



NATUR
HISTORI
SCHES
MUSEUM
BERN



MENSCH, ERDE!

DAS KLIMA IM WANDEL



Didaktische
Unterlagen
zur Ausstellung

SEK II



Inhaltsangabe

Ausstellungsinhalte	3
Ausstellungsüberblick	4
Ausstellungsimpressionen	5
Ablaufplan Kurzeinführung	8
Feinablauf	9
Plenum - arbeiten mit der Waage	14
Reise durch die Erdzeitalter - Karbon Überblick (Sek II KA)	18
1 Wanderung im Sumpfwald	19
2 Früher gross - heute klein	20
3 Üppiges Pflanzenwachstum	21
4 Fluch der Vergangeneheit	22
Reise durch die Erdzeitalter - Perm Überblick (Sek II PM)	23
1 Alles wird anders	24
2 Todeszonen	25
3 Vergangenheit zeigt Zukunft	26
4 Woher weiss man das alles?	27
Reise durch die Erdzeitalter - Jura Überblick (Sek II JU)	28
1 Schwimmen mit...	29
2 Kalkstein des Juras	30
3 Aus altem Meeresboden wird...?	31
4 Beton	32
Reise durch die Erdzeitalter - Kreide Überblick (Sek II KR)	33
1 Wandern mit Dinosauriern	34
2 Ende mit Schrecken	35
3 Die Sache mit den Vögeln	36
4 Stete Gefahr	37
Zukunftsvisionen - Erneuerbare Energie (Sek II EE)	38
1 Energie - Woher? Wofür?	39
2 Speichern	40
3 Kosten und Aufwand	41
4 Ideen sind gefragt	42



Zukunftsvisionen - Leben und Wohnen (Sek II LW)	43
1 Leben in der Stadt	44
2 Visionen für neues Bauen	45
3 Nachhaltig Wohnen	46
4 Vom Segen zum Fluch	47
Zukunftsvisionen - Stimmung in der Gesellschaft (Sek II GE)	48
1 Querschnittsberichte	49
2 Stimmung und Gesellschaft	50
3 Was sollen wir tun?	51
4 Die Hoffnung nicht aufgeben	52
Zukunftsvisionen - CO ₂ versenken (Sek II SE)	53
1 CO ₂ versenken mit Holz	54
2 CO ₂ versenken mit Moor	55
3 CO ₂ versenken mit Gestein	56
Bildnachweise	57

Mensch Erde! Das Klima im Wandel

Ausstellungsinhalte

Von Monstersümpfen über Feuerwelten, vom Dinosauriersterben bis zu Zukunftsvisionen: Auf 630 Quadratmetern lädt die Ausstellung ein zu einer spannenden Zeitreise durch die Erdgeschichte – mit Fokus auf die grösste Herausforderung unserer Zeit: den menschengemachten Klimawandel.

In bildstarken Inszenierungen macht die Ausstellung ungewohnte Zusammenhänge sichtbar und schärft den Blick auf das einzigartige Raumschiff Erde, mit dem wir seit Jahrmillionen unterwegs sind. Dabei wird deutlich, welcher Wert Fossilien als Spuren und Zeugen des Lebens zukommt. Denn dank ihrer Erforschung wissen wir, was wir heute wissen. Etwa, dass vor 300 Millionen Jahren sumpfige Wälder ganz Europa bedeckten, die das Material für unermessliche Kohlevorkommen lieferten – eben jene fossile Kohle, deren Verbrennung riesige Mengen an CO₂ freisetzt und die Erde erwärmt. Oder, dass vor 250 Millionen Jahren die Atmosphäre der Erde durch gigantische Vulkanausbrüche vergiftet wurde. Das Wasser der Meere, Seen und Flüsse wurde zu einer lebensfeindlichen Brühe, so dass über 80 Prozent aller Tiere und Pflanzen an Land und im Meer ausstarben. Die Erforschung ihrer Überreste kann heute mithelfen, Lehren für den aktuellen Klimawandel zu ziehen.

