noch besser, begehbar zu machen. Damit sollen die für jüngere Schüler schwer vorstellbaren Zeiträume in einfachen Mustern veranschaulicht werden, z. B. dass man drei Viertel einer Wegstrecke, auf der die Erdgeschichte abgebildet ist, zurücklegen muss, bevor man auf die ersten höheren Organismen stößt. Oder dass der Mensch bei einem 30 m langen Weg Erdgeschichte gerade mal auf dem letzten Zentimeter erscheint. Dies wird Schülern besser in Erinnerung bleiben als ein mit Fremdwörtern überfülltes Zahlenwerk, zumal wenn sie diesen „erdgeschichtlichen Weg“ im Schulgelände selbst anlegen und gestalten dürfen.

Hat man den Schülern dadurch die zeitliche Dimension bewusst gemacht, kann dieses Grundgerüst inhaltlich gefüllt werden mit den sich dabei abspielenden Veränderungen der Erdoberfläche, im Besonderen also mit der Wanderung der Kontinente, mit der Entwicklung des Lebens (in Zusammenarbeit mit Bio-

logie), mit der Bildung bestimmter Gesteine und Bodenschätze oder mit der Entwicklung der klimatischen Gegebenheiten.

Wie bei D 1 die Erdgeschichte begehbar wird, kann sie auf Arbeitsblättern in den Schülerunterlagen sichtbar gemacht werden (D 2), indem die Geschichte unseres Planeten auf einen Tag (alternativ dazu ein Jahr) verkürzt wird.

Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang, stets auf das Grundprinzip der Schülerorientierung zu achten, um so das Interesse der Schüler für diese doch sehr komplexe Thematik zu fördern. Aus diesem Grund erscheinen auch Rätsel (D 3) oder Spiele (D 4) als geeignete Methoden. Auch der räumliche Bezug zum eigenen Land (D 5) oder Heimatraum (D 6) sollte unbedingt zu den Inhalten des Unterrichts gehören. Exkursionen gehören obligatorisch zur Behandlung dieses Themenkomplexes (► Modul I „Außerschulische Lernorte“).

Auf der Grundlage der in der Unter- und Mittelstufe gewonnenen Erkenntnisse können in der Oberstufe schließlich die erdgeschichtlichen Prozesse vertiefend behandelt und unter unterschiedlicher Schwerpunktsetzung, z. B. Klimaveränderungen im Verlaufe der Erdgeschichte (D 7, D 8), dargestellt werden.

Wir machen die Erdgeschichte begehbar

Unser Ziel:

Wir wollen unseren Mitschülern die gewaltigen Zeitabläufe und Geschehnisse der Erdgeschichte verdeutlichen und dazu unser Klassenzimmer, die Aula, das Treppenhaus oder den Schulhof in Form einer Dauerausstellung, eines Wandbildes oder eines Pflasters gestalten. In welcher Form wir das tun, hängt in erster Linie von unseren räumlichen, finanziellen und künstlerischen Möglichkeiten ab. Eine Präsentation an den Wänden des Klassenzimmers stellt hierfür wohl die einfachste Möglichkeit dar, hat aber am wenigsten Außenwirkung und der optische Effekt wird aufgrund der oftmals beengten räumlichen Verhältnisse sehr eingeschränkt sein. Vielleicht können wir ja unsere Schulleitung davon überzeugen, dass das Thema so wichtig ist, dass uns für unser Projekt mehr Platz zur Verfügung gestellt wird.

Und so gehen wir vor:

1. Grundlage für unseren Weg durch die Erdgeschichte ist eine maßstabsgetreue Zeitleiste, die wir gut sichtbar anbringen. Damit die ungeheuren zeitlichen Dimensionen sichtbar werden, müssen wir maßstabsgetreu vorgehen.
Beispiel: Wenn wir eine Wegstrecke von 30 m zur Verfügung haben, dann entspricht 1 cm dieser Strecke gleich 0,652 Millionen Jahre der Erdgeschichte.

Aufgabe: Rechne die zur Verfügung stehende Wegstrecke auf die Zeit von 4,6 Mrd. Jahre um.

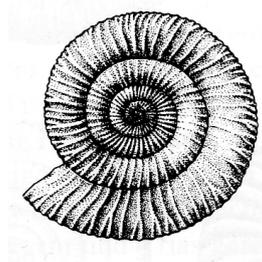
1 cm Wegstrecke entspricht **Jahre**

2. Jetzt müssen wir den Anteil der wichtigsten erdgeschichtlichen Epochen ausrechnen und entsprechend in der Zeitleiste anbringen. Wir können dazu beispielsweise die Zeitleiste verschiedenfarbig gestalten und die Namen der Epochen sichtbar anbringen. Trage die Wegstrecken zunächst in die Tabelle ein.
3. Jetzt müssen wir uns endgültig einig sein, wie umfangreich unser Kunstwerk werden soll bzw. anhand welcher Merkmale und Kategorien die Erdgeschichte dargestellt werden soll. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten. Überlege Dir noch weitere, die noch nicht dargestellt wurden.

