

Didaktische Unterlagen zur Ausstellung



NATUR
HISTORI
SCHES
MUSEUM
BERN

Xi



WELTUNTERGANG

Ende ohne Ende

VORWORT

Vom abgestürzten Computerprogram über eine beängstigende Diagnose, zu Gottesstrafen und zum astronomisch prognostizierten definitiven Ende der guten alten Erde wird der Begriff Weltuntergang heute grosszügig für alle mögliche Unbill verwendet. Viele dieser Aspekte werden in der Ausstellung aus wissenschaftlicher aber vor allem aus kultureller und künstlerischer Sicht aufgenommen. Die vorliegenden Unterlagen behandeln vorwiegend die wissenschaftlichen Aussagen, die mit zusätzlichen Informationen und teilweise auch anspruchsvollen Fragen so ergänzt werden, dass sich die Schüler und Schülerinnen selbständig und auf unterhaltsame Weise damit vertieft befassen können.

Die vorliegenden Aufgaben richten sich an die Oberstufe von Sek I und an die Sekstufe II.

Mit den Ausstellungsinhalten lassen sich vielfältige Lernziele des LP 95 sowie wesentliche Kompetenzen des Lehrplans 21 behandeln, so dass sich ein Besuch mit der Klasse diesbezüglich sicher rechtfertigt und lohnt, auch wenn das Stichwort Weltuntergang im Schulstoff nicht direkt erscheint. Eine themenbezogene Auswahl an Lernzielen und Kompetenzen, die in der Ausstellung angesprochen werden können, finden Sie im Anhang S. 37

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

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

Wir freuen uns auf Ihren Besuch.

Dr. Martin Ryser, Museumspädagoge, Gymnasiallehrer, Illustrator
Email: martin.ryser@nmbe.ch
Bildung und Vermittlung, im Dezember 2017

Inhaltsverzeichnis

Die 7 Räume der Ausstellung	3	Zu den ausgestellten Fossilien	21
Das weitere Schicksal von Sonne und Erde	4	Das grösste Massenaussterben	23
Arche Noah	7	Das Artensterben der Gegenwart	24
Das Jüngste Gericht	8	Die Evolution geht weiter	25
Gefahr durch Asteroiden	12	Preppers	26
Vulkanische Gefahren	15	Wenn man trotzdem lacht	27
Vernichtung des Regenwaldes	16	Umfrage zu Material und Ausstellung	29
Atombomben rund um die Erde	17	Lösungen	30
CO ² -Anstieg und Klimaerwärmung	19	Bezug LP 95 und LP 21	38
Big Five* – die fünf grossen Artensterben	20		

DIE 7 RÄUME DER AUSSTELLUNG

mit einer Auswahl ein Einzelstationen

1. Die einzige Gewissheit (künftige Entwicklung der Sonne)

1.1 Lampeninstallation

2. Der ständige Untergang (Untergangsprophezeiungen und -mythen)

2.1 Arche Noah, 2.2 Jüngstes Gericht (Berner Münster), 2.3 Hollywood-Kastastrophenfilme

3. Die gefährdete Erde (Bedrohungen durch Asteroiden, Megavulkane, Umweltverschmutzung, Waffen, Klimawandel)

3.1 Leuchtbild Asteroidenbahnen, 3.2 Nördlinger Ries, 3.3 Megavulkanismus Neapel, 3.4 Riesenhuhn, 3.5 Jahrringe Baumquerschnitt, 3.6 Eisbohrkern und CO²-Kurve, 3.7 Globen, 3.8 Film von ehemaligem Atomtestgelände

4. Das grosse Sterben (Die 5 grössten Massenaussterben und anthropogenes Aussterben)

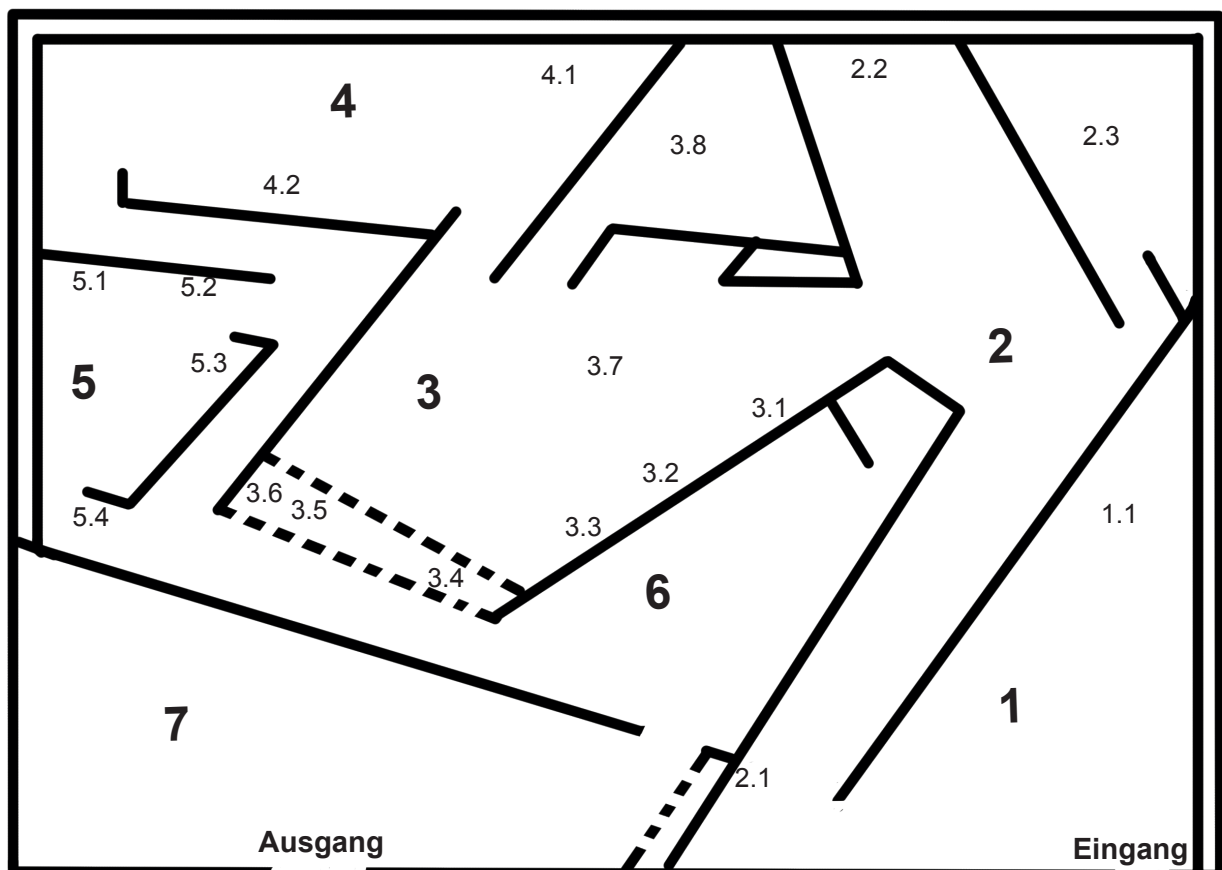
4.1 Monitore mit Liste neuer und verschwundener Städte, 4.2 Vitrinen mit Fossilien und Präparaten zu Aussterbeereignissen

5. Das fröhliche Leben (Überleben in Katastrophenzeiten)

5.1 Prepper, 5.2 Chiu Chih, 5.3 Design-Tiere, 5.4 Asteroidenabwehr

6. Die taumelnde Welt (persönliche „Weltuntergänge“)

7. Das offene Ende (individuelle Interpretation eines Künstlers zum Thema Weltuntergang)



DAS WEITERE SCHICKSAL VON SONNE UND ERDE I

Auch die Sterne sind nicht ewig, sondern entstehen und vergehen. Die Sonne gehört zu den Sternen der *Gelben Zwerge*, deren Lebenslauf durch Beobachtung unzähliger anderer Sterne von Sonnengrösse, aber unterschiedlichen Alters, genau bekannt ist:

Die Sonne ist 4,7 Milliarden Jahre alt und gewinnt ihre Strahlungsenergie, von der wir auch auf der Erde leben, durch das Verschmelzen von Wasserstoffatomen zu Heliumatomen. Da durch diesen Prozess im Sonnenkern immer weniger Atome vorhanden sind, verdichtet sich der Kern und wird dadurch heisser. Dies heizt auch die äusseren Schichten auf, die sich dadurch ausdehnen, weniger dicht werden und die Strahlung auf ihrem Weg von innen nach aussen besser durchlassen. Damit nimmt die Leuchtkraft stetig zu, so dass in 1 Milliarde Jahren die Durchschnittstemperatur auf der Erde von 15 °C auf 30 °C steigt und nach 2 Milliarden Jahren sogar 100 °C erreicht. Höheres Leben wird auf der Erde nach heutigen Vorstellungen nicht mehr möglich sein. Die nächsten 500 Millionen Jahre wird die Änderung der Sonnenaktivität jedoch noch kaum spürbar.

Geht der Wasserstoffvorrat der Sonne im Alter von 11 Milliarden Jahren zur Neige, setzen neue Prozesse ein: Da der abnehmende Strahlungsdruck der Gravitation nicht mehr standhält, kollabiert der ausgebrannte Kern und erhitzt sich noch stärker, was die Wasserstoffverschmelzung in den äusseren Sonnenschichten erhöht. Damit bläht sich die Sonne bis zur Umlaufbahn der Venus um das 166-fache auf und wird zu einem *Roten Riesen*. Die Hitze im Kern steigt soweit an, dass das Helium zu Kohlenstoff und Sauerstoff verschmelzen kann, was zusätzliche, ungeheure Energiemengen freisetzt, so dass äussere Sonnenbereiche weggeblasen werden. Da die Sonne damit viel an Masse verliert, wird ihre Anziehungskraft kleiner und die längst zur glutflüssigen Lavakugel aufgeschmolzene Erde ihren Abstand zur Sonne um das 1,6 fache vergrössert. Ob sie damit der Vernichtung in der Sonne entgeht, ist umstritten.

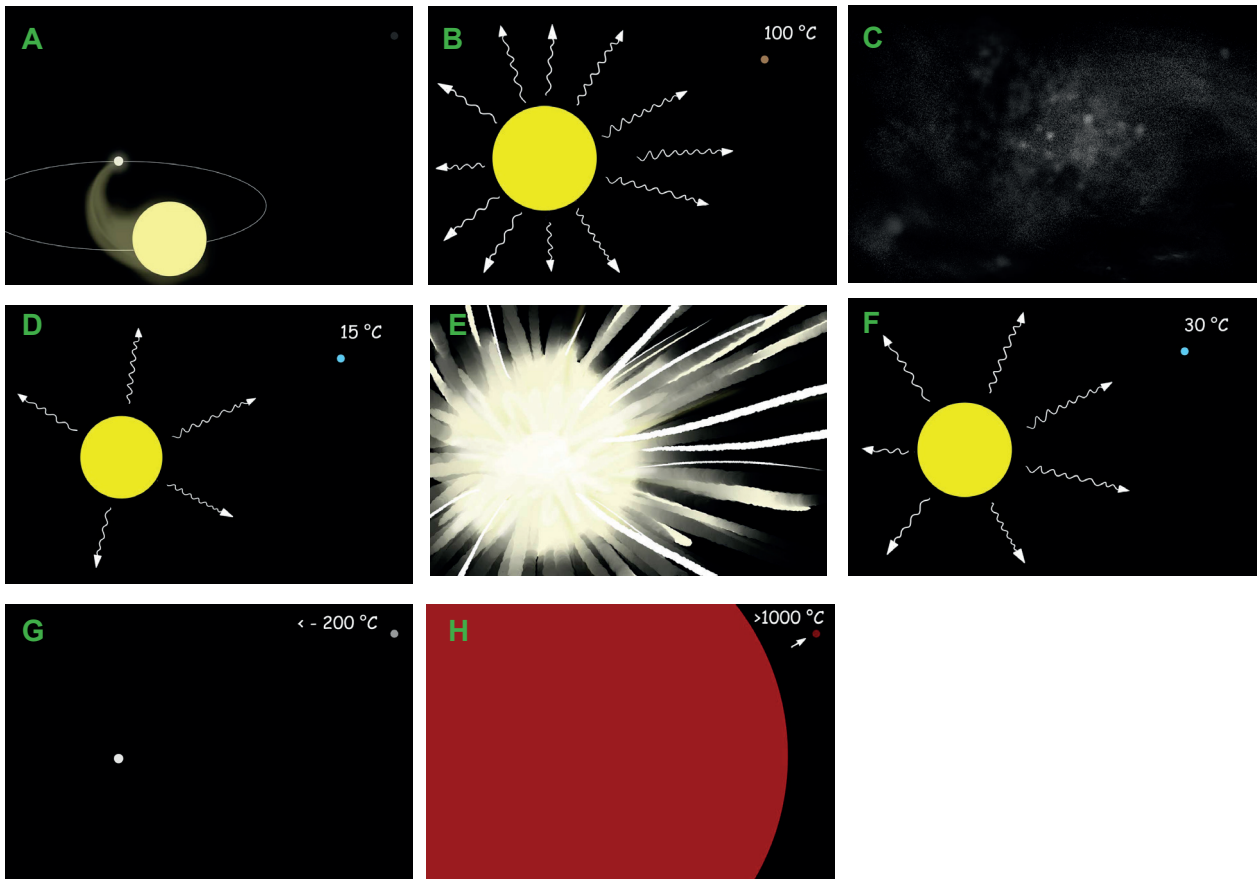
Nachdem auch das Helium verbraucht ist, schrumpft die Sonne zum extrem dichten *Weissen Zwerg*, von immer noch der Hälfte der ursprünglichen Sonnenmasse aber nur noch von der Grösse der Erde. Die Temperatur kühlt sich über die nächsten Milliarden von Jahren stetig ab, bis sie sich dem absoluten Nullpunkt bei -273 °C nähert. Falls es die Erde noch gäbe, würde diese ihre Runden zwar weiter drehen, aber bloss noch als ein tiefgekühlter, finsterner Gesteinsbrocken.

Dabei wird es bleiben – ausser der *Weisse Zwerg* mit seinen restlichen Planeten trifft auf dem Weg durchs All einen anderen Stern, mit dem er sich zu einen Doppelstern verbindet. Kann er von diesem Begleiter Materie abziehen, kommt es durch deren Aufprall zu einer extremen Temperaturzunahme und damit zum Verschmelzen von Kohlenstoff zu schwereren Elementen. Dies geht so abrupt und setzt so enorme Energiemengen frei, dass der Stern in einer *Supernova* explodiert. Dabei werden definitiv auch die übriggebliebenen Planeten zerfetzt und in das Weltall zerstäubt.