Die Ausstellung macht erlebbar, wie sehr der Mensch und seine Existenz mit der Geschichte seines Planeten verbunden sind – von den ersten Spuren des Lebens bis weit in die Zukunft. Düstere Aussichten? Nein! Die Ausstellung beschönigt nichts, huldigt aber keinen Dystopien und Drohkulissen. Sie setzt auf Hoffnung statt Ohnmacht, auf Freude am blühenden Leben auf dem Planeten Erde statt auf Abgesang. Sie will zum Nachdenken und Nachforschen anregen. Denn anders als gegen Naturkatastrophen, die unsere Erde immer wieder heimsuchten, können wir gegen die menschengemachte Erderwärmung etwas tun: Es gibt zahlreiche Massnahmen, Innovationen und Visionen, mit denen wir der Klimakrise begegnen können.

Tipp

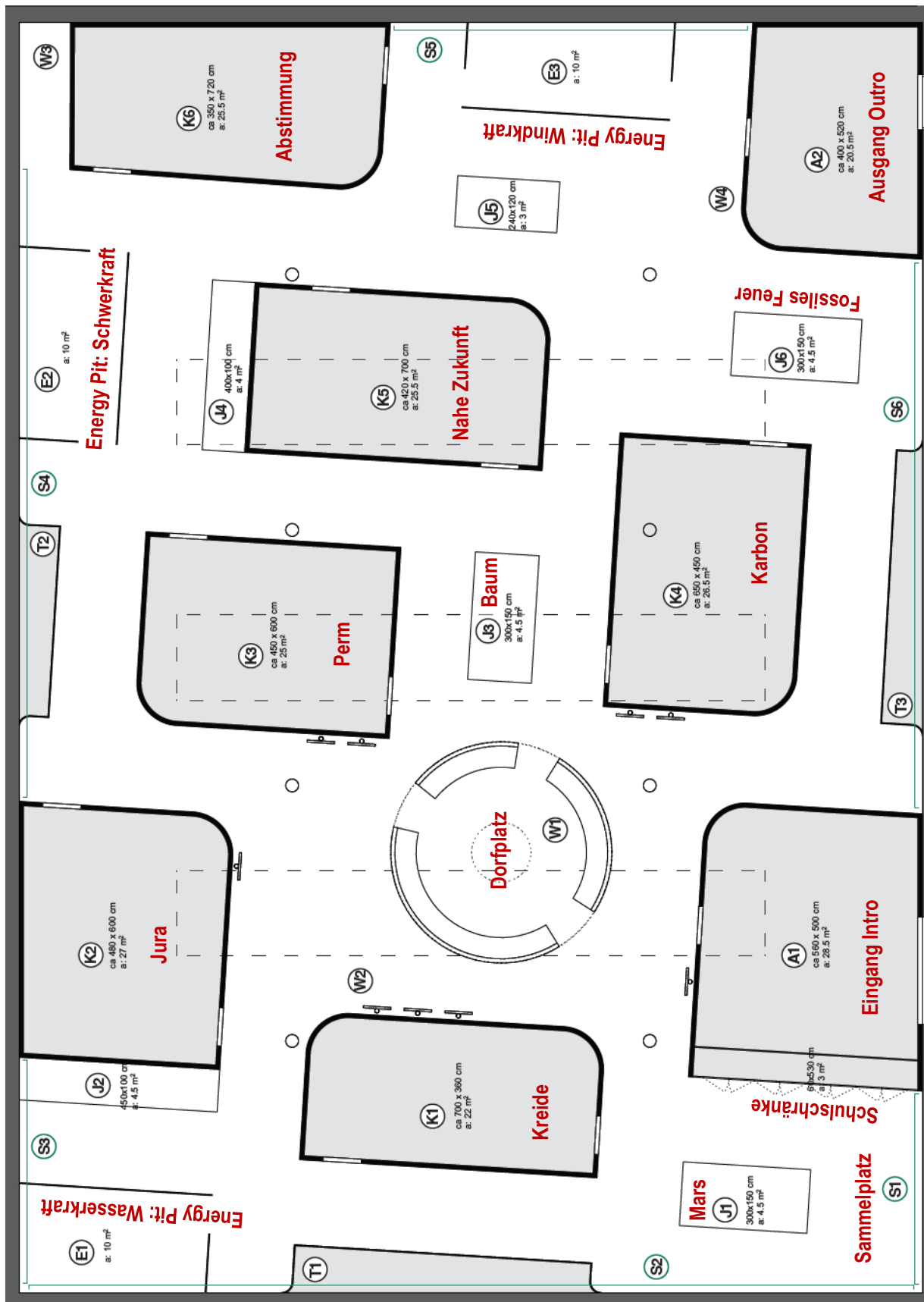
An der Schichtenwand in der Nähe der Station Mars, finden Sie eine zeitliche Einteilung der Erdzeitalter.