- a) Wir können die Entwicklung des Lebens mit Hilfe der wichtigsten Leitfossilien veranschaulichen, z. B.:



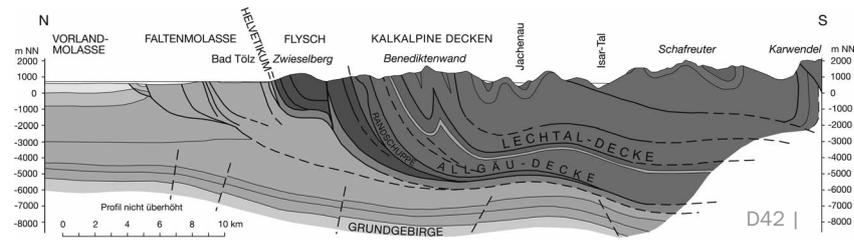
Trilobit
Kambrium



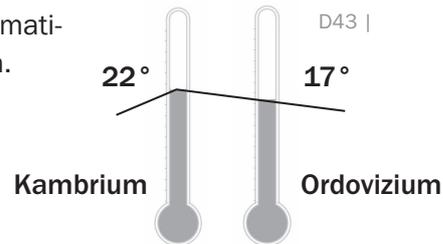
Ammonit
Trias/Jura

D40 + D41 |

- b) Wir können die wichtigsten tektonische Prozesse (Gebirgsbildungen usw.) darstellen und zeitlich einordnen, z. B. die Entstehung der Alpen:



- c) Wir können die Entwicklung der klimatischen Gegebenheiten beschreiben.



- d) Wir können die Erdgeschichte durch die Bildung bestimmter Gesteine und Bodenschätze darstellen und durch eine eigene Gesteinssammlung illustrieren. Auch in unserem Heimatraum werden wir dazu bestimmt viele Gesteinsproben finden, die wir an der entsprechenden Stelle unserer Zeitleiste ausstellen, z. B. Steinkohle – Karbon.

D44 |

Epoche		entspricht einer Wegstrecke von	
	Präkambrium	4,6 Mrd. – 542 Mio. Jahre	
Paläozoikum (Erdaltertum)	Kambrium	542 – 488 Mio. Jahre	
	Ordovizium	488 – 444 Mio. Jahre	
	Silur	444 – 416 Mio. Jahre	
	Devon	416 – 359 Mio. Jahre	
	Karbon	359 – 299 Mio. Jahre	
	Perm	299 – 251 Mio. Jahre	
Mesozoikum (Erdmittelalter)	Trias	251 – 200 Mio. Jahre	
	Jura	200 – 145 Mio. Jahre	
	Kreide	145 – 65 Mio. Jahre	
Känozoikum (Erdneuzeit)	Paläogen	65 – 23 Mio. Jahre	
	Neogen	23 – 2,6 Mio. Jahre	
	Quartär	2,6 Mio. Jahre – heute	

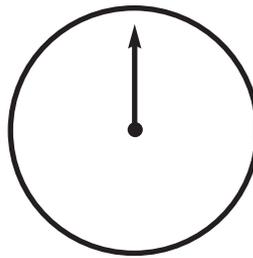
Die Geschichte unseres Planeten – verkürzt auf einen Tag

Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Beschreibe mit eigenen Worten die Geschichte der Erde.
2. Gib für folgende Ereignisse die ungefähre Uhrzeit an.
(Hinweis: Die Erde ist insgesamt etwa 4,6 Milliarden Jahre alt.)

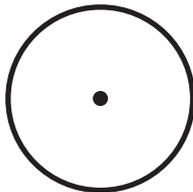
Infotext

Es ist Mitternacht. Durch eine gewaltige, unvorstellbare Explosion im Weltall wird ein neues Sonnensystem mit einem Fixstern in der Mitte und mehreren Planeten, die ihn umkreisen, geschaffen. Einer dieser Planeten ist die Erde. Sie sieht noch recht seltsam

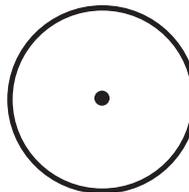


aus: flüssig aus heißer Lava, keine Kontinente, keine Ozeane, umhüllt von dichten Wolken, aus denen Blitze zucken. Erdurzeit nennt man diese frühe Phase der Erdgeschichte, die ca. 600 Mio Jahre dauert, bis kurz nach drei Uhr morgens.

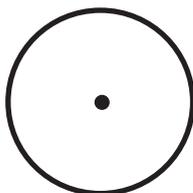
2.



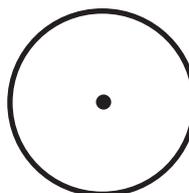
vor 3600 Mio.
Jahren:
Erste Bakterien



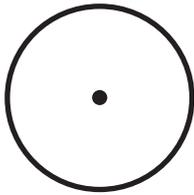
vor 600 Mio.
Jahren:
Erste Vielzelle



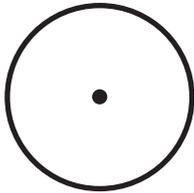
vor 420 Mio.
Jahren:
Erste Fische



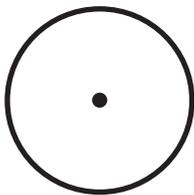
vor 200 Mio.
Jahren:
Erste Säugetiere



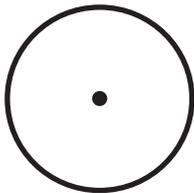
Immer mehr kühlt sich der Planet ab und bekommt eine dünne Kruste. In den Senken sammelt sich das Wasser und das erste Meer entsteht. Dort produzieren die ersten Cyanophyceen Sauerstoff. Diese Erdfrühzeit der Erdgeschichte dauert bis etwa kurz nach 21 Uhr.



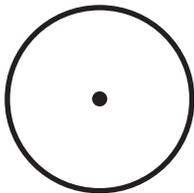
Jetzt beginnt das Erdaltertum. Pflanzen und Tiere erobern auch das Land und breiten sich immer weiter aus. Der blaue Planet wird nun auch ein grüner Planet.



