

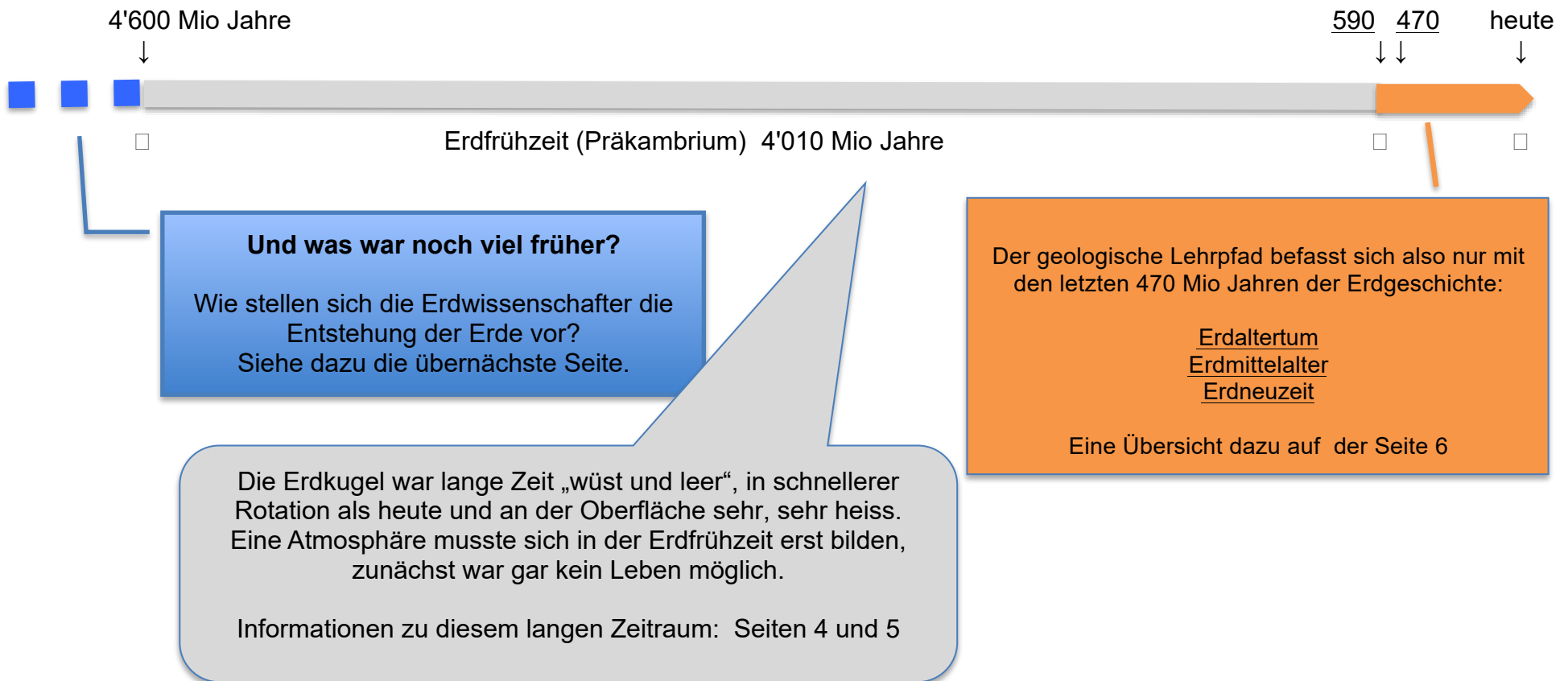
Vorschau

Wir benutzen die Strecke des Waldlehrpfades, um etwas zu erfahren über die Erdgeschichte.

Der Baumrundgang misst etwa 470 Meter. Nehmen wir an, ein Meter entspreche einer Million Jahre, dann durchschreiten wir also vom Start bis zum Ziel 470 Millionen Jahre. Eine schwer vorstellbar lange Zeit für uns Menschen, die wir kaum 100 Jahre leben.

Aber: Diese 470 Mio Jahre sind nur etwa 1/10 der ganzen Erdgeschichte!

Geologen haben errechnet, dass die Erde als Planet der Sonne vor 4.6 Milliarden (= 4'600 Mio) Jahren ihre Kugelform mit einer festen Oberfläche erreicht hat.



Anleitung: So geht's

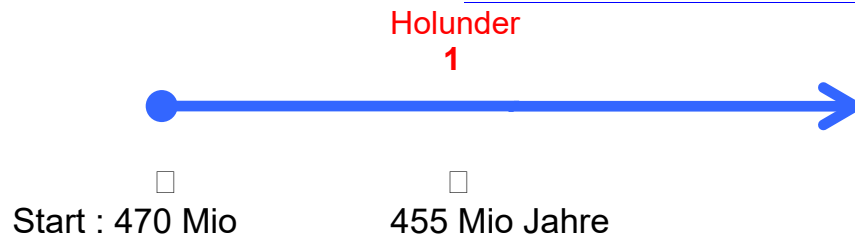
Bäume und Sträucher des Waldlehrpfads tragen nummerierte Hinweistafeln. Diese Nummern finden sich wieder in diesem Handbuch zum geologischen Rundgang, als Markierung auf einem Zeitstrahl. Die Stelle entspricht der Distanz bzw. der Anzahl Jahre vom Start weg.

1 Meter = 1 Mio Jahre

Beispiel: Wir starten bei der Linde vor dem Kinderfreundehaus. Folge dem Pfeil zur ersten Station mit Nummer 1, ROTER HOLUNDER. Sie ist 15 Meter vom Start entfernt, entsprechend 15 Mio Jahren.

Die Tafel markiert also die Zeit vor 455 Mio Jahren, das ist in der Mitte des geologischen Zeitalters namens Ordovizium.

Das Handbuch zum geologischen Parcours liefert Stichworte und Kurzbeschriebe zum jeweiligen Erdzeitalter. Man kann es herunterladen: www.kinderfreunde-biel.ch (Haus / Umgebung)



Achtung: Der Rundgang ist nicht rollstuhlgängig, es geht teilweise „über Stock und Stein“.

Der Verfasser dieser Laienarbeit wünscht allen, die den Rundgang benutzen viel Kurzweil und Erkenntnisgewinn.

März 2020

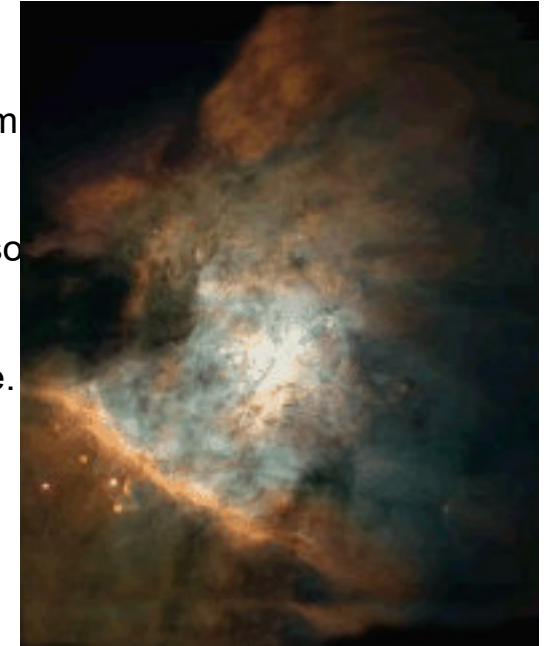
Hans Rickenbacher



Und was war noch viel früher?

