

Tipps und Anregungen für Lehrpersonen

Steine

Natur-Museum Luzern, Jahreszeitenunterlagen



Allgemeine Infos zum Natur-Museum Luzern

Öffnungszeiten

Montag: geschlossen
Dienstag – Sonntag: 10 – 17 Uhr durchgehend

Schulklassen können das Museum nach vorheriger Vereinbarung von Montag-Freitag auch ausserhalb der Öffnungszeiten ab 8.30 Uhr besuchen (telefonische Anmeldung unter 041 228 54 11)!

Achtung: Bitte melden Sie Ihre Schulklasse auch dann telefonisch an, wenn Sie einen Besuch während den offiziellen Öffnungszeiten planen. Wir versuchen so - im Interesse aller - „Überbelegungen“ von Ausstellungen zu verhindern. Danke für Ihr Verständnis!

Auskunft

Tonbandauskunft: 041 228 54 14
(Auskunft über Öffnungszeiten und aktuelle Ausstellungen!)

Kasse/Auskunft: 041 228 54 11
Telefax: 041 228 54 06
E-Mail: naturmuseum@lu.ch
Internet: www.naturmuseum.ch

Eintrittspreise

	Einzel	Gruppen
Erwachsene:	Fr. 8.-	Fr. 6.-
AHV, Studenten:	Fr. 7.-	Fr. 5.-
Kinder (6-16 J.):	Fr. 3.-	Fr. 2.-

Schulklassen des Kantons Luzern und Mitglieder des Museumsvereins besuchen das Museum gratis!!

Museumspädagogik (Marie-Christine Kamke, Anna Poncet, Muriel Bendel)

Montag-Freitag ...für Ideen, Fragen, Anregungen, Kritik zum Thema Schule und Museum und zu aktuellen Sonderausstellungen!

Telefon: 041 228 54 11
Telefon direkt: 041 228 54 02
E-Mail: vermittlung.nml@lu.ch

Inhaltsverzeichnis

Hintergrundwissen Steine	2
Begriffe zu Steinen	2
Ein bisschen Schweizer Geologie	4
Einige spezielle Steine in der Ausstellung des Natur-Museums	7
Meteorit	7
Rauchquarz	7
Ammonit	8
Drachenstein	8
Versteinerte Enteneier	9
Ausleihkofferchen „Steine der Schweiz“	10
Steine im Ausleihkofferchen	10
Workshop „Steine schleifen“ im Natur-Museum Luzern	13
Praktische Tipps	14
Steinbearbeitung	14
Exkursionsvorschläge	14
Kreuzwörterrätsel zur erdkundlichen Ausstellung	16
Literatur und Adressen	19

Hintergrundwissen Steine

Begriffe zu Steinen

- **Minerale (oder Mineralien)**

Ein Mineral ist ein in der Natur vorkommender, anorganischer, einheitlich aufgebauter Feststoff. Es besteht aus einem oder mehreren chemischen Elementen. Das Verhältnis der Elemente innerhalb eines Minerals ist immer genau gleich, man kann die Zusammensetzung des Minerals mit einer chemischen Formel angeben. Quarz zum Beispiel besteht aus Silizium und Sauerstoff und hat die chemische Bezeichnung SiO_2 , Pyrit besteht aus Eisen und Schwefel und wird mit FeS_2 bezeichnet.

Die meisten Mineralien sind kristallin aufgebaut, aber sie können ausnahmsweise auch eine amorphe (ungeordnete) Struktur aufweisen.

Viele Edelsteine gehören zu den Mineralien.

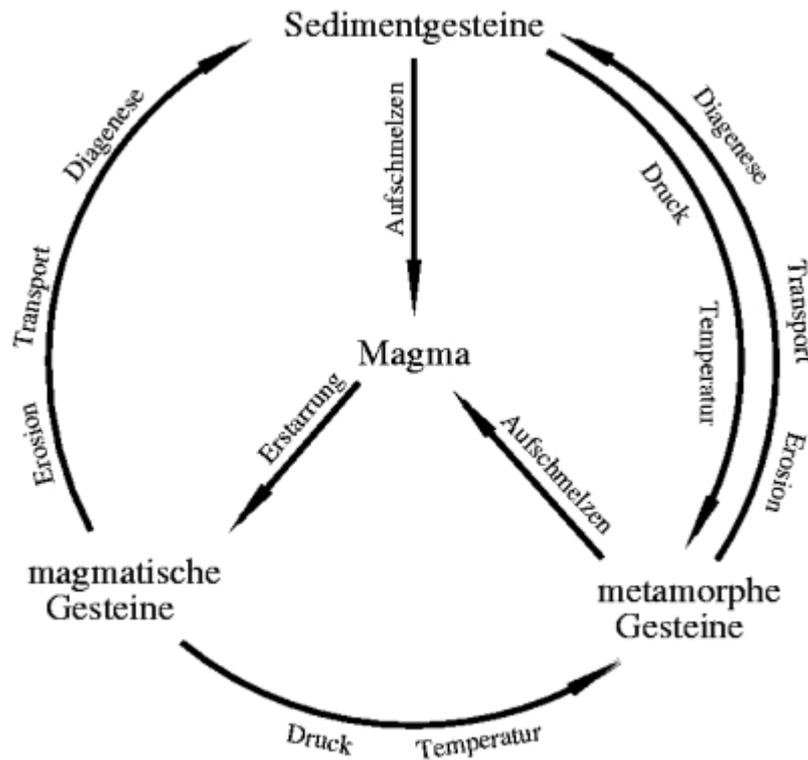
- **Gesteine**

Gesteine sind aus verschiedenen mineralischen Bestandteilen zusammengesetzt, deren Anteile man nicht so mathematisch genau ausdrücken kann. Granit z.B. besteht vor allem aus den Mineralen Feldspat, Quarz und Glimmer.

Die Gesteine können nach ihrer Entstehung in drei Gruppen eingeteilt werden:

- **Erstarrungsgesteine** (Magmatische Gesteine, Magmatite). Entstehen durch das Erstarren von flüssigem Magma. Manche (wie etwa der Granit) sind schon tief unter der Erdoberfläche erstarrt, andere weiter oben in unterirdischen Gesteinskammern oder Vulkansloten, nochmals andere sogar an der Erdoberfläche (vulkanische Ergussgesteine wie Basalt oder Obsidian).
- **Ablagerungsgesteine** (Sedimente). Entstehen durch Verfestigung von abgetragenem und abgelagertem Material. Nagelfluh, Sandstein und Mergel sind klassische Beispiele von Ablagerungsgesteinen. Nagelfluh entsteht aus „zusammengebackenen“ Schottersteinen, die einst von Flüssen abgelagert wurden. Sandstein entsteht aus angeschwemmtem Sand, Mergel aus noch kleineren Ton-, Schlamm- und Kalkteilchen.
- **Umwandlungsgesteine** (Metamorphe Gesteine). Entstehen tief unter der Erdoberfläche durch Umwandlung (=Metamorphose) von Gesteinen unter der Einwirkung von grossem Druck und hoher Temperatur. Sie werden dabei verformt, aber nicht komplett verflüssigt (sonst gäbe es ja dann wieder ein Erstarrungsgestein). Während der Umwandlung können sich die Kristallstrukturen in den Gesteinbestandteilen neu ausrichten und neue Minerale entstehen. Umwandlungsgesteinen sieht man ihre Entstehung oft an, viele haben ein spezielles Aussehen. Beispiele für Umwandlungsgesteine sind Gneis (entsteht aus Granit), Quarzit (entsteht aus Sandstein) oder Marmor (entsteht aus Kalkstein).

