



NATUR
HISTORI
SCHES
MUSEUM
BERN

Arbeitsblätter für Schulen



5 STERNE

SENSATIONELLER
FOSSILIENFUND AUS
DEM JURA

INFOS FÜR LEHRKRÄFTE

Wegen einiger zerquetschter, uralten und zu Stein erstarrten Wirbellosen ohne Hirn und Herz, die alle ziemlich gleich aussehen mit einer Klasse ins Museum?

Wie bei so vielem, das erst mal nur Fachleute in Begeisterungstürme versetzt, braucht es für manchen von uns Laien etwas Einarbeitungszeit um die Faszination dieses Fundes und die Vielfalt der Verknüpfungsmöglichkeiten für die Schule zu entdecken. Umso lohnender, wenn wir uns durch die Ausstellung und ihre Hintergründe nicht nur zu faszinierenden Entdeckungen beim kaum bekannten Tierstamm der Stachelhäuter führen lassen können, sondern auch zu Themen wie Präparationstechnik in der Paläontologie, Stereofotografie und Anaglyphentechnik, Zementherstellung, Entstehung von Gesteinen und Gebirgen, Kohlenstoff- und Carbonatkreislauf, langfristige Klimaveränderungen, Veränderung der Fauna und zu anderen grossräumigen Dimensionen der Erdgeschichte.

Die Arbeitsblätter mit Zusatzinfos, Aufträgen und Fragen sind hauptsächlich ab 6. Klasse (Zyklen 2, 3) und Sek.II geeignet. Folgende Kompetenzen des Lehrplanes 21 lassen sich in der Ausstellung und mit beiliegenden, weiterführenden Unterlagen beispielsweise behandeln:

NMG 2.4 Die Schülerinnen und Schüler können die Artenvielfalt von Pflanzen und Tieren erkennen und sie kategorisieren.

1a SuS können ausgewählte Pflanzen- oder Tiergruppen auf ihre Eigenschaften untersuchen sowie Gemeinsamkeiten und Unterschiede beschreiben.

NMG 2.5 Die Schülerinnen und Schüler können Vorstellungen zur Geschichte der Erde und der Entwicklung von Pflanzen, Tieren und Menschen entwickeln.

2e SuS können Informationen zu Entwicklungen und Veränderungen der Erde und der Lebewesen zeitlich einordnen und modellartig Vorstellungen zu zeitlichen Dimensionen sowie zu Prozessen strukturieren.

Wir sind dankbar für jede auch kritische Rückmeldung damit wir unsere didaktischen Materialien verbessern und ergänzen können.

Wir freuen uns auf Ihren Besuch.

Dr. Martin Ryser, Museumspädagoge,
Bildung und Vermittlung, im September 2018

Inhaltsverzeichnis

Seegurken	4
Seelilien	5
Seeigel	6
Seesterne und Schlangensterne	7
Hauptrogenstein	8
Vom Fossil zum Zement	9
Anaglyphen-Stereobilder selber Fotografieren	10
Anaglyphen-Stereobilder selber Zeichnen	11
Europa- fast wie in der Karibik	12
Kontinente auf Wanderschaft	13
Meeresgrund auf Bergeshöh´ - Entstehung des Jura	14
Verkalkter Jura	16
Der Jura unter Bern	17
Markante Punkte der Erdgeschichte	18
Auf Zeitachse	20
Grossfauna zur Jurazeit	22
Lösungen	23



Info- und Aufgabenblatt

STACHELHÄUTER

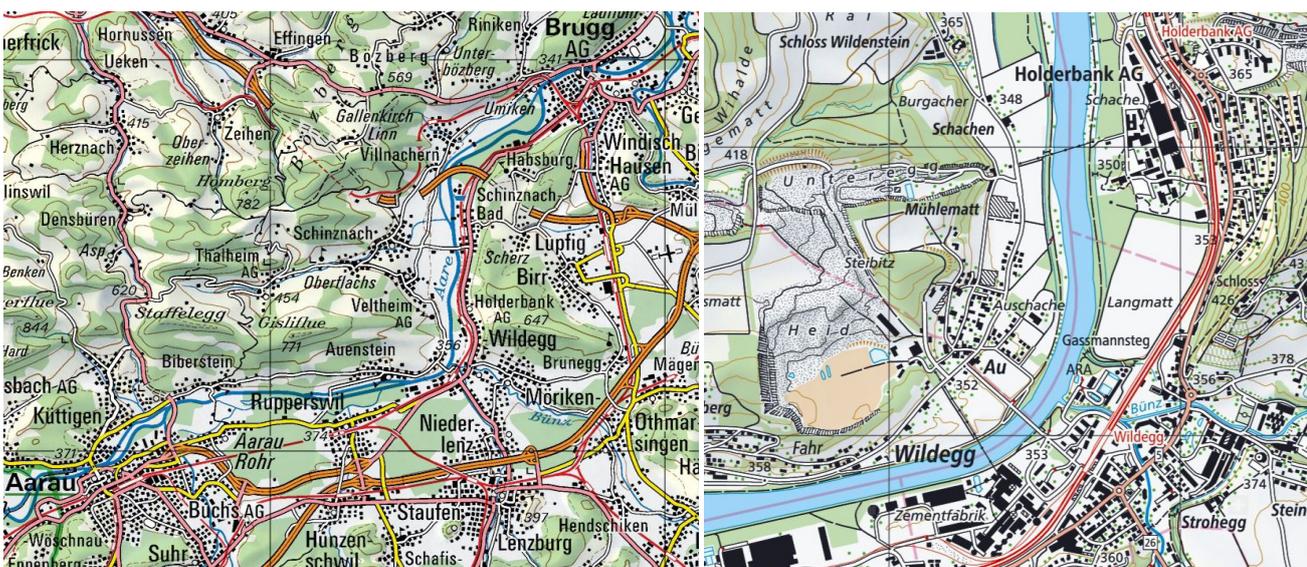
Den Stamm der Stachelhäuter (Echinodermata) gibt es bereits seit mindestens 500 Millionen Jahren (Säugetiere seit 200 Millionen Jahre, den Menschen seit 2 Millionen Jahren). Sie unterteilen sich in die 5 Klassen Seeigel, Seesterne, Seegurken, Seelilien und Schlangensterne.

Die Echinodermen haben ein Innenskelett aus Kalkplättchen, dem eine namensgebende stachelige Haut aufliegt. Die Tiere können durch Steuerung der Bindegewebefestigkeit Teile des Körpers in Sekunden von schlapp bis hart verändern und so auch die Stacheln koordiniert bewegen.

Das Skelett gibt dem Körper auch die Widerstandsfähigkeit, die bewirkt, dass er vergleichsweise häufig versteinert.

Auch wenn man von aussen kaum Unterschiede sieht, gibt es Männchen und Weibchen. Der Sex geht wie bei vielen Meeresbewohnern berührungslos, indem Eizellen und Spermien einfach ins Wasser ausgestossen werden. Hier vereinen sie sich zu einer Zygote, die sich zu einer schwimmenden Larve entwickelt. Diese ist bilateral, d.h. sie hat (wie der Mensch) eine linke und rechte Seite. Das erwachsene Tier bildet dagegen nach der Metamorphose eine Bauplan mit 5 Symmetrieachsen, vermutlich eine Anpassung an eine einst festsitzende Lebensweise.

1. Skizziere je einen Vertreter der 5 Klassen der Stachelhäuter.
2. Von was ernähren sich Stachelhäuter hauptsächlich? Welche sind auch Jäger?
3. Welche anderen Tiere ausser Stachelhäuter wurden gefunden?
4. Die Präparation der ausgestellten Fossilplatten hat über 1400 Arbeitsstunden benötigt. Wie viele Wochen müsstest du zur Schule gehen, um 1400 Lektionen zu besuchen?
5. Welche Werkzeuge und Hilfsmittel verwenden die Präparatoren der Fossilienplatten?
6. Weshalb trägt die Ausstellung wohl den Namen «5 Sterne»?
7. Trage den Fundort in den Kartenausschnitten ein.



i Infoblatt

SEEGURKEN

Seegurken oder Seewalzen sehen so aus wie sie heissen, sind aber viel spektakulärer. Oder hast du schon mal von einem Tier gehört, das bei Gefahr dem Angreifer die gesamten Innereien oder je nach Bedarf Teile davon durch den Hinterausgang entgegenschleudern und diesen mit der klebrigen giftigen Masse bewegungsunfähig machen und betäuben kann? Die Kadenz ist allerdings mit nur einem Schuss pro Woche nicht gerade gross, da die «Seekanone» mindestens so lange benötigt, um die verlorenen Eingeweide wieder zu aufzubauen.

Die Regenerationsfähigkeit geht übrigens so weit, dass die Seegurke selbst bei einer Querteilung (z.B. durch einen Räubergebiss) die ganze, abhanden gekommene Hälfte einfach so ersetzen kann. (Allerdings haben sie weder Kopf noch Hirn noch Herz, was immer das auch bedeuten mag.)

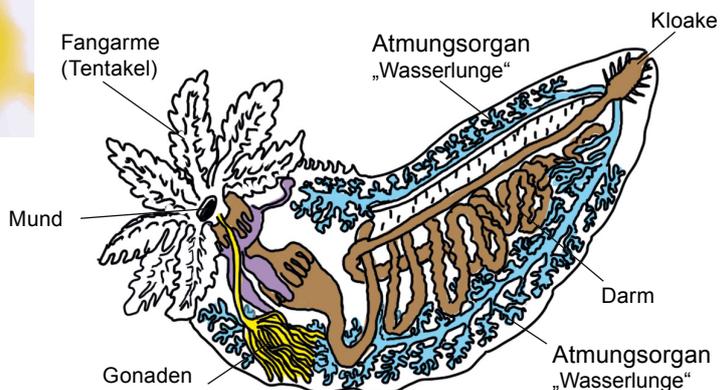
Die kleinsten der insgesamt ca. 1200 Arten sind nur 3 mm lang, die grössten erreichen 2,5 m. Sie besiedeln Lebensbereiche vom seichten Wasser in Strandnähe bis in die tiefste Gräben 10 km unter dem Meeresspiegel. In der Tiefsee machen sie übrigens weitaus den grössten Teil (90 %) der Biomasse aus. Dabei fressen sie lebendes oder totes organisches Material, das mit einem Kranz von Tentakel eingefangen und in den Mund befördert wird.

Manche Arten bleiben ihr ganzes erwachsenes Leben an einem Ort verhaftet, andere kriechen gemächlich über den Meeresgrund und einige Arten können aktiv herumschwimmen.

Vor allem in Asien (China, Vietnam) werden Seegurken als Delikatesse und auch als Potenzmittel geschätzt, so dass sie durch übermässigen Fang vielerorts bereits stark gefährdet sind. Manche Staaten haben Gesetze zum Schutz erlassen und schlagen sich nun mit Wilderern herum, da im Handel bereits über 500.- Fr. pro Kilo bezahlt werden.

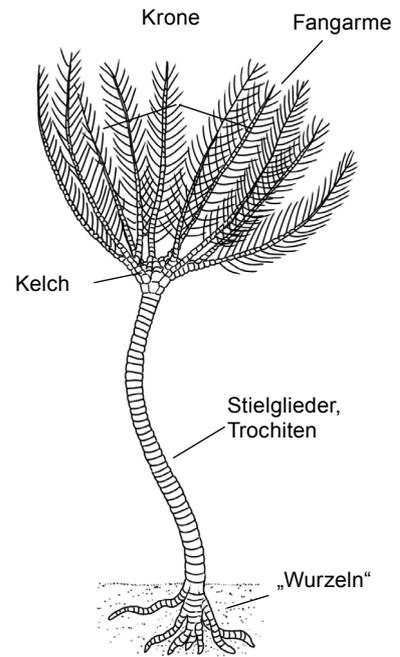
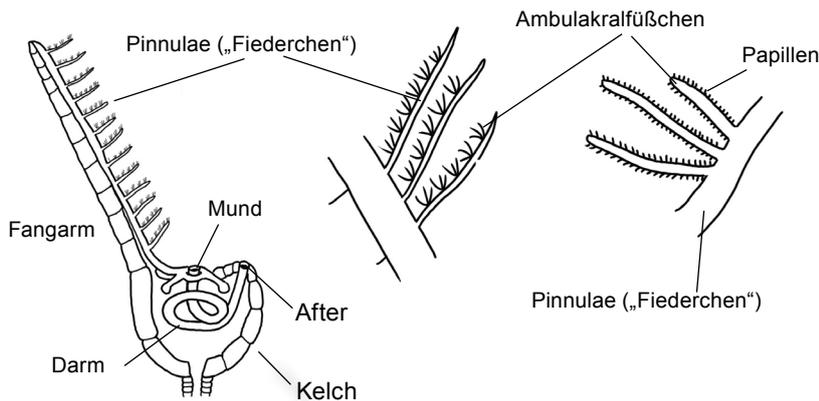


Seegurke als Delikatesse



Info- und Aufgabenblatt

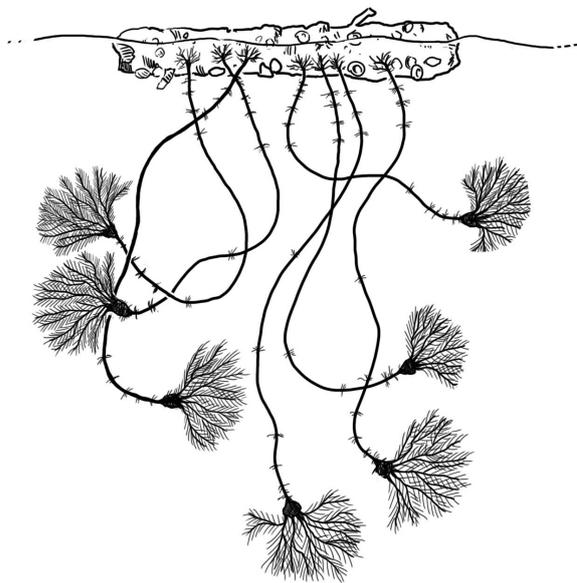
SEELILIEN



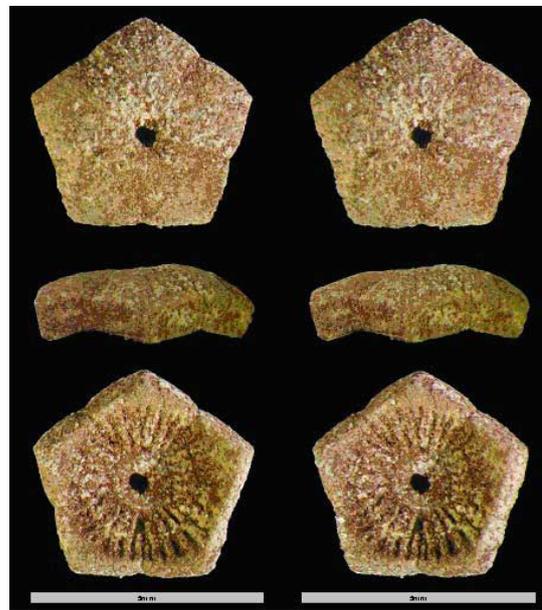
Seelilien, lateinisch *Crinoiden*, sind keine Pflanzen, wie der Name und der erste Anschein vermuten lässt, sondern eindeutig Tiere. Bei Bedarf können sie sich vom Untergrund lösen und mit den Verästelungen über den Boden kriechen. Mit den Fangarmen am Ende der Krone filtern sie winzige Lebewesen aus dem Wasser. Die Stiele in der Ausstellung sind ca. 30 cm lang. Es gab in der Jurazeit aber auch Arten mit über 20 m langen Stielen.

Der Stiel setzt sich zusammen aus zahlreichen scheibenförmigen, fünfeckigen Stielelementen, genannt Trochiten. Von grossen Arten wurden diese in der Steinzeit zu Halsketten verarbeitet, indem man den zentralen Nervenkanal freibohrte. Den Germanen galten sie als Zeichen der Tapferkeit und noch im 18. Jh. schrieb man ihnen eine Wirkung zu gegen Melancholie, Gifttiere oder Nierenleiden sowie für Tapferkeit und für ein langes Leben.

Während aus der Urzeit ca. 6000 Seelilienarten bekannt sind, existieren heute nur noch 70 am Grund der Tiefsee. In der Jurazeit waren sie so zahlreich, dass die abgestorbenen Tiere mit der Zeit oft ganze Gesteinsschichten bildeten.



Seelilien an einem Stück Treibholz



Trochiten (Stereofotos, Massstab 5 mm)

1. Warum sind Seelilien keine Pflanzen?
2. a) Warum wurden Seelilien häufiger zu Fossilien als Wasserpflanzen?
b) Warum sind die Stiele in Trochiten gegliedert?
3. Betrachte auf dem Handstück die fossilen Seelilien mit der Lupe. Beachte auch die Querschnitte an den Seiten. Was fällt dabei auf?



Info- und **a**ufgabenblatt

SEEIGEL - WEIDETIERE AM MEERESGRUND

Seeigel haben ein kugelförmiges Kalkskelett, das von einer lebenden äusseren Haut (Epidermis) überwachsen ist. Die gegen Fressfeinde wie Seesterne, Fische und grosse Schnecken schützenden Stacheln sitzen auf Gelenkhöckern und sind durch Muskeln beweglich, so dass sie bei manchen Arten auch zur Fortbewegung auf dem Meeresboden genutzt werden können.

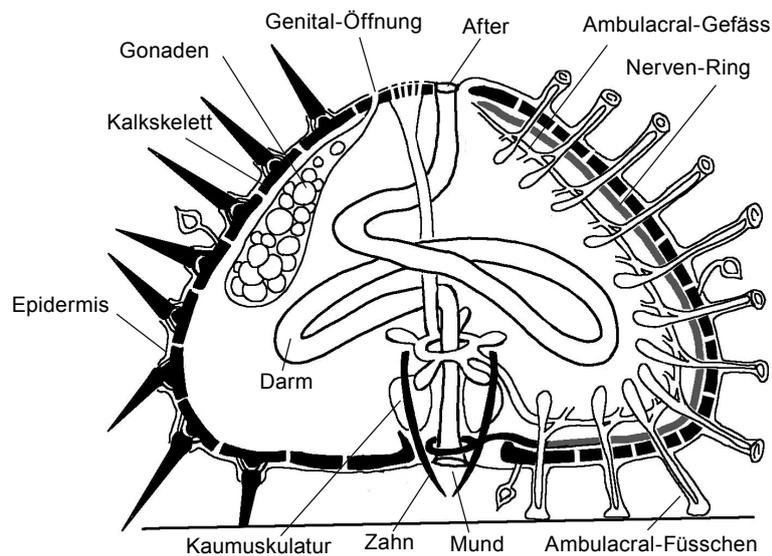
Zwischen den Stacheln haben Seeigel schlauchförmige Ambulakralfüsschen, die sich durch Einpumpen von Flüssigkeit hydraulisch bewegen lassen. Mit ihnen können die Tiere auch senkrechte Felswänden entlang klettern.

Sie ernähren sich von Algen, die sie mit ihren 5 ringförmig um den Mund angeordneten Zähnen abraspeln. Der Kauapparat ist so stark, dass sie auch Gestein zerkleinern können um an Algen in Spalten zu gelangen.

Bei manchen Arten können einzelne Individuen über 200 Jahre alt werden.

Auf der Kalkschale toter Seeigel kann man verschiedene Bänder unterscheiden:

- Ambulakralplatten mit Löchern, aus denen die Ambulakralfüsschen hervorkamen.
- Interambulakralplatten mit den kugeligen Erhebungen, auf denen die Stacheln sass.



1. Warum spricht man bei der Kalkschale von Seeigeln von einem **Innenskelett**?
2. Wie muss das funktionieren, damit sich Seeigel auch an senkrechten Wänden halten und bewegen können?
3. Wie viele Bänder mit Ambulakralplatten haben Seeigel?

Info- und Aufgabenblatt

SEE- UND SCHLANGENSTERNE

Seesterne

Seesterne gibt es seit mindestens 500 Millionen Jahren. Heute sind 1600 lebende Arten bekannt. Es gibt sie in Grössen von 1 cm bis 1 m. Sie besiedeln den Meeresgrund bis in eine Tiefe von 10000 m.



Verschiebbare Kalkplättchen in ihrer Haut

geben ihnen Festigkeit. Sie haben normalerweise 5 Arme, doch gibt es Arten, die bis 50 Arme aufweisen. Sie besitzen keine Augen aber lichtempfindliche Sinneszellen in den Armen mit denen sie hell und dunkel unterscheiden können.

Sie fressen hauptsächlich Muscheln, die sie der Kraft ihrer Füsschen auseinanderspreizen, um ihren ausstülpbaren Magen einzuführen und das Muschelfleisch zu verdauen. Daneben werden je nach Art auch Schnecken, Krebse, Seeigel, Korallen, andere Seesterne, Schwämme und sogar Fische erbeutet.

1. Wie viele verschiedene Arten Seesterne sind ausgestellt?

Schlangensterne

Auch Schlangensterne sind eine altbewährte Tierklasse, die es bereits seit 500 Millionen Jahren gibt. Heute leben über 2000 Arten von ihnen. Sie ernähren sich vor allem von Plankton und abgestorbenem Pflanzenmaterial. Ihre langen Arme sind im Gegensatz zu Seesternen deutlich von der Zentralscheibe abgesetzt und sehr beweglich, was ihnen eine geschmeidige Fortbewegung erlaubt. Die Arme können bei Gefahr wie ein Eidechschwanz abgeworfen werden und auch leicht wieder nachwachsen.



Arten mit stark verzweigten Armen werden als Medusen- oder Gorgonenhäupter bezeichnet. Die Medusa war in der griechischen Mythologie ein Meerungeheuer mit Menschengesicht und einer Frisur aus Schlangen.



Lange glaubte man, dass sie über keine Augen verfügen. Erst 2001 fand man heraus, dass die Tausenden von winzigen, 3/100 mm grossen Kalzitkristalle in der Haut, wie bei einem Facettenauge von Insekten, als Linsen zu Sehzellen funktionieren. Damit können sie zumindest einen Feind, der sich nähert, erkennen und sich in eine Gesteinsspalte flüchten.

2. Welche Sinnes-Sensoren sollte ein Schlangensterne mindestens sonst noch haben um zu überleben?

Info- und Aufgabenblatt

HAUPTROGENSTEIN

In der mittleren Jurazeit ist Europa immer noch überflutet von einem seichten Meer aus dem nur einzelne Inseln herauschauen. Im warmen Meer lagern sich im übersättigten Wasser Kalkschicht um Kalkschicht um die in der Dünung hin- und herbewegten Sandkörner und Schalenbruchstücke von Meereslebewesen an, so dass daraus runde Kalkkugeln entstehen. Diese Kugeln mit einem typischen schaligen Aufbau nennt man Ooide (griech.= Ei).

Über viele Millionen Jahre rieseln von oben weitere Kondensationskerne (Sandkörner, Schalenstücke) herunter, die zu Ooiden wachsen, bis sich an der Fundstelle eine etwa 80 m dicke Schicht gebildet hat. Zwischen den Ooiden kristallisiert später Calcit als Bindemittel aus, so dass das Lockermaterial zur harten Gesteinschicht wird. Da die Kugeln an Roggen (= Fischlaich) erinnern, nennt man das Gestein Roggenstein und die in der wichtigsten Zeit zwischen 166 und 170 Millionen Jahren entstandenen Schichten **Hauptrogenstein**.

Die ausgestellten Fossilien sind allerdings nicht in die Ooide eingebettet sondern in feineren, lehmigen Schlamm, der bei einem Sturm zusammen mit den Stachelhäutern in eine Mulde zusammengeschwemmt und abgelagert wurde.

1. Wie erklärt man sich die Entstehung des Roggensteins?
2. Schau dir das Handstück des Hauptrogensteins mit der Lupe an. Wieviele Ooide pro Quadratzentimeter zählst du? Wie viele sind es in einem Kubikzentimeter ungefähr (entspricht ca. einer Daumenspitze)? Zähle auf einem Zentimeter die Ooide wo sie gut zu sehen sind und schätze dort wo es Lücken hat.
3. In welcher Zeit wurde durchschnittlich eine Schicht von 1 m Hauptrogenstein abgelagert, wenn wir am Fundort von einer Mächtigkeit von 50 m ausgehen?
4. In der Jurazeit vor 170 Millionen Jahren hatte das Jahr noch 376 Tage. Was könnten der Grund oder die Gründe sein, dass wir heute 11 Tage pro Jahr weniger haben?
5. Warum kann bei diesem Fossilfund keine Aussage darüber gemacht werden wie **dicht** die Stachelhäuter hier gelebt haben, obschon sie alle gleichzeitig eingebettet wurden?
6. Von was ernähren sich Stachelhäuter hauptsächlich und welche Klasse macht eine Ausnahme?
7. Wo hat der Seeigel seine Schwachstelle für Feinde wie Haie oder Fische?
8. Was geschieht natürlicherweise mit Fossilien an den Fundstellen, die *nicht* gesammelt werden?
9. Was kann man generell aus Gesteinen herauslesen?
10. Inwiefern könnte man behaupten, dass Stachelhäuter eine Autobahnbrücke wie das Felsenauviadukt tragen?

Info- und Aufgabenblatt

VOM FOSSIL ZUM ZEMENT

Die Fossilien in der Ausstellung kommen im Steinbruch bei Auenstein zum Vorschein, wo Kalk und Mergel für die Zementherstellung gewonnen wird. Das Zementwerk auf der anderen Aare-seite stellt fast 1/5 der Zements der Schweiz her.

Zur Herstellung von Zement wird der abgebaute Kalk und Mergel, zerkleinert, je nach Bedarf mit Zusatzstoffen ergänzt (z.B. Quarzsand und Eisenoxid) und bei 1450°C gebrannt. Dabei verschmelzen die Bestandteile teilweise (Sinterung) und es entstehenden Knollen (Klinker), die zum pulverigen, gebrauchsfertigen Zement zermahlen werden*.

Versetzt man den Zement mit Wasser, setzt eine chemische Reaktion ein und er wird wieder steinhart. Mit Sand und Kies gemischt, wirkt der Zement als Bindemittel und man erhält **Beton**, den wichtigsten modernen Baustoff für den Bau von Gebäuden, Brücken usw.

1. In der Schweiz entstehen bei der Zementherstellung 9% des gesamten CO₂, das durch den Menschen freigesetzt wird. In den übrigen Ländern Europas sind es nur 6%. Wie kannst du dir diesen Unterschied erklären?

Zum energieintensiven Brennen des Kalk-Mergel-Gemischs wird zwar immer noch grossteils die preisgünstige Kohle verwendet, doch hat die Zementindustrie den CO₂-Ausstoss seit 1990, dank Verbrennen von Recyclingmaterial (Altpneus, Kunststoffabfällen etc.) und Nutzen der Abwärme in Fernheiznetzen mehr als halbiert.

2. Verbinde die folgenden Stationen des Kalkes zu einem Kreislauf. (Hier nicht in der richtigen Reihenfolge aufgezählt.)

- a) Kalkschalenstücke von abgestorbenen Meerestieren sammeln sich am Meeresboden in mächtigen Schichten.
- b) CO₂ aus der Atmosphäre löst sich im Wasser und bildet Kohlensäure. Die Kohlensäure im Regenwasser löst das Gestein mit der Zeit auf. Die gelösten Bestandteile (Ionen) werden mit den Flüssen ins Meer transportiert.
- c) An der Oberfläche baut der Mensch den Kalk als Baustein oder als Grundmaterial für die Zementherstellung ab. Der Zement verbindet Kies zu Beton, aus dem heute die meisten grossen Gebäude sind.
- d) Auch Betonbauten halten nicht ewig. Der Zementstein wird durch Kohlensäure im Regenwasser und anderen Säuren in der Atmosphäre mit den Jahrzehnten angegriffen und erodiert. Auch wenn Bauschutt erst noch recycelt werden kann, schlussendlich wird das Material wie jedes Gestein aufgelöst und ins Meer gespült.
- e) Durch tektonische Bewegung (Kollision) der Kontinentalplatten gelangen die Kalksteinschichten wieder an die Oberfläche.
- f) Je nachdem werden die Kontinentalplatten auch so tief hinuntergedrückt, dass sie aufschmelzen und als Magma in Vulkanen hochkommen, wobei das CO₂ wieder in die Atmosphäre gelangt.
- g) Meereslebewesen entnehmen dem Wasser die passenden Ionen um ihre schützenden und stützenden Skelette aus Kalk aufzubauen.
- h) Die abgelagerten Kalkteilchen verdichten sich unter dem Gewicht der darüber liegenden Schichten und werden durch auskristallisierenden Calcit zu kompaktem Kalkstein verbunden.

* Wer sich über den Prozess der Zementherstellung bei Wildegg genauer informieren will, schaue sich die Grafik und Fotos in folgenden Link der Jura Cement AG an:
<http://www.juracement.ch/htm/2528/de/Virtuelle-Fabrik.htm>



Infoblatt

ANAGLYPHEN-STEREOBILDER SELBER FOTOGRAFIEREN

Die stereoskopische, räumliche Wahrnehmung beruht auf den Unterschieden der Bilder, die im linken und rechten Auge entstehen, da sie durch den Abstand von etwa 7 cm ein Motiv aus leicht unterschiedlichem Blickwinkel sehen. Die Wahrnehmungsprozesse im Gehirn verarbeiten die Bildunterschiede in Echtzeit in einen Eindruck von räumlicher Tiefe und Volumen.

Das natürliche stereoskopische Sehen funktioniert aber nur bis höchstens 5 m, da für weiter Entferntes die Bildunterschiede zu gering sind. Die räumlichen Bildunterschiede kann man jedoch künstlich vergrössern indem man das Objekt in einem grösseren Abstand als ihn die Augen haben, fotografiert. Das rechte Foto wird dem rechten Auge gezeigt, gleichzeitig das links aufgenommene Bild dem linken Auge. So kann man einen starken Stereoeffekt für beliebig entfernte Objekte erzeugen.

Die Stereofotografie gab es bereits kurz nachdem 1839 ein praktikables Verfahren zum Fotografieren von Louis Daguerre, die Daguerreotypie, erfunden wurde. Die hier gezeigte Darstellung mit Anaglyphen wurde 1853 in Leipzig entwickelt.

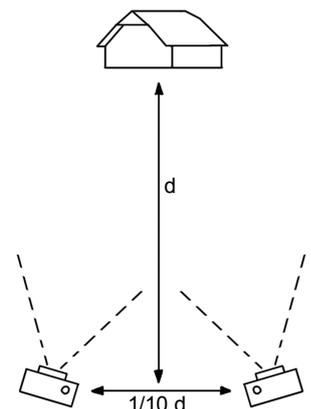
Bei der Stereobilddarstellung mit Anaglyphen werden die beiden Bilder für das rechte und linke Auge mit verschiedenen Farben eingefärbt und übereinandergedruckt. Heute sind die Farben meist Rot und Cyan. Betrachtet man diese Überlagerung durch eine entsprechende Brille mit rotem und cyanfarbenem Filter, erhält jedes Auge nur das dafür vorgesehene Bild. Das Gehirn verschmilzt die unterschiedlichen Bilder automatisch zu einem einzigen Bild, und interpretiert die Unterschiede als räumliche Entfernung.

Wie du selber Anaglyphenbilder machen kannst

Voraussetzung bei dieser Anleitung ist, dass du

- mit deinen beiden Augen stereoskopisch d.h. räumlich (3D) sehen kannst
- eine Rot-Blau (Cyan)-Brille hast (rot links, cyan rechts)
- über einen Computer mit Photoshop verfügst, mit dessen Grundlagen du bereits etwas vertraut bist
- eine digitale Kamera hast.

Zuerst fotografierst du von deinem gewählten Objekt zwei Bilder im horizontalen Abstand von ca. $1/10$ der Aufnahmedistanz d . Dabei musst du unbedingt darauf achten, dass die beiden Aufnahmen aus gleicher Höhe über Boden gemacht werden. Es sollten auch keine Teile im Vordergrund zu sehen sein, die sich auf den beiden Bildern (scheinbar) allzu stark verschieben. Beide Bilder müssen zudem gleich hell belichtet und mit der gleichen Brennweite aufgenommen werden



Nun öffnest du die Bilder in Photoshop und kopierst das eine in eine neue Ebene über dem anderen Foto. Wähle die Ebene mit dem linken Bild aus. Öffne im Menü *Ebenen* die Rubrik *Ebenenstil* und hier die *Fülloptionen*. Hier klickst du bei *Kanäle* auf *R* (für rot), so dass das Häkchen verschwindet. Das Bild bekommt nun einen rötlichen Grundton.

Wechsle die Ebene zum Bild, das du rechts aufgenommen hast. Wiederum im Menü *Ebenen* den *Ebenenstil* anklicken. Bei *Fülloptionen* und hier bei *Kanälen* schaltest du mit Anklicken von *G* (grün) und *B* (blau) diese Farben aus, so dass nur noch bei *R* (rot) ein Häkchen stehen bleibt. Das Bild erscheint nun stark bläulich. Damit ist das Anaglyphenbild fertig.

Ergibt sich im Blick durch die Brille noch kein plastisches Bild, kann es daran liegen, dass die Bilder in der Höhe auf dem Blatt verschoben sind. Wähle deshalb eines der Bilder aus (d.h. eine Ebene) und drücke die Taste *V*. Nun verschiebst du das Bild bis ungefähr in der Mitte zwei entsprechende, auffällige Punkte bei beiden Bildern genau übereinander zu liegen kommen. Nun sollte sich der räumliche Eindruck einstellen. Durch horizontales Schieben des einen Bildes (linke und rechte Pfeiltaste) kannst du den 3D-Effekt optimieren. (Nochmal: die entsprechenden Punkte müssen immer auf gleicher Höhe über dem Boden aufgenommen worden sein). Oder hast du links und rechts vertauscht? Drehe die Brille um (rot rechts, blau links). Funktioniert es so? Wenn ja, musst du die Farben der Ebenen umstellen.

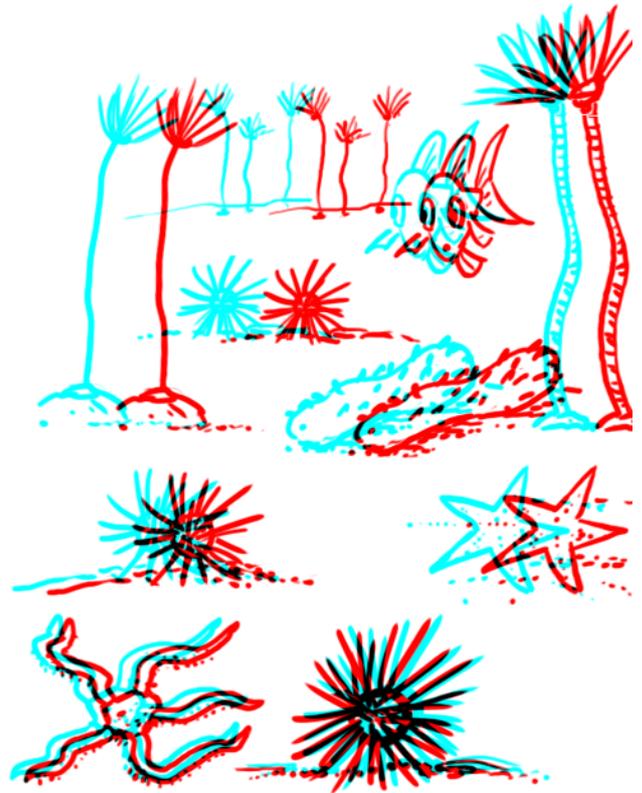
Am Besten funktioniert es am Bildschirm, da je nach Drucker die Farben nicht mehr denjenigen in der Brille entsprechen.



ANAGLYPHEN-STEREOBILDER SELBER ZEICHNEN

Du kannst auch selber gezeichnete Bilder in Stereobilder verwandeln, die sich mit der Anaglyphentechnik betrachten lassen: Zeichne mindestens 2 Objekte mit schwarzem Stift auf Papier. Übertrage sie mit Kamera oder Scanner in Photoshop. Dupliziere dort diese Ebene mit dem Bild. Markiere nun auf dieser neuen Ebene den ersten Gegenstand (mit den Werkzeugen M oder L) und verschiebe ihn horizontal etwas gegen links oder rechts. Mache dies auch mit den anderen gezeichneten Dingen, die du aber etwas weiter oder in die andere Richtung schiebst. Über das Menü *Ebenen* gehst du zu *Ebenenstil* und *Fülloptionen*. Hier klickst du auf R und die Gegenstände werden rot. Gehe nun zur ursprünglichen Ebene darunter: über das Menü *Ebenen* wählst du *Ebenenstil* und *Fülloptionen*. Hier klickst du auf B und G, was die Ebene cyanblau färbt. Mit der blau-roten Brille sollten die Objekte nun verschieden weit entfernt erscheinen. Mit aufgesetzter Brille schiebst du auf einer Ebene die Bilder weiter bis dir die Entfernungen passend erscheinen.

Du kannst sie auch schräg stellen, wie z.B. den Seesternen hier. Dazu markierst du das gewünschte Zeichnungselement, drückst T für *Transformieren* und wählst *Neigen*. Am oberen oder unteren mittleren Greifpunkt ziehst du gegen links oder rechts, was das Objekt durch die Stereobrille betrachtet schräg nach hinten kippen lässt. Viel Spass.



1. Hier kreist ein Schwarm Flugsaurier über den Küstengewässern des Jurameeres.

Alle sind gleich gross gezeichnet bzw. kopiert. Bei Stereobetrachtung haben sie aber ganz unterschiedliche Grössen.

- Welcher ist der Grösste?
- Wie kommt es zu diesem Effekt?

2. Das grosse Panorama des Steinbruchs in der Ausstellung verhält sich im Blick durch die Anaglyphenbrille seltsam, vor allem wenn du dich seitlich hin- und her wiegst oder dich dem Bild stark näherst.

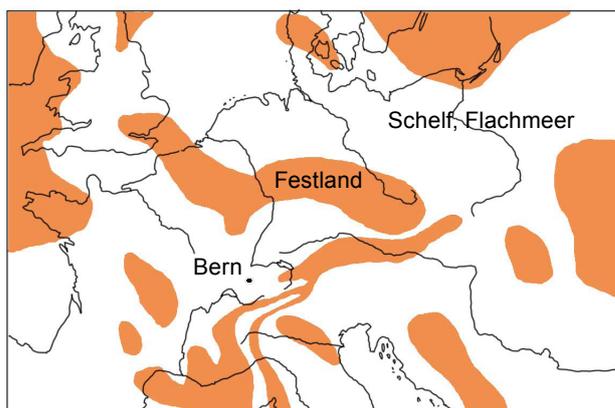
Hast du eine Vermutung wodurch der Effekt zustande kommt?

Info- und **a**ufgabenblatt

EUROPA - FAST WIE IN DER KARIBIK

In der Jurazeit lag Mitteleuropa weiträumig unter flachen Schelfmeeren. Die Ton-, Mergel- und Kalkablagerungen aus dieser Zeit werden nach der heute vorherrschenden Farbe als Schwarzer, Brauner und Weisser Jura bezeichnet. Das Klima war global mindestens 3° C wärmer als heute, Europa hatte tropische Temperaturen und der CO₂-Anteil der Atmosphäre erreichte das siebenfache der heutigen Konzentration.

Im lichtdurchfluteten, warmen Wasser war die Produktion von Biomasse hoch und damit auch die von kalkabscheidenden Organismen wie Stachelhäutern, Korallen, Schwämmen und Muscheln, deren Überreste die heute gebirgsbildenden Jurakalke ausmachen.



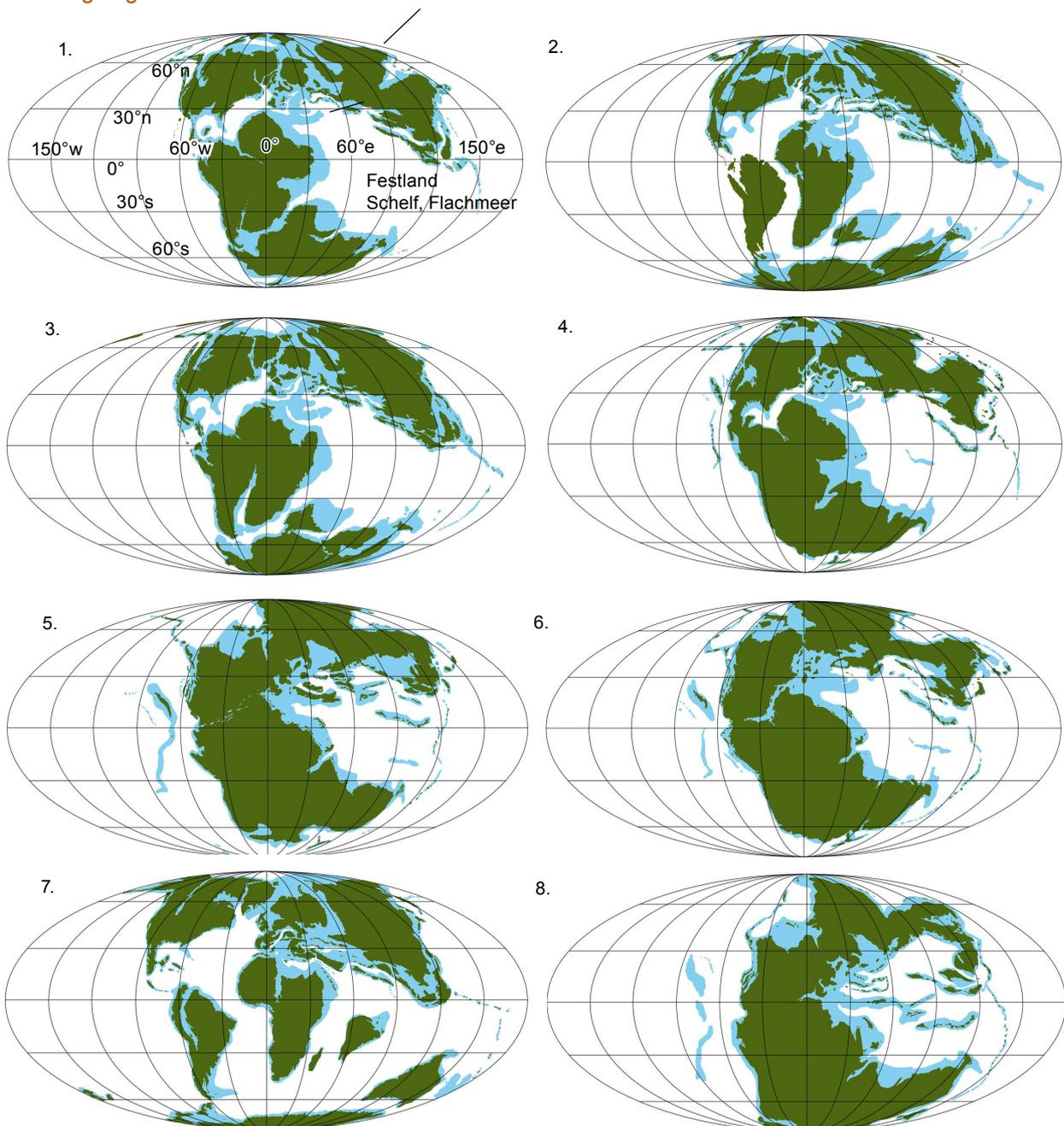
Land-Meer-Verteilung in Europa vor 180 Millionen Jahren

1. Was könnten die Gründe für die hohe CO₂-Konzentration und für die während über 100 Millionen Jahren hohen Temperaturen in dieser Zeit gewesen sein?
2. Welchen Einfluss hatte das Klima auf die Ablagerungen in der Jurazeit?
3. Welche Auswirkungen auf die Artenvielfalt hatten die vielen Inseln im Gebiet des heutigen Europas?

KONTINENTE AUF WANDERSCHAFT

Kontinente sind ca. 35 km dicke, einzelne Gesteinsplatten, die auf dem zähflüssigen Erdmantel schwimmen und durch magmatische Strömungen mit Geschwindigkeiten um 1 cm pro Jahr bewegt werden, sich trennen und wieder vereinigen. Von 300 bis 150 Millionen Jahren vor heute hingen die Kontinente mehr oder weniger zusammen und bildeten den Superkontinent Pangäa, der dann zunehmend auseinanderbrach.

1. Zeichne jeweils mit einem roten Punkt die Position von Bern ein (7.5°e , 47°n).
2. Schneide die Weltkarten aus. Ordne sie in der richtigen Reihenfolge und füge die entsprechenden Zeitangaben dazu: 240, 220, 200, 170, 150, 120, 105 und 65 Millionen Jahre vor heute. Bezeichne die Karten, die in die Jurazeit fallen (vor 200 bis 145 Millionen Jahre).
3. Markiere die Position auf der Erde, die in der abgebildeten Zeitspanne am längsten an Land gelegen ist.



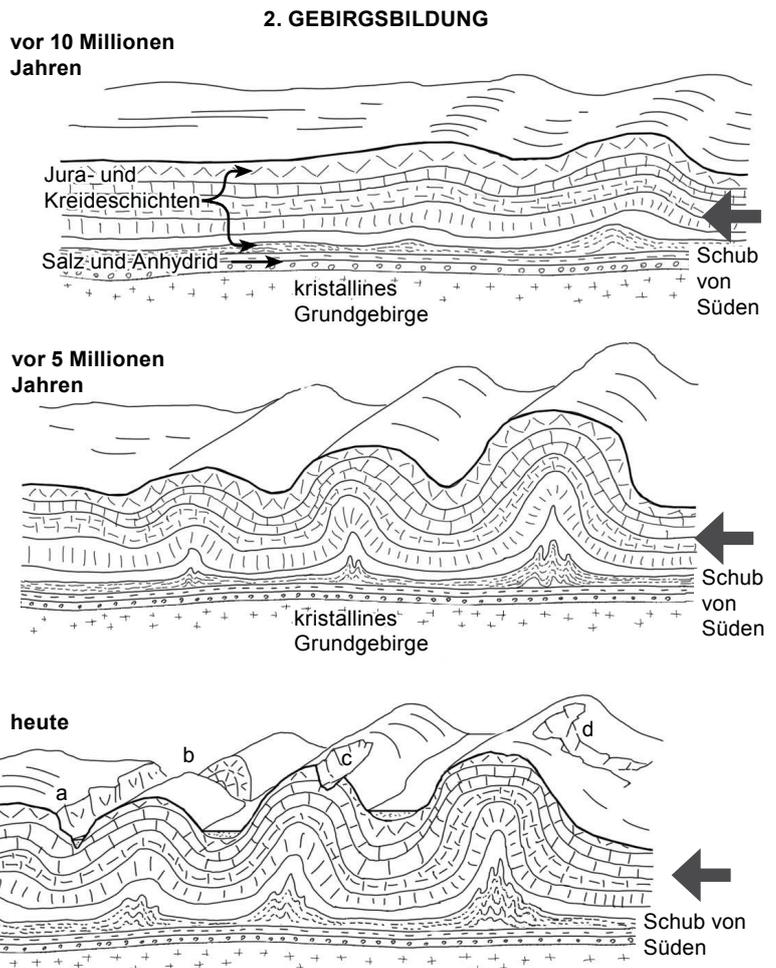
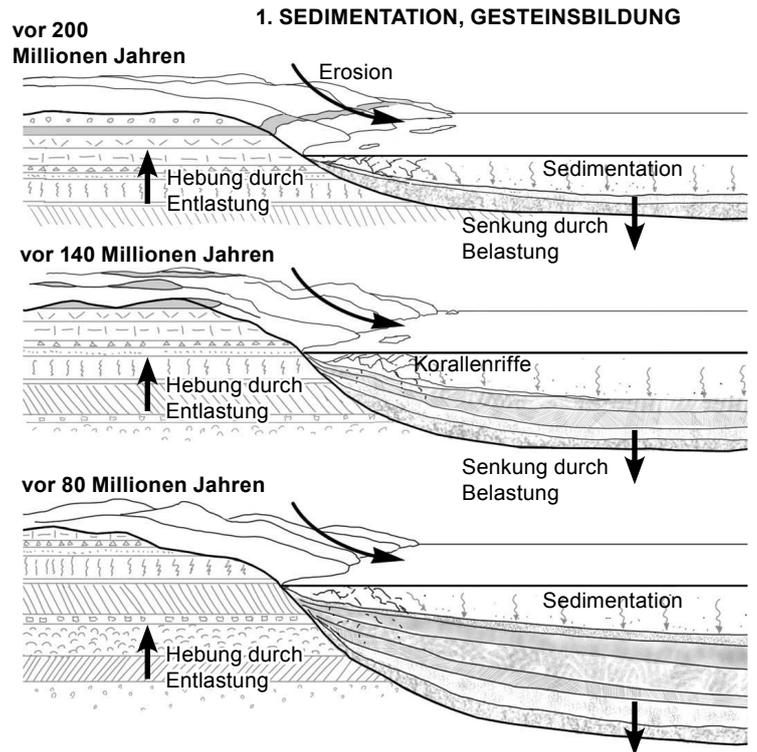
MEERESGRUND AUF BERGESHÖH' - ENTSTEHUNG DES JURA

Als der Superkontinent *Pangäa* Ende der Trias auseinanderzubrechen begann, flutete das Urmittelmeer Tethys das heutige Mitteleuropa. In dieses Meeresbecken lagerten sich während der Jurazeit Kalkschalen abgestorbener Meeresbewohner (Korallen, Muscheln, Stachelhäuter, Ammoniten, Einzeller) sowie Erosionsmaterial vom Festland ab. Mit der Belastung durch diese Sedimente senkte sich der Meerestrog kontinuierlich, so dass er mit der Zeit mehrere Kilometer mächtige Ablagerungen aufnahm. Gleichzeitig hob sich das durch Abtragung leichter werdende Festland, womit die Erosion weiter fortschreiten konnte. Unter dem grossen Druck der überlagernden Schichten verfestigte sich das lose, abgelagerte Material im Laufe vieler Jahrtausende zu Stein.

Nach der Kreidezeit, vor 60 Millionen Jahre begann sich Afrika Europa wieder zu nähern. Die inzwischen versteinerten Sedimente wurden zu den Alpen aufgefaltet und die Tethys wurde durch den Erosionsschutt des werdenden Gebirges schliesslich aufgefüllt.

Das Auffalten der Gesteinsschichten zum Juragebirge begann erst vor 10 Millionen Jahren, indem sich der Grundgebirgssockel einige Kilometer gegen Südwesten schob. Dabei wurden nur die Ablagerungen aus der Jura- und Kreidezeit aufgefaltet, da sie auf den älteren, weichen Salzschiefern der Trias gleiten konnten. Das tieferliegende, kristalline Grundgebirge blieb unverformt.

Die obersten Sedimentschichten des Juras sind inzwischen wieder von der Erosion abgetragen worden, so dass wir an der Oberfläche auch ältere Jurasedimente wie Dogger und Lias antreffen können.



aufgabenblatt

MEERESGRUND AUF BERGESHÖH' - ENTSTEHUNG DES JURA 2

1. Wie viele mal älter als das Juragebirge sind dessen Gesteine?
2. Wo im Gelände würdest du die ältesten und wo die jüngsten Gesteine erwarten? Markiere diese Stellen im untersten Blockbild mit einem Pfeil oder einer Nummer.
3. Wie könnte man sich erklären, dass der Jura - obschon jünger als die Alpen - nur selten Höhen über 2000 m erreicht und die Landschaftsformen im allgemeinen weniger schroff sind als in den Alpen?
4. Das meiste Salz der Schweiz wird in der Nordostschweiz z.B. bei Muttenz aus Tiefen bis 400 m gewonnen. Wie alt sind diese Salzlagerstätten mindestens, d.h. wann wurden sie abgelagert?
5. Benenne die mit Buchstaben bezeichneten typischen Erosionsformen im Jura auf der untersten Abbildung.

Info- und **a**ufgabenblatt

VERKALKTER JURA

Im Jura ist Kalkstein vorherrschend, der aus Kalkschalen von Meereslebewesen aus der Jurazeit besteht: Korallen, Stachelhäuter, Schwämme, Muscheln, Schnecken und - mengenmässig besonders wichtig - die einzelligen Kalkalgen schieden das Calciumcarbonat zum Bau von Innen- und Aussenskeletten ab.

Dabei nehmen sie aus dem Meerwasser Calcium- und Hydrogencarbonat-Ionen auf und verbinden sie zu Calciumcarbonat:



Da die Hydrogenkarbonat-Ionen HCO_3^- durch Lösung von atmosphärischem CO_2 im Meerwasser entstehen, enthält Kalk 44% kristallin gebundenes CO_2 und entzieht dieses somit langfristig der Atmosphäre. Gelangen Kalkschichten später in grosse Tiefen mit Temperaturen über 1000 °C, zerfällt der Kalk wieder. Das frei werdende CO_2 löst sich im Magma und kann bei vulkanischer Aktivität wieder in die Atmosphäre gelangen.

Sterben die Lebewesen ab sinken ihre Kalkschalen auf den Meeresboden, wo sie sich über Jahrmillionen zu kilometermächtigen Schichten ansammeln. Bei dieser Sedimentation wird grossflächig mit einer Geschwindigkeitsrate von etwa 3,5 cm pro 1000 Jahren gerechnet. Unterhalb ca. 3500 m Wassertiefe löst sich der Kalk im Meerwasser auf, so dass es auf den Tiefseeböden weder Muschelschalen noch andere Kalkablagerungen gibt.

Die abgelagerten Kalkskelette verfestigen sich unter dem Druck der überlagernden Schichten in langen Zeiträumen zu festem Gestein (Diagenese). Ab ca. 300 m Überdeckung löst sich das Karbonat in den Schalen teilweise chemisch auf und fällt andernorts wieder als bindender Zement aus. So sind Karbonatablagerungen in einer Tiefe von 1000 m schon sehr gut verfestigt.

1. Zeichne einen globalen Kohlenstoffkreislauf auf, in dem auch der Kalkstein integriert ist.
2. a) In welcher Zeit kann sich bei einer durchschnittlichen Sedimentationsrate eine Kalkschicht von 1 km Mächtigkeit bilden?
b) Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein?
3. Kalk löst sich in saurem Wasser (z.B. kohlensäurehaltiges Wasser). Wo lässt sich dieses Phänomen im heutigen Jura beobachten? Wie heissen die dabei entstehenden Erosionsformen?
4. Nenne mindestens 5 Verwendungszwecke von Kalkstein durch den Menschen.

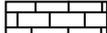
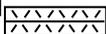
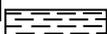
Info- und **a**ufgabenblatt

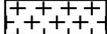
DER JURA UNTER BERN

Unter der Stadt Bern sind die Gesteinsschichten aus der Jurazeit überdeckt von den tertiären Molasseablagerungen (2000 m), von nacheiszeitlichen Schottern (0 bis 300 m) und von Moränen. Darunter liegt das kristalline Grundgebirge.

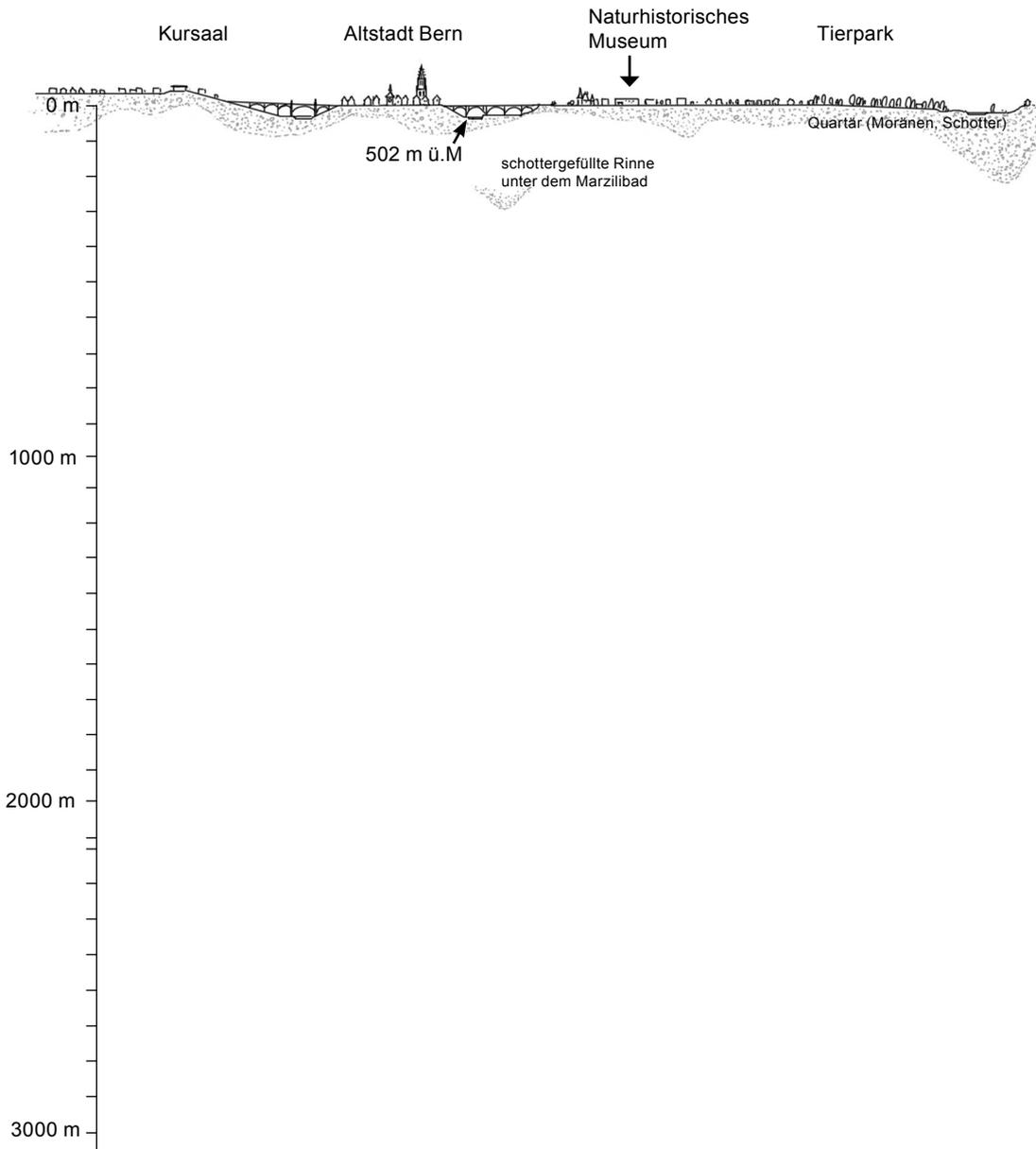
1. Zeichne massstäblich unter das Nord-Süd-Profil Berns den Meeresspiegel, die Juraschichten und über diesen das ca. 100 m tiefe Jurameer ein. In ca. 2900 m Tiefe kommt das kristalline Grundgebirge.

Jura

- Malm 500 m dick 
- Dogger 200 m dick 
- Lias 70 m dick 

Kristallines Grundgebirge 

2. Weshalb fehlen im Jura die eiszeitlichen Schotter- und Moränenablagerungen sowie (bis auf wenige Reste) auch die Molasseüberdeckung über den Juraschichten?



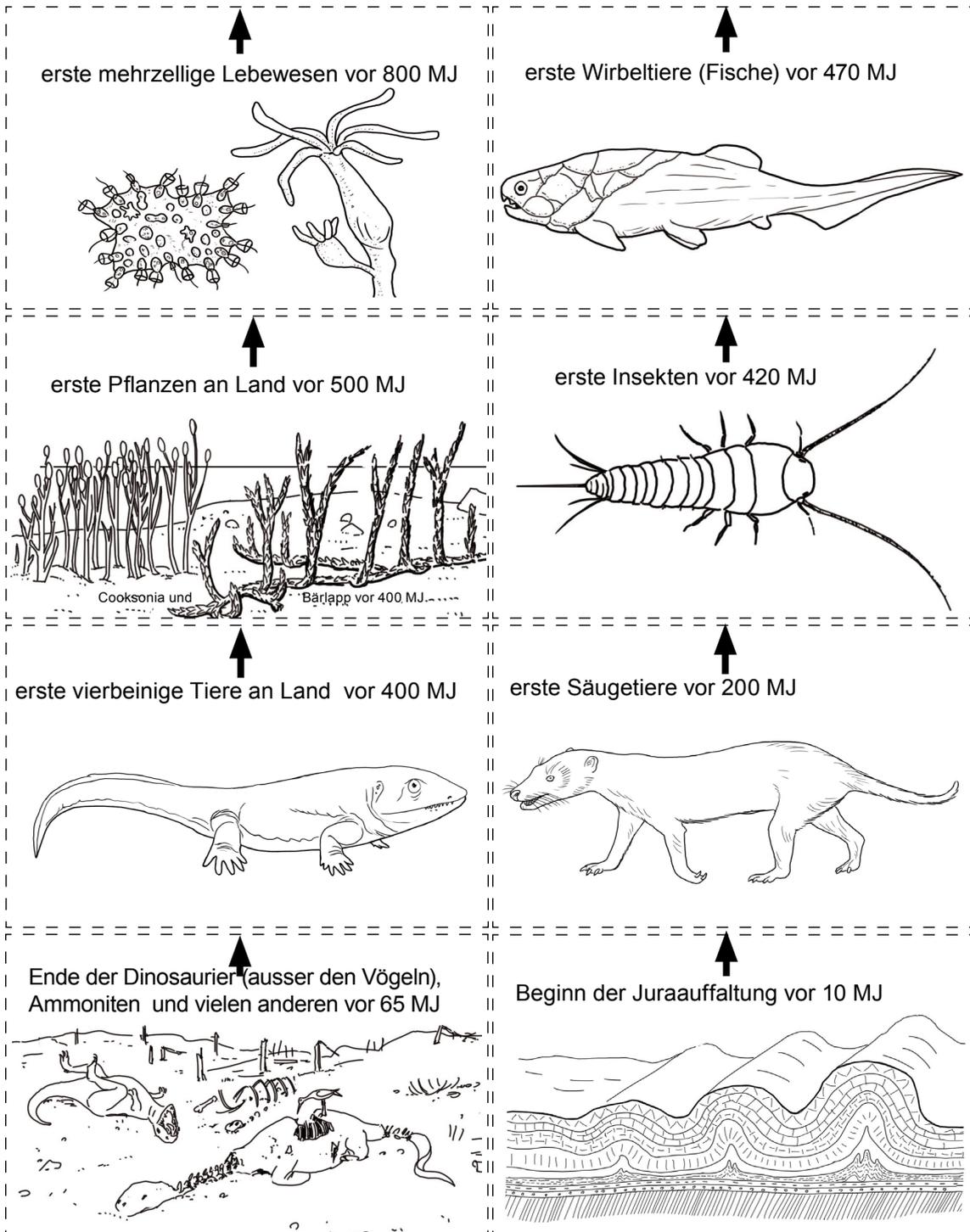
Aufgabenblatt

MARKANTE PUNKTE DER ERDGESCHICHTE 1

Lege die beiliegende Zeitlinienschnur als einfache Zeitachse, von der Entstehung der Erde bis zur Gegenwart am Boden aus. Ergänze sie mit einigen markanten Punkten der biologischen und geologischen Geschichte: Befestige die Kärtchen mit den Klammern und mit Hilfe des Metermasses an der richtigen Position. Vergiss bitte nicht die Zettelchen am Ende wieder zu entfernen.

Masstab: 1 Million Jahre = ca. 5 mm d.h. 22.5 m für 4,5 Milliarden Jahre)

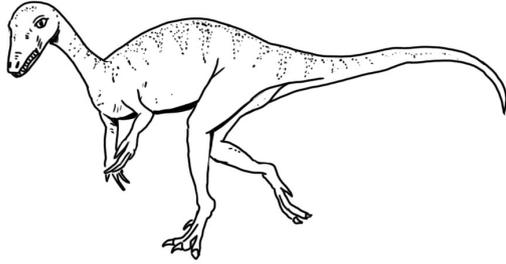
MJ = vor Millionen Jahren



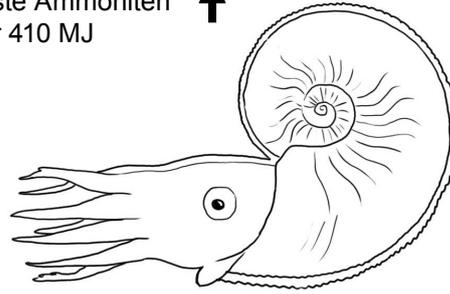
aufgabenblatt

MARKANTE PUNKTE DER ERDGESCHICHTE 2

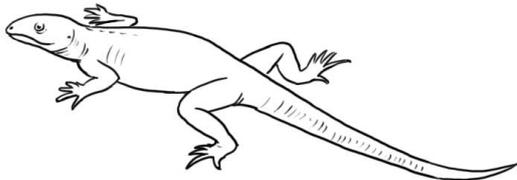
erste Dinosaurier vor 235 MJ



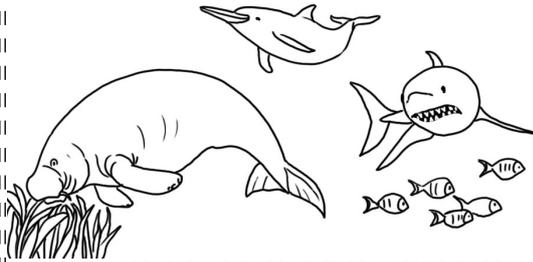
Erste Ammoniten vor 410 MJ



erste Reptilien vor 315 MJ



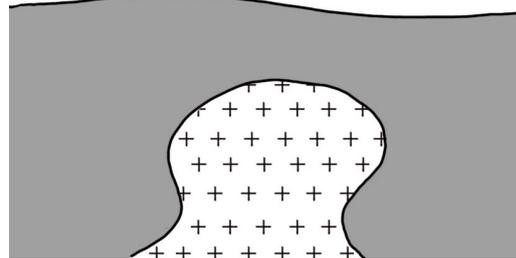
bisher letztes Mal Meer über Bern vor 16 MJ
(Ende der Oberen Meeresmolasse)



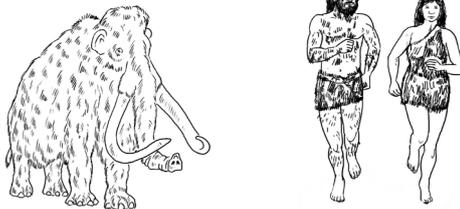
erste Vögel vor 150 MJ



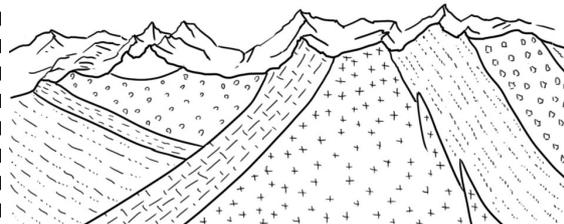
Entstehung des Granits von Aare- und Gott-
hardtmassiv vor 290 MJ



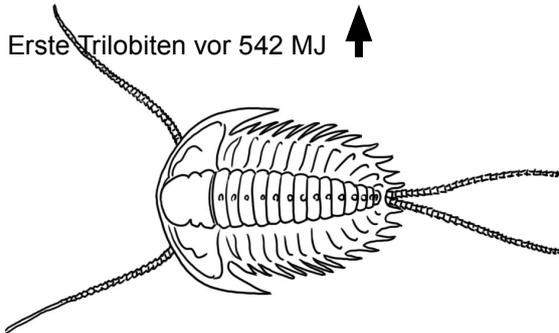
Ende der letzten Eis-
zeit vor 11000 J



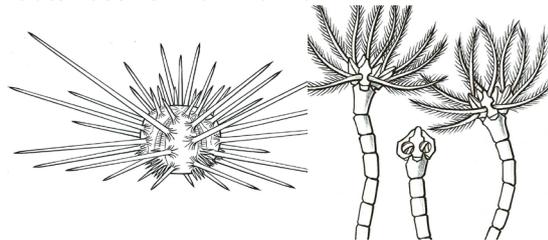
Beginn der Alpenauffaltung vor 90 MJ



Erste Trilobiten vor 542 MJ



Ablagerung der ausgestellten Stachel-
häuterfossilien vor 170 MJ



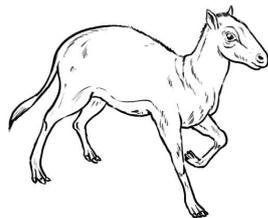
aufgabenblatt

AUF ZEITACHSE

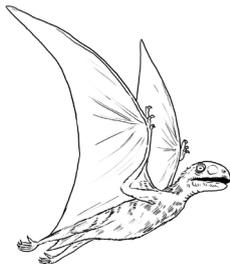
a) Trage folgende Ereignisse mit Namen und Pfeilen in die Zeitskala auf der folgenden Seite ein: (Zeitangaben in Millionen Jahre vor heute)

- Beginn der Auffaltung des Juragebirges vor 10 Millionen Jahren
- Jurazeit vor 200 - 145 Millionen Jahren
- Aussterben der Saurier am Ende der Kreidezeit (65 Millionen Jahren)

b) Schneide die Zeichnungen aus, klebe sie in der Zeitskala ungefähr in der Nähe des Vorkommens dieser Lebewesen auf und gebe mit Pfeilen die Lebensspanne an.



Eohippus 60 - 45



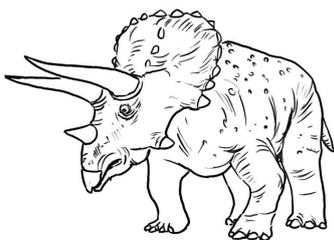
Anurognathus 150



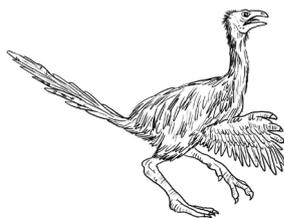
Homo rudolfensis 2.5 - 1.8



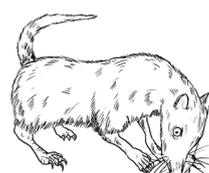
Homo sapiens seit 0.2



Triceratops 68 - 65



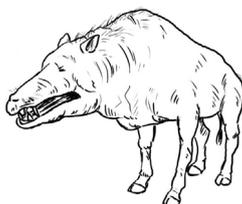
Caudipterix 130 -112



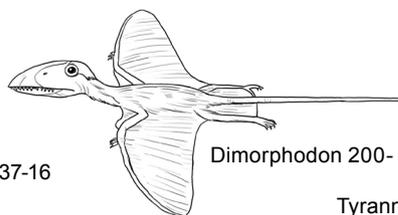
Morganucodon 195-175



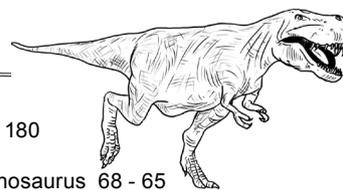
Archäopterix 150



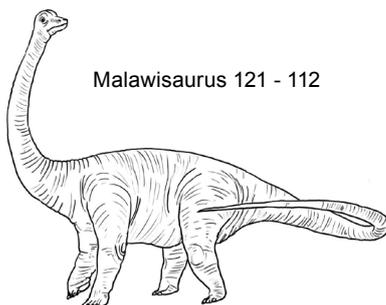
Entelodont 37-16



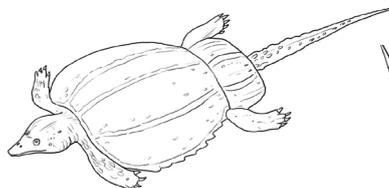
Dimorphodon 200- 180



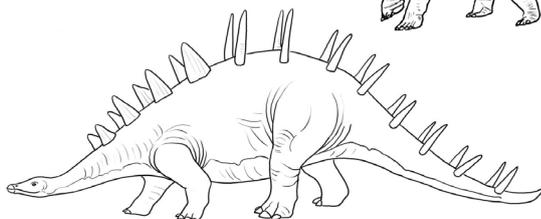
Tyrannosaurus 68 - 65



Malawisaurus 121 - 112



Psephoderma 210



Chialingosaurus 160 - 150



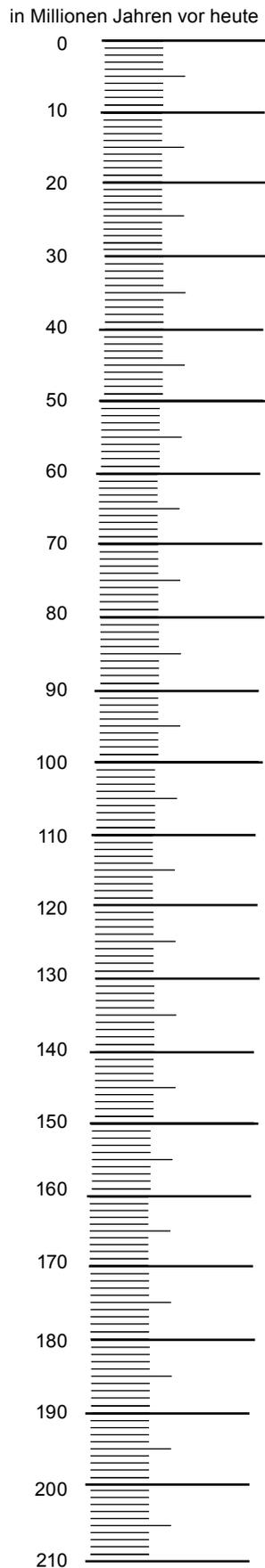
Plesiosaurus 199 - 175



Nyctosaurus 88 - 66

aufgabenblatt

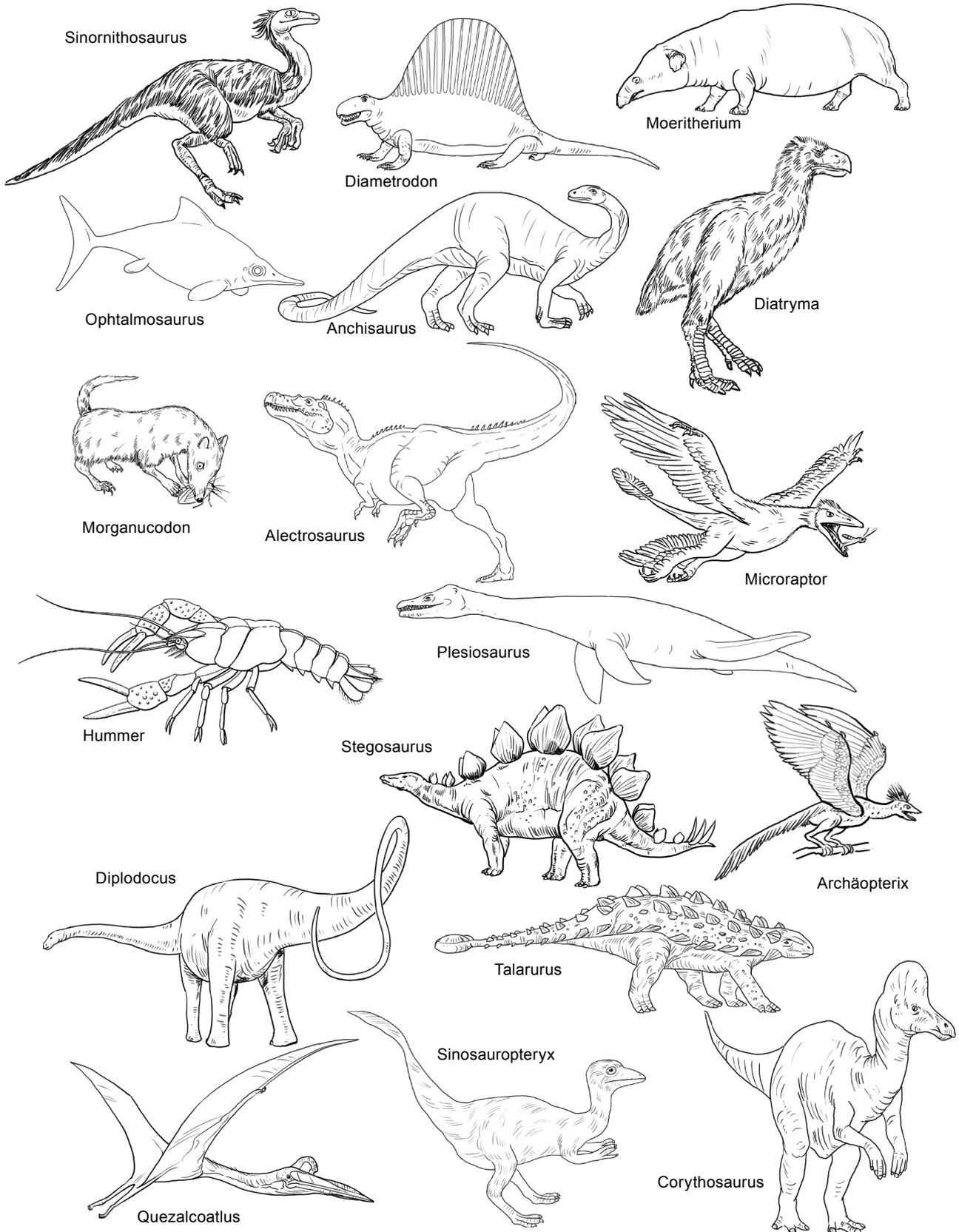
AUF ZEITACHSE



Aufgabenblatt

GROSSFAUNA ZUR JURAZEIT

Welche dieser Tiere denkst du lebten zur Jurazeit vor 200 bis 145 Millionen Jahren, welche davor und welche danach?



Lösungsblatt

STACHELHÄUTER

2. Seeigel weiden vorwiegend Algen ab. Seelilien, Schlangensterne und Seegurken ernähren sich weitgehend von Plankton und bei den Seesternen gibt es viele räuberische Arten, die Muscheln aufreissen, ihren Magen hineinstülpen und das Weichtier gleich in dessen Schale verdauen.

3. Ammoniten, Muscheln

4. 1400 : 30 Lektionen pro Woche = ca. 47 Wochen d.h. über ein Jahr, wenn noch die Ferien eingerechnet werden

5. Lupe, Stichel, Lauge, Zahnbürsten, Luftdruckstichel, Sandstrahler,

6. Der Fund dieser Echinodermenfossilplatte wird von den Fachleuten als aussergewöhnlich gut erhaltene Rarität eingestuft, was analog bei Hotels mit 5 Sternen gewertet werden kann.

Es könnten auch die 5 Klassen von Stachelhäutern gemeint sein, die sich hier wie Filmstars präsentierten

SEELILIEN

1. Seelilien stammen von Tieren ab und waren nie wie Pflanzen zur Fotosynthese befähigt, sondern müssen ihre Energie von organischem Material aufnehmen.

2.

a) Seelilien haben wie alle Stachelhäuter ein Kalkskelett, das auch nach dem Tod widerstandsfähiger ist als das Stützgewebe aus Cellulose von Pflanzen, das mit der Zeit von anderen Lebewesen abgebaut wird.

b). Die einzelnen Kalkteilchen sind starr. Nur durch die Gliederung in Ringe bleiben die Stiele flexibel.

3. Der ganze Querschnitt ist durchgängig recht gleichmässig aus Seelilienskeletten aufgebaut.

SEEIGEL - WEIDETIERE AM MEERESGRUND

1. Zuäusserst ist die lebendige Epidermis (Haut).

2. Die Ambulacral-Füsschen verfügen über eine Art Saugnäpfe. Durch Verbreitern der Füsse sobald sie abgesetzt sind, entsteht ein kleiner Unterdruck, der für die Haftung sorgt. Zum Lösen reicht ein Zusammenziehen.

3. Seeigel haben 5 Doppelreihen von Ambulacralplatten.

SEE- UND SCHLANGENSTERNE

1. Es sind mind. 18 Seesternarten ausgestellt.

2. Um sich so flink fortzubewegen, um Hindernisse zu überwinden und um Nahrungspartikel zu finden und zu packen muss er über eine empfindlichen Tastsinn in den Armen verfügen.

Lösungsblatt

HAUPTROGENSTEIN

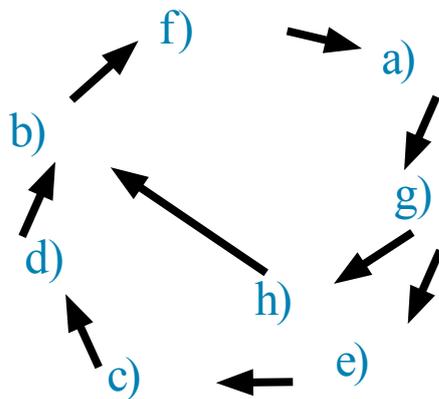
1. Rogensteine entstanden durch Anlagerung von Kalk in hin und her bewegtem, warmem übersättigtem Meerwasser an Bruchstücke von abgestorbenen Meeresorganismen. Die entstehenden Kügelchen (Ooide) bildeten mit der Zeit dicke Schichten, die sich später zu Gestein verfestigten.
2. Ca. $25 \times 25 \times 25$ Ooide = ca. 15000 (1 Million) Ooide pro Kubikzentimeter
3. $(170-166 = 4 \text{ Millionen Jahre}) : 50 \text{ m} = 80000 \text{ Jahren}$
4. Das Jahr, d.h. die Zeit für einen Umlauf der Erde um die Sonne, ist praktisch gleich lang geblieben. Dagegen sind die Tage länger geworden, d.h. die Geschwindigkeit für die Drehung der Erde um sich selber wird langsamer. Bremsend wirkt vor allem der Mond, der auf der Erde Ebbe und Flut erzeugt. Das Hin und Her schwappende Wasser erzeugt Reibung und verlangsamt so die Rotation mit ca. 1 Sekunde pro 50000 Jahre.
5. Ein Sturm hat die Tiere in einer Mulde zusammengetragen und so verdichtet wurden sie auch versteinert. Hinweise auf einen Sturm zeigen sich in umgedrehten Seesternen und zerbrochenen Seelilien.
6. Seeigel weiden Algen ab, Seelilien und Muscheln filtrieren das Meerwasser nach schwebenden Kleinstlebewesen (Plankton), viele Seesterne ernähren sich von Muscheln und sogar Fischchen.
7. Die Stacheln fehlen an der Unterseite im Bereich des Mundes, so dass der Jäger den Igel umzudrehen versucht.
8. Fossilien die an die Oberfläche gelangen, zerfallen mit der Zeit wie alle Gesteine durch die Erosion. Im Steinbruch wandern sie in den Steinbrecher und werden wie das andere Gestein zu Zement verarbeitet.
9. Geologen können die Entstehungsgeschichte eines Gesteine rekonstruieren: Die Bedingungen von Klima und Ort, die Tier- und Pflanzenwelt, die Prozesse seit der Entstehung des Gesteins
10. Da Brücken weitgehend aus Beton gebaut sind, Beton massgeblich aus Zement besteht, Zement aus Kalk gebrannt wird und Kalk aus Kalkschalen von Meereslebewesen abgelagert und verbunden wurde und ein Teil der Meereslebewesen Stachelhäuter waren kann man mit einer gewissen Berechtigung behaupten, dass Stachelhäuter das Viadukt mittragen.

Lösungsblatt

VOM FOSSIL ZUM ZEMENT

1. Die Schweiz mit ihren grossen Kalkvorkommen produziert pro Jahr und Einwohner durchschnittlich mehr Zement als andere Länder nämlich ca. 500 kg/E, Deutschland dagegen nur 400 kg/E und Frankreich 333 kg/E.

2.



ANAGLYPHEN-STEREOBILDER SELBER ZEICHNEN

1. Der Pterosaurier oben rechts ist der Grösste. Die beiden Bilder links (blau) und rechts (rot) sind am meisten verschoben, was den Eindruck erzeugt, dass er am weitesten d.h. am höchsten fliegt. Da er aber im Auge eine gleich grosse Silhouette erzeugt wie die tieferfliegenden muss er in Wirklichkeit grösser sein.

2. Vor allem bei starker Annäherung sieht man deutlich mehrere flache Kulissen, die hintereinander stehen. Die Steine selber, die Maschinen oder auch die Felswand sind dagegen kaum plastisch, sondern flach.

Der Grund: Die Steine im Vordergrund, die Kieshaufen, Maschinen und die Grubenwand hinten sind im Vergleich zur Distanz zwischen ihnen nur sehr schmal.

EUROPA - FAST WIE IN DER KARIBIK

1. Die hohe CO₂-Konzentration ist primär eine Folge höherer Temperaturen, wobei sie sekundär mit verstärktem Treibhauseffekt zu einer weiteren Erwärmung beigetragen hat. Vermehrte CO₂-Emissionen durch Vulkane sind denkbar.

Die Temperaturen sind vermutlich auf stärkere Sonnenaktivität zurückzuführen. Zudem fehlten grössere Landmassen in Polnähe, die heute durch hohe Rückstrahlung (Albedo) die Atmosphäre kühlen.

2. Das tropische Klima in Europa ermöglichte das Wachstum von Korallen und erhöhte generell die Produktion von Biomasse und damit auch von kalkbildenden Organismen.

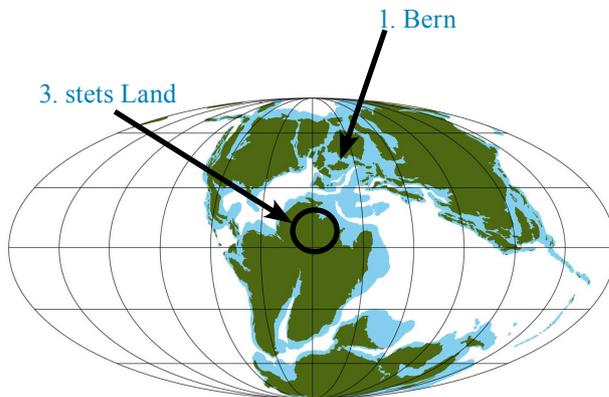
4. Grössere Inseln fördern die Artenvielfalt, da sich isolierte Populationen bald zu eigenständigen Arten weiterentwickeln.

Lösungsblatt

KONTINENTE AUF WANDERSCHAFT

2.) Zeitliche Reihenfolge der Weltkarten: Nr. 8, 5, 6, 4, 1, 3, 2, 7

zur Jurazeit gehören die Karten Nr. 6, 4, 1



1.