Vier Kuben zeigen Erdzeitalter, ein Kubus die nahe Zukunft. Zwischen den Kuben bewegen wir uns in der Gegenwart. Hier finden Sie diverse Installationen zu fossilen und erneuerbaren Energiequellen. An den Wänden finden Sie in der Schichtenwand eine Fülle von Informationen zu diversen Themen.

Am Dorfplatz machen Vidobotschaften Befindlichkeiten der Bevölkerung zur Frage „Was macht der Klimawandel mit Ihnen“ erfahrbar. Eine Abstimmungsstation weist dem Museum den Weg: Was sollen wir tun?



Ausstellungsüberblick



NMBE / Thea Sonderegger

Ausstellungsimpressionen

Intro

Auftritt - das Leben. Regienanweisungen lassen die Geschichte des Lebens auf der Bühne erscheinen. Treten Sie ein!



NMBE / Nelly Rodriguez

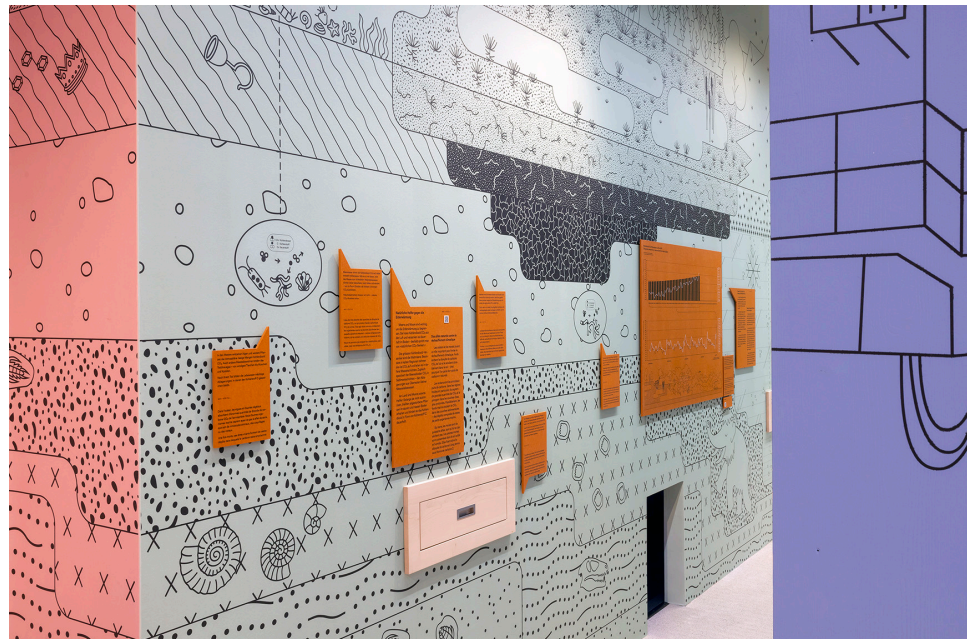
Einblick in einen Erdzeitalterkubus



NMBE / Nelly Rodriguez



Schichtenwand



NMBE / Nelly Rodriguez

Beispiel für einen Energie-Pit



NMBE / Nelly Rodriguez

Dorfplatz mit Videobotschaften



NMBE / Nelly Rodriguez

Abstimmungsstation



NMBE / Nelly Rodriguez

Ablaufplan

Kurzeinführung

Flexibilität

Alle Auftragskoffer enthalten mehrere Aufträge. Nicht alle müssen zwingend durchgeführt werden. So kann die Zeit und der Schwierigkeitsgrad individuell angepasst werden. Es können auch nur einzelne Kuben oder Themen bearbeitet werden.