Gesteine entstehen und vergehen wie alles andere auch. Alle Gesteine werden durch Verwitterungsprozesse abgetragen, die Ablagerungen verfestigen sich wieder zu Ablagerungsgesteinen und diese können weiter verändert werden. Unter die Erdoberfläche gedrückt werden sie in metamorphe Gesteine umgewandelt oder gar aufgeschmolzen und von neuem als Erstarrungsgesteine verfestigt usw. Eines verwandelt sich über lange Zeitspannen in andere. Man spricht darum auch vom „Kreislauf der Gesteine“.



- **Fossilien**

Fossilien sind versteinerte Überreste oder Spuren von Lebewesen vergangener Zeiten. Von Echten Versteinerungen spricht man, wenn es sich wirklich um die erhalten gebliebenen Knochen oder harten Schalen handelt, die abgesehen von einigen geringfügigen Umkristallisationen und dem Einbau einiger zusätzlicher Minerale in ihrer Struktur nicht verändert worden sind. Echte Versteinerungen sind selten. Bei den meisten Fossilien handelt es sich um einen Abdruck oder den verfestigten Inhalt von beispielsweise Muschelschalen, vom eigentlichen Organismus ist nichts übriggeblieben.

Fossilien findet man in Ablagerungsgesteinen, worin sie zusammen mit anderem Material verfestigt worden sind.

- **Kristalle**

Kristalle sind Körper, deren Atome oder Moleküle nicht zufällig verteilt, sondern regelmässig in einem Kristallgitter angeordnet sind. Die meisten Mineralien weisen eine Kristallstruktur auf, ebenso die Metalle; bekannt sind auch Zucker-, Salz- oder Schneekristalle. Viele Minerale sind in der Lage, eine Vielfalt an Kristallformen und Farben auszubilden. Quarz bildet zum Beispiel den Inbegriff aller Kristalle aus, nämlich den wasserklaren Bergkristall. Aus Quarz bestehen aber auch der violette Amethyst oder der bunte Achat und noch eine ganze Reihe weiterer Mineralien.

Ein bisschen Schweizer Geologie

Die Schweiz ist trotz ihrer geringen Grösse ein geologisch sehr komplexes Land. Das hat damit zu tun, dass ihr Gesteins-Untergrund vor vielen Millionen Jahren unter dem Einfluss von Kontinentverschiebungen (Plattentektonik) entstanden ist.

Zwischen der eurasischen Platte im Norden und der afrikanischen Platte im Süden lag vor etwa 200 Millionen Jahren ein grosser Ozean, die Tethys. Sie bedeckte damals nebst vielen anderen Regionen fast das ganze Gebiet der heutigen Schweiz. Auf dem Meeresboden bildeten sich während des Erdmittelalters (Mesozoikum) mächtige Sedimentschichten. Von Norden nach Süden werden vier Sedimentationsräume unterschieden: das Helvetikum, das Penninikum, das Ostalpin und das Südalpin (die Sedimente wurden etwas verwirrend nach den Gebieten benannt, in denen sie sich *heute* befinden).

Zeittafel (von unten nach oben)

Die Platten sind ineinander verzahnt, die Alpen heben sich, werden gleichzeitig wieder abgetragen und als riesige Sedimentabfolgen im Albenvorland abgelagert.
Die Afrikanische Platte beginnt nach Norden zu driften, die Tethys schliesst sich langsam.
Die Tethys öffnet sich weit, an der Bruchstelle tritt Magma aus dem Erdinnern aus und wird zur ozeanischen Kruste.
Der Urkontinent Pangäa zerbricht in die verschiedenen Kontinentalplatten. Dazwischen öffnen sich Ozeane.

Alter in Mio. Jahren	Ära	System/Periode	Serie/Epöche	Entwicklung des Lebens
0	Känozoikum	Quartär	Holozän	Auftreten des Menschen
2,6			Pleistozän	
			Neogen Paläogen	(Tertiär)
65	Mesozoikum	Kreide		letzte Dinosaurier, erste Primaten, erste Bedecktsamer
145			Jura	erste Vögel
200			Trias	erste Säugetiere, erste Dinosaurier, Vorherrschaft säugerähnlicher Reptilien
251	Paläozoikum	Perm		Massensterben mariner Gruppen
299			Karbon	erste Reptilien, Blütezeit der niederen Gefäßpflanzen
359		Devon	erste Amphibien, erste Insekten, Vorläufer der Nacktsamer	
416		Silur	erste Landpflanzen	
444	Kambrium	Ordovizium		Artenexplosion der Metazoen, erste kieferlose Fische
488				erste Chordatiere
542	Präkambrium	Proterozoikum		erste skelettähnliche Elemente, Ediacara-Fauna
2500			Archäikum	erste Stromatolithen und Mikrofossilien
4000				

Zu Beginn der Tertiär-Zeit begann die afrikanische Platte nach Norden zu driften. Durch die Kollision der Kontinente „Afrika“ und „Europa“ wurden die sedimentierten Meeresbodenschichten vom Untergrund abgeschert und verfaltet und als sogenannte Decken über die eurasische Platte geschoben. Sogar das Grundgestein der afrikanischen Platte wurde zum Teil in die Faltung miteinbezogen. Durch den Druck dieses Verformungsprozesses wurden manche Gesteine umgewandelt. Und um das Ganze noch komplizierter zu machen: das sich bildende Alpenmassiv wurde natürlich laufend durch Erosion wieder abgetragen. Das abgetragene Material wurde durch Flüsse in die flachen Meeresbecken des „Alpenvorlandes“ verfrachtet und dort wieder sedimentiert. Südlich der Alpen besteht ein Überrest eines solchen Meeres als Mittelmeer heute noch. Das Meeresbecken nördlich der Alpen (Paratethys) bedeckte einst das Schweizer Mittelland. In diesem sogenannten Molassemeer verfestigten sich die sedimentierten Lagen im Lauf der Zeit zu den Molassegesteinen des Mittellandes. Die Molasseschichten wurden zu gewissen Zeiten im flachen Meer abgelagert, zu gewissen Zeiten unter stärkerem Einfluss von Süßwasser. Man unterscheidet deshalb je nach ihrer Entstehungszeit Meeresmolasse und Süßwassermolasse.