Es ist etwa dreiviertel elf Uhr geworden. Die Vielfalt aller Lebewesen nimmt immer mehr zu. Wir sind im Erdmittelalter angekommen, in dem schließlich die größten jemals lebenden Geschöpfe die Erde bevölkerten: Die Dinosaurier!



20 Minuten vor 12 kommt es zur Katastrophe. Durch einen Meteoriteneinschlag sterben viele höher entwickelte Lebewesen aus. Kein Saurier überlebt. Aber das Leben auf der Erde lässt sich nicht unterkriegen. Der Siegeszug der Säugetiere beginnt. Wir sind in der Erdneuzeit.



Als sich der erste Tag zu Ende neigt, erscheint etwa 3 Sekunden vor Mitternacht ein seltsames Säugetier, das von nun an die Erde bevölkern wird: Der Mensch.

Die Geschichte der Erde – ein Rätsel

Kannst Du die Geschichte der Erde enträtseln?

Dazu musst Du zunächst die 9 Fragen richtig beantworten. Bei jeder Antwort erhältst Du einen Lösungsbuchstaben, der sich in dem dick umrandeten Feld befindet. Um an das Lösungswort zu kommen, musst Du nun die Buchstaben sortieren, bevor Du sie in das Schaubild einträgst. Die richtige Reihenfolge ergibt sich dadurch, dass Du Deine Antworten entsprechend der zeitlichen Abfolge in der Erdgeschichte sortierst.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Säugetiere entwickelten sich erst ganz spät in der Erdgeschichte. Ihr Siegeszug begann erst in der letzten Epoche der Erdgeschichte, die man als Känozoikum bezeichnet. Den deutschen Namen dafür kannst Du Dir bestimmt besser merken. Wie heißt er?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Damit sich auf dem Planeten mehrzellige und komplexe Organismen entwickeln konnten, mussten erst Algen und Cyanophyceen Sauerstoff herstellen. Die Erde bekam dadurch eine sauerstoffhaltige Lufthülle. Wie heißt der Fachbegriff ?

--	--	--	--	--	--	--

In dieser Epoche blühte das Leben im Meer auf. Wie heißt die erste Epoche des Erdaltertums?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Unter dem Namen Trias („Dreiheit“) werden drei verschiedene Perioden der Erdgeschichte zusammengefasst. Die älteste bekam ihren Namen von einem Gestein, das sich in dieser Zeit bildete. Wie heißt dieses Gestein?

--	--	--	--	--

Erst im Quartär, der letzten Phase der Erdgeschichte, entwickelte sich ein Säugetier, das bis heute den Planeten beherrscht. Wie heißt dieses Säugetier?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Vor etwa 65 Millionen Jahren kam es zu einem gewaltigen Meteoriteneinschlag, so dass die Dinosaurier ausstarben. Damit endete eine Epoche, die man als „Mesozoikum“ bezeichnet. Wie lautet der deutsche Name dieser Epoche?