So endet die Geschichte der Erde als Planet – allerdings nicht die ihrer Atome: Teile der wegfliegenden Materie könnten einst wieder auf eine grosse Wasserstoffwolke treffen, aus der sich eine neue Sonne mit Planeten zusammenballt.



DAS WEITERE SCHICKSAL VON SONNE UND ERDE II



1. Ordne die abgebildeten Entwicklungsstadien von Erde und Sonne in der richtigen Reihenfolge. (Die Grössenverhältnisse stimmen nicht mit den tatsächlichen überein)
2. Es sind 622 Glühbirnen installiert, welche künstlerisch den künftigen Werdegang der Sonne veranschaulichen. Wieviele Lampen siehst du maximal in der Spiegelrunde, wenn du im Zentrum stehst?
3. Energie wird nicht erzeugt oder vernichtet, sondern nur von einer Form in eine andere umgewandelt. Welche Umwandlungen erfährt die Energie von der Sonne bis zu einem Butterbrot auf dem Frühstückstisch?
4. Inwiefern stimmt es aus astronomischer Sicht, dass wir aus Staub gemacht sind und auch wieder zu Staub werden?
5. Veranschauliche vergleichend den Durchmesser der Sonne in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung:
 - **heutiger Zustand:** Zeichne die Sonne als Kreis mit einem Radius von 1 cm.
 - als **Roter Riese:** zeichne einen Ausschnitt des Sonnenumfangs mit 166-fachem Radius. (Nimm dazu eine entsprechend lange Schnur, die um ein festgemachtes Ende kreist. Zeichne mit einem Stift, den du am andern Ende befestigst, einen Kreisbogen auf das Blatt.)
 - als **Weisser Zwerg:** Dieser hat etwa Erdgrösse d.h. 1/55 des heutigen Sonnenradius.

DAS WEITERE SCHICKSAL VON SONNE UND ERDE III

Sketchnotes, die visuelle Art sich einprägsame Notizen und Zusammenfassungen zu machen. Für solche, die gern kritzeln, zeichnen, skizzieren oder doodeln. Versuch es mal.

Wähle dir einen Text (oder sonst einen Inhalt) deiner Wahl in der Ausstellung. (Er muss nicht gleiche so lang oder komplex sein wie der zum Schicksal von Sonne und Erde.) Fasse die wichtigsten Punkte in Stichworten oder einfachen Sätzen zusammen und versee sie je mit kleinen schnellen Skizzen. Diese müssen keineswegs "gekonnt", korrekt, detailliert und raffiniert sein. Wenn sie auch Witz haben, umso besser. Mit kontrastreicher Farbgebung wird manches lesbarer und klarer. Persönliche und kritische Kommentare und Einfälle sind natürlich auch nicht verboten. So oder so hilft die sogenannten **Sketchnotes** dir Dinge besser einzuprägen und später auch deine Notizen viel lieber wieder durchzusehen.

AMMONITEN
sind keine Schnecken sondern KOPFFÜSSER

Ammoniten hatten eine riesige Artenvielfalt

KOPF-HÄNDER

Komm schon, noch ein Löffelchen Mehlwürmer für Tante Klima

Der Mensch verändert mehr und mehr Lebensräume zu seinen Gunsten. Dadurch sterben schätzungsweise jährlich 1000 Tier- und Pflanzenarten aus.

TRILOBITEN
Vielleicht sollen sie sich ja vermehren: so winzig in einem so riesigen Gehege, und nur zu zweit. Dabei heissen sie doch TRI-Lobiten.

ZUM WEITEREN SCHICKSAL VON SONNE UND ERDE

(Nichts ist massstabsgetreu)

Vor 4,6 Milliarden Jahren entsteht unsere Sonne mit ihren Planeten.

Die Sonne bezieht ihre Energie aus der Verschmelzung von Wasserstoff zu Helium.

Die Erde heute 15°C

Die Erde in 1 Mrd. Jahren 30°C

Die Erde in 2 Mrd. Jahren 100°C : Alles Leben ist erloschen.

Die Abstrahlung der Sonne nimmt langsam aber stetig zu

Wer sich so aufbläht hält gemäss Sternkatalog nicht lange durch.

ROTER RIESE

Die weiter gestiegene Temperatur lässt nun auch Helium zu Kohlenstoff und teilweise weiter zu Sauerstoff verschmelzen.

in 6 Mrd. Jahren wächst die Sonne auf das 166fache und wird zum ROTEN RIESEN. Die Erde wird dabei wohl verschluckt.

Erde ade, o je?

Die Materie im Weissen Zwerg ist 10'000fach dichter als auf der Erde.

Die Weisse Zwerg kühlt nun stetig nur noch ab, es sei denn...

... er trifft einmal auf einen anderen Stern und verbindet sich mit diesem zu einem Doppelstern.

Fliesst Materie vom Partnerstern zum Weissen Zwerg kann dieser als **SUPERNOVA** explodieren.

Die wegfliegenden Atome könnten später wieder in neu entstehenden Sternen und Planeten aufgenommen werden. So stammen fast alle Elemente auf der Erde von einst explodierten Sternen.

Ha, endlich ein Lebensraum nur für Feuerfeste

Die weiter gestiegene Temperatur lässt nun auch Helium zu Kohlenstoff und teilweise weiter zu Sauerstoff verschmelzen.

Helium Kohlenstoff Sauerstoff

Die Materie im Weissen Zwerg ist 10'000fach dichter als auf der Erde.

Die Weisse Zwerg kühlt nun stetig nur noch ab, es sei denn...

... er trifft einmal auf einen anderen Stern und verbindet sich mit diesem zu einem Doppelstern.

Fliesst Materie vom Partnerstern zum Weissen Zwerg kann dieser als **SUPERNOVA** explodieren.

Die wegfliegenden Atome könnten später wieder in neu entstehenden Sternen und Planeten aufgenommen werden. So stammen fast alle Elemente auf der Erde von einst explodierten Sternen.

ARCHE NOAH

Die biblische Geschichte von der Arche Noah erzählt wie Noah von Gott den Auftrag erhält eine grosse Arche („schwimmender Kasten“) zu bauen, um damit mit seiner Familie und mit je einem Paar jeder Landtierart die kommende grosse Flut zu überleben. Mit dieser will Gott die übrige, sündhaft gewordene Menschheit vernichten.

Die Geschichte steht seit über 3000 Jahren in der Bibel, doch wurde sie bereits viel früher bei den Völkern von Mesopotamien erzählt (z.B. im Gilgamesch-Epos). Dort waren die damaligen Götter im Zwist untereinander, was Vernichtung oder Rettung der Menschen betraf.

1. Wie stellst du dir Szenen aus der Geschichte der Arche Noah vor? Male und zeichne ein Bild davon. Oder gar als eine kurze Abfolge dargestellt in einem Comic?

2. Wie könnte eine moderne Arche aussehen, um etwas von der heutigen Biodiversität auf einen anderen Planeten zu retten? Male und zeichne ein Bild davon.

Wir sammeln eure selbstgestalteten Bilder und stellen sie aus:

- zur Arche Noah,
- zu anderen in den Hörstationen erwähnten Untergangsmysmen,
- zu zukünftigen Rettungsversuchen vor dem Weltuntergang oder
- zum Weltuntergang selber.

Originelle zu diesen Themen passende Bilder werden wir auf unserer Homepage veröffentlichen. Alle Techniken sind erlaubt, ausser Bilder von anderen zu kopieren.

Sende dein Bild mit Angabe von Name und Alter in elektronischer Form (jpg, png, tiff, pdf) an pica@nmbe.ch oder als Original oder Fotokopie an: B&V, Naturhistorisches Museum Bern, Bernastrasse 15, 3005 Bern.



Gemälde von Edward Hicks,
1846
Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Arche_Noah

DAS JÜNGSTE GERICHT IM TYMPANON DES BERNER MÜNSTERS I

Im Judentum, Christentum und Islam erwarten die Gläubigen am Ende des Weltgeschehens ein Gottesgericht. Besonders im christlichen Mittelalter erschien die Vorstellung des Jüngsten Gerichtes den Leuten sehr real und wichtig, da man glaubte, es stünde unmittelbar bevor. Deshalb wurden die zu erwartenden Konsequenzen der persönlichen frommen oder sündigen Taten im Leben auch im Hauptportal (Tympanon) des Berner Münsters sehr drastisch und plastisch vor Augen geführt.

Geschaffen wurden die 219 Figuren des Jüngsten Gerichts von Erhart Küng (1420 - 1507) mit seinen Gesellen in den Jahren um 1470. Küng war gelernter Steinmetz aus Westfalen, kam 1455 nach Bern und wurde bereits 1460 Mitglied des Grossen Rates und bald darauf zum Stadtbaumeister und zum Münsterwerkmeister auf Lebzeiten ernannt.

Der Böse Zürcher

Bei den Verdammten, die allesamt nackt ins Fegfeuer müssen, wird ein Mann (Nr. 135) gepiesackt, der als einziger in Wams und Beinlinge gekleidet ist. Die blau-weiße Farbgebung wurde damals nicht mit Luzern oder Zug assoziiert sondern mit Zürich. Zürich war für Bern im „Alten Zürich-Krieg“ 1440-1450 zum Feind geworden, als es sich mit Österreich gegen die Eidgenossen verbündete. Der Krieg benötigte so viel Geld, dass der Bau des Münsters teilweise unterbrochen werden musste. Es ist deshalb gut möglich, dass mit diesem Seitenhieb, der damals in Bern noch spürbare Zorn auf die Zürcher zum Ausdruck gebracht wurde.

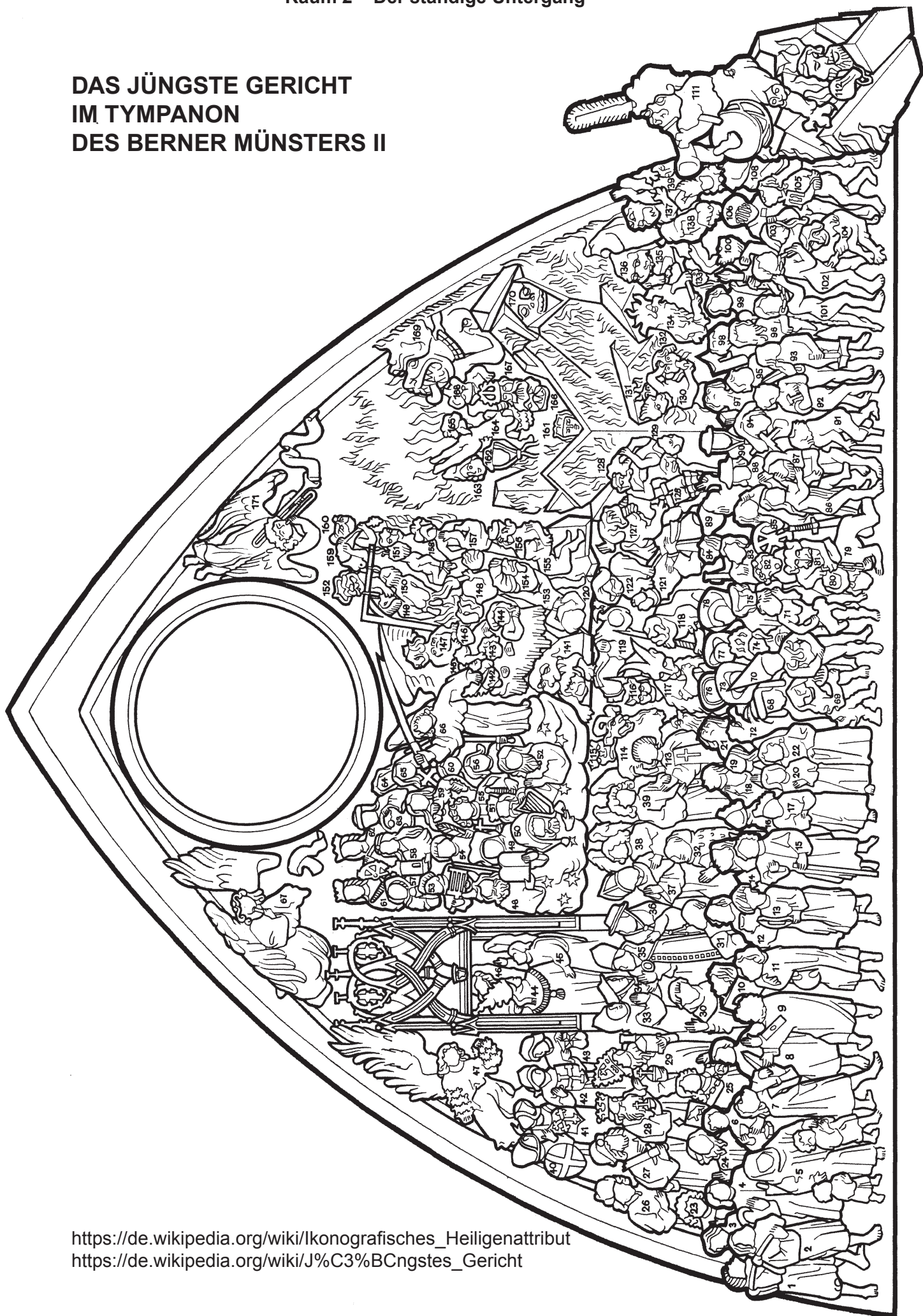
Die Figuren des Jüngsten Gerichts haben den Bildersturm der Reformation vermutlich nur deshalb überlebt, weil auch die sündigen Vertreter der niederen und hohen Geistlichkeit ihrer göttlichen Bestrafung nicht entgehen.

1. Stelle die seligen Kirchenleute mit Nummer und Funktion ihren zu ewigen Qualen verdamnten Kollegen gegenüber.
2. Warum sind die Seligen **links** vom Engel mit dem Schwert und die Verdammten auf der **rechten** Seite dargestellt?
3. Vergleiche den Gesichtsausdruck der Seligen und der Verdammten.
 - a. Zeichne je 4 Münder bei den Seligen und den Verdammten möglichst genau.
 - b. Welchen Gefühlsausdruck zeigen die meisten Figuren auf der rechten Seite nach deinem Empfinden?
 - c. Gibt es Widersprüche zu ihrer Situation und kannst du dir eine Begründung dafür denken?
4. Die Verdammten müssen nicht nur brutale Folterqualen erdulden und im Feuer schmoren: In welcher ungemütlicher Lage stecken die Sünder Nr. 142 - 146 neben dem Engel mit dem Schwert?
5. Kannst du einige biblischen Gestalten und Märtyrer auf dem Abguss erkennen? Nummeriere und benenne sie auf der Zeichnung. Die folgende Liste von Heiligen mit ihren Attributen kann dir bei einigen helfen:

Katharina	Rad	Stephanus	Palmwedel
Margareta	Drache und Kreuz	David	Harfe und Krone
Barbara	Turm	M. Magdalena	Salbgefäss
Moses	Hörner, Gesetzestafeln	Mauritius	Schwert und Handkreuz
Dorothea	Korb mit Blumen	Georg	gezogenes Schwert
Ursula	Pfeil in Hand	Jesaja	Säge
Laurentius	Rost	Joh. d. Täufer	Lamm, Taufschale

6. Könnte der „Zürcher“ auch erst später durch die Bemalung als bekleidet dargestellt worden sein? Begründe deine Antwort.