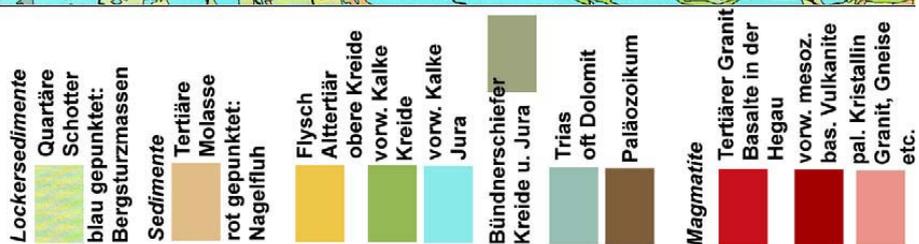
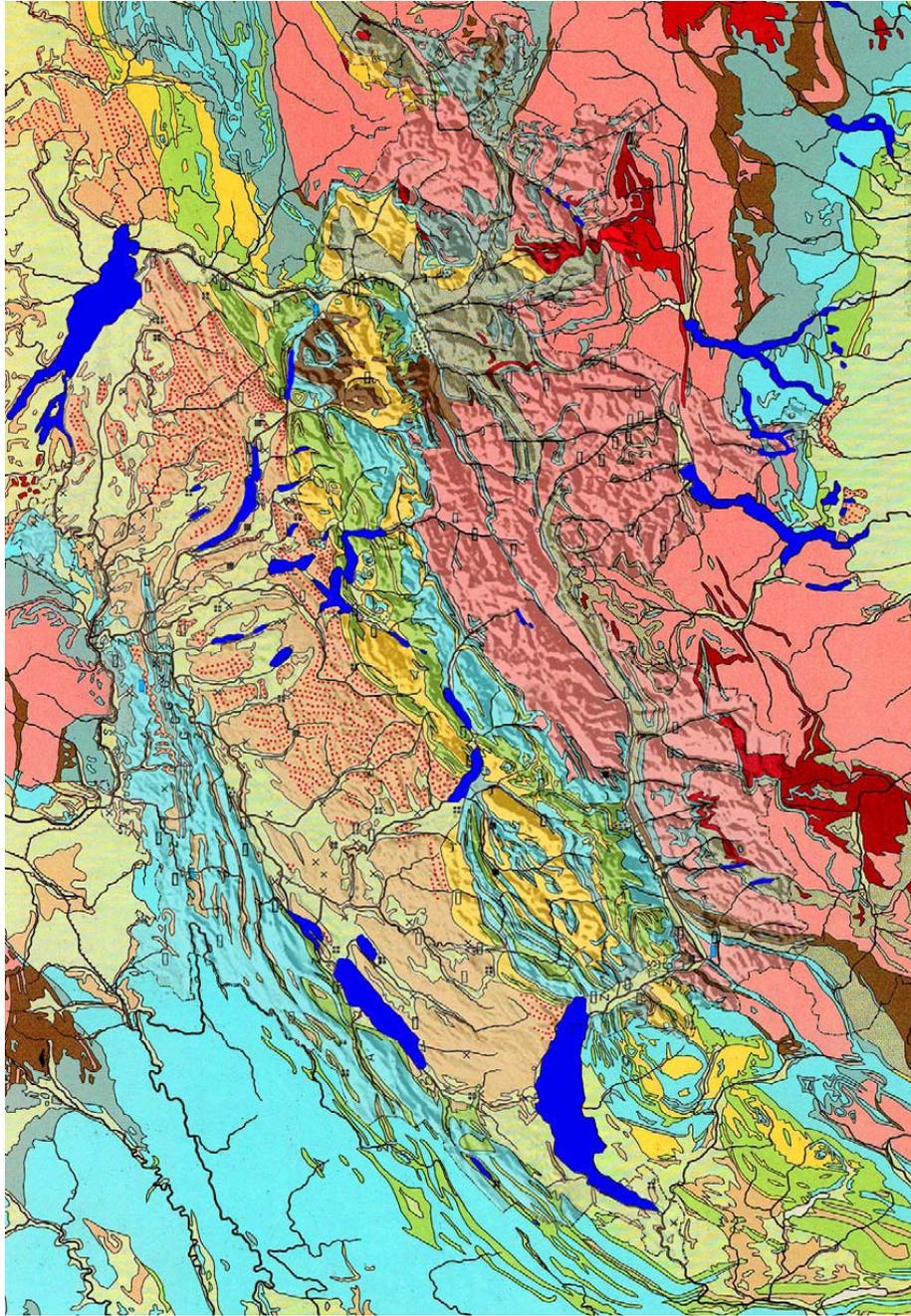
Mittelmeerraum vor 18 Millionen Jahren (Tertiär)

Durch den fortwährenden Schub der afrikanischen Platte wurden die Gesteinsschichten weiter angehoben und teilweise bis auf das kristalline Grundgestein (Granit, Gneis) der Platten abgetragen. Am nördlichen Rand des Molassebeckens wurde das Juraergebirge aufgefaltet. Dieses besteht vor allem aus Sedimentgesteinen des Urmeeres Tethys, die wegen der massenhaften Ablagerung von Gehäusen winziger Meereslebewesen sehr kalkhaltig sind.

Da durch die Auffaltung der Alpen die feste Erdkruste über dem flüssigen Erdinnern sehr stark beansprucht wurde, drang immer wieder magmatisches Material bis in den oberflächennahen Untergrund oder sogar an die Erdoberfläche: im Bergell stieg zum Beispiel Magma in eine unterirdische Gebirgskammer auf und erstarrte zum Bergellergranit, in der Hegau (bei Schaffhausen, heutiges Süddeutschland) brachen Vulkane aus.

Wegen Ausgleichsbewegungen nach Abschluss der Kontinentkollision heben sich die Alpen bis heute pro Jahr um etwa 1mm. Sie werden aber auch etwa um gleich viel wieder erodiert.

Die Schweizer Geologie also ist kompliziert und nicht so schnell in den Griff zu kriegen. Deshalb sind auch die vorausgehende Zeittafel und die nachfolgende geologische Oberflächenkarte der Schweiz vor allem zum Betrachten und Staunen gedacht – einerseits über die geologischen Zeiträume, andererseits über die geologische Vielfalt.



Einige spezielle Steine in der Ausstellung des Natur-Museums

In der permanenten erdkundlichen Ausstellung im 1. Stock des Natur-Museums Luzern gäbe es Hunderte von spannenden Objekten zu entdecken. Wir stellen hier stellvertretend einige ausgewählte Stücke vor, um Sie für einen allfälligen Ausflug ins Natur-Museum mit einigen Zusatzinformationen zu versehen.

Sämtliche Texte der erdkundlichen Ausstellung sind übrigens in einem Textheft nachzulesen, das als pdf von unserer Homepage heruntergeladen werden kann (www.naturmuseum.ch → Lehrpersonen → Unterlagen für Lehrpersonen → permanente Ausstellungen)

Meteorit

Gleich im Eingangsbereich des 1. Stocks liegt in der Vitrine über das Sonnensystem ein Meteorit. Meteoriten sind keine irdischen Gesteine, sondern Festkörper aus dem All, die durch die Erdatmosphäre auf die Erdoberfläche gefallen sind. Sie entstanden durch den Zusammenprall von Asteroiden, welche dann in Bruchstücke zerfielen und, aus ihrer Bahn abgelenkt, ins Gravitationsfeld der Erde gerieten. Kleine Stücke erreichen die Erdoberfläche nicht, da sie beim Durchqueren der Erdatmosphäre verglühen (Sternschnuppen). Die grösseren Stücke können als Meteorite auf die Erde fallen. Ihre Oberfläche wurde durch die Reibungshitze beim Durchqueren der Atmosphäre angeschmolzen, was man beim ausgestellten Stück gut sieht.

Die Elemente, aus denen Meteoriten bestehen, findet man auf der Erde ebenfalls, aber nicht in der gleichen Zusammensetzung. Viele Meteoriten enthalten zum Beispiel beachtliche Mengen Eisen, manchmal sogar in Reinform. Auf der Erde kommt Eisen nur in Form von Eisenerz, also in Verbindung mit andern Elementen vor. Der Meteorit in der Vitrine wiegt trotz seiner nicht allzu beeindruckenden Grösse seines Eisen- und Nickelgehalts wegen 14 kg!

Rauchquarz

Das grosse, offen präsentierte Stück mit Rauchquarzkristallen rechts vom Eingang wurde in der Gegend des Rhonegletschers im Wallis gefunden. Wo genau, verraten die Strahler (Kristallsucher) nicht gern.