--	--	--	--

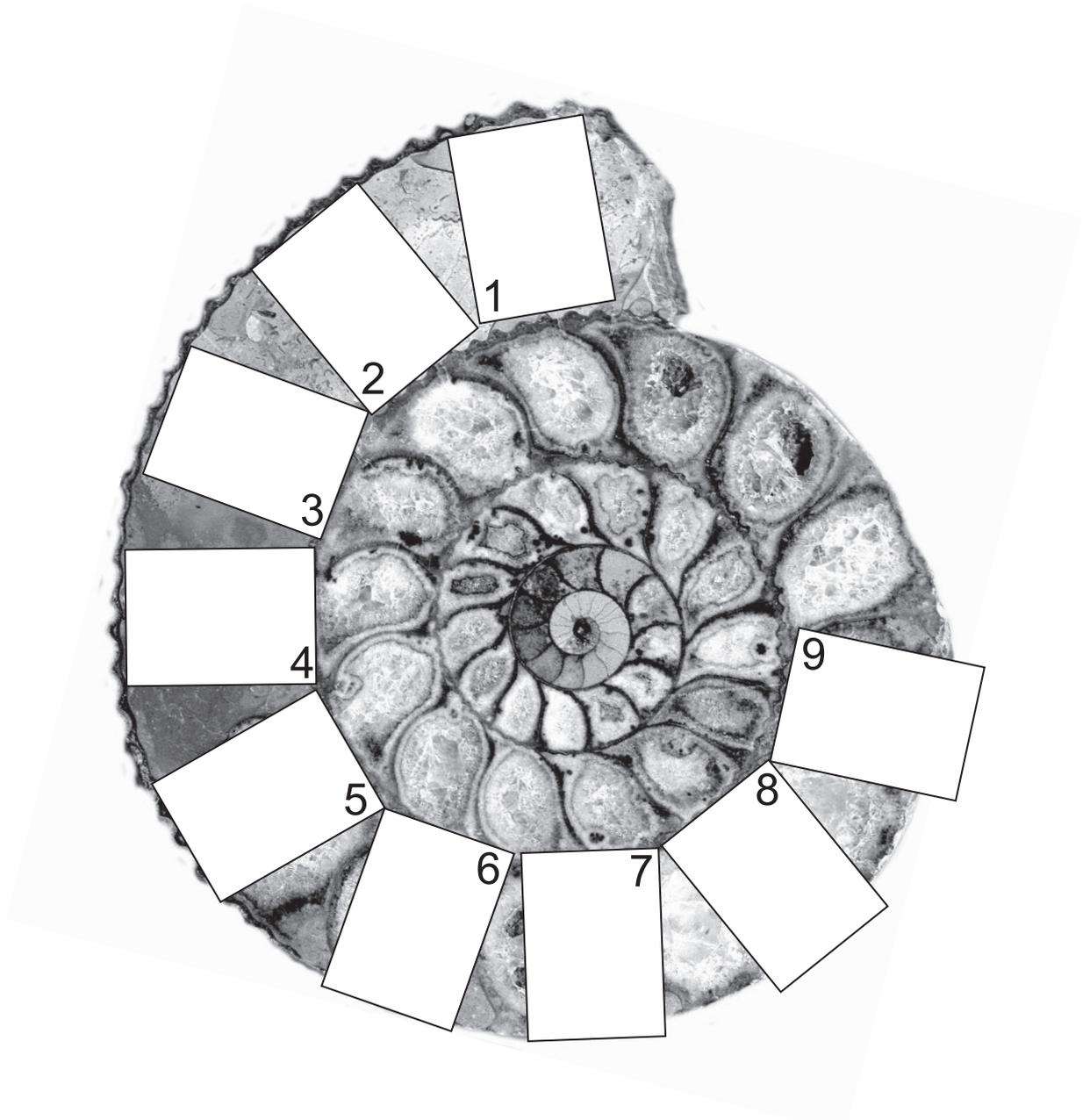
--	--	--	--

Als die Erde vor 4,6 Milliarden Jahren geboren wurde, gab es noch keine Kontinente und keine Meere. Die Erde war noch rundum flüssig. Mit welchem Begriff bezeichnet man allgemein flüssiges Gestein im Erdinneren?

--	--	--	--	--

In dieser Epoche bevölkerten die mächtigen Dinosaurier die Erde. Die Epoche verdankt ihren Namen aber einem Gestein, das Dir auch in der Schule wohl bekannt ist.

Im Karbonzeitalter bildeten sich Sümpfe mit üppigem Pflanzenbewuchs. Wenn das Pflanzenmaterial im Schlamm versank und luftdicht verschlossen wurde, bildete sich daraus ein wichtiger Bodenschatz, den wir auch heute noch nutzen.



Das Lösungswort nennt Dir den Namen von spiralig eingerollten, tintenfischartigen Kopffüßern, die Jahrtausende die Meere bevölkerten, heute aber ausgestorben sind. Versuche weitere Informationen über diese Tiere herauszufinden.

Die Rätzelschlange zur Erdgeschichte – Ein Spiel für 2-4 Personen (+ Spielleiter)

So wird gespielt:

Jeder der zwei bis vier Mitspieler erhält eine Spielfigur (z. B. aus dem Mensch-ärgere-dich-Spiel) und einen Würfel. Der Spieler, der beim ersten Würfeln die höchste Punktzahl gewürfelt hat, darf beginnen. Man darf mit seiner Spielfigur immer so viele Felder nach vorne rücken, wie man Punkte gewürfelt hat. Erreicht man ein Feld mit einem Ammoniten, dann heißt es, die entsprechende Frage zur Erdgeschichte richtig zu beantworten. Der Spielleiter überprüft, ob die Lösung richtig ist. Kann die Frage nicht beantwortet werden oder ist die Antwort ganz oder teilweise falsch, muss der Spieler eine Runde aussetzen. Gleichzeitig haben alle anderen Spieler ebenfalls die Möglichkeit, diese Frage zu beantworten. Ist eine Antwort richtig, darf dieser Spieler wahlweise sechs Felder nach vorne rücken oder das Feld des erstgenannten Spielers besetzen, z. B. wenn dieser einen Vorsprung von mehr als sechs Feldern hat. Wer als erster genau das Zielfeld erreicht, hat gewonnen.

Tipp: Man kann auch mehrere Runden spielen, denn es schadet ja nichts, sich die richtigen Antworten einzuprägen. Ihr könnt das Spiel aber auch mit eigenen Fragen umgestalten.

Fragen:

1. Wie alt ist etwa unsere Erde?
2. Nenne mind. 4 andere Planeten aus unserem Sonnensystem.
3. Wie ist der Name des riesigen Superkontinents, den es einmal gegeben hat?
4. Als Pangäa auseinanderbrach, entstand in der Mitte das Ur-Mittelmeer. Wie heißt es?
5. Nenne eine der ersten Lebensformen, die auf der Erde entstand.
6. In welcher Reihenfolge wurden die Bereiche Luft, Boden, Wasser von Lebewesen erobert?
7. Mit welchem Fachbegriff bezeichnet man Versteinerungen?
8. Im Zeitalter des Karbon begann aus abgestorbenen Pflanzen die Entstehung eines wichtigen Bodenschatzes. Wie heißt er?
9. Wenn Kontinentalplatten zusammenstoßen, können Gebirge entstehen. Wie heißen allgemein solche Gebirge?
10. Nenne zwei Perioden des Erdalters.
11. Welche „Hinterlassenschaft“ der Variskischen Gebirgsbildung gibt es in Deutschland?
12. Im Laufe der Erdgeschichte kam es immer wieder zu Klimaschwankungen. Wie wirkte sich eine Erhöhung der Temperatur auf den Meeresspiegel aus?
13. Was ist älter – Braunkohle oder Steinkohle?
14. Aus welcher Periode stammt das Gestein der Fränkischen Alb?
15. Welche der drei folgenden Tierarten ist die älteste – Pferd, Affe, Krokodil?
16. Leitfossil des Jura sind spiralig eingerollte tintenfischartige Meeresbewohner. Wie heißen sie?
17. Zu welcher Epoche gehören Kreide, Jura und Trias?
18. In welcher Periode vollzog sich hauptsächlich die Alpenfaltung?
19. Nenne ein typisches Gestein, das im Jura am Boden der Meere entstanden ist.
20. Wie nennt man den Urvogel, den man als Versteinerung gefunden hat?
21. Nenne eine erdgeschichtliche Periode, in der es Saurier gab.
22. Warum starben am Ende der Kreidezeit alle Saurier und viele anderen Tierarten aus?
23. In welcher erdgeschichtlichen Periode begann die große Verbreitung und Weiterentwicklung der Säugetiere?
24. In welchen Teilen Deutschlands haben die Gletscher der Eiszeiten die Landschaft verändert?
25. Wäre die Erde genau einen Tag alt, wann wäre dann der moderne Mensch erschienen?
26. Nenne mind. 3 Eiszeiten in Süddeutschland.

