



10.8

Die Evolution an der Wäscheleine Ein geologisch-paläontologischer Zeitpfad

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover
Schulbiologiezentrum

Titel: **Die Evolution an der Wäscheleine**
Ein geologisch-paläontologischer Zeitpfad
Arbeitshilfe Nr. 10.8
2. Auflage , Januar 2003

Verfasser: Ingo Mennerich

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover
Schulbiologiezentrum
Vinnhorster Weg 2
30419 Hannover
Tel: 0511/ 168- 47665/7
Fax: 0511/ 168- 47352
E-Mail: schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de

Unvorstellbar lange Zeiträume anschaulich machen:

Der Homo sapiens kann, wohl als einzige Spezies, auf 4,5 Milliarden Jahre einer wechselvollen und von vielen Zufällen geprägten Erdgeschichte zurückblicken, in die er selbst fest verwurzelt ist. 4,5 Milliarden Jahre sind ein unvorstellbar langer Zeitraum, in der die Entwicklung zum Menschen aus affenartigen Frühformen nur noch der allerletzte kurze Abschnitt darstellt. Dramatischer wird das noch, wenn man berücksichtigt, dass die biologische Vorgeschichte der Menschheit letztlich mit dem „Urknall“ und der Bildung von Materie vor ca. 15 Milliarden Jahren begann. Das Schulbiologiezentrum Hannover leiht seit Jahren Unterrichtsmaterialien zum Thema Evolution aus. Mit dem vorliegenden Projektvorschlag möchten wir

- geologische/paläontologische Zeiträume anschaulich darstellen
- auszuleihende Materialien in einen zeitlichen Zusammenhang stellen

Die erforderlichen Grundmaterialien stellen wir Ihnen leihweise als „Evolutionenkiste“ zur Verfügung. Zusätzliche Materialien bestellen Sie bitte wie gewohnt aus unserem Leih- und Lieferprogramm. Eine ausgespannte 50 m lange Wäscheleine wird – zeitmaßstabsgetreu – in geologische Zeitalter (z.B. Jura, Kreide) aufgeteilt. Die Leine ist in Meter-Abständen mit Markierungen versehen.

Der nachstehenden Tabellen entnehmen Sie bitte, wann das jeweilige Zeitalter begonnen hat und wie viele Meter Sie vom Endpunkt der Leine (d.h. heute) zurückgehen müssen. An die entsprechende Stelle klammern Sie das Schild mit dem Namen des Zeitalters.

Wir verteilen zunächst einen Zeitraum von 4500 Millionen Jahren auf 50 m Länge. Soviel Zeit ist seit der Entstehung der Erde vergangen.

Das Tertiär und das Quartär, also der Zeitraum, der vor ca. 65 Mill. Jahren begann, gilt als das Zeitalter der Menschwerdung. Wenn 4500 Mill. Jahre auf 50 m Länge projiziert werden, schrumpft diese, für unsere Spezies entscheidende Phase auf die letzten 0,72 m zusammen.

Sie können das Tertiär und Quartär gesondert herausgreifen und es auf der zweiten 50m-Leine darstellen. Dies gilt natürlich auch für andere Zeiträume. Im Anhang finden Sie neben der Grundversion (-4500 Mill. Jahre bis heute) auch die Längen für einen Zeitpfad ab Kambrium bzw. ab Tertiär. Ein zweiter Satz Klammern und Schilder wird auf Wunsch mitgeliefert.

Damit haben Sie ein nutzbares Grobraster. Die Jahresangaben – und damit natürlich auch die Punkte auf der Leine – sind in der Literatur sehr unterschiedlich und z.T. auch recht umstritten. Wir haben das Lehrbuch „Biologie“ von Campbell zu Grunde gelegt, ohne damit den Anspruch auf die letzte wissenschaftliche Lehrmeinung zu erheben. Im Rahmen unseres Projektes kommt es nicht auf ein paar Millionen Jahre mehr oder weniger an.

Im Anhang (und auf Diskette) finden Sie ein Computerprogramm in Qbasic, das Ihnen die Zeitabschnitte auf einer beliebig langen Leine ausdrückt.

Sie können es (auch mit ihren Schülern) bei Bedarf verändern (oder neu schreiben). Das Programm eröffnet Ihnen die Möglichkeit, auch andere Zeiträume, etwa die Zeit seit dem Urknall oder die Zeit seit den ersten Menschen darzustellen. Natürlich können Sie auch die Länge des Zeitpfades verändern. Sie können dem Programm auch zusätzliche „Highlights“ hinzufügen, etwa den Zeitpunkt, zu dem sich eine sauerstoffhaltige Atmosphäre bildete. Alle Abschnitte lassen sich natürlich auch mit Bleistift oder einem Taschenrechner berechnen.