DAS JÜNGSTE GERICHT
IM TYMPANON
DES BERNER MÜNSTERS II



https://de.wikipedia.org/wiki/Ikonografisches_Heiligenattribut
https://de.wikipedia.org/wiki/J%C3%BCngstes_Gericht

DAS JÜNGSTE GERICHT IM TYMPANON DES BERNER MÜNSTERS III

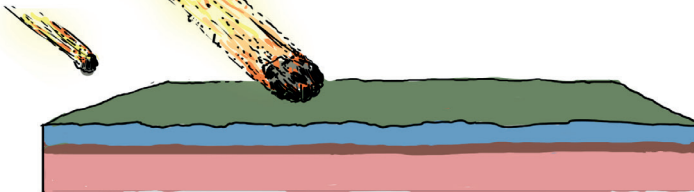
1. Bauer mit Karst
2. Bauer mit Dreschflegel
3. Bauer mit Sichel
4. Bauer mit Pflugschar
5. Nonne mit Kindern (Dominikanerin?)
6. Priester mit Stola und Kelch
7. Steinmetz mit Fläche
8. Schneider mit Schere
9. Schmied mit Hammer
10. Zimmermann mit Breitbeil
11. Sattler mit Halbmondmesser
12. Töpfer mit Krug
13. Weber mit Weberschiffchen
14. Handwerker mit Ziegel (?)
15. Handwerker mit Stab (oben abgebrochen)
16. Königin mit Krone
17. Kaiserin mit Krone
18. Jungfrau
19. Jungfrau
20. Jungfrau
21. Junge Frau
22. Engel die Auserwählten von den Verdammten scheidend
23. Ratsherr (?)
24. Venner mit dem Banner Berns
25. Schultheiss mit Halskette und Medaillon
26. Kanzler (?)
27. Erzmarschall (?)
28. König mit Krone und kleinem Reichsapfel
29. Kaiser mit geschlossener Krone, grossem Reichsapfel und Kirchenmodell
30. Franziskus von Assisi mit den Stigmata 1
31. Dominikaner
32. Chorherr mit « Kutzhut »
33. Abt (Zisterzienser oder Dominikaner)
34. Kardinal mit Kardinalshut
35. Bischof mit Mitra und Pluviale
36. Kardinal mit Kardinalshut
37. Propst mit Mitra
38. Engel die Auserwählten von den Verdammten scheidend
39. Engel
40. Deutschritter
41. Ritter vom Mauritiusorden
42. Ritter vom Heiligen Grab
43. Kreuzherr (Ordo militaris Crucigerorum cum rubeastella)
44. Papst mit Tiara
45. Engel
46. Engel
47. Engel mit Kronen am Arm und in Händen
48. Moses mit den Gesetzestafeln
49. Thora
50. Jesaia auf der Kappe «ISAIAS »
51. David mit Krone und Harfe
52. Johannes der Täufer
53. Laurentius mit dem Rost
54. Stephanus mit einem Palmwedel
55. Mauritius mit Schwert und Handkreuz
56. Georg mit Schwert
57. Maria Magdalena mit dem Salbgefäss
58. Barbara mit dem Turm
59. Margareta mit Kreuz und Drache
78. Frau mit Haube
60. Ottilia (?)
61. Katharina von Alexandrien mit Krönchen, Rad und Schwert
62. Ursula mit Krönchen und Pfeil
63. Dorothea mit dem Rosenkörnchen
64. Apollonia den Finger am Munde
65. Juliana (?) die Hände zum Gebet gefaltet
66. Engel mit Schwert, die Seligen von den zu ewigen Qualen Verdammten scheidend
67. Engel mit Zinke und Schriftband
68. Frau mit Turban und Sendelbinde
69. Teufel mit Feuerbecken
70. Hure mit Hennin, Schlangen um den Hals, Kröten auf der Brust durch einen Teufel (Fig. 70) am Unterarm gesengt.
71. Kindsmörderin mit totem Kind in der Rechten
72. Teufel
73. Frau mit Hufeisenhaube
74. Königin mit Krone
75. Frau mit Turban
76. Frau mit Haube
77. Frau mit Hörnerfrisur
79. Ehebrecher und
80. Ehebrecherin vom Teufel (Fig. 81) zusammengekettet
81. Teufel
82. Spieler mit Würfelkrone und Würfel im Mund
83. Verschwender mit Börse, aus der Goldstücke fallen
84. Mann mit Muskete
85. Henker mit Rad und Schwert
86. Nonne mit Skapulier
87. Mönch mit Kapuze und Skapulier
88. Rabbiner mit Spitzhut
89. Bischof mit Mitra
90. Kardinal mit Kardinalshut
91. Bettler am Krückstock
92. Schmied mit Hammer und Hufeisen
93. Steinmetz mit Fläche
94. Kaufmann mit Waage
95. Schneider mit Schere
96. Schuster mit Schnabelschuh
97. Spieler mit Kartenspiel

DAS JÜNGSTE GERICHT IM TYMPANON DES BERNER MÜNSTERS IIII

98. Zimmermann mit Breitbeil
99. Bäcker mit Kelle (?)
100. Mann mit Fackel
101. Frau
102. Mönch mit 101 und 103 zusammengekettet
103. Frau
104. Teufel mit einer Zange operierend
105. Hingerichteter einen kleinen Galgen um den Hals gehängt
106. Ritter mit Spangenhelm
107. Ritter mit Helm und Hellebarde (zwischen Fig. 106 und 108 verborgen)
108. Ritter mit Stechhelm
109. Mann ursprünglich rechts von Fig. 108, verborgen hinter Fig. 107 und 138)
110. Teufel (hinter Felsvorsprung verborgen)
111. Teufel in der Linken eine Schalmei, mit der Rechten eine Trommel rührend
112. Judas Ischarioth mit Geldbeutel
113. Mönch will nach der Seite der Auserwählten entfliehen
114. Teufel zerrt den Mönch (Fig. 113) am Kopf zurück
115. Teufelsfratze
116. Teufel
117. Teufel gehört, mit Gabel
118. Teufel mit Gabel
119. Nonne in der Kutte, durch Teufel (Fig. 117 und 118) aufgegabelt
120. Teufel
121. Mönch an der Kutte, die Hände gefesselt, vom Teufel (Fig. 122) an den Beinen gehalten
122. Teufel
123. Frauenkopf (hinter Fig. 75 und 78 verborgen)
124. Frau die Hände über dem Kopf ringend (hinter Fig. 84 verborgen)
125. Mann am Boden kriechend (hinter Fig. 89 verborgen)
126. Ritter gepanzert, von einem Teufel (Fig. 127) an den Füßen emporgehalten
127. Teufel
128. Mönch mit Skapulier, von einem Teufel auf dem Rücken getragen
129. Teufel
130. Teufel
131. Gesicht aus einem Höllenfenster blickend
132. Gesicht eines Gotteslästerers, aus einem Höllenfenster blickend, in der Zunge einen Haken
133. Frau am Boden kriechend, von einem Teufel (Fig. 134) geritten
134. Teufel mit Gabel
135. Mann (Zürcher) in Wams und Hose, von einem Teufel (Fig. 134) aufgegabelt
136. Teufelsfratze
137. Teufel mit Reff auf dem Rücken
138. Mann auf das Reff eines Teufels (Fig. 137) gekettet
139. Mann mit Judenhut, vom Teufel (Fig. 137) an den Beinen emporgehalten
140. Kopf eines Mannes (hinter Fig. 137)
141. Fratze der ein Teufel entspringt
142. Papst dem ein Engel (Fig. 66) mit dem Schwert den Kopf gespalten
143. Kopf eines Mannes
144. Brustbild einer Frau
145. Antlitz einer Frau
146. Brustbild eines Mannes
147. Teufel zerrt zwei Verdammte (Fig. 143 und Fig. 146) an den Haaren
148. Teufel mit Fackeln den Verdammten am Galgen (Fig. 149-151) die Beine sengend
149. Gotteslästerer gefesselt und an der Zunge aufgehängt
150. Gotteslästerer
151. Gotteslästerer
152. Teufel
153. Mann die Hände auf den Rücken gebunden, von einem Teufel (Fig. 154) an einem Bein emporgehalten
154. Teufel
155. Frau mit Haube
156. Teufel zerrt an einer Frau (Fig. 155)
157. Mann von einem Teufel (Fig. 158) an Hals und Beinen gepackt
158. Teufel
159. Frau, Teufel (Fig. 160) zerrt sie an den Haaren
160. Teufel
161. König mit Krone
162. Kardinal mit Kardinalshut
163. Bischof mit Mitra
164. Papst mit Tiara, durch Teufel (Fig. 165) kopf-über hinuntergestürzt
165. Teufel
166. Teufelsfratze
167. Kaiser mit Kaiserkrone
168. Teufel
169. Cerberus mit Kette an die Archivolte gebunden
170. Luzifer
171. Engel mit Posaune und Schriftband

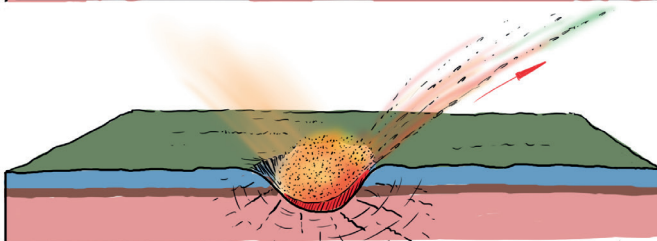
GEFAHR DURCH ASTEROIDEN I

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 Grösse und 70fache Helligkeit der Sonne. Bis das verdampfte und wieder abgelagerte Gestein sich auf 100 °C abgekühlt hatte, dauerte es 2000 Jahre.



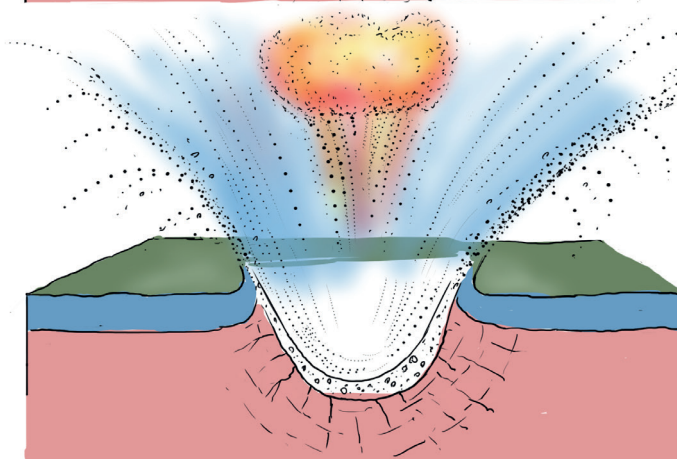
0,001 s vor dem Impact

Gleichzeitig schlägt 41 km entfernt ein kleinerer Asteroid beim heutigen Steinheim einen Krater.



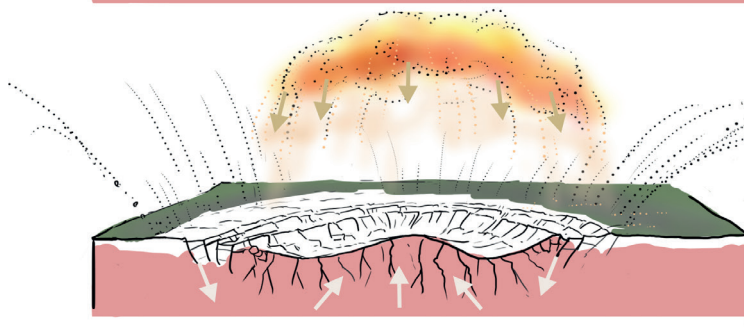
0,001 s nach dem Einschlag

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.



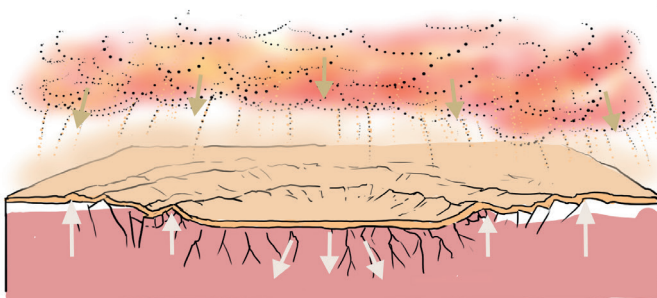
0,05 bis 0,1 s nach dem Einschlag

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 getötet worden ist. Es sind allerdings keine Arten bekannt, die durch dieses Ereignis ausgestorben sind.

GEFAHR DURCH ASTEROIDEN II

Kleine Meteoroiden* werden in der irdischen Atmosphäre stark abgebremst und durch die Luftreibung so stark erhitzt, dass sie meist vollständig verglühen. Bei grossen Massen dagegen, ab ca. 100 Tonnen, ist die Abbremsung durch die Luft vernachlässigbar und sie erreichen die Erdoberfläche mit praktisch voller Geschwindigkeit.

Das Leuchtbild in der Ausstellung mit den Bahnen der grösseren Asteroiden, welche die Erdbahn kreuzen, lässt Schlimmes befürchten. In Wirklichkeit gibt es aber höchstens alle paar Dutzend Millionen Jahre eine katastrophale Kollision.

1. Wie ist es zu erklären, dass wir Erdlinge meist von katastrophalen Treffern verschont werden, wenn wir annehmen, dass die Menge von grösseren Irläufern und ihre Umlaufbahnen auf dem Bild stimmen?

Die Erde bewegt sich auf ihrer Bahn um die Sonne mit ca. 30 km/s, d.h. mit über 100'000 km/h. Meteoroiden haben Geschwindigkeiten um die Sonne, die in Erdnähe 42 km/s erreichen, was Relativgeschwindigkeiten zur Erde bis 72 km/s = 260'000 km/h ergibt! Zum Vergleich: Eine Gewehrkugel verlässt den Lauf mit ca. 750 m/s = 2700 km/h.

2. Was ist vergleichbar und was ist verschieden bei einem Asteroideneinschlag und bei der Explosion einer Atombombe?

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

4. 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.

5. Vergleiche die Geschwindigkeiten der folgenden Objekte. Wie weit kämen sie in 10 Sekunden?

Zeichne diese Distanzen grafisch auf z.B. in der Karte (1 mm entspricht 1 km).

- 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

6. Welche Möglichkeiten überlegt man sich, um den Einschlag eines Asteroiden auf Kollisionskurs abzuwenden? Siehe dir die Ideen auf dem Bildschirm nach dem Raum Nr. 5 „Das fröhliche Leben“ an (5.4).