Start

1  2 

6  5  4  3 

7 

Die Rätselschlange

8  9  10 

zur Erdgeschichte

15  14  13  12  11 

16 

17  18  19 

23  22  21  20 

24 

25  26 

Ziel

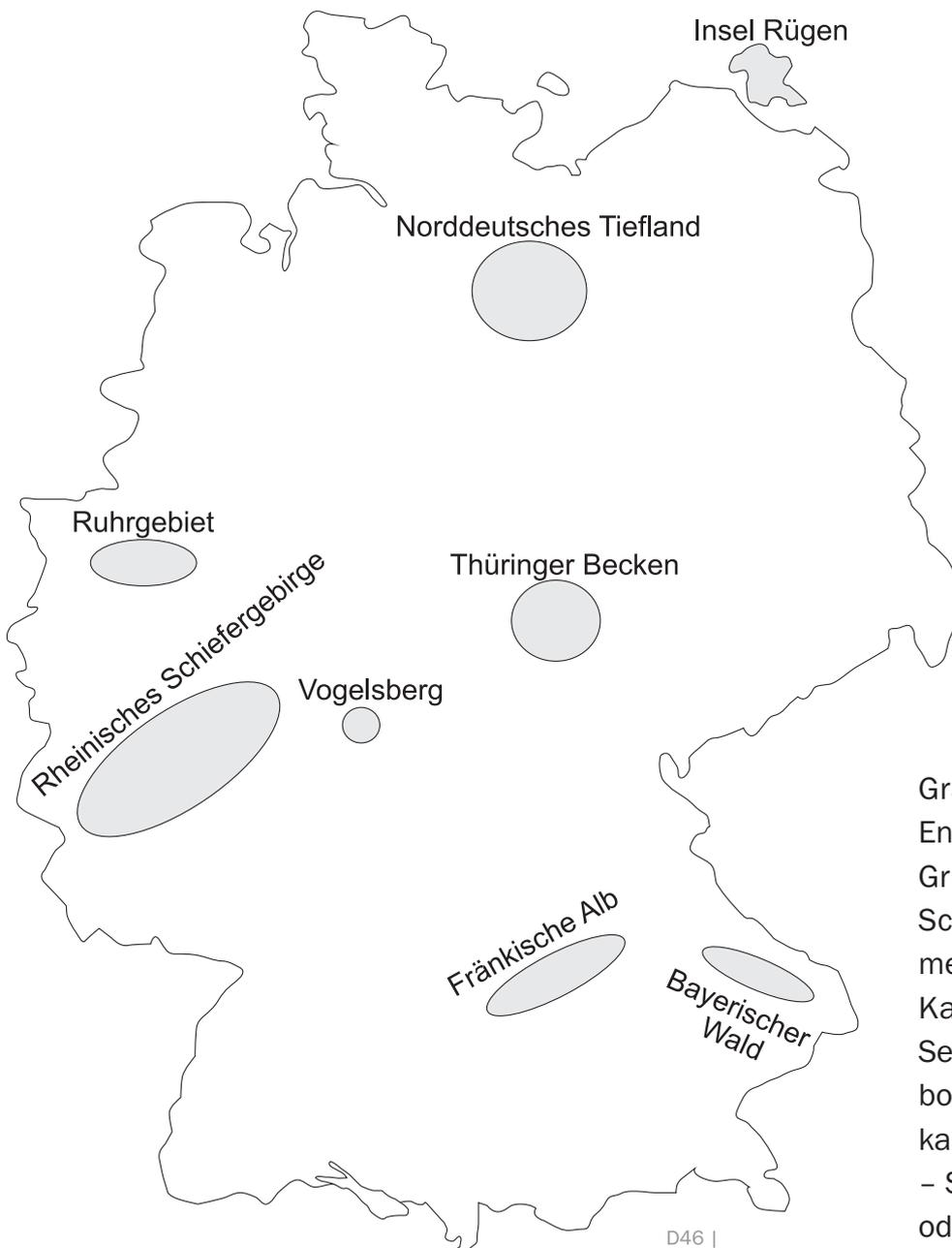
D45 |

Eine Reise durch Deutschlands Erdgeschichte

Arbeitsaufträge an die Schüler

In der nachfolgenden Karte siehst Du verschiedene Stationen, die wir auf einer erdgeschichtlichen Reise durch Deutschland besuchen wollen. Deine Aufgabe ist es nun, die Reiseroute durch Pfeile so einzuzichnen, dass die Reise chronologisch zum Verlauf der Erdgeschichte verläuft, d. h. unsere Reise soll bei dem von der Entstehung her ältesten der genannten Räume beginnen und beim jüngsten enden. Zusätzlich musst Du die unten aufgeführten Begriffe richtig zuordnen.