Die Vergangenheit in geologische Epochen aufzuteilen ist für sich genommen eine ziemlich tote Angelegenheit. Der Raum um die aufgespannte Leine ist mit Dingen anzufüllen, die von der Vergangenheit zeugen (z.B. Fossilien) und die für uns wichtig sind. Eine Kerze, die in einem geschlossenen Gefäß an CO₂ erstickt ist, weist auf eine frühe Zeit hin, als es noch keinen Sauerstoff gab. Kohle und Erdöl sind im Karbon bzw. in der Kreidezeit entstanden,

ohne sie wären wir Menschen nicht dahin gekommen wo wir heute sind.

Wir haben tabellarisch eine Reihe von Ereignissen in der Evolution aufgeführt, die unserer Meinung nach einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die Existenz des Menschen hatten und haben. Gäbe es uns Menschen z.B., wenn vor 65 Mill. Jahren die Saurier nicht ausgestorben wären? Gäbe es uns, wenn nicht irgendwann in grauer Vorzeit die Photosynthese „erfunden“ worden wäre? Und diese kann natürlich nur mit Sonnenlicht und Wasser funktionieren. Wäre nicht vor Milliarden von Jahren ein massereicher Stern in unserer Nähe als „Supernova“ explodiert, hätte es weder den Staub gegeben, aus dem das Sonnensystem entstand, noch das Wasser. Wir sind einen sehr, sehr langen Weg gegangen, lange ohne zu ahnen, wohin die Entwicklung eigentlich geht. Viele Zufälle haben uns zu dem gemacht, was wir sind. Die Evolution der Materie und des Lebens vollzog sich in immensen Zeiträumen, die der menschliche Verstand nicht fassen kann und die auch eine Zeitleiste allenfalls maßstabsgerecht darstellen kann. Wenn bei dem Projekt aber weitere Fragen, Staunen oder gar Ehrfurcht aufkommen, hat es seinen Zweck erfüllt.

Ingo Mennerich, August 2000

Nachtrag zur 2. Auflage

Im Geowissenschaftlichen Jahr 2002 hat das Schulbiologiezentrum Hannover in Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung einen neuen Themengarten geschaffen, den „GeoGarten“. Auf knapp einem Viertel Hektar Fläche konnten wir über 400 Millionen Jahre niedersächsische Erdgeschichte in Gestalt von großen devonischen bis tertiären Blöcken zusammentragen. Hier finden sich Intrusiv- und Eruptivgesteine, etwa Granit, Diabas und Basalt wie auch eine Fülle sedimentärer Bildungen von Sandstein über Muschelkalk bis Gips. Bruchstücke lassen sich mit Lupe, Binokular und Chemikalien untersuchen. Eine große, in der Mitte gelegene Sand- und Wühlkiste mit einer großen Zahl ungeordneter Handstücke bietet den Menschen aller Altersklassen die Möglichkeit, ganz spielerisch und nicht nur mit den Augen, geologische Zusammenhänge zu begreifen. Zum GeoGarten sind Anfang 2003 zwei Broschüren erschienen.

Ende 2002 haben wir eine Auswahl verschiedener Gesteine und Erze aus dem Harz in unser Leihprogramm aufgenommen.

Die „Geologische Wäscheleine“ können Sie mit Ihren Schülern, zusammen mit dem in der folgenden Arbeitshilfe vorgeschlagenen Ausleihmaterialien hier im GeoGarten aufhängen.

Ingo Mennerich, Januar 2003

Der geologisch-/paläontologische Zeitpfad

Literatur:

Silk, Die Geschichte des Kosmos, Spektrum
 J.D. McDougall, Eine kurze Geschichte der Erde
 Stanley, Historische Geologie
 Zimmermann, Geschichte der Pflanzen
 Vogellehner, Paläontologie
 Heil, Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreiches
 Meyer, Einführung in die Geologie des Westharzes

