



4.1

Der »GeoGarten« im Schulbiologiezentrum

- „Steine erzählen Geschichte(n) –

Vorwort: Steine erzählen Geschichte(n).....	1
Vom „Wert“ der Steine.....	2
Die „Steinkiste“: Erste, ganz ungeologische Begegnungen mit Steinen.....	3
Steinerne Vielfalt:.....	4
Gleiches zu Gleichem	4
Einige Themenvorschläge	4
Stein-Zeit, ein Strategiespiel.....	5
Ein steinerner Stammbaum.....	5
Versuch eines einfachen Bestimmungsschlüssels.....	5
Beispiel Feuerstein: Vom Einfachen, spielerischen Herangehen zur fachlichen Betrachtung..	6
Überblick über den Inhalt der Steinkiste (Auswahl).....	8
Archimedes im Land der Steine.....	9
Hart und weich - Eine Härteskala für Gesteine	10
600 Millionen Lichtjahre von uns entfernt sitzt ein Astronom... ..	10
Jedes Jahr ein Sandkorn.....	10
Jahre zählen.....	11
Fünf Minuten vor Zwölf ...?.....	11
Eine Zeitreise durch über 400 Millionen Jahre Erdgeschichte.....	12
Die Großen Blöcke im GeoGarten – Kurzübersicht nach Themen geordnet.....	13
Die Großen Blöcke im GeoGarten – Nach ihrem geologischen Alter geordnet.....	13
Materialien / Anhang	
„Stein-Zeit“.....	25
„Geologische Wäscheleine“.....	26
„Steckbrief“.....	27
Ein Kursvormittag im GeoGarten.....	28
Karte Mitteleuropa (Arbeitsblatt zur Charakterisierung der Gesteine)	
Stein-Zeit (Kreuzworträtsel zum GeoGarten)	
Info-Tafeln im GeoGarten: Devon - Tertiär	
Bestimmungsschlüssel für 7 ausgewählte Gesteine	

**Titel: Der „GeoGarten“ im Schulbiologiezentrum
- Steine erzählen Geschichte(n) -
Arbeitshilfe Nr. 4.1**

Verfasser: Ingo Mennerich, Sylt, Januar/Oktober 2006

Redaktion,
Fotos, Layout Ingo Mennerich, Michaela Dominik (Karte GeoGarten)

Herausgeber Landeshauptstadt Hannover
Fachbereich Bibliothek und Schule
Vinnhorster Weg 2
30419 Hannover
Tel.: 0511-168-47665/7
Fax: 0511-168-47352
Email: schulbiologiezentrum@hannover.de
Internet: www.foerdereverein-schulbiologiezentrum.de

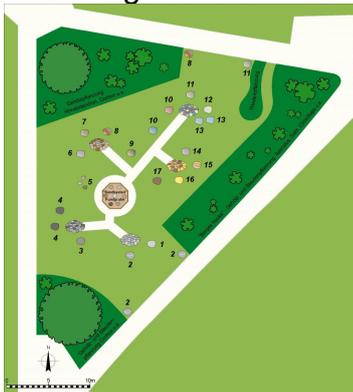
Hannover 2006



Vorwort: Steine erzählen Geschichte(n)

„Talking Stones“ bedeutet sowohl „sprechende Steine“ als auch „über Steine sprechen“. Was berichten Steine über ihre Entstehung? „Talking Stones“ hieß ein Ranger-Programm in einem der vielen Nationalparks der USA. Der Ranger legte den Teilnehmern einfach Steine auf die Hand und bat sie, die Steine selbst erzählen zu lassen. Selbstverständlich hatte kaum einer eine geologische Vorbildung, was sich allerdings schnell als vorteilhaft erwies. Denn gerade die „naive“ Betrachtung, weit ab von allem Fachlichen erlaubt den Blick auf Wesentliches, das sonst schon früh einer alles Nichtfachliche ausblendenden systematischen Betrachtung zum Opfer fällt.

Diese Arbeitshilfe kann und will keine Kenntnisse der Geologie und Geomorphologie vermitteln. Sie möchte lediglich den GeoGarten und einige der Nutzungsmöglichkeiten vorstellen. Die von vielen gefürchtete Bestimmung von Gesteinen und den in ihnen enthaltenen Mineralien gelingt nur durch vergleichendes genaues Hinschauen und setzt Fachkunde und lange Erfahrung voraus. Dies ist hier ausdrücklich keine Vorausbedingung. Im Gegenteil: Wir möchten mit dem GeoGarten nichtgeologische Zugänge zu den „toten“ Gesteinen schaffen die Grundlagen für eine vielleicht und hoffentlich lebenslange Neugier schaffen. Diese Arbeitshilfe soll natürlich aber auch den fachlichen Hintergrund dieses Themengartens skizzieren und wird auf geologische Fachbegriffe nicht verzichten können.



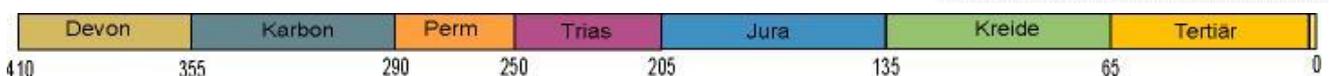
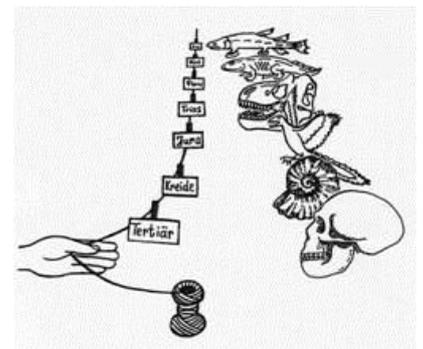
Der Geogarten wurde im Jahr der Geowissenschaften 2002 in einer Gemeinschaftsaktion zwischen dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (GeoZentrum Hannover) und dem Schulbiologiezentrum zwei Jahre nach der EXPO als ein weiterer Themengarten entwickelt und eingerichtet.



Auf einer Fläche von etwa 600 qm sind 17 große steinerne Zeugen aus 400 Millionen Jahren niedersächsischer Erdgeschichte versammelt. Im Zentrum der Anlage befindet sich eine achteckige „Steinkiste“, auf deren Rand eine ganze Schulklasse Platz findet.

Hier sind - zum Wühlen, Anfassen, Vergleichen und Ordnen - handgroße (und kleinere) Steine aus Norddeutschland zusammengetragen Neben der Steinkiste liegen aus dem skandinavischen Raum stammende eiszeitliche Geschiebe. Eine überdachte Informationstafel gibt einen Überblick über die plattentektonisch-geologische und klimatischen Entstehungsbedingungen der Gesteine.

Der GeoGarten bietet Platz zum Beispiel zum Aufspannen einer zeit-maßstabgerechten „geologischen Wäscheleine“, mit deren Hilfe die sonst kaum vorstellbaren Zeitspannen der Erdgeschichte veranschaulicht werden können. Entlang der „Geologischen Wäscheleine“ lassen sich „Meilensteine“ der Evolution positionieren: Wann entwickelten sich die ersten Moose und Farne, wann lebten die Dinosaurier, seit wann gibt es Menschen? (siehe Arbeitshilfe 10.8 „Die paläontologisch-geologische Wäscheleine“)





Vom „Wert“ der Steine

In der weit entfernten Welt der kleinen Inseln nordöstlich Neuguineas liegt Yap. Dort wurden vor langer Zeit Steine zu Geld gemacht- sofern man sie mühsam mit Kanus vom 400 km entfernten Palau herbeibrachte. Die „Fä“ oder „Rai“ genannten, handteller- bis vier Meter großen und mit einem Loch versehenen Steine aus Aragonit galten dort als allgemeines Zahlungsmittel. Bis der „weiße Mann“ kam, der die schönen runden Steine in großem Stil auf Palau abbaute und in den einfachen Wirtschaftskreislauf der Insulaner einführte...

„Steinreich“ waren früher Bauern und Schlossherren, die es sich leisten konnten ihre Höfe und Burgen aus Stein zu bauen. Der ärmere Teil baute aus Holz. Wer „einen Stein im Brett“ bei jemandem hat, erfährt Achtung und hat etwas gut...

Sind Steine etwas wert? Nur so lange, wie man ihnen einen Wert beimisst. Aber was ist „Wert“? Als Tauschmittel taugen Steine nur in isolierten Gesellschaften, abseits globaler Wirtschaftszusammenhänge. Oder als Raritäten. Diamanten sind schließlich auch Steine. Steine selbst haben aber durchaus einen wirtschaftlichen Wert: Die „Friesenmauer“, die an der Nordsee auch um die unfriesischste Villa herum gezogen wird gibt dem Wort „steinreich“ eine aktuelle Bedeutung. Der Natursteinindustrie geht es nicht schlecht, zumal sie sich auf die im Trend liegende Verachtung alles Künstlichen verlassen kann. Wahrscheinlich hängen die Begriffe „Geltung“ und „Geld“ eng zusammen.

Die Vielzahl der Fossilien- und Mineralienbörsen zeigt, dass Steinen (auch eine Versteinering ist ein Stein) ein oft hoher Geldwert beigemessen wird. Hier bestimmt sowohl die Ästhetik als auch der Wunsch nach dem Außergewöhnlichen den Markt. Zur Eröffnung der Ausstellung „Steine im Fluss“ im Landesmuseum Hannover wurde den geladenen Gästen eine Lore mit großen Salzkristallen (Kochsalz!) zum Mitnehmen präsentiert. Viele Besucher gingen mit prall gefüllten Taschen nach Hause. Aber auch ein Stück Beton aus einer zu klein gewordenen Autobahnbrücke oder ein Stück Berliner Mauer mag einer Sammlung einverleibt werden...

„Ist der was wert?“ fragen Kinder oft, wenn sie einen glitzernden Stein in der Hand halten. Und sie verstehen kaum, dass er viel und doch nichts wert ist. Es kommt darauf an, was wir für „wert“ halten. König Midas ertrank im wertlosen Gold und die Beatles hatten Recht mit „Can´t Buy Me Love“.

Steinen werden seit alters her mythologische Bedeutungen zugemessen. Zu erwähnen sind die Steinkreise in Stonehenge oder Carnac. Auch heute treffen sich noch „Druiden“ an den Externsteinen. Der Talisman ist meist ein Stein. Gern gekauft werden heute – diese noch ganz praktisch - „Handschmeichler“ oder warm zu machende „Heilsteine“. Es werden aber auch Steine mit „Auren“ und „Energiefeldern“ angeboten. Sie erhalten bei denen, die an solche Kräfte glauben mögen, ihren eigenen Wert, bei nüchterner Einstellung sind sie wertlos.

Die Steine im Geogarten sind in diesem Sinne nichts und doch unermesslich viel wert. Ihr Handelswert mag bei Null liegen. Der in ihnen wohnende eigentliche Wert liegt in ihrer Vergangenheit und in der Möglichkeit, sie in der Hand zu halten und zu erkennen, wie klein und unbedeutend man in dieser großen Welt ist....



Die „Steinkiste“: Erste, ganz ungeologische Begegnungen mit Steinen



Rund, eckig, glatt, rau, warm, kalt...
Wie viele Steine kannst Du mit geschlossenen Augen auseinander halten?

Klingen alle Steine gleich?
Klopfe mit einem Stein leicht gegen einen anderen.

Sind Steine gleich schwer?
Suche gleich große Steine und vergleiche ihr Gewicht!

Gleiches zu Gleichem...
Suche miteinander „verwandte“ Steine und lege sie zueinander!

Suche einen Stein heraus, der Dich besonders anspricht!
Denk Dir eine Geschichte aus: Wo mag er herkommen, wie ist er entstanden?

Wähle 10 zueinander passende Steine aus!
Füge einen dazu, der nicht in diese Gruppe passt.

Rund, eckig, glatt, rau, warm, kalt...
Suche jeweils zwei Steine mit gleichen oder ähnlichen Eigenschaften heraus.

Lege gleichfarbige Steine auf einen Haufen!
Nicht alle Steine einer Farbe sind gleich.
Unterteile den großen in kleinere Haufen



● **Steinerne Vielfalt:**

Groß, klein, rot, grau, weiß, grün oder bunt, rau oder glatt, eckig oder rund - Stein ist nicht gleich Stein und auch der Laie wird aus dem „bunten“ Angebot Gleiches zu Gleichem legen können. Dabei brauchen fachliche Aspekte überhaupt keine Rolle zu spielen, was sicherlich viele Berührungsängste zur Geologie abbauen hilft. Selbst Vorschulkinder werden mit der Sandkiste etwas anfangen können, etwa ein **Muster** nur aus weißen und roten Steinen legen oder – etwas anspruchsvoller – eine Burg aus Steinen bauen. Steht im ersten Falle das Differenzierungsvermögen und ästhetische Aspekte im Vordergrund, so erfahren die Kinder beim **Burgenbauen**, das nicht jeder Stein zu einem stabilen Turm führt.

● **Gleiches zu Gleichem:**

Fordern Sie die Schüler – einzeln oder in kleinen Gruppen - auf, ähnliche Steine, passend zu einem selbst und frei gewählten (aber den Nachbarn nicht mitgeteilten!) Thema zusammenzutragen. Wenn Sie möchten, dass die Schüler auch wahrnehmen, was die Nachbarn sammeln, wandeln Sie die Regel etwas ab: Ein Thema darf nicht zweimal vorkommen. Da vorher und während keiner über sein Thema reden darf, sind die Schüler gezwungen, bei ihrer Suche stets auf die Mitschüler zu achten, dabei still deren Thema erratend und sich immer wieder neu orientierend.

● **Einige Themenvorschläge:**

- Rote, schwarze, graue, grüne oder bunte Steine
- Steine mit interessanten oder schönen Mustern
- Steine mit interessanten oder schönen Formen
- Glänzende Steine
- Runde oder abgerundete Steine
- Eckige Steine
- plattenförmige Steine
- Steine mit Löchern
- schwere und leichte Steine
- Steine, mit denen man schreiben kann
- Steine, die beim aneinander schlagen unterschiedlich klingen
- Steine mit andersfarbigen „Adern“
- Steine mit anders aussehenden Einschlüssen
- aus mehreren Steinen zusammengesetzte Steine
- Von Menschen gemachte Steine
- und, und, und...

So wird der eine dunkle, glänzende Steine mit weißer „Rinde“ vor sich aufhäufen, der andere dreieckige Steine, ein weiterer vielleicht Steine, mit denen man schreiben kann oder die beim aneinander schlagen einen bestimmten Klang erzeugen. Jetzt erst lassen Sie die Steine „sprechen“: Bitten Sie die Nachbarn eines Schülers herausfinden, wie dessen Thema heißen könnte. Hier werden bereits typische Eigenschaften (die zu eben dieser Auswahl geführt haben) in Sprache verwandelt, Eigenschaften, die auch für den Fachkundigen bei der Gesteinsbestimmung eine Rolle spielen.

Ein Beispiel soll das verdeutlichen: Hat ein Schüler, wie im genannten Falle, dunkle, glasig glänzende Steine mit weißer Rinde aus dem Haufen ausgegliedert, wird schnell deutlich, dass diese Steine meistens eine scharfe Kante haben und dass das Zer- oder Abschlagen zu neuen, oft noch schärfere Kanten führt (wegen herumfliegender Splitter Schutzbrillen tragen!!!).

Der „Messer-„ oder „Rasierstein“ (Geben Sie den Objekten ruhig erst einmal Phantasienamen, die auf ihre Eigenschaften verweisen!) kann mit Geschick in ein durchaus nutzbares Werkzeug verwandelt werden, der Stein ist zwar spröde, aber hart (Schreiben wie mit der Kreide kann man nicht mit ihm!). Die Schneide des „Steinmessers“ wird auch bei sehr geschickter und geduldiger Bearbeitung nie ganz gerade, abgesplitterte Stücke hinterlassen immer kleine Hohlformen mit muschelartig geformter Oberfläche. Den Feuerstein etwa zu quaderförmigen Bausteinen oder zu Dachplatten zu schlagen, ist fast unmöglich, was im Falle von Basalt (Kopfsteinpflaster) bzw. Tonschiefer (Dachschiefer) gelingt. Trockene Feuersteine fühlen sich kälter an als ebenfalls trockene Kreide, was an der Wange gut zu überprüfen ist. Wie ist das – bei gleicher Umgebungstemperatur – möglich? Die Lösung: Beide nehmen die **Temperatur** ihrer Umgebung an, sind objektiv also gleich warm (Messung mit einem, mit Messfühler ausgestatteten Digitalthermometer oder einem Infrarot-Messgerät). Ihre Wärmeleitungseigenschaften und ihre Wärmekapazität sind unterschiedlich, was dazu führt, dass der Wange mehr oder weniger Wärme entzogen wird (Wärmentzug führt zu einem Kältegefühl). Unter Umständen wird beim leichten Anschlagen ein helles **Klingen** zu hören sein („Klingenstein“ im doppelten Sinne?), vielleicht steigt auch ein, vielleicht an Sylvesterfeuerwerk erinnernder **Duft** („Duftstein?“) auf. Spätestens der Duft wird die Schüler auf die richtige Spur bringen: Der „Messer-„ , „Klingen-„ oder „Duftstein“ ist ein Feuerstein. Der Funkenschlag ist im Dunkeln deutlich zu sehen, ob es allerdings jemandem gelingt, wirklich Feuer zu machen...?

- **Stein-Zeit:** Ein Strategie-Spiel für 3 oder mehrere Personen:

In der „Steinkiste“ liegen viele Steine. Einige Steine haben viele „Brüder“ und „Schwestern“, die gut zueinander passen. Das ist aber nicht immer so. Manchmal ist es sehr schwer, entsprechende Steine zu finden.

Spielregeln: Einer der Spieler sucht sich einen Stein aus, der ihn besonders „anschaut“, nimmt ihn aus der Steinkiste und gibt ihn einem beliebigen Mitspieler in die Hand. Dieser muss **einen** dazu passenden Stein finden. Gelingt ihm das, legt er beide Steine neben sich auf den Rand der Steinkiste. Er darf er sich einen **ganz neuen** Stein aussuchen und gibt ihn einem weiteren Mitspieler. Dieser Mitspieler muss **zwei** dazu passende Steine finden, die er am Rand ablegt. Jetzt sucht er sich einen **neuen** Stein aus und gibt ihn ebenfalls weiter. Der Spieler, der jetzt an der Reihe ist, muss **drei** dazu passende Steine finden und so weiter.... Die Zahl der zu findenden Steine erhöht sich also mit jeder Runde. Wenn der Spieler, der gerade an der Reihe ist, nicht genügend passende Steine findet, scheidet er aus. Zuvor bestimmt er, wer als nächstes an der Reihe ist. Das Spiel endet, wenn nur noch ein Spieler übrig geblieben ist. Er ist aber nur dann Sieger, wenn er die gerade geforderte Anzahl passender Steine findet. Die Spielregel liegt zum Herunterladen im Internet bereit.