Hinweis: Du darfst natürlich eine geologische Karte Deutschlands zu Hilfe nehmen.



Granit – Jura – Basalt –
Endmoränen – kristallines
Grundgebirge – Kreide –
Schildvulkan – Karstfor-
men – Schiefer – Pfahl –
Kalk – Vulkanismus –
Seenplatten – Trias – Kar-
bon – Devon – Muschel-
kalk – Gletschervorstöße
– Steinkohle – letzte Peri-
ode des Mesozoikums

D46 |

Kleine Erdgeschichte Bayerns

Arbeitsauftrag an die Schüler

Anhand von wichtigen Fossilien soll ein Profil für die Gesteinsschichten Bayerns ohne die Alpen erstellt werden. Unter Zuhilfenahme der geologischen Karte von Bayern sollen die einzelnen Einheiten in ihren entsprechenden Farben ausgemalt und anschließend in ihrer stratigraphisch richtigen Position übereinander gelegt werden. Als Leitfaden dient die kleine Erdgeschichte Bayerns.

Infotext

Die Erde ist zwar schon mehrere Mrd. Jahre alt, aber erst seit der Zeit, in der sich deutlich erkennbare Organismen im Gestein erhalten haben, vor etwas mehr als 540 Mio. Jahren, kann die Erdgeschichte mit Hilfe von Fossilien rekonstruiert werden. Bayern lag damals auf der südlichen Erdhalbkugel, vor dem Nordrand des Riesenkontinentes Gondwana. Dem Kontinent war ein Meeresbecken vorgelagert, in dem im Kambrium hauptsächlich Ton- und Sandsteine zur Ablagerung kamen. Ihre wichtigsten Fossilien sind die Trilobiten. Im Ordovizium wurden Quarzsande und Tone abgelagert, in denen viele Spurenfossilien erkennbar sind. Im Silur vertiefte sich das Meer und beheimatete eine heute nicht mehr existierende Tiergruppe, die Graptolithen. Auch im Devon lag Bayern immer noch unter Wasser. In den Tonsteinen des Devons lassen sich Organismen finden, die als Spiriferiden bezeichnet werden. Bayern machte sich im Devon auf die lange Reise weg von Gondwana und der Südhalbkugel und traf vor etwa 330 Mio. Jahren, also im Oberkarbon, im Bereich des Äquators auf andere Kontinente. Mit ihnen wurde es zum Superkontinent Pangäa verschweißt. In den Sümpfen der anderen Nordkontinente, die schon zu Beginn des Karbons kollidiert sind, wurden mächtige Kohleablagerungen gebildet. Bayern dagegen blieb zu Beginn

des Karbons immer noch von Wasser bedeckt, wie man aus den damals abgelagerten tonigen Sedimenten weiß. Charakteristische Fossilien sind hier die Conodonten. Durch die Kollision der Kontinente und die Gebirgsbildung entlang ihrer Nahtstellen bei der Bildung von Pangäa hat sich die Kruste verdickt und wurde gehoben. Im Perm wurde das so entstandene Gebirge teilweise wieder erodiert. Dabei wurden mächtige Sandsteine abgelagert, in denen ein farnlaubiges Fossil namens *Callipteris* zu finden ist. Anschließend wurden die Sedimente der Trias abgelagert. Der Name Trias kommt von der klassischen Dreigliederung in Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper. Während im Buntsandstein und Keuper riesige Flusssysteme mächtige Lagen von Sandsteinen ablagerten, wurde Bayern im Muschelkalk von einem flachen Meer bedeckt. Dadurch haben sich mächtige Kalksteine gebildet. Wichtige Leitfossilien sind die Ceratiten im Muschelkalk und dazu Seelilien wie *Encrinurus*. Danach senkte sich das Land wieder langsam ab, da der Superkontinent auseinander driftete und sich neue Meeresbecken auftraten. Als Folge wurde Bayern vom Jurameer überflutet. Dreifarbig geht es im Anschluss weiter. Die schwarzen, braunen und weißen Gesteine des Juras wurden abgelagert. Die obersten Schichten des Juras beherbergen das wohl