	Ereignis, erstes Auftreten von...	Vor Mill. J.	Empfohlenes Anschauungsmaterial
	„ Urknall “, Ausdehnung des Kosmos, Quanten, Elektronen-Quark-Suppe, Bildung von Protonen und Neutronen , etwa 3 Minuten später setzt die Synthese von Atomkernen ein, Universum noch undurchsichtig	15000	
	Bildung von Materie	14990	
	Entkopplung, das Universum wird durchsichtig	14700	
	Kosmos besteht nur aus Wasserstoff und Helium	14500	
	Protogalaxien, erste Sterne	14000	
	In massereichen Sternen beginnt die Fusion schwerere Elemente aus Wasserstoff und Helium (z.B. Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Eisen)	14000	
	Quasare, Galaxiensphäroide	12000	
	Galaxienscheiben	10000	
	Massereicher Stern in der Umgebung der Sonne explodiert als Supernova, dabei werden im Kern „erbrütete“ schwerere Elemente wie z.B. Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Eisen frei	6000	
	Sonnensystem entsteht aus einer rotierenden Staubscheibe, die fast alle heute bekannten chemischen Elemente enthält (aus Supernova entstanden)	4700	

	Beginn P R Ä K A M B R I U M	4600	
A R C H A I K U M	Beginn A R C H A I K U M	4600	
	Erde entsteht	4600	
	Mond entsteht	4600	
	Erste Kontinente	4200	
	Erstarren der abkühlenden Erdkruste	4000	
	Bombardement durch Meteoriten	4000	
	Ausdifferenzierung von Eisen, Bildung eines Eisenkerns im Zentrum der Erde und Aufbau eines Magnetfeldes (schützt vor solarem Teilchenstrom)	4000	Eisen, Kompass
	Älteste bekannte Gesteine (NW-Territorien Kanada)	3900	
	Älteste Sedimentgesteine (W-Grönland)	3800	
	Atmosphäre besteht in erster Linie aus CO ₂	3500	
	Älteste Fossilien (einzellig, bakterienähnlich)	3500	
	Älteste Gesteine Europas (Kola-Halbinsel)	3500	
	Stromatolithen aus (wahrscheinlich) Cyanobakterien	3400	
	Älteste bekannte Mikrofossilien (Proalgen)	2800	
Atmosphäre noch sauerstoffarm: Eisen wird nach Erosion als Fe ²⁺ ins Meer gespült und bildet dort Bändereisenerze aus (oxidiertem) Fe ³⁺	2800	Eisennägel in CO ₂ -Atmosphäre rosten nicht	
P R O T E R O Z O I K U M	Beginn PROTEROZOIKUM	2500	
	Akkumulation atmosphärischen Sauerstoffs, von Cyanobakterien gebildet	2500	Cyanobakterien unter dem Mikroskop
	Vereisung? Gletschersedimente am Huronsee/Kanada	2300	
	Älteste Hämatitschichten (Eisenoxid)	2300	
	Älteste fossile Cyanobakterien (Gunflint Formation)	2000	
	Bildung der Bändereisenerze hört auf, da Eisen bereits an der sauerstoffhaltigen Luft oxidiert, jetzt Bildung von Roteisen-Sandsteinen (Hämatit)	1800	Eisennägel in O ₂ -Atmosphäre rosten
	Urkontinent Laurentia umfasst Nordamerika, Grönland, Teile der Britischen Inseln, Skandinaviens und Nordrussland	1600	
	Rapakivi-Granit von den Aalandinseln	1600	Rapakivi
	Erste Eukaryoten: Zellen mit Kern und Zellorganellen (Endosymbionten?) ► Paramecium bursaria mit endosymbiontischen einzelligen Grünalgen	1400	Paramecium, Euglena
	Entstehung von Vielzellern (älteste tierische Fossilien), vorwiegend Weichtiere	600	

	Abspaltung der Arthropoden (Gliederfüßern, später z.B. Insekten, Krebstiere, Spinnen, Tausendfüßer) von den Anneliden (Ringelwürmern, heute z.B. Regenwurm)	600	Regenwurm, Tausendfüßer, Präparat Peripatus (Stummelfüßer): Zwischenglied zwischen Anneliden und Arthropoden
--	---	-----	--