Der Ablauf ist in Plenums- und Gruppenarbeit unterteilt. In den Gruppenphasen arbeiten die Schülerinnen und Schüler selbstständig.

Eine Flagge mit einer Erde „sammelt“ die Ergebnisse der Gruppenarbeiten in einer Plenumsrunde. Die Ergebnisse werden jeweils von den einzelnen Gruppen in einer kleinen Präsentation vorgetragen. Dabei können Materialien aus den Koffern genutzt werden.

Bitte zwingend das Material wieder ordentlich in die Kisten zurückräumen. Die LP ist für die Kontrolle zuständig.

Zeitplan

Maximale Zeitdauer insgesamt (inklusive Pause)	185 min
Gruppenarbeit	4 Gruppen
Ankommen und Einstieg	10 min
Selbstständige Gruppenarbeit Erdzeitalter	35 min
Plenum 1 – Ergebnisse zusammentragen	30-40 min
Pause (bitte die Picknickregeln beachten)	15 min
Selbstständige Gruppenarbeit Zukunft	35 min
Plenum 2 - Ergebnisse zusammentragen	30-40 min

Vorwissen

Es braucht kein vertieftes Vorwissen. Dass es einen Klimawandel gibt, setzen wir fix als Grundlage für die Arbeit in der Ausstellung voraus. Die Station „Fake News“ nimmt einige der Diskussionspunkte auf.

Vorwissen: Treibhausgas und CO₂ Äquivalent, Basiswissen erneuerbare Energien

Methodik: Präsentationen erarbeiten und vortragen, effektives Gruppenarbeiten, Selbstorganisation

Feinablauf

ZEIT	DAUER	ORT	ABLAUF	SOZIALFORM	MATERIAL
0:00	5'	Kasse	LP: Schlüssel für den Materialschrank abholen, in Klassenliste eintragen SuS: Garderobe (1 UG), Schreib- und Pausenmaterial mitnehmen		Buchungszettel
0:05	10'	Intro Ausstellung Fernrohr Mars	Plenum: Betreten der Ausstellung und nach links wenden, Material ablegen SuS: erkunden die Ausstellung kurz alleine, Ratsche als Rückkehrsignal erwähnen LP: Materialentnahme aus Schrank 1, 4 Erdzeitalterkoffer parat legen, 4 Zukunftskoffer parat legen, aus dem Plenumskoffer die Unterlage und die Flagge entnehmen und auf dem Boden ausbreiten. Mit der Ratsche die SuS aus der Ausstellung zurückrufen. Schrank 3 enthält Sitzunterlagen Plenum: 4 Gruppen bilden	Plenum EA PL	4 Erdzeitalterkoffer 4 Zukunftskoffer Plenumskiste Unterlage Flagge Ratsche
0:15	35'	Verteilt auf die vier Kuben (Karbon, Perm, Jura, Kreide)	SuS Ablauf Gruppenarbeit in Kuben: -Jede Gruppe erhält einen Koffer und geht damit ins jeweilige Erdzeitalter. Die Kofferdeckel zeigen den jeweiligen Erdzeitalterkubus an. -SuS bearbeiten dort selbstständig die Aufgaben. -Aufgabenkarte (1) bietet jeweils einen Überblick über das Zeitalter -Bei «Frage» findet sich die Antwort in der Ausstellung, «Vermuten Sie» oder «Ihre Meinung» fragt Vorkenntnisse ab bzw. ist eine Bewertungs- Diskussions- oder Überlegungsaufgabe. -Tipps für Überlegungsaufgaben und Karten mit Zusatzinformationen «Wer mehr wissen will», ist in manchen Koffern vorhanden. -SuS bereiten aus den Ergebnissen eine Minipräsentation vor, Anleitungskarten für den Vortrag sind in jedem Koffer vorhanden.		Koffer KA (Karbon) Koffer PM (Perm) Koffer JU (Jura) Koffer KR (Kreide)

