
Museumskoffer

Als Graubünden noch Meer war



Bündner Naturmuseum
Museum da la natira dal Grischun
Museo della natura dei Grigioni



ALLGEMEINE INFORMATIONEN	3
Regeln im Bündner Naturmuseum	3
Bezugsquellen	3
DER INHALT DES KOFFERS	4
UNTERLAGEN FÜR LEHRPERSONEN	7
Erdgeschichte Graubündens	8
Grundlagen Fossilisation	10
Portraits der Ausstellungsobjekte	11
Rundgang geführt	12
POSTENLAUF - AUFTRÄGE	19
Auftrag Zeitstrahl/ Box Erdgeschichte	20
Auftrag Bilder der Trias	22
Auftrag Fortbewegung	24
Auftrag Magic Card Raeticodactylus	25
Auftrag Fossilisation	26
POSTENLAUF - LÖSUNGEN	28
Auftrag Zeitstrahl/ Box Erdgeschichte	29
Auftrag Bilder der Trias	31
Auftrag Fortbewegung	33
Auftrag Fossilisation	34
LITERATURLISTE	35



Öffnungszeiten des Bündner Naturmuseums:

Dienstag bis Sonntag 10 – 17 Uhr

Montag geschlossen

- ⇒ Bitte melden Sie Ihren Museumsbesuch telefonisch an. Wir versuchen damit, 'Überbelegungen' zu verhindern. Besten Dank. Geben Sie bitte bei der Anmeldung an, wenn sie den Fossilienkoffer während Ihres Besuches nutzen möchten.
- ⇒ Schulklassen und Lehrpersonen, die den Ausstellungsbesuch im Museum vorbereiten, haben freien Eintritt.

Museumspädagogischer Dienst: Von Montag - Donnerstag steht Ihnen der Museumspädagoge Flurin Camenisch für Fragen, Anregungen, Beratungen, etc. gerne zur Verfügung. Telefon: 081 257 28 41, E-Mail: flurin.camenisch@bnm.gr.ch

Regeln im Bündner Naturmuseum

- ⇒ In unserem Museum stehen viele Tiere ohne Vitrine frei im Raum um einen möglichst natürlichen Eindruck bei den Besuchern zu hinterlassen. Damit das so bleiben kann: bitte die Präparate nicht berühren.
- ⇒ Leider werden immer wieder Präparate in der Ausstellung mit Kaugummis verklebt und müssen ersetzt werden. Bitte Kaugummis vor dem Museumsbesuch entsorgen.
- ⇒ Meistens sind Schulklassen nicht alleine unterwegs. Bitte Rücksicht nehmen, sich in Zimmerlautstärke unterhalten und nicht herumrennen.

Bezugsquellen

Diese Unterlagen sind im Fossilienkoffer abgelegt. Sie stehen als PDF zum freien Download auf der Homepage des Bündner Naturmuseums zur Verfügung (www.naturmuseum.gr.ch unter Angebote -> Vermittlung). An der Museumskasse können auf Wunsch die Vorlagen gegen eine Gebühr von CHF -.20 pro schwarz/weiss Kopie vervielfältigt werden.

! Bitte kontrollieren Sie nach Ihrem Besuch, ob der Koffer vollständig ist. Beschädigte oder fehlende Inhalte bitte beim Empfang melden.



Ordner mit Unterlagen für Lehrpersonen

Lehrpersonen erhalten hier umfangreiche Informationen zu den im Bündner Naturmuseum ausgestellten Fossilien, um sich optimal auf den Museumsbesuch vorbereiten zu können. Die Zeit, in der sich die meisten Bündner Fossilien gebildet haben, die Trias, wird speziell behandelt, ebenso werden Grundlagen zur Fossilisation im Allgemeinen erläutert. Nebst Aufträgen zum Austeilen finden sich hier auch genaue Beschriebe und Informationen zur Anleitung von kleinen Arbeitseinheiten.

Zeitstrahl Erdgeschichte

Zusätzlich zum Koffer steht ein ausziehbarer Zeitstrahl im Massstab 1 cm = 10 Mio. Jahre zur Verfügung (aus Platzgründen nicht im Koffer selbst). Die Länge des gesamten Massstabs beträgt 5x 1m, 1 Teilstück (1 Meter) entspricht also 1 Milliarde Jahre (1000 Millionen Jahre). Die Erde ist ungefähr 4.6 Milliarden Jahre alt, zieht man den Massstab also ganz aus, erschliessen sich die zeitlichen Dimensionen des Lebens auf der Erde.

Box Erdgeschichte

Die Box beinhaltet

- Plastiktiere "klein"

Die Plastiktiere sind nicht explizit repräsentativ, sie sind als Vertreter ihrer jeweiligen Tiergruppe zu verstehen und dienen der Veranschaulichung.

- 11 grüne Karten

Auf den Karten lässt sich das erste Auftreten verschiedener Lebensformen ablesen. Diese 11 Karten entsprechen richtig zugeordnet den 11 grünen Punkten auf dem Zeitstrahl.

- 5 rote Karten

Diese Karten geben Auskunft über die grossen Massenaussterben der Erdgeschichte. Die 5 roten Karten entsprechen richtig zugeordnet den 5 roten Punkten auf dem Zeitstrahl.

Bilder der Trias

15 Stück

Auf der Rückseite der Bilder finden sich Informationen zur Tierart/-gruppe und zum jeweiligen Vorkommen in der Trias.



Blaues Tuch

Inseln

5 Stück, in Klarsichtmäppchen

A3 Bilder Fortbewegung

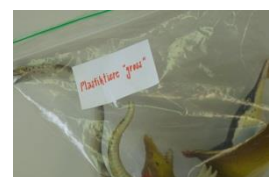
Insgesamt 17 Stück verteilt auf 6 Sets, nummeriert mit orangen Punkten

- Set 1: Fische (2 Bilder)
- Set 2: Landlebende Reptilien (2 Bilder)
- Set 3: Paddelsaurier (5 Bilder)
- Set 4: Fische (4 Bilder)
- Set 5: Pflasterzahnsaurier (2 Bilder)
- Set 6: Flugsaurier (2 Bilder)



Plastiktiere "gross"

6 Stück, nummeriert mit grünem Edding
Versorgt in Klarsichtbeutel
Zusatz: Delfin



Nr	Tiergruppe	Plastiktier "gross"	In der Ausstellung vertreten durch
1	Fische	Hai	<i>Saurichthys</i>
2	Landlebende Reptilien	Krokodil	<i>Macrocnemus</i>
3	Paddelsaurier	<i>Elasmosaurus</i>	<i>Neusticosaurus</i>
4	Fische	<i>Ichthyosaurus</i> (+Delphin)	<i>Ichthyosaurus</i>
5	Pflasterzahnsaurier	<i>Henodus</i>	<i>Psephoderma alpinum</i>
6	Flugsaurier	Flugsaurier	<i>Raeticodactylus filisurensis</i>

Box "Magic Card *Raeticodactylus filisurensis*"

Die Box beinhaltet

- Farbstifte divers
- 2 Leimstifte
- 1 Bostitch
- 1 Modell "Magic Card *Raeticodactylus filisurensis*"
- Doppelkarten (vorgefertigt und ungefertigt)
- Malvorlagen *Raeticodactylus* "einfach"
- Malvorlagen *Raeticodactylus* "seitlich"
- Folien *Raeticodactylus* "einfach"
- Folien *Raeticodactylus* "seitlich"

Bildergeschichte Fossilisation

10 Karten inklusive Deckblatt

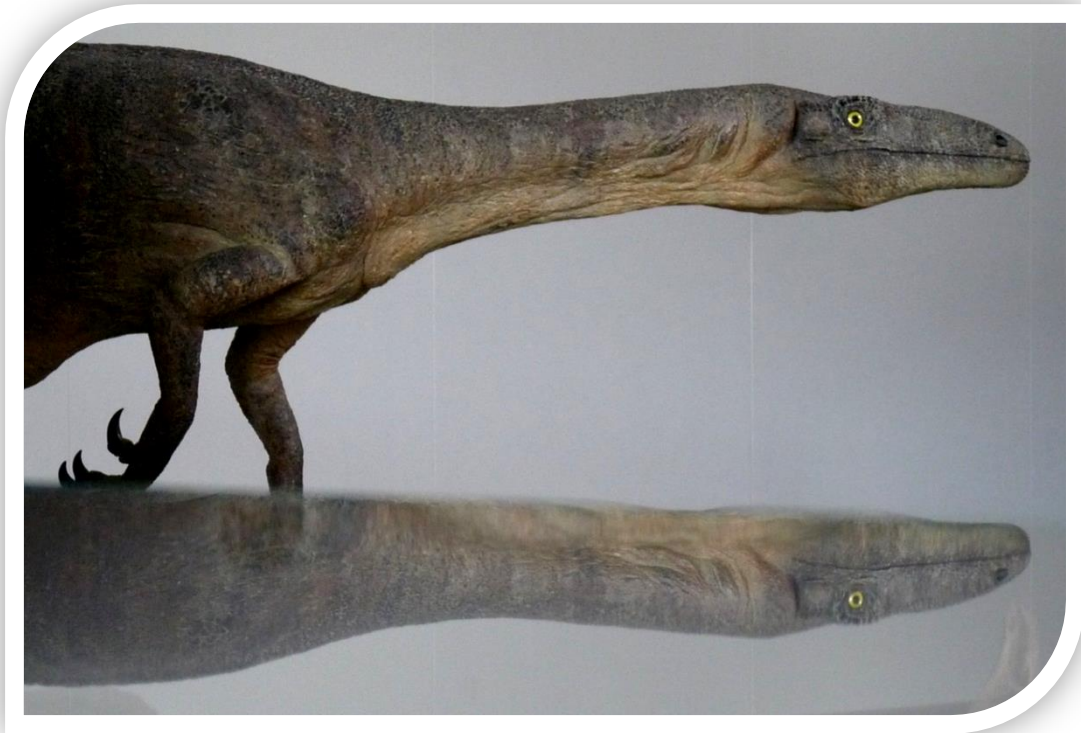
Experiment-Set fossilisierte Dinosaurier-Spuren

Das Set beinhaltet

- Blatt "Entwicklung der Dinosaurierspuren"
- 1 Holzlöffel
- 3 Plastikbecher mit Kreidekrümeln
- 2 Putzlappen
- 1 Plastischale durchsichtig
- 1 Plastikblache
- Lehm
- Kreide

Als Graubünden noch Meer war

Unterlagen für Lehrpersonen



Bündner Naturmuseum
Museum da la natira dal Grischun
Museo della natura dei Grigioni



Wie in der Paläontologie ist auch in der Paläogeographie alles Rekonstruktion. Da zu den Jahrmillionen alten Vorgängen nichts schriftlich, bildlich oder mündlich überliefert ist, muss man durch Interpretation und Modelle zu Erkenntnissen gelangen. Man versucht also durch eine Rekonstruktion nachzuvollziehen, was wann wie gewesen sein könnte. Die Erkenntnisse haben somit immer hypothetischen Charakter; sie sind quasi ein Vorschlag. Im Falle der Erdgeschichte der Schweiz machten GeologInnen in ihren Modellen zur Alpenentstehung Verfaltungen und Überschiebungen rückgängig. Dadurch gelang es, die ursprünglichen Ablagerungsräume der Gesteine, die die heutigen Alpen ausmachen, zu rekonstruieren und so Schritt für Schritt die Entwicklung der Gebirgsbildung aufzugliedern.

Vor 240 Millionen Jahren, in der mittleren Trias, liegt das Gebiet der heutigen Schweiz im Randgebiet eines einzigen grossen Kontinents - Pangäa. An diesen Kontinent stösst im Osten die Tethys, ein ursprüngliches Meer, geprägt durch Inseln und Flachwassergebiete.

Vor 160 Millionen Jahren beginnt der Superkontinent Pangäa sich zu entzweien. Allmählich entstehen ein Nord- und ein Südkontinent, genannt Laurasia und Gondwana. Dazwischen öffnet sich ein tiefer Ozean mit vielen untermeerischen Vulkanen im Bereich der Riftzone, also dort wo die beiden Kontinente auseinander driften.

Vor 90 Millionen Jahren nähern sich die beiden grossen Kontinentalplatten einander wieder an und stossen schliesslich zusammen. Dabei "überfährt" die südliche die nördliche Platte, welche in den Untergrund, in den weicheren Erdmantel, absinkt (Subduktion). Mächtige Gesteinspakete, sogenannte Decken, werden dabei aufeinander geschoben.

Vor 30 Millionen Jahren verkeilen sich die beiden Platten ineinander, sodass die nördliche Platte nicht mehr problemlos unter die südliche absinken kann. Durch das Verkeilen beginnt sich nun die Gebirgskette der Alpen herauszuheben. Sie besteht im Wesentlichen aus drei übereinander geschobenen Decken: dem Helvetikum, dem Penninikum und dem Ostalpin. Während der Kollision der Platten werden die Gesteine des Ostalpins deformiert, in der Tiefe auf über 200 °C aufgeheizt und in Richtung Nordwesten über den Nordkontinent Laurasia geschoben. Dieser Prozess dauert bis heute an; die Alpen gewinnen also Jahr für Jahr an Höhe. Die Gesteine, die durch die Faltung und anschliessende Hebung auf über 3000 Meter gehoben wurden, sind der Verwitterung durch Wind, Wasser und Erosion ausgesetzt.

Graubünden, das heute inmitten der Alpen liegt, lag in der Mitteltrias unter Wasser: das gesamte Gebiet gehörte zu einem weiten Flachmeer am Westrand der damaligen Tethys. Hier bot eine weitläufige Karbonatplattform, so wie wir sie heute beispielsweise von den Bahamas oder dem Great Barrier Reef kennen, einer vielfältigen Pflanzen- und Tierwelt Lebensraum. Gegliedert wurde diese Plattform, die bei niedrigem Wasserstand gelegentlich auch vom Ozean abgeschnitten wurde, durch verschiedene Becken, Untiefen, Inseln, Sandbänke und Riffe. Mit Wassertemperaturen von ca. 25°C und ausgeprägten Trocken- und

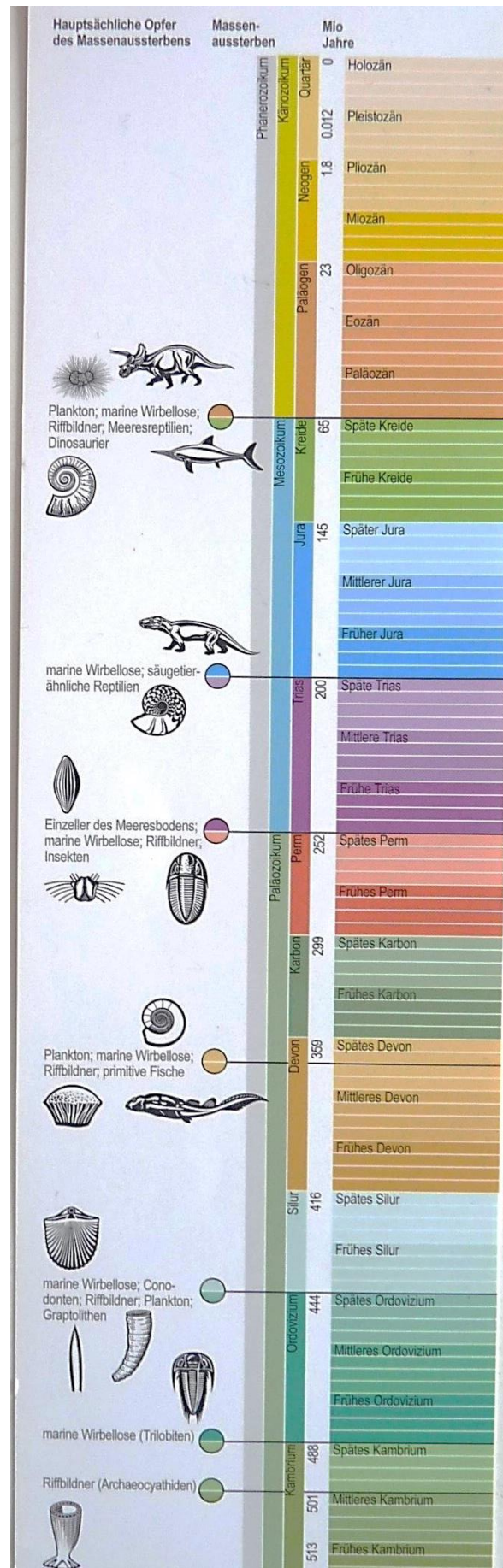
Regenzeiten waren die klimatischen Bedingungen im heutigen Graubünden zu dieser Zeit tropisch. In der Trias wurde insgesamt rund 1200 Meter Sediment im flachen Meer abgelagert. Alle in der Ausstellung gezeigten Fossilien stammen aus diesen Meeresab-lagerungen, welche im Zuge der späteren Alpenbildung in die Höhe gehoben wurden.

Zeitstrahl Erdgeschichte

Aus: Massenaussterben und Evolution. H. Bucher, H. Furrer, M. Hautmann, Ch. Klug, M. Sánchez-Villagra (2009). Paläontologisches Institut und Museum und Zoologisches Museum der Universität Zürich

Literatur

- So kam der Fisch auf den Berg - Eine Broschüre über die Fossilfunde am Ducan - H. Furrer (2009) Bündner Naturmuseum Chur und Paläontologisches Institut der Universität Zürich. 2. aktualisierte Auflage
- Der Ozean im Gebirge – Eine geologische Zeitreise durch die Schweiz - H: Weissert, I. Stössel (2010) vdf Hochschulverlag AG. 2., überarbeitete Auflage
- Das Matterhorn aus Afrika : die Entstehung der Alpen in der Erdgeschichte – M. Marthaler (2002)





Normalerweise werden Lebewesen nach ihrem Tod zersetzt. Dabei zerkleinern und verwerten verschiedenste Aasfresser den verendeten Organismus, oder aber er wird durch Verwesung abgebaut. Durch dieses "Recycling" kann ein organisches Lebewesen wieder in seine anorganischen Bestandteile zerlegt, und dadurch erneut Teil des Nährstoff-Kreislaufs werden.

Fossilien sind die Reste vorzeitlicher Lebewesen oder deren Lebensspuren. Entsteht also ein Fossil, laufen die oben beschriebenen Abbau-Prozesse verändert, das heisst nicht oder nur unvollständig, ab. Dafür müssen spezielle Bedingungen erfüllt sein, wie beispielsweise ein lebensfeindliches Milieu am Ablagerungsort (dort wo der Organismus gestorben ist und zu liegen kommt) und eine rasche Einbettung durch möglichst feine Ablagerungen (Sediment). Dass ein Fossil entsteht, stellt also die absolute Ausnahme dar. Oftmals werden auch nur einzelne Knochen oder andere Fragmente bewahrt, vollständige Skelette sind eine Seltenheiten.

Nachdem der abgestorbene Organismus im Sediment eingebettet wurde, beginnen Zersetzungs- und Umwandlungsprozesse. Dies bezeichnet man als Fossilisation. Die wichtigsten Rollen spielen dabei Zeit, Druck, Temperatur und auch Chemismus. Biologische und chemische Mechanismen sind die wichtigsten Faktoren, die die Zersetzungsprozesse steuern: Falls Sauerstoff zur Verfügung steht, so wird die Verwesung durch oxidierende Bakterien geschehen, ohne Sauerstoff steuern Schwefel-reduzierende Mikroben den Abbau; die sogenannte Fäulnis. Meist bleiben nach diesen Prozessen nur Hartteile wie Knochen, Schalen und Zähne im Sediment erhalten. Im Laufe der Zeit werden die eingebetteten Überreste von weiteren Sedimentschichten überdeckt. Dadurch steigen Druck und Temperatur und das weiche Sediment mit eingelagerten Überresten wird immer mehr zusammengepresst. Umwandlungsprozesse, bei denen neue Mineralien gebildet werden, führen zur Verfestigung des lockeren Sediments. Während langer geologischer Zeiträume entstehen so aus den lockeren Ablagerungen ein Sedimentgesteine und aus den Überresten der Organismen die Fossilien.

Werden die ursprünglichen Materialien vollkommen umgewandelt und durch neue Mineralien ersetzt, so spricht man von Versteinerung. Dies ist bei pflanzlichem Material oder bei kalkigen Schalen von Organismen häufig der Fall. Bei Knochen und Zähnen von Wirbeltieren ist die Erhaltung des skelettbildenden Kalziumphosphats die Regel, hier liegt keine Versteinerung vor.

Literatur

So kam der Fisch auf den Berg - Eine Broschüre über die Fossilfunde am Ducan - H. Furrer (2009) Bündner Naturmuseum Chur und Paläontologisches Institut der Universität Zürich. 2. aktualisierte Auflage



Portraits der Ausstellungsobjekte

Saurichthys

vollständig erhaltenes Skelett mit Mageninhalt

Fundort Ducanfurgga

Raubfisch

1 m lang



Literatur

H. Furrer (2015) Saurichthys : versteinerte Jäger der Urzeitmeere

Macrocnemus

unvollständiges Skelett

Fundort Ducanfurgga

Eidechsenartiges Reptil



Literatur

N.Fraser & H.Furrer (2013) A new species of Macrocnemus from the Middle Triassic of the eastern Swiss Alps. In Swiss journal of geosciences. - Vol. 106

Neusticosaurus

fast vollständig erhaltenes Skelett

Fundort Prosanto-Formation (1998)

Paddelsaurier (schwimmendes Reptil)

80 cm lang



Ichthyosaurier

Zähne, Knochen, Koprolith (Kot)

Fundort Kössen-Formation → Tinzenhorn, Schesaplana, Piz Mitgel

Fischsaurier (schwimmendes Reptil)

ca. 3 m lang

Fisch- und Paddelsaurier gehören zu den Meeressauriern. Es sind Reptilien, die sekundär ins Wasser zurückgekehrt sind. Sie verfügen deshalb nicht wie Fische über Kiemen, sondern müssen immer wieder an die Oberfläche, um Luft zu holen. Auch ihre Eier waren noch an das Leben an Land angepasst, die Meeressaurier selbst waren jedoch wahrscheinlich nicht mehr in der Lage, an Land zu kriechen um ihre Eier zu legen. Dieses Problem lösten Meeressaurier durch die sogenannte Ovoviviparie. Dabei brüten die Tiere ihre Eier im

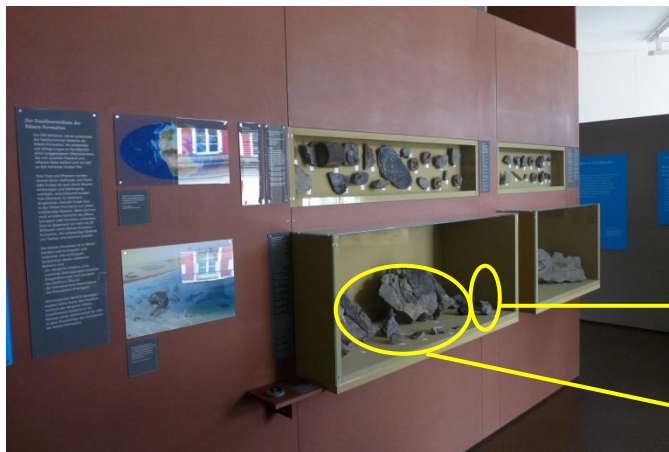
Mutterleib in einer Bauchtasche aus. Die Jungen werden also lebend geboren, nachdem sie noch im Körper der Mutter geschlüpft sind. Von Ichthyosauriern wurden sogar verschiedentlich fossilisierte Exemplare mit ein oder mehreren Jungen derselben Art im Bauch gefunden.

Psephoderma alpinum

Panzerfragment, Schädel, Zähne

Fundort Kössen-Formation → Piz Mitgel, Schesaplana, Tinzenhorn, Chrachenhorn

Pflasterzahnsaurier (Reptil mit schildkröten-ähnlichem Panzer)



Ichthyosaurier-Überreste

Psephoderma alpinum-Überreste

Raeticodactylus filisurensis

fast vollständiges Skelett

Fundort Kössen-Formation → Tinzenhorn (2005)

Flugsaurier (fliegendes Reptil)

135 cm Flügelspannweite

In der Ausstellung findet sich: fast vollständiges Skelett



Der *Raeticodactylus* lebte in der späten Trias, vor 205- 210 Mio. Jahren. Zu dieser Zeit begann die Evolution der Flugsaurier gerade erst, was den *Raeticodactylus* zu einem seltenen Fund macht. Der gut erhaltene Schädel des Sauriers weist beeindruckende Zähne auf: dies weist den Flugsaurier als ausgeprägtes Raubtier aus.

Literatur

R. Stecher (2008) A new Triassic pterosaur from Switzerland (Central Austroalpine, Grisons), *Raeticodactylus filisurensis* gen. et sp. nov. In Swiss journal of geosciences. - 101, S. 185-201



Die SchülerInnen/Teilnehmenden können die Ausstellung selbstständig erkunden. Für diesen Fall findet sich weiter hinten im Ordner ein Postenlauf mit Aufträgen zum Austeilen. Alternativ lässt sich bei kleineren Gruppen oder Präferenz von Frontalunterricht die Ausstellung (mithilfe des Materials aus dem Fossilienkoffer) auch als geführter Rundgang gemeinsam entdecken. Im Folgenden werden die Aufgaben, die bei den jeweiligen Ausstellungsteilen angeleitet werden können, kurz erläutert.

Erdgeschichte

Material: Box Erdgeschichte, Zeitstrahl

Aufgaben:

- Zeitstrahl ausziehen, kurze Erläuterung zu den Dimensionen (Erde 4.6 Mrd. Jahre alt, 1cm = 10 Mio. Jahre, 1 Teilstück des Meters = 1 Mrd. Jahre). Plastiktiere "klein" zuordnen lassen: Tiergruppen zum Zeitpunkt ihres ersten Auftretens in der Fossilgeschichte neben den Zeitstrahl legen. Korrigieren/ Abgleichen mittels der 11 grünen Karten. Um die Einzeller zu demonstrieren könnte man z.B. auf den Strahl husten.
- Massenaussterben aufzeigen und simulieren. Die grossen Massenaussterben der Erdgeschichte auf dem Zeitstrahl zeigen, mittels zuordnen der 5 roten Karten zu den 5 roten Punkten auf dem Zeitstrahl. Danach die vorher ausgelegten Plastiktiere den roten Karten entsprechend nach und nach "aussterben" lassen (durch Wegnehmen vom Zeitstrahl). Am Schluss liegen entlang des Zeitstrahls nur noch heute lebende Gruppen da.
- Nun kann man den Zeitstrahl betrachten: Welche Tiergruppen haben lange Zeit überdauert? Welche sind schnell wieder ausgestorben? Welche leben noch heute? Welche davon sind erdgeschichtlich alt, welche jung? Was sind die ältesten Lebewesen überhaupt?



Übrigens: die Treppe vom EG ins 2. OG lässt sich auch als Zeitstrahl nutzen. Wenn wir für jeden Schritt 5 Mio. Jahre zurückzählen, sind wir im 2. OG nach 44 Treppenstufen mitten in der Trias angelangt!

Bilder der Trias

Material: Bilder der Trias, blaues Tuch, Inseln

Aufgabe:

- In der Trias (vor 252 – 200 Mio. Jahren) lag der ganze Kanton Graubünden unter einem tropischen Flachmeer, der Tethys. Nur ab und zu erhob sich eine Insel in dieser lagunenartigen Landschaft. Dies verdeutlichen die Ausstellungstexte und Bilder zu Beginn des Moduls "Fossilien in Graubünden". Zur Visualisierung dieser Zeit, die die Entstehungszeit der meisten Bündner Fossilien darstellt, breitet man das blaue Tuch als "Meer" auf dem Boden aus und lässt die Inseln darauf verteilen. Nun kann man die Bilder der Trias einzeln durchgehen und sich gemeinsam bei jedem überlegen: hat dieses Tier (spezifisch oder als Vertreter der jeweiligen Tiergruppe) in der Trias bereits gelebt? Wenn ja, platziert man es gemeinsam in der Landschaft (Meer/Insel). Als Echsenvertreter und für den Flugsaurier lassen sich anstelle des Bilds optional auch die Plastiktiere "gross" (Flugsaurier und Krokodil) benutzen.
- Infos zu den jeweiligen Tiergruppen finden sich direkt auf der Hinterseite der Bilder der Trias.



Fortbewegung

Material: A3 Bilder Fortbewegung, Plastiktiere "gross"

Aufgaben:

- Die 6 verschiedenen Tiergruppen, deren Fortbewegung nachfolgend besprochen wird, sind in der Ausstellung jeweils durch verschiedene Fossilien/Überreste repräsentiert (siehe Tabelle). Als Einstieg die Plastiktiere "gross" als Vertreter einer Tiergruppe unter den Teilnehmenden verteilen: Suche das dieser Tiergruppe zugehörige Fossil / die fossilen Überreste in der Ausstellung. Platziere das Plastiktier beim Fossil.

Nr	Tiergruppe	Plastiktier "gross"	In der Ausstellung vertreten durch
1	Fische	Hai	<i>Saurichthys</i> (Vitrine Mitte)
2	Landlebende Reptilien	Krokodil	<i>Macrocnemus</i> (Vitrine Mitte)
3	Paddelsaurier	<i>Elasmosaurus</i>	<i>Neusticosaurus</i> (fensterseitige Wand)
4	Fischsaurier	<i>Ichthyosaurus</i> (+Delphin)	<i>Ichthyosaurus</i> (Standort siehe S.15)
5	Pflasterzahnsaurier	<i>Henodus</i>	<i>Psephoderma alpinum</i> (Standort siehe S.15)
6	Flugsaurier	Flugsaurier	<i>Raeticodactylus filisurensis</i>

- Vorgehende Aufgabe auflösen, danach die Fossilien anhand der A3 Bilder Fortbewegung vorstellen. Dabei soll in einer Kurzführung vor allem die Fortbewegungsweise dieser zum Teil wasserlebenden Tiere dargestellt werden. Alle vorgestellten triassischen Meeressaurier stammen schlussendlich von landlebenden Reptilien ab. Wie haben sich ihre Extremitäten verändert, um ein Leben im Wasser zu ermöglichen?
- (1) *Saurichthys*: ein Fisch zum Anfang

Neben Meeresreptilien lebten auch Fische im tropischen Meer der Trias. Ein besonders schönes fossiles Exemplar in der Ausstellung ist *Saurichthys*. Er war ein Stossräuber, ähnlich dem heute lebenden Hecht. Er wartete versteckt in der Ufervegetation auf seine Beute und schlug dann mit kräftigem, kurzem Vorwärtsdrall schnell zu. Für die klassische fischartige Bewegung ist die Wirbelsäule verantwortlich. Der Vorwärtsdrall kommt vor allem aus dem hinteren Teil der Wirbelsäule, weswegen *Saurichthys* unglaublich lang war. Am Fossil sieht man, dass im hinteren Teil der Wirbelsäule, wo der Vorwärtsdrall herkommt und wo konsequenterweise viele Muskeln ansetzen müssen, die Rippen verlängert sind.
- (2) *Macrocnemus*: ein typischer Landbewohner

Auf einigen Inseln im Bündner Trias-Meer lebten selbstverständlich auch landlebende Reptilien. Sie sollen uns als Vorlage für die allgemeine Fortbewegungsweise der Reptilien dienen: wie jede andere Echse im Kriechschritt. Die Beine befinden sich neben dem Körperschwerpunkt und werden abwechselnd schlängelnd links und rechts aufgesetzt. Das Skelett des *Macrocnemus* widerspiegelt diese Gangart: die Wirbelsäule ist relativ unauffällig, während die langen Beine und die Schultern, respektive Hüften auffallen.
- (3) *Neusticosaurus*: ein früher Vertreter der Paddelsaurier

Eine Möglichkeit zur Anpassung ans Wasserleben zeigen die Paddelsaurier: sie besitzen verkürzte Oberarme und -schenkel und verstärkte Becken, Schulter-, Nacken- und Rippenpartien, wo ihre stärksten Schwimmmuskeln ansetzen. Mit kräftigen Paddelschlägen bewegten sie sich durchs Wasser. Diese Fortbewegungsweise wurde später im Jura von den grossen Paddelsaurier (*Elasmosaurus* - Plastiktier, nicht als Fossil in der Ausstellung) perfektioniert. Wie man sich diese Paddelbewegungen genau vorzustellen hatte, ist unklar. Bewegten sich alle 4 Extremitäten zeitgleich oder in koordinierter Abfolge?
- (4) *Ichthyosaurus*: Fischeurier besitzen Flossen

Die zweite Möglichkeit zur Fortbewegung unter Wasser ist das klassische Schwimmen. Fischeurier haben in ihrer Entwicklung diesen Weg eingeschlagen. Die frühesten Fischeurier aus der Trias zeigen bereits eine erste Verkürzung ihrer Extremitäten zu Steuer-Flossen (*Mixosaurus*) und eine Verstärkung der Dornfortsätze an den Rückenwirbeln, wo die Rumpfmuskulatur ansetzt. Diese

vergrößerte Ansatzfläche der Dornfortsätze ermöglichte mehr Muskulatur. Deshalb konnten sich Fischeosaurier wie Fische schlängelnd durchs Wasser bewegen, wobei sie ihre Flossen als Steuer verwendeten. Der *Ichthyosaurus* stellt eine "moderne", jurassische Form der Fischeosaurier dar.

ACHTUNG: Fischeosaurier sind nicht die „Delfine der Trias“! Delfine sind Säugetiere und bewegen sich nicht schlängelnd durchs Wasser, sondern durch Rumpfbeugungen und -streckungen wie ein Pferd im Galopp.

- (5) *Psephoderma alpinum*: Pflasterzahnsaurier essen unter Wasser

Pflasterzahnsaurier waren Landbewohner. In die küstennahen Gewässer tauchten sie nur zum Essen. Dementsprechend erscheint auch ihr Skelett: Ihre Extremitäten zeigen keine grosse Anpassung an ein marines Leben und auch die Wirbelsäule scheint unauffällig im Vergleich zum restlichen Körper. Frühe Formen, wie z.B. der Pflasterzahnsaurier auf dem A3 Bild, bewegten sich im Wasser wohl schlängelschwimmend fort - ähnlich den heutigen Krokodilen. Darauf weisen vor allem ihre verlängerten Dornfortsätze hin. Späteren Pflasterzahn-sauriern (*Henodus* - Plastiktier) war das Schlängelschwimmen wohl nicht mehr möglich, da ihr Rumpf zunehmend unbeweglicher wurde. Vermutlich bewegten sich diese späteren Formen durch Ruderbewegungen der Beine durchs Wasser. Auffällig und namensgebend für diese Saurier sind die harten Zahnplatten (Pflasterzähne) hinten im Gaumen, welche es den Tieren ermöglichten, harte Schalen von Muscheln und Ähnlichem zu knacken.

- (6) *Raeticodactylus filisurensis*: auch der Luftraum wurde erobert

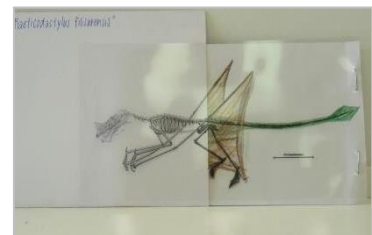
Eine schweizerische Seltenheit und Sensation lässt sich in der letzten Vitrine des Rundgangs betrachten. Ein fast vollständiges Skelett eines Flugsauriers! Auch diese Fortbewegungsweise entwickelte sich während der Trias und lässt sich am ehesten mit dem aktiven Flugstart und Segelflug der heute lebenden grossen Meeresvögel wie Albatrosse vergleichen. Wie genau sich die Fähigkeit zu fliegen entwickelt hat, ist jedoch bis heute umstritten. Der Theorie des vom Boden ausgehenden Erwerbs über springende Zwischenformen steht die Entwicklung vom passiven Baumgleiter zum aktiven Flieger gegenüber. Das Fliegen ist sicherlich die energieaufwändigste Fortbewegungsweise und es muss davon ausgegangen werden, dass Flugsaurier deswegen Warmblüter waren oder ihren Körper mit einer Behaarung oder Befiederung vor Energieverlust schützten.

Magic Card Raeticodactylus

Material: Box "Magic Card Raeticodactylus filisurensis"

Aufgabe:

- Wie wird aus einem fossilen Skelettfund ein fertiges Modell eines Sauriers, so wie der *Raeticodactylus* oder der *Liliensternus* in der Ausstellung? Genau, man nimmt die Informationen, die einem die Überreste des Fossils geben und versucht, dort anzusetzen, wo die fossilen Strukturen es andeuten. Diese Aufgabe soll diesen Prozess visualisieren.
- Es stehen zwei Versionen zur Auswahl: "einfach" und "seitlich". Anhand der Malvorlage wird überlegt und dann direkt eingezeichnet, welche Körperform ein Flugsaurier mit Flughaut wohl hatte.
- Danach wird die Folie passgenau über die Malvorlage gelegt und mit dieser zusammengeheftet. Jetzt leimt (oder heftet) man eine Doppelkarte seitlich zusammen, so dass man die Malvorlage in die Doppelkarte hineinschieben kann. Die Folie wird nicht hineingeschoben, sie kommt aussen auf der Doppelkarte zu liegen. Wird nun die Malvorlage langsam herausgezogen, lässt sich der Übergang von Skelett zu Modell illustrieren.



Modell "Magic Card"

Fossilisation

Material: Bildergeschichte Fossilisation

Aufgabe:

- Wie entstehen eigentlich all die Fossilien, die wir hier in der Ausstellung bestaunen können? In die richtige Reihenfolge gelegt, erklärt die Bildergeschichte das Rätsel der Fossilisation. Die Auflösung findet sich hinten auf den Karten.
- Kurzbeschreibung: Saurier schwimmt (ein *Elasmosaurus*)/ frisst Ammonit/ erstickt daran/ sinkt tot zu Boden (eines der wichtigsten Bedingungen für eine Fossilisation: ein schneller Tod!)/ wird zugedeckt von Sediment, ebenfalls relativ rasch → niemand kann mehr daran "knabbern", anaerobes Milieu wirkt der Zersetzung entgegen/ mehr Sediment lagert sich ab/ Faltung der Erdschichten findet statt/ Verwitterung und Erosion wirken, das Fossil kommt langsam an die Oberfläche/ ein Bergsteiger entdeckt das Fossil.

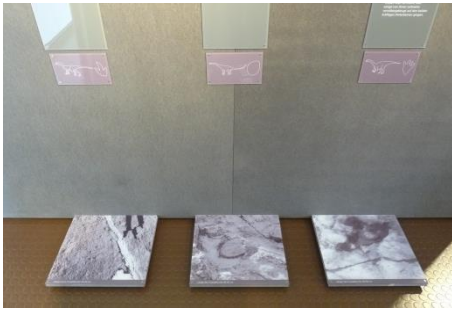
Die richtige Reihenfolge findet sich auf der Hinterseite der Bildergeschichte.

Experiment Fossilisation

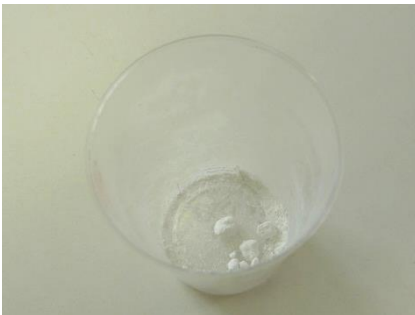
Material: Experiment-Set fossilisierte Dinosaurier-Spuren

Aufgabe:

- In der Ausstellung finden sich Bilder mit 3 verschiedenen fossilisierten Dinosaurier-Spuren (hinter der Rekonstruktion des *Liliensternus*); mithilfe des Blatts "Entwicklung der Dinosaurierspuren" kann ein Einstieg ins Thema gemacht werden.



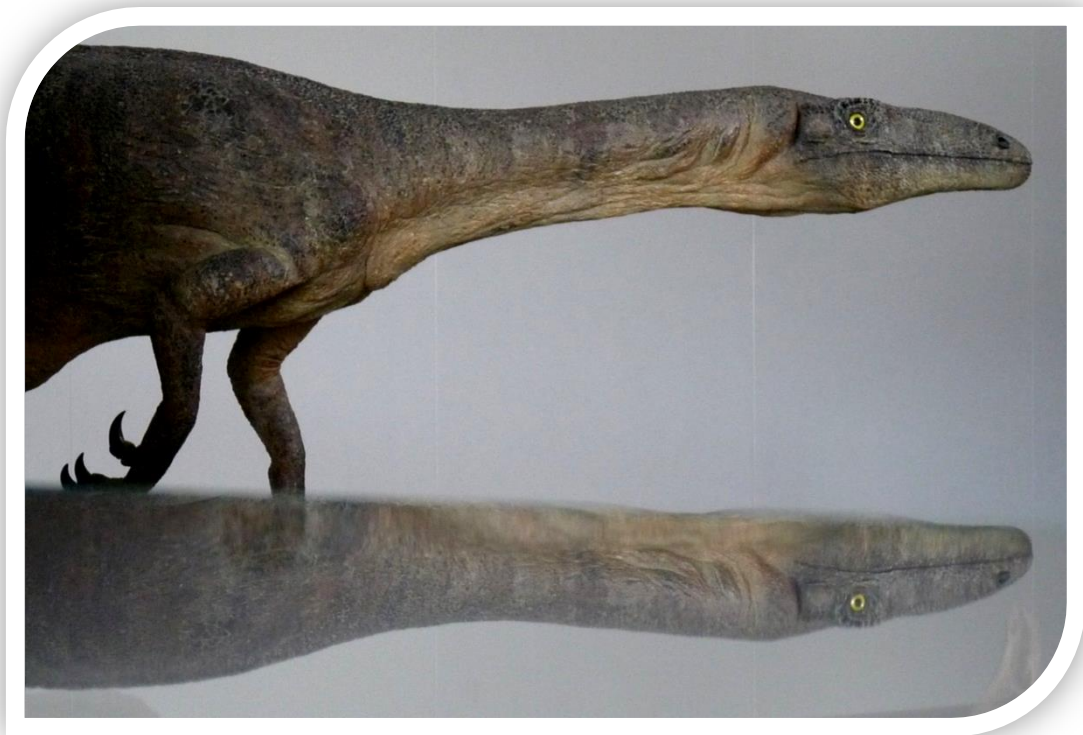
- Die Plastikblache ausbreiten, die durchsichtige Plastikschale darauf stellen und etwas Lehm hineingeben. Um zu demonstrieren, wie fossilisierte Dinosaurier-Spuren entstehen, lässt man nun jemanden einen Fuss- oder Handabdruck in den Lehm machen (zum Reinigen der Schuhe sind Putzlappen vorhanden). Jetzt füllt man die Spur mit einem Gemisch aus Wasser und etwas Kreidekrümeln - so wie es auch passierte, wenn am Meeresstrand eines Urzeitmeers ein Dinosaurier eine Fährte hinterliess.



- Die Kreidekrümel symbolisieren sich im Wasser befindliche Mikroorganismen, welche Ablagerungen aus Kalk, Silikat etc. verursachen und so das angrenzende Milieu verfärben. Wird die Spur allmählich von weiteren Ablagerungen zugedeckt und durch Druck und Temperatur dem Prozess der Gesteinsbildung unterworfen, so wird man die versteinerte Spur oder den versteinerten Umriss des Trittsiegels Jahrtausende später im entstandenen Gestein als verschieden vom umgebenden Gestein erkennen.

Als Graubünden noch Meer war

Postenlauf - Aufträge



Bündner Naturmuseum
Museum da la natira dal Grischun
Museo della natura dei Grigioni



Auftrag Erdgeschichte

Material: Box Erdgeschichte, Zeitstrahl

Zieh den Zeitstrahl ganz aus (Achtung: 5 m lang!) und überlege dir, wie alt die Erde sein könnte. 1 cm auf dem ausziehbaren Zeitstrahl entspricht 10 Mio. Jahre in der Erdgeschichte. Lege dann die grünen und die roten Karten auf beiden Seiten des Zeitstrahls in der richtigen Reihenfolge an ihren Platz. Die Punkte auf dem Zeitstrahl geben dir dazu Hinweise.

Aufgabe 1

Lese die grünen Karten genau und lege dann die kleinen Plastiktiere anhand ihres ersten Auftretens in der Erdgeschichte entlang dem Zeitstrahl hin. Fülle anschliessend die Tabelle aus.

Vor ... Mio. Jahren	Auftreten der Tiergruppen

Aufgabe 2

Es gab in der Erdgeschichte mehrere Massenaussterben, auf den roten Kärtchen steht, wann diese stattfanden und welche Tiere davon betroffen waren. Fülle die Tabelle aus - welche Tiergruppen sind wann wieder ausgestorben?

Vor ... Mio. Jahren	Aussterben der Tiergruppen

Aufgabe 3

Nun kannst du diese Tiere, welche die fünf Massenaussterben nicht überlebt haben wieder vom Zeitstrahl wegnehmen. Übrig bleiben die, die bis heute noch leben. Welche Tiergruppen haben überlebt? Welche Lebewesen sind demnach die ältesten Lebewesen der Erdgeschichte?



Material: Bilder der Trias, blaues Tuch, Inseln

In der Trias (vor 250 – 200 Mio. Jahren) war Graubünden von einem flachen tropischen Meer bedeckt. Ab und zu lagen kleine Inseln darin. Richte auf dem Boden aus dem blauen Tuch und den Inseln eine Trias-Landschaft ein.

Aufgabe 1

Betrachte die 15 "Bilder der Trias" genau und überlege dir: Welches Tier oder welche Tiergruppe könnte bereits in der Trias gelebt haben, welche nicht?

Bild	Tierart/Tiergruppe	In Trias gelebt (Ja/Nein)
1		
2		
3		
4		
5	<i>Brachiosaurus</i>	
6		
7		
8		
9	<i>Triceratops</i>	
10		
11		
12	Fischsaurier	

13		
14		
15		

Aufgabe 2

Ordne nun die Tierbilder, die tatsächlich aus der Trias stammen könnten, dem richtigen Landschaftselement in der Trias-Landschaft am Boden zu. Fülle anschliessend die Tabelle aus.

Bild	Tierart	Landschaftselement (Insel/Meer)



Material: A3 Bilder Fortbewegung, Plastiktiere "gross"

Schau dir die A3 Bilder "Fortbewegung" genau an. Sie zeigen Skelette und/oder Lebendrekonstruktionen von verschiedenen Fossilien, die in der Ausstellung zu finden sind. Ordne die A3 Bilder den entsprechenden Fossilien in der Ausstellung zu. Zu jedem Fossil gehört auch eines der sechs Plastiktiere. Findest du heraus, welches zu welchem? Ordne auch sie den richtigen Fossilien zu.

Aufgabe 1

Betrachte die Bilder der Skelette oder die fossilisierten Knochen in der Ausstellung selbst. Wie bewegten sich diese Tiere wohl fort? Welcher Körperteil war maßgeblich für die Fortbewegung dieser Tiere verantwortlich?

Nr.	Fossil	Fortbewegungsweise	Körperteil
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Aufgabe 2

Vergleiche das Plastiktier des ausgestorbenen *Ichthyosaurus* mit dem des heute lebenden Delfins. Wie unterscheiden sich die beiden Tiere? Worin sind sie sich ähnlich?



Auftrag Magic Card *Raeticodactylus*

Material: Box "Magic Card Raeticodactylus filisurensis"

Bereits die Plastiktiere haben uns gezeigt, dass es nicht immer ganz einfach ist, sich ein Fossil als lebendes Tier vorzustellen. Bei diesem Auftrag kannst du deiner Fantasie freien Lauf lassen! Wie meinst du, hat der Bündner Flugsaurier *Raeticodactylus filisurensis* wohl ausgesehen?

Aufgabe:

- Versuche, dir möglichst genau den Verlauf der Flughaut des *Raeticodactylus*, seine Körperanhänge und seine Färbung vorzustellen.
- Zeichne dann den *Raeticodactylus*, so wie du ihn dir vorstellst, auf die Malvorlage.
- Jetzt kannst du eine Folie passgenau über die Malvorlage legen und mit dieser zusammenheften.
- Danach leimst (oder heftest) du eine Doppelkarte seitlich zusammen, so dass du die Malvorlage in die Doppelkarte hineinschieben kann. Die Folie wird nicht hineingeschoben, sie kommt aussen auf der Doppelkarte zu liegen.
- Fertig ist deine Magic Card!



Material: Bildergeschichte Fossilisation, Experiment-Set fossilisierte Dinosaurier-Spuren

Hinter der Rekonstruktion des Raubsauriers *Liliensternus* findest du Bilder von drei verschiedenen versteinerten Dinosaurierspuren im Fels. Schau sie dir genau an und studiere anschliessend auch die „echten“ Fussabdrücke des Raubsauriers an der Rekonstruktion. Wie versteinert eigentlich ein Fussabdruck? Und wie fossilisieren ganze Tiere?

Aufgabe 1

Führe das unten beschriebene Experiment durch. Es soll dir helfen nachzuvollziehen, wie Dinosaurierspuren fossilisieren können und sich über Millionen von Jahre immer noch vom Untergrundgestein abheben.

Experimentanleitung

1. Vorbereitungen: breite die Plastikblache aus, löse ein wenig Kreide in einem Becher Wasser auf, öffne ein neues Pack Ton und lege es in die durchsichtige Plastikschaale.
2. Mache im frischen Ton einen Hand- oder Fußabdruck.
3. Gieße das Kreidewasser sorgfältig in die entstandene Vertiefung und bewege die Plastikschaale sanft.
4. Was bleibt im Abdruck hängen?
5. Diese Ablagerungen führen dazu, dass man die versteinerte Spur oder den versteinerten Umriss des Trittsiegels Jahrtausende später im entstandenen Gestein als verschieden vom umgebenden Gestein erkennen wird.
6. Was denkst du, was könnten die Kreidekrümel darstellen?

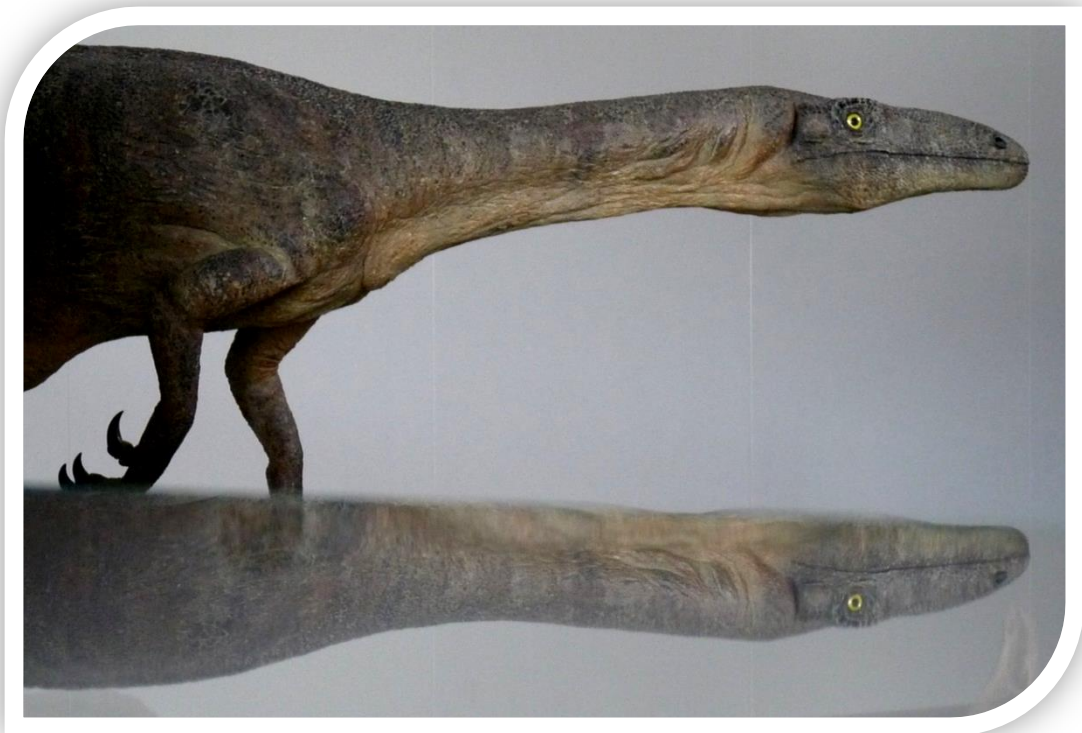
Aufgabe 2

Versuche mithilfe der Bildergeschichte Fossilisation die verschiedenen Schritte der Fossilisation zu verstehen. Welche Prozesse sind nötig, damit ein lebendiger Körper zu einem schön erhaltenen Fossil wird? Lege die Karten in die richtige Reihenfolge und beschreibe anschliessend die einzelnen Schritte in Worten.

Bild Nr.	Beschreibung
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Als Graubünden noch Meer war

Postenlauf - Lösungen



Bündner Naturmuseum
Museum da la natira dal Grischun
Museo della natura dei Grigioni



Auftrag Zeitstrahl / Box Erdgeschichte

Aufgabe 1

Vor ... Mio. Jahren	Auftreten der Tiergruppen
3500	Erste Einzeller
600	Erste Würmer und niedere Mehrzeller
520	Trilobiten
480	Belemniten und Seesterne
440	Fische und erste Landpflanzen
400	Ammoniten, Amphibien und erste Insekten
300	Reptilien und Libellen
235	Dinosaurier
150	Dinosaurier und erste Vögel
60-50	Säugetiere
4	Erste Menschenartige

Aufgabe 2

Vor ... Mio. Jahren	Aussterben der Tiergruppen
488	Trilobiten
444	Riffbildner und andere marine Wirbellose

252	Marine Wirbellose, erste Fische, erste Insekten
200	Marine Wirbellose, erste säugetierähnliche Reptilien
65	Marine Wirbellose (Belemniten, Ammoniten), Dinosaurier und Meeresreptilien

Aufgabe 3

Überlebt haben Einzeller, Würmer, Fische, Pflanzen, Amphibien, Libellen, Vögel, Säugetiere, Menschenartige. Zu den ältesten Lebewesen der Erdgeschichte gehören demnach Einzeller und Würmer.



Aufgabe 1

Bild	Tierart/Tiergruppe	In Trias gelebt (Ja/Nein)
1	Echsen	Ja
2	Meeresschildkröten	Nein
3	Flugsaurier	Ja
4	Landschildkröten	Ja
5	Dinosaurier <i>Brachiosaurus</i>	Ja/Nein - erste Sauropoden ab Ende Trias, aber eher in Jura und Kreide. In GR nicht
6	Eisbär	Nein
7	Wale	Nein
8	Fische	Ja
9	Dinosaurier <i>Triceratops</i>	Nein, in Graubünden hatte es in der Trias vor allem Meeressaurier
10	Fluginsekten	Ja
11	Menschenaffen	Nein
12	Fischsaurier	Ja
13	Laufinsekten	Ja
14	Raubosaurier	Nein, grosse Raubosaurier wie den <i>T.Rex</i> fand man dazumal nicht in Graubünden
15	Delfine	Nein

Aufgabe 2

Bild	Tierart	Landschaftselement (Insel/Meer)
1	Echsen	Insel
3	Flugsaurier	Insel
4	Landschildkröten	Insel
5	Dinosaurier <i>Brachiosaurus</i>	Insel
8	Fische	Meer
10	Fluginsekten	Insel
12	Fischsaurier	Meer
13	Laufinsekten	Insel



Nr.	Tiergruppe	Plastiktier "gross"	In Ausstellung vertreten durch
1	Fische	Hai	<i>Saurichthys</i>
2	Landlebende Reptilien	Krokodil	<i>Macrocnemus</i>
3	Paddelsaurier	<i>Elasmosaurus</i>	<i>Neusticosaurus</i>
4	Fischsaurier	<i>Ichthyosaurus</i> (+Delphin)	<i>Ichthyosaurus</i>
5	Pflasterzahnsaurier	<i>Henodus</i>	<i>Psephoderma alpinum</i> (Placodontia)
6	Flugsaurier	Flugsaurier	<i>Raeticodactylus filisurensis</i>

Aufgabe 1

Nr.	Fossil	Fortbewegungsweise	Körperteil
1	<i>Saurichthys</i>	Schwimmen	Wirbelsäule
2	<i>Macrocnemus</i>	Kriechschreiten	Wirbelsäule, Beine
3	<i>Neusticosaurus</i>	Paddelschwimmen	Schultern, Becken, Paddelbeine
4	<i>Ichthyosaurus</i>	Schwimmen	Wirbelsäule, Flossen
5	<i>Placodontia</i>	Schwimmen ("Hundeschwimm"), Kriechschreiten	Wirbelsäule, Beine
6	<i>Raeticodactylus</i>	Fliegen	Flughaut

Aufgabe 2

Delfine sind Säugetiere. Sie bewegen sich nicht schlängelnd, sondern durch Rumpfbeugungen und –streckungen (ähnlich wie ein Pferd) durchs Wasser.



Aufgabe 1

Hängen bleiben die Kreidekrümel. Sie symbolisieren sich im Wasser befindliche Mikroorganismen, welche Ablagerungen aus Kalk, Silikat etc. verursachen und so das angrenzende Milieu verfärben.

Aufgabe 2

Bild Nr.	Beschreibung
1	Saurier schwimmt (ein <i>Elasmosaurus</i>)
2	er frisst einen Ammoniten
3	er erstickt daran
4	er sinkt tot zu Boden - ein schneller Tod ist eine der wichtigsten Bedingungen für die Fossilisation: bei einem natürlichen Tod würde der Körper verwesen, an die Oberfläche treiben und wahrscheinlich angeknabbert werden
5	wird zugedeckt von Sediment, ebenfalls relativ rasch → anaerobes Milieu wirkt der Zersetzung entgegen
6	mehr Sediment lagert sich ab
7	Faltung der Erdschichten findet statt
8	Verwitterung und Erosion wirken, das Fossil kommt langsam an die Oberfläche
9	ein Bergsteiger entdeckt das Fossil



Die hier aufgeführten Bücher und weitere Literatur zur Erdgeschichte Graubündens sind in der Bibliothek des Bündner Naturmuseums verfügbar. Jeweils am Mittwochnachmittag oder nach Absprache ist die Bibliothek öffentlich zugänglich.

Erdgeschichte & Fossilien allgemein

- **Der Ozean im Gebirge – Eine geologische Zeitreise durch die Schweiz**
H: Weissert, I. Stössel (2010) vdf Hochschulverlag AG. 2., überarbeitete Auflage
- **Das Matterhorn aus Afrika : die Entstehung der Alpen in der Erdgeschichte**
M. Marthaler (2002) Thun: Ott
- **Geologie der Alpen**
O. Adrian Pfiffner (2009) Bern: Haupt Verlag
- **Erdgeschichte Graubündens**
E. Merz-Müller (2001) Chur: Bündner Natur-Museum. 2., überarbeitete Auflage
- **Unsere Erde, ein lebender Planet : eine Entdeckungsreise durch die Erdgeschichte**
M. Krafft (1981) Freiburg im Breisgau: Herder
- **Jurassique Suisse – Des Dinosaurés et des Mammouths dans nos Jardins!**
R. Marchant (2013) Lausanne: Éditions Favre SA
- **Massenaussterben und Evolution**
H. Bucher, H. Furrer, M. Hautmann, Ch. Klug, M. Sánchez-Villagra (2009)
Paläontologisches Institut und Museum und Zoologisches Museum der Universität
Zürich

Fossilien Graubündens

- **So kam der Fisch auf den Berg - Eine Broschüre über die Fossilfunde am Ducan**
H. Furrer (2009) Bündner Naturmuseum Chur und Paläontologisches Institut der
Universität Zürich. 2. aktualisierte Auflage
→ Broschüre erhältlich im Museums-Shop (12.-)

- **The Prosanto Formation, a marine Middle Triassic Fossil-Lagerstätte near Davos (Canton Graubünden, Eastern Swiss Alps)**
H. Furrer (1995) in *Eclogae geologicae Helveticae*. - 88:3, S. 681 - 683
- **A new Triassic pterosaur from Switzerland (Central Austroalpine, Grisons), *Raeticodactylus filisurensis* gen. et sp. nov.**
R. Stecher (2008) in *Swiss journal of geosciences*. - 101, S. 185-201
- **Gli Pterosauri triassici**
F. M. Dalla Vecchia (2014) Udine: Museo Friulano di Storia Naturale

Internet

- **Infos und Links rund um die Geologie der Schweiz**
<http://www.erlebnis-geologie.ch>
- **Paläontologisches Institut UZH**
<https://www.pim.uzh.ch>
- **FocusTerra ETH**
<http://www.focusterra.ethz.ch>
- **Erdgeschichte der Schweiz**
<https://www.geschichte-schweiz.ch/erdgeschichte.html>
- **Für Dinosaurier Interessierte, mit getrenntem Kinder- und Erwachsenenbereich**
<http://www.dinosaurier-interesse.de/>
- **So kam der Fisch auf den Berg (Filmtext)**
<http://www.nzzformat.ch/109+M577bb325189.html>
- **Dinosauriermuseum Frick**
www.sauriermuseum-frick.ch