PALÄOZOIKUM	Beginn PALÄOZOIKUM		544		
	Beginn KAMBRIUM		544		
	KAMBRIUM	„Kambrische Explosion“: Massive Entwicklung neuer und komplexerer Arten			
		Kontinent „Gondwana“ vereint fast alle heutigen Erdteile (Ausnahme Nordamerika, Baltika und Sibirien)			
		Radiolarien bereits vorhanden			Radiolarien Mikropräparat
		Erste Trilobiten (sterben am Ende des Kambriums aus)			
		Erste Chordatiere (Chordata) (Branchiostoma ähnl.)			Branchiostoma Modell
		Wirbelsäule			
		Erste Tunicata (Manteltiere) ► eigene Entwicklungslinie der Chordata (heute Seescheiden)			
		Skelettgestützte Extremitäten			
	ORDOVIZIUM	Beginn ORDOVIZIUM		505	
		Massives Auftreten von Brachiopoden (Armfüßer)			Fossilien
		Ozean zwischen Gondwana und Ur-Nordamerika beginnt sich zu schließen			
		Zeitalter der Tange (Thalassiphyten mit isomorphem Generationswechsel)			Tang
		Erste Wirbeltiere ► Agnatha = Kieferlose (heute Neunaugen und Schleimaale) mit knorpeligen Kiemenbögen			Neunauge Hirnmodell
	SILUR	Beginn SILUR		438	
		Erste Landpflanzen entwickeln sich aus Algen ► Rhyniales (in Gezeitenzonen)			
		Lungenartige Organe (Schwimmlase, Lunge)			
		Sauerstoffgehalt der Atmosphäre liegt jetzt bei ca. 10% (heute 21%)			
		Bildung der Ozonschicht (O ₃) ► Abschirmung der landlebenden Organismen vor UV-Strahlung			

PALÄOZOIKUM	SILUR	Erste Spinnen entwickeln sich aus (ausgestorbenen) Trilobiten		Spinnen
		Erste Moose ► Generationswechsel Gametophyt-Sporophyt, Sporophyt sitzt Gametophyt auf, beide auf feuchte Umgebung angewiesen		Moose
		Samenlose Gefäßpflanzen (z.B. Farne, Bärlappe) ► Generationswechsel Gametophyt-Sporophyt, sexuelle Fortpflanzung auf Prothallien in feuchter Umgebung		Farn, Lieferung Farne
		Aus den Kiemenbögen der ersten Fische entwickeln sich Kiefer, aus (Knochen-)Schuppen die Zähne		
		Kaledonische Gebirgsbildung (Norwegen, Schottland), im Karbon/Perm bereits eingeebnet, im Tertiär als Block gehoben und im Quartär (Eiszeit) überformt		
		Erste Knochenfische		
	Beginn DEVON		408	
	DEVON	Erste Quastenflosser (Crossopterygier) ► heute lebendes Fossil (Latimeria) in der Tiefsee		Latimeria Modell
		Erste Lungenfische (heute nur noch wenige Arten)		
		Amphibien entstehen aus (Lungen-)Fischen oder Quastenflossern ► Metamorphe Entwicklung (Kaulquappe im Wasser) „tragfähigeres“ Skelett, Beine, drüsenreiche feuchte Haut		Molche, Frösche, Laich, Kaulquappen
		Erste (noch flügellose) Insekten		
		Marine Ton- und Kalkablagerungen im Gebiet des heutigen Harzes ► Kahlebergsandstein mit Trilobiten und Brachiopoden (z.B. Schalke, Bocksberg), Wissenbacher (Ton-)Schiefer bei Goslar, Kalkstein Romkerhall, Korallenriffe (heutiger Ihberg)		Handstücke Sammlung Harzgesteine
		Ur-Nordamerika und Gondwana (hier: NW-Europa) kollidieren, Auffaltung der Appalachen		
		Pflanzen entwickeln holzige Elemente und Leitbündel ► Anpassung an Besiedlung des Landes		
		Erste Samenpflanzen (z.B. Coniferen, Cycadeeen) bilden sich aus samenlosen Gefäßpflanzen ► Sexuelle Fortpflanzung und Verbreitung unabhängig von feuchten Lebensräumen		Cycas, Coniferen-Zapfen
Amphibium Ichtyostega ► „erster Landgang“		Modell		
Beginn KARBON (Carbo = Kohle)		360		
	Reptilien entstehen aus Amphibien -> Trockene, wasserundurchlässige drüsenlose Schuppenhaut, Eier mit Schale und Amnion („tragbarer Teich“)		Rezente Reptilen (z.B. Schildkröten), Schlangenhemd, Reptilieneier	