Der Raum, den jetzt das Sonnensystem einnimmt, war gefüllt mit einer wolkenartigen Ansammlung von Materie: Wasserstoffatome, Gasmoleküle, Staub, grössere und kleinere Partikel schwebten nach einer Sternexplosion (Super-Nova) im

Die Anziehungskraft der Materie – die sog. **Gravitation** - bewirkte eine zunehmende Ansammlung an bestimmten Stellen. Je grösser eine Zusammenballung wurde, umso mehr Anziehungskraft hatte sie und zog auch weiter entfernte Materie an. Mit kosmischer Geschwindigkeit prallten die Partikel in die Ansammlungen und ihre kinetische Energie wandelte sich durch die Abbremsung und Vermischung in Wärme. Die Materiewolke verdichtete sich zunehmend und wurde dadurch immer mehr aufgeheizt. Zusätzliche Wärme lieferten radioaktive Zerfälle. Schliesslich ging der heisse Brei in den flüssigen Aggregatzustand über. Benachbarte kleinere und grössere Ansammlungen saugten sich gegenseitig an und die Massen stürzten ineinander und vermengten sich zu einem noch grösseren Gebilde.



Die Zusammenprälle der Massen aus verschiedenen Richtungen verursachten nicht nur Hitze, sondern auch einen Drall, der die grösste zentrale Masse (die Sonne) und die Ur-Planeten in **Rotation** versetzte. Ab jetzt gab es auf der Erde Tag und Nacht.

Das war **die Akkretionsphase** des Sonnensystems, es entstand aus einem kosmischen Nebel. Dieser Vorgang benötigte mehrere Milliarden Jahre.

In der Endphase bildete sich auf dem glutflüssigen Erdball eine dünne Kruste aus leichteren Elementen, während sich die schwereren nach innen absetzten.

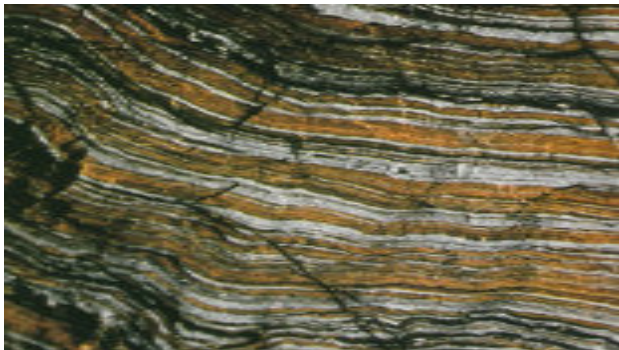
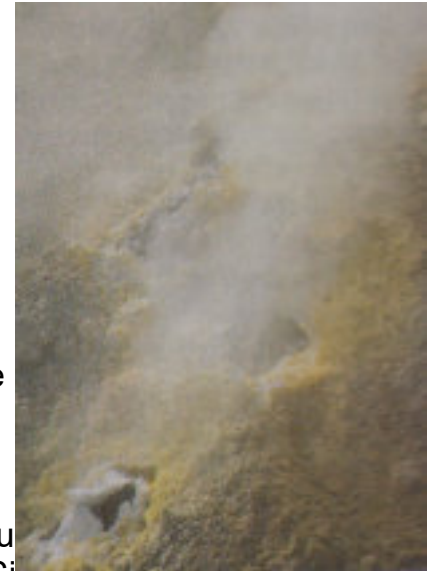
Vor etwa 4.6 Mia Jahren hat unsere Erde ihre heutige Gestalt erreicht. **Erdwärme-Nutzung**: Siehe Seite 25.

Die Erdfrühzeit (Azoikum und Präkambrium , 4'600 – 590 Mio Jahre)

In dieser frühesten Phase verfestigt sich die Erdkruste langsam. Sie ist noch dünn, bricht immer wieder auf durch aufsteigende Ergussmassen. Aus dem All hagelt es Meteore, welche riesige Krater schlagen in denen sich Lavaseen bilden. Die langsam abkühlenden Gesteinsschmelzen geben verschiedene Gase ab: Vorwiegend Wasserdampf, auch Kohlendioxyd, Salzsäure, Chlor, Stickstoff und andere. Diese vulkanischen Ausgasungen bilden eine Gashülle um den jungen Planeten, die **Ur-Atmosphäre**.

Sobald die Abkühlung weniger als 100°C erreicht, kann der Wasserdampf zu Wasser kondensieren, das sich in tieferen Lagen sammelt und die **Ur-Ozeane** bildet. Aus dem Wasser ragen erstarrte ehemalige Tiefengesteine, die **Ur-Kontinente**. Der säurehaltige Regen greift die Steine an und schwemmt die Erosionsprodukte wieder ins Meer, wo sich am Boden mächtige Ablagerungsschichten absetzen.

Das Gestein in der Tiefe ändert teilweise unter Druck und Hitze seine Struktur, es entstehen neue Minerale. Sie verwandeln sich unter bestimmten Bedingungen zu Erzen: Eisen, Kupfer, Zinn, Blei, Gold, Silber und andere Metalle.



In den ältesten Gesteinen – über 3 Milliarden Jahre alt - lassen sich Spuren von bakteriellen Wirkungen nachweisen. So haben wahrscheinlich Cyanobakterien zu den Bändereisen-Erzen geführt.

An seichten Meeresrändern bildeten sich Rasenteppiche von Bakterienkolonien, welche mit Hilfe des Sonnenlichtes Kalk abscheiden und knollenförmige Gebilde (Stromatolithen) hinterlassen.

Über die Entstehung des Lebens

Wie konnten die Bakterien in dieser lebensfeindlichen Umgebung überhaupt entstehen?

Der Übergang von anorganischen Substanzen zu einfachen lebenden Organismen ist nicht geklärt. Die Wissenschaft hat dazu verschiedene Hypothesen, welche von einer stufenweisen Entwicklung ausgehen:

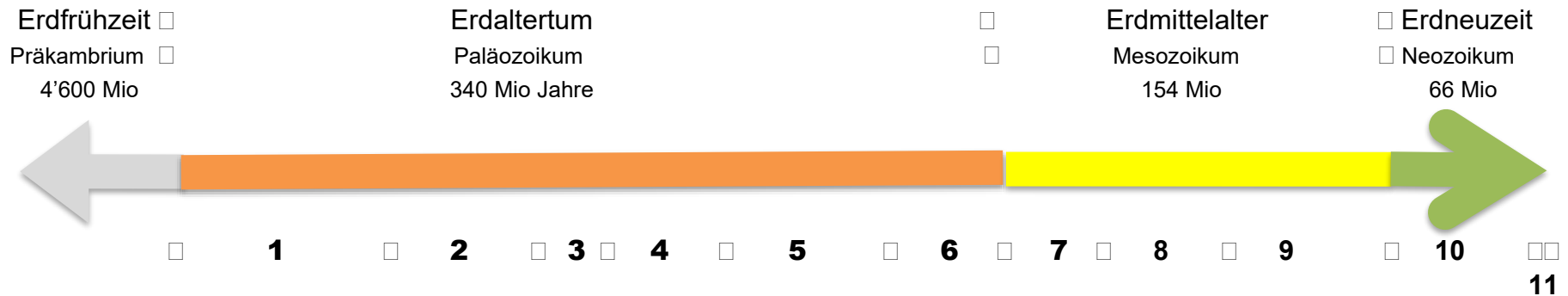
Eine unbelebte Struktur von Makromolekülen konnte sich mit einer Membrane umgeben und mittels dieser einen primitiven Stoffwechsel mit der Umgebung aufnehmen. So konnte sich die Struktur erhalten und durch Zellteilung reproduzieren.