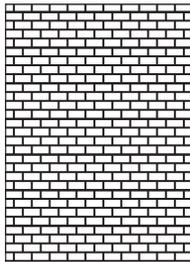
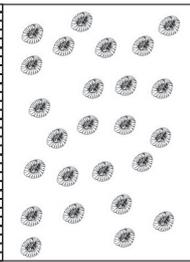
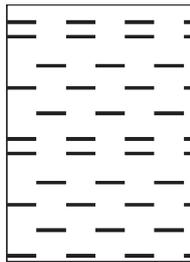
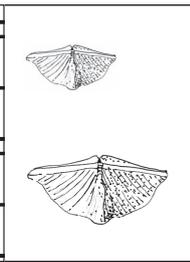
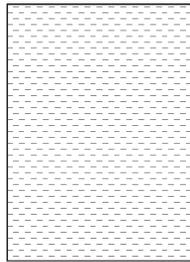
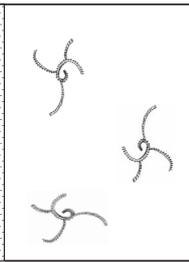
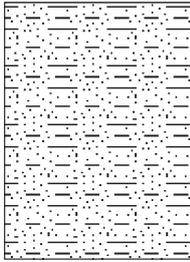
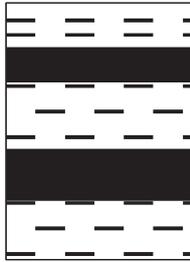
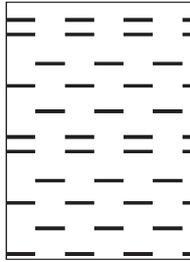
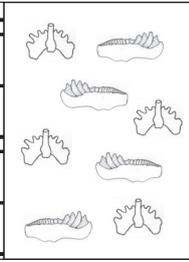
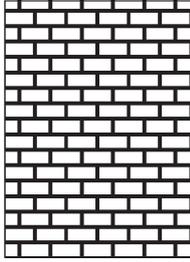
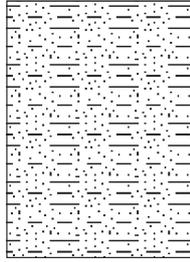
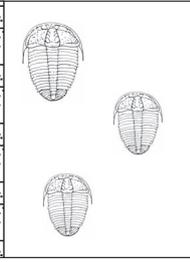
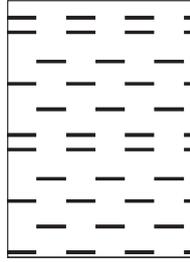
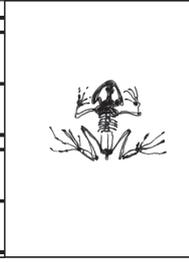
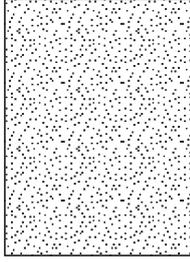
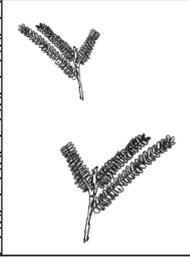
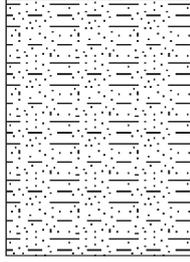
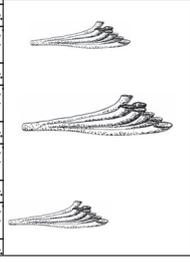
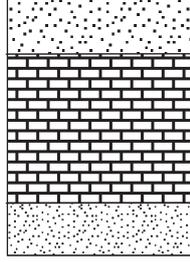
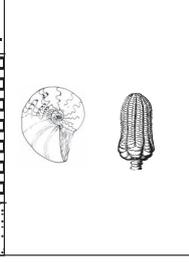
berühmteste Fossil Bayerns, den Urvogel *Archaeopteryx*. In der letzten großen Zeit der Dinosaurier haben unendlich viele kleinste Lebewesen ein Gestein gebildet, das der Zeit ihren Namen gab, die Kreide. Aufgebaut wird sie hauptsächlich aus Coccolithen. Das Paläogen läutet nach dem Aussterben der Dinosaurier die weite Verbreitung und rasche Weiterentwicklung der Säugetiere ein. Einzigartig gut erhaltene Säugetierreste, wie z. B. einen Frosch aus

dieser Zeit findet man in Sieblos (Rhön). Es wird nun warm, und im Neogen bilden sich ausgedehnte Sümpfe, aus denen Braunkohlen entstehen, die reichhaltige Pflanzenfossilien bergen. Das besondere Großereignis in diesem Zeitraum ist der Einschlag des Ries-Meteoriten. Im Quartär wird es dann ungemütlich, die Eiszeit haucht ihren kalten Atem über Bayern. Es wurde so kalt, dass selbst Mammuts lange wollige Haare trugen.

Zeichnungen der Fossilien und Gesteine zum Ausschneiden:

	Kalkstein		Sand- und Tonstein		Kohle		Kristallin
	Sandstein		Tonstein		Tonschiefer		

D47 |



Die orbitalen Klimazyklen

Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Benenne die in den Schaubildern dargestellten Veränderungen der Erdbahn-Parameter mit dem Fachbegriff.
2. Ordne die Aussagen den Bildern richtig zu.
3. Nenne und erläutere weitere (nichtastronomische) Einflussfaktoren auf das Klima.

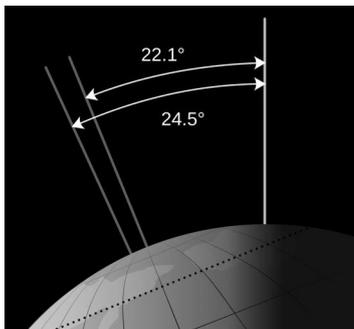
Infotext:

Eine der wichtigsten Ursachen für die langfristigen Klimaschwankungen auf der Erde sind Veränderungen der Erdbahn-Parameter. Der serbische Astrophysiker Milutin Milankovitch (1879 – 1958) erstellte 1941 Formeln zur Berechnung dieser zyklischen Vorgänge. Alle diese Vorgänge beeinflussen die Sonneneinstrahlung auf die Erde. Aus den verschiedenen Zyklenlängen kann eine Summenkurve errechnet werden als Maß für die Energiemenge, die die Erdatmosphäre von der Sonne über einen bestimmten Zeitraum erhält.

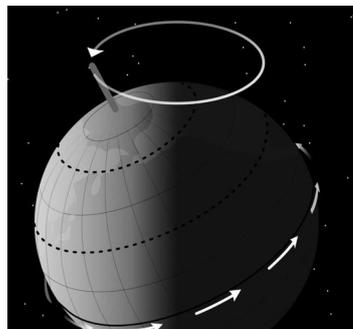
- a) Durch den Einfluss von anderen Planeten verändert sich die Umlaufbahn der Erde in Perioden von 100.000 und 400.000 Jahren. Die Exzentrizität gibt an, wie stark die Abweichung von der Kreisform ist.
- b) Darüber hinaus ist die Neigung der Erdachse keineswegs stabil. Sie variiert in einem Rhythmus von ca. 40.000 Jahren zwischen $22,1^\circ$ und $24,5^\circ$ (Obliquität).
- c) Die Erdachse zeigt auch nicht stets in die gleiche Richtung, sondern führt in einem Zyklus von jeweils 20.000 Jahren eine Kreisbewegung mit einer taumelnden Achse durch (Präzession).