PALÄOZOIKUM	KARBON	Karbonwälder vor 300 – 350 Mill. J (z.B. Calamiten = Schachtelhalme, Filices = Echte Farne), Ur-Europa (im Superkontinent Pangäa vereint) lag am Äquator, Klima feucht tropisch		Schachtelhalme, Farne, Kohle
		Beginn der Bildung von Kieselschiefern (aus Radiolarien), Quarzit und Grauwacke im Bereich des heutigen Harzes		Handstücke, Radiolarien Mikropräparat
		Erste säugerähnliche Reptilien		Haare
		Weitere Teile Gondwanas (NW-Afrika, evtl. auch Südamerika) kollidieren mit Ur-Nordamerika ► Weiterhin Auffaltung der Appalachen ► Bildung des Superkontinents Pangäa		
		Auffaltung des Variskischen Gebirges, Entstehung des Brockenplutons (Granit) und der Harzer Erzgänge, im Perm (Rotliegendes) bereits wieder eingeebnet, Harz wird im Tertiär als Block herausgehoben und im Quartär überformt		Brockengranit, Erze aus dem Harz
	Beginn PERM		286	
	PERM	Zeitalter der Gymnospermen (Nacktsamer): Coniferen, Ginkgophyten, Cycadeen		Coniferen z.B. Araucaria, Ginkgo, Cycas
		Im „Rotliegenden“ ist das variskische Gebirge zur Rumpffläche eingeebnet (Rote Konglomerate im Südharz)		
		Im periodisch austrocknenden „Zechsteinmeer“ (flaches Randmeer) werden Salze ausgefällt, die heute unsere Salzstöcke (z.B. Empelde, Ronnenberg usw.) bilden. Gipsablagerung bei Osterode und (in Salzstöcken) z.B. bei Sehnde und Empelde		Steinsalz, Gips
		Erste Käfer		Rezente Arten
Massive Vulkantätigkeit: Rhombenporphyr Oslograben (magmatisches Gestein), Porphyre (Felsitporphyr) bei Bad Sachsa			Rhombenporphyr, Porphyre aus dem Harz	
Massenaussterben Ende des Perm: Z.B. 80 –90% aller meeresbewohnenden Arten				

Beginn MESOZOIKUM		245	
Beginn TRIAS		245	
Urmittelmeer Thetys teilt den Urkontinent Pangäa in West-Ost-Richtung (in Äquatornähe), hier gewaltige Korallenstöcke ► heute z.B. die Dolomiten in N-Italien			

M E S O Z O I K U M	T R I A S	Squamata ► eigene Entwicklungslinie zweigt von den Archosauria ab und führt zu Echsen, Schlangen		Rezente Arten (z.B. Schlangen, Echsen)
		Säugerähnliche Reptilien		
		Im „Buntsandstein“ sedimentiert z.B. das Material, dass heute das Helgoländer Oberland bildet		Buntsandstein
		Erste Eibengewächse (Taxaceae)		Rezente Arten
		Anapsida ► eigene Entwicklungslinie der Reptilien zweigt von den Sauropsida ab und führt zu den Schildkröten		Präparat Schildkröte
M E S O Z O I K U M	J U R A	Beginn JURA		208
		Federn (Vögel entstehen aus Reptilien)		Federn
		Ältester heute noch erhaltener Meeresboden (dichter Basalt, sonst an den Rändern der weniger dichten „leichteren“ Kontinente abgetaucht (Subduktion))		Basalt
		Erste Diatomeen (Kieselalgen)		Diatomeen
		Älteste Fossilien von Araucaria (Zimmertanne)		Rezente Arten
		Archosauria ► eigene Entwicklungslinie führt zu den Krokodilen, Sauriern und Vögeln		Präparat Krokodil, Schädel
		Der Superkontinent Pangäa zerbricht: Die Vorläufer Europas und Asiens trennen sich entlang des Mittelatlantischen Rückens von den Vorläufern Nord- und Südamerikas ► Entstehung des Atlantischen Ozeans		
		Ammoniten		Fossil
		Bildung von hartem Korallenoolith im oberen Jura (Malm) ► z.B. Kamm des Deisters		Korallenoolith (Deister/Bielstein)
		Archaeopteryx ► Urvogel, Bindeglied zwischen Reptilien und Vögeln		Modell, Fossil
		M E S O Z O I K U M	K R E I D E	Beginn KREIDE
Erste Angiospermen (Bedecktsamer) ► Blütenpflanzen (z.B. Magnolien)				Rezente Blütenpflanze
Pangäa zerbricht weiter: Afrika, Südamerika und Indien lösen sich ab				
Iguanodon				Modell Landesmuseum
Tyrannosaurus rex				Schädelabguß
Älteste Fossilien von Thuja (Lebensbaum), Picea (Fichte), Pinus (Kiefer)				Rezente Arten
Rumpffläche des ehemaligen variskischen Gebirges wird im Bereich des Harzes als „Kippscholle“ gehoben, aufliegende jüngere Schichten werden steil aufgestellt, z.B. Teufelsmauer bei Thale oder Langenberg/Oker (Kreide/Senon)				Exkursion Nordharz