***Meteoroiden** sind bis einige Meter grosse, metallene oder steinerne Objekte auf Umlaufbahnen um die Sonne. Wenn sie in die Erdatmosphäre eintreten oder die Erdoberfläche erreichen nennt man sie **Meteoriten**.

Die Leuchterscheinung (Sternschnuppe) heisst **Meteor**.

Asteroiden sind Himmelskörper grösser als ein paar Meter.

GEFAHR DURCH ASTEROIDEN III

4. Zeichne auf der Karte mit Farbstiften folgende Zonen ein (1 mm = 1 km):

- die Grösse des Asteroiden von 1.5 km
- den Radius des Einschlagkraters von 24 km
- Die „100%-Todeszone“ von 100 km (mit geschlossener Bedeckung durch Auswurfmaterial)
- Auswurf grösserer Steine (nachgewiesen bis St. Gallen)



VULKANISCHE GEFAHREN

Als *Vulkanische Bomben* werden Auswürfe bei Vulkanausbrüchen bezeichnet, die etwa faustgross oder grösser sind. Da sie nur über vergleichsweise kurze Distanzen geschleudert werden, sind davon meist wenig Schäden zu erwarten. Die ausgestellte Bombe wurde ca. 2 km vom Vulkanschlot in einem heutigen Steinbruch gefunden. Der Ausbruch gehört zu den letzten in der Eifel und fand vor 13'000 Jahren statt.

Das Alter des Materials der Bombe ist mit ca. 150'000 bis 300'000 Jahren wesentlich älter als das Auswurfereignis vor 13'000 Jahren: Es handelt sich um Lava, die bei einem früheren Ausbruch im Vulkanschlot stecken geblieben war, und erst viel später bei der letzten Eruption herausgeschleudert wurde. Die rundliche Form entstand also nicht durch den Luftwiderstand eines flüssigen Lavabrocken im Flug sondern vermutlich durch Druckkräfte beim Erstarren im Schlot.

1. Wäre ein kleiner Brocken von 1 kg mit der gleichen Anfangsgeschwindigkeit wie die grosse Bombe weiter oder weniger weit geflogen?

Die Explosion des Vulkans erfolgte als von oben durch Spalten Wasser in die Magmakammer eindrang und dort durch Dampfbildung den Druck stark erhöhte. Es wurden damals innerhalb weniger Tage ca. 16 km³ Material ausgeworfen. Zum Vergleich flossen beim Ausbruch des Vesuvs, der 79 n.Chr. Pompeji verschüttet hat „nur“ 3,3 km³ aus.

Verheerender als Bomben sind *Pyroklastische Ströme*, wie der Animationsfilm bei einem möglichen Ausbruch des Supervulkans bei Neapel zeigt. Pyroklastische Ströme bestehen aus einem Gemisch aus Gasen und feinsten Ascheteilchen, die mit Geschwindigkeiten bis über 1000 km/h und einer Temperatur von 300 °C zu Tal rasen.

2. Welche Zeit benötigt ein Pyroklastischer Strom bei 800 km/h um 1 Kilometer zurückzulegen? Wie weit kommt in dieser Zeit ein flüchtender, schnell laufender Mensch mit 35 km/h?

Von globaler Bedeutung für das Klima kann es beim vulkanischen Ausstoss sehr grosser Aschemengen kommen, welche die Sonneneinstrahlung auf der Erde massiv vermindern und damit das Pflanzenwachstum einschränken. Nahrungsmangel für die ganze tierische Nahrungskette ist die Folge, was bei längerer Dauer zu Artensterben führt. Letztmals hat die Explosion des indonesischen Vulkans *Tambora* zu Missernten und Hungersnot auch in der Schweiz geführt. 1816 wird als Jahr ohne Sommer bezeichnet, weil es jeden Monat Kälteeinbrüche mit Schnee bis ins Tiefland gab, so dass das Korn und die Kartoffeln verfaulten.

3. Schaue dir in der grossen Vitrine den Baumquerschnitt mit der Kennzeichnung des Jahres 1815 (Jahr der Tambora-Eruption) an. Was fällt dir bei den Wachstumsringen auf, wenn du sie mit dem Text oben vergleichst? Kannst du dir Gründe für deine Beobachtungen denken?

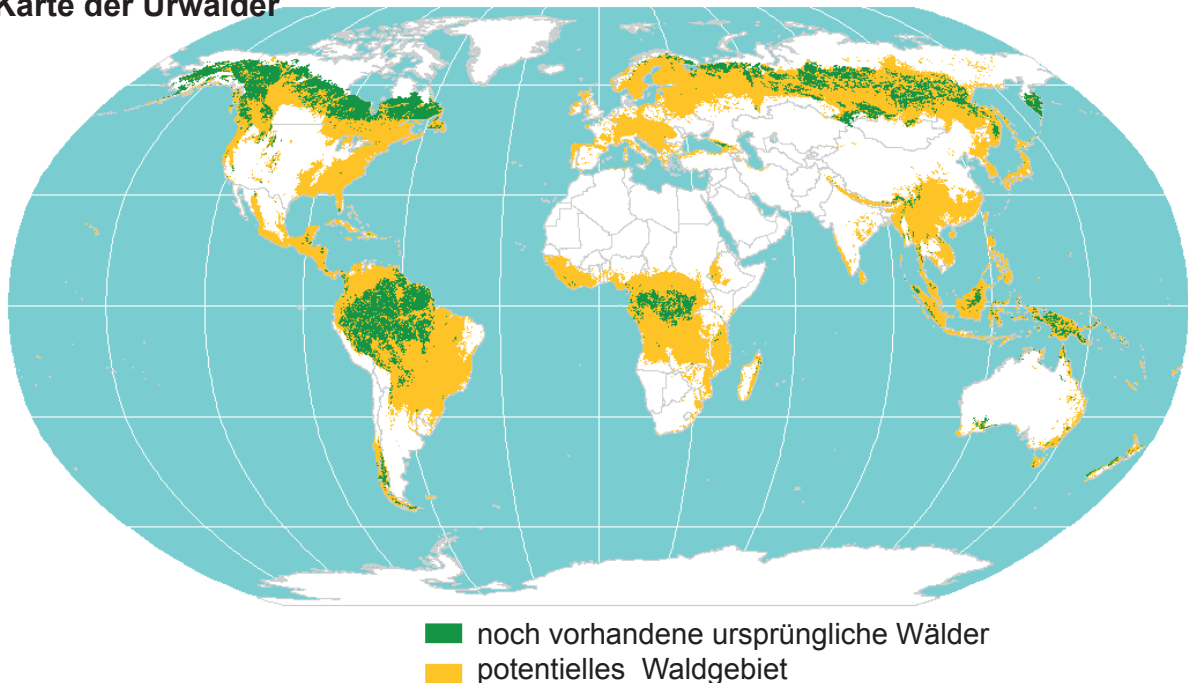
VERNICHTUNG DES TROPISCHEN REGENWALDES - GLOBUS 2

Regenwälder, genau genommen **Tropische Regenwälder** (es gibt auch Regenwälder der gemässigten Zone), sind die artenreichsten Lebensräume auf dem Festland. Etwa die Hälfte der Pflanzen- und Tierarten leben hier, obschon dieser Waldtyp nur 7% des eisfreien Festlandes bedeckt.

Allein von 1950 bis 1990 sind ca. die Hälfte dieser Wälder durch den Menschen gerodet worden. Es wird geschätzt, dass dadurch jährlich über 1000 Arten definitiv aussterben. Natürlichlicherweise wären es höchstens 35 Arten.

1. *In welchem Grossraum ist die Vernichtung des tropischen Regenwaldes am grössten?*
2. *Was sind nach deinem Wissen oder Vermuten die **Ursachen** dieser Waldzerstörung?*
3. *Welches sind die **Auswirkungen** der Regenwaldzerstörung?*
4. *Vergleiche die Aussagen auf dem Globus 2 und der folgenden Karte und halte sie in Stichworten fest.*

Karte der Urwälder



Weltweit ist nur noch ein Fünftel der Wälder ursprünglich. Ursprünglich heisst: mindestens 50 km², mindestens 10 km breit, unbewohnt, unzerschnitten, ökologisch intakt, naturgewachsen und forstwirtschaftlich nicht genutzt.

ATOMBOMBEN RUND UM DIE ERDE I GLOBUS 7

Auf dem letzten, 7. Globus sind Strahlensymbole an den verschiedenen Testplätzen für Kernwaffenexplosionen angebracht.

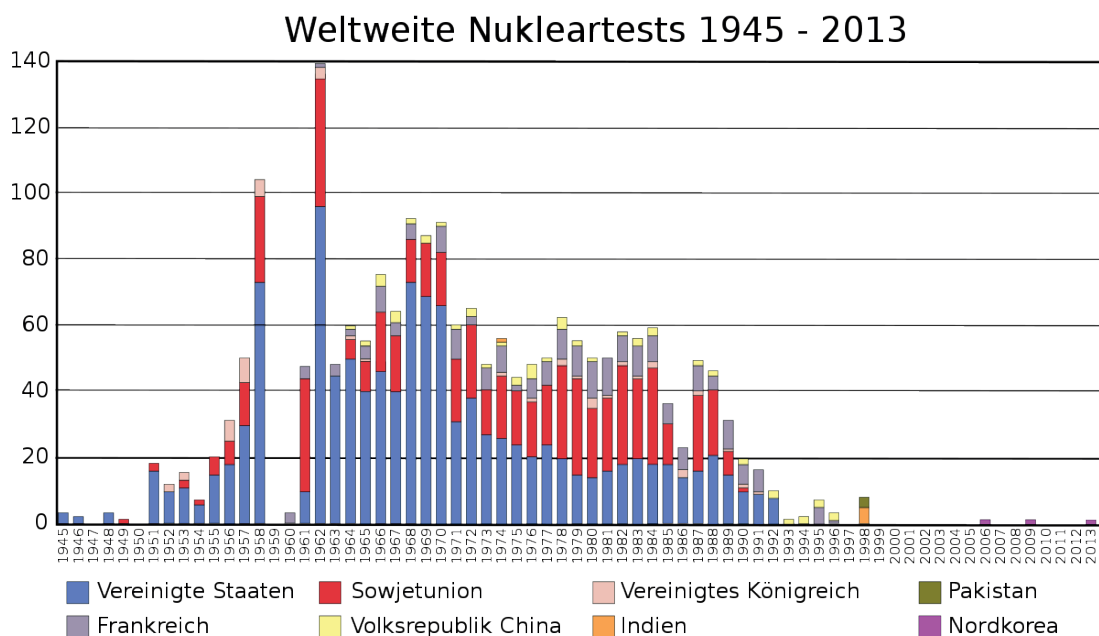
Bisher wurden seit dem 16. Juni 1945 ca. 2000 Atombomben zu Testzwecken und zwei über Japan 1945 im Kriegseinsatz gezündet.

Dabei kamen 622 Atombomben in der Atmosphäre zur Detonation, was starke und grossräumige radioaktive Verstrahlung zur Folge hatte. Seit 1963 verpflichten sich deshalb die USA und Sowjetunion (heute Russland) nur noch unterirdische Kernwaffentests durchzuführen, die normalerweise kaum Radioaktivität in die Biosphäre entlassen. Frankreich und China testeten bis 1974 bzw. 1980 weiter in der Atmosphäre.

Zur Zeit besitzen 9 Staaten Kernwaffen: USA, Russland, Grossbritannien, Frankreich, China, Israel, Indien, Pakistan und Nordkorea. Letzteres ist das einzige Land, das noch (unterirdische) Tests durchführt.

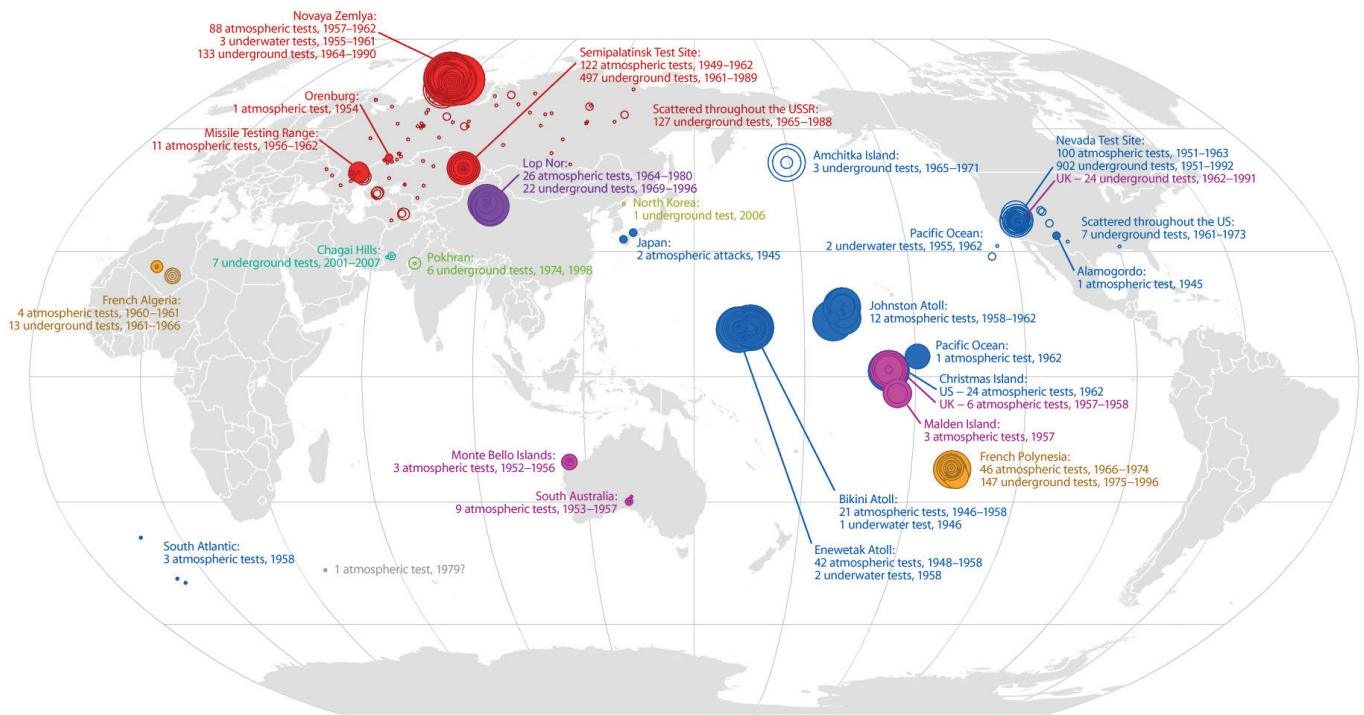
Der Gesamtbestand der Atombomben könnte die Menschheit seit den 50er Jahren zwar mehrfach auslöschen, doch nimmt man an, dass die Gefahr einer Eskalation – die Möglichkeit des Gegenschlages durch den Gegner und damit die gegenseitige Vernichtung – einen militärischen Schlagabtausch zwischen Nuklearmächten bisher verhindert hat.