Aus Vorstufen der heutigen Bakterien entwickelten sich Organismen mit Zellkern, die immer neue und komplexere Varianten des Stoffwechsels ermöglichten. Wesentlich war die Energieaufnahme vom Sonnenlicht, die Photosynthese. Bakterien konnten damit Sauerstoff produzieren, der sich zunächst im Wasser, nach dessen Sättigung in der Uratmosphäre anreicherte. Mit dem Sauerstoff vervielfachten sich die Kombinationsmöglichkeiten der Zellen und damit der Lebensformen.

Am Ende des Präkambriums herrschte also bereits eine Vielfalt von Lebensformen, vorwiegend in der Form von Bakterien im Boden, im Wasser und in der Luft. Es gibt Frühformen des tierischen Lebens, Nesseltiere und eine üppige Flachmeerfauna.



Übersicht über die Erdzeitalter



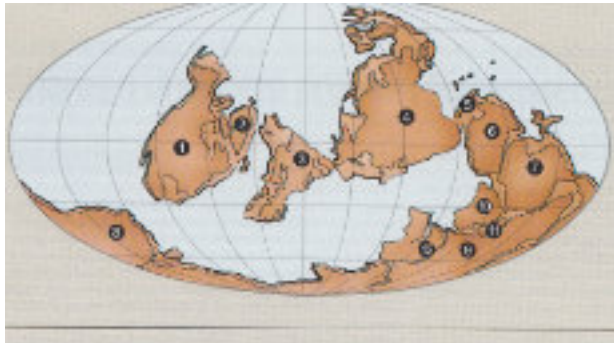
Nr.	Perioden	Zeit vor ... Mio J.	Dauer Mio Jahre	Stichworte und Näheres auf den Seiten ...
	Erdaltertum (Ära Paläozoikum)		340	
1	Kambrium	590 - 500	90	
2	Ordovizium	500 – 440	60	Start Rundgang bei 470 Mio, Seite 9
3	Silur	440 – 410	30	Seite 9
4	Devon	410 – 360	50	Seite 12
5	Karbon	360 – 290	70	Seite 12
6	Perm	290 – 250	40	Seite 14
	Erdmittelalter (Ära Mesozoikum)		184	
7	Trias	250 – 210	40	Seite 14
8	Jura	210 – 140	70	Seite 16
9	Kreide	140 - 66	74	Seite 16, 18
	Erdneuzeit (Ära Känozoikum)		66	
10	Tertiär	66 - 2.6	63.4	Seite 18, 20, 22
11	Quartär	2.6 - heute	2.6	Seite 20, 22 Der Mensch erscheint erst am Ende des Quartärs vor 0.2 Mio Jahren

Die Perioden werden unterteilt in Epochen (Beispiel Jura: Lias - Dogger - Malm), diese wiederum in Stufen (Beispiel Malm: Oxfordien – Kimmeridgien – Tithonien).

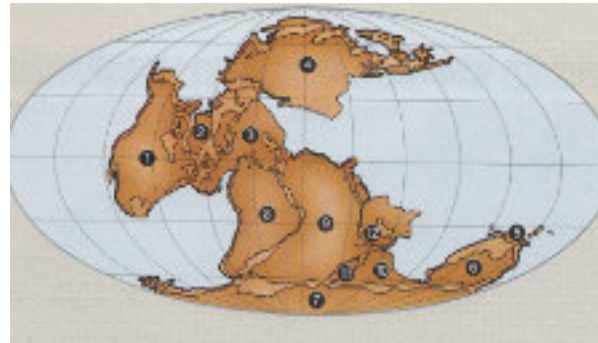
Bevor wir den Rundgang starten, muss noch etwas gesagt werden über die sogenannte

Plattentektonik (Kontinentaldrift)

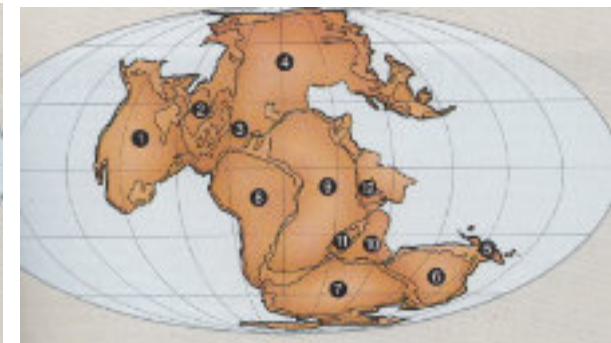
Die Erde hat nämlich nicht immer so ausgesehen wie heute. Die Kontinente driften sehr langsam umher, aber in langen Zeiträumen ändert sich das Bild deutlich:



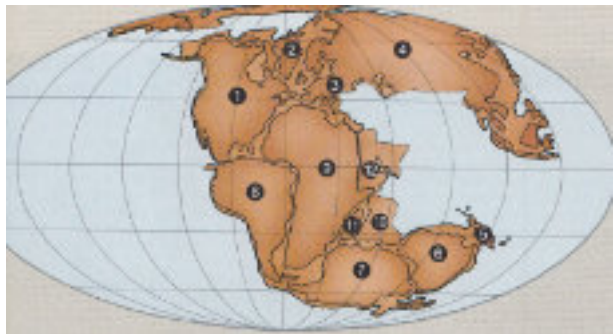
vor 490 Mio Jahren (Ordovizium)



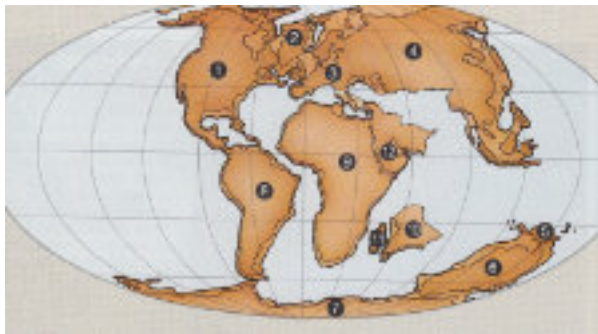
vor 420 Mio J. (Karbon)



vor 245 Mio J. (Trias) Pangäa



vor 175 Mio J. (Dogger)



vor 100 Mio J. (Kreide)



vor 15 Mio J. (Miozän)

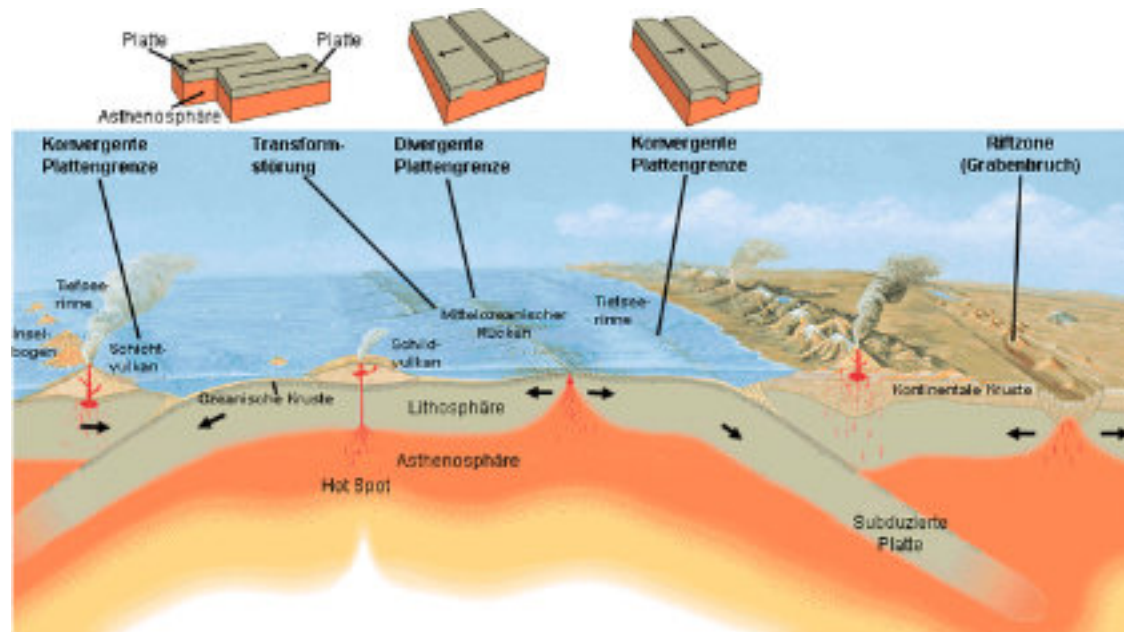
Die Erdkruste ist in Platten zerteilt, welche auf dem zähflüssigen Magma des Erdmantels schwimmen und von den Strömungen mitgezogen werden die sich dort eingestellt haben.