M E S O Z O I K U M	K R E I D E	Die Region Hannover ist Meeresgebiet: Seeigel, Belemniten, Ammoniten aus der Oberkreide (Hannover-Anderten), Kalkablagerungen (einzellige Coccolithophoriden) ► Kreide, Zement		Fossilien, Kreide, Zement, „lebendes Fossil“ Nautilus
		Silikatanreicherungen (z.B. Kieselschwämme, Diatomeen) führen zur Entstehung von Flinten (Feuersteine)		Feuersteine (z.B. in Kalkgruben östl. Hannover)
		Im Zechstein (Perm) angelegter Salzstock lässt Buntsandstein- und Kreideschichten von Helgoland aufsteigen		Buntsandstein und kreidezeitliche Fossilien (Helgoland)
		Ost-Gondwana zerbricht: Indien löst sich von Antarktika-Australien		
		Meteoriteneinschlag im Golf von Mexiko: Massenaussterben Ende der Kreide, z.B. Aussterben der Dinosaurier		

K Ä N O Z O I K U M	T E R T I Ä R	Beginn K Ä N O Z O I K U M	65	
		Beginn TERTIÄR	65	
		Beginn Paläozän	65	
		Ausbreitung der Säugetiere		
		Afrikanische Platte kollidiert mit Eurasiatischer Platte: Auffaltung der Alpen		
		Hundegroßes Urpferd Eohippus (Hyracotherium): 4 Zehen (Ballenfuß), Laubfresser, noch mit Eckzähnen		Evolution des Pferdefußes
		Indischer Subkontent kollidiert mit asiatischer Platte: Entstehung des Himalaya		
		Spitzhörnchen als frühe Primaten (Insektenfresser)		Tupaia (Zoo), Schädel
		Beginn Eozän	57	
		Koboldmakis/Lemuren/Loris ► eigene Entwicklungslinie		
		Australien löst sich vom Südkontinent (heute Antarktis) und wandert nordwärts ► Eigene Entwicklungslinien von Pflanzen und Tieren (z.B. Eukalyptus, Beuteltiere)		
		Altwelt-/Neuweltaffen ► eigene Entwicklungslinien		
		Gibbons ► eigene Entwicklungslinie Hylobates		Gibbons im Zoo

KÄNOZOIKUM	Beginn Oligozän	34	
	Laubfressendes Pferd Mesohippus mit 3 Zehen (Ballenfuß)		Evolution des Pferdefußes
	Beginn Miozän	23	
	Orang-Utan ► eigene Entwicklungslinie Pongo		Orang-Utans (Zoo), Schädel
	Gorilla ► eigene Entwicklungslinie Gorilla		Gorillas im Zoo, Schädel
	Urweltmammutbaum (Metasequoia) bis Miozän fossil überliefert		Urweltmammutbaum (Schulbiologiezentrum)
	Gras fressendes Pferd Merichippus mit 3 Zehen (nur eine Zehe tritt auf, Springfuß)		
	Starke Entwicklung des Ostafrikanischen Grabenbruchs (Plattentektonik) führt zu klimatischer Grenze zwischen versteppendem Osten und feuchtheißem Westen ► Eigene Entwicklungslinie Homo		Stammbaum des Menschen
	Beginn Pliozän	5	
	Australopithecus africanus (Gehirnvolumen 440 – 530 cm ³)		Vormenschenschädel
Homo erectus modjokertensis		Vormenschenschädel	
Pferd Equus caballus mit 1 Zehe (Springfuß)		Evolution des Pferdefußes	
QUARTÄR	Beginn QUARTÄR	1,8	
	Beginn Pleistozän	1,8	
	Australopithecus boisei		Vormenschenschädel
	Homo erectus erectus (Pithecanthropus) mit vorspringendem Untergesicht, "Hauszelt"-Kopfform, Überaugenwülsten, robustem Skelett		Vormenschenschädel
	Homo erectus pekinensis (Peking-Mensch)		Vormenschenschädel
	Eiszeit (Gletschervorstoß bis Lüneburger Heide), skandinavische Geschiebe in Norddeutschland		Windkanter, z.B. norwegische Rhombenporphyre
	Homo sapiens neanderthalensis mit vorspringendem Mittelgesicht, „Brotlaib“-Kopfform, Überaugenwülsten, robustem Skelett		Sammlung Vormenschenschädel
	Homo Sapiens sapiens (Cro Magnon)		Vormenschen-schädel