- **Ein steinerner Stammbaum**

Ähnlichkeiten lassen sich in ein hierarchisches Ordnungsgefüge bringen, wobei die Kriterien – anders als bei geologischen Bestimmungsschlüsseln - nicht zwingend vorgeschrieben zu sein brauchen. Lassen Sie Ihre Schüler selbst entscheiden und sprechen Sie gemeinsam darüber.

- **Versuch eines einfachen Bestimmungsschlüssels**

Angesichts der Vielzahl von Gesteinstypen sollte sich ein für die Schule gedachter Bestimmungsschlüssel (siehe Anhang) auf wenige, wichtige Arten beschränken, zumal es weniger um die exakte Einordnung eines Steins als um die Methode geht.

Zwei Steine mögen beide „Granit“ heißen, der eine aber ist ein rötlicher, Kalifeldspatreicher Granit, der andere ein farblich vom weißen Calcium-/Natriumfeldspat- und grauen Quarz bestimmter Granit. Daneben gibt es Übergangsformen zu den mineralisch zwar ähnlichen, aber gebänderten Gneisen oder zu den vulkanischen Porphyren, bei denen Feldspäte und Quarze als Einsprenglinge in einer homogenen Grundmasse liegen. Schließlich ist der Übergang von den „sauren“ und hellen, d.h. recht quarzreichen Graniten zu den dunkleren, basischen Gesteinen (etwa Gabbro) fließend.

Diese Beispiele mögen zeigen, dass man sich im Unterricht nicht „verzetteln“ sollte. Der vorgeschlagene Bestimmungsschlüssel beschränkt sich auf 7 ausgewählte, häufige Gesteine: Granit, Gneis, Porphyry, Basalt, Sandstein, Kalkstein und Feuerstein.

Methodisch sollte so vorgegangen werden:

Eine vorher ausgewählte größere Anzahl dieser Gesteine wird zunächst in eine Gruppe von „bunten“, mehrfarbigen und in eine Gruppe von einfarbigen Steinen getrennt.

Die „bunten“ Steine werden in die Gruppe der Steine mit gleichmäßig verteilter und in die Gruppe der ungleichmäßig verteilten Körner aufgeteilt. Auf den Begriff „Mineralien“ sollte hier noch verzichtet werden.

Die einfarbigen Steine werden mit 10%iger Salzsäure untersucht womit alle Kalksteine eine Gruppe bilden. Kalksteine sind meist weiß, es gibt aber auch dunkle Typen. Achtung: Die kalkigen Dolomite reagieren nur auf erwärmte Salzsäure.

Die verbleibenden, auf Salzsäure nicht reagierenden Steine bilden zwei Gruppen, eine mit feinkörnigem Gefüge und eine, bei denen keine Körnung erkennbar ist. Die erste umfasst die Sandsteine, die in fast allen Farben vorkommen können (Glaukonithaltige sogar in grün). Es gibt sehr feinkörnige Sandsteine, sie gehen über in Tonsteine (z.B. Grauwacke, Schiefer), bei einigen haben sich die Körner völlig aufgelöst (Quarzite).

Eine sehr empfehlenswerte, breite Grundlage bietet das Buch von Frank Rudolph, „Strandsteine Sammeln & Bestimmen“, Wachholz-Verlag Neumünster 2004, ISBN 3-529-05409-7

Beispiel Feuerstein:

Vom Einfachen, spielerischen Herangehen zur fachlichen Betrachtung

Bisher spielte sich noch viel – vom „Sammeltrieb“ motiviert - auf der spielerisch entdeckenden Ebene ab, der Übergang zum forschend-untersuchenden Arbeiten ist aber fließend. Viele der hier aufgezählten Eigenschaften sind typische Bestimmungsmerkmale für den Chalcedon, in dieser dunklen Form umgangssprachlich auch „Flint“ oder einfach „Feuerstein“ genannt. Eigenschaften, die z.B. auf einen Kalkstein nicht zutreffen. Ihm allerdings sieht der Feuerstein manchmal sehr ähnlich, besonders, wenn ihn die ursprüngliche weiße Rinde noch ganz umhüllt, was aber nur bei „jungfräulichen“, d.h. unverletzten Exemplaren der Fall ist.

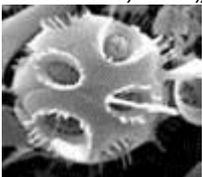
Beide, Feuerstein und Kalkstein sind dann von gleicher **Farbe**. Der Fingernagel hinterlässt auf weichen Kalksteinen eine Spur, auf der Feuersteinrinde nicht. Mit weichen Kalksteinen kann man deshalb sogar an der Tafel schreiben, die Schrift ist abgeriebenes Gesteinsmehl. („Kreide“, die übliche Tafelkreide ist allerdings Gips!). Das gelingt mit dem Feuerstein nicht. Die **Härte** – ein wichtiges Unterscheidungskriterium bei der Mineralbestimmung) - der beiden Steine ist also verschieden. Da es aber auch sehr harte Kalksteine gibt, machen Geologen im Zweifelsfall den **Säuretest (Kalkprobe)**: Lassen Sie mit der Pipette einen Tropfen 10%iger Salzsäure auf die zu prüfenden Steine geben, schäumt der Tropfen auf, ist Kalk (Calciumcarbonat CaCO_3) enthalten. Durch die Säurezugabe wird Kohlenstoffdioxid (CO_2) aus dem Kalk frei. Ersatzweise, aber mit eingeschränkter Wirkung können Sie auch Essig, oder – besser - Essigessenz nehmen, auch Zitronensaft schäumt auf, wenn auch schwächer.

Die Oberfläche eines Feuersteins (abgeschlagene Flächen) ist *immer*, die eines Kalksteins nur *mehr oder minder* glatt Die Untersuchung mit der **Lupe**, dem **Binokular** oder dem **Mikroskop** (Auflicht und schwächstes Objektiv!) zeigt, dass sich der Kalkstein aus kleinen bis kleinsten Elementen zusammensetzt, die im Extremfall aber auch zu einer homogenen Masse verschmolzen sein können. Enthält er erkennbare Fossilien, lässt sich sein Kalkgehalt leicht erklären, braust eine Muschelschale, mit Säure betupft, doch auch kräftig auf. Der Feuerstein hat eine glasartige, nicht gekörnte Oberfläche, in die eingebettet aber winzige, Nadeln ähnliche Elemente eingebettet sind.

Spätestens hier lösen wir uns aus der Ebene der vergleichenden Betrachtung und es bedarf zusätzlicher **Hintergrundinformation** zur **Entstehungsweise**. Was ist ein Feuerstein, wie entsteht er? Wie entstand die Kreide?

Feuersteine bauen sich, wie Glas, aus einem Element auf, das in der Verbindung mit Sauerstoff zu großer Härte, aber auch Sprödigkeit führt. Dieses Element – das Silizium (Si) – ist das häufigste Element in der Erdkruste. Als Siliziumdioxid (SiO_2 Kieselsäure) bildet es ein sehr stabiles Silikat- oder Quarz-Kristallgitter, sowohl in chemischer als auch in mechanischer Hinsicht. Es wird von Säuren nicht angegriffen und ist auch sonst sehr widerständig. Sand besteht in erster Linie aus Siliziumdioxidkristallen. Der Begriff „Sandpapier“ oder „Sandstrahlgebläse“ deutet auf die Härte hin (Sandpapier enthält allerdings meist Korund, ein noch härteres Aluminiumsilikat). Mit Sand befrachtetes, unzureichend gewaschenes Gemüse lässt es zwischen den Zähnen ganz schön krachen. Quarz ist ein wesentlicher Bestandteil des unterirdischen Magmas und damit magmatischer Gesteine, z.B. des Granits. Die glasartigen, fast durchsichtigen Quarz- oder Kieselkörnchen, die den Sandstrand aufbauen oder die Sandkiste füllen sind Verwitterungsprodukte, z.B. eben des Granits.

Der Siliziumgehalt des Feuersteins ist völlig anderen, nämlich organischen Ursprungs. Feuersteine entstanden in der warmen, bei uns im Wesentlichen vom Meer dominierten Kreidezeit (vor 145 – 65 Millionen Jahren) aus so genannten Kieselschwämmen. Die Kieselschwämme enthalten ein stützendes, lockeres Skelett aus Kieselsäure (so genannten Spiculae oder Spikulen). Zeit, Druck und Wärme haben diese Skelette aufgelöst und in fast homogene Kieselsäureklumpen verwandelt. Einzelne Nadeln finden sich als Überbleibsel in der ansonsten strukturlosen Masse. Feuersteine liegen manchmal massenweise in den weißen, kalkigen Ablagerungen Kreidezeit (etwa in den Mergelgruben der Zementindustrie im Osten Hannovers oder in den Ackerfurchen auf dem Kronsberg) und geben damit indirekt Auskunft über ihre Entstehungszeit. Feuersteine findet man in Norddeutschland, besonders an der Ost- und Nordseeküste. Sie sind während der letzten großen Kaltzeiten von den skandinavischen Gletschern zusammen mit dänischen Kreideablagerungen nach Norddeutschland geschoben worden und haben dies aufgrund ihrer Härte, im Gegensatz zu den weichen, kalkigen „Muttermgesteinen“ der Kreidezeit überdauert. Feuersteine geben, trotz ihres Alters, auch heute noch ein beliebtes Schottermaterial für Wege ab. Übrigens: Wer zum nahe liegenden Schluss gelangt, dass die weiße „Rinde“ der Feuersteine der Rest des kalkigen „Muttermgesteins“ ist, möge die Kalkprobe machen. Der weiße Überzug schäumt nicht auf, die „Theorie“ ist also falsch.



Kalksteine, wie etwa die **Kreide**, sind ebenfalls meeres-organischen Ursprungs. Die sich beim Schreiben auf der Tafel ablösenden Teilchen sind Reste der Kalkskelette winziger Geißelalgen, den so genannten Coccolithophoriden. Sie lebten massenweise in den warmen Meeren der Kreidezeit. Da Hannover in einer Tiefe von bereits wenigen Metern von

Kreide unterlagert wird, heißt das nichts anderes, als das Hannover einst von einem warmen Meer bedeckt war. Die winzigen und fein strukturierten, Coccolithen genannten Skelettreste sind unter dem Schülermikroskop nicht als solche zu erkennen, dazu bedarf es mindestens 1000facher Vergrößerung (Ölimmersion). Die Herstellung eines Präparats ist einfach:

Schaben Sie Kreidemehl vom Kalkstein, schwemmen Sie es in Leitungswasser auf und warten Sie, bis sich die gröberen Teilchen am Boden abgesetzt haben. Den vorsichtig abgegossenen, d.h. dekantierten Überstand können Sie mikroskopieren. Andere Gesteinsarten mögen andere methodische Schritte erfordern, stets aber sollte einer ganzheitlichen, viele Aspekte berücksichtigenden Arbeitsweise der Vorzug gegeben werden.

Überblick über den Inhalt der Steinkiste (Auswahl)

- **Sand:** Helle, fast durchsichtige Körnchen (Lupe!) aus **Quarz**, entstanden aus der Verwitterung von anderen Gesteinen, z.B. aus Granit, vom Wind und durch Wassertransport (z.B. eiszeitliche Schmelzwasserströme) zusammengetragen
- **Bruchstücke aller großen Blöcke im GeoGarten** (Anhydrit, Basalt, Diabas, Dolomit (Nüxeier Dolomit), Gabbro, Gips, Granit, Grauwacke, Kalkstein (Thüster Kalkstein), Korallenkalk (Korallenoolith), Muschelkalk, Plattendolomit, Trochitenkalk, Velpker Sandstein, Wealden-Sandstein (Obernkirchener Sandstein), Weser-Sandstein)
- abgerundete oder kantengerundete **Granite, Gneise** und **Porphyre** aus dem skandinavischen Raum, als „Geschiebe“ während der Eiszeiten durch Gletscher aus dem anstehenden Fels herausgebrochen, zerkleinert und durch Transport (besonders in Schmelzwasserströmen) gerundet. Granite, Gneise und Porphyre sind magmatische Gesteine (Erstarrungsgesteine).

Sie sind in der Mehrzahl vielfarbig, oft dominiert rot. Gemeinsam ist ihnen eine körnige Struktur, beim **Granit** liegen schwarze und rote (gelbe oder weiße) Mineralien regellos dicht an dicht eingebettet in einer, die Körner umfließenden grauglasigen Grundsubstanz. Sind die Mineralien in irgendeiner Weise geordnet, z.B. zu Bändern geschichtet, ist es ein, durch Druck aus dem Granit hervorgegangener (geknautschter) **Gneis**. Liegen schwarze und manchmal auch glasig graue oder blaue Minerale vereinzelt und locker zerstreut in einer roten Grundsubstanz, ist es ein **Porphyre**.
- ebenso geformte, dunkelgraue bis schwarze **Basalte** gleichen Ursprungs
- ebenso geformte **Sandsteine** gleichem Ursprungs
- Wie oben, aber mehr oder weniger scharfkantig (frische Bruchstücke)
- **Pflastersteine:** Granit und Basalt
- Dreikantige, abgerundete Steine sind oft „**Windkanter**“, die durch Sandstürme vor der Gletscherfront ihre Form erhielten.
- Zusammengesetzte Steine, sog. **Konglomerate** (verschiedene, meist abgerundete Steine in vorwiegend einheitlicher Grundsubstanz eingebunden)
- Dazu: Eisenhaltiger, grobkörniger Sandstein (Limonit, rostartig, Morsum-Kliff Sylt)
- **Feuersteine** (vielgestaltige, oft eigenartige Formen, z.B. mit Löchern, z. T. mit weißer „Rinde“)
- **Kreide** (weißgrauer, weicher und dadurch zum Schreiben geeigneter Kalkstein aus der Oberkreide, Hannover-Kronsberg), auch als Strandgeröll (eiszeitliches Geschiebe aus der dänischen Kreide, Nordfriesland)
- Verschiedenfarbige **Flussgerölle** aus Südniedersachsen (z.B. Buntsandstein)
- „**Gequältes Gestein**“: Aus Sand hervorgegangene Harzer **Grauwacke** mit weißen **Adern**. Die Adern sind Risse, die durch bei der Entstehung des Harzes (und seines „Vorläufers“) entstanden. Sie wurden mit dabei aufsteigenden quarzhaltigem Magma gefüllt
- „**Taubes Gestein**“: Haldenmaterial (Grauwacke) aus dem Oberharzer Erzabbau, mit Zinkblende (braun, körnig, glänzend), Bleiglanz (grau, glänzend) und Malachit (Kupferoxid, grüne Überzüge)
- **Schiefer** (schwarz, plattig brechend) aus dem Oberharz

- **Schlacke** aus der mittlerweile eingestellten Erzverhüttung im Oberharz (Strickmuster-, zopf- und wurstartige Strukturen)
- **Menschgemachte „Gesteine“**: z.B. abgerundete Reste von Straßenbelag (Asphalt mit darin eingeschlossenen Steinen), Beton mit Zuschlag usw.

Bitte **alles** Material anschließend wieder in die Steinkiste zurücklegen!



Archimedes im Land der Steine

Es gibt kleine und große Steine und es gibt leichte und schwere Steine.

Manchmal ist es so, dass zwei Steine gleich schwer aber unterschiedlich groß sind.

Manchmal ist es so, dass zwei Steine gleich groß aber unterschiedlich schwer sind.

Und jetzt wird es schwierig: Suche zwei Steine etwa gleich groß sind! Es gibt lange, breite, kurze, dünne, dicke, flache runde und eckige Steine. Deshalb ist es schwer, Steine nach ihrer Größe zu ordnen.

- Überlege wie Du herausfinden kannst, ob die beiden Steine wirklich gleich groß und schwer sind!

Wenn ein Stein im Wasser liegt kann dort, wo der Stein liegt kein Wasser sein. Der Stein „verdrängt“ so viel Wasser wie in den Stein hineinpassen würde wenn der Stein abgesehen von einer dünnen Schale hohl wäre.

- Wiege die beiden Steine. Sind sie gleich schwer? Notiere ihr Gewicht!
- Fülle ein großes Marmeladenglas mit Wasser, lege einen Stein hinein, so dass er vollständig vom Wasser bedeckt ist. Markiere mit einem Folienstift, wie hoch das Wasser im Glas steht. Nimm dann den Stein heraus und lege den zweiten Stein ins Wasser. Auch er muss vollständig vom Wasser bedeckt sein. Wenn beide Steine gleich viel Wasser verdrängen sind sie gleich groß: Sie haben dann das gleiche Volumen). Wenn dem nicht so ist, sauge oder ergänze mit einer Pipette so viel Wasser aus dem Marmeladenglas, bis der alte Wasserstand wieder hergestellt wird.
- Notiere, wie viel Wasser du herausgezogen oder ergänzt hast.

Dichtebestimmung nach dem Archimedischen Prinzip

Miss mit einem Kraftmesser die Gewichtskraft in der Luft (F_G), dann die Gewichtskraft im Wasser (F_W). Die Differenz (in N Newton) entspricht der Auftriebskraft F_A .

Die Dichte ρ des Steins ist gleich der Gewichtskraft in der Luft (F_G) geteilt durch den Gewichtsverlust im Wasser ($F_G - F_W$):

$$\rho = F_G / (F_G - F_W)$$

Da $(F_G - F_W) = F_A$ ist kann man auch schreiben $\rho = F_G / F_A$

Beispiel:

Ein Gneis hat in der Luft eine Gewichtskraft von 2,9 N. Im Wasser eine Gewichtskraft von 1,6 N.

Die Differenz (Gewichtsverlust) beträgt 1,3 N. Der Gewichtsverlust entspricht dem Gewicht des verdrängten Wassers und ist gleich dem Auftrieb.

Die Dichte ρ ist $2,9 \text{ N} / 1,3 \text{ N} = 2,24 \text{ g/cm}^3$



Hart und weich - Eine Härteskala für Gesteine

Die allen Geologen geläufige Mohs'sche Härteskala bezieht sich nicht auf Gesteine, sondern auf Mineralien. Gesteine setzen sich aus Mineralien zusammen.

Es gibt harte, verwitterungsbeständige Gesteine und solche, die, weicherer Natur verhältnismäßig leicht in ihre Komponenten zerfallen.

In der Sandkiste lassen sich die Steine mit einfachem Werkzeug, z.B. anderen Steinen bearbeiten. Einige Steine (z. B. Feuersteine) lassen sich nicht einmal ritzen, mit anderen (z. B. Kalksteinen) kann man schreiben, weil sie sich beim Reiben auf der Unterlage in Gesteinspulver auflösen.