(Fortsetzung Plattentektonik)

Zirkulierende Strömungen sind im flüssigen Erdmantel entstanden, weil die schwereren Elemente in die Tiefe sinken. Mit zunehmender Tiefe und Temperatur bilden sich Gase, welche das Material wieder aufsteigen lassen. Das Magma "kocht", die träge zirkulierenden Massen schleppen die aufliegende feste Kruste mit. Zudem wirkt die Fliehkraft der rotierenden Erdkugel auf die Massen der Erdkruste.

Im Atlantik-Ozean zwischen der amerikanischen und der eurasischen Platte quillt aus einem tiefen Riss ständig Magma hervor. Es erstarrt im Meerwasser und bildet zu beiden Seiten neue Erdkruste. So werden Amerika und Europa pro Jahr etwa 2-3 cm auseinander gedrängt.

Durch die stossenden und zerrenden Kräfte rammen sich die Platten an ihren Rändern. Dort werden Gebirge aufgestaut. An anderen Stellen wird eine Platte unter die andere geschoben. Bei dieser sog. Subduktion gelangt die abtauchende Kruste in immer tiefere und heissere Zonen. Sie wird aufgeschmolzen, die dabei entstehenden Gase drängen nach oben. Manchmal finden sie einen Weg bis zur Oberfläche, wo sie als **Vulkane** ausbrechen und flüssige Lava mitreissen.



So entstehen und vergehen Gebirge

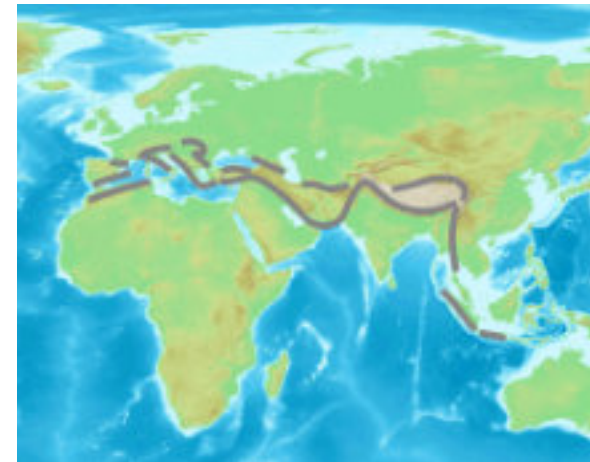
Wenn sich zwei Platten der Erdkruste gegeneinander bewegen, wölben sich die Ränder auf und fangen an, sich zu überschieben (siehe Platten-Tektonik, Seiten 7 und 8).

Gebirge entstanden schon in der Erdfrühzeit. Man nennt die Gebirgsbildung Orogenese und sie erfolgte phasenweise.

Die sog. Kaledonische Phase begann schon vor circa 485 Mio Jahren im Ordovizium und kam zum Stillstand im Silur. Heute sind diese Berge durch Erosion weitgehend abgetragen. Reste davon sind aber noch zu beobachten in Wales , Irland, Schottland (früher Kaledonien genannt), Brabant, Ardennen.

Im Devon folgte die variszische Orogenese, sie dauerte gut 200 Mio Jahre. Da türmten sich Berge auf im französischen Zentralplateau, die Vogesen, in Deutschland der Schwarzwald und der Harz, die Sudeten in Polen / Tschechien und in Amerika die Appalachen sowie die Anden.

Die jüngste Phase begann vor 200 Mio Jahren in der Jura-Zeit und dauert heute noch an, die alpidische Gebirgsbildung. Dazu gehören die Alpen, die Pyrenäen, der Atlas, die Karpaten, der Himalaya und auch die Rocky Mountains in Amerika.



Erosion

Je höher ein Gebirge aufragt, umso stärker wirkt die Abtragung. Das Gestein wird chemische zersetzt, sein eigenes Gewicht zerrt nach unten, es bekommt Risse, Eis sprengt es weiter auf , Bergstürze donnern zu Tal, Wind bläst Staub davon, Regen schwemmt Sand und Geröll fort. Mit der Zeit werden scharfkantige Berge zu gerundeten Hügeln, tiefe Lagen füllen sich mit Hangschutt.

Karst (Station 2)

Dieser Bergahorn klammert sich an felsiges Blockwerk, er steht auf einer **Karst-Formation**. Der zerfurchte Felsriegel erstreckt sich von hier in südlicher Richtung etwa 600 Meter bis zur alten Sporthalle.

Karst ist eine Verwitterungsform der obersten (= jüngsten) Malm-Schicht, abgelagert vor rund 150 Millionen Jahren als Bodensatz im seichten Jurameer (

Der Sedimentschlamm wurde durch das Gewicht der laufend darüber abgelagerten Schlamme gepresst und versteinerte im Laufe langer Zeiten.

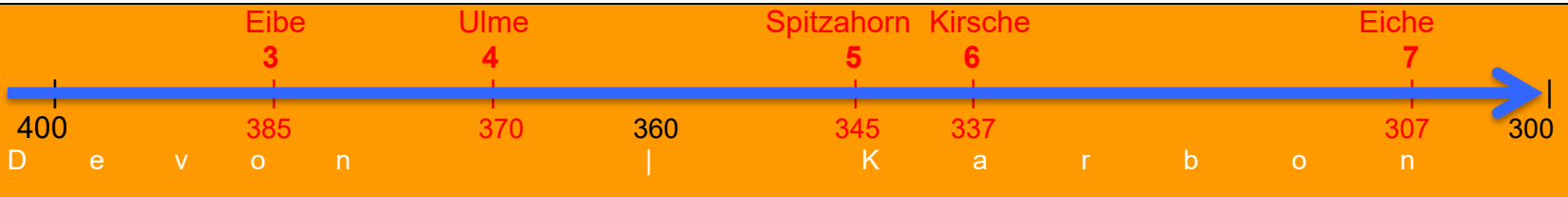
1 cm Fels entspricht etwa 300 Jahren Ablagerung!

Dann stemmten tektonische Kräfte (siehe Plattentektonik) diesen Meeresboden in die Höhe, über den Wasserspiegel hinaus. Damit wurde er der Verwitterung ausgesetzt. Auf den schräg gestellten Schichten löste das abfließende Regenwasser ständig etwas Kalk auf. Dieser chemische Vorgang frass mit der Zeit tiefe Rillen in den Fels. Es wurden sogar Risse unter der Oberfläche zu unterirdischen Hohlräumen aufgeweitet. So entstanden Höhlensysteme, durch welche sich nach Regenfällen Wasserläufe ergossen.