Feinablauf

ZEIT	DAUER	ORT	ABLAUF	SOZIALFORM	MATERIAL
0:50	30-40'	Fernrohr Mars	<p>Plenum: Wissensaustausch rund um die Flagge der Erdkugel</p> <p>SuS: Präsentieren die Ergebnisse aus den Kuben (max. 5 min/Gruppe!), Hands-On Material aus den Koffern darf gezeigt werden.</p> <p>Wichtig: Am Ende bitte alle Materialien wieder in die richtigen Koffer einräumen. In den Kofferdeckeln findet man die Anordnung als Foto.</p> <p>Gruppe Karbon: Stichworte</p> <p>Grösse Insekten und Pflanzen, Sauerstoffgehalt, Tracheen, Inkohlung, CO₂ Schwankungen, was nutzen wir heute aus dem Karbon?</p> <p>Gruppe Perm: Stichworte</p> <p>Vulkanausbruch (Info für LP Sibirischer Trapp), Unterschied zu heutigen Vulkanausbrüchen (Dauer und Menge), Massensterben (über 95 % im Wasser, 75 % an Land), Anstieg CO₂, Umweltveränderungen, Versauerung Gewässer, woher wissen wir das alles? (Borisotope in Brachiopoden),</p> <p>Gruppe Jura: Stichworte</p> <p>Jurameer, Fossilien erkennen, abgesunkene Meerestiere, Kalkablagerungen, Zement, Beton, CO₂ Speicher im Kalk</p> <p>Gruppe Kreide: Stichworte</p> <p>Meteoriteneinschlag (14 km Yukatan Halbinsel Mexico), Dinosaurier, Abstammung Vögel (Armsklettvergleich Flugsaurier, Dinosaurier, Archäopteryx, Vögel), Fossilspuren lesen können, Säugetiere erlebten Aufschwung nach dem Aussterben der Dinosaurier (adaptive Radiation)</p> <p>Plenum: Diskussionspunkte</p> <p>-Was nutzen wir aus den Erdzeitaltern? Was haben sie mit uns heute zu tun? Was können wir aus den Erdzeitaltern lernen?</p>	Plenum	Flagge Erde Unterlage

Feinablauf

ZEIT	DAUER	ORT	ABLAUF	SOZIALFORM	MATERIAL
0:50	30-40'	Fernrohr Mars (Fortsetzung)	<p>Vertiefen mit der Waage: Natürlicher Kohlenstoffkreislauf hält sich meist die Waage: rechts auf die Waage grüne Steine (Kohlenstoffsenke Pflanzen), blaue Steine (Wasser als Senke) und hellgraue Steine (Gesteinsverwitterung) legen, links gelbe und rote Würfel (Vulkanausbrüche und Feuer wie natürliche Waldbrände).</p> <p>Ausnahme im Karbon, im Perm, in der Kreide</p> <p>Karbon nachspielen: rechts einige grüne Steine, links Kohlenstoff (schwarze Kreise), im Verlauf des Karbons wird CO₂ in Form von Kohle gespeichert (rechts mehr Pflanzen, links CO₂ Kohlenstoff entfernen).</p> <p>Perm: Kippung des Systems; da kam das System aus dem Gleichgewicht links überwog massiv (links mehr Kohlenstoff auflegen)</p> <p>Jura: Gleichgewicht</p> <p>Kreide: Meteorit – aus dem Gleichgewicht, pendelte sich aber wieder ein</p> <p>Wie sieht die Waage heute aus? SuS sollen ausprobieren.</p> <p>Wie bekommen wir das System wieder in ein Gleichgewicht, dass es allen Menschen ein Überleben auf der Erde ermöglicht?</p> <p>CO₂ vermeiden</p> <p>CO₂ aus der Atmosphäre entfernen</p> <p>Die Hoffnung nicht verlieren und ins Handeln kommen</p> <p>Pause</p>	Plenum	Waage mit diversen Holzmaterialien
1:20-1:30	15'				
1:35-1:45	5'	Fernrohr Mars	<p>LP: Zukunftskoffer austeilen an die 4 Gruppen. Es können die gleichen Gruppen oder neu gemischte (Interessens-) Gruppen sein.</p> <p>SuS: Zukunftskoffer erneuerbare Energien EE, Zukunftskoffer Leben und Wohnen LW, Zukunftskoffer CO₂ versenken SE, Zukunftskoffer Gesellschaft GE</p>	Plenum	
2:10-2:20	35'	Ausstellung	<p>SuS: Gruppenarbeit in der gesamten Ausstellung</p> <p>Erstellen einer kleinen Präsentation aus den Ergebnissen.</p>	GA	4 Zukunftskoffer - Koffer

Feinablauf

ZEIT	DAUER	ORT	ABLAUF	SOZIALFORM	MATERIAL
2:40	30-40'	Fernrohr	Plenum: Ergebnisse aus den Gruppen vorstellen	Plenum	Waage mit diversen
2:50		Mars	EE: was sind erneuerbare Energien, Ideen, Energie speichern, wofür brauchen wir Energie, Vergleich Kosten EE und fossile Energie LW: neues Bauen, Möbelsalternative, Plastik, Leben in der Stadt SE: Holz, Moor und Gestein als natürliche Senken, technische Senken (Carbon Capture Storage) GE: Echogruppe, Befindlichkeit, Abstimmung, Hoffnung		Holzmaterialien
2:50-3:00	10'		Abschluss Was war schon bekannt? Was war unbekannt? Wo sind noch nicht genügend Informationen vorhanden, um mitreden und Entscheidungen treffen zu können (z.B. bei Kosten und Aufwand erneuerbare und fossile Energieträger)? Welche Themen wären spannend weiter zu verfolgen? Wie die Hoffnung nicht verlieren? Zusammenpacken		
			Vorwissen: Treibhausgas und CO ₂ Äquivalent, Basiswissen erneuerbare Energien Methodik: Präsentationen erarbeiten und vortragen, effektives Gruppenarbeiten, Selbstorganisation		



Plenum - arbeiten mit der Waage

Kohlenstoff-Gleichgewicht

Mit der Waage und dem beiliegenden Material können die verschiedene CO₂ Konzentrationszustände der Erdperioden, der heutige Zustand und die Möglichkeiten der Reduktion des CO₂ nachgestellt werden.

Im Plenumskoffer befindet sich eine Waage und Dosen mit verschiedenfarbigen und geformten Holzbausteinen. So können die folgenden CO₂ Emissionen und Konzentrationen dargestellt werden.

Natürliches Gleichgewicht



Karbon - CO₂ wird in Kohle versenkt, die CO₂ Konzentration sinkt



Perm - CO₂ Emissionen überwiegen



Heute - CO₂ Emissionen überwiegen



Heute - erneuerbare Energien ersetzen Kohlekraftwerke und verringern CO₂ Emissionen z.B. bei der Mobilität



Zukunft - CO₂ Emissionen werden durch erneuerbare Energien eingespart und es wird vermehrt CO₂ versenkt



Zukunft - erneuerbare Energien ersetzen alle fossilen Energieträger, CO₂ Emissionen werden auch beim Wohnungsbau verringert, die Versenkung des CO₂ in natürlichen Senken und technischen Senken ist maximiert. Der CO₂ Gehalt der Atmosphäre sinkt auf einen vorindustriellen Wert.



Themen werden hauptsächlich nur angeschnitten und sollen zum Weiterdenken anregen. Sie gehen nicht in allen Bereichen in die Tiefe.

Wir fokussieren uns in der Ausstellung auf die grossen Einflussträger, nicht auf die allgemeinen und individuellen Handlungsweisen wie „Licht löschen“, „nicht fliegen“ usw.. Vielmehr soll auf die grossen Hebel hingewiesen werden.