Quarze, zu denen auch der wasserklare Bergkristall gehört, sind Minerale. Sie entstehen, wenn quarzhaltige Gesteinsmassen (z.B. Granit) langsam auskühlen. Beim Abkühlen zieht sich die Masse zusammen und bekommt an manchen Stellen Risse, sogenannte Klüfte (auch durch die Alpenfaltung entstanden in den Gesteinen Risse). Liegen diese in grösserer Tiefe, wo die Umgebungstemperaturen grösser sind, können sie von heissem, siliziumhaltigem Wasser gefüllt werden. Während diese mineralische Lösung abkühlt (z.B. durch allmähliches Anheben der Gesteinsmassen an die Erdoberfläche) ordnen sich die Siliziumatome zusammen mit Sauerstoff in einer Kristallstruktur an; es entsteht ein Kristall. Die Entstehung eines schönen Kristalls braucht aber viel Zeit. Die ausgestellte Kristallgruppe vom Rhonegletscher entstand in einem Zeitraum von etwa 5 Millionen Jahren.

Diese Entstehungsgeschichte gilt übrigens für viele Minerale, wobei natürlich die im Wasser gelösten, sich auskristallisierenden Stoffe je nach Muttergestein variieren.

Stücke mit mehreren Kristallspitzen, wie die vorliegende Rauchquarzgruppe, bezeichnet man auch als sogenannte Kristallstufe. Man sieht gut den Untergrund aus Granit, auf dem die Kristalle aufgewachsen sind.

Die bräunliche bis manchmal sogar schwarze Färbung des Rauchquarz' wird durch permanente, radioaktive Bestrahlung aus dem umliegenden Gestein auf den heranwachsenden Kristall hervorgerufen. Man kann Rauchquarz auch fälschen, indem man einen der viel häufigeren klaren Bergkristalle radioaktiv bestrahlt.

Ammonit

Wenn man nach dem Rauchquarz weitergeht, kommt man an einem grossen, frei ausgestellten Ammoniten vorbei, der rechts zwischen den Fenstern an der Wand steht. Im Gegensatz zu den reliefartigen Abgüssen von Fossilien an der hinteren Wand, ist der Ammonit ein Originalobjekt. Er wurde vor ca. 175 Millionen Jahren in den Sedimenten der Tethys abgelagert.

Ammoniten sind ausgestorbene Meeres-Weichtiere, sogenannte Ur-Tintenfische. Die Ammoniten besaßen wie das verwandte, noch lebende Perlboot (*Nautilus*) Schalen, die an Schneckenhäuser erinnern, aber von innen nach aussen in Kammern eingeteilt sind. Das Tier lebte nur in der letzten und grössten Kammer. Die anderen Kammern waren mit Luft und Flüssigkeit gefüllt und dienten dazu, das Tier im Wasser in der Schwebelage zu halten. Die Ammoniten waren zu Lebzeiten wendige Räuber, die sich nach dem Rückstossprinzip durchs Wasser bewegten, ganz wie der Nautilus und andere noch lebende Verwandte wie die Tintenfische.

Wenn die Schalen der Tiere nach ihrem Tod auf den Meeresgrund absanken und mit Schlamm bedeckt wurden, blieben die Schalen oder ihre Steinkerne erhalten. Ein Steinkern entsteht, wenn die Hohlräume der Schale ganz oder teilweise mit Sediment aufgefüllt und verfestigt werden und sich die Schale danach auflöst. Steinkerne sind also die Innenabdrücke von Gehäusen aus verfestigtem Sediment.

Seit ihrem ersten Auftreten im Devon (s. Zeittafel im Kapitel Schweizer Geologie) entstanden und verschwanden Tausende von Ammonitenarten. Seit der Grenze von der Kreide- zur Tertiärzeit, vor 65 Millionen Jahren, sind sie ausgestorben. Wegen ihrer relativ schnellen Entwicklung und ihrer damit verbundenen grossen Vielfalt können sie gut zur Rekonstruktion der zeitlichen Abfolge von Sedimentgesteinen verwendet werden. Viele Ammoniten gelten als sogenannte Leitfossilien; sie kamen in bestimmten Formen nur während einer relativ kurzen Zeitdauer vor und repräsentieren dadurch ganz bestimmte Altersepochen. Das Alter von Gesteinen mit Leitfossilien kann auf diese Weise relativ genau bestimmt werden.

Drachenstein

Der Drachenstein ist auf der reussabgewandten Seite des 1. Stocks bei den Pilatusgesteinen zu finden, präsentiert in einer kleinen Schatulle. Wie man seit einer aufwändigen Computertomographie 2006 an der EMPA in Dübendorf weiss, handelt es sich eigentlich nicht um einen Stein, auch nicht (wie vermutet) um einen lehmummantelten Meteoriten, sondern um eine bemalte, gebrannte Lehmkugel. Der Drachenstein hat aber trotzdem einen wohlverdienten Ehrenplatz im Museum, denn wenn er auch nicht Millionen von Jahren auf dem Buckel hat, so doch einige Jahrhunderte, dazu eine aufregende Geschichte und immer noch ungelüftete Geheimnisse:

An einem schwülen Sommertag im Jahre 1420 beobachtete in der Gegend von Rothenburg der Bauer Stämpfli, wie ein feuriger Drache dicht über seinem Kopf Richtung Pilatus flog und dabei etwas fallen liess. Als der Bauer nachsah, fand er in einer „Schweti“ geronnenen Blutes den hier ausgestellten Stein.

Der Stein wurde von einem Nachkommen Stämpflis 1509 dem Wundarzt Martin Schirber zu Luzern verkauft, welcher sich 1523 vom Schutheiss und Rat der Stadt Luzern die Wunderkraft des Drachensteins in einer Urkunde bestätigen liess. Der weitere Verbleib des Steins lässt sich bis heute anhand vieler Zeugnisse verfolgen, wobei man aber nicht ausschliessen kann, dass er vielleicht einmal mit einem gefälschten „Drachenstein“ vertauscht wurde, von denen es auch einige gab. Der Kanton Luzern kaufte ihn 1929 der Familie Meyer von Schauensee ab, seither ist er in Staatsbesitz.

Der Luzerner Drachenstein war bis zum Ende des 18. Jahrhunderts eine Weltberühmtheit, nicht nur wegen seiner wunderbaren Herkunft, sondern auch wegen seiner angeblichen Heilwirkung bei allerhand Krankheiten. Johann Jakob Scheuchzer, der berühmte Zürcher Naturgelehrte des angehenden 18. Jahrhunderts, bezeichnete den Drachenstein als „merkwürdigste aller Merkwürdigkeiten aller Museen“!

Unter Drachenspezialisten ist der Luzerner Drachenstein noch immer weltberühmt. Immer wieder steht er im Zentrum des Interesses von Drachenbegeisterten oder wird im In- und Ausland für Ausstellungen ausgeliehen. So war er z.B. 2006 in der Ausstellung „Dragons - entre science et fiction“ im Muséum nationale d'histoire naturelle in Paris und 2010 in der Fondation Martin Bodmer in Cologny in der Ausstellung „Du corps aux étoiles, la médecine ancienne“ zu sehen. 2013 wird er Teil der Ausstellung „Il Bello e la Bestia (Animali)“ im Schweizerischen Landesmuseum in Zürich sein.

Versteinerte Enteneier

In der Vitrine „Mittelländische Molasse“ im hinteren Teil gleich neben dem dicken Mammutzahn gibt es nebst vielen anderen eine ganz besondere Versteinerung zu sehen. Um sie richtig zu würdigen, muss man sich zuerst in Erinnerung rufen, dass alle Versteinerungen, die hier zu sehen sind, Glücksfälle sind: Erstens muss ein Tier oder eine Pflanze am richtigen Ort sterben und abgelagert werden, damit es überhaupt erhalten bleibt. Von den allermeisten Lebewesen bleibt ja nach ihrem Tod nichts mehr übrig, weil sie verwesen und ihre Bestandteile wieder in die Kreisläufe der Natur eingehen. Zweitens muss das Fossil irgendwann wieder ans Tageslicht kommen. Wenn die entsprechende Gesteinsschicht nämlich kilometerweit unter die Erdoberfläche gedrückt, metamorphisiert oder gar aufgeschmolzen wird, hat das Fossil keine Chance, je in ein Museum zu kommen. Und schliesslich muss so ein wieder an die Oberfläche gekommenes Fossil auch noch gefunden werden, was immer mehr oder weniger auf Zufall beruht.