Nach einigen Millionen Jahren liessen die tektonischen Schubkräfte nach, das Terrain sank wieder ab, erneut bildete sich eine Senke mit einem flachen Meer, in welchem die Ablagerungen der **Kreidezeit** (140 – 66 Mio Jahre) den Malm überdeckten.

Am Ende der Kreidezeit begann die Alpenerhebung. Wieder wurde der ehemalige Meeresboden in die Höhe gedrückt und das Meer zog sich zurück, Erosion setzte wieder ein und nagte an den relativ noch weichen Kreideschichten. Heute sind diese in unserer Gegend verschwunden, weg-erodiert bis auf seltene Resten. Der Malmkalk liegt wieder an der Oberfläche, teilweise «verkarstet», wie an dieser Stelle.



	Was hat sich ereignet im Devon und im Karbon ?
Erdoberfläche	Der Süd-Kontinent ¹ bricht auseinander. Europa und Amerika liegen noch nahe beieinander. Auf dem Nord-Kontinent bilden sich Meeresströge, das Ur-Mittelmeer entsteht, Tethys genannt.
Klima	Die variszische Gebirgsbildung ² setzt ein. Warm – heiss, trocken warm - feucht
Fauna	Tintenfische mit einer Art Gehirn, Kiemen und Lungen. Nautiliden bewegen sich mit dem Rückstossprinzip. Flügellose Insekten, Springschwänze, Asselspinnen. Knorpelfische wie Störe. Quastenflosser. Tausendfüsser gehen aus dem Flachwasser an Land. Milben und Spinnen. Blütezeit der Panzerfische. Ichthyostega ³ (Tier mit Fischschwanz) kann im Wasser und an Land leben, Lungenfische. Leitfossil: Foraminiferen (stabförmige Mäuschelchen)
Waldlehrpfad	
Zeitstrahl	
Mio Jahre Bezeichnung	
Flora	Neue Arten von Landpflanzen entwickeln sich aus Wasserpflanzen: Nacktsamer mit verzweigten Stengeln, blattlos aber mit Gabelwedeln. Bärlappgewächse, Schachtelhalme. Vermehrung durch Sporen. Farngewächse. Gewächse zwischen Algen und Pilzen. Aus Wasserpflanzen entwickeln sich frühe Landpflanzen mit Wurzeln und Leitgewebe für den Safthaushalt. Schuppenbäume.
Bodenschätze	Bildung von Blei-, Zink, Silber und Kupfer-Erzen in Tongesteinen. Kohlenlager ⁴
Anmerkungen Verweise	¹ Gondwana genannt, siehe Plattentektonik, Seiten 7 und 8 ² heutige Überbleibsel: Franz. Zentralplateau, Mitteldeutschland, Sudeten, N-Amerika: Appalachen. ³ Bild Seite 15 ⁴ siehe Seite 13

Wie sich Kohle, Erdöl und Erdgas gebildet haben



So kann man sich eine Gegend zur Karbon-Zeit vorstellen: Sumpfige Wälder bilden im feuchtwarmen Klima dicke Moorböden. Das Pflanzenmaterial wird zu Torf, wenn es von Wasser überflutet und somit vom Luftsauerstoff abgeschirmt wird. Und wenn dann der Boden weiter absinkt und mit Ablagerungssedimenten überdeckt wird, erfolgen komplizierte biochemische Umwandlungen. Je tiefer der Boden absinkt, umso heisser wird es, und das Material verwandelt sich in konzentrierten Kohlenstoff. Es entstehen Kohlenflöze.

Ähnlich bei Erdöl und Erdgas:

Organische Überreste von Lebewesen und Pflanzen zersetzen sich unter Sauerstoffmangel und wandeln sich unter bestimmten Druck- und Temperaturverhältnissen in Kohlenwasserstoffe. Es braucht dazu Millionen von Jahren. Die energiereichen neuen Verbindungen wandern in überlagernde poröse Schichten ein. Oberhalb liegende undurchlässigen Schichten bilden manchmal ein Gewölbe, wo das Erdgas oder Erdöl gefangen bleibt. Diese „Glocken“ werden in der Jetztzeit angebohrt und das Erdöl an die Oberfläche geholt.

Woher weiss man das?

Die Pflanzen und Tiere der damaligen Zeit sind ausgestorben. Trotzdem weiss man Einiges über sie, weil sie manchmal im Gestein Spuren hinterlassen haben, die sog. **Fossilien**. Unter bestimmten günstigen Bestimmungen verwandeln sich die abgestorbenen Lebewesen zusammen mit dem Material, in dem sie eingebettet liegen zu Stein. Der Versteinervorgang heisst Petrifikation, sie dauert Millionen von Jahre.

Die Paläo-Biologen können aus den Versteinerungen das ursprüngliche Aussehen rekonstruieren. Anhand der versteinerten Merkmale und Organe kann man auf ihre Umweltbedingungen und Lebensweise schliessen. Die Zähne geben Hinweis auf die Ernährung: Pflanzen-, Insekten- oder Fleischfresser.



Ichthyostega (Devon)



Perm-Nadelgehölz



Perm-Amphibie

Was hat sich ereignet in der Jura- und in der Kreidezeit?	
Erdoberfläche Klima	Grabenbrüche leiten den Zerfall des Pangäa-Blockes ein alpidische Gebirgsfaltung mittelatlantischer Rücken spreizt Europa von Amerika warmes Jurameer Mild zunehmend trocken subtropisch
Fauna	zahlreiche neue Reptilienarten, Vorläufer der Säugetiere, frühe Säugetiere, erste Vögel ¹ Mücken, Fliegen, Schmetterlinge, Frösche Dinosaurier, Riesenechsen und grösste Landtiere aller Zeiten
Waldlehrpfad Zeitstrahl Mio Jahre Bezeichnung	<p>Hasel Schn. 11 12 Mehlbeerbaum 13 Esche 14</p> <p>200 177 140 137 100</p> <p>L i a s J u r a M a l m J u r a K r e i d e</p>
Flora	Artenreiche Juraflora, Artenvermehrung bei den Bedecktsamern, Riesenfarne
Bodenschätze	Anhydrit und Steinsalz, Bauxit, Steinkohle Auf der arabischen Platte werden Kalksedimente abgelagert, die später zum Muttergestein für Erdöl werden Solnhofen Kalkschichten (Bayern) mit reichhaltigen Fossilien
Anmerkungen	¹ Beispiele für Rekonstruktionen siehe nächste Seite



Flugreptil *Dimorphodon macronyx*



Ancylosaurier



Urvogel *Archaeopteryx* (Solnhofen)