Härte definiert sich aber nicht allein durch mechanische Widerständigkeit, sondern meint auch Resistenz gegen chemische Auflösung. Ein Feuerstein reagiert nicht auf verdünnte Salzsäure, ein Kalkstein (CaCO_3) verwandelt sich unter Aufbrausen in CO_2 und CaO .

Gesteine setzen sich aus unterschiedlich resistenten Mineralien zusammen. Die Verwitterung des Granits hinterlässt harte Quarzkörnchen (Sand) und Tonminerale, die aus den weicheren Feldspäten und Glimmern entstanden sind.

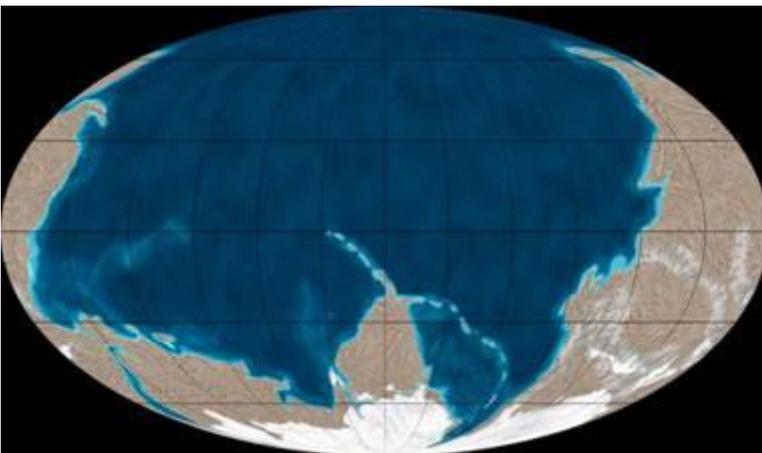
Hier bietet sich als Fortführung die Untersuchung von Böden und ihren Ausgangsgesteinen an. Im nah gelegenen „Garten für ökologische Kleinexperimente“ lässt sich die spontane Besiedlung auf verschiedenen Böden beobachten.



600 Millionen Lichtjahre von uns entfernt sitzt ein

Astronom... -an seinem Fernrohr und such nach Spuren des Lebens im Weltall.

Nächtelang hat er nach Sternen gesucht die von Planeten umkreist werden. Gerade jetzt hat er einen schwachen, gelblichen Stern mit neun Planeten im Auge. Einer der Planeten ist blau, hat weiße Flecken, die sich ständig verändern und braune Flächen. Nachdem sich der Planet einmal um seine Achse gedreht hat, macht er eine Zeichnung:



Spuren des Lebens kann der Astronom nicht erkennen.

600 Millionen Jahre später werden sich einige Lebewesen auf dem blauen Planeten Menschen nennen. Einige der Menschen sind Astronomen und schauen hinauf zu den Sternen und fragen sich. Gibt es Leben da draussen?

Ein Lichtjahr sind 9,42 Billionen km.

Der Astronom ist $5,7^{21}$ km

(5700000000000000000000 km!)

entfernt. Oder sagt man besser: „War

entfernt“?



Jedes Jahr ein Sandkorn....

Im GeoGarten liegt ein Sandhaufen. Nimm so viele Sandkörner in die Hand, wie du alt bist. Wie viele Sandkörner fasst ein Eimer? Jedes Jahr ein Sandkorn, wie viel sind 600 Millionen Sandkörner?



Jahre zählen...

Wenn du mal nicht einschlafen kannst, kannst du Jahre zählen, jede Sekunde eins. In einer Stunde sind 3600 Jahre an dir vorbeigelaufen. Die letzte Fußballweltmeisterschaft, die Beatles, die Fünfziger, der zweite Weltkrieg, der erste, Bismarck, Napoleon, der dreißigjährige Krieg, Luther, Karl der Große.....und jetzt bist du irgendwo in Babylon angekommen. Wenn du jetzt immer noch nicht eingeschlafen bist zähle einfach weiter! Wann bist du bei den Sauriern angekommen? Wann bei den ersten Tieren, den ersten Pflanzen? Wann siehst du, wie die Erde, die Sonne und das Weltall entstehen?

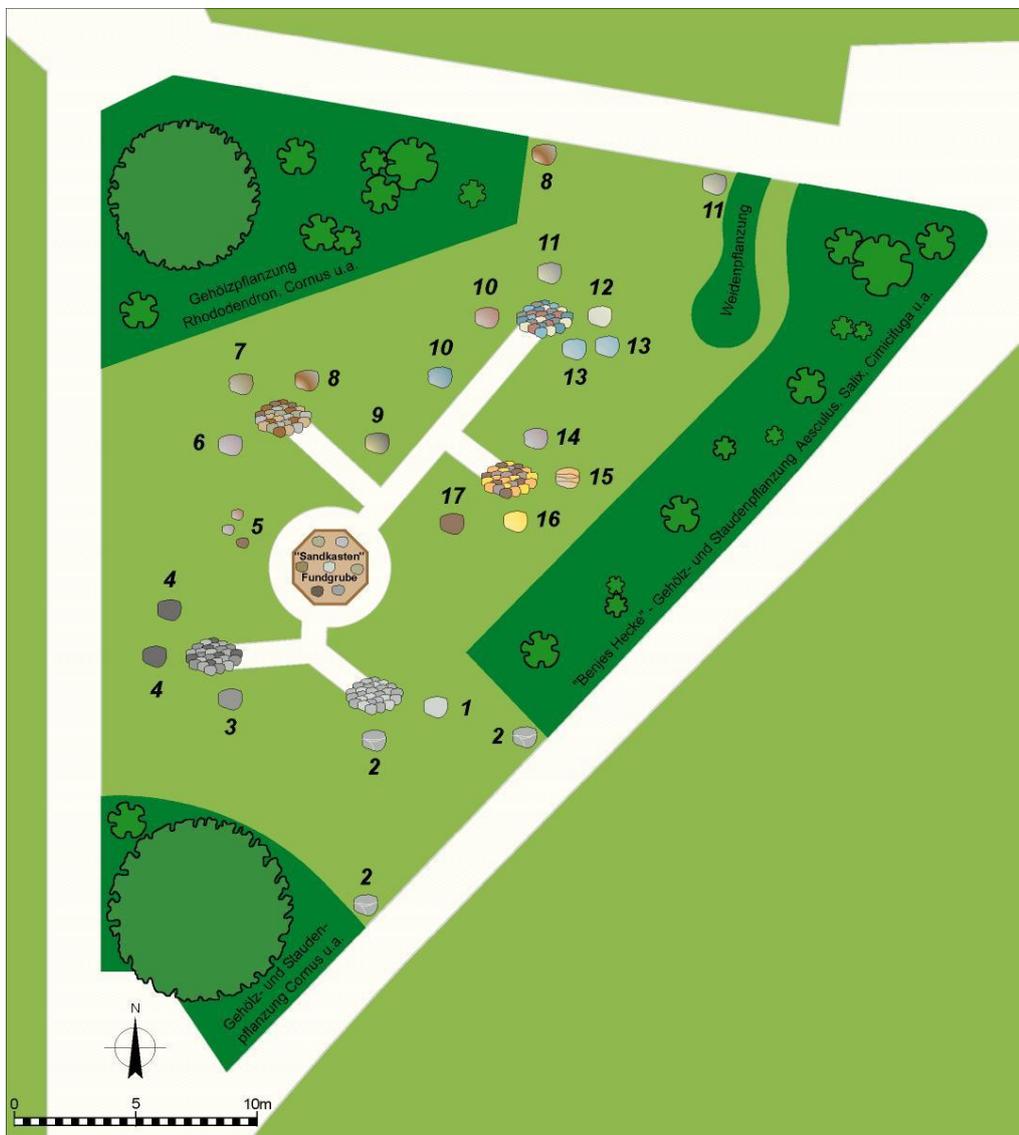
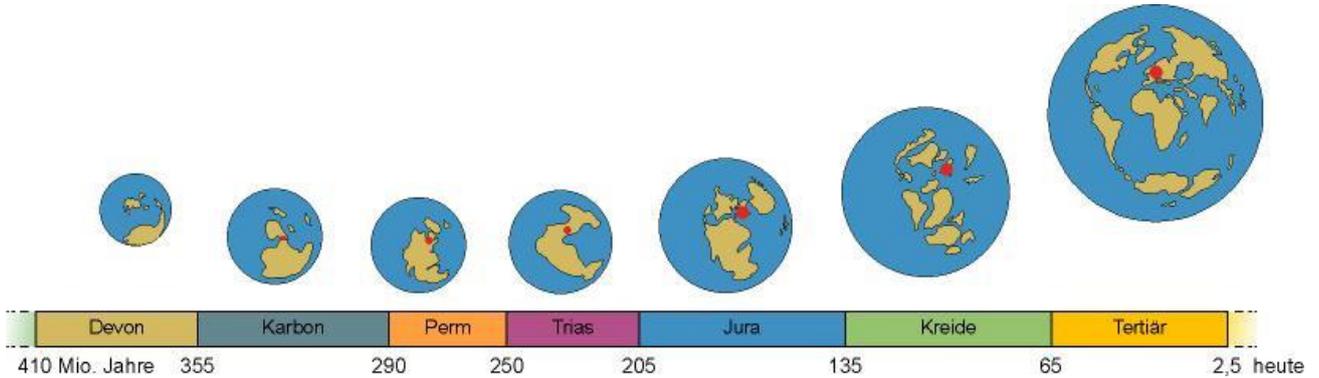


Fünf Minuten vor Zwölf ...?

Stell dir vor, die Erde wäre heute Morgen genau um Mitternacht entstanden. Jetzt ist es wieder 24 Uhr. Um wie viel Uhr liefen die letzten Saurier auf der Erde herum, wann gab es die ersten Menschen?



Eine Zeitreise durch über 400 Millionen Jahren Erdgeschichte



Karte: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung 2002

Die großen Blöcke im Geogarten
Kurzübersicht, nach Themen geordnet, siehe Karte oben

Magmatische Gesteine

1	Granit	Saures Tiefengestein (Plutonit), Brocken/Harz	Karbon,
2	Gabbro	Basisches Tiefengestein (Plutonit), nördlicher Harz	Karbon
3	Diabas	Submarines, basisches, altes Ergussgestein (Vulkanit), nördlicher Harz	Karbon
4	Basalt	Basisches, junges Ergussgestein (Vulkanit), Nähe Göttingen	Tertär

Geschiebe aus Skandinavien

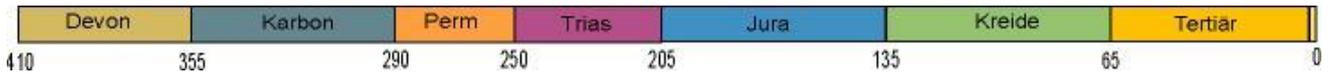
5	7 Eiszeitliche Geschiebe	Feuerstein	Tertiär
		Feuerstein	Kreide
		Kalkstein	Ordovizium
		Kalkstein	Silur
		Quarzit	?
		Amphibolit	?
		Quarzitischer Sandstein	?

Sedimentgesteine

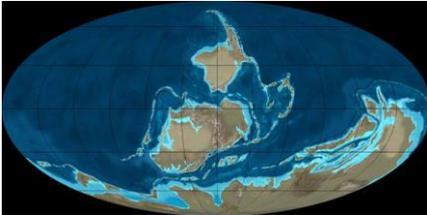
6	Nüxeier Dolomit	Dolomitisches Sedimentgestein	Perm
7	Plattendolomit	Dolomitisches Sedimentgestein	Perm
8	Muschelkalk	Kalkiges Sedimentgestein	Trias
9	Trochitenkalk	Kalkiges Sedimentgestein	Trias
10	Korallenoolith	Kalkiges Sedimentgestein	Trias
11	Thüster Kalkstein	Kalkiges Sedimentgestein	Jura
12	Gips	Evaporit (Verdampfungsgestein)	Perm
13	Anhydrit	Evaporit (Verdampfungsgestein)	Perm
14	Grauwacke	Sandig toniges, submarines Sedimentgestein	Devon
15	Obernkirchener Sandstein	Sandiges Sedimentgestein	Kreide
16	Velpker Sandstein	Sandiges Sedimentgestein	Jura
17	Wesersandstein	Sandiges Sedimentgestein	Trias

Die großen Blöcke im Geogarten, nach ihrem geologischen Alter geordnet

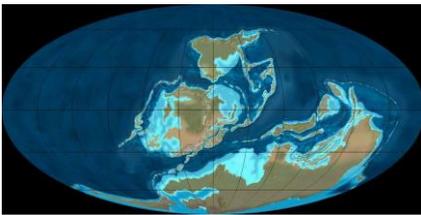
- Die folgende tabellarische Übersicht ist die Kurzfassung eines bereits im November 2002 geschrieben und bisher nur im Internet veröffentlichten Textes („Die großen Blöcke im GeoGarten“).
- Die im GeoGarten aufgehängten Informationstafeln (Devon – Tertiär) enthalten zusätzliche Materialien und sind für die Besucher gedacht, die sich ein eingehendes Bild von den Entstehungsbedingungen der großen Blöcke machen möchten. Sie sind im Internet herunterladbar.
- Die paläotektonischen Erdkarten wurden der Heimseite von Ron Blakey, Northern Arizona University Flagstaff/USA entnommen (ronald.blakey@nau.edu). Die Karten wurde vom Schulbiologiezentrum Hannover als Bildsequenz (PowerPoint) für den Unterricht aufbereitet und ist ebenfalls auf unserer Heimseite erhältlich.
- Die Paläokarten für Mitteleuropa wurden auf der Grundlage von Probst, Deutschland in der Urzeit neu gezeichnet.
- Eine Literaturübersicht findet sich am Ende der Langversion.



14 **Grauwacke**
Devon
410 Mill. Jahre

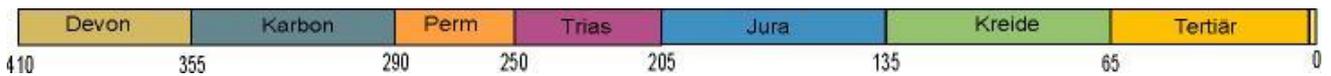


Die Erde vor 400 Mill. Jahren

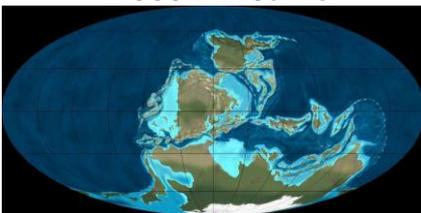


Die Erde vor 370 Mill. Jahren

- Südharz (Nähe Hasselfelde)
- Graues marines Sedimentgestein, hart, Schottermaterial
- Stark verfestigte, tonige und sandige Komponenten
- Entstanden im („Rheischen“) Ozean zwischen zweier, sich aufeinander zu bewegenden Kontinenten („Gondwana“, „Old Red“). Submarine Bergstürze am Rande der Kontinentalplatten führten zu feinschlammigen „Turbidströmen“, die sich am Meeresgrund ablagerten. Das verfestigte Sediment wurde bei der Plattenkollision im Oberkarbon aufgefaltet (Variszisches Gebirge).
- Die in unserem Raum stattfindende Kollision der Kontinente Gondwana und Old Red führte zum Riesenkontinent Pangäa.
- Die Grauwacke ist ein verbreitetes Gestein im Harz

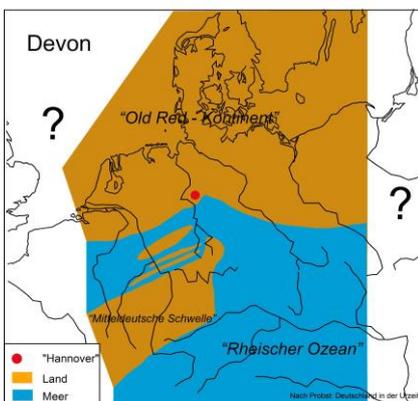


3 **Diabas**
Devon/Karbon
355 Mill. Jahre

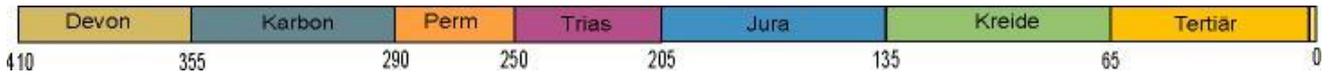


Die Erde vor 340 Mill. Jahren

- Südwestlich Bad Harzburg (Harz)
- Grünliches, marines magmatisches Gestein, sehr hart, als Schotterstein (Gleisbau) geeignet
- Submarines Ergussgestein (Vulkanit) im Kollisionsbereich von Gondwana und Old Red (siehe Grauwacke!). Ursprüngliche Mineralzusammensetzung ähnlich dem jüngeren Basalt: Feldspäte (Plagioklas) und Augit, dieser aber mit der Zeit teilweise in grünes Chlorit verwandelt.