	Eiszeit (Gletschervorstoß bis Ostholstein/Mecklenburg)		
	Heutiger Mensch Homo sapiens (Gehirnvolumen 1400 cm ³)		
	Beginn Neuzeit	0,01	

Grenzen der geologischen Zeitalter nach Campbell, Biologie, S. 498

Beispiele zur Anwendung des Computerprogramms

Berechnung der Länge eines Geologie-/Paläontologiepfades Archaikum (-4500 Mill J.) bis heute, projiziert auf 50 m Länge Programm Qbasic

Länge des Pfades in m	50
Zeitspanne in Mill. Jahren	4500

Eine Mill. Jahre sind im Beispiel:	0.01m
10 Mill. Jahre sind im Beispiel:	0.11 m
50 Mill. Jahre sind im Beispiel:	0.56 m
100 Mill. Jahre sind im Beispiel:	1.11 m

K Ä N O Z O I K U M

Neuzeit -0.01 Mill. J.	0.0001 m
Pleistozän -1.8 Mill. J.	0.02 m
Quartär -1.8 Mill. J.	0.02 m
Pliozän -5 Mill. J.	0.06m
Miozän -23 Mill. J.	0.25 m
Oligozän -34 Mill. J.	0.38 m
Eozän -57 Mill. J.	0.63 m
Paläozän -65 Mill. J.	0.72 m
Tertiär -65 Mill. J.	0.72 m

M E S O Z O I K U M

Kreide -144 Mill. J.	1.6 m
Jura -208 Mill. J.	2.31 m
Trias -245 Mill. J.	2.72 m

P A L Ä O Z O I K U M

Perm -286 Mill. J.	3.18 m
Karbon -360 Mill. J.	4 m
Devon -408 Mill. J.	4.53 m
Silur -483 Mill. J.	4.87 m
Ordovizium -505 Mill. J.	5.61 m
Kambrium -544 Mill. J.	6.04 m

P R Ä K A M B R I U M

Proterozoikum -2500 Mill. J.	27.78 m
Archaikum -4500 Mill. J.	50 m

Sonnensystem - 4600 Mill. J.	51.11 m
Galaxienscheiben -10000 Mill. J.	111.11 m
Quasare/Galaxiensphäroide -12000 Mill. J.	133.33 m
Protogalaxien/Erste Sterne -14000 Mill. J.	155.56 m
Urknall -15000 Mill. J.	166.67 m

**Berechnung der Länge eines Geologie-/Paläontologiepfades
Kambrium (-544 Mill J.) bis heute, projiziert auf 50 m Länge
Programm Qbasic**

Länge des Pfades in m	50
Zeitspanne in Mill. Jahren	544
Eine Mill. Jahre sind im Beispiel:	0.09 m
10 Mill. Jahre sind im Beispiel	0.92 m
50 Mill. Jahre sind im Beispiel:	4.60 m
100 Mill. Jahre sind im Beispiel:	9.19 m

K Ä N O Z O I K U M

Neuzeit -0.01 Mill. J.	0.0009 m
Pleistozän -1.8 Mill. J.	0.17 m
Quartär -1.8 Mill. J.	0.17 m
Pliozän -5 Mill. J.	0.46 m
Miozän -23 Mill. J.	2.11 m
Oligozän -34 Mill. J.	3.13 m
Eozän -57 Mill. J.	5.24 m
Paläozän -65 Mill. J.	5.97 m
Tertiär -65 Mill. J.	5.97 m

M E S O Z O I K U M

Kreide -144 Mill. J.	13.24 m
Jura -208 Mill. J.	19.12 m
Trias -245 Mill. J.	22.52 m

P A L Ä O Z O I K U M

Perm -286 Mill. J.	26.29 m
Karbon -360 Mill. J.	33.09 m
Devon -408 Mill. J.	37.50 m
Silur -483 Mill. J.	40.26 m
Ordovizium -505 Mill. J.	46.42 m
Kambrium -544 Mill. J.	50 m

P R Ä K A M B R I U M

Proterozoikum -2500 Mill. J.	229.78 m
Archaikum -4500 Mill. J.	413.60 m
Sonnensystem - 4600 Mill. J.	22.79 m
Galaxienscheiben -10000 Mill. J.	919.12 m
Quasare/Galaxiensphäroide -12000 Mill. J.	1102.94 m
Protogalaxien/Erste Sterne -14000 Mill. J.	1286.77 m
Urknall -15000 Mill. J.	1378.68 m