Rekonstruktion eines *Archaeopteryx*

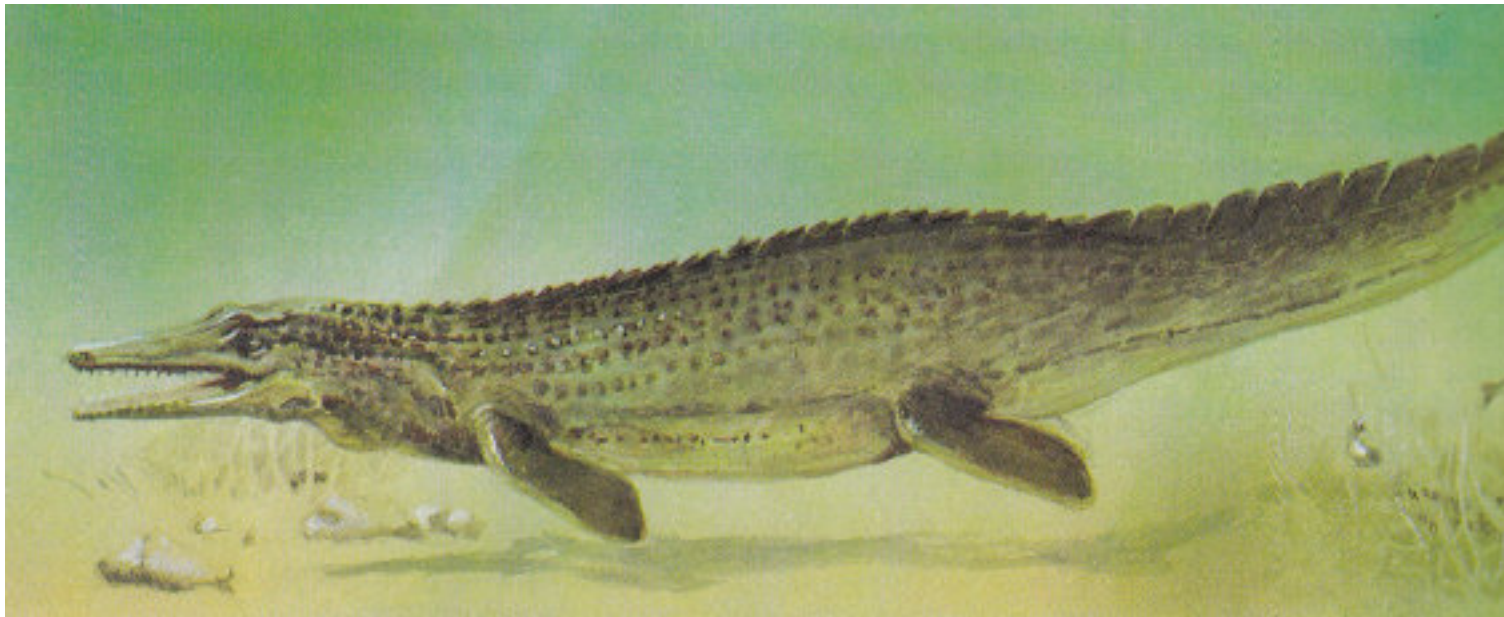
Was hat sich ereignet in der Kreidezeit und im Känozoikum?	
Erdoberfläche Klima	Alpidische Gebirgsfaltung Gemässigt warm trocken Kontinentaldrift verändert Meeresströmungen feuchtwarm Antarktis vereist
Fauna	Riesenwuchs bei Sauriern und Ammoniten, Warane Aussterben der Saurier ¹ erste Meeressäuger erste Rüsseltiere Primaten mit Hominidenmerkmalen
Waldlehrpfad	<p>Zeitstrahl Mio Jahre Bezeichnung</p> <p>100 87 66 55 47 15 20</p> <p>K r e i d e K ä n o z o i k u m ² (Tertiär) Q Jura Quartär</p>
Flora	Fichten, Lärchen, Zedern Laubbäume: Birken, Ulmen, Eichen, Buchen, Ahorn Erste Gräser bilden Wiesen Verschiebung der Florenprovinzen
Bodenschätze	Manganknollen in der Tiefsee Kieselige Feuerstein-Knollen in Kreideschichten Braunkohlebildung in Europa
Anmerkungen	¹ Sauriersterben siehe nächste Seite ² Unterteilung des Känozoikums: Siehe Seite 20

Artensterben und Untergang der Saurier


Warum verschwinden gegen das Ende der Kreidezeit zahlreiche Gattungen? Es gibt dazu verschiedene Vermutungen, keine der Hypothesen ist bewiesen:

Katastrophentheorie: Futtermangel wegen Klimaverschlechterung durch Vulkanismus oder Meteoreinschlag?
Krankheitstheorie: Hormonale Störungen vernichten den Nachwuchs noch im Ei-Stadium.

Das Artensterben geschah nicht schlagartig, es betraf nicht nur die Saurier sondern auch Belemniten, Ammoniten, Insekten und weitere Tierarten, welche als Fossilien nicht mehr vorkommen.



Mosasaurus

Was hat sich ereignet im Känozoikum?	
Erdoberfläche	Indischer Kontinent driftet nach Norden und trifft auf eurasische Platte: Himalaya Ozeanböden spreizen sich weiter (Atlantik) neue Meeresströmungen Rheingraben-Bruch (25)
Klima	Vulkanismus: Frankreich Eifel, Hegau Feuchtwarm, tropisch mild weltweite Abkühlung Antarktis vereist
Fauna	Oktopoden (Kraken) Landraubtiere, erste Gürteltiere, erste Huftiere, UrpferdFledermäuse Artensterben bei Säugetieren, zugleich entstehen neue Arten Nagetiere, frühe Primaten (Halbaffen) hundartige Raubtiere Rüsselträger
Waldlehrpfad	Rose 17 Sr. Holunder 18 Eberesche 19 Linde 20
Zeitstrahl	
Mio Jahre	66 55 47 15 2.6
Bezeichnung	Kreide Paläozän Eozän Oligozän Miozän Plioz. Q
Flora	Palmen in Grönland, tropischer Regenwald, baumförmige Liliengewächse Pflanzen passen sich an das Bergklima an
Bodenschätze	Salzlager aus eingetrockneten Meeresarmen, Bernstein aus Baumharz Bohnerzbildung ² im Eozän Aus Torfmooren entstehen Braunkohleflöze Kies
Anmerkung	¹ Epochen des Känozoikums: Paläozän (vor 66 – 56 Mio Jahren); Eozän (56 – 34 Mio); Oligozän (34 – 23 Mio; Miozän (23 – 5.3 Mio) und Pliozän (5.3 – 2.6 Mio); ab dann gilt das sog. Quartär, umfassend die Epochen Pleistozän (2.6 – 0.01 Mio und Holozän (10'000 – heute) ² über Bohnerz siehe Seite 21

Bohnerz

Bohnerz nennt man eisenhaltige Kügelchen in der Grösse von Erbsen oder Bohnen. Sie entstanden im seichten Jurameer während des Eozäns. Eine zeitlang – der Abschnitt heisst Siderolithikum - herrschten klimatische Bedingungen, welche zur Ausfällung eisenhaltiger Mineralien führte. Später hoben tektonisch Kräfte den Meeresboden über den Meeresspiegel hinaus. Hier war er der Erosion ausgesetzt und wurden abgetragen. Ein Teil des siderolithischen Materials wurde in die darunterliegenden **Karstschichten** des **Malms** eingeschwemmt. Hier war es vor weiterer Erosion geschützt.

Mit der Jurafaltung vor etwa 4 Mio Jahren wurden besonders an den Knickstellen die Karsthöhlen aufgeschlossen und das Bohnerz kam ans Licht.



Lehmscholle mit Bohnerz, Vauffelin

Bereits die Kelten wussten diesen Bodenschatz zu heben. Im Frühmittelalter haben die Juraklöster damit Eisen hergestellt und bei Delémont wurde bis in die Neuzeit Bohnerz bergmännisch abgebaut. Die oberflächlichen Vorkommen sind heute praktisch erschöpft. Ehemalige Schürfstellen sind heute noch im Gelände bei Péry, Plagne, Vauffelin, Lengnau und Pieterlen zu erkennen.