Zu all diesen Glücksfällen gesellt sich in dieser Vitrine noch einer mehr:

Die paar Enteneier, die vor etwa 25 Millionen Jahren in der Gegend des heutigen Emmen aus dem Nest ins Wasser gefallen sind, wurden so sanft von Schlamm zugedeckt, dass sie ganz geblieben und in voller Grösse erhalten worden sind! Wenn überhaupt, findet man sonst nur Teile von fossilen Eierschalen. Man steht also hier vor dem Glück hoch vier – wenn vielleicht die verflossenen Enten das auch anders gesehen hätten.

Ausleihkofferchen „Steine der Schweiz“

Anstatt ins Museum zu kommen, kann man das Museum auch ins Schulzimmer tragen: Im Natur-Museum Luzern können Lehrpersonen für zwei Wochen und CHF 5.- verschiedene thematische Kofferchen ausleihen. Reservieren Sie Ihr Kofferchen am Empfang oder per Telefon (041 228 54 11, Di-So 10-17h) und bringen Sie es bitte pünktlich zurück, damit nicht der oder die Nächste plötzlich mit leeren Händen dasteht.

Eine Beschreibung aller verfügbaren Kofferchen finden Sie auf unserer Homepage www.naturmuseum.ch unter → Lehrpersonen → Materialausleihe.

Zum Thema Geologie gibt es die drei Kofferchen: „Vulkangesteine“, „Fossilien“ und „Steine der Schweiz“. Wir stellen hier das Kofferchen „Steine der Schweiz“ näher vor, da es thematisch am breitesten ausgerichtet ist. Und übrigens: in der geologischen Sammlung des Natur-Museums schlummert noch ganz viel weiteres Material, das für pädagogische Zwecke genutzt werden darf. Falls Sie etwas Bestimmtes brauchen, so fragen Sie einfach ungeniert nach.

Das Kofferchen „**Gesteine der Schweiz**“ enthält:

- 6 verschiedene Steine (sie werden hier nachfolgend genauer beschrieben)
- das Faltblatt „Naturausplätze: Geologie“ der Stadt Luzern
- Sehen-Staunen-Wissen „Gesteine und Mineralien“
- Werkstatt: Die Welt der Steine, elk Verlag
- Die Stein Werkstatt, Verlag an der Ruhr
- Die vorliegenden Tipps und Anregungen „Steine“
- Textheft 1. Stock (alle Texte der erdkundlichen Ausstellung)

Steine im Ausleihkofferchen

1 Granit



Dieses Stück Habkerngranit wurde in der Nähe von Sempach gefunden. Es ist ungefähr 250 Millionen Jahre alt. Während der Eiszeiten wurde der Stein durch Gletscher aus dem Berner Oberland an seinen Fundort transportiert.

Granit ist ein Erstarrungsgestein. Das flüssige Magma erstarrte in einem langsamen Prozess tief unter der Erdoberfläche. Weltweit ist Granit das am meisten verbreitete Tiefengestein. In weiten Teilen der Alpen findet man heute dieses

einst im Untergrund entstandene Gestein an der Erdoberfläche.

Granit ist relativ grobkörnig, und der Merkspruch „Feldspat, Quarz und Glimmer, die drei vergess' ich nimmer“ gibt vereinfacht seine Zusammensetzung wieder. Die weissen, rötlichen oder grünlichen Teilchen sind Feldspat, die durchsichtigen Quarz und die schwarzen Glimmer.

Es gibt viele verschiedene Granite. Dieser hier ist ein Habkerngranit mit typischen, lachsfarbenen Feldspäten. Der Habkerngranit hat eine spezielle Geschichte: es gibt keinen

Felskörper aus Habkerngranit mehr, denn die Habkerngranitschichten sind im Verlauf der Alpenbildung längst abgetragen worden und verschwunden. Nur die Steinblöcke, die an der nördlichen Steilküste der sich bildenden Alpen ins Meer stürzten, sind in den Sedimenten erhalten geblieben. Man findet sie zum Beispiel in der Nähe von Habkern im Berner Oberland, deshalb auch der Name.

2 Gneis



Dieser Gneis stammt vom Bänzberg bei Andermatt (UR) und ist mehr als 300 Millionen Jahre alt. Zwischen dem Oberwallis und dem Bündner Oberland findet man solche Gneise sehr häufig an der Erdoberfläche. Auch in den Tessiner Alpen und im Südwallis ist Gneis ein relativ häufiges Gestein.

Gneis ist ein Umwandlungsgestein. Er entsteht unter hohem Druck und hoher Temperatur aus Granit. Die ursprünglichen Mineralkörner richten sich senkrecht zur Druckrichtung neu

aus, so dass sich flache Schieferstrukturen bilden.

Gneis entsteht tief unter der Erdoberfläche. Wenn er an die Oberfläche kommt, sind also schon viele Gesteinsschichten über ihm abgetragen worden. Die ältesten bekannten Gesteine der Welt sind Gneise, und auch in diesem Köfferchen ist der Gneis das älteste Stück.

3 Sandstein



Dieser Sandstein stammt von der Krummfluh in Reussbühl LU und ist ca. 15 Millionen Jahre alt (Obere Meeresmolasse).

Sandstein ist ein Sedimentgestein aus verfestigtem Sand. Die verkitteten Sandkörner bestehen vor allem aus Quarz. Sandstein ist im Schweizer Mittelland weit verbreitet und wurde (oder wird) vielerorts als Baumaterial in Steinbrüchen abgebaut.

In der Stadt Luzern selber waren zu Bauzwecken früher zeitweise 20 Steinbrüche in Betrieb. Einer

davon gab der Bruchstrasse bzw. dem Bruchquartier den Namen.

4 Mergel



Dieses ca. 17 Millionen Jahre alte Stück Mergel wurde beim Bau des Reussporttunnels in Luzern zu Tage befördert (Obere Meeresmolasse). Typisch für die Entstehung des Gesteins sind die eingelagerten Muscheln. Zwischen Bern (Belpberg), Luzern, Ebikon und St. Gallen sind immer wieder solche besonders fossilienreiche Schichten der Oberen Meeresmolasse anzutreffen. Von Luzern nach Ebikon lassen sich einzelne sogar relativ genau verfolgen, z.B. von der Fluhmühle über das Kantonsspital und entlang der

Luzernerstrasse durch Ebikon bis zum Längenbold bei Root. Sie sind bekannt durch viele Fossilfundstellen wie Reussporttunnel, Kantonsspital, Kleiderfabrik Rotsee, Schachenweid, Schindler Ebikon oder die Überbauung Schmiedhof an der Luzernerstrasse.

Mergel ist ein Ablagerungsgestein aus Ton und Kalk. Er dient als wichtiger Rohstoff zur Zementherstellung. In der Landwirtschaft wurde Mergel auch verwendet, um den Boden trockengelegter Feuchtgebiete zu verbessern.

5 Nagelfluh



Dieses Stück Nagelfluh stammt von der Rigi und hat ein Alter von ca. 25 Millionen Jahren (Untere Süsswassermolasse).

Nagelfluh ist wie Mergel und Sandstein ein Ablagerungsgestein: Flussgeröll wurde zusammen mit feinerem Material unter dem Druck darüber abgelagerten Schichten zu einer festen Masse verkittet. Die Nagelfluh setzt sich aus ganz unterschiedlichen Gesteinsgeröllen zusammen, da diese von Flüssen aus unterschiedlichen Gebieten der sich hebenden Alpen angeschwemmt worden

sind. In der Rigi-Nagelfluh findet man vor allem verschiedene Granite und Kalksteine, im vorliegenden Stück fast nur Kalkstein.

6 Kalkstein



Der Kalkstein stammt vom Bürgenstock. Er hat ein beachtliches Alter von etwa 130 Millionen Jahren und entstand während der Kreidezeit.

Damals lag das Gebiet des heutigen Bürgenstocks an der nördlichen Küste des Tethys-Urmeeres. Das Gestein ist ursprünglich als feiner Kalkschlamm in diesem Meer abgelagert und im Lauf der Zeit verfestigt worden. Durch die Kollision der Afrikanischen mit der Eurasischen Platte gelangte die Gesteinsschicht bis in unsere Gefilde. Sie zählt entsprechend ihrer Lage zur Zeit der

Entstehung zu den sogenannten Helvetischen Decken.

Durch massenhafte Ablagerungen von marinen Kleinstlebewesen mit Kalkhüllen oder -skeletten enthalten die Sedimente der Helvetischen Decke viel Kalk.

Workshop „Steine schleifen“ im Natur-Museum Luzern

Das Natur-Museum Luzern bietet auf Anfrage Steinschleif-Workshops für Schulklassen aller Stufen an.

Dauer: 2 Stunden

Kosten: CHF 100.-

Inhalt: Die Klasse wird halbiert. Eine Halbklassse schleift Steine, die andere erhält eine Einführung ins Thema Steine. Nach einer Stunde wird gewechselt.

Steine schleifen:

Wir schleifen ganz „gewöhnliche“ Steine, die die SchülerInnen entweder selber mitbringen oder die vom Museum zur Verfügung gestellt werden. Günstig ist, wenn die Steine irgendwo eine schon ziemlich flache Stelle aufweisen, so dass man für einen Anschliff nicht allzu lange arbeiten muss. Sehr gut geeignet sind Flusskiesel.

Die Steine werden mithilfe von Schleifpulver auf Stahlplatten von Hand geschliffen. Dabei durchläuft man mehrere Stationen, von grob bis fein. Zum Schluss wird die geschliffene Fläche poliert.



Durch das Schleifen werden feine Strukturen im Stein wie durch ein Fenster sichtbar. Ausserdem behält der Stein auch im trockenen Zustand die intensive Farbe, die er sonst nur nass zeigt. Und anföhlen tut er sich wie ein Edelstein!

Einführung Steine:

Mithilfe unserer Steinsortierschachteln, die verschiedenste Gesteine und Mineralien enthalten, gehen wir Fragen nach wie: Welche verschiedenen Steine gibt es? Wie unterscheiden sie sich in Entstehung und Aussehen?

Anschliessend werfen wir noch einen Blick in die umfangreiche geologische Sammlung des Natur-Museums.

Praktische Tipps

Steine sind ein dankbares, da allgegenwärtiges und handfestes Thema. Wir geben hier ein paar bewährte, praktische Tipps. Viele weitere Ideen zum Thema finden Sie über das Literatur- und Internetseiten-Verzeichnis auf der letzten Seite.

Steinbearbeitung

Steine schleifen

Steine schleifen, so wie wir das im Museum tun, ist vom Material her eine aufwändige Sache: man braucht (schwere!) Stahlplatten, Kunststoffschubladen, Wasserzerstäuber, Schleif- und Polierpulver, Eimer, Bürsten, Holzbrettchen, Lumpen... Deshalb empfehlen wir Ihnen, für einen Workshop ins Museum zu kommen, wenn Sie auf diese Weise Steine schleifen möchten.

Es gibt aber noch eine „Heimwerkervariante“: Besorgen Sie Nassschleifpapier in verschiedenen Korngrößen (z.B. bei Von Moos), legen Sie es in ein Kuchenblech und schleifen Sie Ihre Kiesel damit an, wieder von grob bis fein. Sie werden fast ebensoschön.

Speckstein schnitzen

Speckstein ist ein sehr weicher Stein, der sich mit Messer, Feile, Schleifpapier und Bohrer in jede gewünschte Form bringen lässt. Wir haben im Museum zum Beispiel zum Thema „Zähne“ falsche Zähne geschnitzt und geschliffen und mittels eines Bohrlochs an eine Schnur und um den Hals gehängt. Das Bohren, das bei normalen Kieselsteinen je nach Härte und Sprödigkeit sehr schwierig ist, bereitet beim Speckstein kaum Probleme, sogar ein kleiner Handbohrer genügt.

Speckstein kann man über verschiedene Lieferanten beziehen, z.B. bei R. Specksteine, Familie Raschle, Sägenbach 441, 9601 Lütisburg Station (<http://www.specksteine.ch>)

Erdfarben

Weichere Steine (z.B. Mergel) und verschiedenfarbige Erden lassen sich wunderbar zu Erdfarben verarbeiten. Die Steine muss man zuerst zerschlagen, dann zwischen zwei härteren Steinen zermahlen, und dann sieben, so dass man zuletzt ein feines Pulver erhält. Erde muss getrocknet, je nachdem zermahlen und dann gesiebt werden. Die Farbpulver rührt man dann mit einer Prise Kleister und Wasser zu einer Paste an, die mit Finger oder Pinsel auf Zeichnungspapier aufgetragen werden kann

Exkursionsvorschläge

Natur-Museum Luzern

Wenn Sie das Natur-Museum auf eigene Faust mit Ihrer Klasse besuchen möchten, stehen Ihnen ausser diesen Tipps und Anregungen zusätzlich das Textheft zum 1. Stock und die Steinschachteln zur Verfügung.

Das Textheft enthält alle Texte der permanenten erdkundlichen Ausstellung im 1. Stock und kann als pdf von der Homepage heruntergeladen werden (www.naturmuseum.ch → Lehrpersonen → Unterlagen für Lehrpersonen). Die vielen Exponate sind darin aber nicht beschrieben.

Die 3 Steinschachteln enthalten verschiedene Mineralien und Gesteine und sind als „begreifbare“ Ergänzung zu den meist hinter Glas präsentierten Ausstellungsstücken gedacht. Die Steine dürfen aus den Schachteln rausgenommen und in Gruppen näher angeschaut und sortiert werden. Die Schüler und Schülerinnen können entweder völlig frei Steine, die aus ihrer

Sicht zusammengehören, in Gruppen anordnen. Man kann ihnen aber auch vorher eine Einführung geben und sie z.B. Gesteine und Minerale auseinander sortieren lassen etc. Der Inhalt der Steinschachteln ist nicht beschrieben, es hat sowohl Gesteine wie Minerale und einige Fossilien drin. Viele kann man im Vergleich mit den Ausstellungsstücken einigermaßen einordnen, bei andern muss man sich mit Vermutungen begnügen. Es geht hier ja nicht darum, Steine und Mineralien zu lernen, sondern sich erst einmal bewusst Details ihrer Erscheinung anzuschauen. Hier nur drei Hinweise: das, was wie „Goldkristalle“ aussieht, ist das Mineral Pyrit. Das, was wie gut durchgekauter Kaugummi aussieht, ist das Mineral Magnesit. Die langen, schmalen, spitzen Steine sind Belemniten, also die fossilen Innenschalen dieser ausgestorbenen Tintenfischverwandten. Sie heissen auch Donnerkeile, da man sich vorstellte, dass sie bei Gewittern von den Göttern als Pfeile vom Himmel geschleudert wurden.

Falls Sie die Steinschachteln benützen wollen, so erwähnen Sie das bitte, wenn Sie Ihre Klasse für den Museumsbesuch anmelden. Wir legen Ihnen dann die Schachteln bereit.

Naturschauplatz Geologie

In der Faltblatt-Reihe „Naturschauplätze“ der Stadt Luzern gibt es auch ein Faltblatt zur Luzerner Geologie. Das Prinzip dieser Faltblätter ist immer gleich: neben einer allgemeinen Einführung zum jeweiligen Thema enthalten sie einen Stadtplan mit den Standorten einiger besonders interessanter, näher beschriebener Objekte, die man auf einer Exkursion besuchen könnte.

Das Faltblatt liegt beim Umweltschutz der Stadt Luzern, im öko-forum (Bourbaki) und im Natur-Museum auf, kann aber auch auf der Stadtseite heruntergeladen oder bestellt werden: http://www.stadt Luzern.ch/de/onlinemain/dienstleistungen/?dienst_id=17241 .

Kiesgrube

Ettiswil

Das Naturlehrgebiet Buchwald Ettiswil liegt auf dem Gelände einer Kiesgrube, die nebenan immer noch aktiv in Betrieb ist. Für Schulklassen wurde ein „Kiesgrubenweg“ mit Schautafeln und Aufträgen eingerichtet. Es geht dabei nicht nur um Steine, sondern auch um Pflanzen und Tiere in diesem Lebensraum. Die Unterlagen für Schulklassen können über die Homepage des Naturlehrgebiets heruntergeladen werden: www.naturlehrgebiet.ch → Download.

Ballwil

An den Steilwänden der Kiesgrube Lötscher in Ballwil lassen sich die Spuren der Eiszeit in der Luzerner Landschaft lesen. Die Kantonsarchäologie Luzern hat in einem Nebengebäude des Kieswerkes eine kleine Ausstellung über die Eiszeiten im Kanton Luzern eingerichtet, in welcher unter anderem die Lebensbedingungen des Mammuts und eine Nachbildung des im Jahr 2006 in dieser Kiesgrube gefundenen Stosszahnes entdeckt werden können. Im Archäobiologischen Labor können sich Schulklassen und Gruppen selber als Forschende versuchen (Besuch nur für Gruppen und Schulklassen, Voranmeldung obligatorisch, weitere Informationen unter: http://www.da.lu.ch/index/vermittlung/fuer_schulen/ballwil.htm).

Fontanne, Kleine Emme, Wigger

Wer mit der Klasse Steine sammeln will, sei es zum Schleifen oder einfach so zum Anschauen, dem sei ein Ausflug ins Napfgebiet ans Herz gelegt. Das Napfgebiet ist von der Ur-Aare aufgeschüttet worden und enthält viele verschiedene Steine, die aus den sich hebenden Alpen antransportiert und zu Nagelfluh verbacken worden sind. Die Nagelfluh wird nun von den Bächen wieder ausgewaschen. In den Napfbächen, z.B. den beiden Fontannen, der Wigger oder auch der kleinen Emme findet man eine grosse Vielfalt an z.T. erstaunlich farbigen Steinen. Was besonders faszinierend ist: manche dieser Steine stammen von Bergen, die es gar nicht

mehr gibt, da sie mittlerweile abgetragen sind, z.B. Habkerngranit (s. Kapitel Ausleihköfferchen), aber auch uralte vulkanische Gesteine.

Auf der Berner Seite des Napfs hat sich ein Lehrer und Geologe mit den Geröllen der Emme beschäftigt und eine Broschüre dazu veröffentlicht. Man kann sie auf seiner homepage bestellen und dort auch Fotos einiger bearbeiteter Steine bewundern: www.andres-signau.ch oder für die Steinbilder direkt www.andres-signau.ch/geroelle-emme/ausgewaehlte-gesteine/.

Die Napfbäche sind ausserdem für ihren Goldgehalt bekannt. Das Gold wird als dünne, kleine Flitter aus dem Sandstein ausgewaschen und am Bachgrund wieder abgelagert. Man findet also keine faustgrossen Nuggets, aber dafür ist das Gold aus dem Napfgebiet besonders rein und war früher sehr begehrt.

Wer mit seiner / ihrer Schulklasse Gold waschen möchte, wendet sich am besten an einen Anbieter von Goldwasch-Exkursionen, die einem mit Rat und Tat und Material zur Seite stehen, z.B. in Romoos bei www.napfgolderlebnis.ch.

Fossilien

Selber Fossilien zu finden, ist immer mit einer Portion Glück und häufig mit viel Ausdauer verbunden. Wenn nicht gerade zwischen Luzern und Ebikon eine Baugrube die muschelführenden Schichten der Oberen Meeresmolasse freilegt, ist es schwierig, in der Nähe von Luzern selber Versteinerungen zu finden. Bitte beachten Sie: Das Betreten von Baugruben ist gefährlich und darf nur in Absprache mit den Verantwortlichen vor Ort geschehen.

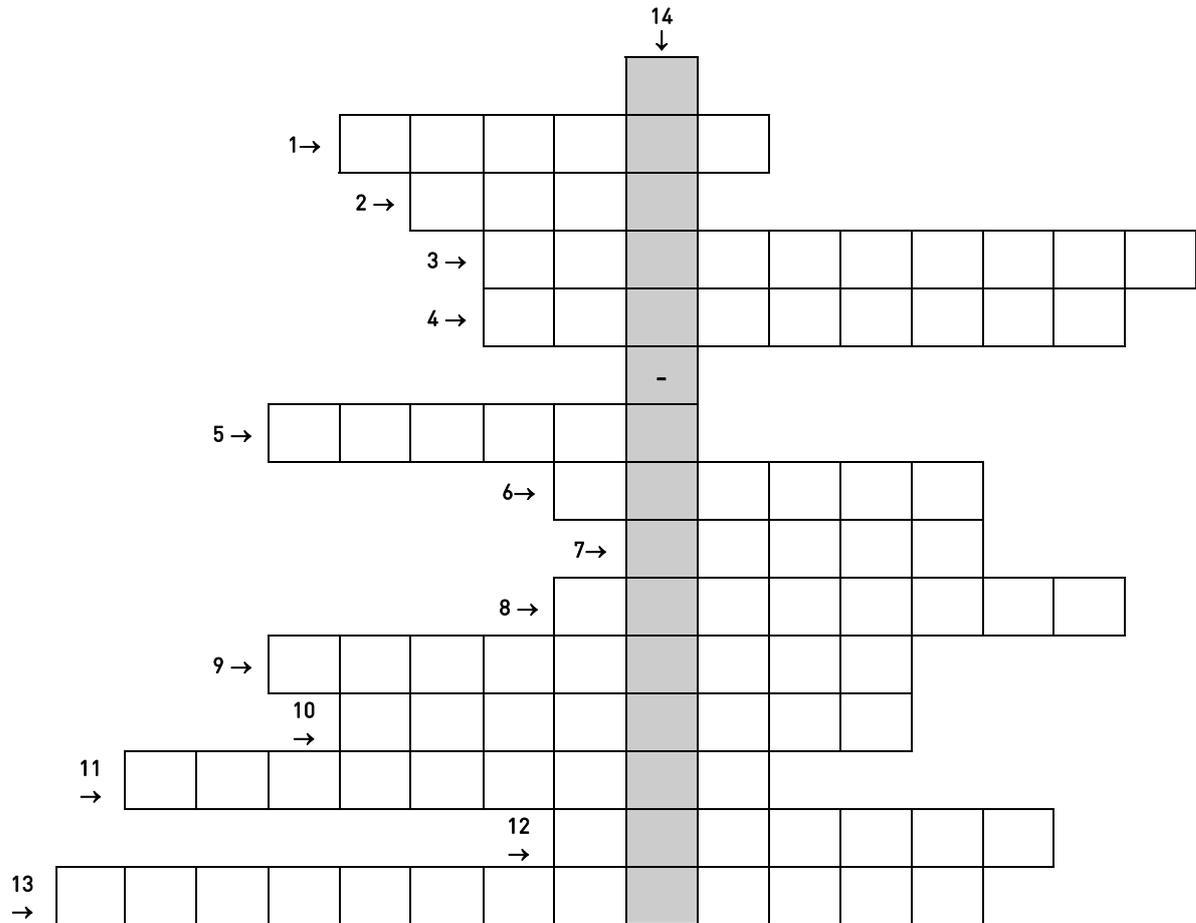
Ausserkantonale können auf einem speziell gekennzeichneten Areal bei der Tongrube Frick (AG) selber Fossilien gesucht werden. Der Zugang ist dort jederzeit und ohne Voranmeldung möglich. Das Betreten der Ziegelgrube ist jedoch strikt untersagt. Weitere Infos unter <http://www.sauriermuseum-frick.ch/index.php?id=104>.