Kämen grössere Mengen radioaktives Material oder gar eine Atombombe allerdings in die Hände einer irrational denkenden und ohne wirksame Kontrollorgane funktionierenden Machtgruppe (z.B. Terroristen), wäre eine grössere Verstrahlung sehr wohl denkbar.



ATOMBOMBEN RUND UM DIE ERDE II

1. *Vergleiche den 7. (schwarzen) Globus mit der folgenden Karte. Welche zusätzlichen Angaben gibt die Karte wieder? Wie wird die Aussage auf dem Globus damit verändert?*
2. *Welcher entscheidende Unterschied bei den Atombombentests muss bezüglich Umweltgefährdung gemacht werden?*



Country:	Year of first detonation:	Number of detonations:		
		atmospheric	underground	underwater
United States	1945	206	912	5
USSR	1949	223	756	3
United Kingdom	1952	21	24	
France	1960	50	160	
China	1964	22	26	
Israel?	1967 ?			
India	1974		6	
South Africa?	1979 ?	1 ?		
Pakistan	1998		7	
North Korea	2006		1	

not all data is official, and some locations are approximate. data source: <http://www.johnstonsarchive.net/nuclear/tests>

Each explosion is represented by a circle. Many of these circles overlap.

- Filled circles are atmospheric detonations
- Hollow circles are underground or underwater tests

The size of each circle represents the yield of the blast. The scale is not linear:

- more than 20 megatons
- 2.5–5.1 megatons
- 160–320 kilotons
- less than 15 kilotons

3. *Kannst du die Staaten, die heute über Atombomben verfügen, auswendig aufzählen?*
4. *a. Welches Land hat die meisten Tests durchgeführt?
b. Welches Land hat die grössten Atombomben gezündet?
c. Was könnten die Gründe sein, dass die Atombombentests generell abgenommen haben und bis auf ein Land heute nicht mehr durchgeführt werden?*

CO²- ANSTIEG UND KLIMAERWÄRMUNG

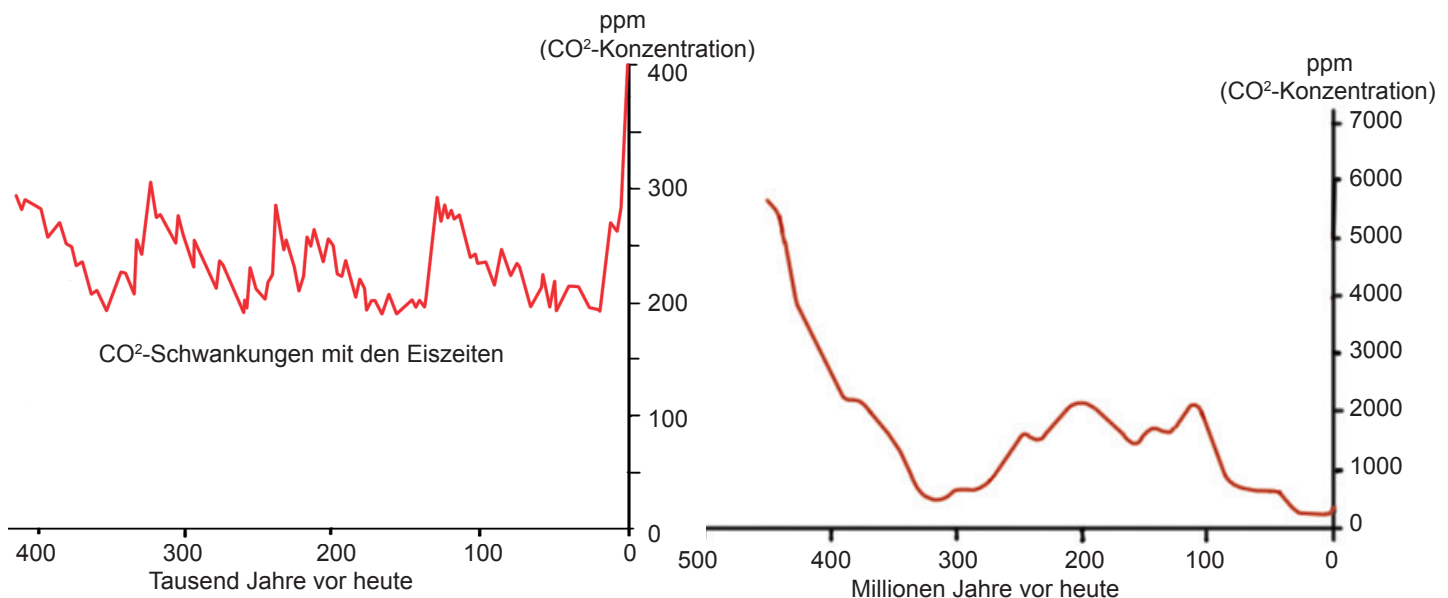
Ohne Treibhauseffekt der Atmosphäre, der entscheidend von der CO²-Konzentration gesteuert wird, hätte die Erde eine Durchschnittstemperatur von lebensfeindlichen -27 °C, statt der zur Zeit recht angenehmen +15 °C. Eine Mehrheit der Klimatologen geht davon aus, dass der Anstieg der atmosphärischen CO²-Konzentration in den letzten Jahrzehnten hauptsächlich durch die menschliche Verbrennung fossiler Brennstoffe (Erdöl und Erdgas) verursacht wird, was seinerseits die Durchschnittstemperatur der Erdatmosphäre durch einen verstärkten Treibhauseffekt erhöht, was wegen des raschen Verlaufs wiederum grosse Probleme für Pflanzen, Tiere und den Menschen mit sich bringt.

1. Welche negativen und allenfalls auch positiven Auswirkungen hat eine Klimaerwärmung?

2. Vergleiche die Darstellungen der CO²-Entwicklung beim ersten Globus, mit der Grafik beim Eisbohrkern.

- Welche Vor- und Nachteile sowie Widersprüche siehst du zwischen den beiden Visualisierungen?*
- Welche Gründe könnte der Künstler bei seiner Wahl der Globusdarstellung gehabt haben?*

3. Vergleiche die beiden folgenden Grafiken der CO²-Entwicklung. Trage den Zeitabschnitt der Grafik links auf der Zeitachse rechts ein. Wie relativiert sich die Darstellung links?



BIG FIVE* – DIE FÜNF GROSSEN ARTENSTERBEN

Das Aussterben gehört dazu: Die mittlere Lebenserwartung einer Art liegt bei 5 Mio Jahren, bei Säugetieren gar nur bei 1 Mio Jahren.

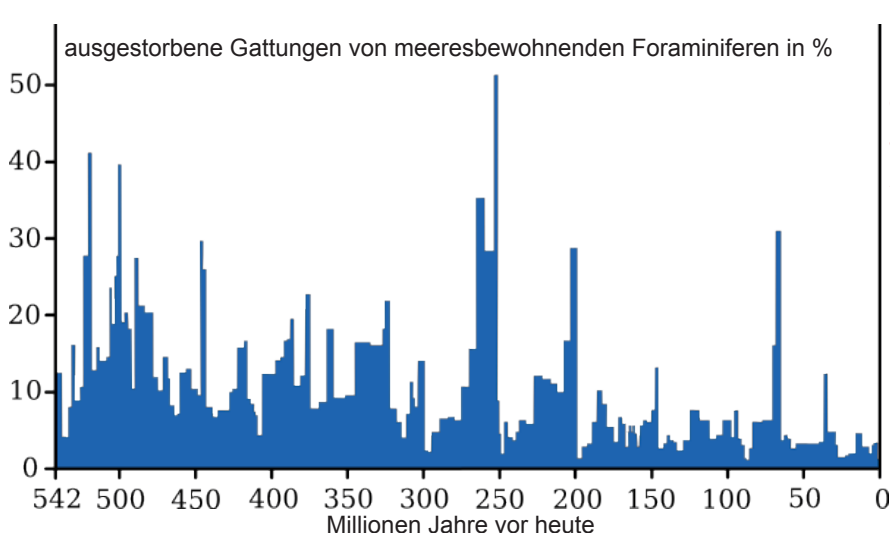
Die Grafik der Aussterbequoten der letzten 550 Mio. Jahre unten zeigt, dass Arten und Gattungen immer wieder aussterben, jedoch in stark schwankender Zahl. Als Massenaussterben bezeichnet man kurze Zeitabschnitte mit einem Artensterben von ca. 75% der nachweisbaren Gattungen. Fünf grosse Massensterben sind bekannt, jedoch bei keinem mit letzter Sicherheit die Ursache:

1. vor 444 Mio. Jahren: mögliche Ursache: Klimawandel (Eiszeit)
2. vor 372 Mio. Jahren: mögliche Ursache: Megavulkanismus, evtl. Asteroideneinschlag
3. vor 252 Mio. Jahren: mögliche Ursache: Megavulkanismus
4. vor 201 Mio. Jahren: mögliche Ursache: Megavulkanismus
5. vor 65 Mio. Jahren: wahrscheinliche Ursache: grosser Asteroideneinschlag auf Yucatan und zusätzlich dadurch ausgelöster Megavulkanismus in Indien

Nach Massenaussterben werden die freigewordenen ökologischen Nischen durch neu entstehende Arten in der Regel innerhalb von 10 Millionen Jahren wieder besetzt. So haben sich nach dem Aussterben der Saurier vor 65 Mio. Jahren, die überlebenden, bis dahin kleinwüchsigen Säugetiere zu vielen neuen auch grösseren Arten weiterentwickeln können. So gesehen verdankt auch der Mensch seine Existenz einem verheerenden Asteroideneinschlag, der die Konkurrenz der Saurier vernichtet hat.

Für die 5 Grossereignisse sind je 1-2 Fossilien von damals ausgestorbenen Gattungen ausgestellt, die auf den folgenden Seiten mit Rekonstruktionszeichnungen veranschaulicht sind.

1. Wenn die mittlere Lebenserwartung einer Säugetierart bei 1 Mio. Jahren liegt und es heute 5416 Arten von Säugern gibt, wieviele Arten würden durchschnittlich in 1000 Jahren natürlicherweise verschwinden, bzw. neu entstehen, wenn die Artenzahl konstant bliebe?



2. Markiere in dieser Grafik die 5 grossen, oben erwähnten Massenaussterben. Was fällt dir sonst noch auf?

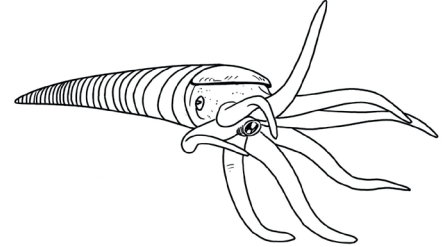
* Der Ausdruck *Big Five* entstand ursprünglich als Bezeichnung für die 5 prestigeträchtigsten Trophäen auf afrikanischen Jagdsafaris: Elefant, Spitzmaulnashorn, Kaffernbüffel, Löwe und Leopard. Auch in der Psychologie wird der Ausdruck *Big Five* inzwischen für die wichtigsten Merkmale verwendet, welche die menschliche Persönlichkeit beschreiben: emotionale Stabilität, Geselligkeit, Offenheit für Neues, Gewissenhaftigkeit und Mitgefühl.

empfohlene ausführliche Literatur zu den Massensterben: MacLeod, Norman: Arten Sterben – Wendepunkte der Evolution. 2016. Theiss, Darmstadt. Erstpublikation: 2013 Nat.hist Museum London.

ZU DEN AUSGESTELLTEN FOSSILIEN DER BIG FIVE I

Orthoceras

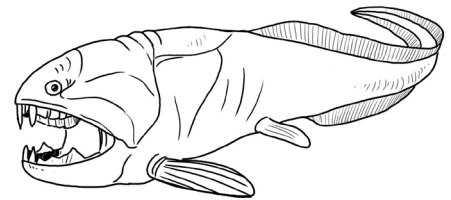
Der urtümliche Tintenfisch Orthoceras mit dem langen kegelförmigen Gehäuse lebte in der vordersten Kammer, während die anderen Gehäuseteile gasgefüllt das Tier in der Schwebelage hielten. Das Fossil zeigt eine Art die vor 488 Millionen Jahren in Schweden lebte. Die Gattung starb vor 444 Millionen Jahren beim ersten grossen Massensterben aus.



1. Koloriere die Tiere nach deinen Vorstellungen, denn die Farben der damals lebenden Tiere sind bisher nicht bekannt.

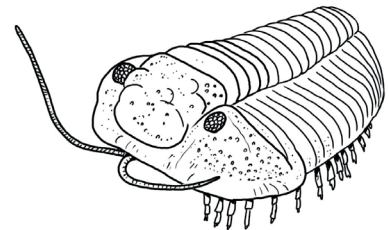
Panzerfische (Placodermata)

Die Panzerfische lebten lange vor den Sauriern. Sie hatten als erste Wirbeltiere einen Kiefer und waren mit Knochenplatten gepanzert und lebendgebärend. Manche dieser monsterhaften Jäger wurden bis 10 m lang und konnten einen ausgewachsenen Hai mit einem Biss zerteilen.



Trilobiten

Die Klasse der Trilobiten lebte während 300 Millionen Jahren mit über 15'000 bisher bekannten Arten. Ihre Vielfalt wurde aber durch unbekannte Gründe mehrmals stark reduziert. Die letzten 100 Millionen Jahre ihrer Existenz gab es nur noch wenige, kleine Arten, bis sie beim Massensterben vor 251 Millionen Jahren endgültig erloschen sind.



Trilobiten gehören wie Insekten, Krebse und Spinnen zu den Gliederfüssern. Sie bewohnten den Meeresboden seichter Küstenregionen und wurden bis 75 cm gross. Einen tollen Überblick ihres Artenreichtums siehst du im Schubladenmuseum in der Ausstellung „c'est la vie“.

2. Welche Gründe könnten den Artenreichtum der Trilobiten verkleinert haben?

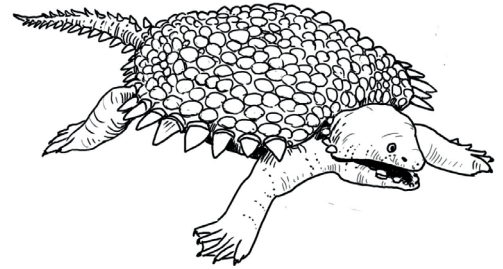
3. Weshalb werden hier wohl nur diese kleinen Exemplare gezeigt?

ZU DEN AUSGESTELLTEN FOSSILIEN DER BIG FIVE II

Pflasterzahnechsen (*Placodontia*)

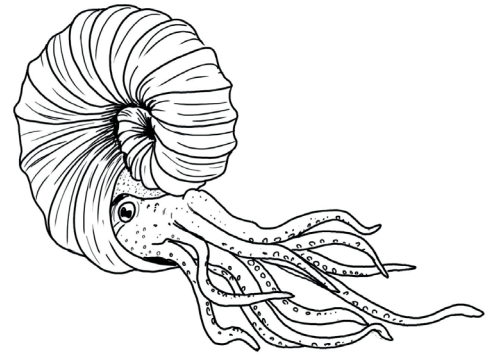
Pflasterzahnechsen sind 1,3 m lange Reptilien, flach wie Wasserschildkröten, mit denen sie aber nicht näher verwandt sind. Sie waren stark und zweiteilig gepanzert als Schutz vor Nothosauriern und frassen Seetang.

4. Lies auch den Text zu den Pflasterzahnechsen in der Ausstellung genau durch. Wie lange muss es sie mindestens gegeben haben?



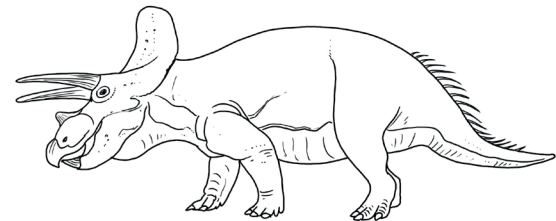
Ammoniten

Ammoniten gehören zu den Kopffüßern (wie die Tintenfische) nicht etwa zu den Schnecken, wie man nach ihrem spiralgewundenen Gehäuse erst denken könnte. Es gab während 350 Millionen Jahren 40'000 Arten bis sie der Asteroideneinschlag vor 65 Millionen Jahre aussterben liess. Dank ihres Artenreichtums nutzen die Paläontologen sie gerne als *Leitfossilien*. Dies sind häufige Fossilien weitverbreiteter, kurzlebiger Arten durch die sich geologische Schichten als gleichaltrig erkennen lassen.



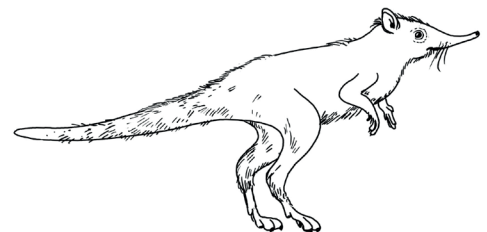
Triceratops

Der dreigehörnte, nordamerikanische, vegetarische Saurier wurde bis 9 m lang und 10 t schwer. Der typische Nackenschild diente vermutlich nur zur Schau und als Schutz bei Kämpfen mit Artgenossen. Gegen Bisse von Raubsauriern wie dem T-Rex war er aber zu schwach.



Leptictidium

Die Säugetiere, welche das Massensterben vor 65 Millionen Jahre überlebt hatten, waren kleine Allesfresser. Leptictidien entwickelten sich 10 Millionen Jahre **nach** dem Supergau. Sie lebten vor 55 bis 35 Millionen Jahren und waren bereits spezialisiert. Sie glichen äusserlich einem heutigen Känguru und jagten hüpfend Eidechsen, kleine Säuger und grössere Insekten.



DAS GRÖSSTE MASSENAUSSTERBEN ALLER ZEITEN

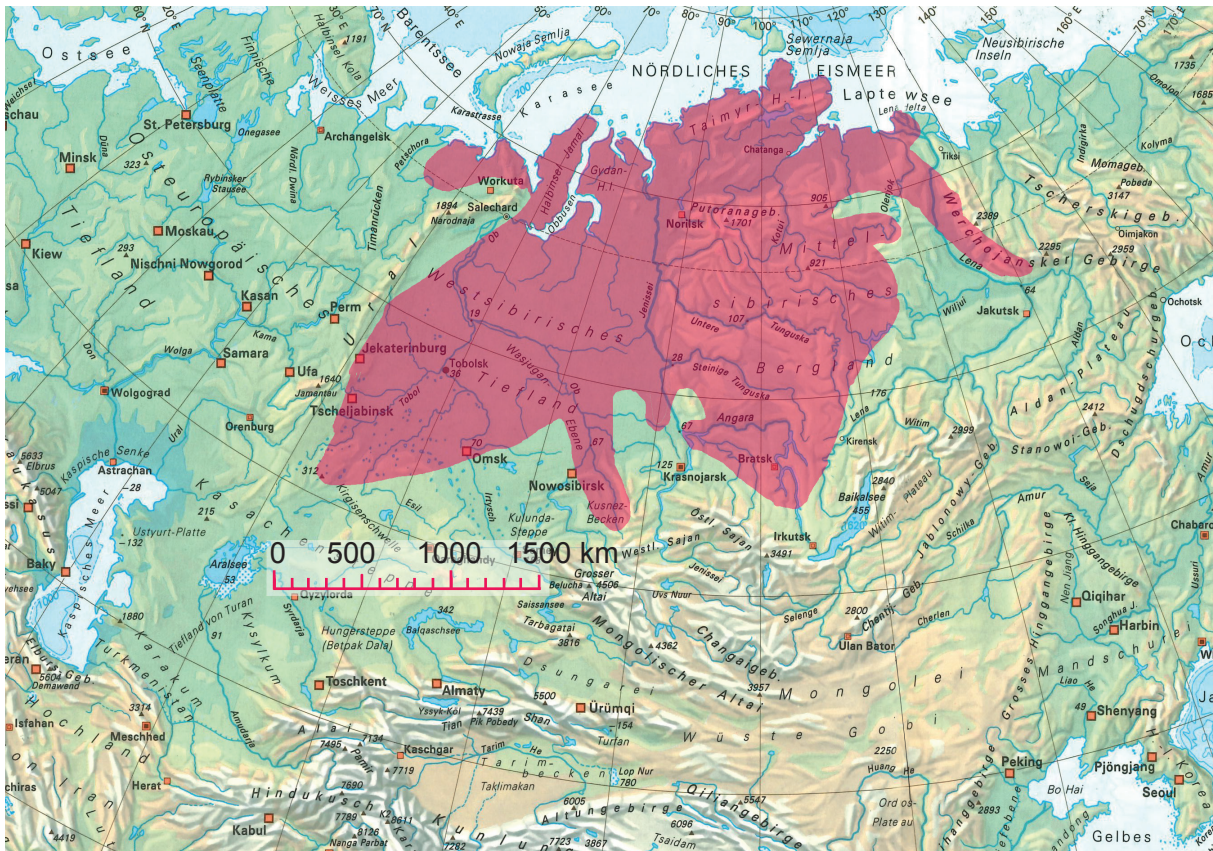
Zur Zeit des grössten Massenaussterbens vor 252 Millionen Jahren flossen in Sibirien auf einer Fläche von 7 Millionen km² basaltische Laven von mehreren Kilometern Mächtigkeit. Diese Ablagerungen nennt man *Sibirischen Trapp*.

Es wird vermutet, dass die damit verbundene Freisetzung von extremen Mengen an Methan, CO₂, Schwefelwasserstoff, Chlorwasserstoff und Aschen, die Sonne verdunkelten und einen solch grossen Klimaschock verursacht haben, dass ein Massensterben die Folge war. Möglicherweise könnte ursprünglich auch ein Asteroideneinschlag das gleichzeitige Ausbrechen der zahlreichen Vulkane ausgelöst haben.

Insgesamt wurden damals 75% der landbewohnenden Arten und ein noch grösserer Anteil der Meeresfauna ausgelöscht.

1. Zeichne die Schweiz als Grössenvergleich neben die Fläche des Sibirischen Trapps. Die Ost-West-Ausdehnung der Schweiz beträgt 340 km, Nord-Süd erstreckt sie sich über 215 km. Zeichne also in der Karte ein Kreuz von 340 x 215 km ein, füge von Hand die Umriss der Schweiz ein und kolo-riere sie rot.

2. Was wäre, wenn damals auch die restlichen Arten vernichtet worden wären?



DAS ARTENSTERBEN DER GEGENWART

Bisher erreicht das moderne Artensterben durch den Menschen noch nicht das Ausmass der fünf grossen Massenaussterbeereignisse. Wenn die aktuelle Artensterberate jedoch einige weitere Jahrhunderte anhält oder noch zunimmt, würde es zum ersten grossen Massensterben, das von einer einzigen Art ausgeht.

Das menschlich verursachte Artensterben erfolgt hauptsächlich durch Lebensraumzerstörung, ferner durch Überjagen/Überfischen, Umweltgifte, Einführung ortsfremder, konkurrenzstärkerer Organismen (Neozoen und Neophyten) und durch eine rasche Klimaerwärmung, so dass sich viele Arten nicht anpassen können.

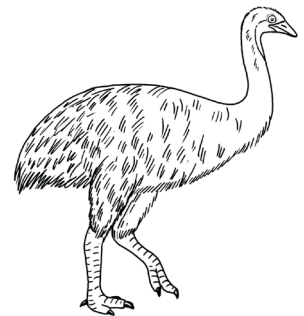
Die Ausrottung von Wisent, Ur, Luchs, Steinbock, Wolf, Bär, Biber, Fischotter, Fischadler in der Schweiz in den letzten Jahrhunderten ist der Jagd anzulasten. Verantwortlich für die meisten Artenverluste und Artengefährdungen in der Schweiz der letzten Jahrzehnte ist jedoch die Lebensraumveränderung durch die moderne, intensive Landwirtschaft. Nachzulesen sind die Gefährdungen in den sogenannten Roten Listen*.

1. Kennst du einige durch den Menschen verursachte Probleme für folgende ausgestellte Vögel der Schweiz?

a.) Rotschenkel, b) Rotrückenwürger, c) Kiebitz und d) Fischadler

Elefantenvogel

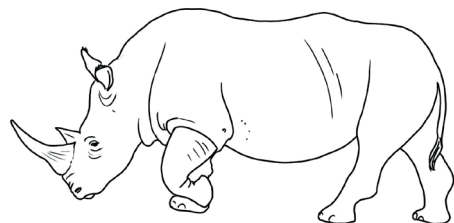
Der Elefantenvogel lebte nur auf der Insel Madagaskar und wurde vermutlich um das Jahr 1000 (oder später) durch Jagd, Eierraub und Brandrodung der damaligen Menschen ausgerottet. Der flugunfähige, strausenähnliche Vogel erreichte eine Höhe von 3 m und ein Gewicht von 400 kg.



2. Kennst du andere grössere Tierarten, die vermutlich durch die Menschen früherer Kulturen ausgerottet worden sind?

Nördliches Breitmaulnashorn

Das Nördliche Breitmaulnashorn ist eine der beiden Unterarten, das im zentralen Afrika noch bis vor wenigen Jahren verbreitet gelebt hat und heute bis auf 3 Exemplare durch Grosswildjagd und Wilderei praktisch ausgerottet ist. Fatal wirkte sich die Preissteigerung auf dem Schwarzmarkt für das Horn auf bis 60'000 US-\$ pro Kilo aus. Dies weil in Asien der Hornsubstanz aus Aberglauben heilende Kräfte bei Krebs und andern Krankheiten nachgesagt werden.



3. Welche Massnahmen würdest du vorschlagen, um die Wilderei von Nashörnern zu stoppen?

*Rote Listen der Schweiz

DIE EVOLUTION GEHT WEITER

Oft geht die Evolution gerade nach Massensterben in ganz neue Richtungen. Wenn die vorher konkurrenzstärkeren Arten ausgeschaltet sind, können die Überlebenden sich an freigebliebene Lebensräume (ökologische Nischen) anpassen und so rasch neue Arten bilden. Bisher ist nach einem Massensterben die ursprüngliche Artenzahl innert 5 bis 10 Millionen Jahren wieder erreicht worden.

In der Vitrine siehst du drei Tierpräparate der Künstlerin Kathryn Fleming, die durch Bioengineering speziell für die vom Mensch veränderten Lebensräume gezüchtet worden seien ;-)

Reine Kombinationen verschiedener Tierarten, sogenannte Chimären, sind seit spätestens altgriechischer Zeit bis heute beliebte Vorstellungen von Künstlern. Etwas schwieriger ist es sich neue Tierarten auszudenken, die sich an ganz andere Lebensumstände angepasst hätten. Hast du dafür genügende Fantasie und Ideen? Wer sich die Ausgangslage (Ursprungstierart und künftige ökologische Nische) selber wählen will und kann, darf dies natürlich gerne tun.

Beschreibe und skizziere eines der folgenden Lebewesen, vielleicht sogar mit einer evolutiven Zwischenstufe:

Ausgangsart: Weinbergschnecke. Zukünftiger Lebensraum: Luftraum tropischer Wirbelstürme oder aber WCs von grösseren Einkaufszentren.

Ausgangsart: Geierhuhn. Zukünftiger Lebensraum: aktiver, vulkanischer Untergrund oder abgelegene Bushalteshäuschen.

Ausgangsart: Zikadenlarven. Zukünftiger Lebensraum: mehr als 2 Tage getragene blaue Socken oder Rastfrisuren

Link zu den Tieren von Kathryn Fleming:
<http://www.modernnaturalism.com/>

Tolle Beispiele von Tierhybriden mit Photoshop findest du unter:
<https://www.pinterest.de/nickglazenburg/photoshop-animals/?lp=true>
<https://www.pinterest.de/notsonice1969/photoshop-hybrid-creatures/?lp=true>
<https://www.watson.ch/Spa%C3%9F/Cute%20News/563220694-Wenn%27s-der-Pingu-mit-dem-Husky-treibt-%E2%80%93-die-besten-Tier-Hybride>
Teryl Whitlatch

DIE PREPPERS UND ANDERE ZUKUNFTSÜBERLEGUNGEN

Preppers bereiten sich auf das Überleben von allen möglichen Katastrophen vor durch Schutzkeller, Vorräte und entsprechende Ausrüstung. Der Name Prepper leitet sich ab aus dem Englischen „to be prepared“ d.h. *vorbereitet sein*.

1. *Wie muss man als Prepper das Problem der Verderblichkeit vieler gelagerter Lebensmittel lösen?*
2. *Welche Überlegungen stecken vermutlich hinter dem Waffenarsenal in der ausgestellten Prepperausrüstung?*
3. *Müsstest du dich morgen für 3 Wochen in einen Luftschutzkeller flüchten: Wie sollte er ausgerüstet sein? Liste 12 Dinge (evtl. mit Mengenangaben) auf, die du dort haben solltest.*
4. *Wie beurteilst du die Malbüchlein zum Tauschen?*
5. *Kannst du dir Katastrophenszenarien vorstellen, die einen mehrmonatigen Rückzug in einen genügend ausgerüsteten Bunker sinnvoll machen?*
6. *Was war die grösste Katastrophe der letzten Wochen, die auf der live Alarm-Weltkarte (links neben dem Schaufenster der Prepperausrüstung) angezeigt wird? Was hältst du von der Karte?*

Link zur Live-Katastrophenkarte: <http://hisz.rsoe.hu/alertmap/index2.php>



...ganz persönlich, sag mal...:

7. *Was würdest du heute noch tun, wenn morgen die Welt unterginge, und warum?*
8. *Was würdest du in den ersten Wochen tun nach einem Weltuntergang, bei dem du der einzige menschliche Überlebende wärest, angenommen ausser der Menschheit sei alles noch intakt?*
9. *Was war dein persönlich schlimmster „Weltuntergang“?*
10. a) *Welches ist deiner Meinung nach die grösste Gefahr, die der Menschheit droht? Möglichst konkret, nicht zu allgemein wie Umweltzerstörung, Überbevölkerung oder Klimaerwärmung.*
b) *Wie lange wird es die Menschen deiner Meinung nach noch geben? Begründung?*
11. a) *Welche Botschaft würdest du einer nachfolgenden Gesellschaft mitteilen?*
b) *Wie könnte man eine solche Botschaft möglichst sicher in die Zukunft übermitteln?*
 - *so dass sie möglichst viele Katastrophenszenarien überstehen könnte?*
 - *so dass sie eine möglichst lange Zeitdauer (über 1000 Jahre) überdauert?*
 - *so dass sie möglichst sicher gefunden wird?*
 - *so dass sie von möglichst vielen Kulturen und Sprachen verstanden wird?*

ATEMGESTELL VON CHIU CHIH

Schau dir das Foto an. Was gehört in die Lederbox? Was stellt die Hintergrundlandschaft genau dar?

WELTUNTERTANG UND WENN MAN TROTZDEM LACHT I

1. Welches Cartoon gefällt dir am besten und wieso?
2. Kommt dir selber eine Idee zu einem Weltuntergangs-Cartoon? Sende uns deine Skizze unter pica@nmbe.ch, damit wir sie veröffentlichen können. Eine kleine, verdankende Überraschung folgt postwendend.



2



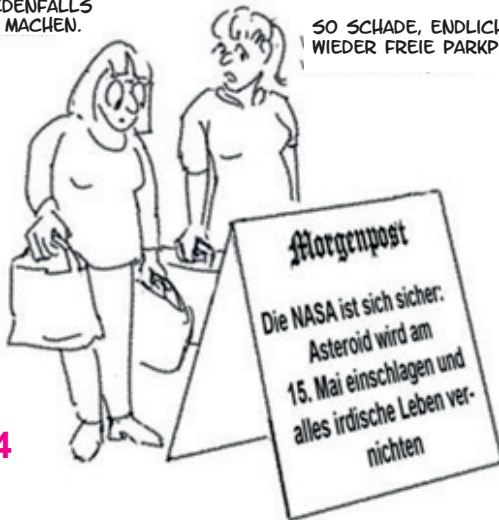
3



5

FRÜHLINGSPUTZ UND STEUERER- KLÄRUNG WERDE ICH JEDENFALLS ERST NACH DEM 16. MAI MACHEN.

SO SCHADE, ENDLICH GÄBE ES WIEDER FREIE PARKPLÄTZE



4



6



7



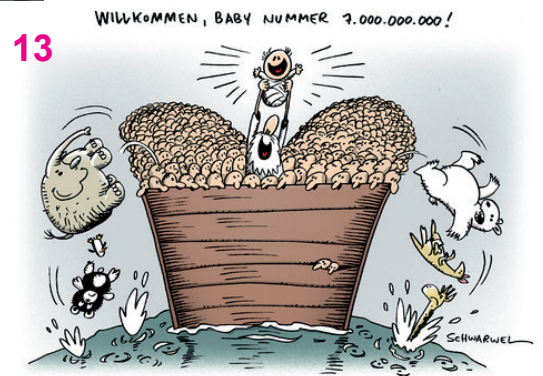
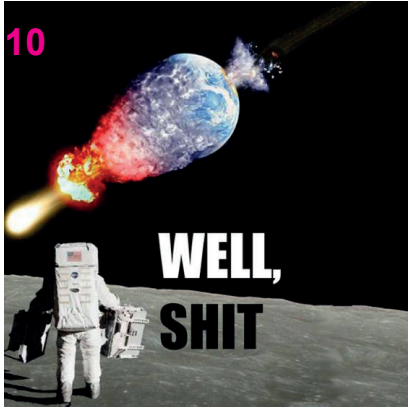
8



9

27

WELTUNTERGANG UND WENN MAN TROTZDEM LACHT II



FRAGEN ZUM DIDAKTISCHEN MATERIAL UND ZUR AUSSTELLUNG WELTUNTERGANG

Wenn du uns die folgenden Fragen ungeschminkt und ehrlich beantwortest, sind wir dir sehr dankbar, um zu erfahren, wie das begleitende didaktische Material aber auch die Ausstellungen selber bei Schulen ankommen und wie wir uns verbessern können.

Bitte an der Kasse z.H. *Bildung & Vermittlung* abgeben.

Dein Alter: männlich oder weiblich

Wie beurteilst du die Zusatzinformationen und Fragen des didaktischen Materials, das du erhalten hast? Antworte so konkret wie möglich (mit Beispielen): War es für die gegebene Zeit eher zu viel oder zu wenig Material? Zeigten sich dir neue Zusammenhänge auf oder fühlst du dich eher verwirrt? Waren die Fragen zu anspruchsvoll oder haben sie dich gelangweilt? Wie wichtig und gut beurteilst du das integrierte Bildmaterial?

Hast du dir vorgängig etwas vorgestellt, was du in dieser Ausstellung sehen würdest? Wurden diese Erwartungen erfüllt oder enttäuscht? Was und weshalb?

Was hat dir am meisten/am wenigsten Eindruck gemacht/gefallen? Gibt es Dinge, die du vermisst hast?

Welcher Raum hat dich am meisten/am wenigsten interessiert?

Bei welchen Bildern und Themen war dir der Zusammenhang zum Weltuntergang neu?

Wo hast du den Zusammenhang zu einem Weltuntergang nicht begriffen oder bist du nicht damit einverstanden?

Wie hat dir die Mischung von Kunst und Wissenschaft gefallen? Hättest du dir von der einen oder anderen Richtung mehr gewünscht?

Kannst du dir vorstellen, weshalb die Treppe und Wände der Ausstellung den Charakter einer Baustelle erhalten haben?

Was wäre sonst noch interessant?

LÖSUNGEN

DAS WEITERE SCHICKSAL VON SONNE UND ERDE II

1. D heute, F nach 1 Milliarde Jahren, B nach 2 Milliarden Jahren, H Roter Riese, G Weisser Zwerg, A Doppelstern, E Supernova, C Materiewolken im Weltall
2. Es sind 10 Spickel zu sehen, da der Winkel der Spiegelwände 36° beträgt. Deshalb sollten maximal 6220 Birnen zu sehen sein. Bitte nachzählen ;-)
3. Die Kernenergie in der Sonne wird durch Verschmelzen von Wasserstoff zu Helium in Strahlungsenergie umgesetzt. Sie durchquert die Distanz von 150 Mio km von der Sonne zur Erde in Form von Licht, UV, Infrarot und anderer Strahlung in 8 Minuten. Ein Teil der Lichtenergie kann vom Blattgrün (Chlorophyll) der Pflanzen in chemische Energie umgewandelt werden, indem die Pflanze Zuckermoleküle und weitere organische Verbindungen aufbaut. Davon sind Stärke und Gluteneiweiss in Getreidekörnern die wichtigsten energetischen Bestandteile des Brotes.

Grasfressende Kühe wandeln die pflanzlichen Verbindungen in tierische um. Dabei geht deren Energie in das Fett der Milch über. Dieses lässt sich für die menschliche Ernährung als Butter konzentrieren und z.B. als Brotaufstrich geniessen.

4. Nicht nur wir Menschen sind staubgeboren: Unsere Sonne mit ihren Planeten entstand vor 4.56 Milliarden Jahren aus einer Gaswolke durch Zusammenlagerung der Gasatome und -moleküle erst zu staubkornkleinen Klumpen, dann zu immer grösseren Massebrocken.
Auch bei einer Supernovaexplosion (s. Infotext) – eines der möglichen Schicksale des Weissen Zwerges namens Sonne – würde die Materie der Erde wieder in kleinsten Teilchen in das Weltall ausgestossen.
5. Wäre die heutige Sonne 2 cm gross, hätte sie als Roter Riese 3,32 m Durchmesser und wäre als Weisser Zwerg nur noch ca. 0.4 mm gross, d.h. etwa wie ein Bleistiftpunkt.

Lösungen

DAS JÜNGSTE GERICHT

- 1 Geistliche seelig:
- 5. Nonne mit Kindern (Dominikanerin?)
 - 6. Priester mit Stola und Kelch
 - 31. Dominikaner
 - 32. Chorherr mit « Kutzhut »
 - 33. Abt (Zisterzienser oder Dominikaner)
 - 34. Kardinal mit Kardinalshut
 - 35. Bischof mit Mitra und Pluviale
 - 36. Kardinal mit Kardinalshut
 - 37. Propst mit Mitra
 - 44. Papst mit Tiara
- Geistliche verdammt:
- 86. Nonne mit Skapulier
 - 87. Mönch mit Kapuze und Skapulier
 - 88. Rabbiner mit Spitzhut
 - 89. Bischof mit Mitra
 - 90. Kardinal mit Kardinalshut
 - 102. Mönch mit 2 Frauen
 - 119. Nonne
 - 121. Mönch
 - 128. Mönch mit Skapulier
 - 142. Papst dem ein Engel mit dem Schwert den Kopf gespalten
 - 162. Kardinal mit Kardinalshut
 - 163. Bischof mit Mitra
 - 164. Papst mit Tiara, durch Teufel kopfüber hinuntergestürzt

2. Die rechte Seite war wie bei allen Kulturen auch im Mittelalter die „gute“ ehrenvolle Seite, die linke aber die unehrenhafte. Rechts und links gilt jedoch vom urteilenden Richter aus nicht aus Sicht des gegenüberliegenden Zuschauers. So gilt z.B. auch bei Wappen rechts und links stets vom Schildträger aus gesehen.

3. Viele Gesichtsausdrücke scheinen uns neutral bis fast lachend und nur wenige zeigen schmerzhaftes Mimik. Starken Gefühlsausdruck im Gesicht darzustellen war in der Gotik nicht üblich und wurde von den Künstlern nicht besonders gelernt oder beachtet.

4. Sie sind in einem Gletscher eingefroren.

- 5.
- 1 Laurentius
 - 2 Stephanus
 - 3 Margareta (nur Drache zu sehen)
 - 4 Mauritius
 - 5 Georg
 - 6 Moses
 - 7 Thora
 - 8 David
 - 9 Johannes der Täufer
 - 10 Jesaja



6. Der „Zürcher“ erscheint nicht nur durch die Bemalung bekleidet sondern auch durch die plastischen Details der Kleidung.

Lösungen

GEFAHR DURCH ASTEROIDEN

1.

Die grafische Darstellung kann die richtige Grössenordnung nicht realistisch wiedergeben: Der Durchmesser der Erdbahn beträgt in Wirklichkeit 300 Millionen Kilometer, hier aber nur ca. 10 cm. Die Erde hätte in diesem Massstab hier nur einen Durchmesser von unsichtbaren 0,004 mm, d.h. auf einem Punkt dieser Schrift könnte man 100 Erdpunktchen aufreihen. Noch viel kleiner wären die Asteroiden. Ähnlich unwahrscheinlich wäre es, auf 300 m (Schiessstandlänge) **ohne zu zielen** ein bestimmtes Objekt von der Grösse eines Daumennagels (13 mm) mit einem Geschoss von Bakteriengrösse zu treffen.

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

3. 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 und in chemische Umwandlungen.)

4.

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

(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.)

5.

$$\text{Asteroid } 70'000 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 10 \text{ s} = \mathbf{194 \text{ km}}$$

$$\text{Passagierjet } 1000 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 10 \text{ s} = \mathbf{2.7 \text{ km}}$$

$$\text{Rennwagen } 300 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 10 \text{ s} = \mathbf{833 \text{ m}}$$

$$\text{Skirennfahrer } 120 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 10 \text{ s} = \mathbf{333 \text{ m}}$$

$$\text{Radfahrer } 15 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 10 \text{ s} = \mathbf{42 \text{ m}}$$

$$\text{Mensch gehend } 5 \text{ km/h} : 3600 \text{ s} \times 10 \text{ s} = \mathbf{14 \text{ m}}$$

6. Asteroidenabwehr

- Beschuss mit schweren Raketen um den Asteroiden abzulenken.
- Sprengung mit Atombomben.
- Aus Kollisionsbahn ziehen mit Gravitationstraktor: Raumsonde beim Asteroiden so nah platzieren bis die Gravitationskraft deutlich spürbar wird. Zünden der Triebwerke, nur so stark, dass Abstand zum Asteroiden konstant bleibt.

Lösungen

VULKANISCHE GEFAHREN

1. Bei kleineren Körpern macht sich die bremsende Wirkung der Luftreibung vergleichsweise stärker bemerkbar, so dass er weniger weit fliegt, bei gleicher Anfangsgeschwindigkeit. So kannst du auch einen sehr kleinen Stein weniger weit werfen als einen fünfmal so grossen. Sehr grosse Steine wirfst du allerdings weniger weit, weil du sie mangels Kraft nicht gleich stark beschleunigen kannst.

$$2. 3600 \text{ s} : 800 = 4.5 \text{ s} \times (35'000 : 3600) = 43.75 \text{ m}$$

3. Das Jahr ohne Sommer 1815 und die Folgejahre, zeigt in den Jahrringen hier nichts auffälliges. Besonders wenig Zuwachs ist erst im höheren Alter dieses Baumes zu sehen. Das Wachstum eines einzelnen Baumes widerspiegelt nicht in erster Linie das weltweite Klima und auch nicht die Witterung einer Region sondern einzig die aktuellen, örtlichen Wachstumsbedingungen, die je nach Beschattung von Nachbarbäumen, Verfügbarkeit von Wasser, Krankheiten und Schädlingsbefall sogar gegenläufig zu den grossräumigen Wetterverhältnissen sein können. Erst eine Vielzahl von Baumringen eines grösseren Gebietes lässt Rückschlüsse auf das damalige Klima zu.

VERNICHTUNG DES TROPISCHEN REGENWALDES

1. Am meisten ist heute der Tropische Regenwald in Südostasien/Indonesien unter Druck, danach folgt der Amazonas und schliesslich das Kongobecken.

2. Reihenfolge der Ursachen für die Waldzerstörung:

- Rodung durch landlose Kleinbauern
- Holzgewinnung
- Rodung für Plantagen (Soja, Ölpalmen)
- Rodung für Weideland für Grossfarmen
- Rodung durch Wanderfeldbau,
- Rodung für den Abbau von Bodenschätzen

3.

- Im Wald gespeichertes CO² wird in die Atmosphäre freigesetzt
- Der Wasserhaushalt wird gestört. (z.B. kein ausgleichender Abfluss bei Starkregen mehr)
- Lebensraumzerstörung und Aussterben zahlreicher teilweise noch unbekannter Lebewesen.

4. Auch in den gemässigten Breiten wurde der Wald grossteils gerodet und die noch vorhandenen Waldgebiete in Wirtschaftswald umgewandelt.

ATOMBOMBEN RUND UM DIE ERDE

1. Die Karte unterscheidet die Atombombenexplosionen zusätzlich nach Land, Explosionsstärke, Zeit und ober-/unterirdische Explosionen. Der Eindruck, dass überall auf dem Globus gleiche Nuklearexplosionen stattfanden, wird relativiert.

2. Oberirdische Atomexplosionen verseuchen die Biosphäre (Atmosphäre und Erdoberfläche) ungleich stärker als die unterirdischen.

3. USA, Russland, China, Grossbritannien, Frankreich, Indien, Pakistan, Israel, Nordkorea

4. a. USA, b. Sowjetunion, c. Die notwendigen Daten zur militärischen Planung sind vorhanden. Für weitergehende Daten reichen Computersimulationen. Der Prestigeverlust vor der Weltöffentlichkeit und der eigenen Bevölkerung ist wichtiger geworden.

Lösungen

CO²-ANSTIEG UND KLIMAERWÄRMUNG

1. **negative** Auswirkungen der Klimaerwärmung könnten sein:

- Meeresspiegelanstieg (Bedrohung für tiefliegende Gebiete)
- häufigere Wetterkapriolen (Stürme, Dürre- und Hitzeperioden, Überschwemmungen)
- Gesundheitsrisiken bei älteren Menschen in Hitzeperioden
- erhöhter Energiebedarf zur Kühlung
- Schneemangel in tieferen Lagen (Wintertourismus)
- erhöhte Erosion beim Auftauen von Permafrost
- schmelzende Gletscher vermindern die touristische Attraktivität mancher Gegenden
- schmelzende Gletscher vermindern den ausgleichenden Abfluss in Trockenzeiten (Trinkwasserversorgung, Wasserkraftnutzung)
- sich verkleinernde Lebensräume für kälteangepasste Tiere und Pflanzen (z.B. Eisbär, Schneehuhn)
- Ausbreitung von Krankheiten, die durch wärmeliebende Insekten übertragen werden
- Abnahme der Biodiversität in gewissen Lebensräumen

• **positive** Folgen der Klimaerwärmung könnten sein:

- stärkeres Pflanzenwachstum bei höherer CO₂-Konzentration
- verminderte Heizkosten
- weniger Glatteisunfälle
- weniger Lawinen bei geringeren Schneefällen
- verschiedene Gebiete in höheren Breiten profitieren landwirtschaftlich von höheren Temperaturen und Niederschlägen
- sich ausweitende Lebensräume für manche Pflanzen und Tiere
- Nutzung bisher vereister arktischer Gebiete (Nordwestpassage)

2. Die Spirale auf dem Globus zum CO²-Anstieg der letzten Jahre ist keine wissenschaftliche sondern eine künstlerische, spielerische Darstellung, vermutlich um auszudrücken, dass der CO²-Anstieg den ganzen Globus beeinflusst und ihn quasi umfängt hat.

Die Darstellung kann allerdings einen falschen Eindruck hinterlassen, da sie dem Laienbetrachter als wissenschaftlich erscheint. Aus wissenschaftlicher Sicht sind folgende Unzulänglichkeiten der Darstellung zu beanstanden:

- Die CO²-Konzentrationskurve kann auf dem Globus nicht weiter steigen als bis zum Nordpol (ca. 45 p.m.). In Wirklichkeit gibt es aber keine obere Grenze.
- Der Beginn der Kurve im Süden ist willkürlich und nimmt einen Wert für das Jahr 1950 von nur ca. 50 ppm (5 p.m.) an. Richtig ist aber ein Wert von ca. 300 ppm!
- Die Einheiten der CO²-Konzentration für die Kurve auf dem Globus sind nicht bezeichnet. Normalerweise wird die Konzentration mit ppm (parts per million) angegeben, hier sind nach den angegebenen Werten aber offenbar p.m. (*Teile pro Tausend*) gemeint.

3. Die linke Kurve zeigt den Verlauf der CO²-Konzentration während der letzten 400'000 Jahren, die rechte dagegen während 400 Millionen Jahre. Der Anstieg in den letzten 150 Jahren ist offensichtlich auf menschliche Aktivität zurückzuführen. Der CO²-Gehalt der irdischen Atmosphäre war in der fernen Vergangenheit aber generell höher, wenn auch mit fallender Tendenz.

Lösungen

BIG FIVE – DIE FÜNF GROSSEN ARTENSTERBEN

1.

$1'000'000 : 5416 = 185$ Jahre d.h. alle 185 Jahre 1 Art oder $1000 : 185 = 5.4$ Arten pro 1000 Jahre.

2. Auffallend sind die vielen anderen, kleineren und grösseren Aussterbeereignisse, welche die Artenzahl immer wieder reduziert haben. Der Verlauf der artenauslöschenden Katastrophen war also keineswegs so einfach wie es hier mit bloss 5 Ereignissen dargestellt ist.

Auffällig ist auch, dass es vor den grossen Katastrophen immer ein Ansteigen des Artensterbens während mehrer Millionen Jahre gegeben hat und diese Peaks nicht aus dem „Nichts“ plötzlich auftauchten.

INFOS ZU DEN AUSGESTELLTEN FOSSILIEN DER BIG FIVE

2. Konkurrenz auf dem seichten Meeresgrund durch neue Arten anderer Klassen. Veränderte Lebensbedingungen (weniger Nahrung, veränderte Temperaturen)

3. Die ausgestellten Fossilien zeigen eine der wenigen verfügbaren Arten aus der späten Zeit der Trilobiten. Bereits vor 280 Mio. Jahren gab es nur noch wenige und kleine Arten. Das Massensterben, das dann u.a. die letzten Trilobiten auslöschte, fand erst 251 Mio Jahre vor heute seinen Höhepunkt.

4. Die ausgestellte Art lebte vor 235 Millionen Jahren. Ausgestorben sind alle Arten erst vor 200 Millionen Jahre; es muss sie also mindestens 35 Millionen Jahre gegeben haben, tatsächlich sogar 50 Millionen Jahre (249,7 bis 199,6 Mio. Jahre, nach Wikipedia).

DAS GRÖSSTE MASSENAUSSTERBEN ALLER ZEITEN

2. Nach gegenwärtigem wissenschaftlichem Kenntnisstand gab es auf der Erde nur einmal vor über 3.5 Milliarden Jahren die Bedingungen, dass aus unbelebten Verbindungen Leben entstehen konnte. Es hätte nach der Katastrophe vor 252 Mio Jahren also kein neues Leben entstehen können und nur Wüsten und Wasser würden seither die Erde bedecken.

Lösungen

DAS ARTENSTERBEN DER GEGENWART

1.

- a. Rotschenkel: Trockenlegung von Feuchtgebieten
- b. Rotrückenwürger (Neuntöter): Entfernen von Hecken, intensivere Graslandwirtschaft mit weniger Grossinsekten, Pestizide
- c. Kiebitz: Häufigeres Mähen und mechanische Bodenbearbeitung vernichtet Gelege
- d. Fischadler: Verfolgung als Fischereischädling bis in 1950er Jahre, Einsatz von DDT verhinderte Fortpflanzung (zu dünne Eischalen), heute wieder zunehmende Bestände

2.

- Auch das Aussterben der meisten grossen Säugetiere in **Europa und Amerika** vor und nach dem Ende der letzten Eiszeit könnte nach vielen Fachleuten neben dem Klimawandel auf menschliche Überjagung zurückzuführen sein: Höhlenbär, Mammut, Säbelzahnkatze, Wollhaarnashorn, Wildpferd, Höhlenhyäne, Höhlenlöwe, Riesenhirsch, Steppenwisent und andere.
- In **Madagaskar** verschwanden höchst wahrscheinlich durch menschliche Bejagung bereits vor 2000 Jahren die meisten Großtiere: Dazu zählten Flusspferde, die Riesenfossa (ein Raubtier), riesige Lemuren und verschiedene Primaten.
- Bald nach der Besiedlung durch den Menschen starben auch in **Neuseeland** die meisten flugunfähigen Vögel wie etwa der Moa aus.

3.

- Aufklärung der Konsumenten über die medizinische Wirkungslosigkeit der Hornsubstanz. (Es braucht sehr viel Zeit um Aberglauben und Bräuche zu ändern.)
- Schutz durch höhere Strafen (Der exorbitante Preis der Hornsubstanz lässt allerdings bereits heute jede Strafe als Risiko akzeptabel erscheinen.)
- Hörner prophylaktisch absägen (Müsste alle paar Jahre wegen Nachwachsens wiederholt werden, da bereits kleine Mengen an Horn hohen Gewinn versprechen.)
- Bewachung rund um die Uhr (Es ist zu teuer jedes wilde Nashorn zu schützen.)
- Hörner prophylaktisch vergiften, um sie für Konsumenten unbrauchbar zu machen. (Menschliche Gefährdung ist ethisch im westlichen Kulturkreis als Preis zum Schutz einer Tierart nicht mehrheitsfähig)
- Überschwemmen des Marktes mit billigem Horn aus Zucht (Unterscheidung von legalem Horn aus Zucht oder illegalem Horn aus Wilderei ist praktisch unmöglich, was die Wilderei zwar weniger lukrativ aber risikoärmer machen würde.)

Lösungen

PREPPER

1. Die Vorräte müssen je nach Verderblichkeit (Ablaufdatum) regelmässig umgesetzt (d.h. gebraucht und erneuert) werden.
2. Nach manchen Katastrophenszenarien bricht die öffentliche Ordnung sehr bald zusammen, d.h. die Sicherheit ist durch Polizeikräfte oder Militär nicht mehr gewährleistet, dafür sind Plünderer bald zur Stelle. Generell befürchten Preppers, dass Personen ohne Vorsorge, sie im Notfall mit Gewalt zum Teilen oder Abgeben ihrer Vorräte zwingen wollten, was nur mit Gegengewalt verhindert werden könne.
3. Wasser, Instantlebensmittel (um Brennstoff zu sparen), Campingkocher mit Gaspatronen, solide Taschenlampe mit Ersatzbatterien evtl. Dynamoantrieb, Zahnbürste, WC-Papier, warme Kleider, Radio mit Batterien, Lese- und Schreibmaterial, Handy mit Ladekabel bzw. Powerbank oder Kurbeldynamo)
4. Malbüchlein ohne Farbstifte machen mässig Sinn. Geringer Tauschwert da entbehrlich, in den Augen Erwachsener sowieso. Je nach Dauer und Mangelsituation könnten z.B. Powerbanks, Treibstoffe, Schmerzmittel, Goldmünzen, erprobte Software für Reparaturen und Unterhaltung starke Nachfrage bzw. Wertsteigerung erfahren.
5.
 - Eine sehr ansteckende, tödliche Epidemie von Krankheitserregern, gegen die mit der Zeit eine Impfung entwickelt wird.
 - Kriegshandlungen mit starker, längerer Gefährdung der Zivilbevölkerung.
 - Verseuchung durch atomare, chemische oder biologische Waffen, deren Wirkung in manchen Fällen nach wenigen Wochen stark abklingt.

ATEMGESTELL VON CHIU CHIH

Offenbar gehört eine Pflanze in das Gestell, die Sauerstoff produziert in der lebensfeindlichen chinesischen Grossstadt.

Die Häuser im Hintergrund sind der Zerstörung geweiht, um einer Grossüberbauung Platz zu machen.

LEHRPLAN 95 UND LEHRPLAN 21

LEHRPLAN 95:

LERNZIELE MIT DIREKTEM BEZUG ZUR AUSSTELLUNG WELTUNTERGANG

NMM 7. - 9. SCHULJAHR

Weltbilder – Menschenbilder – Gottesbilder (Religion/Lebenskunde) (NMM 45)

Die Erde verändert sich / Menschen einer Welt / Energie – Materie

Konflikte – Konfliktlösungen (NMM49)

Konsum (NMM 54) Abfall

Die Erde verändert sich (NMM 56) Erdbeben, Vulkanismus, Erfahren, dass sich scheinbar Unveränderliches in der Erdgeschichte verändert hat und weiterhin verändert.

Erde – Sonne – Universum (NMM 57) Die Sonne als Stern

Ökosysteme (NMM 60)

GESTALTEN 7. - 9. SCHULJAHR

Kultureller und gesellschaftlicher Aspekt (GES 33)

Wirkung, Aussage und Bedeutung von Objekten erkennen und analysieren; nach Interpretationen suchen. Eigene Vorstellungen zum Ausdruck bringen.

LEHRPLAN 21:

KOMPETENZEN MIT BEZUG ZUR AUSSTELLUNG WELTUNTERGANG

Ethik, Religionen, Gemeinschaft

- 1 | Existenzielle Grunderfahrungen reflektieren
- 3 | Spuren und Einfluss von Religionen in Kultur und Gesellschaft erkennen
- 4 | Sich mit Religionen und Weltansichten auseinandersetzen
- 5 | Die Schülerinnen und Schüler können Weltansichten und Weltdeutungen reflektieren.
 3. SuS können wissenschaftliches Fragen, Forschen und Erklären von Lebensweisheit, religiöser Tradition und Überzeugung abgrenzen. Wissen und Glauben, Weisheit

Räume, Zeiten, Gesellschaften

- 1 | Natürliche Grundlagen der Erde untersuchen

Natur und Technik

- 4 | Energieumwandlungen analysieren und reflektieren
- 9 | Ökosysteme erkunden
 3. Die Schülerinnen und Schüler können Einflüsse des Menschen auf regionale Ökosysteme erkennen und einschätzen.

Bildnerisches Gestalten

- 3 | Kontexte und Orientierung
 - A| Kultur und Geschichte
 1. Die Schülerinnen und Schüler können Kunstwerke aus verschiedenen Kulturen und Zeiten sowie Bilder aus dem Alltag lesen, einordnen und vergleichen.
 - B| Kunst- und Bildverständnis
 1. Die Schülerinnen und Schüler können Wirkung und Funktion von Kunstwerken und Bildern erkennen.
 2. Die Schülerinnen und Schüler ... erkennen, dass Kunstwerke und Bilder auffordern, veranschaulichen, dokumentieren und informieren können (z.B. Werbebotschaft, Dokumentation, Gebrauchsanweisung, Fantasiebild)
 - 2c erkennen, dass Kunstwerke und Bilder irritieren, manipulieren, dekorieren, illustrieren, klären und unterhalten können (z.B. Propaganda, Schaubild, Zierbild, Schema).