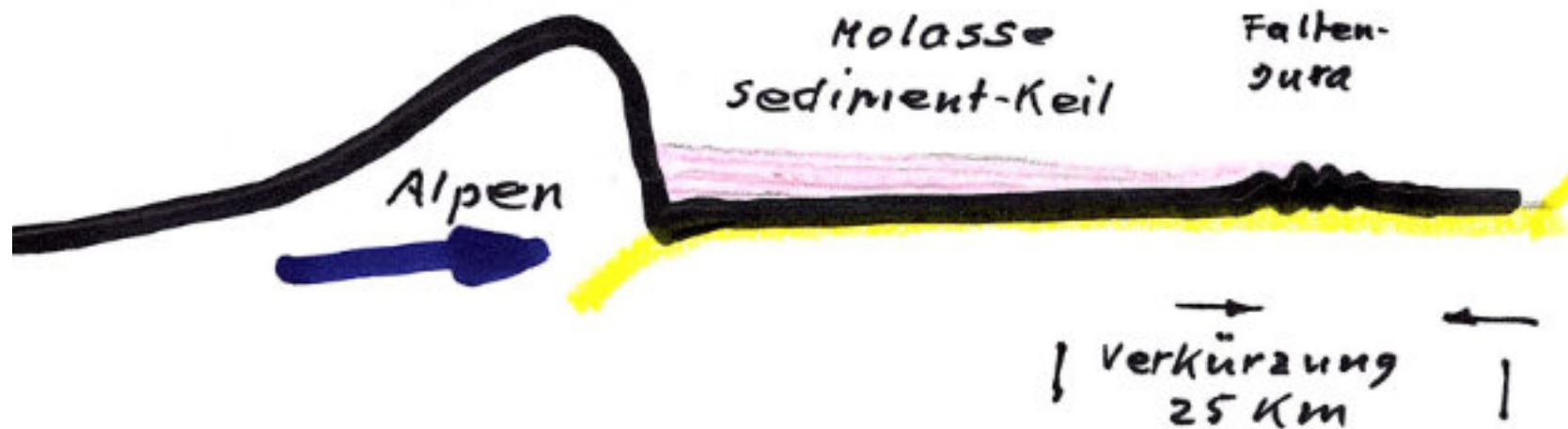
Was hat sich ereignet in den letzten 20 Mio Jahren?	
Erdoberfläche Klima	<p>Spätphase Alpenfaltung Ost-Tethys verschwunden Meteorit Nördlingen (14.9) Hegau-Vulkane (12) Faltenjura (4)¹ Weltweite Abkühlung Arktis vereist Eiszeiten²</p>
Fauna	<p>Neue Affengattungen, Menschenaffen (Primaten), Rüsseltiere, Maulwurfähnliche, Erdferkel Walrosse, Seelöwen Mastodonten Aussterben früher Säugergruppen</p>
Waldlehrpfad Zeitstrahl Mio Jahre Bezeichnung	<p style="text-align: center;">Eberesche 19 Linde 20</p> <p style="text-align: center;">20 15 10 5.3 2.6 0</p> <p style="text-align: center;">Känozoikum (Tertiär) Miozän Pliozän Quartär³</p>
Flora	<p>Florenprovinzen verschieben sich, Anpassung an das kühlere Klima</p>
Anmerkung	<p>¹ Jurafaltung siehe Seite 23 ² Näheres zu den Eiszeiten auf Seite 24 ³ Der Mensch erscheint erst ganz am Schluss des Quartärs, im sog. Holozän, siehe Seite 26</p>

Die Jurafaltung

Magglingen liegt auf der vordersten Jurafalte, auf der sog. Seekette. Wie kam es zur Bildung des Faltenjuras?

Die nach Nordwest drängenden Alpen schieben einen Keil aus Sedimenten des Jurameeres vor sich her. Dieser wurde vom Untergrund abgeschert, die relativ weichen Trias-Schichten dienten als Gleitbahn. Wo die Sedimente ausdünnen, wurden sie zu Falten aufgestaucht. Der Faltenjura (auch Kettenjura genannt) ist als „Fernschub“ der vorrückenden Alpen zu erklären. Die Verschiebungsdistanz, also die Verkürzung durch die Faltung beträgt etwa 25 Km. Der Boden von Magglingen lag vor Beginn der Verschiebung – flach - etwa dort wo heute die Stadt Bern liegt.

Dies geschah «erst» vor etwa 4 Millionen Jahren. Die Geologen können das beweisen mit dem Alpenschutt (Molasse), der mitverfaltet wurde und im Jura an einigen Stellen vorkommt.



Findlinge – Zeugen der Eiszeiten

Lange rätselten die Leute über Herkunft der Blöcke aus kristallinem Gestein, welche nicht zum Kalkfelsen des Untergrunds passten. Man suchte mythologische Erklärungen, wie der Name „Teufelsstein“ bezeugt.



Die Wissenschaftler kamen erst im 19. Jahrhundert darauf, dass in der Quartär-Ära das Klima ausgeprägte Schwankungen zeigte. In mehreren Kaltphasen war das heutige Mittelland von gewaltigen Eismassen bedeckt, die von den Alpen herunterflossen.

Der Rhone-**Gletscher** hobelte tiefe Rinnen aus, in denen sich später das Wasser des Bieler- und des Neuenburger-Sees sammelte. Auf seinem Rücken reiste Bergsturzmaterial ins Mittelland und bis auf die ersten Jurazüge. Im Eis eingeschlossen wurde auch Schotter verfrachtet. Nach dem Abschmelzen des Eises blieb das Material liegen. Die letzte Eiszeit endete vor 10'000 – 12'000 Jahren.

Kies ist heute ein wichtiger Rohstoff für die Beton-Herstellung. Kiesvorkommen sind auch ein wichtiger Grundwasserspeicher und dürfen darum nicht beliebig abgebaut werden.

Auch Magglingen wurde vom Rhonegletscher überfahren. Man sieht auf den Äckern oder im Waldboden oft gerundete Steine, also Flussgeröll. Da es hier oben kein Fließgewässer hat, muss es sich um Material handeln, das der Gletscher hinterliess.