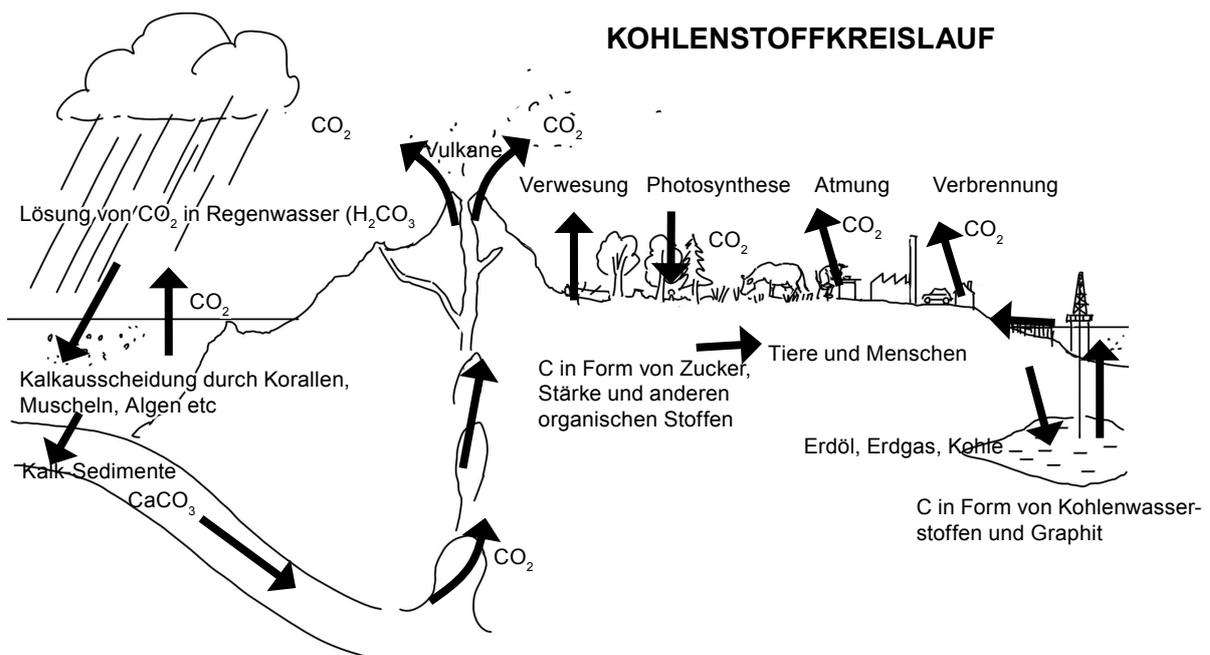
MEERESGRUND AUF BERGESHÖH' - ENTSTEHUNG DES JURA

1. Die Gesteine (Kalk) aus dem Jura sind 145 bis 200 Millionen Jahre alt, das Faltengebirge 10 Millionen Jahre, d.h. die Gesteine sind ca. 15 bis 20 mal älter ($150 : 10 = 15$) als das Gebirge.
2. Die ältesten Schichten sind in den Klusen angeschnitten.
3. Das Ausmass des Zusammenschubs der Sedimentschichten erreichte im Jura wesentlich kleinere Distanzen als in den Alpen (je nach Örtlichkeit in der Grössenordnung ca. 10 km gegenüber über 100 km in den Alpen).
4. Da in der Jurazeit die mit den Weltmeeren verbundene Tethys unsere Gegend bedeckt hat, muss sich das Salz früher abgelagert haben. Es stammt wie im Text erwähnt aus der Trias.
5. a) Schlucht b) Klus c) Antiklinaltal d) Halbklaus

Lösungsblatt

VERKALKTER JURA

1. CO_2 aus der Luft wird im Regen- und Meerwasser gelöst. Kalkausscheidende Meereslebewesen binden CO_2 zu Kalk. Kalk löst sich in grosser Meerestiefe oder in säurehaltigem Wasser wieder auf. Pflanzen assimilieren CO_2 zu Zucker und anderen organischen Stoffen. Tiere nehmen die pflanzlichen Stoffe auf und bauen sie bei sich ein. Beim Veratmen der Zucker gelangt das CO_2 wieder in die Atmosphäre. Auch beim Absterben von Tieren und Pflanzen werden die Verbindungen von Bakterien und Pilzen wieder in ihre Grundbausteine zerlegt.



2. $1000 \text{ m} : 0,035 \text{ m} \times 1000 \text{ Jahre} = 28\,571\,428 \text{ Jahre}$ od ca. 30 Mio Jahre

3. Höhlen, Dolinen, Karren, Schwundloch, Stromquelle

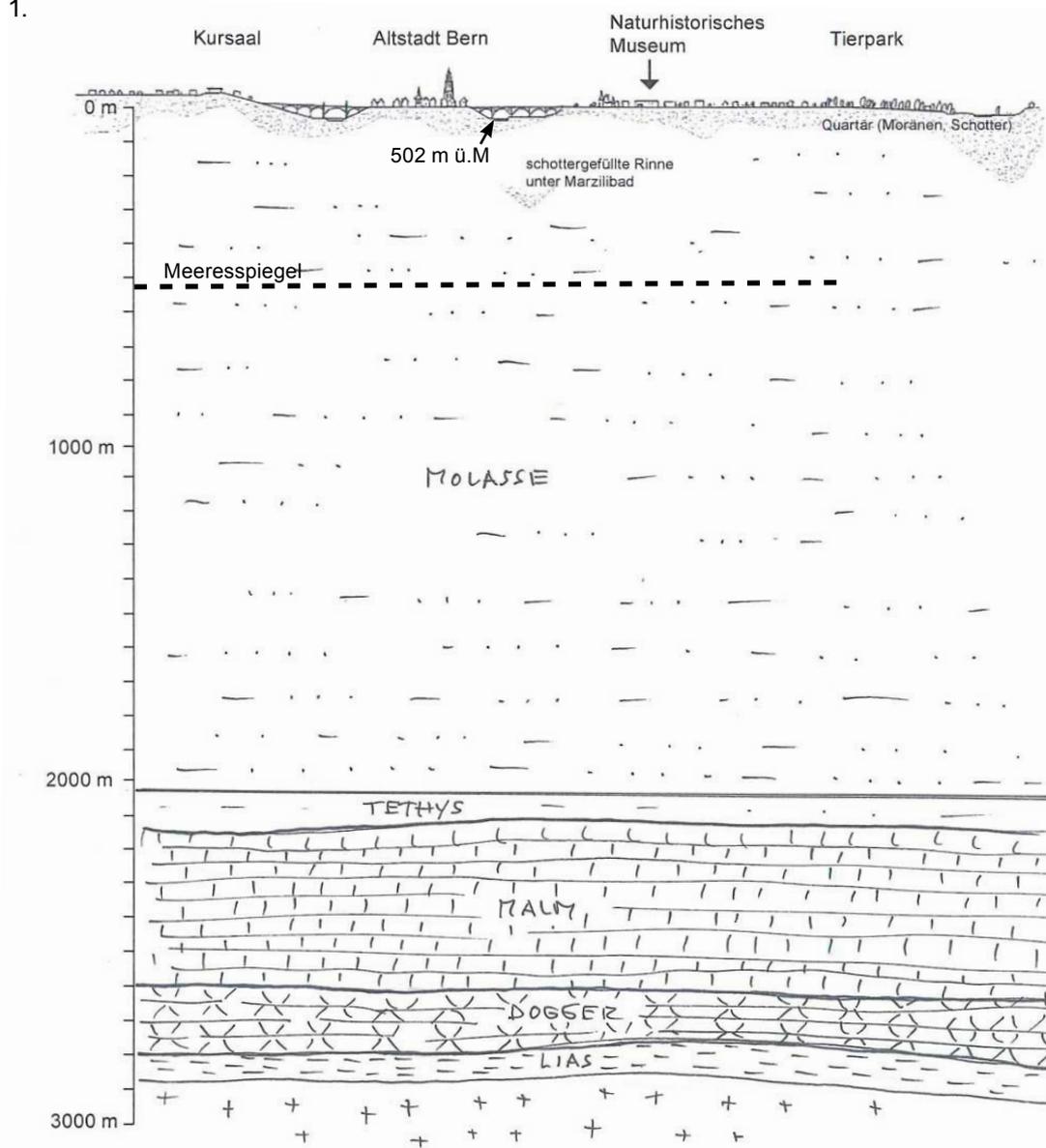
4.

- Bausteine
- Zementindustrie (60% der Rohstoffmenge macht der Kalk aus)
- als Füllstoff in Papier (bis 33% in hochwertigem Papier), Kunststoffen, Farben
- Rauchgasentschwefelung (sog. Kalkwäsche)
- Bildhauermaterial (Marmor = metamorpher Kalk)
- Kunstdünger (Calcium)
- Verhüttung von Metallerz
- Mörtel (gebrannter Kalk, seit der Römerzeit)
- Terrariensand (für Tiere ungefährlicher als „unverdaulicher“ Quarzsand)
- Zahnpasta (als leichtes Schleifmittel)

Lösungsblatt

DER JURA UNTER BERN

1.

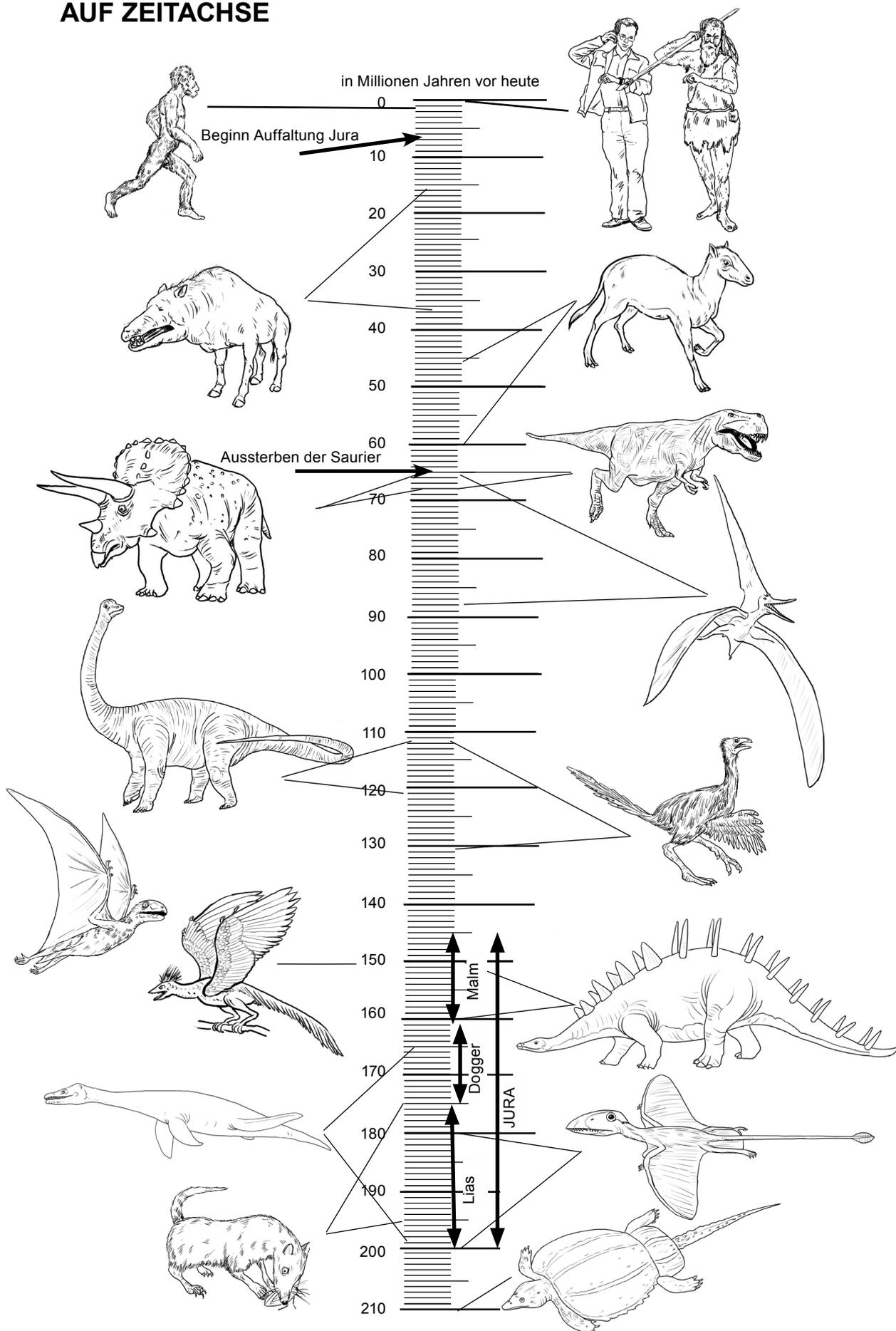


2. Im späteren Teil der Molassezeit war der Jura bereits Festland und zudem weit entfernt von den schuttliefernden Alpen. Zudem wurden die Molasseablagerungen durch die Auffaltung des Juras der Erosion ausgesetzt und abgetragen.

Nur in der grosse Risseiszeit überfuhr der Rhonegletscher den Jura und lagerte Moränenmaterial ab. Auch hier wurde durch das starke Relief bedingt der meiste Schutt wieder weggeschwemmt.

Lösungsblatt

AUF ZEITACHSE



Lösungsblatt

GROSSFAUNA ZUR JURAZEIT

Tiere, die während der Jurazeit lebten (Zeitangaben in Millionen Jahren vor heute):

Hummer seit 245, Morganucodon 205 bis 190, Anchisaurus 199,6 bis 189,6, Plesiosaurus 199,6 bis 65,5, Stegosaurus 155 bis 145, Archäopterix 150, Diplodocus 155 bis 145,

vor der Jurazeit:

Diametrodon 290 bis 272,5,

nach der Jurazeit:

Sinornithosaurus 130 bis 112, Sinosauropteryx 130 bis 121, Microraptor 120, Talarurus 100 bis 80, Alectrosaurus 99,6 bis 83,5, Corythosaurus 80 bis 65, Quetzalcoatlus 70,6 bis 65,5, Diatryma 61,7 bis 40,4, Moeritherium 37