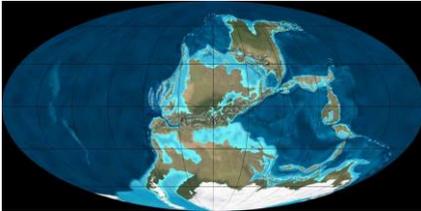
Mitteleuropa im Devon
(nach Probst, Deutschland in der Urzeit)



1 Granit

Karbon

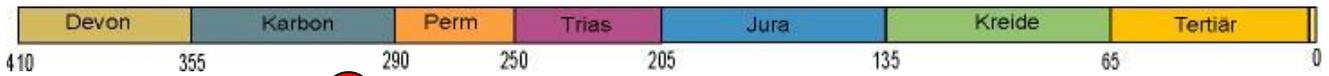
300 Mill. Jahre



Die Erde vor 300 Mill. Jahren

- nördliches Brockengebiet (Harz)
- Gelbliches magmatisches Gestein, Mineralien Feldspat, Quarz, Glimmer. Hart, tendenziell aber relativ leicht verwitternd (Grus, Hexensand)
- Magmatisches Tiefengestein im Kollisionsbereich von Gondwana und Old Red (siehe Grauwacke!), entstanden in großer Tiefe während der variszischen Gebirgsbildung. „Saurer“ Granit mit hohem Quarzanteil, dunkle Mineralien bereits vorher und in größerer Tiefe zu auskristallisiert (siehe Gabbro)

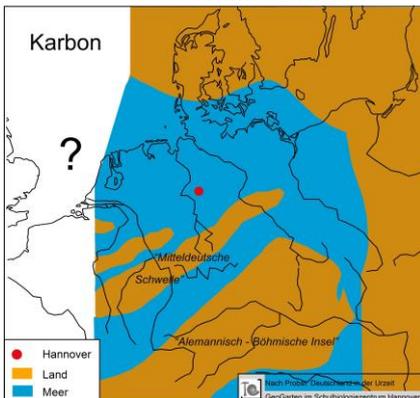
- Durch Verwitterung und Abtragung aufliegender Schichten heute an der Oberfläche zu Tage tretend. Dort typische Erosionsformen (Wollsackverwitterung, Klippenbildung: „Rosstrappe“, „Teufelskanzel“, „Mausefalle“, Kästeklippen“)



2 Gabbro

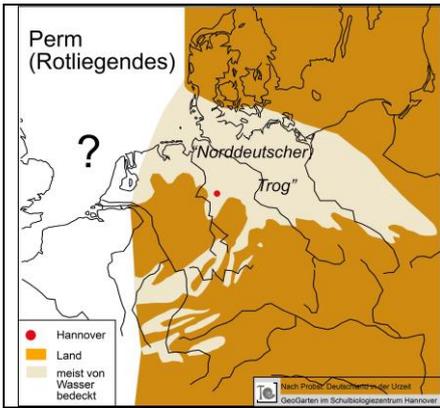
Karbon

300 Mill. Jahre



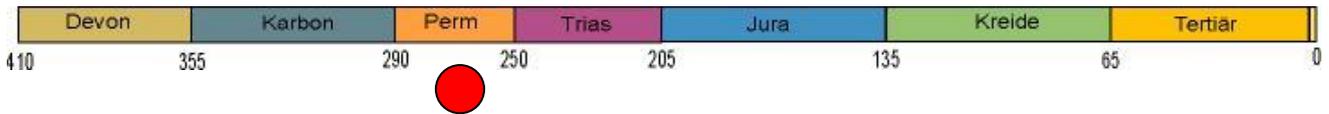
Mitteleuropa im Karbon (nach Probst, Deutschland in der Urzeit)

- Nähe Bad Harzburg (Harz), Name „Gabbro“: Ort bei Livorno/Italien
- Grau-schwarzes magmatisches Tiefengestein (Plutonit) Hart, nimmt nur wenig Wasser auf, als Pflaster- und Schotterstein verwendet.
- Magmatisches Tiefengestein im Kollisionsbereich von Gondwana und Old Red (siehe Grauwacke!), entstanden in wahrscheinlich noch größerer Tiefe (vergl. Granit) während der variszischen Gebirgsbildung.
- „Basischer“, dunkler Plutonit mit geringem Quarzanteil. Dunkle, schwere Mineralien: Pyroxen (Augit), Hornblende, Olivin, darin dem Basalt (siehe dort) ähnlich, letzterer aber ein Ergussgestein (Vulkanit).
- Durch Verwitterung und Abtragung aufliegender Schichten heute an der Oberfläche zu Tage tretend.
- Zum Teil von schwartenartigen saureren und hellen Bändern durchzogen. Gabbros im GeoGarten sind besser als gabbroide Gesteine zu bezeichnen.



Mitteleuropa im unteren Perm (Rotliegendes)
(nach Probst, Deutschland in der Urzeit)

Das im Karbon entstandene Variszische Gebirge wurde im Perm durch Erosion abgetragen. Der rote Schutt ergoss sich in die Ebenen, besonders in den „Germanischen Trog“, eine breite Senkungszone. Dieser Trog füllte sich im jüngeren Perm mit dem von Norden einbrechenden Zechsteinmeer.

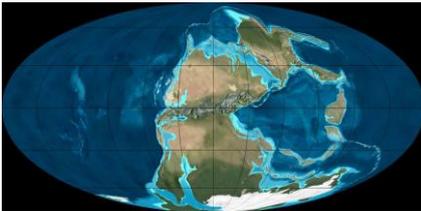


7 Plattendolomit

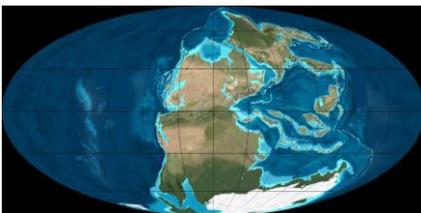
Perm
(Zechstein)

- Uhrde, südwestlicher Harzrand (Nähe Osterode), dort massige,plattige Lager bildend (Name!)
- Grauer, dolomitischer und fossilienfreier harter Kalkstein

265 Mill. Jahre

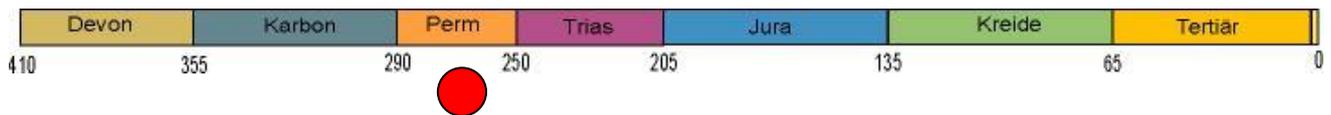


Die Erde vor 280 Mill. Jahren



Die Erde vor 260 Mill. Jahren

- Sedimentgestein, entstanden im flachen Zechsteinmeer, das nach der Abtragung des variszischen Gebirges (siehe Grauwacke, Diabas, Granit, oder Gabbro) von Norden in den damals flachen Bereich des heutigen Norddeutschlands hineinbrach
- „Deutschland“ lag in Äquatornähe. Heißes, trockenes Klima führte zur periodischen Austrocknung des zeitweise durch Schwellen abgetrennten Zechsteinmeers und zur Ausfällung von Mineralien.
- Calcium zum Teil von im Meerwasser gelöstem Magnesium ersetzt: Kalk CaCO_3 > Dolomit (Bitterspat) $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, Dolomit ist in kalter verdünnter Salzsäure nur schwer löslich.
- Dolomit ist nach dem französischen Geologen Dolomieu (1750 – 1801) benannt, dessen Namen auch die, aus triasischem Dolomit bestehenden Dolomiten tragen.

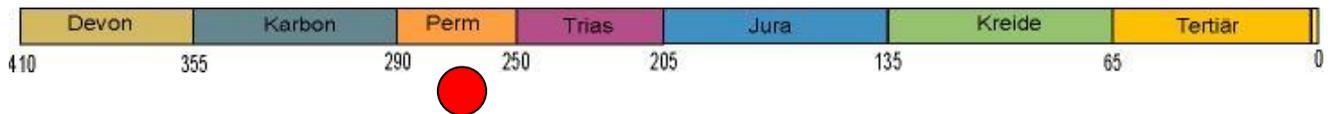


6 Nüxeier Dolomit

Perm
(Zechstein)

265 Mill. Jahre

- Nüxei bei Scharzfeld (Nähe Herzberg) südwestlicher Harzrand
- Grauer, dolomitischer, harter Kalkstein, z. T. Beimengungen von Tonmineralien und eisenhaltigem gelbbraunen Limonit
- Sedimentgestein, Entstehung siehe Plattendolomit

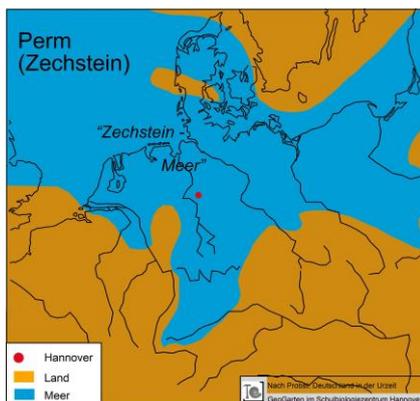


13 Anhydrit

Perm
(Zechstein)

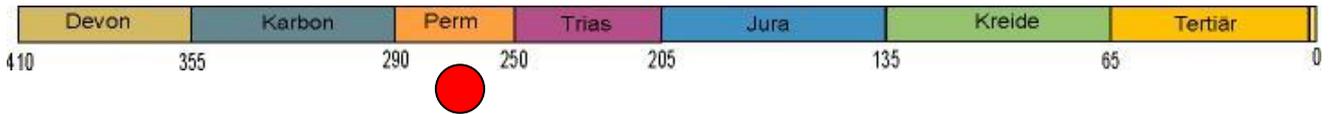
255 Mill. Jahre

- Dorste (Nähe Osterrode/Südharz)
- Hellgraues bis weißes, bräunlich gebändertes Sedimentgestein (Evaporit = Eindampfungsgestein), relativ weich, ähnlich Schreibkreide
- Sedimentgestein, entstanden wie Plattendolomit und Nüxeier Dolomit (siehe dort).



Mitteleuropa im oberen Perm
(Zechstein)
(nach Probst,
Deutschland in der Urzeit)

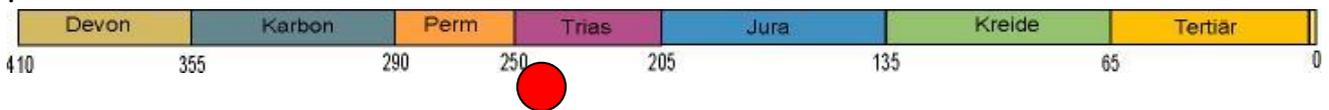
- Anhydrit (CaSO_4) ist die ursprüngliche, wasserfreie Form des Gipses ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- Anhydrit verwandelt sich an der Erdoberfläche zu Gips, dadurch starke Verwitterung, der Übergang ist hier gut zu beobachten
- Salzsäuretest negativ
- Bänderung durch ursprünglich horizontal eingelagerte tonige Sedimente, durch spätere tektonische Bewegungen (Hebung der Harzscholle im Tertiär, siehe Basalt) gefaltet.
- Anhydrit bildet in Norddeutschland große Lager in großer Tiefe. Dort gerät es unter der Auflast jüngerer Schichten unter starken Druck, wird plastisch und steigt an tektonischen Brüchen auf (Halokinese, Salzstöcke).
- Aufsteigende Salzstöcke führten im hannoverschen Raum zur Hebung von Schollen wie z. B. dem Benther Berg, dem Gehrdenener Berg oder dem Kronsberg
- Helgoland: Hier wurde ein Buntsandsteinblock aus großer Tiefe an die Oberfläche gepresst.



12 Gips Perm (Zechstein)

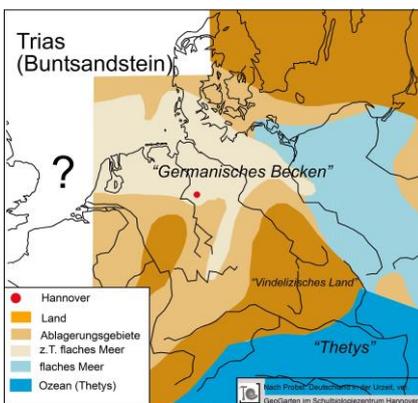
255 Mill. Jahre

- Dorste (Nähe Osterode/Südharz)
- Hellgraues bis weißes Sedimentgestein (Evaporit = Eindampfungsgestein), relativ weich, ähnlich Schreibkreide
- Tafelkreide ist enthält keinen Kalk (Salzsäuretest), sondern besteht aus gepresstem Gipspulver
- Sedimentgestein, entstanden wie Plattendolomit, Nüxeier Dolomit und Anhydrit (siehe dort).
- Gips ist chemisch ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), vergl. mit dem wasserfreien Anhydrit
- Grundstoff der chemischen Industrie
- Gips verwittert durch Wasseraufnahme und Volumenzunahme leichter als Anhydrit, vergleiche die beiden Blöcke
- Salzsäuretest negativ, da kein Kohlenstoff enthalten
- Gips bildet auf Salzstöcken in und in Grundwassernähe so genannte Gipshüte.
- Der „Kalkberg“ bei Bad Segeberg (Karl-May-Festspiele, „Winnetou“) ist ein solcher kalkfreier Gipshut.



17 Wesersandstein (Buntsandstein) Trias (untere) (Buntsandstein)

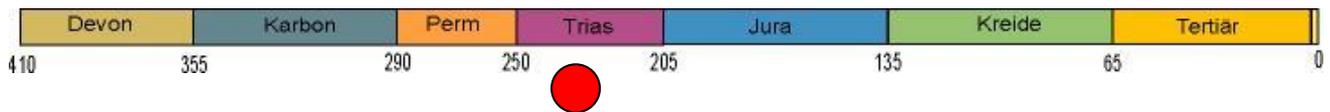
250 Mill. Jahre



- Nähe Stadtoldendorf (Solling)
- rotes, fossilienfreies Sedimentgestein, rau wie Sandpapier (blind fühlen!), hart
- Das Gestein trocknet bedingt durch hohe Wasseraufnahme nur langsam aus, dadurch in Schattenlagen starke Veralgung.
- Sedimentgestein, entstanden nach dem endgültigen Rückzug des Zechsteinmeers (siehe Plattendolomit, Nüxeier Dolomit, Anhydrit und Gips) unter ariden, wüstenhaften Bedingungen (vergleiche den heutigen mittleren Westen der USA, Sahara oder Zentral-Australien) in einem meist trocken liegendem ausgedehnten Flusssystem (vergleiche „Wadis“ in der Sahara). „Deutschland“ lag in der Trias nördlich des Äquators (heute liegt dort die Sahara).

Mitteleuropa in der unteren Trias (Buntsandstein), (nach Probst, Deutschland in der Urzeit)

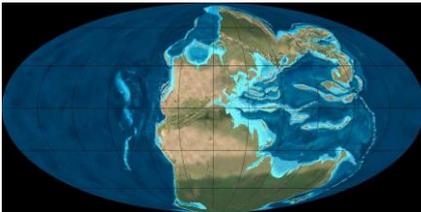
- Rote Farbe entsteht durch eisenhaltiges Hämatit (Eisenoxid = Fe_2O_3), das sich als Rostüberzug in eisenhaltigem Wasser bildete.
- Unter der Lupe sind aus Quarz bestehende Sandkörnchen zu erkennen (siehe Granit, Granitverwitterung), die in Hämatit eingebettet sind. Sie lassen sich relativ leicht herauslösen (spitze Nadel benutzen!)
- Im Buntsandstein treten häufig fossile Rippelmarken auf, die durch Wind oder durch periodische Starkregenabflüsse entstanden sind. Manchmal findet man auch Abdrücke von Regentropfen.



8

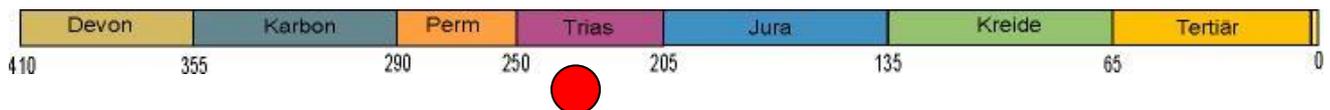
Muschelkalk Trias (Muschelkalk)

240 Mill. Jahre



Die Erde vor 240 Mill. Jahren

- Nähe Hardegsen (südlicher Solling)
- graues, kalkiges Sedimentgestein mit helleren Bruchstücken aus Muschelschalen (Name)
- Karbonatreiches Sedimentgestein (CaCO_3), entstanden nach dem Einbruch des warmen Triasmeers ins sich absenkende „Germanische Becken“
- „Tethys“ = Frühe, erdumspannende Form des Mittelmeers, Die Tethys entstand beim Auseinanderbrechen des riesigen Kontinents Pangäa.
- Verhältnisse vergleichbar mit dem heutigen Wattenmeer.
- Muschelkalkgebiete sind flachwellige Räume mit fruchtbaren Böden (Landwirtschaft)

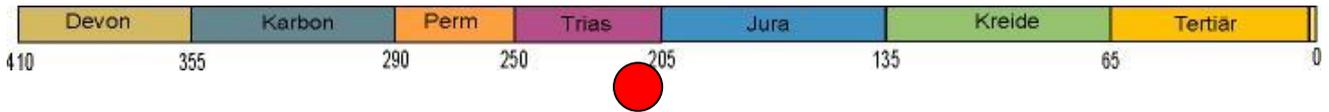


9

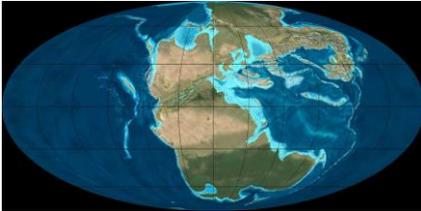
Trochitenkalk Trias (Muschelkalk)

233 Mill. Jahre

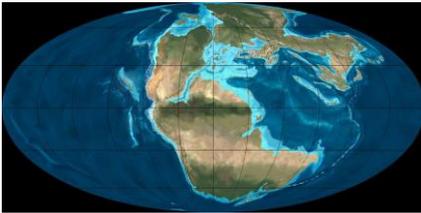
- Nähe Polle (Weserbergland)
- graues, kalkiges Sedimentgestein, hier mit nur einzelnen münzenförmigen Resten von Seelilien (= Trochiten).
- Karbonatreiches Sedimentgestein (CaCO_3), Entstehung siehe Muschelkalk
- Seelilien sind Stachelhäuter (mit den Seesternen und Seeigeln verwandte Echinodermen), marine, wärmeliebende Flachwasserbewohner
- Trochus (lateinisch „Rad“), die Trochiten bestehen aus dem harten Mineral Calcit



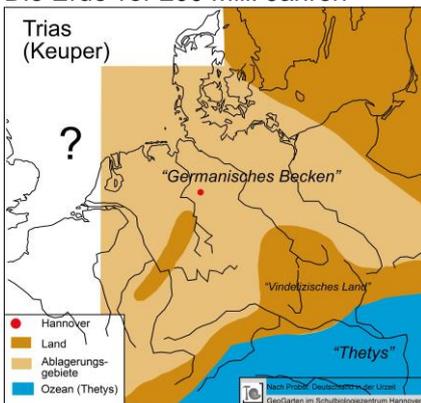
16 Vepker Sandstein Trias (Keuper) 210 Mill. Jahre



Die Erde vor 220 Mill. Jahren

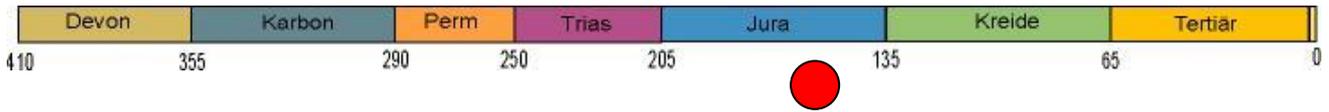


Die Erde vor 200 Mill. Jahren



- Nähe Velpke bei Wolfsburg
- gelblich-braunes sandiges Sedimentgestein, rau wie Sandpapier
- Der Sandstein besteht aus hellbraunen kantigen, unregelmäßig geformten, mittelgroßen Quarzkörnchen (Lupe!)
- Einzelne Lagen von Kohle (Pflanzenreste, die unter Sauerstoffabschluss in Kohlenstoff verwandelt wurden)
- Ablagerungen eines Flussdeltas, das sich in das im Keuper zurückweichende Muschelkalkmeer ergoss.
- Die Keuperzeit ist allgemein durch sandige, im Vergleich zum Muschelkalk harten Ablagerungen geprägt. Im Weserbergland Höhenzüge (z. B. Köterberg), dort auf nährstoffarmen häufig Nadelwald.

Mitteleuropa in der oberen Trias (Keuper),
(nach Probst, Deutschland in der Urzeit)

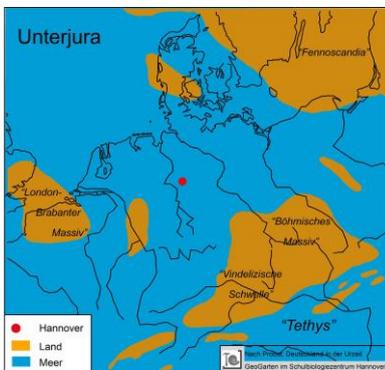


10 Korallenoolith Jura (oberes) (Oxfordium)

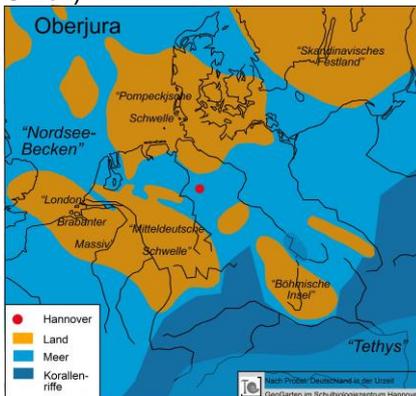
150 Mill. Jahre



Die Erde vor 150 Mill. Jahren



Mitteleuropa unteren Jura
(nach Probst, Deutschland in der
Urzeit)



Mitteleuropa im oberen Jura
(nach Probst, Deutschland in der
Urzeit)

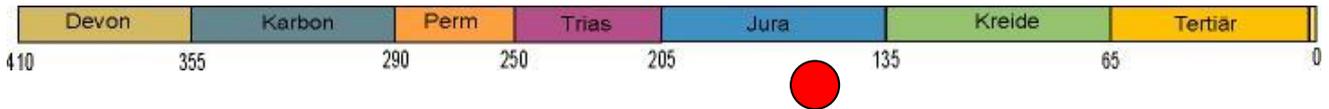
- Steinbergen (bei Porta Westfalica)
- rötlich-graues, kalkiges Sedimentgestein.
Eisenschüssig, d.h. mit Bändern von Eisenoxiden.

- Oolith heißt „Eierstein“, Oolithe setzen sich aus kalkigen zwiebelschalenartig aufgebauten Kügelchen zusammen, ein Hinweis auf warmes, bewegtes, kalkübersättigtes Wasser. Um einen „Kondensationskeim“, etwa ein Sandkorn, wurde durch Hin- und Herrollen Schicht um Schicht aus Kalk aufgelagert (Lupe!).

- „Deutschland“ lag auf der geographischen Breite der heutigen Karibik.
- Im Jura brach der Urkontinent Pangäa, der sich nach der Kollision von Gondwana und Old Red im Karbon gebildet hatte, endgültig auseinander. Das weltumspannende Ur-Mittelmeer Tethys drang nach Westen vor.

- „Deutschland“ wurde bis ins Tertiär flaches Meeresgebiet.

- Reste von Korallen sind in unserem Korallenoolith nur in geringem Umfang enthalten.



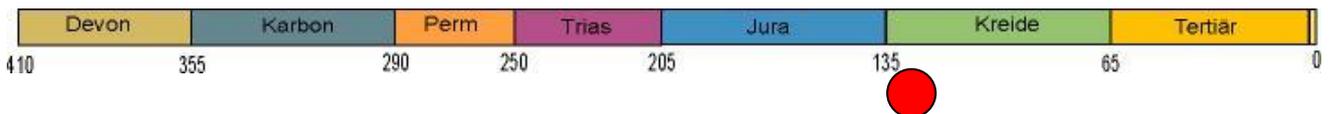
11

Thüster Kalkstein

Jura (oberes)
(Malm)

150 Mill. Jahre

- Thüster Berg bei Salzhemmendorf
- hellbraunes, kalkiges, marines Sedimentgestein, mit weißen wurmförmigen Strukturen durchsetzt (Serpeln), rau wie Sandpapier
- neigt durch raue Oberfläche zur Veralgung
- Geologische Verhältnisse siehe Velpker Sandstein
- Serpeln sind von weißen, papierdünnen Häutchen umschlossene fossile, von Calcit ausgefüllte Reste von Gängen, die von jurazeitlichen, Kalkröhren abscheidenden Ringelwürmern (Serpulidae) in den lockeren Sand gebohrt wurden (Lupe!). Der nach ihrem Tod entstehende Hohlraum wurde später mit Kalkschlamm gefüllt, der sich in harten Calcit verwandelte.
- Die verwandten, heutigen Dreikantwürmer leben zum Beispiel auf Muschelschalen (recht häufig an der Nordsee), Kalkröhrenwürmer in den Tropen weit verbreitet

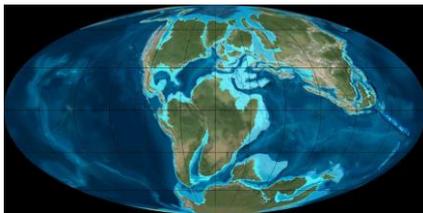


15

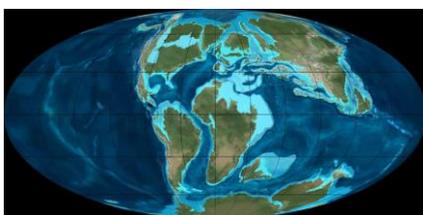
Obernkirchener Sandstein

Kreide (untere)
(Wealden)

130 Mill. Jahre

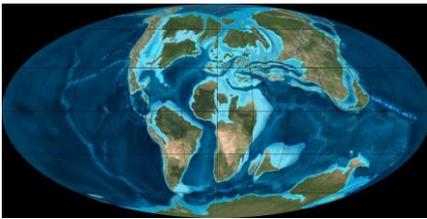


Die Erde vor 120 Mill. Jahren

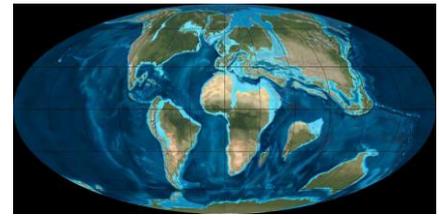


Die Erde vor 105 Mill. Jahren

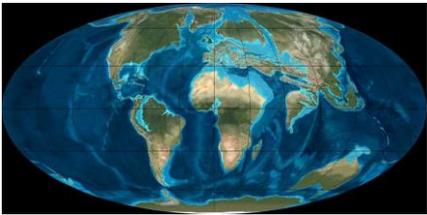
- Obernkirchen, Bückeberge bei Stadthagen
- hellbraunes, sandiges Sedimentgestein, rau wie Sandpapier
- neigt durch raue Oberfläche zur Veralgung
- Auch als Wealden-Sandstein bezeichnet
- Besteht aus nur locker verkitteten glasig-glänzenden Quarz-Sandkörnern (Lupe)
- Kaum gestörte, parallele Bänderung aus helleren und dunkleren Lagen, unter der Lupe sind Korngrößenunterschiede zu sehen, Hinweis auf ruhigere und lebhaftere Ablagerungsbedingungen
- Aus zusammengewehtem und –gespülten Sand an der südlichen Küste des frühen Kreidemeeres entstanden („ehemaliger Sandstrand in 350 m Höhe“).
- Küste lag auf der Linie Minden – Hannover.
- Die Sandsteinschichten wurden später im Tertiär als Begleiterscheinung der Alpen-Gebirgsbildung schräg angehoben und bilden heute den Kamm z. B. der Bückeberge.
- Sauerierspuren (Iguanodon) im nahen Münchehagen
- Leibnitzhaus in Hannover besteht aus Obernkirchener Sandstein.



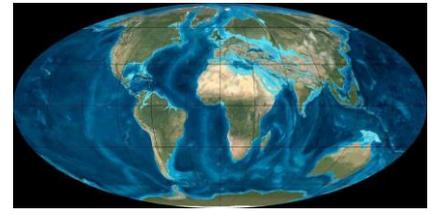
Die Erde vor 90 Mill. Jahren



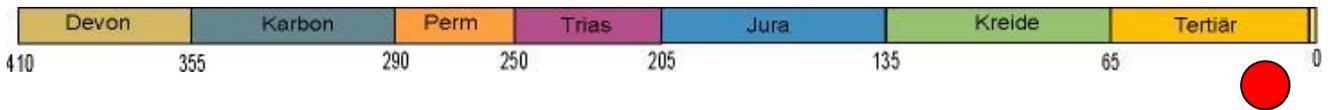
Die Erde vor 65 Mill. Jahren



Die Erde vor 50 Mill. Jahren

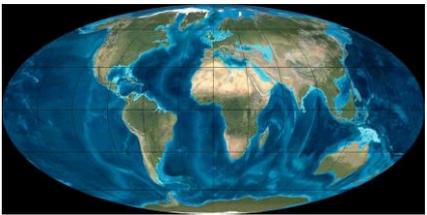


Die Erde vor 35 Mill. Jahren

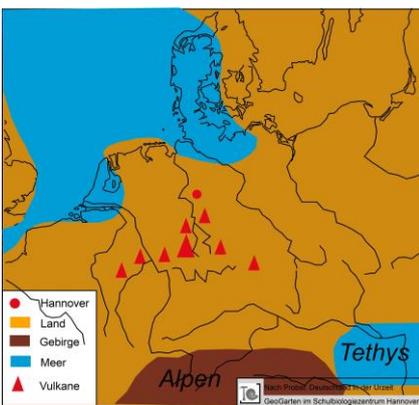


4 **Basalt**
Tertiär
(Miozän)

10 Mill. Jahre



Die Erde vor 10 Mill. Jahren



Mitteleuropa im Tertiär (Miozän),
(nach Probst, Deutschland in der
Urzeit)

- Bramburg bei Adelebsen, nahe Göttingen
- dunkelgraues, feinkörniges Ergussgestein (Vulkanit)
- mit der Lupe keine Mineralien zu erkennen
- Sehr hart, als Straßenpflaster und für Deichfüße nutzbar
- Als Begleiterscheinung der Alpen-Gebirgsbildung rissen entlang des tektonisch instabilen Leinegrabens Bruchspalten auf. Viele Vulkanreste im südlichen Niedersachsen und nördlichen Hessen
- Das basaltische Magma ist basisch, dunkel, enthält nur wenig Quarz und ist darin dem Tiefengestein Gabbro ähnlich. Es besteht aus winzigen Feldspäten (Plagioklassen) und Pyroxenen (Augit). Dies deutet auf schnelles Erkalten hin, vergleiche dagegen die in größerer Tiefe langsam auskristallisierten Granite und Gabbros.
- Basalt tritt häufig in fünfeckigen Säulen auf, die beim Abkühlen durch Volumenverminderung entstehen
- Verwitterte Reste von Manganhaltigen Dendriten an der Oberfläche (pflanzenähnliche Strukturen, „Dendros“ = Baum). Dendriten entstehen durch in Schrumpfrissen kapillar aufsteigendes Wasser, bei dem die enthaltenen Schwermetalle ausgefällt werden.

(5) Eiszeitliche Geschiebe

Die Gruppe eiszeitlicher Geschiebe bietet eine Überleitung zur Steinkiste an. Die Geschiebe sind skandinavischer Herkunft und wurden durch die Gletschervorstöße des Pleistozäns (Elster bzw. Saale-Eiszeit) hierher verfrachtet. So betrachtet, sind sie quartären Ursprungs und damit die jüngsten Elemente im GeoGarten. Das Alter der Steine selbst übersteigt allerdings in zwei Fällen selbst das der Grauwacke (siehe dort).

Die Feuersteine sind in der Kreidezeit (Maastricht, vor etwa 67 Millionen Jahren) bzw. im unteren Tertiär (Dan, 63 Ma) entstanden und bestehen aus Kieselsäure, die wiederum ihren Ursprung in den nadelförmigen Skeletteilchen von Kieselschwämmen hat. Ihr Herkunftsgebiet ist Dänemark und Südschweden.

Viel älter sind die beiden silurischen bzw. ordovizischen Kalksteine: Sie sind die ältesten Steine im GeoGarten. Das Silur wird von Geologen als Zeitspanne zwischen –443 und 417 Millionen Jahren vor heute angegeben, die des Ordoviziums mit –495 bis 443 Ma. Zu dieser Zeit lag das heutige Deutschland südlich des Äquators und war völlig vom Ozean bedeckt. Große Teile Skandinaviens gehörten zu dieser Zeit bereits zu einem Urkontinent, „Baltica“ weit südlich des Äquators lag. Er kollidierte im Silur mit „Laurentia“, dem Ur-Nordamerika, wodurch ein Gebirgszug entstand, dessen Bausteine das u.a. Rückgrat des heutigen Norwegens und Schottlands bilden. Die beiden Kalksteine sind küstennahe Meeresablagerungen, aus der Umgebung von Baltica. Quarzit, Amphibolit und quarzitischer Sandstein sind altersmäßig nicht zuzuordnen.



Feuerstein
(unteres Tertiär, Dan)



Feuerstein
(Oberkreide, Maastricht 2)



Kalkstein
(Ordovizium)



Kalkstein
(Silur)



Quarzit und Amphibolit
(Alter unbekannt)



Quarzitischer Sandstein
(Alter unbekannt)



Ein nicht ganz einfaches Strategie-Spiel für 3 oder mehrere Personen:

In der „Steinkiste“ liegen viele Steine.

Einige Steine haben viele „Brüder“ und „Schwestern“, die gut zueinander passen.

Das ist aber nicht immer so.

Manchmal ist es sehr schwer, entsprechende Steine zu finden.

Spielregeln

Einer der Spieler sucht sich einen Stein aus, der ihn besonders „anschaut“, nimmt ihn aus der Steinkiste und gibt ihn einem beliebigen Mitspieler in die Hand.

Dieser muss **einen** dazu passenden Stein finden.

Gelingt ihm das, legt er beide Steine neben sich auf den Rand der Steinkiste. Er darf er sich einen **ganz neuen** Stein aussuchen und gibt ihn einem weiteren Mitspieler.

Dieser Mitspieler muss **zwei** dazu passende Steine finden, die er am Rand ablegt.

Jetzt sucht er sich einen **neuen** Stein aus und gibt ihn ebenfalls weiter.

Der Spieler, der jetzt an der Reihe ist, muss **drei** dazu passende Steine finden und so weiter...

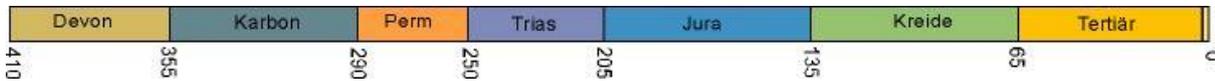
Die Zahl der zu findenden Steine erhöht sich also mit jeder Runde.

Wenn der Spieler, der gerade an der Reihe ist, nicht genügend passende Steine findet, scheidet er aus. Zuvor bestimmt er, wer als nächstes an der Reihe ist.

Das Spiel endet, wenn nur noch ein Spieler übrig geblieben ist.

Er ist aber nur dann Sieger, wenn er die gerade geforderte Anzahl passender Steine findet.

„Geologische Wäscheleine“



Wir stellen 600 Millionen Jahre Erdgeschichte auf einer 50 Meter langen Wäscheleine dar.

1 Million Jahre (1 Ma) entsprechen 0,08 m,

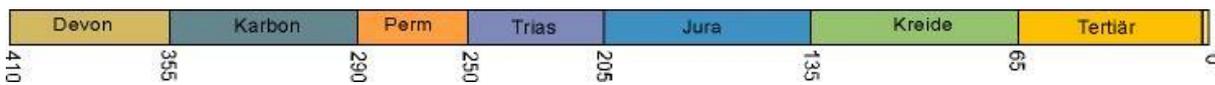
10 Millionen Jahre (10 Ma) entsprechen 0,833 m.

100 Millionen Jahre (100 Ma) entsprechen 8,33 m.

Geologische Epoche	von...	bis vor (Ma)	von...	bis... (Meter)
Quantär	2	0	0,17	0
Tertiär	65	2	5,42	0,17
Kreide	135	65	11,25	5,42
Jura	205	135	17,08	11,25
Trias	250	205	20,83	17,08
Perm	290	250	24,17	20,83
Karbon	355	290	29,58	24,17
Devon	410	355	34,17	29,58
Silur	440	410	36,67	34,17
Ordovizium	495	440	41,25	36,67
Kambrium	545	495	45,42	41,25
Präkambrium		- 600		50

Steckbrief _____

Das Gestein entstand im _____ vor etwa _____ Millionen Jahren.



Entstehungsart:

- Tiefengestein (magmatisch)
- Vulkanisches Gestein (magmatisch)
- Umwandlungsgestein (metamorph)
- Sedimentgestein (z.B. Sandstein)
- Sedimentgestein aus organischen Resten (z.B. Kalkstein)

Gehe zur Info-Tafel und beschreibe in wenigen Sätzen, wie das Gestein entstanden ist. Berücksichtige dabei die damalige Lage der Kontinente und das Klima!



Ein Kursvormittag im GeoGarten

4 Stunden (Vorschlag).

Der Kursverlauf kann – nach Absprache – auch gänzlich anders aussehen.

Thema

●Einführung: Was ist Zeit?

600 Millionen Lichtjahre von uns entfernt sieht ein Astronom einen blauen Planeten und fragt sich, ob es dort Leben gibt...

Klärung des Begriffs Lichtjahr: Zeitverzögerung z.B. bei transatlantischen Telefongesprächen, Problem der Gleichzeitigkeit

●Nichts war wie es ist. Nichts wird sein wie es war.

Entwicklung der Erdoberfläche von seit 600 Millionen Jahren. Kontinentaldrift, Gebirgsbildung durch Plattenkollision, Beispiel variszische Gebirgsbildung im Karbon

●Was passt? **Strategiespiel** in der „Steinkiste“

Spielidee: Zu einem beliebigen, von einem Spieler ausgesuchten Stein muss ein Mitspieler einen passenden Stein finden. Der (erfolgreiche) Mitspieler beginnt die nächste Runde, in dem er einen ebenfalls beliebigen Stein vorlegt. Jetzt muss ein weiterer Mitspieler drei passende Steine dazulegen usw..

Die Kriterien „passt“ oder „passt nicht“ sind nicht vorgegeben und werden in der Spielgruppe bestimmt.

Ein Mitspieler, der die gerade geforderte Anzahl passender Steine nicht finden kann scheidet aus. Sieger ist, wer nach dem Ausscheiden aller Mitspieler die aktuelle Anzahl passender Steine findet. Gelingt ihm das nicht, ist das Ergebnis unentschieden.

●Sammeln von Steinen nach bestimmten Kriterien:
Magmatische Gesteine (Granit, Gneis, Porphy, Basalt)
Sedimentgesteine (Sandstein, Kalkstein)

●Pause

●Gruppenarbeit:

Gruppe 1:

Darstellung der Zeitspanne 600 Mill. Jahren mit einer 50m langen Leine

Gruppe 2:

Ordnen von 27 (oder 10) Paläokarten nach „Augenmaß“ oder analog zur PowerPoint-Präsentation oben.

Gruppe 3:

Geologische Epochen ordnen und zeitlich eingrenzen

Gruppe 4:

Informationen zu ausgewählten Gesteinen sammeln, Zuordnen zu geologischen Epochen, Eingrenzung des Alters

●Gemeinsame **Präsentation** der Gruppenergebnisse:

Anordnen der „Paläokarten“ auf der Wäscheleine

Zuordnen der Schilder „Geologische Epochen“

Zuordnen der ausgewählten Gesteinsproben

Von uns nach Absprache bereitgestelltes Material

Erdkugel mit Land-Wasser-Verteilung vor 600 Millionen Jahren (Präkambrium)

PowerPoint-Präsentation „Ein tiefer Sprung in die Zeit“
Laptop, Beamer

„Steinkiste“ im GeoGarten,
Mehrere Gruppen à 2-3 Spieler,
Spielanleitung

Steine aus der „Steinkiste“,
laminierte Karten mit Aufdruck
„Granit“, „Gneis“ usw.

Wäscheleine, Taschenrechner,
Tafeln mit Jahreszahlen (z.B.
500 Mill. J.), Wäscheklammern,
27 (10) Paläokarten A 3 mit
Buchstaben (Lösungssatz)

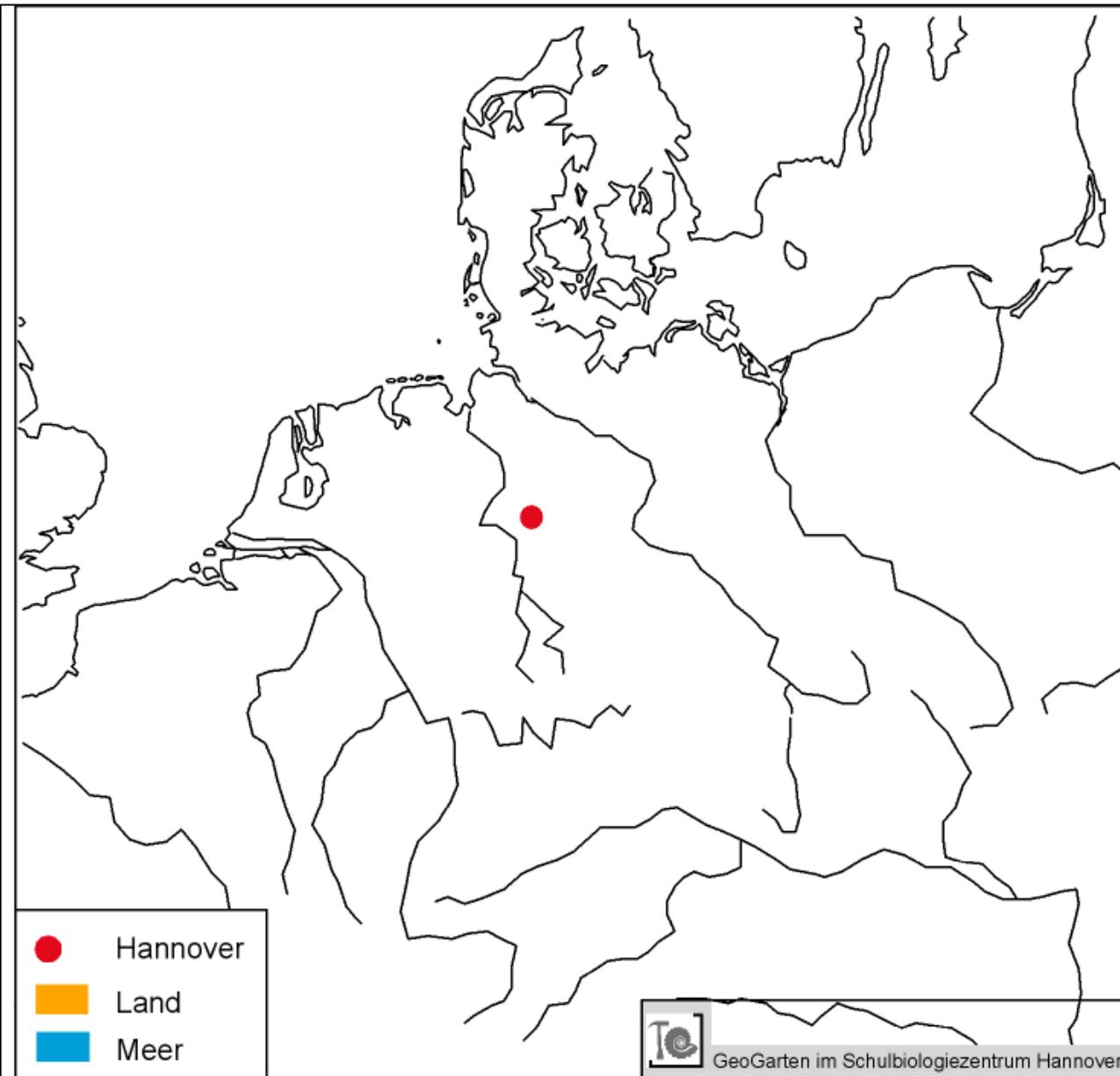
Lebensbilder Devon – Quartär
(Karten), Info-Tafeln
Ausgewählte Gesteinsproben,
Info-Tafeln, Steckbriefe zum
Ergänzen

Wie oben

Mitteleuropa

- im Devon
- im Karbon
- im Perm (Rotliegendes)
- im Perm (Zechstein)
- in der Trias (Buntsandstein)
- in der Trias (Keuper)
- im unteren Jura
- im oberen Jura
- in der unteren Kreide
- in der oberen Kreide
- im Tertiär (Eozän)
- im Tertiär (Miozän)
- im Pleistozän (Eiszeiten)

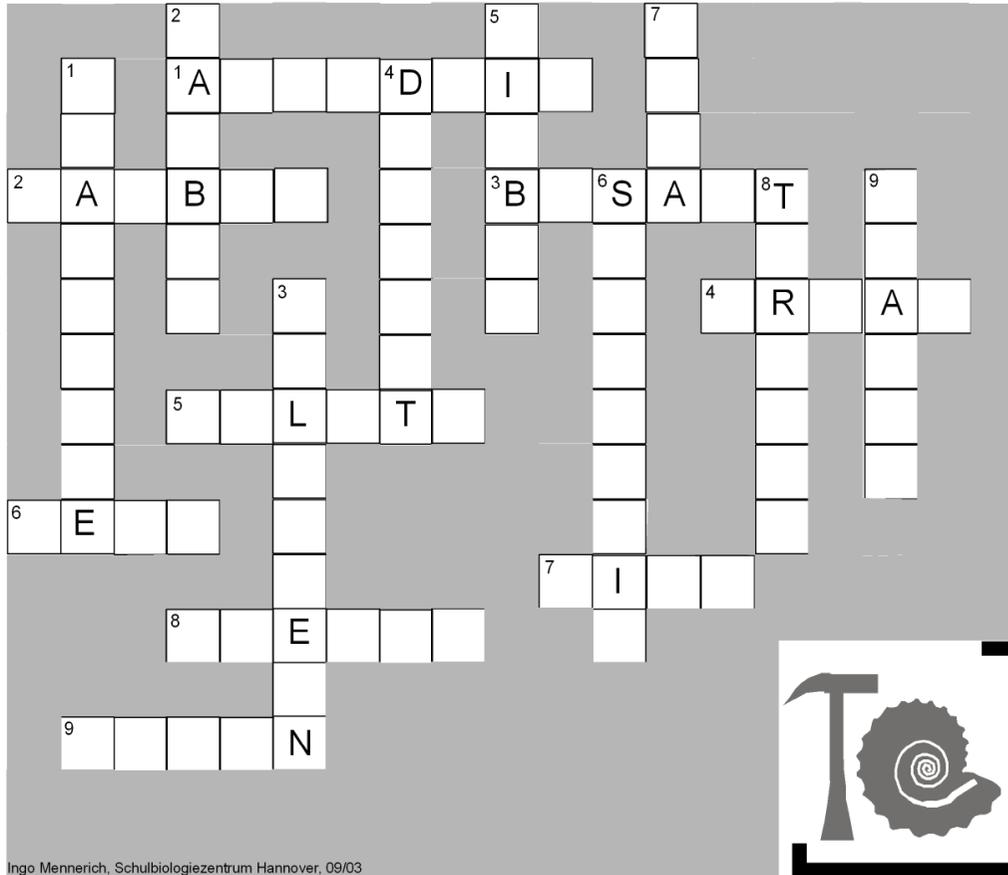
Gehe zur Info-Tafel, suche die entsprechende Karte und übertrage mit Farbstiften die damalige Land-Meer-Verteilung. Die Umrisse geben etwa die heutigen Verhältnisse wieder.



Z Stein

i t

Geologisches Kreuzworträtsel



Ingo Mennerich, Schulbiologiezentrum Hannover, 09/03

waagrecht

- 1 Weißes, gipsähnliches Gestein aus dem Perm
- 2 Zeit, in der in feuchtheißem Klima die Pflanzen wuchsen, die später zu Steinkohle wurden
- 3 Schwarzes vulkanisches Gestein aus dem Tertiär
- 4 Zeit, in der Muschelkalk (flaches warmes Meer), Buntsandstein (Wüste) und Velpker Sandstein (Flußablagerungen) entstanden
- 5 Kalkgestein aus dem Jura, deutsch "Eierstein", oft mit versteinerten Korallenresten (Name!)
- 6 Trockene und heiße Zeit, in der sich z.B. Gips (in austrocknenden Meeresbuchten) bildete
- 7 Gestein, das im heißen und trockenen Perm durch Verdunstung von Meerwasser entstand
- 8 Zeit der Saurier, typisch für diese Zeit sind weiße Kalksteine, mit denen man schreiben kann
- 9 Ältestes Zeitalter im GeoGarten

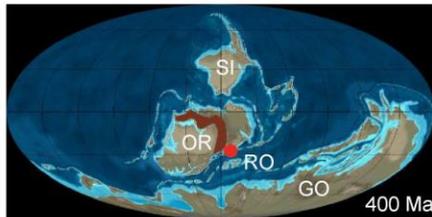
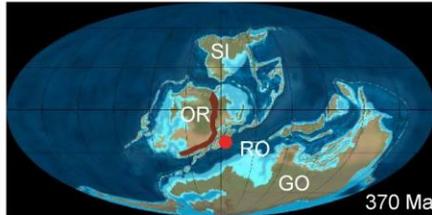
senkrecht

- 1 Graues Gestein aus kleinen Sandkörnchen, das im Devon durch Schlammlawinen im Meer entstand
- 2 Dunkles, schweres im Devon und Karbon aus Magma entstandenes Tiefengestein
- 3 Im Meer z.B. aus Muschelschalen gebildetes helles, aber auch dunkles Kalkgestein (reagiert mit Salzsäure!)
- 4 Kalkiges Gestein, im Perm durch Austrocknung von Meerwasser entstanden, reagiert aber mit Salzsäure nur schwach
- 5 Vulkanisches, im Karbon im Meer gebildetes graugrünes und feinkörniges Gestein
- 6 Aus Sandkörnchen verkittetes Gestein (z.B. im Wesergebiet, das damals heiß und trocken war)
- 7 Zeit der Dinosaurier
- 8 Zeit, in der es bei uns viele Vulkane gab (Basalt!) (die Dinosaurier starben vorher aus!)
- 9 Hartes, aus Magma (Feldspat, Quarz und Glimmer) gebildetes Gestein aus dem Karbon

GeoGarten

Devon

(vor 410 - 355 Mill. Jahren)



● Lage "Norddeutschlands" im Devon

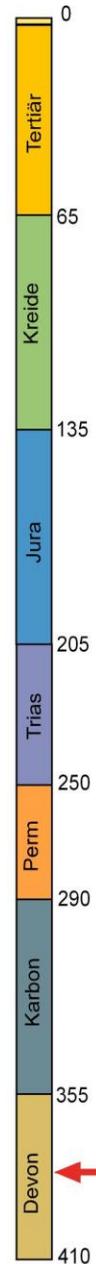


Die ersten Landpflanzen, hier **Rhynia**, waren sehr einfach gebaut und erinnern an ihre Vorgänger, die Algen. Wahrscheinlich entwickelten sie sich im von Ebbe und Flut geprägten Küstenbereich. Sie trockneten schnell aus und waren deshalb auf eine feuchte Umgebung angewiesen.

Erste Fische mit Knochenskelett, z.B. **Latimeria** (Quastenflosser)



Im **Devon** ("Devon" = Grafschaft in SW-England) lag das heutige Norddeutschland südlich des Äquators am Nordrand des **"Rheischen Ozean"** (RO), der die beiden großen Kontinente "Old Red" (OR) und "Gondwana" (GO) trennte. "Old Red" war im **Silur** durch die Kollision der beiden Kontinente "Laurentia" (das frühe nördliche Nordamerika) und "Baltica" (heute Skandinavien und Rußland bis zum Ural) entstanden. Dort wo die beiden Kontinente zusammengestoßen waren, hatte sich das **"Kaledonische Gebirge"** (dunkelbraun gezeichnet) gebildet. Es verlief quer durch den "Old Red"-Kontinent und wurde im Laufe des Devons und Karbons wieder abgetragen. Flüsse brachten das abgetragene Material in den "Rheischen Ozean", der durch die langsame nordwärts gerichtete Wanderung "Gondwanas" im Laufe des Devons immer schmaler wurde. Dort wo die Kontinente steil in die Ozeane abtauchten ergossen sich gewaltige Schlammlawinen ins Meer. Daraus entstand die **Grauwacke**, ein sehr harter grauer Sandstein. Die Grauwacke ist ein sehr verbreitetes Gestein im **Harz**. Das **Klima** war sehr heiß. Das lag einerseits an der äquatornahen Lage, andererseits an einem starken **Treibhauseffekt** durch **Kohlenstoffdioxid** (CO₂). Im Devon besiedelten die ersten primitiven **Landpflanzen** die vorher öden Kontinente. Die Pflanzen benötigen CO₂, ihr massenhaftes Auftreten ließ die CO₂-Konzentration und damit den Treibhauseffekt sinken. Das Devon war die Zeit der **Knochenfische** (z.B. Quastenflosser) und der aus ihnen hervorgehenden ersten Amphibien.

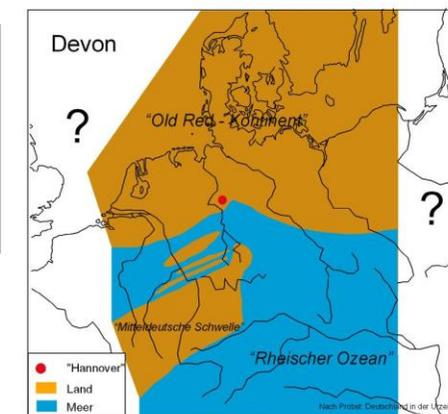
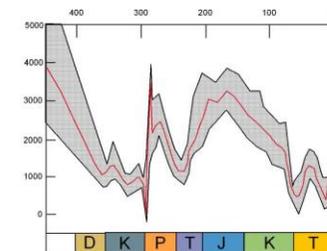


DEVON: GONDWANA und OLD RED bewegen sich aufeinander zu

- "Deutschland" liegt weit südlich des Äquators am Südrand von Old Red
- Klima heiß, Treibhauseffekt (Viel CO₂ in der Atmosphäre)
- Schuttmassen füllen den "Rheischen Ozean" zwischen den Kontinenten
- Schlammlawinen rutschen ins Meer, daraus entsteht die **Grauwacke**
- Mitteldeutsche Schwelle als frühes Zeichen der Plattenkollision.
- Meerestiere: Seelilien, Armfüßer, Krebse (Trilobiten),
- Erste Wirbeltiere: Knochenfische (Quastenflosser)
- Einfache Landpflanzen: Bärlappe, Schachtelhalme, Farne, erste Baumfarne
- Erste Landtiere: Milben, Spinnentiere, flügellose Insekten, Süßwasserfische, Amphibien

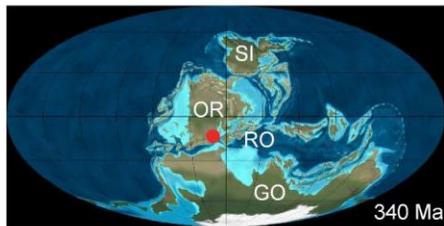
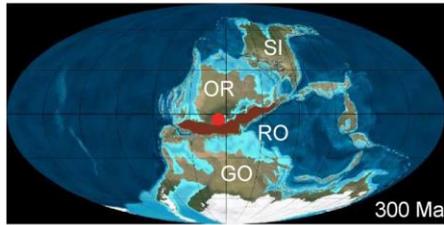
CO₂-Gehalt in der Atmosphäre in ppm (Parts per Million)
Heute: Etwa 360 ppm

Zusammengestellt nach verschiedenen Angaben



Karbon

(vor 355 - 290 Mill. Jahren)

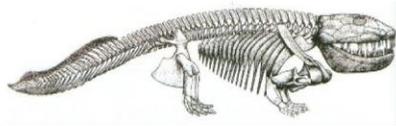


● Lage "Norddeutschlands" im Karbon



→ Kohle

Druck, Wärme, Zeit



Amphibien, z.B. Ichtyostega

Im Karbon ("Carbo" = lat. "Kohle") lag das heutige Norddeutschland in der Nähe des Äquators, zwischen dem "Old Red"-Kontinent (OR) im Norden und dem großen "Gondwana"-Kontinent (GO) im Süden.

Kontinente "schwimmen" auf dem flüssigen Magma im Erdinnern. Gondwana wanderte langsam nach Norden und kollidierte mit dem "Old-Red"-Kontinent.

Durch die Kollision wurden die Ränder der beiden Kontinente stark verformt und als hohes Gebirge herausgehoben.

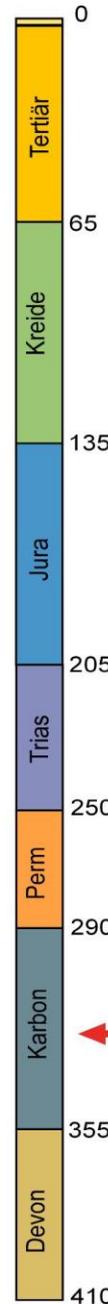
Dieses wird den Geologen "Variszisches Gebirge" genannt. Es war so hoch wie die Alpen und spannte sich im weiten Bogen über ganze spätere Mitteleuropa und das östliche Nordamerika.

Das variszische Gebirge gibt es heute nicht mehr. Reste davon findet man z.B. im Harz, der aber viel später entstand.

Granit und Gabbro im GeoGarten sind erstarrtes Magma, das bei der variszischen Gebirgsbildung aus der Tiefe aufstieg, die Erdoberfläche aber nicht erreichte. Diabas ist erstarrte Lava, die aus Spalten quoll, die bei der Kollision der Kontinente am Meeresgrund aufgerissen wurden.

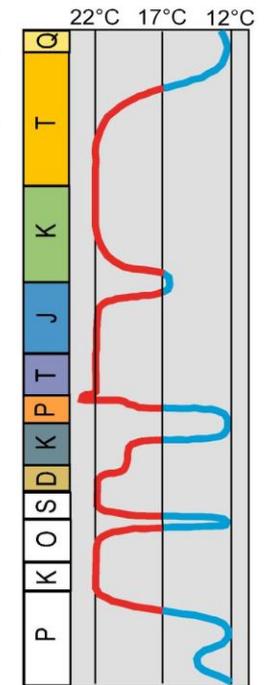
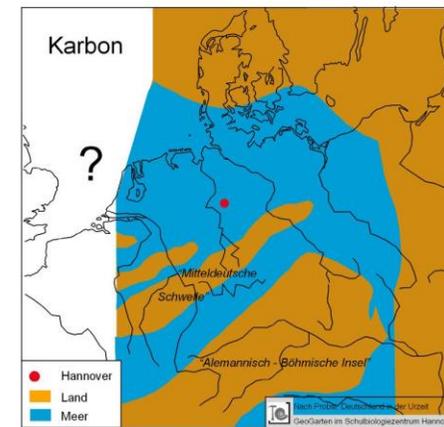
Das Klima war zunächst warm und feucht. In ausgedehnten Sümpfen wuchsen große, den heutigen Bärlappen, Schachtelhalmen und Farnen ähnliche Bäume. Dieser Urwald wurde später vom Schutt des zerfallenden variszischen Gebirges begraben und im Laufe von Jahrmillionen durch Druck und Wärme in Kohle verwandelt (Karbon = Kohle). Dadurch wurde viel CO₂ gebunden, der Treibhauseffekt ging zurück und es wurde kälter: Karbon-Permische Eiszeit auf der Südhalbkugel.

Die ersten Amphibien traten auf, z.B. Ichtyostega. Sie konnten, anders als die Fische, auch an Land gehen. Ihre Eier legen die Amphibien auch heute noch ins Wasser.



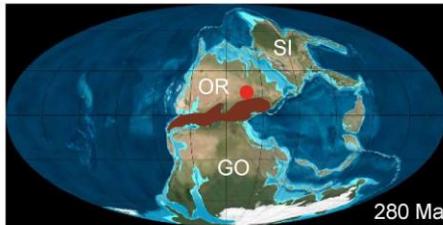
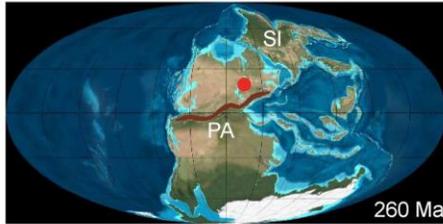
KARBON: Kollision von GONDWANA und OLD RED:

- Bildung des Variszischen Gebirges (Reste in Europa und Nordamerika)
- Rheischer Ozean wird schmaler und verschwindet, Aufwölbungen von Schwellen
- Magma steigt auf, Vulkanismus: **Gabbro, Granit und Diabas**
- Klima zunächst tropisch heiß und feucht, später kälter
- Am Rande und zwischen den Schwellen Sümpfe mit tropischen Wäldern
- Schuppen-, Siegel-, Schachtelhalmbäume, Baumfarne
- Die Wälder des Karbon werden später zu Kohle
- Bindung von CO₂, geringerer Treibhauseffekt
- Tausendfüßer, fliegende Insekten (z.B. Libellen)
- Knochenfische, Amphibien, erste Reptilien
- Am Ende des Karbons: Beginn einer Eiszeit

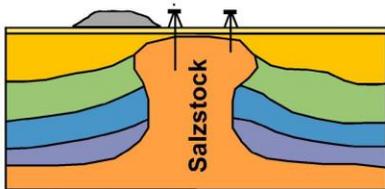


Durchschnittstemperatur auf der Erde (n. Scotese)

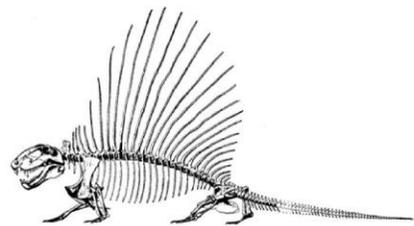
(vor 290 - 250 Mill. Jahren)



● Lage "Norddeutschlands" im Perm

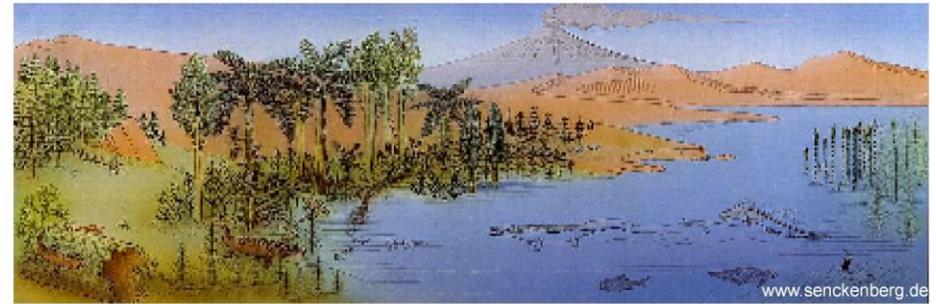
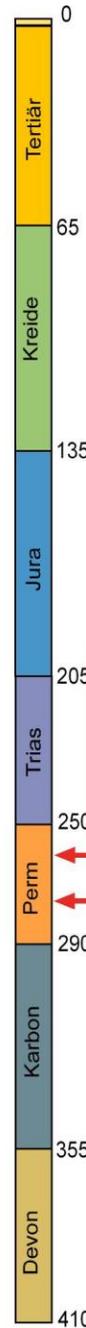


Das verdampfte Meer unter unseren Füßen



Erste Reptilien, z.B. Dimetrodon

Im Perm ("Perm" = Stadt im Ural) lag das heutige Norddeutschland etwas nördlich des Äquators. Der Zusammenstoß des "Old Red" (OR) und des "Gondwana"-Kontinents (GO) im Karbon führte zum Großkontinent "Pangäa" (PA). Das im Karbon entstandene "Variszische Gebirge" wurde im Laufe des Perm abgetragen, der rote Schutt bedeckte in der kühlen Rotliegend-Zeit weite Flächen. Im Nordosten entstand durch Kollision Pangäas mit dem sibirischen Kontinent (SI) der Ural. Im Perm kam es zu starker Vulkantätigkeit, der Süden Pangäas war von Eis bedeckt. In der Zechstein-Zeit stieg der Meeresspiegel und von Norden brach ein flaches Meer in die übrig gebliebene Ebene ein und bedeckte das ganze spätere Norddeutschland. Das Klima in unserem Gebiet wurde heiß und trocken. Die Sonne ließ das Meerwasser in der flachen Bucht verdunsten, zurück blieben salzige Rückstände, die weite Flächen des späteren Norddeutschlands bedeckten. Neben den Salzen gehören dazu Gips, Anhydrit und Dolomite. Die sogenannten Zechsteinsalze werden heute z.B. in Empelde, Ronnenberg, Weetzen und Lehrte bei Hannover abgebaut. Durch die Last später abgelagerter Gesteine ist das eigentlich tief unten in der Erde liegende Salz als "Salzstock" bis fast an die Oberfläche hochgequetscht worden. Die großen weißgrauen "Kalihalden" sind die Abfallhaufen des Salzbergbaus. In diesen trockenen Zeiten traten die ersten Reptilien auf. Sie waren, anders als die Amphibien nicht mehr auf das Wasser angewiesen und legten ihre mit einer Schale versehenen Eier an Land ab. Auch die Pflanzen lösten sich immer mehr vom Wasser. Waren die Farne z.B. zur Fortpflanzung noch auf eine feuchte Umgebung angewiesen, wurden die neu auftretenden Nadelbäume davon weitgehend unabhängig.



PERM: Superkontinent PANGÄA Europa am Äquator

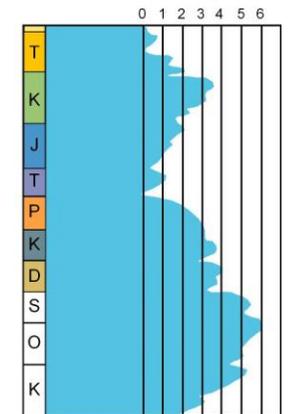
Rotliegend-Zeit:

- Eiszeit (Südhälfte)
- Klima kühl und trocken
- Nadelbäume, Reptilien
- Abtragung des Variszischen Gebirges
- Vulkanismus, mehr CO₂ in der Atmosphäre

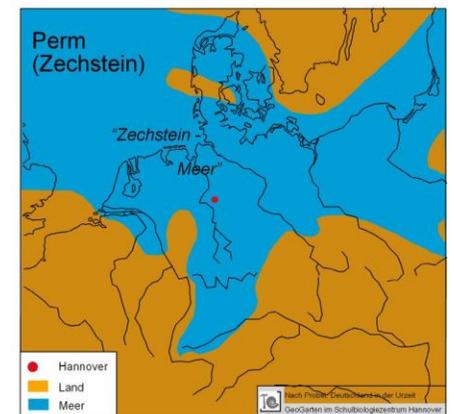
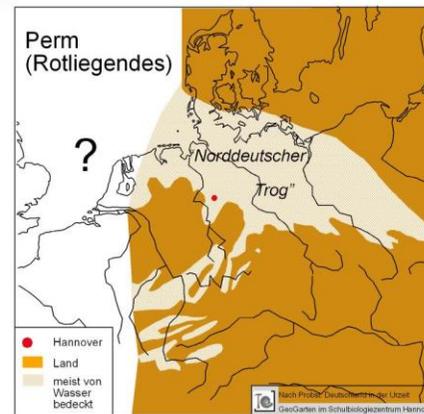
Zechstein-Zeit:

- Zechsteinmeer überflutet flache Ebenen
- Klima heiß und trocken (Wüstenklima)
- Zechsteinmeer verdunstet, Salzablagerungen, Anhydrit, Gips, Dolomit (Platten- und Nüxeier Dolomit)
- Grundlage des Kali- und Salzbergbaus
- Massenaussterben vieler Tierarten

Meeresspiegelschwankungen (in 100 m über NN heute)

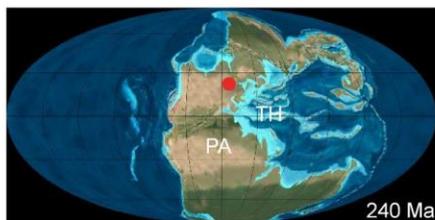


nach Graedel/Crutzen: Atmosphäre im Wandel



Trias

(vor 250 - 205 Mill. Jahren)



● Lage "Norddeutschlands" in der Trias

In der Trias (Tri = Drei) lag das heutige Norddeutschland nördlich des Äquators. Alle früheren Kontinente waren durch Zusammenstöße zum Superkontinent "Pangäa" (PA) vereinigt worden, der sich vom Nord- bis um Südpol erstreckte. Die Trias war eine sehr warme Zeit, vielleicht bedingt durch einen hohen CO₂-Gehalt (**Treibhauseffekt**).

In der frühen Triaszeit, dem sogenannten "Buntsandstein" herrschten in unserem Gebiet heiße, wüstenhafte Bedingungen. Der in dieser Zeit ins "Germanische Becken" abgelagerte Abtragungsschutt vom südöstlich gelegenen "Vindelizischen Land" wurde zu roten Sandsteinen, z.B. dem **Wesersandstein**. Aus Buntsandstein besteht auch Helgoland und bei Hannover der Benther Berg.

In der mittleren Trias, dem "Muschelkalk" kam es zu einem Meereseinbruch von Süden aus dem Gebiet der "Thetys". In diesem äquatornahen, tropisch warmen und nicht allzu tiefen Ozean lebten z.B. Korallen, die große Riffe bildeten. Daraus wurden später z.B. die Kalkalpen. Muscheln und die mit den Seeigeln und Seesternen verwandten Seelilien finden sich in vielen Gesteinen aus dieser Zeit, z.B. dem **Muschelkalk** und dem **Trochitenkalk** (Trochiten sind Stengelglieder von Seelilien).

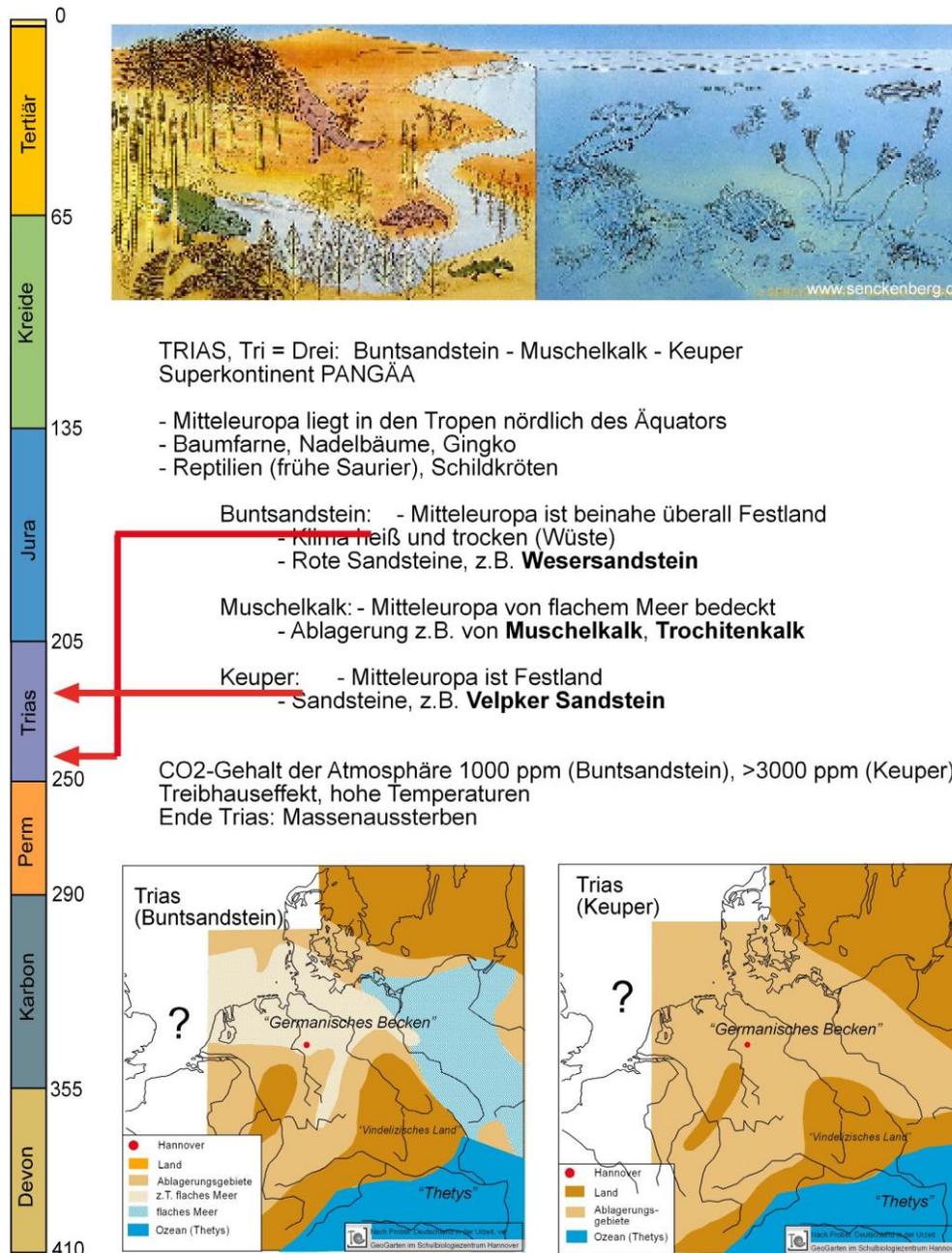
In der letzten Phase der Trias, dem so genannten "Keuper" zog sich das Meer etwas aus unserer Region zurück. Abtragungsschutt aus dem Nordosten gelangte ins "Germanische Becken". Die Gesteine dieser Zeit sind wieder sandiger, wie der **Velpker Sandstein**.

Die Trias war die Zeit der **Baumfarne** und **Nadelbäume**. Auch die ersten der heute noch lebenden **Ginkgobäume** entwickelten sich in dieser Zeit.

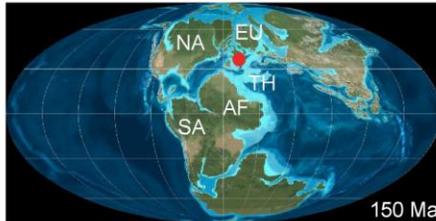
Unter den **Reptilien** gab es die ersten **Dinosaurier** und **Schildkröten**. Eine Gruppe von Reptilien der Trias werden als Frühformen von Säugetieren angesehen. Am Ende der Trias starben die meisten Tierarten aus.



Lystrosaurus, ein Saurier der schon einige Merkmale der späteren Säugetiere hatte



(vor 205 - 135 Mill. Jahren)



150 Ma



200 Ma

● Lage "Norddeutschlands" im Jura



Tyrannosaurus rex (Schädel)

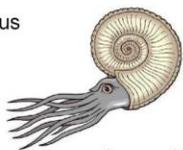
Gingko



Brachiosaurus



Archaeopteryx



Ammonit

Auch im Jura (Jura = Insel in Schottland) lag das heutige Norddeutschland in den Tropen, nördlich des Äquators. In dieser Zeit brach der Superkontinent **Pangäa** (PA) auseinander. Es entstand ein frühes "Mittelmeer", die **Thetys** (TH).

Die Thetys trennte Europa von Afrika/Südamerika, später auch von Nordamerika womit der nördliche Atlantische Ozean entstand. Gegen Ende des Jura trennte sich Afrika von Südamerika. Unser Gebiet war im heißen Jura weitgehend vom warmen Meer bedeckt. Kalkschalige Lebewesen, mikroskopisch klein, aber auch Schwämme, Korallen, Armfüßer, Muscheln und Kopffüßer führten nach ihrem Tod zu mächtigen Kalkablagerungen am Meeresboden, die später zu fossilreichen **Kalkgesteinen** wurden. Juragesteine bauen z.B. den Deister bei Hannover auf.