D48 – D50 |

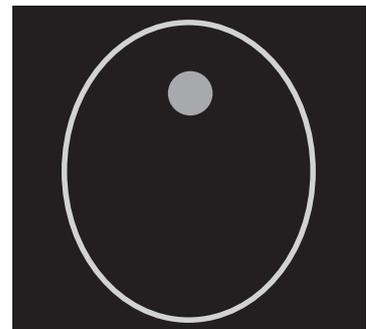
1.



A



B



C

2.

Eine geringere Achsneigung verstärkt den Unterschied zwischen polarer und äquatorialer Sonneneinstrahlung.

Die Jahreszeiten treten nicht immer am gleichen Bahnpunkt der Erdumlaufbahn auf. Zur Zeit durchläuft die Erde ihren sonnennächsten Punkt am 9. Januar, also mitten im Nordwinter. In 11.000 Jahren wird das im Nordsommer sein, so dass dann die Jahreszeiten auf der Nordhalbkugel ausgeprägter ausfallen werden.

Die Sonnenentfernung ändert sich im Jahresverlauf derzeit um 3,4%, die Einstrahlung um 6,8%.

Das Klima der Erde – stetigen Veränderungen unterworfen

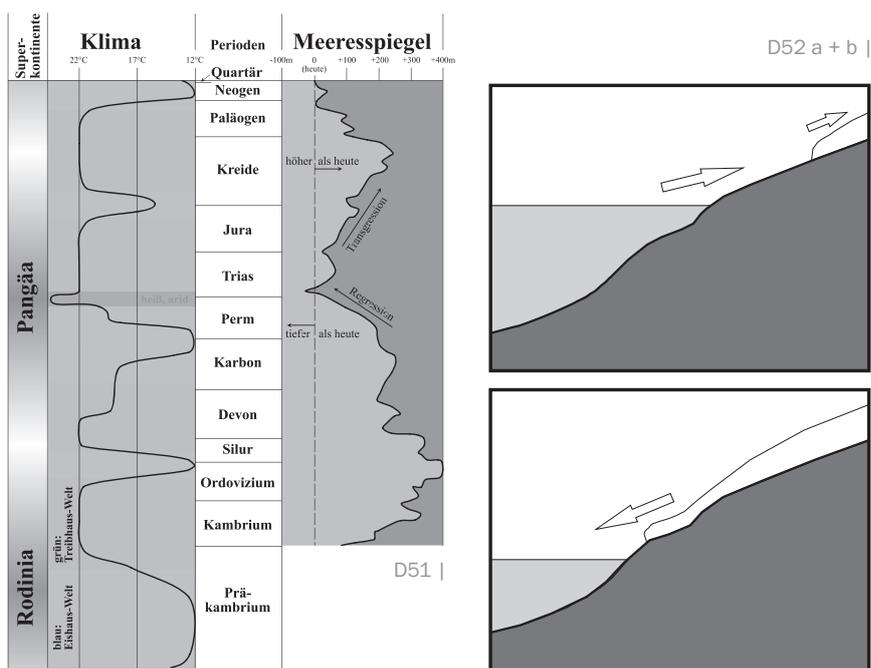
Arbeitsaufträge an die Schüler

1. Stellen Sie die aufgezeigten klimatischen Zusammenhänge mit Hilfe der beiden Graphiken dar.
2. Versuchen Sie, den dargestellten Klimaverlauf mit Ihnen bekannten tektonischen bzw. erdgeschichtlichen Großereignissen in Verbindung zu bringen.

Infotext

Das Klima der Erde war im Laufe der Erdgeschichte großen natürlichen Schwankungen unterworfen. Das sog. icehouseclimate (Kühlhaus-Klima) ist geprägt von einem generell kühl-trockenen Klima mit ausgeprägten Jahreszeiten und hohen Temperaturunterschieden zwischen den Polen und dem Äquator, das greenhouseclimate (Treibhaus-Klima) weist warm-feuchte und global ausgeglichene Bedingungen auf. Die klimatischen Schwankungen gehen einher mit einem unterschiedlichen Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre. Ist er hoch (über 1000 ppm), wird generell der Treibhaus-Effekt verstärkt. Dies ist z. B. der Fall bei starken vulkanischen Aktivitäten, wie sie bei großen tektonischen Veränderungen der Erdoberfläche auftreten. In der Folge schmelzen die Gletscher und es kommt zu einem Meeresspiegelanstieg (Transgression). Weite Schelfbereiche werden überflutet. Ist dage-

gen der Kohlendioxid-Gehalt gering (unter 500 ppm), z. B. nach einer Phase hoher Produktion an Biomasse, kommt es zu einer vermehrten Speicherung von Wasser in Form von Gletschereis und damit zu einem sinkenden Meeresspiegel (Regression). Dieser Effekt wird dadurch verstärkt, dass die Eismassen aufgrund ihrer hellen Oberfläche für eine vermehrte Rückstrahlung der Sonnenenergie (Albedo) sorgen, so dass es zu einem Rückkopplungseffekt kommt.



Herausgeber

Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit (StMUG)

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB)