



NATUR
HISTORI
SCHES
MUSEUM
BERN

Informationen zu
ihrem Besuch und
didaktische
Materialien



T. R E X

KENNEN WIR UNS?

SONDERAUSSTELLUNG

14. September 2019

— 22. März 2020



Eine Institution der
Burgergemeinde
Bern



Informationen zu Ihrem Ausstellungsbesuch

Herzliche Willkommen im Naturhistorischen Museum Bern und in der Ausstellung «T. rex- Kennen wir uns?».

Durch Ihre Anmeldung ist das Kassenpersonal über Ihr kommen informiert. Von Ihnen erhalten Sie Armbänder für alle Schülerinnen und Schüler und einen Schlüssel für einen Garderobenwagen. Dort finden Sie auch das für Schulklassen erstellte Hands-On Material und ein gebundenes Ansichts-Exemplar der hier vorgestellten didaktischen Arbeitsmaterialien. Wir bitten Sie, das Material wieder vollständig in die Kiste zurückzulegen. Herzlichen Dank.

Daten für eine Einführung in die Ausstellung finden Sie auf unserer Homepage unter Weiterbildungen für Lehrpersonen.

Wir wünschen Ihnen und Ihren Schülerinnen und Schülern einen spannenden und erlebnisreichen Aufenthalt in unserem Haus.

Übersicht Hands-On Material



Inhalt

- gelbes Tuch (Klassentreffpunkt) für die Ausstellung
- Einstiegsspiel - Karten
- Fossilien erkennen: Kiste mit Material zum Sortieren 'Fossil/kein Fossil' (Fossil: Schnecke, Muschel, Bernstein, Ammonit, Brachiopod; kein Fossil: Feuerstein, heutige Muschel), Filz zum Auslegen, 2 Karten (Fossil/kein Fossil), Lösungskarte
- Steckbriefkarten: T. rex, Dromaeosaurus, Edmontosaurus, Sauronithoides, Ankylosaurus, Triceratops, Tenontosaurus, Deinonychus
- Skelettbilder von T. rex und einem Huhn,
- T. rex Modell

Anleitung

Die Ausstellung beinhaltet sehr realistische Modelle. Diese bewegen sich, sind mit Geräuschen untermalt und können eventuell einige Kinder erschrecken. Wir empfehlen bei einem Besuch mit Kindergartenklassen vorgängig einen Blick in die Ausstellung zu werfen. Vorbereitungsbesuche von Lehrpersonen sind gratis.

In die Ausstellung starten – Einstiegsspiel

Starten Sie an ihrem Tuch, dieses ist ihr Treffpunkt. Jedes Kind bekommt eine Karte. Die Schülerinnen und Schüler können durch die Ausstellung gehen (wählen Sie eventuell nur den unteren Bereich) und schauen, ob sie etwas anspricht, fasziniert, erstaunt oder ihnen einfach auffällt. Dort legen sie die Karte ab und sammeln sich wieder beim Tuch.

Je nach Gruppengröße gehen alle zusammen oder in kleineren Gruppen mit einer Begleitperson die Karten wieder einsammeln. Jedes Kind kann zu seiner Karte führen und erzählen, warum sie gerade dort liegt. Wichtig: Begleitpersonen verbessern und unterbrechen die Kinder nicht. Das Einstiegsspiel ist die Runde der Kinder.

Nach dem Einstieg haben alle Kinder die Ausstellung gesehen, die erste Neugier befriedigt und erste Rückmeldungen der Kinder konnten gesammelt werden.

Dauer: ca. 15 - 20 min.

Fossilien erkennen

Wie fühlt sich ein Fossil an? Wie kann ich Fossilien erkennen? Was für verschiedene Arten von Fossilien kann ich in der Ausstellung finden (Körperfossilien, Spurenfossilien). Selber Spüren und Unterscheidungsmerkmale finden steht hier im Vordergrund.

Dauer: ca. 5 min.

Wie entstehen Fossilien

Anhand verschiedenerer Bilder sich gegenseitig erläutern, wie es möglich ist Millionen Jahre alte Knochen zu finden. Würde die im Garten gestorbene Maus einfach versteinern? Buchstaben auf der Rückseite ergeben in der richtigen Reihenfolge ein Lösungswort.
Dauer: ca. 5 min.

Knochenpuzzle

Am Eingang steht man auf einer Fundsituation eines T. rex Skeletts. Dort ist deutlich zu erkennen, wie verwirrend und durcheinander die Knochen und Knochenteile aufgefunden werden. Das beiliegende Knochenpuzzle ist deutlich einfach zum Zusammensetzen. Welche Knochen können die Schülerinnen und Schüler benennen? Welche Bereiche waren einfach, welche schwierig? Warum?
Dauer: ca. 10 min.

Vergleich T. rex Skelett und Huhn

Fossilfunde von Dinosaurier mit Federn werden immer häufiger gefunden. Nicht nur dies ist ein Hinweis auf eine nahe Verwandtschaft.
Welche Knochen und Strukturen bei den beiden Arten weisen auf eine nahe Verwandtschaft hin?
Dauer: ca. 10-15 min.

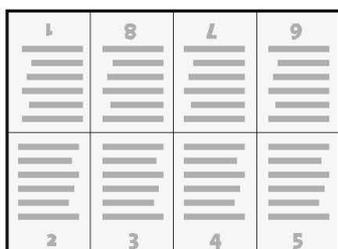
Forschungsheft

Im Minibook Forschungsheft können die Schülerinnen und Schüler ihre Notizen, Antworten und Anmerkungen eintragen. Bitte vergrössern Sie die Vorlage auf A3 Grösse.

Faltanleitung für Minibooks

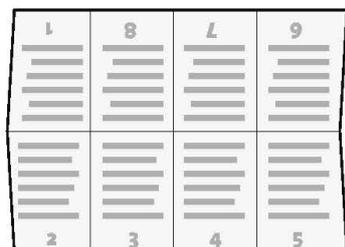
Schritt 1

Lege das ausgedruckte Blatt Papier vor dir auf den Tisch.



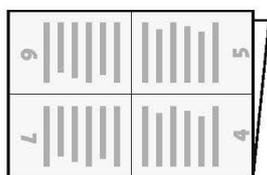
Schritt 2

Das Blatt wird einmal längs gefaltet und wieder aufgeklappt.



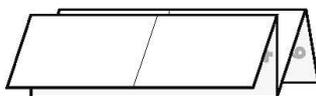
Schritt 3

Das Blatt wird einmal quer gefaltet und wieder aufgeklappt.



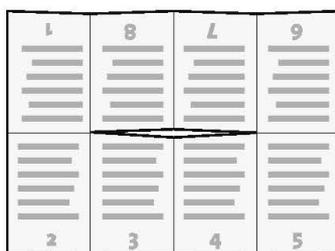
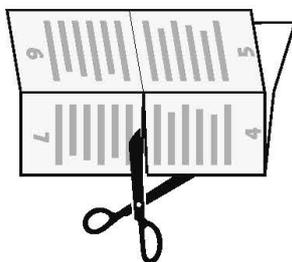
Schritt 4

Das Blatt wird zum «Zick-Zack-Dach» gefaltet, und danach wieder auf A5 aufgeklappt.



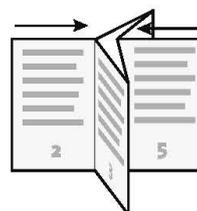
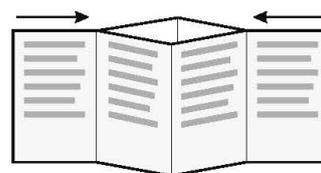
Schritt 5

Das Blatt wird von der geschlossenen Seite her entlang der Faltnie bis zur Querfaltung eingeschnitten.



Schritt 6

Das Blatt wird nun vollständig wieder aufgeklappt und wieder in der Länge gefaltet. Danach wird das Blatt zum Stern gefaltet.



Schritt 7

Das Blatt wird nun zur endgültigen Form und damit zum Buch gefaltet.





T. rex - kennen wir uns?

Welche Spuren deuten darauf hin, dass es auch in der Schweiz Fleischfresser gab?

Haben junge T. rex die gleiche Körperform wie alte T. rex?

Wie kann man Fleisch oder Pflanzenfresser bei den Dinosauriern unterscheiden?

Saurier in der Schweiz

Wie sah es zur Kreidezeit in der Schweiz aus?

Eier und Wachstum

Wie haben Dinosaurier ihre Eier ausgebrütet?

Gebiss

Zeichne einen T. rex Zahn und einen Zahn vom Plateosaurus (2. Stock im Zwischengang zwischen Alt- und Neubau).

Zeitlinie

Wann lebte T. rex?

Fossilien

Das „Wie entsteht ein Fossil?“ Lösungswort lautet:

Haut und Farben

Können wir eigentlich wissen, welche Farbe T. rex hatte? Begründe deine Antwort.

Skelett

Welche Knochen am T. rex Skelett kannst du benennen?

Wer lebte mit T. rex zusammen?

Sind Fossilien immer Versteinerungen?

Was meinst du, könnte er sogar Federn gehabt haben?

Was hat T. rex wohl mit seinen Armen gemacht?

Haben Menschen jemals einen T. rex lebendig gesehen?

Welche weiteren Fossilien neben den Körperfossilien konntest du in der Ausstellung noch entdecken?

Was könnte der Grund gewesen sein, dass Federn entstanden sind?

Wie schnell konnte ein ausgewachsener T. rex wohl laufen? Begründe deine Antwort.

Didaktische Arbeitsblätter zur Ausstellung T. rex



GESTATTEN,
MEIN NAME
IST T. REX



KENNEN WIR UNS?

HINWEISE FÜR LEHRKRÄFTE

Die vorliegenden Arbeitsblätter mit ergänzenden Sachinfos und Aufträgen/Fragen richten sich an alle Schulstufen, im überwiegenden Teil jedoch an Mittel- und Oberstufe.

Die Aufgaben sind pfannenfertig einsetzbar, müssen jedoch je nach Vorkenntnissen und Zeitbudget ausgewählt und allenfalls neu zusammengestellt werden.

Ergänzende Objekte zur Ausstellung «T. rex - kennen wir uns» finden Sie in unserem Museum übrigens mit der Skelettnachbildung eines Plateosaurier im 2. Stock (inkl. Fundsituation und fotorealistischer Illustration zum Lebensraum) sowie in der Ausstellung «Flossen-Füsse-Flügel», welche die Evolution der Wirbeltiere behandelt.

Wir sind dankbar für jede, auch kritische Rückmeldung zur diesen Arbeitsblättern, sowie zur Ausstellung selber und freuen uns auf Ihren Besuch.

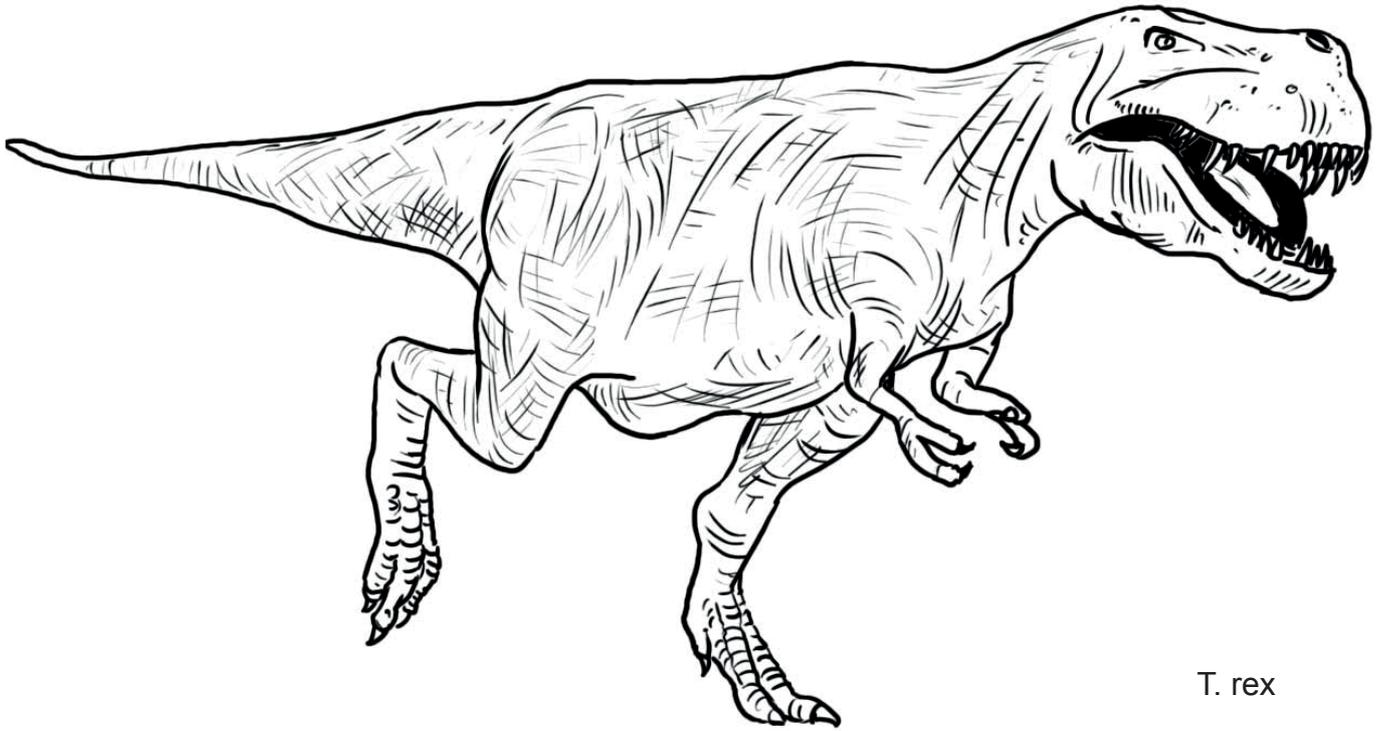
Dr. Martin Ryser , Museumspädagoge, Gymnasiallehrer, Illustrator
Email: martin.ryser@nmbe.ch
Bildung und Vermittlung Sept. 2019

INHALTSVERZEICHNIS

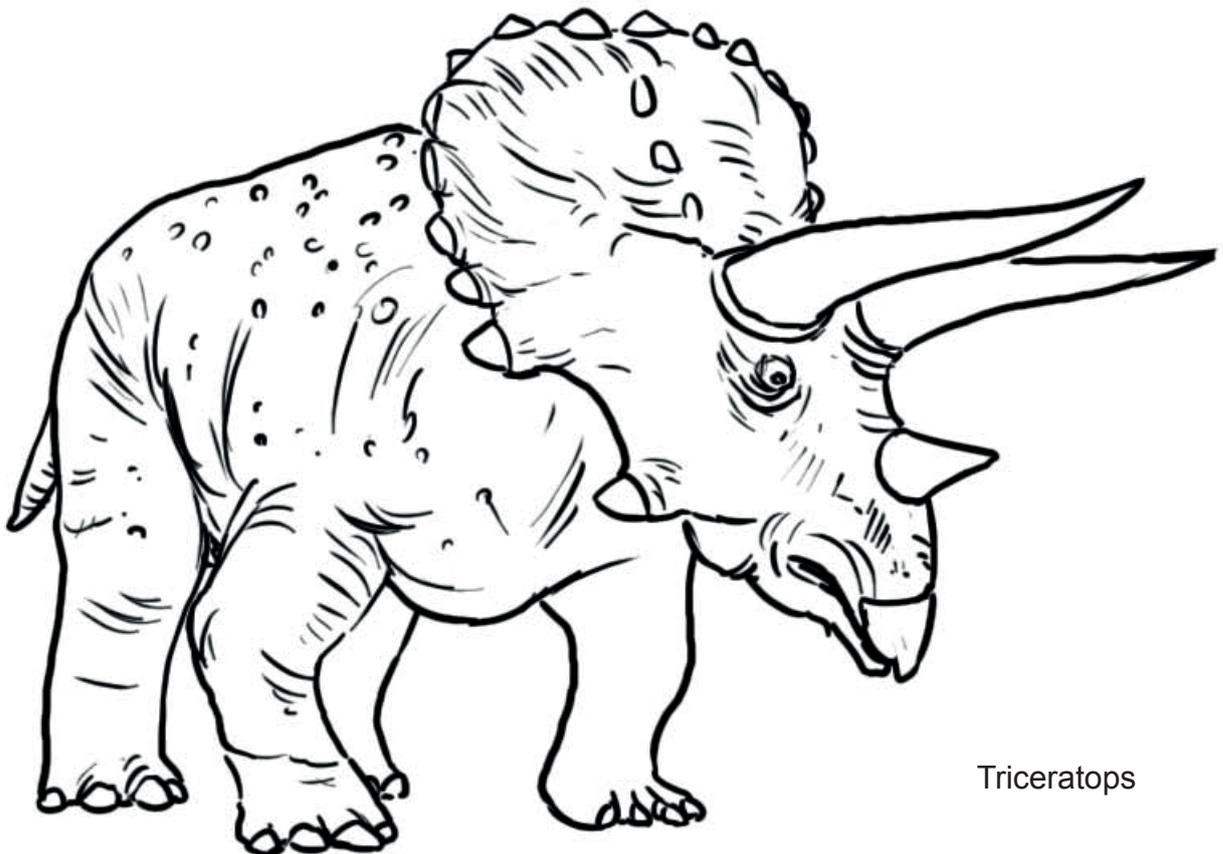
| Titel der Arbeitsblätter | Schulstufe | Seite |
|---|-------------------|--------------|
| Umrisszeichnungen zu den Dinoreplikas | ab Zyklus 1 | 3 |
| Wie Fossilien entstehen | ab Zyklus 1 | 9 |
| Was war zuerst? | ab Zyklus 1 | 12 |
| Königlich oder Bestialisch? | ab Zyklus 2 | 14 |
| Zwei Dinogruppen - zwei Expertengruppen | ab Zyklus 3 | 16 |
| Der Grabungsplan | ab Zyklus 2 | 19 |
| Die Halbstarke bzw. Dreiviertelstarke | ab Zyklus 2 | 20 |
| Der Knochenknacker | ab Zyklus 3 | 22 |
| Wie schnell ist genug? | ab Zyklus 3 | 24 |
| Das beste Atmungssystem | ab Zyklus 3 | 25 |
| das Orakel von Ober- und Unterschenkel | ab Zyklus 3 | 27 |
| Der Arme mit den Ärmchen | ab Zyklus 2 | 29 |
| Ankylosaurus - der Keulenschwinger | ab Zyklus 2 | 30 |
| Dromaeosaurus - der Zubeisser | ab Zyklus 2 | 31 |
| Saurornithoides - der Menschenfeind? | ab Zyklus 2 | 33 |
| Edmontosaurier: zahn- und zahlreich | ab Zyklus 2 | 35 |
| Tenontosaurus | ab Zyklus 2 | 36 |
| Deinonychus, der mit der Todeskrallen | ab Zyklus 2 | 37 |
| Triceratops | ab Zyklus 2 | 38 |
| Ausserirdische Attacken auf Erdlinge | ab Zyklus 3 | 39 |
| Der Globus ändert sich | ab Zyklus 3 | 42 |
| Schweizer Saurier | ab Zyklus 3 | 44 |

UMRISSZEICHNUNGEN ZU DEN DINOREPLIKAS

ZUM KOLORIEREN



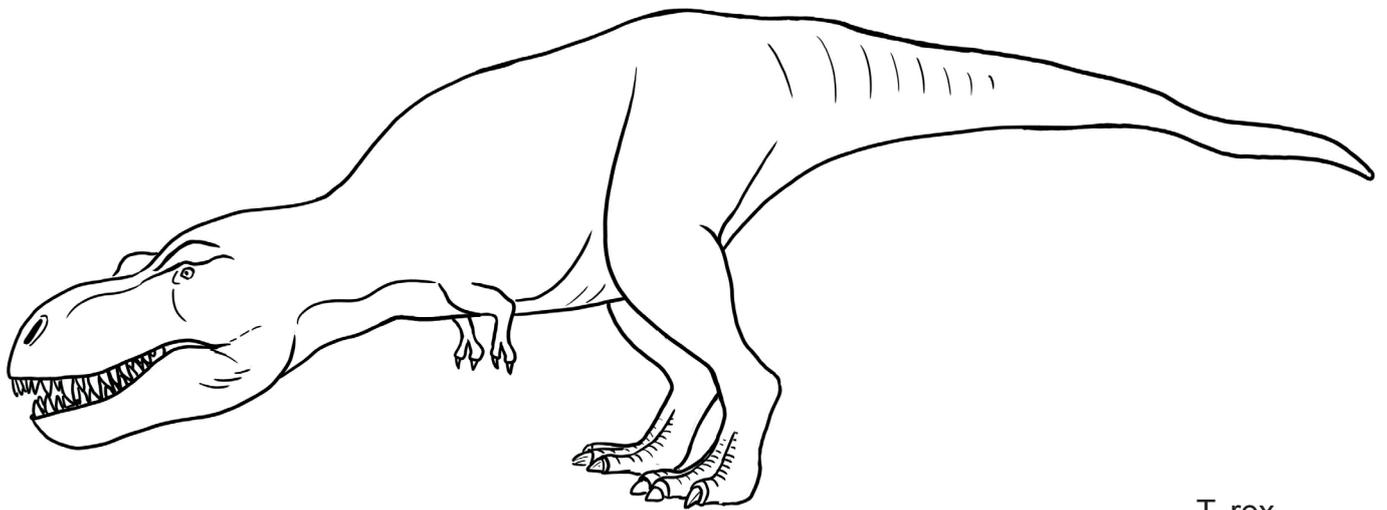
T. rex



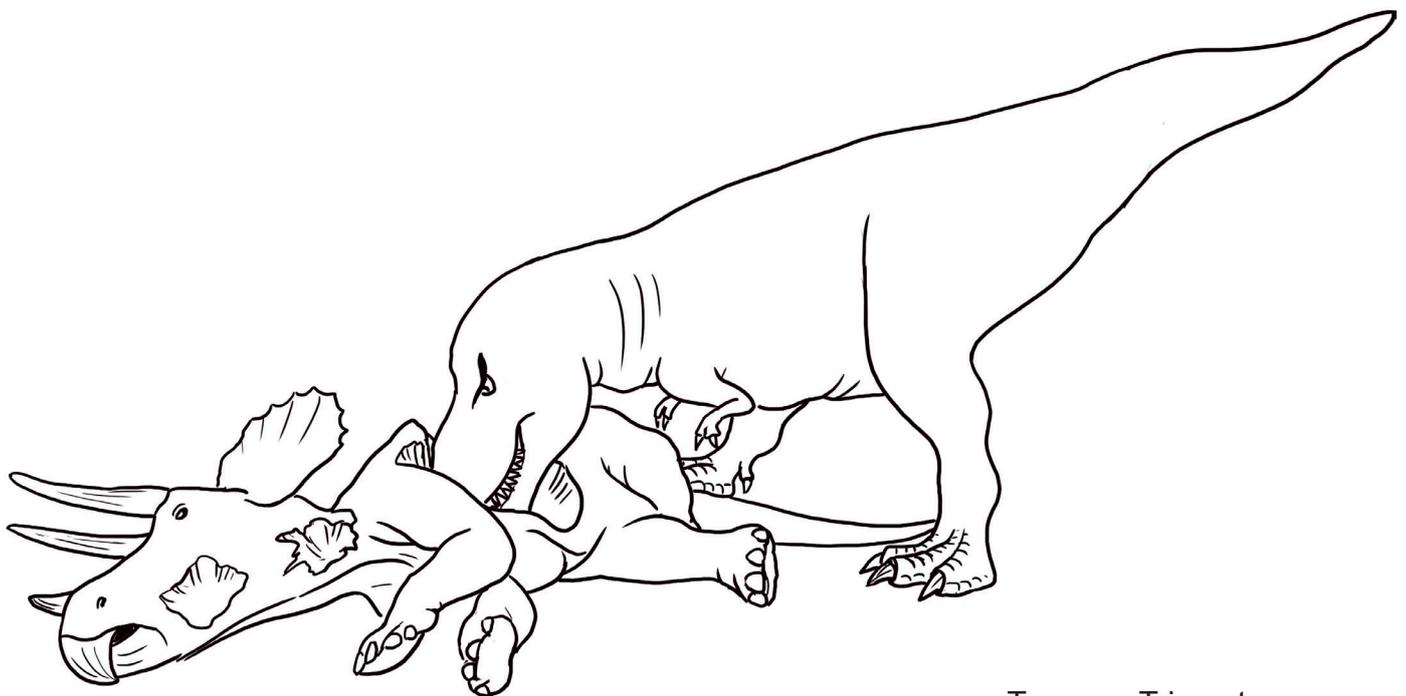
Triceratops

UMRISSZEICHNUNGEN ZU DEN DINOREPLIKAS

ZUM KOLORIEREN



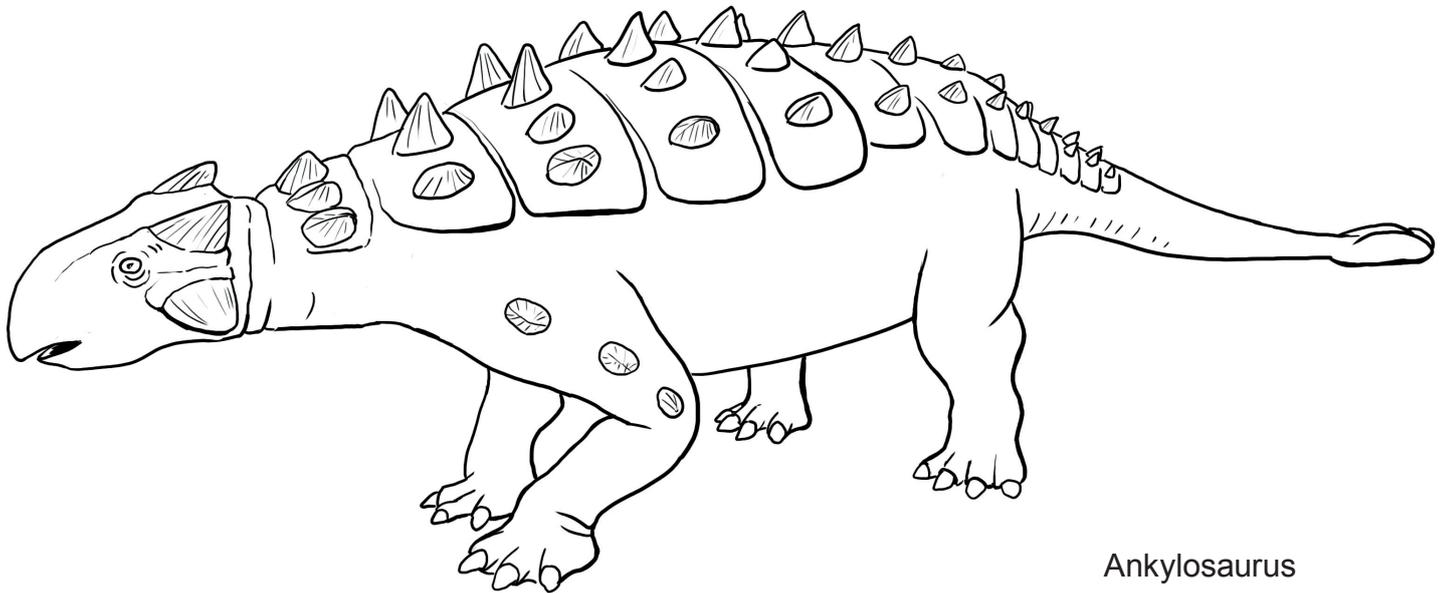
T. rex



T. rex an Triceratops

UMRISSZEICHNUNGEN ZU DEN DINOREPLIKAS

ZUM KOLORIEREN



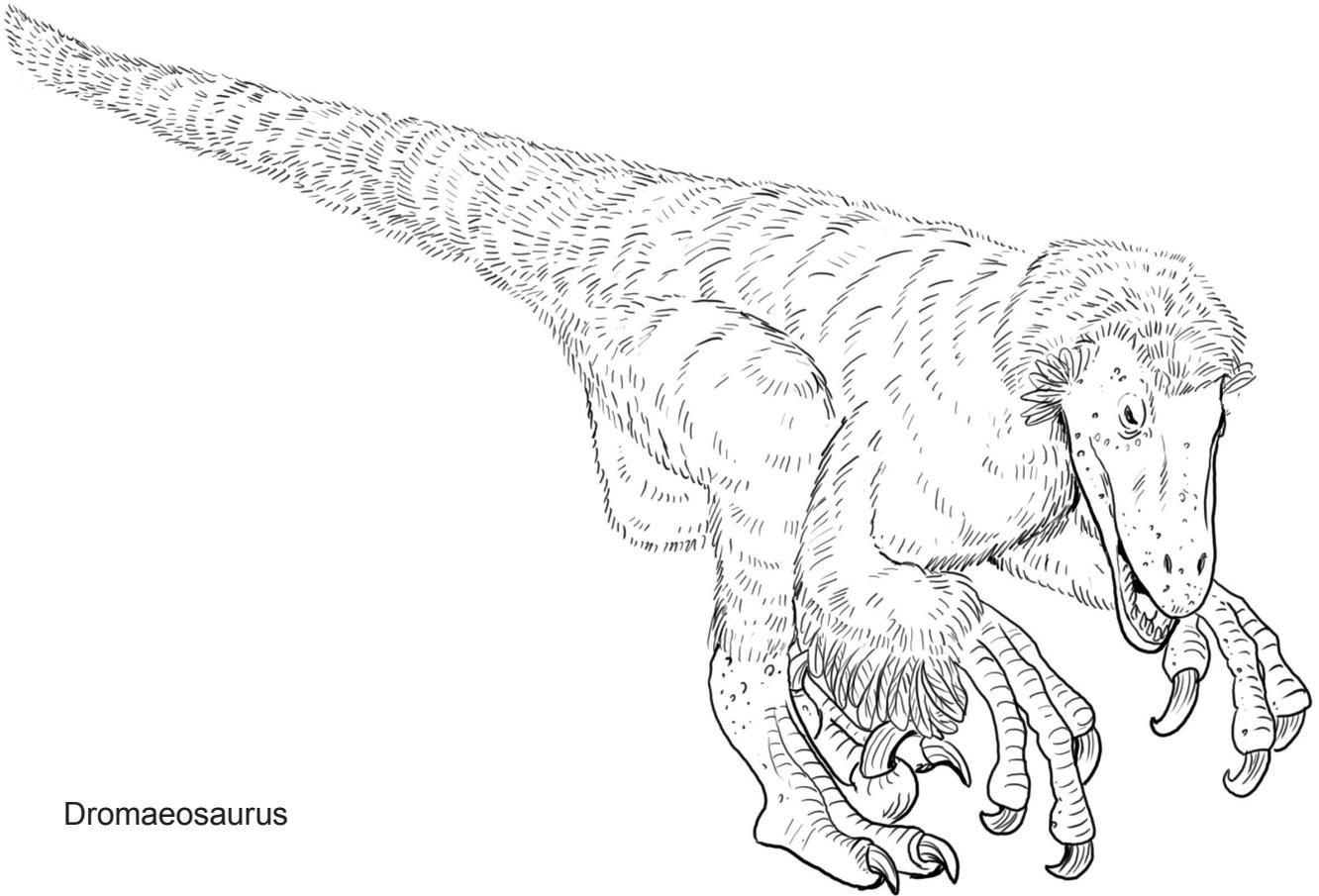
Ankylosaurus



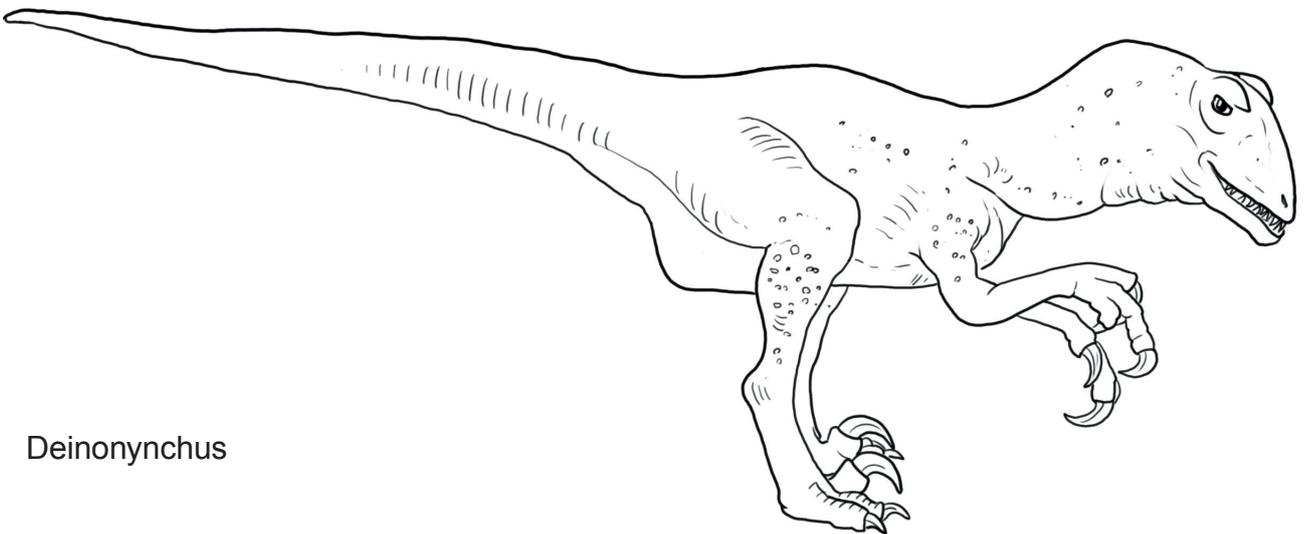
Edmontosaurus

UMRISSZEICHNUNGEN ZU DEN DINOREPLIKAS

ZUM KOLORIEREN



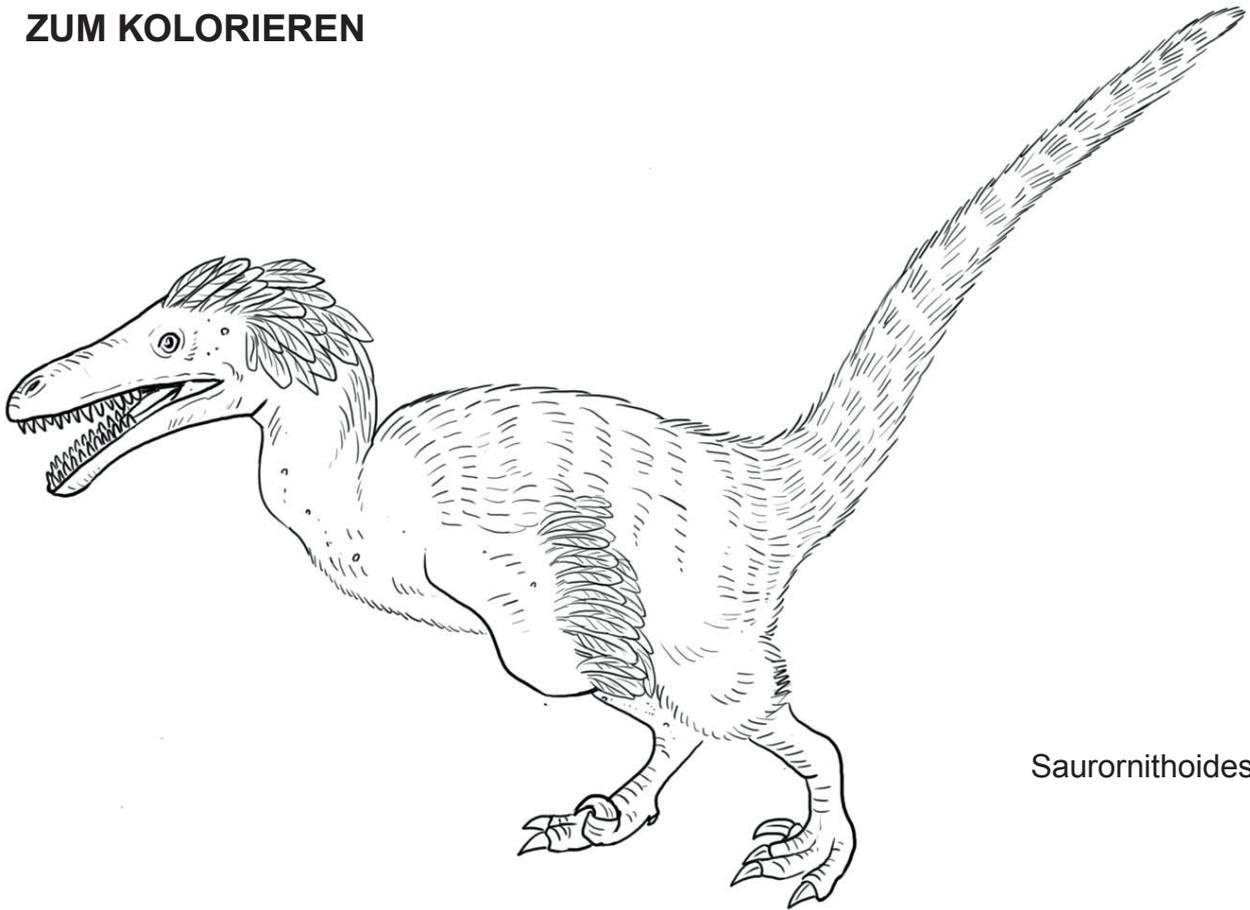
Dromaeosaurus



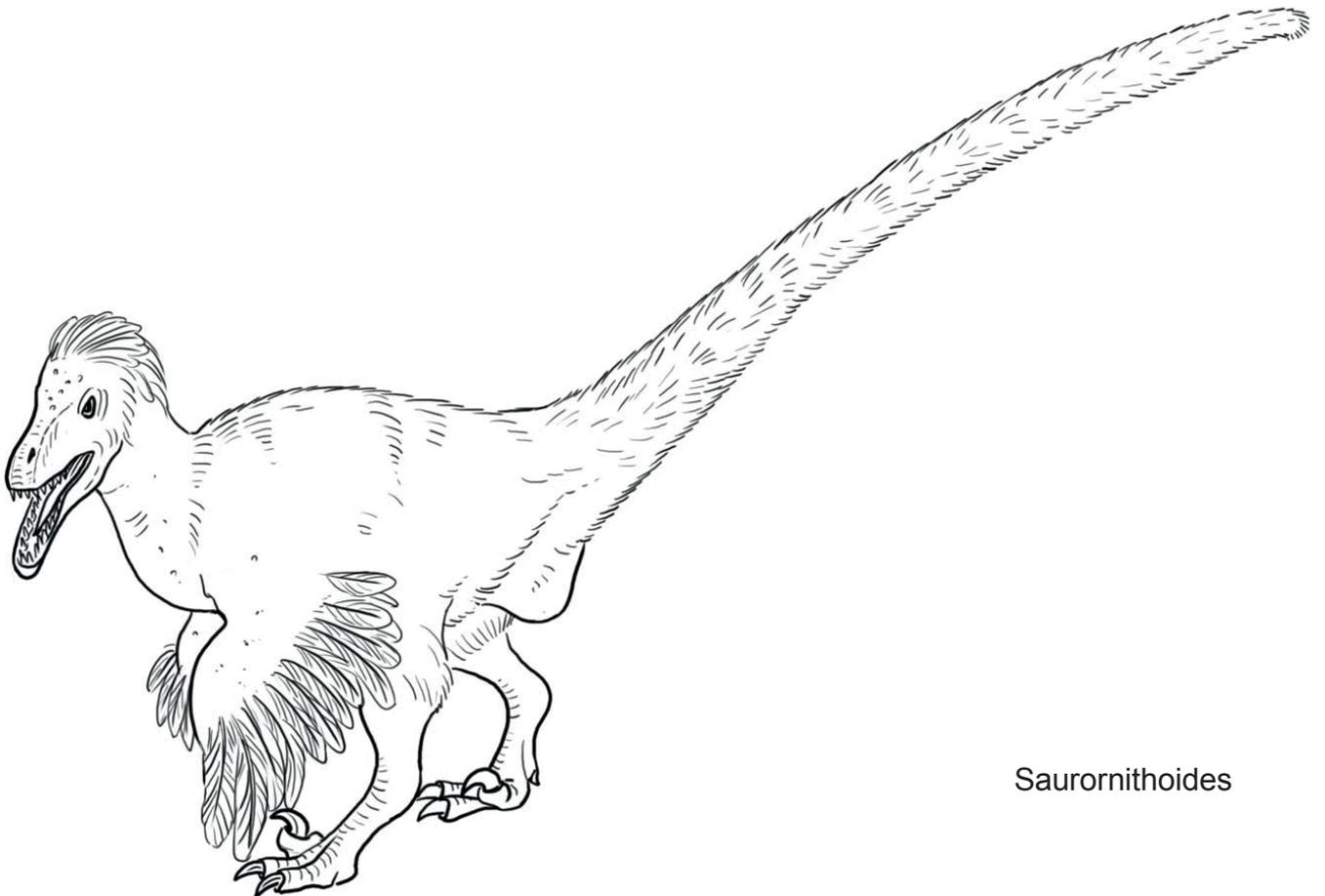
Deinonychus

UMRISSZEICHNUNGEN ZU DEN DINOREPLIKAS

ZUM KOLORIEREN



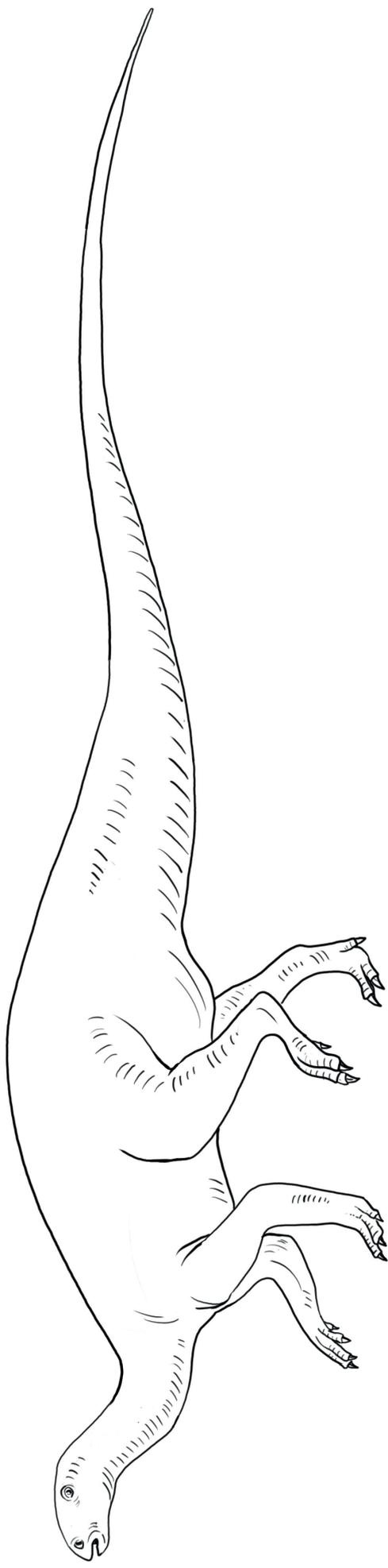
Saurornithoides



Saurornithoides

UMRISSZEICHNUNGEN ZU DEN DINOREPLIKAS

ZUM KOLORIEREN



Tenontosaurus

WIE FOSSILIEN ENTSTEHEN

Dass ein Lebewesen zu einem steinernen Fossil wird oder auch nur einen Abdruck über Millionen von Jahren hinterlässt, ist um ein Mehrfaches kleiner als einen Lotto-sechser zu machen.

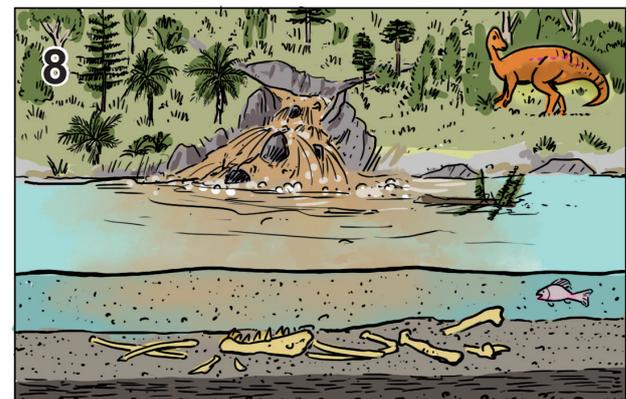
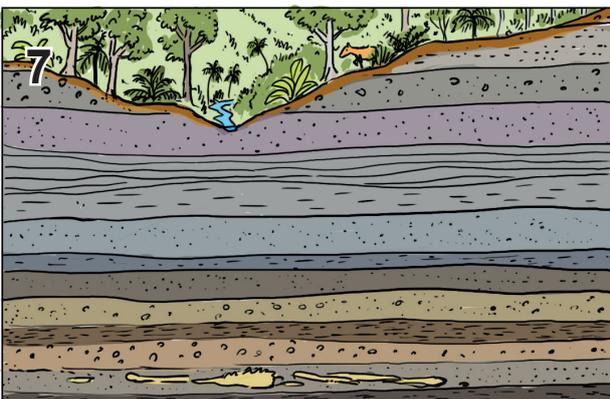
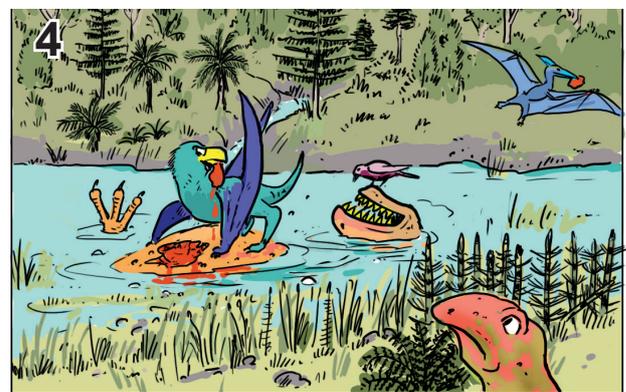
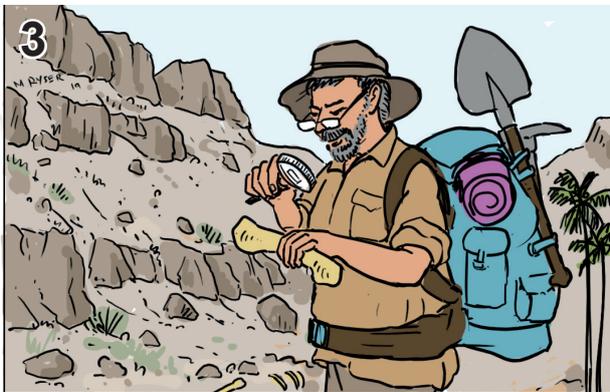
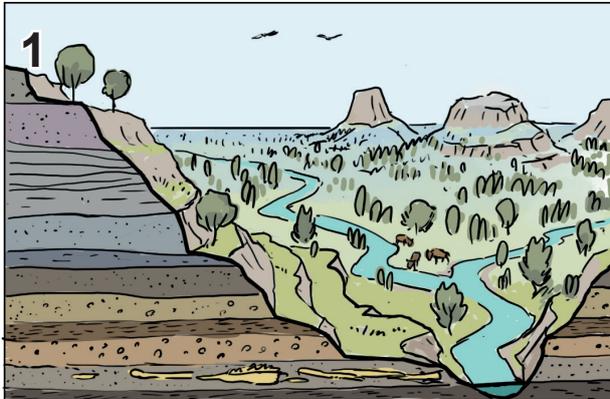
Normalerweise wird ein Tier nach seinem Tod in kurzer Zeit von Raubtieren, Aasfressern, Insekten, Würmern, Bakterien und Pilzen komplett zu organischen Grundsubstanzen abgebaut. Damit der Kadaver oder sein Abdruck erhalten bleibt, muss er möglichst sofort nach dem Tod z.B. von Sand einer Flutwelle oder von vulkanischen Aschen überdeckt werden. Einbettung in Sand ist besonders günstig, da die entstehenden, aggressiven Leichenflüssigkeiten sofort versickern können. Je feiner die überdeckenden Sedimente, desto detailreicher später das Fossil. Am feinsten sind Tonminerale in einem Gewässer, die allerdings nur langsam abgelagert werden. Damit sich der Kadaver bis dahin nicht zersetzt, müssen auf dem Grund des Gewässers möglichst sauerstoffarme Bedingungen herrschen, die Bakterien und andere Lebewesen fernhalten.

Wenn sich der Untergrund stetig senkt*, können sich mit der Zeit kilometermächtige Schichten ablagern. Durch den Druck der darüber liegenden Schichten wird organisches Material oft durch Kalk oder Kieselsäure ersetzt, so dass das Fossil zu Stein wird. Durch Hebung der Schichten und Erosion an der Oberfläche kommt das Fossil im Laufe von Jahrtausenden wieder ans Tageslicht, wo sie gefunden werden können.

*Hebungen und Senkungen des Untergrundes entstehen durch das zähflüssige Magma tief im Erdinnern. Dieses ist stetig in langsamem Fluss und bewegt die darauf schwimmenden Kontinente mit. Diese kollidieren manchmal mit anderen Kontinenten und türmen sich langsam zu einem Gebirge auf - eine Hebung ist im Gange. Manchmal kommt es durch Auseinanderdriften der Kontinentalplatten auch zu Senkungen.

WIE FOSSILIEN ENTSTEHEN

1. Bei dieser Bilderfolge, die zeigt wie ein T. rex zum Fossil hätte werden können, ging die Reihenfolge verloren. Stelle die Ordnung wieder her und notiere die Nummern in richtiger Folge. Zwischen den Bilder liegen teilweise nur Stunden, später aber auch Millionen von Jahren
2. Kannst du dir vorstellen, ob auch Menschen zu Versteinerungen geworden sind?



Lösungen: Wie Fossilien entstehen

1.

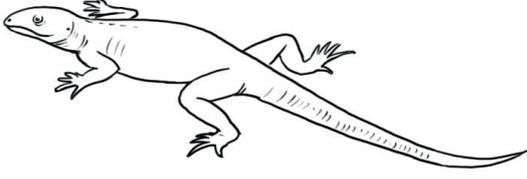
6 4 8 2 5 7 1 3

2. Auch Überreste von Menschen wurden bereits vielfach als Fossilien gefunden. Als Fossilien gelten alle Spuren und Teile von Lebewesen, die älter als 10000 Jahre sind (Ende der letzten Eiszeit). Fossilien müssen nicht unbedingt versteinert sein, auch organische Teile können dazu gehören, kurz: Fossil nicht gleich Versteinierung.

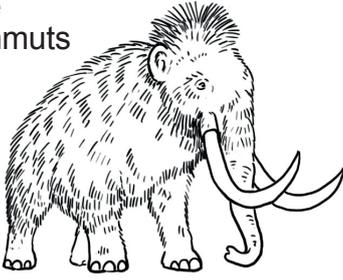
WAS WAR ZUERST?

Ordne die Kärtchen mit den verschiedenen Lebewesen nach deren erstem Erscheinen auf der Erde. Die Buchstaben ergeben den Lösungscode.

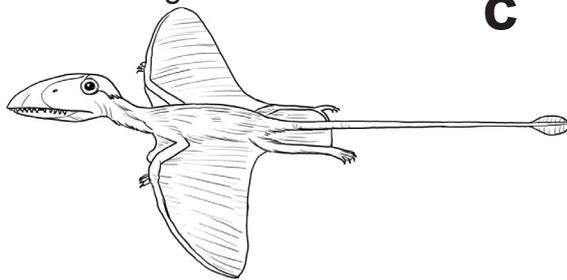
erste Reptilien **a**



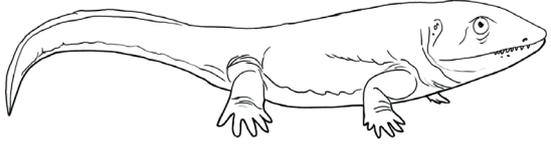
erste Mammuts **b**



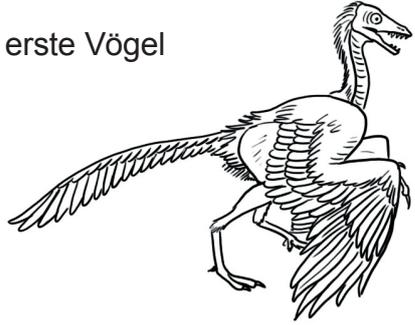
erste Flugsaurier **c**



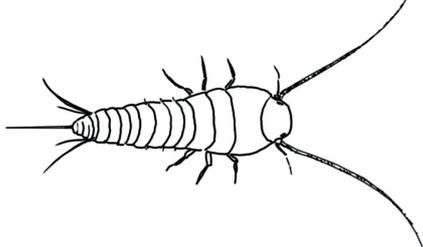
erste Wirbeltiere an Land **d**



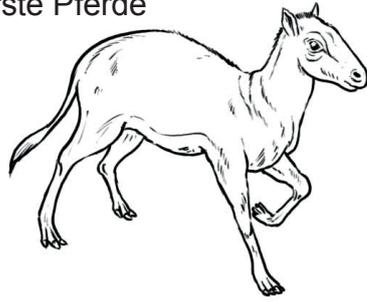
erste Vögel **e**



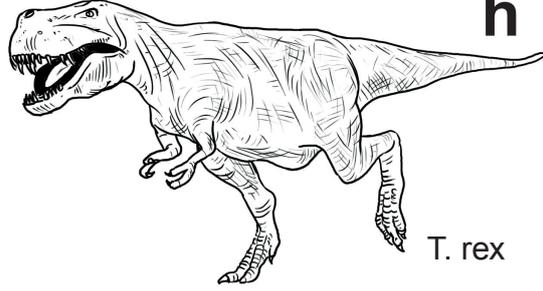
erste Insekten **f**



erste Pferde **g**



h

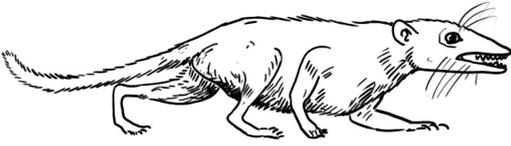


T. rex

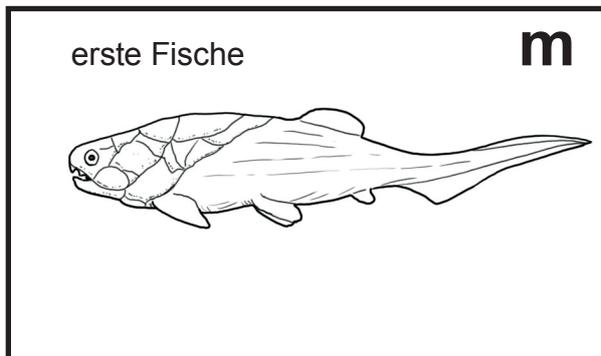
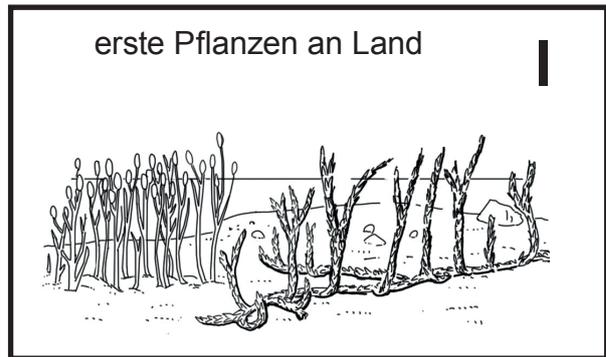
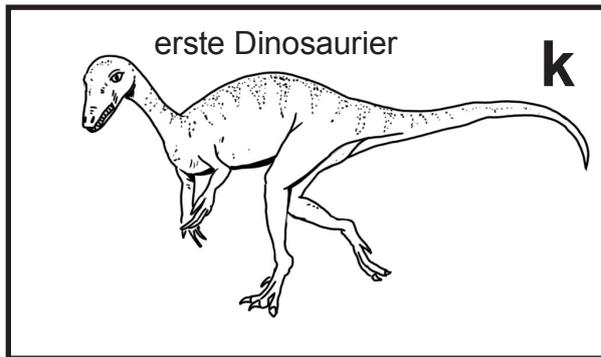
erste Menschen **i**



erste Säugetiere **j**



WAS WAR ZUERST?



Lösungscode:

- l erste Pflanzen an Land vor 500 Mio Jahren
- m erste Wirbeltiere (Fische) vor 470 Mio Jahren
- f erste Insekten vor 420 Mio Jahren
- d erste Wirbeltiere an Land vor 400 Mio Jahren
- a erste Reptilien vor 315 Mio Jahren
- k erste Dinos vor 235 Mio Jahren
- c erste Flugsaurier vor 218 Mio Jahren
- j erste Säugetiere vor 200 Mio Jahren
- e erste Vögel vor 150 Mio Jahren
- h T. Rex vor 68 bis 66 Mio Jahren
- n Aussterben der Saurier vor 66 Mio Jahren
- b erste Mammuts vor 6 Mio Jahren, letzte bis vor 4000 Jahren
- g erste Pferde vor 5 Jahren
- i erste Menschen (Gattung Homo) vor 2,5 Mio Jahren

KÖNIGLICH ODER BESTIALISCH?

WAR T. REX EIN KÖNIG, EINE BESTIE, EIN TYRANN ODER GAR EIN MARODEUR?

Lass dich nicht verführen von sprachlicher Manipulation! «Menschen brauchen Monster» wie der Titel eines Sachbuches von Hubert Filser meint: Nicht nur die Sensationspresse sucht oder macht Monster aus Aufmerksamkeitsgier zur Auflagensteigerung sondern wir alle sind von ihnen fasziniert, vielleicht auch «um unseren Ängsten ein Gesicht zu geben und sie beherrschbar zu machen.»

Übrigens, hast du es gewusst? Ein Marodeur ist ein ausgemusterter oder desertierter Soldat, der während Kriegen auf eigene Rechnung, meist in einer Bande, raubt, mordet, vergewaltigt, erpresst und Häuser in Brand steckt.

1. Überlege dir, ob es marodierende, raubende, mordende Tiere überhaupt gibt oder gegeben hat und begründe deine Entscheidung.

2. Beurteile folgende Bezeichnungen und Redensarten auf ihren vermenschlichen Gehalt:

- der Löwe, König der Tiere,
- der Adler, König der Lüfte,
- der sture Esel,
- die dumme Gans,
- Raubtiere und Raubvögel,
- Terrorvögel (ausgestorbene, straussengrosse, flugunfähige Vögel in Südamerika),
- der treue Hund,
- die falsche Schlange.

3. Die Amsel lebt weitgehend von tierischen Lebewesen (Würmer, Larven, Käfer, Schnecken), die sie tötet, so wie der T. rex, der Löwe oder der Mensch. Wieso haben Löwe und Amsel für den Menschen im allgemeinen eine positiven Ruf, wogegen man den T. rex als schrecklichen Wütherich veremt, obschon er nie einem Menschen gefährlich wurde oder je werden wird?

4. Welche Lebewesen werden dem Menschen in der Schweiz am gefährlichsten? Ordne sie nach geschätzter Häufigkeit von ernsthaften Vorfällen:

a) Hunde, b) Katzen, c) Wölfe, d) Zecken, e) Bäume, f) Pilze, g) Giftschlangen, h) Raubsaurier, i) Mensch, k) Bakterien

Königlich oder bestialisch?

1. Um einen Raub oder Mord zu begehen, müsste dieser Tierart ein moralisches Gesetz vorgegeben sein, die ihr das Töten, Stehlen etc. verbietet und unter Strafe stellt. Dies gibt es jedoch nicht. Selbst wenn der Mensch dies für Tiere erlassen würde, wäre dies ziemlich sinnlos, da Tier selbst in den Augen der Menschen nicht strafmündig und für menschliche moralischen Werte einsichtig sind. Tiere töten, weil sie sich Nahrung beschaffen müssen oder bei Rivalenkämpfen durchsetzen müssen, um sich fortpflanzen zu können. Tiere sind deshalb aber auch nicht gut, gerecht oder ehrlich. Tiere mit menschlichen wertenden Attributen zu bezeichnen, spricht nicht für ein biologisches Verständnis.

2.

- Ein König müsste über Untertanen gebieten, was weder bei Löwe, Adler oder T. rex der Fall ist.
- Sturheit sollte man nicht verwechseln mit fehlender Begeisterung dem Menschen zu gehorchen.
- Eine Gans ist sicher nicht dümmer als andere Vögel oder Haustiere.
- Fleischfresser rauben nicht, da ihnen Beute machen von Natur aus vorgegeben ist um zu überleben. Die Hassbezeichnung kommt vermutlich von Jägern, die alles Wild als ihr Eigentum ansehen und Konkurrenten ablehnen.
- Terror zu verüben ist eine rein menschliche Erfindung um Macht auszuüben: mit Gewalt und Schrecken eine Bevölkerung gefügig d.h. zu Gehorsam zu zwingen. Terrorvögel waren nach den Sauriern in Südamerika flugunfähige aber schnelle, straussengrosse Raubvögel an der Spitze der Nahrungskette, die u.a. Antilopen jagten. Wie beim T. rex kommt die Bezeichnung von der Vorstellung als Mensch einem solch gefährlich aussehenden Vogel schutzlos ausgeliefert zu sein. Sie sind allerdings weit vor dem Auftreten des Menschen in Südamerika ausgestorben, vermutlich als die eingewanderten Säbelzahnkatzen und Hundartigen eine überlegene Konkurrenz wurden.
- Der Hund als Nachkomme der sozialen Wölfe ist programmiert sich einem dominanten Gruppenmitglied unterzuordnen. Treue im Sinn von freiwilliger oder moralischer Loyalität gibt es bei Tieren nicht.
- Falschheit meint vermutlich die menschliche List, etwas vorzugaukeln um einen eigenen Vorteil zum Schaden des Getäuschten zu bekommen. So etwas kann eine Schlange natürlich nicht, doch sieht ihr Gesichtsausdruck für manche Menschen so aus. Ausserdem ist sie oft schwer zu entdecken und greift erst in letzter Sekunde zur Selbstverteidigung unvermittelt an.

3. Amsel, Meise oder Igel werden primär nicht als «Killer» wahrgenommen und beim Löwen überwiegt die Gefahr für den Menschen der kühne, majestätische schöne Anblick. Beim scheinbar bösen, fiesem Gesichtsausdruck des T.-Rex wird die kühle Vernunft durch einen Angstinstinkt verdrängt, der nicht zuletzt durch endlose Wiederholung der angeblichen absoluten Gefährlichkeit in den Medien gefördert wird.

4.

- a) ca. 2500 Hundebisse
- b) ca. 500-800 Katzenbisse
- c) 0
- d) 7000 Fälle von übertragenen Krankheiten (Borreliose und Hirnhautentzündung)
- e) 200 Unfälle beim Holzen oder durch fallende Äste bei Sturm
- f) ca. 600 Pilzvergiftungen
- g) ca. 9 Bisse pro Jahr, davon ca. 1 mit Komplikationen. (Seit den 1970er Jahren kam es nie mehr zu einem Todesfall.)
- h) 0 - möglicherweise erhöhtes Herzinfarkttrisiko infolge übergrosser Besucherbegeisterung durch Ausstellungsexemplare ;-)
- i) ca. 1400 Fälle schwerer Gewaltdelikte, davon ca. 200 Getötete (2018)
- k) Bakterien sind die weitaus gefährlichsten Lebewesen für den Menschen mit vielen Tausenden von Infektionen, die nicht selten zum Tod führen. (Viren, die von Biologen nicht zu den Lebewesen gezählt werden, sind hier nicht mitgerechnet.)

ZWEI DINOGRUPPEN - ZWEI EXPERTENGRUPPEN

Bereits 1887 erkannte Harry Govier Seeley, dass es bei den Dinosaurierskeletten 2 Typen von Beckenknochen gibt, nach denen man die Dinos in 2 Ordnungen gliedern kann: die **Echsenbeckensaurier** mit einer dreistahligen Anordnung der Beckenknochen und die **Vogelbeckensaurier** mit einem 2-strahligen Becken.

2017 erschien eine Studie, in der verschiedene weitere Merkmale der Dinos verglichen wurden und die zum Schluss kommt, dass die Untergruppe der Theropoden, zu denen auch die Vögel gehören, nicht mehr den Echsenbeckensaurier zuzuteilen sind, sondern näher mit den Vogelbeckensaurier verwandt seien.

Eine darauf folgende Gegenstudie durch andere Experten konnte keine abschliessenden Beweise finden, so dass man auf weitere Funde warten muss, um den «Streit» definitiv zu entscheiden.

Ähnliche Meinungsverschiedenheiten sind an der Forschungsfront nicht selten, solange die Befunde sich durch unterschiedliche Theorien erklären lassen, und keine widerspruchsfrei ist.

Die 3 Beckenknochen von der Seite (links ist vorn):

Darmbein 

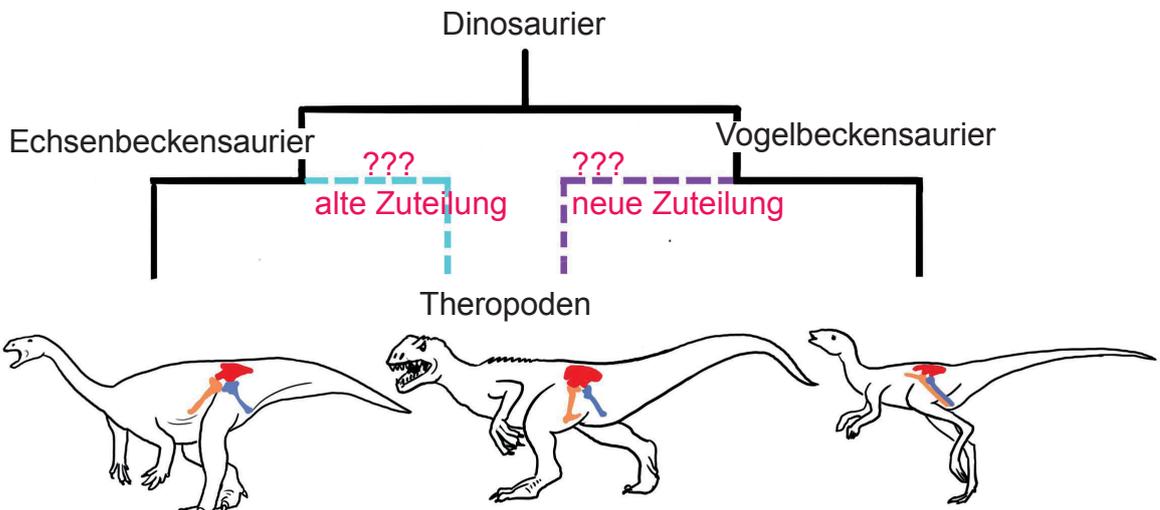
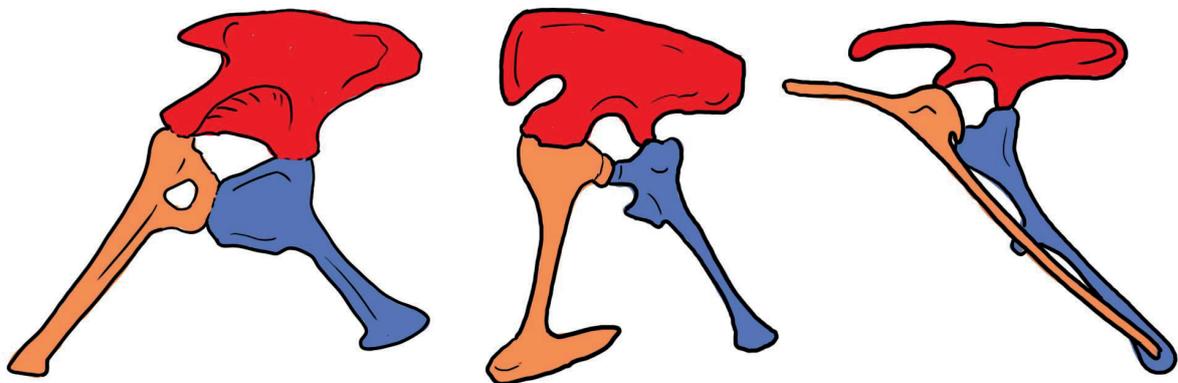
Sitzbein 

Schambein 

Echsenbeckensaurier

Theropode

Vogelbeckensaurier



ZWEI DINOGRUPPEN - ZWEI EXPERTENGRUPPEN

| Einteilung nach traditioneller Auffassung | | |
|---|---------------------|--------------------|
| Art | Echsenbeckensaurier | Vogelbeckensaurier |
| T. rex | x | |
| Saurornithoides | x | |
| Dromaeosaurus | x | |
| Deinonychus | x | |
| Plateosaurus (2. Stock) | x | |
| Ankylosaurus | | x |
| Triceratops | | x |
| Edmontosaurus | | x |
| Tenontosaurus | | x |

1. Was würde sich in der obigen Einteilung nach der Studie von 2017 ändern?
2. Skizziere das Becken des T. rex und dasjenige des Saurornithoides nach den Skeletten in der Ausstellung. Sie dürfen beide gleich gross gezeichnet sein. Beschrifte die drei Beckenknochen Darmbein, Sitzbein und Schambein.
3. Was lässt sich aus deinen bisherigen Informationen zur Ernährung der beiden Dinosauriergruppen (nach traditioneller Einteilung) sagen?
4. Weshalb ist diese Zweiteilung der Dinos für die Paläontologen von Bedeutung? Was vermutest du?
5. Kannst du die 3 Namen der Beckenknochen (Darm-, Scham- und Sitzbein) beim menschlichen Becken zuordnen? (Die 3 Namen wurden zuerst den menschlichen Beckenknochen zugeordnet und später auch bei anderen Wirbeltierskeletten verwendet.)



menschliches Becken
(in Seitenansicht, links ist vorn)

Koloriere die 3 Beckenknochen wie folgt:

Darmbein



Sitzbein



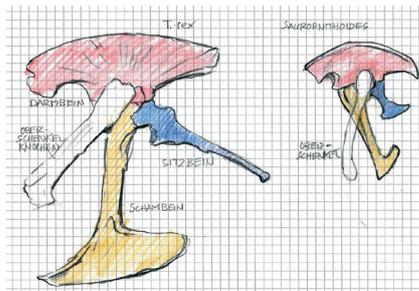
Schambein



Lösungen: Zwei Dinogruppen - zwei Expertengruppen

1. T. rex, Saurornithoides, Dromaeosaurus und Deinonychus wechseln zu den Vogelbeckensauriern.

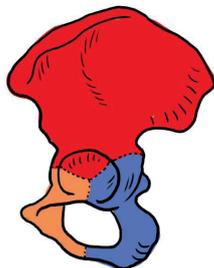
2.



3. Bei den Echtenbeckensauriern gibt es Fleischfresser, wie die meisten Theropoden während die Vogelbeckensaurier generell Vegetarier sind.

4. Das sehr einfach zu erkennenden Merkmal der Beckenknochen der Dinos würde auf die Abstammungslinie weisen.

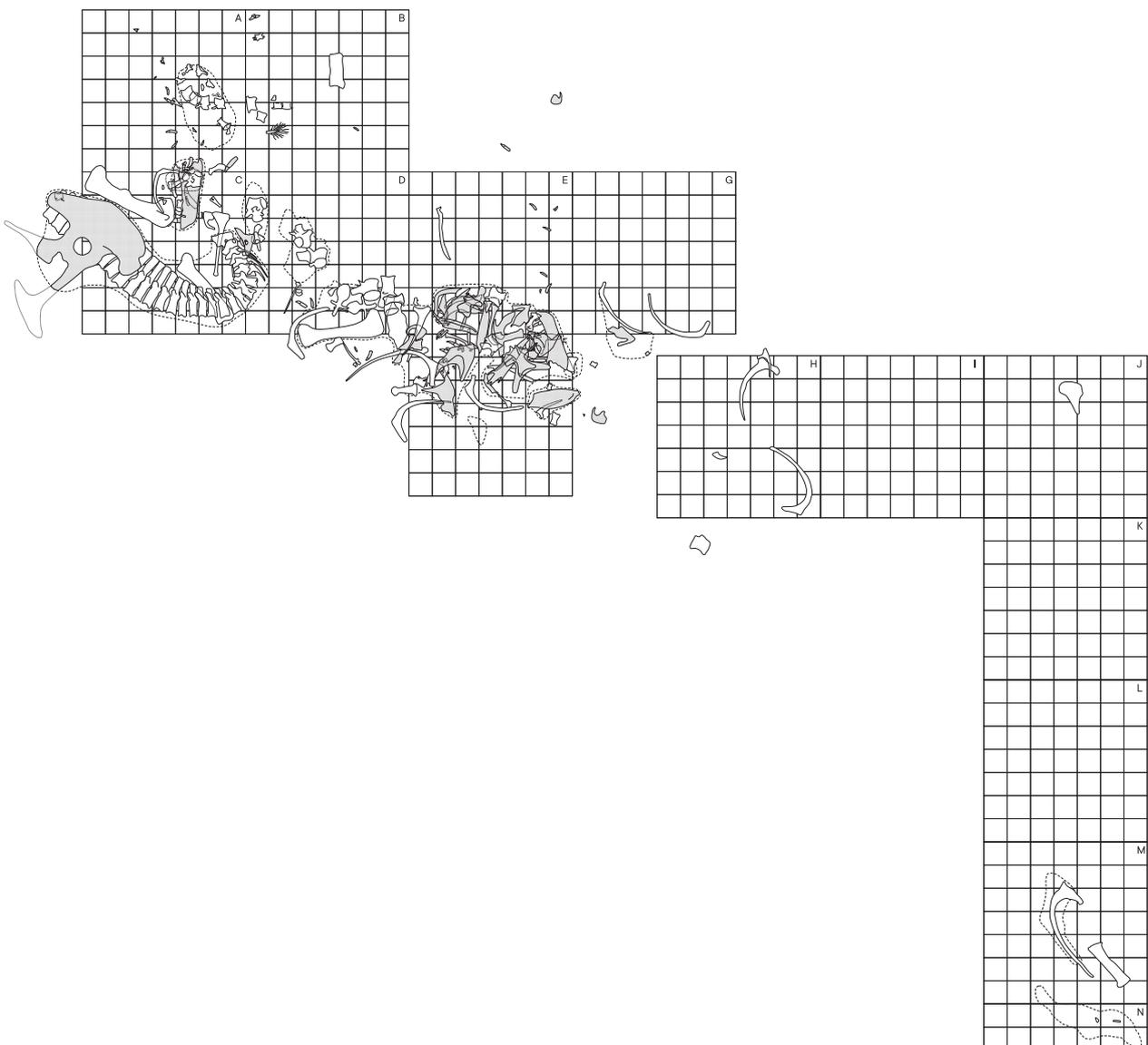
5.



DER GRABUNGSPLAN

Am Boden des Eingangsraum zur Ausstellung ist der Grabungsplan von einem der vollständigsten *T. rex*-Funde wiedergegeben.

1. a) In welchem Massstab liegt der Bodenplan vor dir? Oder: wie viele Mal grösser sind die Knochen in Wirklichkeit?
b) Welcher Massstab hat der Plan auf diesem Blatt.
2. Welche Knochen erkennst du? Koloriere Zähne gelb, Rippen rosa, Ober- und Unterschenkelknochen braun, Beckenknochen blau
3. Einer der dunkel schattierten Knochen wurde hier fälschlicherweise eingefärbt: er gehört nicht zum Schädel, obschon es auf den ersten Blick so aussieht. Welcher Knochen ist es? Wie gross ist dieser Knochen in Wirklichkeit (Länge)?



DIE HALBSTARKEN BZW. DREIVIERTELSTARKEN

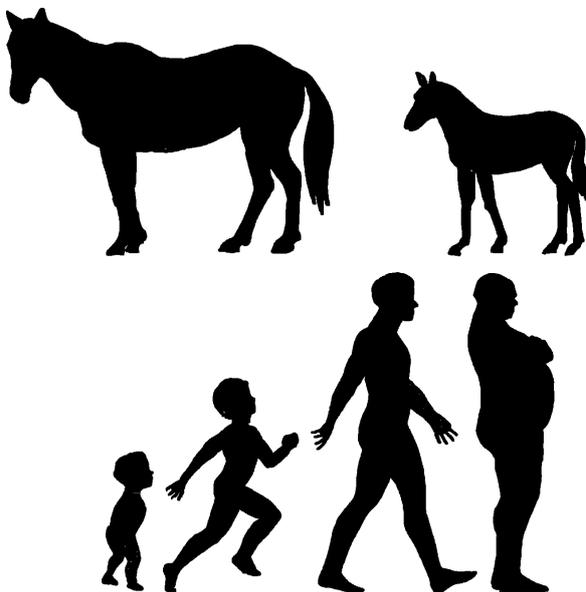
Bei der Gruppe von T. rex mit Ankylosaurus und Triceratops wurden die nachgebauten Tiere auf 3/4 der erwachsenen Lebensgrösse verkleinert.

Normalerweise ändern sich die Proportionen der Gliedmassen eines Tieres mit seiner Entwicklung. So wie sich auch beim Menschen nicht nur die Grösse sondern ebenso die Proportionen vom Kleinkind zum Teenager und Erwachsenen deutlich unterscheiden. Es ist deshalb zu erwarten, dass auch bei Dinos jüngere Exemplare anders ausgesehen hätten als adulte, selbst wenn man sie auf die gleiche Grösse brächte.

1. Woran könnte man sehen, dass die ausgestellten 3/4-Tiere nicht einfach Jungtiere sein sind? Überlege zuerst wie sich die Proportionen bei dir bekannten Lebewesen vom Jungen zum Erwachsenen ändern: Mensch, Pferd, Katze und Hund.

2. Kannst du mit den Angaben zum Wachstum des T. rex (Schrifttafel 10.3) abschätzen, in welchem Alter sie diese 3/4-Grösse erreicht haben könnten? (Angaben auf der Schrifttafel: mit 2 Jahren 30 kg, mit 10 Jahren 400 kg, mit 20 bis 30 Jahren 6000 bis 9000 kg.)

3. Wie beurteilst du die Aussage, dass T. rex mit 30 Jahren am Ende seiner Lebenszeit angekommen ist, weil (bisher) keine älteren Tiere gefunden wurden? (Schrifttafel 10.1)



Lösungen: Die Halbstarke bzw. Dreiviertelstarke

1. Nach der Entwicklung wie sie sich bei Reptilien, Vögeln und Säugern auch heute zu beobachten lässt, ist zu erwarten, dass jüngere Tieren vergleichsweise grössere und rundere Köpfe, grössere Augen und grössere Füsse haben.

2. Gehen wir bei einem Zwanzigjährigen von einem Gewicht von 6000 kg aus, wären 3/4 davon 4500 kg. Nehmen wir für einen Teenager T. rex ein gleichmässiges (lineares) Wachstum an, nimmt er jährlich um $(6000 \text{ kg} - 4500 \text{ kg}) : 10 \text{ Jahre} = 150 \text{ kg}$ zu. Er nähme nach dem Lebensalter von 10 Jahren noch zu um $4500 \text{ kg} - 400 \text{ kg} = 4100 \text{ kg}$. $4100 \text{ kg} : 150 \text{ kg} / \text{Jahr} = 27,3 \text{ Jahre}$. Die beiden «Tyrannokönigskinder» wären also mit dieser Grösse ca. 17 jährig.

3. Bei fossilen Knochen von Theropoden versucht man anhand von Wachstumslamellen das Alter abzuschätzen. Die Knochen wachsen ähnlich wie Jahrringe bei Bäumen unterschiedlich rasch, je nach der Stoffwechselrate, die ihrerseits durch die Nahrungsaufnahme bestimmt ist. Ob diese Wachstumslamellen tatsächlich durch die schwach ausgeprägten Jahreszeiten beeinflusst worden ist oder durch andere Schwankungen der Umweltbedingungen, ist allerdings nicht sicher geklärt.

Falls diese Knochenlamellen durch Jahreszeiten verursacht wurden, lässt sich schliessen, dass das rasante Wachstum des T. rex als Teenager mit mehreren Kilos pro Tag nach dem Erreichen von 20 Jahren rasch abnahm und sie damit ausgewachsen waren. Das rasante Wachstum und rasche Ausgewachsensein (im Vergleich zur Grösse) ist auch bei den heutigen Vögeln zu beobachten, sagt aber nichts aus über eine kurze Lebenserwartung.

Normalerweise ist die Grösse eines Tieres auch ein Hinweis auf seine potentielle Lebenserwartung, dh. je grösser desto langlebiger. (Elefant 80 Jahre, Pottwal 200 Jahre, Nashorn 50).

Da bisher nur von 50 T. rex-Exemplaren fossile Überreste gefunden worden sind und nur wenige bei denen sich eine Altersbestimmung durchführen liess, könnte bei künftigen Funden sehr wohl noch deutlich ältere Individuen zum Vorschein kommen.

Schlüsse zur mittleren Lebenserwartung bleiben bisher jedenfalls bloss Vermutungen.

Übrigens: Die Geschlechtsreife trat offenbar schon deutlich früher ein als das Wachsutmsende, ähnlich wie beim Menschen. Hinweise zur Geschlechtsreife finden sich bei weiblichen Tieren bei der Grösse der Kalziumdepots, die, wie auch bei modernen Vögeln, der Bildung der Eischalen dienen.

DER KNOCHENKNACKER

BEISSKRAFT DES T. REX IM VERGLEICH

Rechts des T. rex-Skeletts sind an der Wand über den montierten Bein Knochen einiger Tiere Angaben zu Beisskraft zu finden.

Wie die Tabelle unten zeigt wurde die Beisskraft eines T. rex nur vom 20 m langen Riesenhai Megalodon übertroffen. Vergleicht man bei verschiedenen Tieren die Beisskraft aber mit dem Körpergewicht, sieht die Rangfolge ganz anders aus, ja, mit diesem Trick bekommt sogar der Mensch eine «Chance».

| Art | Körpergewicht | Beißkraft in N/cm ² | BQ (Beisskraft-Quotient) | Rang nach BQ |
|---------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------|--------------|
| Megalodon | 10.000 | 176 000 | | |
| T. rex | 7500 | 34 522 | | |
| Weißer Hai | 3500 | 17 640 | | |
| Alligator/ Krokodil | 1500 | 12 740 | | |
| Löwe | 290 | 1768 | | |
| Wolf | 60 | 593 | | |
| Mensch | 80 | 390 | | |
| Schwarzer Piranha | 3 | 320 | | |
| Hyazinth-Ara | 1,5 | 140 | | |

1. Berechne in der Tabelle zu jedem Tier den Beisskraft-Quotienten (= Beisskraft : Körpergewicht) und erstelle dazu die entsprechende Rangfolge (grösster BQ = Rang 1)
2. Überlege dir, ob die absolute oder die relative Beisskraft wissenschaftlich d.h. biologisch mehr aussagt. War es eine Schwäche des T. rex, dass der Papagei 20 mal stärker zubeissen kann im Vergleich zu seinem Gewicht?
3. Wie beurteilst du die Angabe der Beisskraft beim T. rex von 34522 N/cm²?

Lösungen: Der Knochenknacker

| Art | Körpergewicht | Beißkraft in N cm ⁻² | Beisskraft-Quotient (BQ) | Rang nach BQ |
|---------------------|---------------|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| Megalodon | 10.000 | 176.000 | 17,6 | 3 |
| T. rex | 6800 | 30.380 | 4,47 | 9 |
| Weißer Hai | 3500 | 17.640 | 5,04 | 7 |
| Alligator/ Krokodil | 1500 | 12.740 | 8,49 | 5 |
| Löwe | 290 | 1768 | 6,10 | 6 |
| Wolf | 60 | 593 | 9,88 | 4 |
| Mensch | 80 | 390 | 4,88 | 8 |
| Schwarzer Piranha | 3 | 320 | 106,7 | 1 |
| Hyazinth-Ara | 1,5 | 140 | 93,3 | 2 |

2. Die absolute Beisskraft ist wichtig für die Fähigkeiten, Beutetiere schnell töten (weniger Eigengefährdung) und verwerten zu können. (Öffnen der evt. gepanzerten Haut und der Knochen). Die vergleichende Beisskraft interessiert eher den Sensationser-pichten, denn die aufgeführten Tiere sind keine Konkurrenten untereinander.

3. Anhand der Knochenmarken am Kiefer kann man nur ungefähr auf die Grösse der Muskeln schliessen und damit die Beisskraft nur grob abschätzen, weshalb in der Fachliteratur die Angaben stark schwanken. Eine Festlegung auf einen Wert, der die Beisskraft auf 5 Stellen genau angibt, ist wissenschaftlich nicht möglich und müsste korrekterweise mit «ca. 30000 N/cm²» angegeben werden.

WIE SCHNELL IST GENUG?

Ein Mensch erreicht maximal über 40 km/h, das heisst wenigsten die Fittesten von uns und auch das nur auf einer ebenen Rennbahn. Dies hätte den Sprinter locker aus dem Gefahrenbereich des T. rex bringen können, der kaum 20 km/h erreicht haben soll. Andere Experten geben für T. rex allerdings einen Bereich der Höchstgeschwindigkeit von 16 bis 40 km/h an, so dass unsere Albträume doch hätten wahr werden können.

T. rex war im Vergleich zu kleineren Raubsaurieren vermutlich etwas langsamer. Dies auch aus statischen Gründen wegen der Masse, die mit dem Quadrat der Grösse wächst. Die Knochen eines einzelnen Hinterbeines, auf dem beim Laufen abwechselungsweise ein Mehrfaches des Standgewichtes von bis 9 t lastet, müssen überproportional viel stabiler d.h. dicker sein. (So wie in unserer Skelettausstellung die Beine eines Elefanten proportional viel stämmiger sind als beim Reh daneben.) Je dicker die Knochen, desto plumper und langsamer aber die Fortbewegung, weshalb Riesenvuchs und Schnellläufer schlecht zu kombinieren sind.

War die vermutlich begrenzte Höchstgeschwindigkeit eine Schwäche des T. rex?
Begründe deine Antwort möglichst sachlich.

Lösungen «Wie schnell ist genug?»

Die Evolution entwickelt normalerweise keine «überschüssigen» Fähigkeiten, die Resource beanspruchen. Das erfolgreiche Überleben (bis zur Meteoriten-Katastrophe) zeigt, dass T. rex bestens angepasst war und es nicht nötig hatte, schneller laufen zu können, um genug Beute zu machen. Ebenso wenig ist es ja eine Schwäche des Löwen, wenn die Jagdgeschwindigkeit des Gepards höher ist. Beide verfolgen eine unterschiedliche Jagdstrategie und sind kaum Konkurrenten.

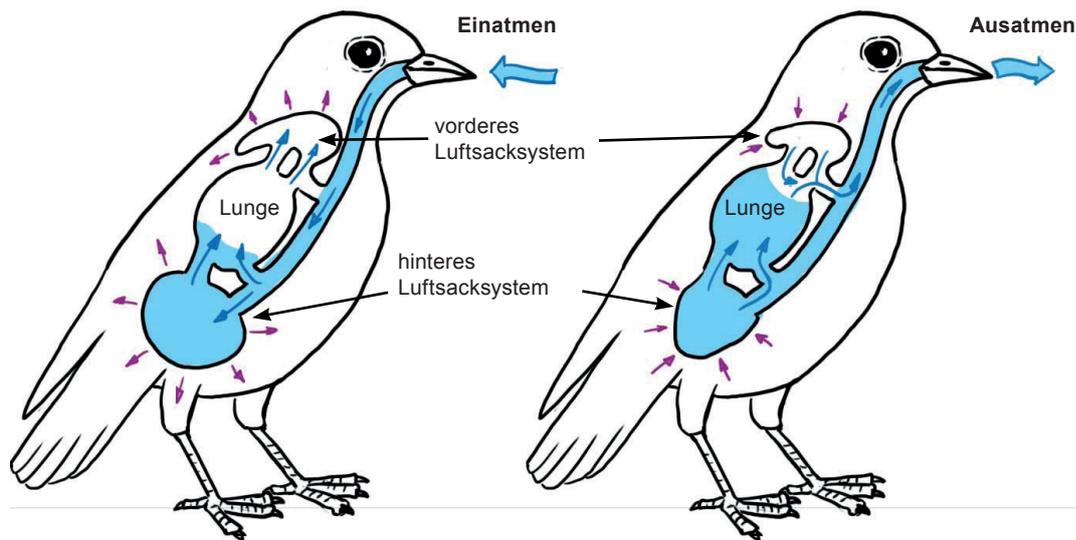
DAS BESTE ATMUNGSSYSTEM

«SEINE GEHEIMWAFFE WAR DIE LUNGE*» (TEXTTAFEL 4.2)

Vögel haben mit Abstand die effizienteste Atmung der Wirbeltiere. Dies dank der Luftsäcke, die viele Hohlräume des Körpers füllen, ja sogar in den Knochen zu finden sind. Sie sorgen als Blasebalg dafür, dass die Lunge auch beim Ausatmen der Luft noch Sauerstoff entziehen kann. Daneben dienen die Luftsäcke auch zur Kühlung des Körpers.

Die Luftsäcke waren offenbar bereits bei den Vorfahren der Vögel, bei den Theropoden, vorhanden, so dass vermutlich auch der T. rex davon profitiert hat.

Der Vorteil der Raubsaurier bei der Atmung half bei der Hetze oder bei einem Angriffssprint auf ein Beutetier, die volle Muskelleistung deutlich länger aufrecht zu halten.



1. Versuche nach der obigen schematischen Zeichnung den Ablauf der Vogelatmung zu beschreiben.

2. Was ist der Unterschied zur Atmung bei den Säugetieren?

3. Welche anderen tierischen Atmungssysteme neben der Lungenatmung kennst du?

3. Kann man dieses Atmungssystem des T. rex als Geheimwaffe* bezeichnen?

* aus «Aufstieg und Fall der Dinosaurier» von Steve Brusatte, Piper, München, 2018, S. 225

Lösungen:

Das beste Atmungssystem

1. Beim Einatmen wird der Brustkorb durch Muskelkraft vergrössert, so dass sich die hinteren Luftsäcke mit frischer Luft füllen und die vorderen Luftsäcke verbrauchte Luft aus der Lunge ansaugen.

Beim Ausatmen pressen die hinteren Luftsäcke frische Luft in die Lunge und die hinteren Luftsäcke entleeren sich. So wird die Lunge nur in einer Richtung, aber zweimal durchströmt - beim Ein- als auch beim Ausatmen - und die Luft in der Lunge dabei vollständig ausgetauscht. (Nur in der Lunge geschieht der Gasaustausch.)

2. Beim Ausatmen der Säugetiere steht der Lunge kein frischer Sauerstoff zur Verfügung. Im Unterschied zu den Vögeln ändert die Lunge ihre Grösse um den Luftaustausch in Gang zu bringen.

3. Kiemenatmung bei Fischen, Tracheenatmung bei Insekten, Hautatmung bei Würmern, Krebsen, Aal u.a.

4. Das effiziente Lungensystem der Theropoden ist natürlich nur in einem stark übertragenen Sinn eine Waffe. Ebenso wenig kann man das Gehirn oder den Blutkreislauf als Waffe bezeichnen, auch wenn ohne diese eine erfolgreiche Jagd nicht möglich sind. Als Waffe ist eine Vorrichtung zu bezeichnen, die **ausschliesslich** dem direkten Kampf dient.

DAS ORAKEL VON OBER- UND UNTERSCHENKEL

Nach einer Theorie soll das Verhältnis von Oberschenkel und Unterschenkel einen Hinweis auf die Sprinterqualität einer Tierart geben. Deshalb sind die beiden Beinknochen von verschiedenen Tieren hier an die Wand montiert.

1. Vergleiche die beiden Beinknochen des T. rex mit denen an seinem Skelett. Aus welcher Richtung sind die Knochen hier zu sehen und zu welchem Bein gehören sie?
2. Welche Schlüsse zur Laufgeschwindigkeit könnte man aus dem Verhältnis von Ober- zu Unterschenkel aus den vorhandenen Beispielen ziehen?
3. Wie sieht es mit der angetönten Regel aus, wenn du die Bilder von weiteren Beispieltieren (s. unten) mit einbeziehst?
4. Wie sieht es mit dem Verhältnis von Unterschenkel und Mittelfussknochen aus?

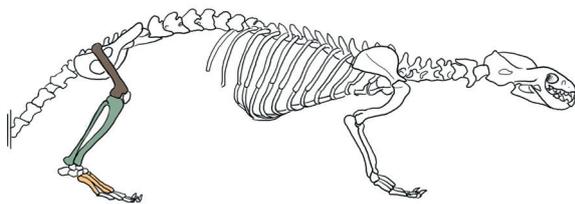
Oberschenkelknochen



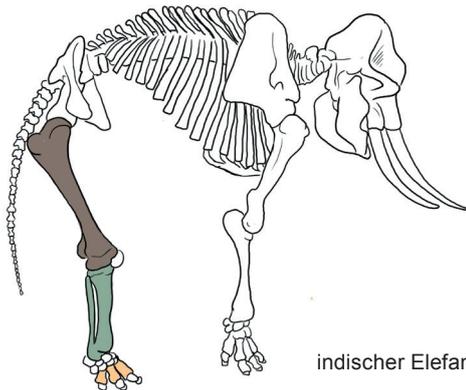
Unterschenkelknochen



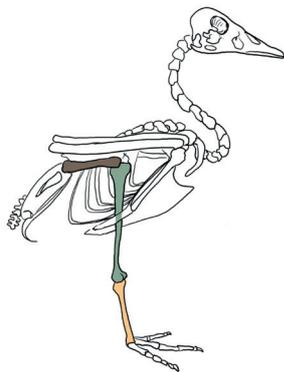
Mittelfussknochen



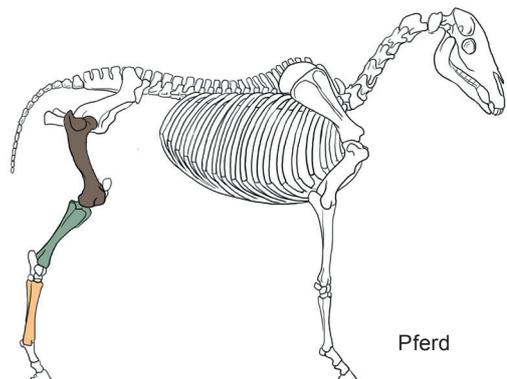
Dachs



indischer Elefant



Eiderente



Pferd

5. Welche der an der Wand angegebenen Verhältniszahlen stimmt nicht?
6. «Das einzige was von Dinos übrig blieb, sind fossile Knochen und Zähne.» (Texttafel 4.1) Stimmt das? Begründe deine Antwort.

Lösungen: Das Orakel von Ober- und Unterschenkel

1. Der vom Kopf her gesehene Unterschenkelknochen (links montiert) gehört zum linken Hinterbein.

Der vom Kopf her gesehene Oberschenkelknochen (rechts montiert) gehört zum rechten Hinterbein. (Es handelt sich vermutlich um ein Versehen bei den Ausstellungsmachern in London.)

2. Je kürzer der Oberschenkelknochen im Vergleich zum Unterschenkel ist, desto schneller das Tier.

3. Bei vielen anderen Tieren ist der Zusammenhang nicht gegeben, dass das Verhältnis der Schenkelknochen auf die Geschwindigkeit deutet:

Tiere bei denen ein kurzer Oberschenkel und hohe Laufgeschwindigkeit übereinstimmen: Strauß, Gepard. Gar nicht stimmt dies bei der Ente (langsam) oder beim Pferd (schnell).

4. Tiere bei denen lange Mittelfussknochen im Vergleich zum Unterschenkel und eine hohe Laufgeschwindigkeit (und umgekehrt) übereinstimmen: Strauß, Pferd, Elefant, Krokodil, Dachs

Tiere bei denen kurze Mittelfussknochen im Vergleich zum Unterschenkel und eine langsame Laufgeschwindigkeit **nicht** stimmen: Mensch

5. Beim Krokodil müsste das Verhältnis ca. 1 (statt 1.99) betragen.

6. Man hat neben Knochen und Zähnen auch viele fossile Fussabdrücke, Hautabdrücke, Abdrücke von Federn, Eier, Koprolithe oder Bissmarken gefunden.

DER ARME MIT DEN ÄRMCHEN

Texttafel 8.4

Bisher gibt es keine gesicherten Hinweise wozu die vergleichsweise sehr kleinen Arme dem T. rex von Nutzen gewesen sein könnten, bzw. warum nicht längere Arme besser gewesen wären. Er konnte die Hände nicht einmal sehen oder mit ihnen das Maul erreichen.

Nach den Knochenmarken zu schliessen, an denen die Sehnen der Muskeln befestigt sind, waren die Arme aber sehr kräftig. Hätte er die Arme nicht gebraucht, hätten sich keine Muskeln daran gebildet. Es waren also definitiv keine nutzlosen Rudimente wie unsere Weisheitszähne. Ideen zur Lösung dieses Rätsels sind Mangelware und sehr gefragt.

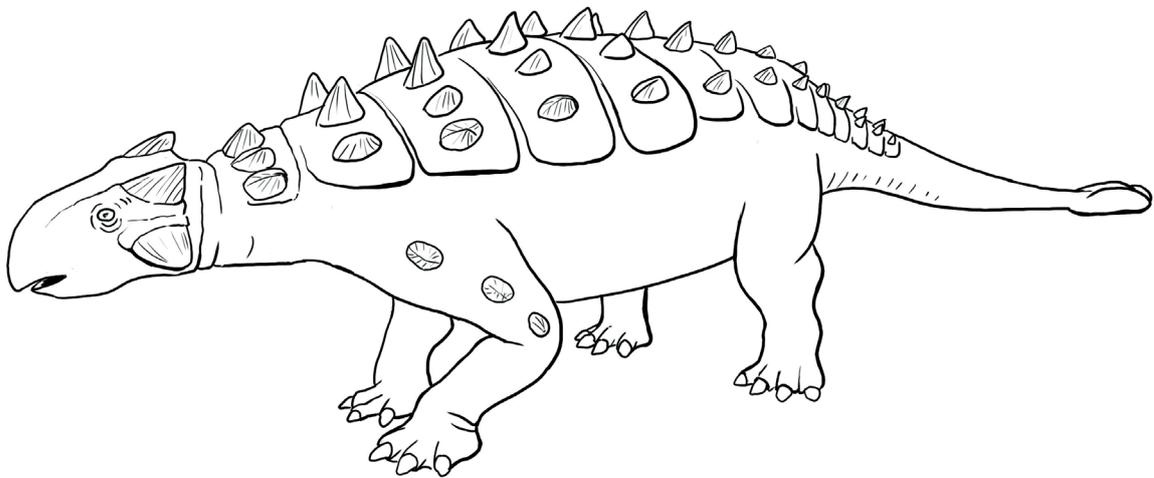
Kannst du dir vorstellen, wozu die Miniarme gut gewesen sein könnten? Versuche 3 Möglichkeiten zu finden, die halbwegs plausibel sind.

An pica@nmbe.ch eingesandte, originelle Lösungsvorschläge - wenn möglich sogar gezeichnet - werden wir gerne publizieren.

ANKYLOSAURUS - DER KEULENSCHWINGER

Der bis 9 m lange Ankylosaurus lebte vor 70 bis 66 Mio. Jahren und war stark gepan- zert mit Knochenplatten und -spitzen, die in die Haut eingelassen waren. Zur aktiven Verteidigung hatte er am Schwanzende eine schwere Knochenkeule, mit der er bei einem Treffer Knochen eines Angreifers brechen konnte. So konnte er trotz eher lang- samer Fortbewegung und vergleichsweise kleinem Hirn locker überleben.

1. Wärest du ein T.-Rex, wie würdest du einen Ankylosaurus angreifen? Wo ist seine verwundbarste Stelle? Wie könnte der Angegriffene diesen Bereich selber geschützt haben?
2. Wie ist sein Maul beschaffen? Was kannst du daraus bezüglich seiner Nahrung schliessen?
3. Weshalb ist er ausgestorben?



DROMAEOSAURUS - DER ZUBEISSER

Der nur etwa 15 kg schwere fleischfressende Dromaeosaurus lebte von 76 bis 66 Millionen Jahren in Nordamerika und war damit wie der Ankylosaurus ein Zeitgenosse von T.-Rex.

Er hatte wohl die dreifache Beisskraft eines Velociraptor, was sich aus dem stärkeren Schädel und Kiefer und den Zähnen schlussfolgern lässt.

Nach Messung des Schädelvolumens hatte mit einem EQ von 5,8 einen der höchsten Werte der Theropoden, was auf vergleichsweise stärkere Intelligenz deutet. Bei Rudeltieren ist der EQ typischerweise im Vergleich zu Einzelgängern höher.

Wieso ist bei sozialen Tieren der EQ bzw. die Intelligenz im Allgemeinen grösser als bei Einzelkämpfern?

Der Dromaeosaurus könnte ein Federkleid getragen haben, wie es auch beim T.-Rex diskutiert wird, weil dies bei verwandten Arten nachgewiesen ist.

Was meinst du zur Vermutung, dass T.-rex befiedert war, wenn du an die Körperhaare bei Arten Mensch und Schimpanse denkst oder auch an grosse Säugetiere wie Elefant und Nashorn?

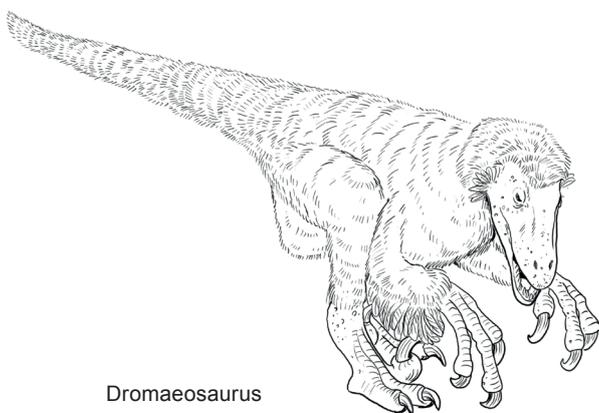
Der Name Dromaeosaurus kommt wie beim Dromedar vom griechischen dromás = laufen, d.h. „Rennende Echse“.

Wie beurteilst du diese Namensgebung, die nach dem ersten Fund 1914 erfolgt ist?

Sind Fleischfresser im allgemeinen häufiger, gleich häufig oder seltener als Pflanzenfresser und wieso?

Kannst du dir Gründe vorstellen warum es heute keine grösseren Landraubtiere als Bären oder Tiger gibt, im Mesozoikum jedoch so Riesen wie den T.-Rex?

Welches sind die Vor- und Nachteile von grösserer Masse bei Fleischfressern?



Dromaeosaurus



Velociraptor

Lösungen: Dromaeosaurus - der Zubeisser

Bei sozialen Tieren muss die Kommunikationsfähigkeit untereinander grösser sein.

Wie der Vergleich von Schimpanse und Mensch zeigt, kann man bezüglich Haarkleid trotz naher Verwandtschaft nur beschränkt Schlüsse ziehen.

Insbesondere bei grossen Tieren in warmen Klimata ist eine gute Kühlung des Körpers wichtiger als eine Wärmeisolation, weshalb Elefanten oder Nashörner kaum Haare haben.

Der Name würde zu sehr vielen inzwischen gefundenen Raubsauriern passen. Damals war es aber einer der ersten Funde eines agilen Theropoden.

Fleischfresser sind natürlich immer viel seltener als Pflanzenfresser, von denen sie sich ernähren. Wären sie gleich häufig, würde für jeden Jäger nur ein einziges Beutetier zur Verfügung stehen.

Grossen Fleischfressern sollten auch genügend grosse Nahrungsmengen zur Verfügung stehen, da der Kalorienbedarf und normalerweise auch der Aufwand ein Beutetier zu schlagen (oder zu finden) bezüglich Zeit und Gefahren gross ist. Im Mesozoikum gab es für grosse Raubtiere sehr viele grosse Pflanzenfresser als potentielle Nahrungsquelle.

(Zwar ernähren sich die grössten Tiere, die Wale, von sehr kleinen Beutetieren, doch sind diese extrem zahlreich und mit wenig Aufwand durch Sieben des Wassers zu fangen. (Kryll-Krebschen oder Fische.))

Vorteile: Grosse Fleischfresser können auch allein grosse Beutetiere überwältigen. Ihnen müssen kleinere Jäger ihre Beute oft überlassen. Je grösser, desto weniger sind sie in Gefahr durch andere Jäger attackiert zu werden. Wegen dem grösserem Speichervermögen (Fettreserven), kommen sie im Allgemeinen mit längeren Hungerszeiten (dh. grösseren Abständen der Nahrungsbeschaffung) zu recht als kleine Tiere.
Nachteil: grosser Fleischbedarf, Abhängigkeit von häufigen und grossen Beutetieren.

SAURORNITHOIDES - DER MENSCHENFEIND?

Zugegeben, der Titel ist (zeitlich) etwas weit hergeholt. Mit seinen übergrossen Augenhöhlen war er vermutlich dämmerungsaktiv und hat vielleicht die damals rattenkleinen Säugetiere gejagt. Da unter diesen auch unsere Vorfahren waren, hätte er unseren Ururur...grossvater einfach ausschalten können und damit, wer weiss, die ganze einst nachfolgende Menschheit. Offensichtlich hat er aber den entscheidenden menschlichen Vorfahren nicht erwischt und diesen vielleicht sogar von Konkurrenten befreit. Also, streicht obigen Titel und ersetzt ihn durch einen besseren.

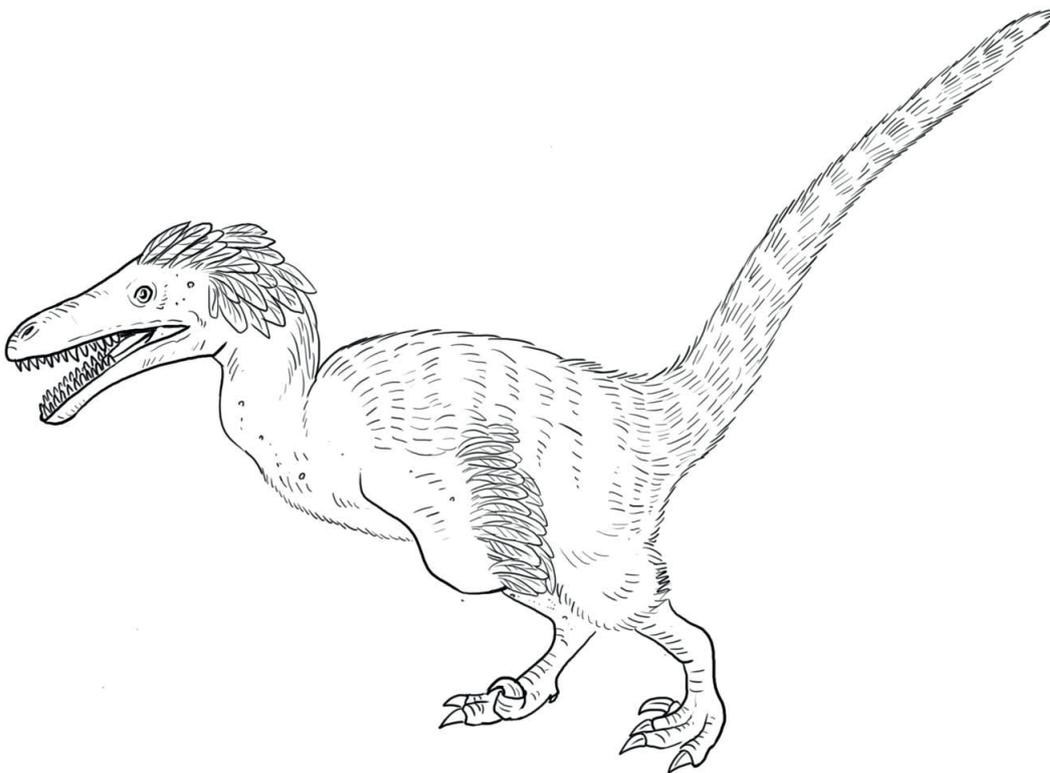
Die Art lebte vor 80 bis 72 Mio. Jahren und wurde in der Gegend der Mongolei gefunden.

1. In welcher Beziehung steht er zum T. rex? Suche zuerst die beiden Arten in der Infografik unten.

2. Wozu diente ihm wohl seine Riesenkrallen?

3. Welchen Fingernagel müsstest du wachsen lassen, damit er der gleichen anatomischen Stelle entspricht wie die Sichel von Saurornithoides?

4. Welche Merkmale verbinden ihn mit dem T. rex, welche unterscheiden die beiden?



Lösungen: Saurornithoides - der Menschenfeind

1. Sowohl Saurornithoides und T. rex gehören zu den Theropoden. Innerhalb der Dinosaurier sind die Theropoden eine Gruppe von zweibeinigen, fast immer fleischfressenden Echtenbeckensauriern. Saurornithoides ist allerdings kein Vorfahre von T. rex. Seine Vorfahren haben sich bereits vor enormen 100 Millionen Jahre von den Ahnen von T. rex abgespalten.

2. Die Krallen könnten er zum Festnageln kleiner Opfer gebraucht haben, zum Aufschlitzen der Kehle bei grösseren Tieren, oder als Steigeisen zum Aufsteigen auf sehr grosse Beutetiere.

3. Die Klaue befindet sich am 2. Finger, also bei uns am Zeigfinger.

4. Verbindendes:

Beide gehören zu den Theropoden, zweibeinigen Raubsauriern mit starkem grossen Gebiss.

Unterschiede:

- Grösse
- Befiederung
- Gesichtsfeld: (Saurornithoides mit Panoramablick dank seitlich aussen platzierten Augen und wenig Überschneidung der beiden Gesichtsfelder. Daher kaum stereoskopisches Sehen. T. rex mit Augen, die gegen vorn gerichtet sind und ein grosse Überschneidung des Gesichtsfeldes haben und daher Stereosehen ermöglichen.
- Unterschiedliche Zeiten in denen die beiden Arten lebten. T. rex 68-66 vor Mio Jahren, Saurornithoides vor 80-72 Mio Jahren
- Verschiedene Verbreitungsgebiete: T. rex in Nordamerika, Saurornithoides in Mongolei und Tadschikistan

EDMONTOSAURIER: ZAHN- UND ZAHLREICH

Die veganen Edmontosaurier lebten von 73 bis 66 Millionen Jahren in Nordamerika und wurde häufig gefunden.

Während der vordere Kiefer schnabelartig zahnlos ist, hat der hintere Teil dafür umso mehr Zähne: Bis 300 Stück, wobei 2/3 als Reserve für abgeschliffene bereitstanden.

An einem Fund von 1999 konnte mittels Computertomografie ein fleischiger Kamm nachgewiesen werden, der in einzelnen Segmenten vom Kopf über den Rücken lief. Da die Ausstellungsobjekte bereits 2003 gebaut worden sind, ist diese Entdeckung bei den Modellen hier noch nicht berücksichtigt und du kannst sie hier gleich selber zeichnerisch ergänzen.

Angenommen wird, dass er sich normalerweise auf 4 Beinen fortbewegt hat und nur bei schneller Flucht zweibeinig lief. Nach den Sedimenten der Fossilien zu schliessen, lebte der Edmontosaurus vermutlich im Uferbereich von Gewässern.

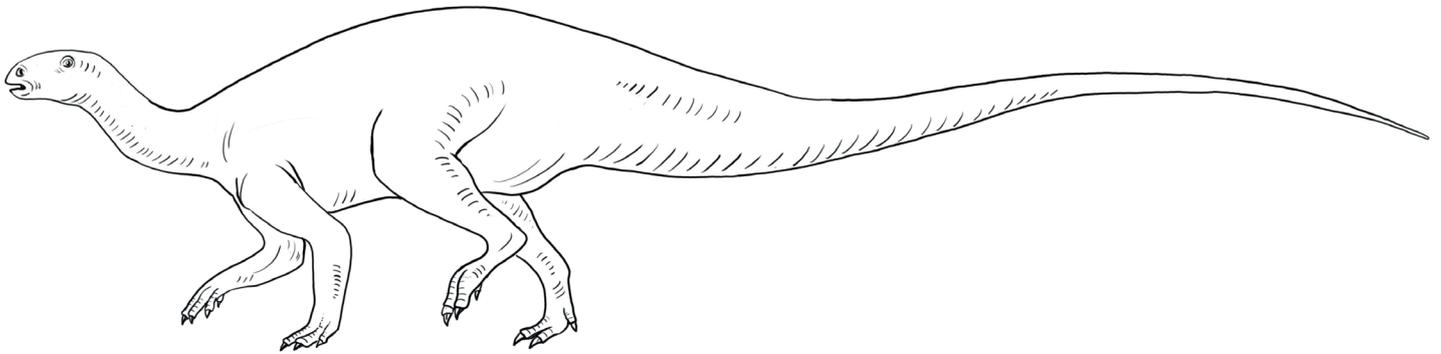


TENONTOSAURUS

Der Tenontosaurus lebte über mindestens 39 Millionen Jahre früher als T. rex nämlich vor 126 bis 107 Millionen Jahre vor heute, jedoch ebenfalls in Nordamerika. Sein schwerer Schwanz machte etwa 2/3 der Gesamtlänge aus.

1. Bei einem Fossilfund eines Tenontosauriers fand man auch 5 Skelette von Deynonynchos-Raubsauriern. Zufall oder eine Jagdszene? Beschreibe mögliche Varianten was da hätte geschehen sein können.

2. Welche Vorteile könnte die enorme Schwanzlänge für den Tenontosaurus gehabt haben?



DEINONYCHUS, DER MIT DER TODESKRALLE

Deinonychus lebte vor 123 bis 110 Millionen Jahren. Sein Name «Schreckliche Kralle» verweist auf die 12 cm lange, mit Hornsubstanz überzogene Klaue an der 2. Zehe des Hinterfusses. Damit sie schön scharf blieb, berührte sie beim Gehen den Boden nicht, wie gefundene Fährten belegen.

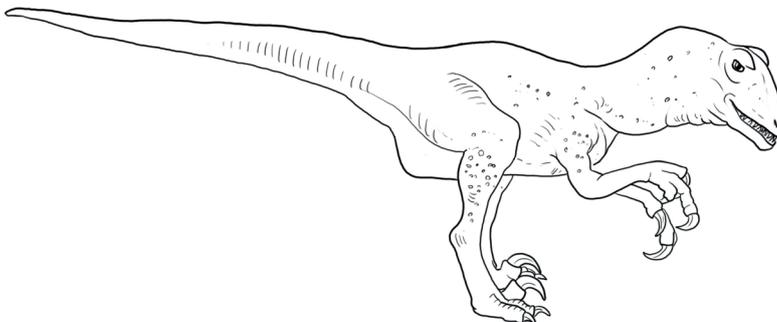
Da bei seinen Verwandten, wie dem Velociraptor, Abdrücke von Federn gefunden wurden, nimmt man auch bei Deinonychus eine ähnliche Befiederung an, selbst wenn noch kein direkter Nachweis gelungen ist. Federabdrücke werden nur sehr selten unter besonders günstigen Umständen und in feinkörnigstem Sediment erhalten. Eierschalen die an den Bauchrippen Deinonychus gefunden wurden, liessen die Forscher spekulieren, dass sie durch die Körperwärme der Elterntiere, wie bei Vögeln, ausgebrütet worden sind und zumindest diese Dinos, anders als heutige Reptilien, Warmblüter gewesen sind. Viele weitere Untersuchungen festigten ab 1969 die Überzeugung, dass Vögel von Dinos abstammen und die Deinoychosauria, die den Vögeln am engsten verwandte Dinosauriergruppe sind.

Über die Funktion der Sichelkrallen spekulieren die Forscher seit langem: Sie könnten dazu gedient haben den Bauch der mit den Vorderarmen festgehaltene Beute aufzuschlitzen oder aber deren Halsader oder Luftröhre zu durchstechen. Andere vermuten, dass sie wie ein Steigeisen genutzt wurden, um das viel grössere Beutetier zu erklettern und Halt zu geben, während der sehr starke Kiefer zubiss.

1. Mindestens wie lange vor dem T. rex lebte Deinonychus?

2. Während bei den Velociraptoren eine Höchstgeschwindigkeit von 39 km/h angenommen wird, soll der Deinonychus nur etwa 10 km/h erreicht haben. Dies wird zumindest nach einer vorliegenden Fährten vermutet. Was meinst du dazu? Welche Höchstgeschwindigkeit erreichst du, wenn du die Zeit für 80 m misst?

3. Verschiedentlich wurden seine Überreste zusammen mit Knochen vom Tenontosaurus gefunden. Wie könnte man dies auch anders interpretieren als es in der Ausstellung dargestellt ist?



TRICERATOPS

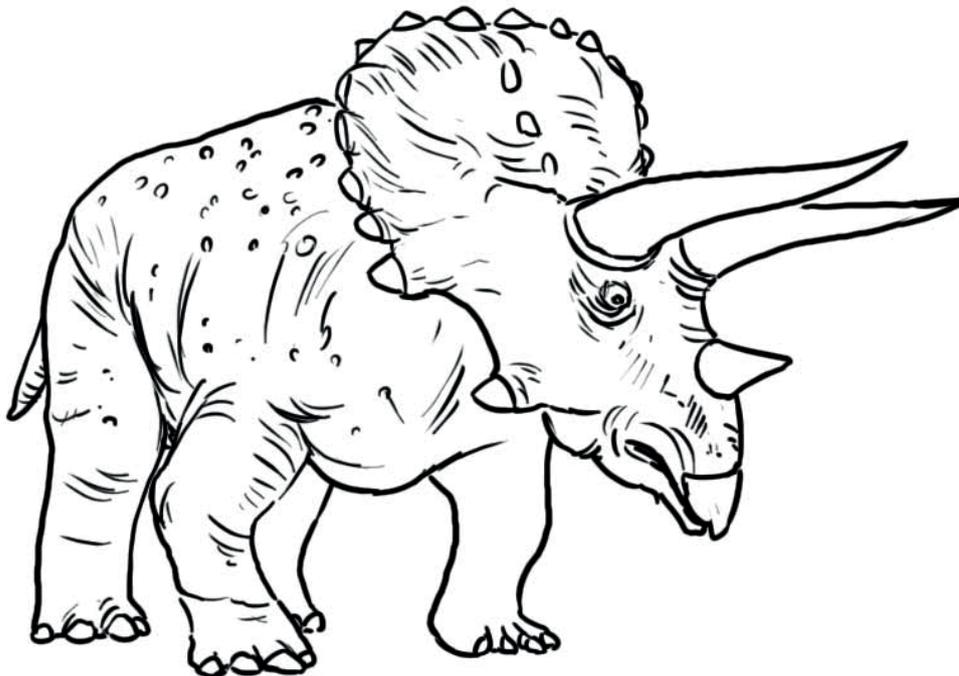
Der bekannte Triceratops lebte von 68 bis 66 Millionen Jahren und war ein Zeitgenosse von T. rex, gegen dessen Angriff ihn die Hörner und der Nackenschild schützen sollten. Dies jedenfalls die populäre Vorstellung.

Da der Schild allerdings zu dünn für einen effektiven Schutz gegen Zähne des T. rex war und verwandte Arten eher Zierformen bei den Hörnern zeigten, gehen viele Fachleute davon aus, dass Schild und Hörner eher Schaukämpfen um die Rangordnung untereinander dienten.

Übersetze den «lateinischen» Namen Triceratops nach den drei altgriechischen Begriffen darin in eine deutschen Namen: treis = drei, keras = Horn, ops = Antlitz.

Als Futterpflanzen kommen Palmfarne und Farne in Frage, die er mit seinen dichten Zahnkammern samt 5 Ersatzzahnreihen kleinschneiden konnte.

Die mit hartem Zahnschmelz überzogene Kaufläche ist nicht wie normalerweise auf der Gegenseite der Zahnwurzel sondern seitlich angebracht. Wie würdest du dies erklären?



AUSSERIRDISCHE ATTACKEN AUF ERDLINGE

Der letzte vernichtende Einschlag eines Asteroiden in Europa hat vor 15 Millionen Jahren im heutigen Süddeutschland bei Nördlingen stattgefunden: Der 1.5 km grosse Steinbrocken traf die Erde mit einer Geschwindigkeit von 20 km/s und einer Energie von fast 2 Millionen Atombomben des Kalibers von Hiroshima. Der aufsteigende Feuerball hatte in 100 km Entfernung noch die 30fache scheinbare Grösse und 70fache Helligkeit der Sonne. Bis das verdampfte und wieder abgelagerte Gestein sich auf 100 °C abgekühlt hatte, dauerte es 2000 Jahre.

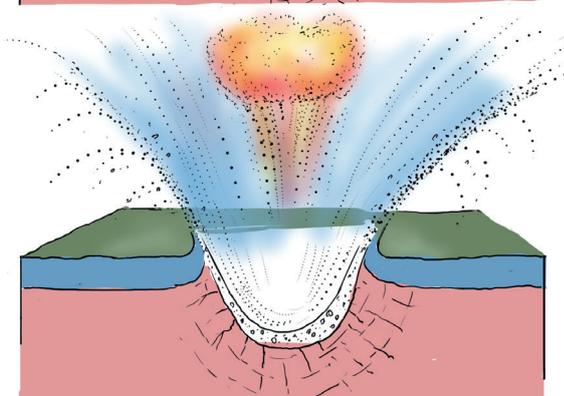
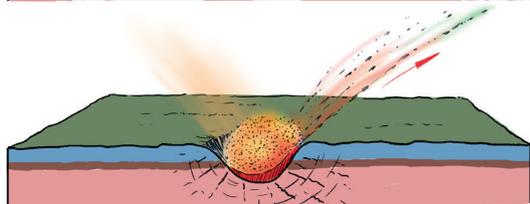
Seine Spuren (Krater, Trümmermasse, geschocktes und aufgeschmolzenes Gestein) sind heute noch gut zu sehen. Die Untersuchungen dazu haben viele Schlussfolgerungen ermöglicht für den Einschlag des wesentlich grösseren Chicxulub-Meteoriten (10 bis 15 km Durchmesser), der vor 66 Mio Jahren auf der mexikanischen Halbinsel Yukatan einschlug und in der Folge 70% bis 75% der irdischen Arten vernichtete.



Der Einschlag bei Nördlingen

0,001 s nach dem Einschlag

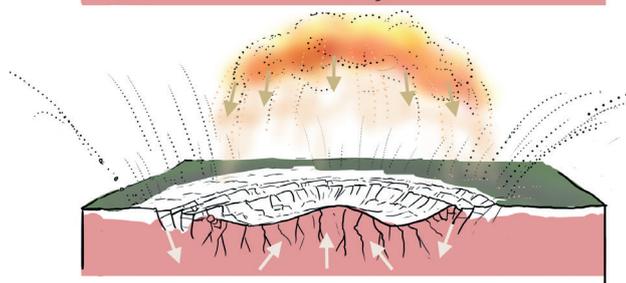
Zuerst spritzt aufgeschmolzenes Gestein mit über 20 km/s (höher als die Einschlaggeschwindigkeit) bis 450 km weit nach Böhmen, wo es heute als grünes Glas (Moldavit) gefunden wird.



0,05 bis 0,1 s nach dem Einschlag

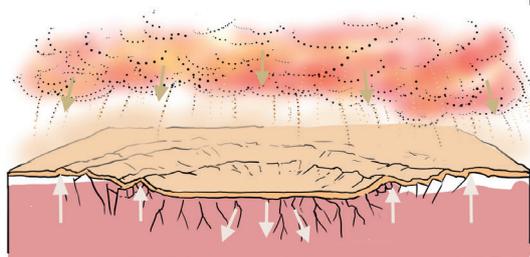
Das Gestein wird feinst zertrümmert, komprimiert und so hoch erhitzt, dass es verdampft und als riesiger Feuerball bis 100 km hoch in die Stratosphäre schiesst.

Größere Gesteinsfragmente werden seitlich bis 200 km (St. Gallen) ausgeworfen.



3 - 5 Min nach dem Einschlag

Der Krater hat sich bis auf 24 Kilometer Durchmesser erweitert. Im Zentrum federt das komprimierte Gestein zurück und bildet einen Hügel, der später jedoch wieder zusammensackt. Die Gesteinswolke beginnt zurückzufallen.



Das niedergehende Trümmermaterial deckt bis im Umkreis von 100 km den Boden über 1 m dick zu und erstickt was nicht bereits durch die Hitze getötet worden ist.

AUSSERIRDISCHE ATTACKEN AUF ERDLINGE

«Es starb zu derselbigen Stunde / die ganze Saurierei, / sie kamen zu tief in die Kreide, / da war es natürlich vorbei.» So dichtete Joseph Victor von Scheffel 1876. Mindestens mit der ersten Hälfte seiner Analyse hat er recht.

1. Wie viel grösser war die Masse und damit die Energie des Chicxulub-Meteoriten (15 km Durchmesser), gegenüber dem Meteoriten bei Nördlingen (1.5 km Durchmesser)?

2. Wie würdest du und wie würden die Leute wohl reagieren, wenn man wüsste, dass ein grosser Asteroid im Anflug auf die Erde ist, der (fast) alles Leben in 6 Monaten / in 2 Jahren vernichten würde?

Frühlingsputz und Steuererklärung werde ich jedenfalls erst am 16. Mai machen



3. Was ist vergleichbar und was ist verschieden bei einem Asteroideneinschlag und bei der Explosion von Atombomben?

4. Wohin geht die Energie eines Meteoriten oder eines Asteroiden, der auf der Erde einschlägt?

5. Angenommen in der Nacht hätte ein Beobachter den anfliegenden Asteroiden von 1,5 km Durchmesser ab einer Distanz von ca. 1000 km sehen können. Wie lange wäre es bis zum Einschlag gegangen, wenn die Geschwindigkeit 72'000 km/h betrug.

6. Vergleiche die Geschwindigkeiten der folgenden Objekte. Wie weit kämen sie in 1 Minute?

Asteroid 70'000 km/h

Passagierjet 1000 km/h

Rennwagen 300 km/h

Skirennfahrer 120 km/h

Radfahrer gemütlich 15 km/h

Mensch gehend 5 km/h

Lösungen: Ausserirdische Attacken auf Erdlinge

1. Wenn wir eine kugelförmige Gestalt der beiden Meteoriten annehmen, hat der Chicxulub-Meteorite bei 10fachem Durchmesser eine $10 \times 10 \times 10 = 1000$ fache Masse und damit auch eine 1000mal grössere Energie (bei gleicher Aufschlaggeschwindigkeit).

3. Ähnlich ist die Druckwelle, die Hitzestrahlung, die aufsteigende pilzförmige Explosionswolke bis in die Stratosphäre. Verschieden ist natürlich die fehlende radioaktive Strahlung.

4. Die kinetische Energie des Meteoriten wird bei der Kollision (Impakt) zum grössten Teil in Wärmeenergie umgewandelt. (Ein kleiner Teil geht in das Aufbrechen der Gesteine, in die Bewegungsenergie des Auswurfes und in chemische Umwandlungen.)

5.

$1000 \text{ km} / 72'000 \text{ km/h} \times 3600 \text{ s} = 50 \text{ s}$

(Die Sichtbarkeit hängt neben der Grösse und dem Abstand übrigens auch massgeblich von der Albedo ab, d.h. von der Rückstrahlung der Beleuchtung durch die Sonne. Diese wird nach anderen Steinmeteoriten, die auf der Erde gefunden wurden, geschätzt auf ca. 0,3 (30%) Rückstrahlung.)

6.

Asteroid $70'000 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 60 \text{ s} = \mathbf{1167 \text{ km}}$

Passagierjet $1000 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 60 \text{ s} = \mathbf{17 \text{ km}}$

Rennwagen $300 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 60 \text{ s} = \mathbf{5 \text{ km}}$

Skirennfahrer $120 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 60 \text{ s} = \mathbf{2 \text{ km}}$

Radfahrer $15 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 60 \text{ s} = \mathbf{250 \text{ m}}$

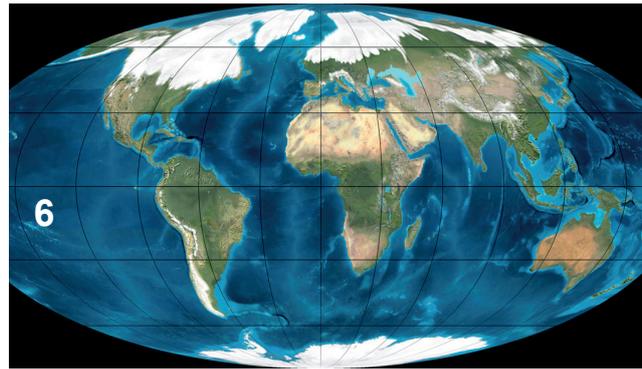
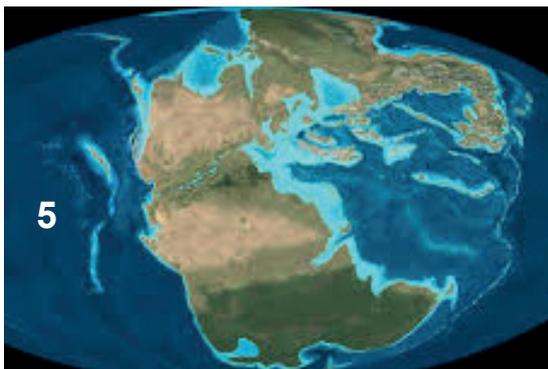
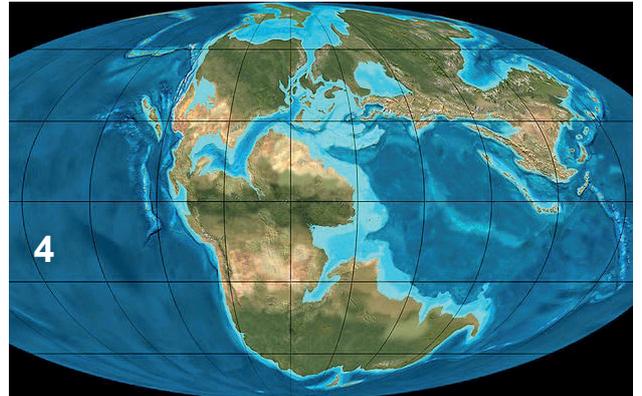
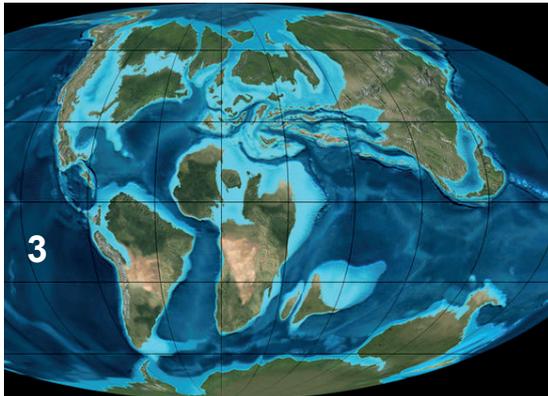
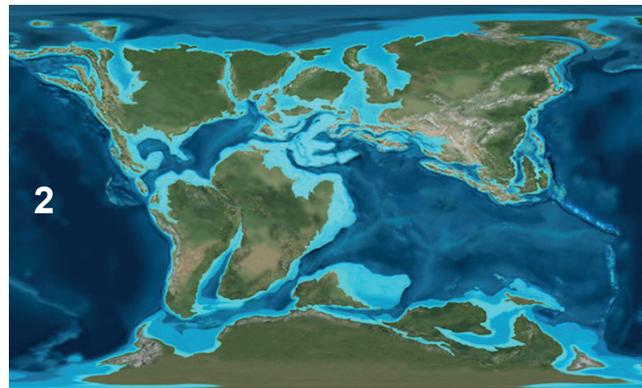
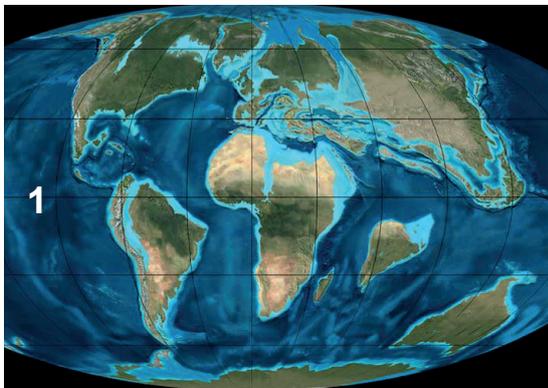
Mensch gehend $5 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 60 \text{ s} = \mathbf{83 \text{ m}}$

DER GLOBUS ÄNDERT SICH

Kontinente sind im Schnitt 35 km dicke, einzelne Gesteinsplatten, die auf dem plastischen Erdmantel schwimmen und sich mit Geschwindigkeiten um 1 cm pro Jahr bewegen können, sich trennen und wieder vereinigen.

1. Ordne die Weltkarten in der richtigen Reihenfolge und füge die entsprechenden Zeitangaben dazu: 220, 150, 120, 90, 66 und 0,1 Millionen Jahre vor heute.

2. Welche Karte zeigt die Kontinente am nächsten der Zeit von T. rex? Zeichne dort die Verbreitung des T. rex mit rotem Stift ein. Wo ungefähr befindet sich die spätere Schweiz?

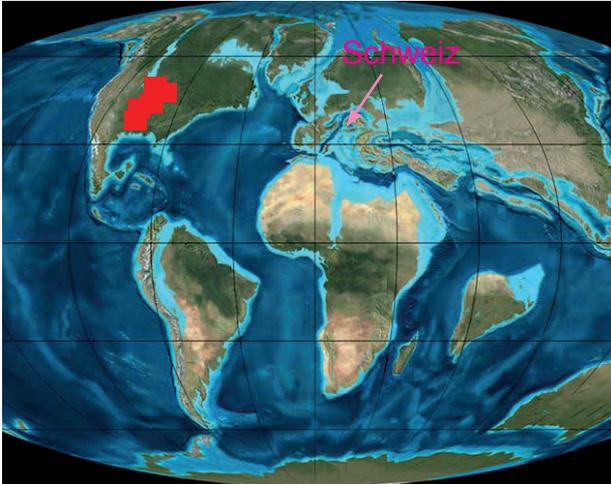


Lösungen: Der Globus ändert sich

1.

5 = 220 Mio Jahre, 4 = 150 Mio Jahre, 2 = 120 Mio Jahre, 3 = 90 Mio Jahre,
1 = 66 Mio Jahre, 6 = 0,1 Mio Jahre (Eiszeit)

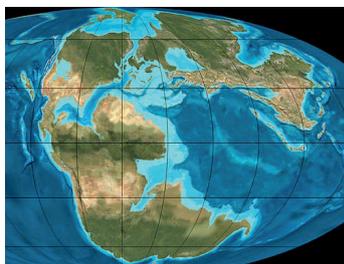
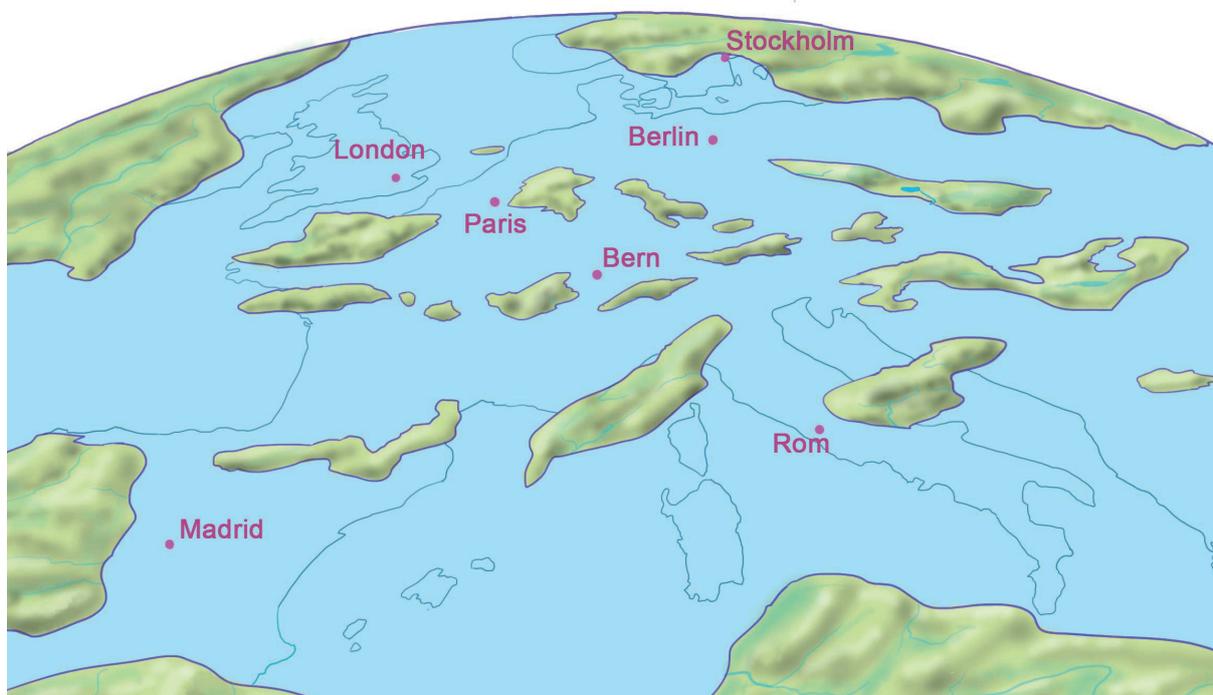
2.



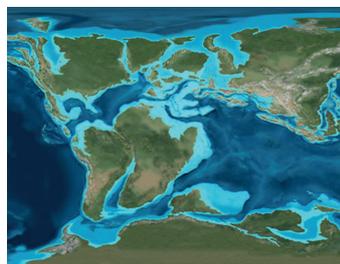
SCHWEIZER SAURIER

ZU DEN FOSSILFUNDEN AUF DER GALERIE

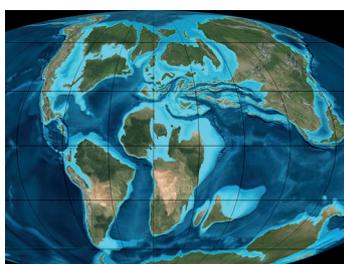
1. Welche Tiere der ausgestellten einheimischen Fossilien lebten zur Zeit von *T. rex*?
2. Welche hier gezeigten Schweizer-Saurier lebten zeitlich gesehen weiter entfernt von *T. rex* als der Mensch?
3. Welche Fossilien der Schweiz gehören zu den Dinosauriern?
4. Welcher Zeit entspricht die unten abgebildete Karte Europas am ehesten. Vergleiche dazu die 3 datierten Globusansichten. (Karten zum Mesozoikum sind nur sehr ungefähr und zeigen je nach Autor eine unterschiedlich interpretierte Verteilung der Landmassen.)



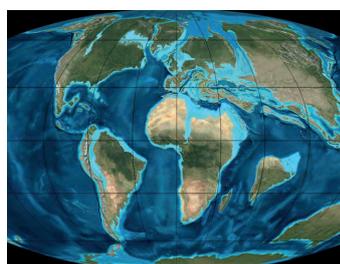
vor 150 Mio Jahren



vor 120 Mio Jahren



vor 90 Mio Jahren



vor 66 Mio Jahren