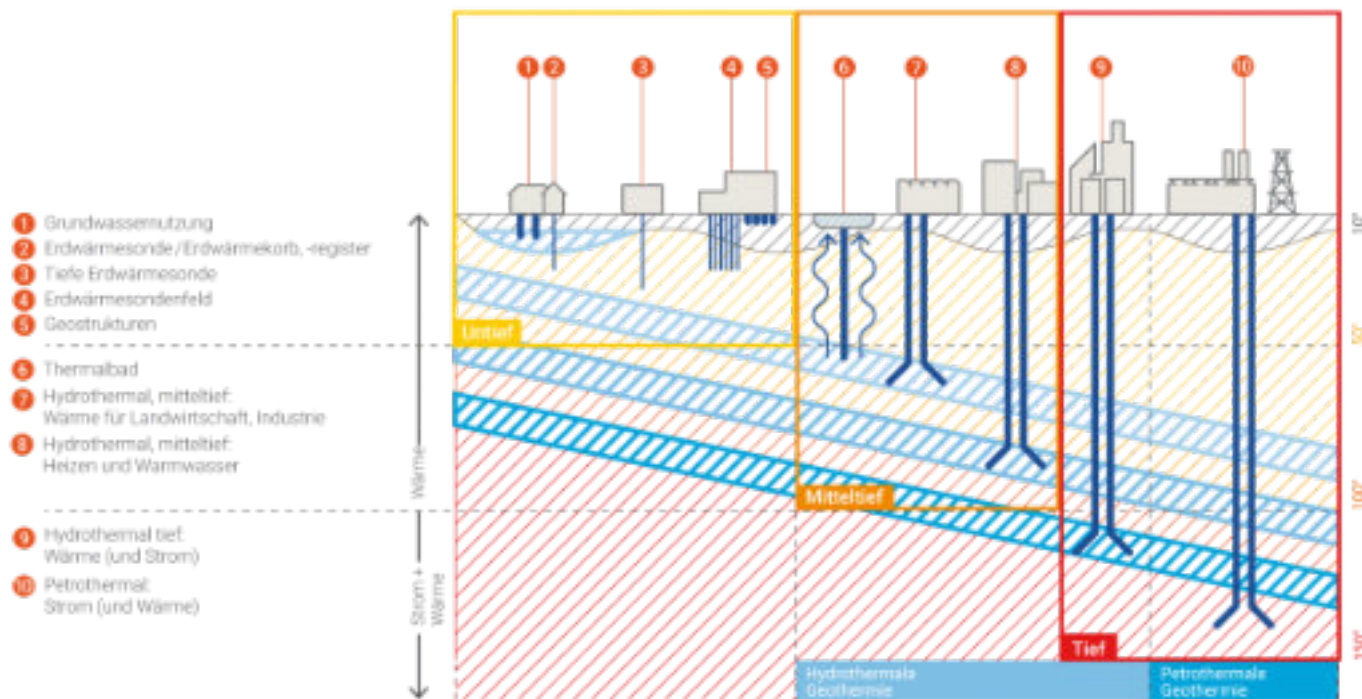
Geothermie

Die Erde ist ein heisser Planet. Die abgekühlte feste Kruste ist zwar im Schnitt etwa 50 km dick, doch im Verhältnis zur Erdkugel mit ihrem 12'600 km \varnothing ist das bloss eine dünne Haut, vergleichbar mit der Kartoffelschale!

Durch diese Haut dringt die Hitze des glutflüssigen Innern nach aussen. Je tiefer man bohrt, umso wärmer wird es. Pro 100 m Tiefe steigt die Temperatur um 3 ° C.

Erdwärme heizt ohne Verbrennung, sie ist CO₂-frei. Das Potential ist quasi unerschöpflich.

Die Nutzungsmöglichkeiten der Geothermie:



Der Mensch erscheint

Erst im letzten Abschnitt des Quartärs – im sog. **Holozän** - entwickelt sich aus den aufrecht gehenden Hominiden eine neue Gattung: Der Homo sapiens (der wissende Mensch). Dank ihrem grösseren Gehirn entwickelten diese Wesen erweiterte Fähigkeiten. Die Entwicklung zeigt grosse Schübe, die in immer kürzeren Abständen folgen.

Vor ca. 70'000 J. Die **kognitive Revolution**: Sie erkennen Zusammenhänge, nutzten das Feuer, stellen Kleidung, Behausung, Waffen und Werkzeuge aus Holz, Stein oder Knochen her. Sie entwickeln Sprache, um ihre Tätigkeiten zu koordinieren. Diese Jäger- und Sammlergesellschaft setzte sich an die Spitze der Nahrungskette und breitete sich auf alle Kontinente aus.

Vor ca. 12'000 J. Die **landwirtschaftliche Revolution**: Planerische Fähigkeiten. Homo sapiens treibt Ackerbau und Viehzucht, er wird sesshaft. Die Überschüsse werden verwaltet, es bilden sich Städte und Hierarchien.

Vor ca. 2'000 J. **Religiöse Revolution**: Judentum, Christentum, Islam lösen Animismus und polytheistische Religionen ab.

Vor ca. 500 J. Die **wissenschaftliche Revolution**. Die Methoden der exakten Wissenschaften erweisen sich als nützlich und fördern den technischen Aufschwung. Heliozentrisches Weltbild, Hochseeschiffahrt und Kolonialismus bringen eine erste Globalisierungswelle.

Vor gut 200 J. Die **gesellschaftliche Revolution**: Gleichheit, Freiheit, Brüderlichkeit; Aufhebung der Sklaverei, Demokratie statt Monarchien.

Vor 150 Jahren **Die industrielle Revolution**: Dampftechnologie mit Kohle als Energiequelle, Eisenbahnen überziehen die Kontinente, und verbinden diese mit der Dampfschiffahrt zu einem weltweiten Handelsnetz.

Im 20. Jahrhundert steigert die breite Anwendung der Elektrizität die technischen Möglichkeiten erneut. Mechanisierung, elektronische Massenmedien, Erdölförderung führt zur breiten Motorisierung, Flugverkehr, Massentourismus.

Vor 30 Jahren **Digitale Revolution:** Computertechnologie und Internet beschleunigen Produktion, Konsum und die Mobilität zu Land, Wasser und Luft abermals. Alles wird angetrieben durch renditesuchende Finanzmärkte und allgemeines Streben nach finanziellem Gewinn.

Fazit

Der Mensch dominiert den Planeten Erde ganz offensichtlich. Die Menschheit ist so zahlreich wie nie zuvor. Der Energie- und Ressourcenverbrauch erreicht eine noch nie dagewesene Höhe. Das Gleiche gilt aber auch für die Umweltbelastung mit Schadstoffen.

Wo der Mensch sich breit macht, hat die Natur das Nachsehen. Die Biodiversität nimmt ab, die Umweltbelastung nimmt zu. In der Atmosphäre haben sich so viele Abgase angesammelt, dass sich das Klima zu ändern beginnt. Ein neues Erdzeitalter hat eingesetzt, das **Anthropozän**.
Ist der Homo sapiens weise genug, um die weitere Entwicklung vernünftig zu gestalten?

Was sich ändern muss, wenn wir bleiben wollen: **Die kulturelle Revolution**

Eine Neuorientierung zeichnet sich jetzt ab. Denkende Menschen in aller Welt erkennen, dass die bisherigen Trends nicht nachhaltig sind, dass wir die Grenzen des Wachstums nicht überschreiten dürfen.

Sie suchen nach einer Balance zwischen Mensch und Natur. Sie verlangen eine international koordinierte Energiepolitik, welche auf erneuerbare Quellen setzt. Sie streben weniger nach materiellen Gütern und suchen ein Wohlbefinden durch gelingende Beziehungen.

Ein wacher Teil der Jugend durchschaut die hohle Konsumwelt und entdeckt zunehmend die immateriellen Werte als Quelle des Glücks. Sie sind **bereit, sich für diese kulturelle Revolution einzusetzen.**

Stichworte (im Text **fett** geschrieben)

	Seite		
Akkretion	3	Gletscher	24
Anthropozän	27	Gravitation	3
Atmosphäre	4	Holozän	26
Bohnerz	21	Jurafaltung	23
Eiszeiten	22, 24	Karst	11, 21
Erdrotation	3	Kontinentaldrift	7
Erdwärme	3, 25	Kontinente	4, 7
Erosion	10	Kreidezeit	11, 16 - 18
Findlinge	24	Malm	16, 21
Fossilien	15, 19	Plattentektonik	7, 11
Gebirgsbildung	9, 10	Revolutionen	26, 27
Geothermie	25	Vulkane	8

Verwendete Literatur, Quellen

Harari Yuval	Eine kurze Geschichte der Menschheit; München 2013
Heitzmann Peter	Gesteine bestimmen und verstehen; Basel 1989
Labhard Toni	Geologie der Schweiz, Thun 1992
Margulis Lynn / Sagan Dorion	Leben - vom Ursprung zur Vielfalt; Berlin 1995
Paturi Felix	Die Chronik der Erde; Augsburg 1996
Rickenbacher Hans	Die Eisenmacher vom Bieler Jura, 2014
Weissert Helmut	Der Ozean im Gebirge; Zürich 2010
Wikipedia	Portal Geowissenschaften
Nomenklatur	Es wird die Tabelle der Internationalen Stratigraphischen Kommission verwendet ,Stand 2009
Bildnachweis	Seite 3, 8, 10, 26: wikipedia commons Seite 7, 13, 15, 17, 19: Chronik der Erde Seiten 4 und 5: Margulis; Leben Seite 11, 21, 24: Rickenbacher; Seite 25: Geothermie Schweiz