Kreuzwörterrätsel zur erdkundlichen Ausstellung

Das folgende Kreuzwörterrätsel ist insofern ziemlich schwierig, als die erdkundliche Ausstellung im 1. Stock sehr dicht gepackt und eine Übersicht deshalb nicht einfach ist. Es hilft, wenn man die Überschriften der thematischen Blöcke beachtet. Sie sind am oberen Rand der Ausstellungselemente angebracht.

Das Kreuzworträtsel zur erdkundlichen Ausstellung

→ Tipp 1: Beachte die Überschriften über den Vitrinen! → Tipp 2: ä=ae, ö=oe, ü=ue



1. Die Sonne ist ein Stern, der zu 98% aus Wasserstoff und ... besteht.
2. Der Aufbau der Erde wird eingeteilt in Kruste, Mantel und
3. Bei den Gesteinen ist in einem Fläschchen Erdöl ausgestellt, das im Kanton Luzern gefunden wurde. Wo genau?
4. In welchem Mineral ist das Element Strontium enthalten?
5. Unter den „Mineralen unserer Alpen“ ist ein fast schwarzer Kristall ausgestellt. Wie nennt man diesen dunklen Rauchquarz?
6. Aus welchem Kanton stammt der riesige, offen zugängliche Rauchquarz?
7. Die Farbe ist eine wichtige Eigenschaft zum Bestimmen von Mineralen. Welche Farbe hat Malachit?
8. Eine weitere wichtige Eigenschaft ist die Härte. Der Diamant ist mit Härte 10 das härteste Mineral. Welches ausgestellte Mineral hat Härte 6?
9. Mineralfundstellen: Für das Mineral Anhydrit sind in der Schweiz drei Fundstellen bekannt, nämlich Fedenstock, Galenstock und
10. Die Grube Messel bei Darmstadt (Deutschland) ist eine weltbekannte Fundstelle von Fossilien. An der hinteren Wand findest du Krokodil-, Fisch- und Vogelfossilien aus dieser Grube. Vor wieviel Millionen Jahren haben diese Tiere gelebt?
11. Wie hiess der Bauer, der im Jahr 1420 den berühmten Drachenstein fand?
12. Der dicke Mammutzahn wurde in der Kiesgrube Fiechten in der Gemeinde ... gefunden.
13. Aus dieser Höhle am Pilatus stammen die beiden ausgestellten Höhlenbär-Zähne.
14. Aus diesem Gestein bestehen die weithin sichtbaren Felsbänder der Rigi.

Literatur und Adressen

Bücher

Gesteine und Mineralien. 2011, Reihe MEMO – Wissen erleben, Doring Kindersley Verlag, München.

→ *Die MEMO-Reihe ist die Neuausgabe der bekannten und von uns immer gern empfohlenen Sachbuch-Reihe Sehen-Staunen-Wissen. Inhaltlich fast unverändert kommen die Themen in altbewährter Form vielseitig und reich bebildert daher.*

Fossilien. 2011, Reihe MEMO – Wissen erleben, Doring Kindersley Verlag, München.

→ *siehe oben.*

Labhart, Toni P., 2009: **Geologie der Schweiz.** 8. Auflage, Ott Verlag, Bern.

→ *Der Klassiker der Schweizer Geologie für die, die es ganz genau wissen wollen. Anspruchsvoll, aber trotzdem noch verständlich.*

Unterrichtsmaterial

Schnider, S., 2009: **Mit Steinen lernen.** Elk Verlag, Winterthur.

→ *Eine Unterrichtsmappe für Kindergarten und 1. Schuljahr mit vielen Ideen und Arbeitsblättern zum Thema.*

Schnider, S., 2009: **Die Welt der Steine.** Elk Verlag, Winterthur.

→ *Eine Unterrichtsmappe für das 2.-4. Schuljahr mit vielen Ideen und Arbeitsblättern zum Thema. Im Gegensatz zur Mappe „Mit Steinen lernen“ geht es hier viel mehr auch inhaltlich um Steine.*

Wyssler, M. und K. Zindler, 1999: **Die Stein-Werkstatt.** Verlag an der Ruhr, Mülheim an der Ruhr.

→ *Eine Werkstatt für das 3.-4. Schuljahr, fächerübergreifend angelegt (Geologie, Sprache, Mathematik, Geschichte, Kunst und Kultur). Eine Ideen-Fundgrube!*

Internetseiten

www.lernortkiesgrube.ch

In Rubigen (BE) wurde in einer Kiesgrube ein Lernort für Schulklassen eingerichtet. Dazu gibt es auch Unterrichtshilfen für Unter-, Mittel- und Oberstufe, die als PDFs von der Seite heruntergeladen werden können. Die Unterrichtshilfen enthalten viele gute Ideen für Kiesgruben- und allgemein Stein-Aktivitäten, die auch anderwo als in Rubigen durchgeführt werden können (z.B. in Ettiswil, s.oben).

Das Lehrpersonen-@bo

Liebe Lehrerin, lieber Lehrer

Möchten Sie in Zukunft stets und ganz automatisch auf dem Laufenden sein, was die Aktivitäten im Natur-Museum Luzern betrifft?

Wir schicken Ihnen die Informationen (Infos über neue Sonderausstellungen und die Daten der Veranstaltungen für Lehrpersonen), die wir ca. drei- bis viermal jährlich an alle Schulhäuser des Kantons Luzern versenden, auch gerne direkt zu Ihnen nach Hause. Per E-Mail. Schnell, kostenlos, praktisch und erst noch recht ökologisch!

Sind Sie an diesem Service interessiert? Senden Sie einfach ein E-Mail mit Ihrer Mail-Adresse und dem Vermerk „Mail-Service für Lehrpersonen“ an vermittlung.nml@lu.ch und schon sind Sie dabei.

Natürlich können Sie ihre Adresse auch jederzeit wieder von dieser Verteilerliste streichen lassen... das versteht sich von selbst! Ein E-Mail genügt!

Hinweis:

Diese Unterlagen stehen auch auf www.naturmuseum.ch zum kostenlosen Downloaden als pdf-Datei zur Verfügung (→ Lehrpersonen → Unterlagen für Lehrpersonen).

Kopieren und Weiterverwenden für schulische Zwecke mit Quellenangabe erlaubt und erwünscht.

ap, Oktober 2012