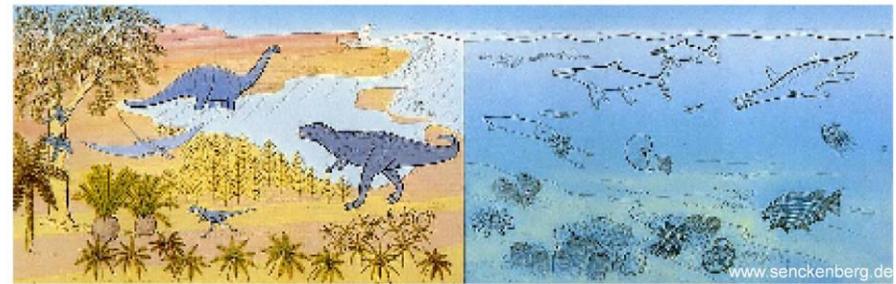
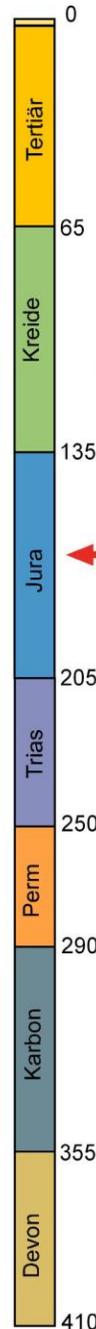
Zum Jura gehören im GeoGarten der **Koralenoolith** und der **Thüster Kalkstein**.

Oolith heißt "Eierstein", weil er sich aus kleinen kalkigen Kügelchen zusammensetzt, die wahrscheinlich durch Wellenbewegung entstanden sind. Der rötliche Korallenoolith im Geogarten enthält Eisen, dass bei der Verwitterung aus Gesteinen des nahen Festlandes herausgelöst und durch Flüsse ins Meer geschwemmt worden war.

Der Thüster Kalkstein setzt sich - mit der Lupe zu sehen - aus den kalkigen Wohnröhren von Meereswürmern ("Serpeln") zusammen.

Im Jura entwickelten sich die **Dinosaurier** zu Riesenformen (z.B. Tyrannosaurus rex), daneben gab es Fischsaurier (Ichtyosaurier) und fliegende Pterosaurier. **Archaeopteryx** hatte bereits **Federn** und wird daher oft als Urvogel bezeichnet.

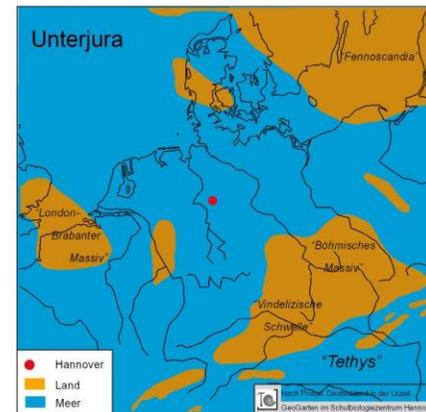
In den Jurameeren lebten neben Muscheln z.B. die Ammoniten und Belemniten. Die heute noch lebende Baumgattung **Gingko** entwickelte sich im Jura.



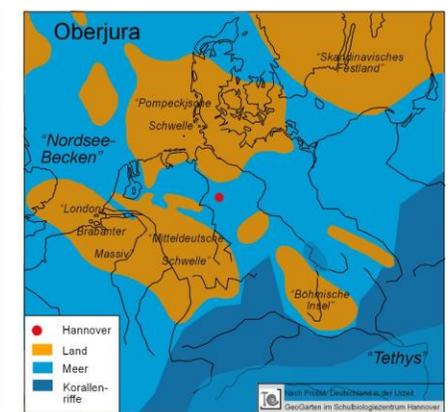
www.senckenberg.de

JURA:

- Superkontinent PANGÄA bricht auseinander
- Thetys-Ozean trennt die Erde in Nord- und Südhalbkugel
- Europa trennt sich von Afrika
- Atlantischer Ozean entsteht, Nordamerika trennt sich von Europa
- Südamerika trennt sich von Afrika
- Europa vom warmen Jurameer bedeckt
- Kalkige Meeresablagerungen mit vielen Fossilien
- **Koralenoolith** und **Thüster Kalkstein**
- Im Meer leben Schwämme, Korallen, Armfüßer, Muscheln, Kopffüßer (Ammoniten, Belemniten), "moderne" Fische
- Große Saurier, z.B. Tyrannosaurus rex, Brachiosaurus
- Saurier auch in der Luft und im Wasser
- Erste Vögel: Archaeopteryx
- Nadelbäume, neu: Gingko



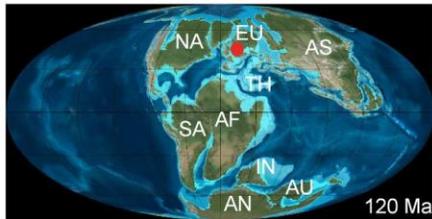
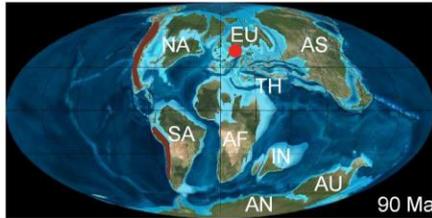
● Hannover
● Land
● Meer



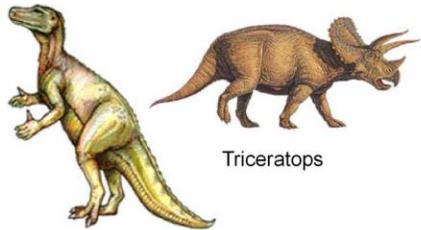
● Hannover
● Land
● Meer
● Korallenriffe

Kreide

(vor 135 - 65 Mill. Jahren)

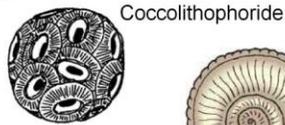


● Lage "Norddeutschlands" in der Kreide



Triceratops

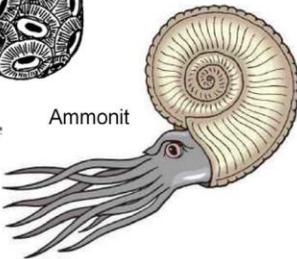
Iguanodon



Coccolithophoride

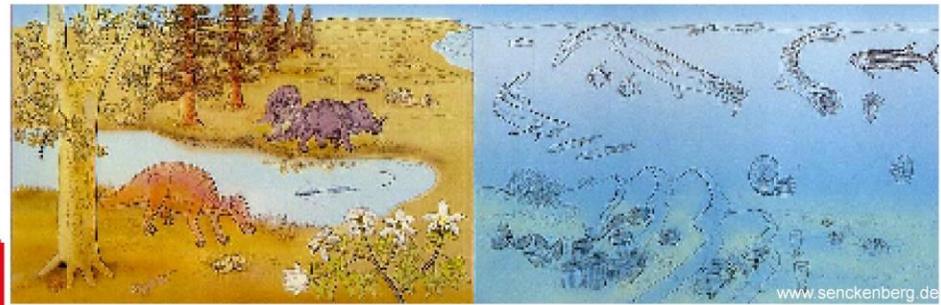
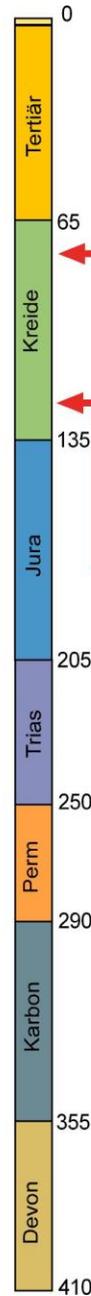


Belemnit



Ammonit

In der Kreide lag das heutige Norddeutschland etwa dort wo es heute liegt. Es war vom warmen "Kreidemeer" bedeckt, dass Verbindungen zum Ozean "Thetys" hatte, der Europa und Afrika trennte. Nordamerika hatte sich schon im Jura von Europa gelöst und bewegte sich weiter nach Westen. Dabei entstanden die **Rocky Mountains**. Afrika und Südamerika zeigen noch heute, dass sie früher einmal zusammengehört haben. Im Westen Südamerikas bildeten sich die **Anden**. Im Süden löste sich die Antarktis von Afrika, dann trennte sich Australien und Indien von der Antarktis und wanderten nach Norden. Der **Obernkirchener Sandstein** im GeoGarten ist ein zu Stein gewordenes Stück Strand des frühen Kreidemeeres. Die Saurierspuren in Mönchshagen sind zur gleichen Zeit entstanden. Mikroskopisch kleine, im Meer schwebende und mit einem Kalkskelett ausgestattete Lebewesen ("**Coccolithophoriden**") sanken nach ihrem Tod zum Grund und bildeten im Laufe der Kreide mehrere Kilometer dicke Schichten aus weißer Schreibkreide (Schulkreide besteht heute aus Gips!). Bekannt sind die Kreidefelsen auf der Insel Rügen, aber auch der Kronsberg in Hannover besteht aus Kreide. In den Mergelgruben von Misburg, Anderten und Höver wird der Kalk abgebaut und zu Zement verarbeitet. Hier findet man viele Fossilien, zum Beispiel **Belemniten** ("Donnerkeile") und **Ammoniten**, die beide zu den Kopffüßern gehören. In den Kreideschichten sind viele **Feuersteine** enthalten. Sie bestehen aus den umgewandelten Skeletten von massenhaft im Meer lebenden Kieselschwämmen. Auf dem Land lebten **Dinosaurier**, z.B. der pflanzenfressende Iguanodon. Es entwickelten sich die ersten **Blütenpflanzen**. Vor 65 Millionen Jahren kollidierte ein großer **Meteorit** mit der Erde, viele Tierarten starben aus.



KREIDE:

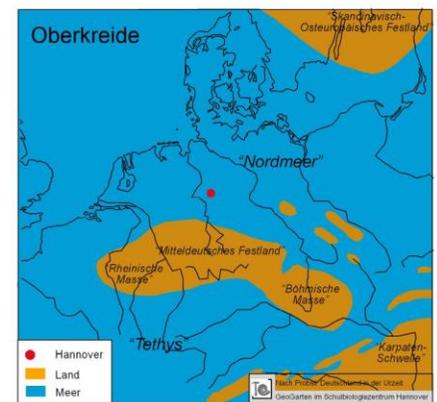
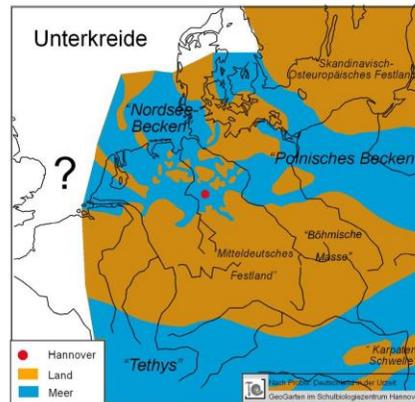
- PANGÄA ist zerfallen, Thetys weitet sich aus
- Meeresspiegel hoch, Mitteleuropa von warmem "Kreidemeer" bedeckt
- Dinosaurier (z.B. Iguanodon, Tyrannosaurus, Triceratops, Pteranodon)
- Erste (kleine) Säugetiere
- In der Oberkreide erste Blütenpflanzen, viele neue Insekten

Unterkreide:

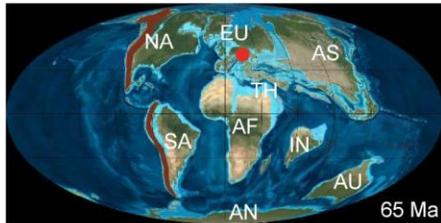
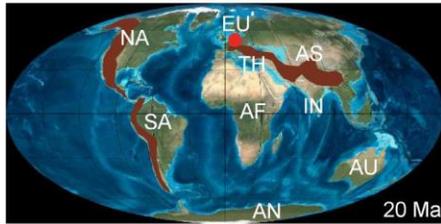
- Norddeutschland ist von einem warmen Meer mit vielen Inseln bedeckt
- Der **Obernkirchener Sandstein** ist zu Stein gewordenener Strand
- Saurierspuren in Mönchshagen

Oberkreide:

- Norddeutschland ist vollständig von einem warmen Meer bedeckt
- Einzeller ("**Coccolithophoriden**") mit Kalkskelett werden als "Kreide" abgelagert
- Kreidefelsen in Deutschland (Rügen), Dänemark (Mön), England (Dover), Frankreich (Normandie)
- Kreideablagerungen in Hannover (Kronsberg)
- Kalkgruben und Zementwerke in Misburg, Anderten und Höver



(vor 65 - 2 Mill. Jahren)



● Lage "Norddeutschlands" im Tertiär

Das Tertiär (Tertiär = das Dritte) begann mit einer Katastrophe. Vor 65 Millionen Jahren kollidierte ein großer Meteorit mit der Erde und die Saurier starben aus. Die Weltkarte des Tertiärs sieht der heutigen schon sehr ähnlich. Der Ozean **Thetys**, der Millionen Jahre lang die Welt in eine Nord- und eine Südhälfte geteilt hatte, wurde durch die Nordwanderung **Afrikas** immer schmaler. Als die afrikanische Platte dann mit der europäischen kollidierte entstanden die **Alpen**. Von der Thetys blieb nur das Mittelmeer, das Schwarze Meer und der Aralsee. Afrika und **Indien** stießen mit Asien zusammen was zur Faltung und Heraushebung z.B. des **Himalayas** führte. Der Atlantische Ozean war durch die Westwanderungen Nord- und Südamerikas immer breiter geworden. Der große Südkontinent war endgültig auseinandergebrochen und **Australien** wanderte nach Norden. Dadurch wurde die **Antarktis**, die jetzt nur noch von kalten Meeresströmungen umspült wurde, zur "**Gefriertruhe**" der Erde. Das feuchtwarme Klima des Tertiärs wurde im Quartär abgelöst von sinkenden Temperaturen und mehreren Eiszeiten.

Die Kollision Afrikas mit Europa führte zu Rissen und Brüchen in der europäischen Platte. Aus **Vulkanen** ergoß sich Magma und erstarrte zu **Basalt**. In dieser Zeit wurde der **Harz**, ein tief unter jüngeren Ablagerungen versunkener Rest des variskischen Gebirges über die Erdoberfläche herausgehoben.

Viele der heutigen Pflanzenfamilien gab es schon im Tertiär, z.B. die Sumpfpalmen (etwa der "Urweltmammutbaum" Metasequoia), die Amberbäume und die Kastanien.

Nach dem Aussterben der Saurier am Ende der Kreide begann das Zeitalter der **Säugetiere**. Aus eichhörnchen-großen Insektenfressern entwickelten sich die **Affen** und der **Mensch**.



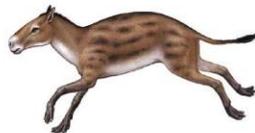
Säbelzähntiger



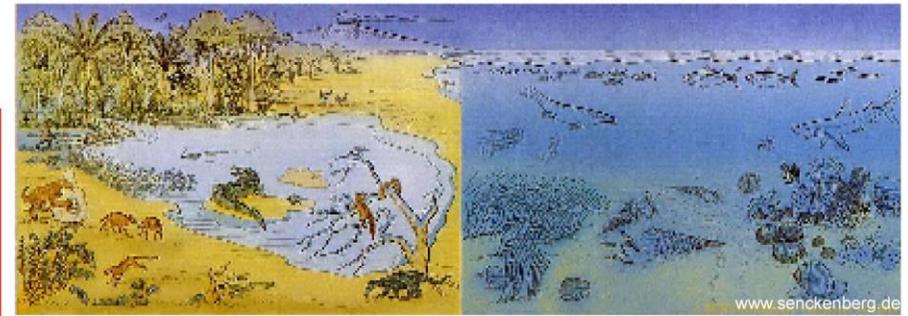
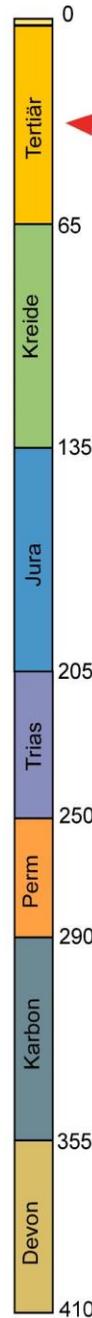
Sumpfpalme



Amberbaum

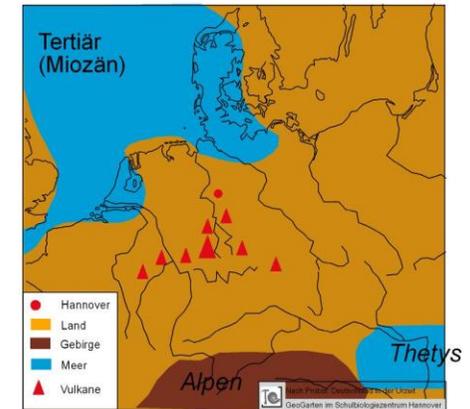
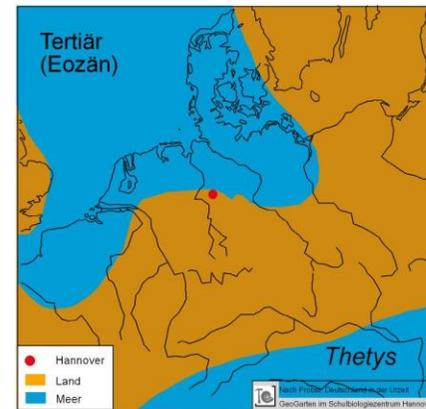


"Urpferdchen" Eohippus



TERTIÄR: Aus kleinen Insektenfressern werden **AFFEN** und der **MENSCH**

- Vor 65 Millionen Jahren kollidiert ein großer Meteorit mit der Erde
- Viele Arten sterben aus, z.B. die Saurier
- Afrika und Europa stoßen zusammen
- Die Alpen entstehen
- In Mitteleuropa tritt aus vielen Vulkanen Magma aus: **Basalt**
- Die mitteleuropäische Erdkruste zerbricht an vielen Stellen, der Harz entsteht
- Von der Thetys bleibt nur das Mittelmeer und einige Seen übrig
- Indien und Afrika kollidieren mit Asien: Gebirge in West- und Südasien (Himalaya)
- Australien löst sich von der Antarktis und wandert nach Norden
- Die Antarktis kühlt durch kalte Meeresströmungen ab
- Klima zunächst feucht heiß, dann Abkühlung
- Nach dem Aussterben der Saurier entwickeln sich die Säugetiere



Bestimmungsschlüssel für 7 ausgewählte Gesteine Granit, Gneis, Porphy, Basalt, Sandstein, Kalkstein, Feuerstein