Qbasic-Programm „Palaeo.bas”

Schulbiologiezentrum Hannover

```
REM Geologie-/Paläontologie-Pfad
CLS
COLOR 12
PRINT "Berechnung der Länge eines Geologie-/Paläontologiepfades"
PRINT "Programm Qbasic/Ingo Mennerich 99"
PRINT ""
PRINT ""
COLOR 13
INPUT "Länge des Pfades in m?", A
PRINT ""
INPUT "Zeitspanne in Mill. Jahren?", B
PRINT ""
COLOR 2
C = A / B
PRINT ""
PRINT ""
PRINT "Eine Mill. Jahre sind im Beispiel:", C; "m"
PRINT ""
PRINT ""
PRINT "10 Mill. Jahre sind im Beispiel:", C * 10; "m"
PRINT ""
PRINT ""
PRINT "50 Mill. Jahre sind im Beispiel:", C * 50; "m"
PRINT ""
PRINT ""
PRINT "100 Mill. Jahre sind im Beispiel:", C * 100; "m"
PRINT ""
PRINT ""
PRINT "Bitte eine beliebige Taste drücken!"
DO
LOOP WHILE INKEY$ = ""
CLS
PRINT ""
PRINT ""
COLOR 13
PRINT "K Ä N O Z O I K U M"
COLOR 12
PRINT ""
PRINT ""
PRINT TAB(6); "Neuzeit -0.01 Mill. J."; TAB(40); .01 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Pleistozän -1.8 Mill. J."; TAB(40); 1.8 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Quartär -1.8 Mill. J."; TAB(40); 1.8 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Pliozän -5 Mill. J."; TAB(40); 5 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Miozän -23 Mill. J."; TAB(40); 23 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Oligozän -34 Mill. J."; TAB(40); 34 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Eozän -57 Mill. J."; TAB(40); 57 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Paläozän -65 Mill. J."; TAB(40); 65 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Tertiär -65 Mill. J."; TAB(40); 65 * C; "m"
PRINT ""
PRINT ""
PRINT ""
PRINT "Bitte eine beliebige Taste drücken!"
DO
LOOP WHILE INKEY$ = ""
CLS
PRINT ""
PRINT ""
```

```

COLOR 13
PRINT "M E S O Z O I K U M"
COLOR 12
PRINT ""
PRINT TAB(6); "Kreide -144 Mill. J."; TAB(40); 144 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Jura -208 Mill. J."; TAB(40); 208 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Trias -245 Mill. J."; TAB(40); 245 * C; "m"
PRINT ""
COLOR 13
PRINT "P A L Ä O Z O I K U M"
COLOR 12
PRINT ""
PRINT TAB(6); "Perm -286 Mill. J."; TAB(40); 286 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Karbon -360 Mill. J."; TAB(40); 360 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Devon -408 Mill. J. "; TAB(40); 408 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Silur -483 Mill. J."; TAB(40); 438 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Ordovizium -505 Mill. J."; TAB(40); 505 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Kambrium -544 Mill. J."; TAB(40); 544 * C; "m"
PRINT ""
COLOR 13
PRINT "P R Ä K A M B R I U M"
COLOR 12
PRINT ""
PRINT TAB(6); "Proterozoikum -2500 Mill. J."; TAB(40); 2500 * C; "m"
PRINT TAB(6); "Archaikum -4500 Mill. J."; TAB(40); 4500 * C; "m"
PRINT ""
PRINT ""
PRINT "Bitte eine beliebige Taste drücken!"
DO
LOOP WHILE INKEY$ = ""
CLS
REM Daten aus Silk, Joseph "Die Geschichte des Kosmos", Spektrum-Verlag
PRINT ""
PRINT ""
PRINT "Sonnensystem - 4600 Mill. J."; TAB(40); 4600 * C; "m"
PRINT ""
PRINT "Galaxienscheiben -10000 Mill. J."; TAB(40); 10000 * C; "m"
PRINT ""
PRINT "Quasare/"
PRINT "Galaxiensphäroide -12000 Mill. J."; TAB(40); 12000 * C; "m"
PRINT ""
PRINT "Protogalaxien/"
PRINT "Erste Sterne -14000 Mill. J."; TAB(40); 14000 * C; "m"
PRINT ""
PRINT "Urknall -15000 Mill. J."; TAB(40); 15000 * C;

```