Alle Zahlen und Daten der Ausstellung beziehen sich auf globale Angaben.

Ideen zum Weiterdenken

Gruppen können nach Interesse die Themen weiterverfolgen, allenfalls für ein Creditsystem

Ideen zur Vertiefung im Klassenzimmer

- Energiespeicher, Energieverbund, europäisches Energiesystem, Energiehandel, Kostenvergleich Energiequellen
- Wird von erneuerbaren Energien erwartet, dass sie als Wunderwaffe ohne Probleme daherkommen?
- Neues Bauen, Betonrecycling, Wohnflächen früher/heute, Mobilität, Plastikverwertung ...
- Wir haben viel laminiert - was können wir alternativ nutzen (haltbar, wenig Erneuerungsaufwand, möglichst nicht ständig neue Papierunterlagen ersetzen...)?
- Ergebnisse Plastikgipfel 2025
- COP 30
- CO₂ «einfangen und versenken»: Methodenvergleich, natürliche Senken, Potential, Recherche zu aktuellen Forschungsprojekten
- Wie die Gesellschaft mitnehmen? Wie kommen wir von einer spürbaren Ohnmacht ins effektive Handeln? Wo sind die grossen Hebel, an denen angesetzt werden muss? Verantwortung nicht hauptsächlich individualisieren (Licht löschen, kein Auto...)
- Bezüglich Individualisierung: Wer hat das Prinzip des Fussabdrucks bekannt gemacht (BP!)?
- Kann die Nutzung der erneuerbaren Energien als Wirtschaftsmotor fungieren, z.B. durch eine Neuausrichtung der Wirtschaft? Was bräuchte es dazu?
- Wann hat die Menschheit es schon einmal geschafft? Arbeitszeitkampf (8 Stunden Woche), Frauenrechte, FCKW, Gurtpflicht....
- Handlungsspielräume: Wo können Bürgerinnen und Bürger wirklich handeln? Gemeinde, Wahl, Initiativen...

Reise durch die Erdzeitalter

Karbon - Kofferinhalt und Zielvorgaben für die Präsentation

Auftragskarten

- | | |
|--------------------------------|---|
| (1) Wanderung im Sumpfwald | Überblick über das Zeitalter gewinnen |
| (2) Früher gross - heute klein | Grösse Insekten, warum können Sie so gross werden?,
Sauerstoffgehalt der Atmosphäre |
| (3) Üppiges Pflanzenwachstum | CO ₂ Gehalt, grosse Bärlappe und Schachtelhalme, CO ₂ als Dünger? |
| (4) Fluch der Vergangenheit | Inkohlung, CO ₂ Absenkung durch Einlagerung durch Pflanzen (Bildung der Kohlelagerstätten) |

Material

Auftragskarten im Umschlag
Libelle-Modell, Massband
5 Kisten (Torf, Holz, Braunkohl, Steinkohle, Koks)
Fossil (farnlaubige Pflanze)
Sack mit 5 Tier- und Pflanzenmodellen
gepresster Schachtelhalm und Bärlapp der Gegenwart
Vortragsanleitung

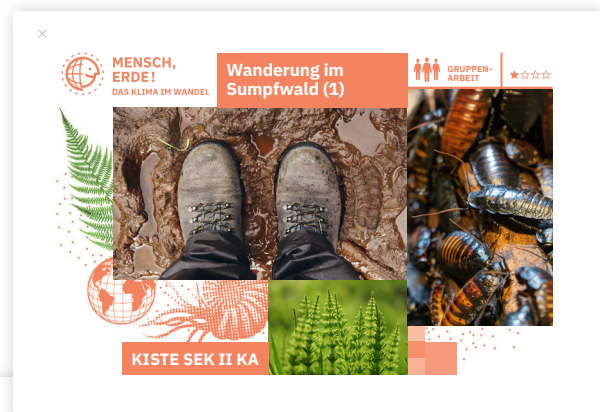
Ziele für die Präsentation:

- Wie heisst das Zeitalter?
- Wie sieht die Umgebung aus,?
- Was lebte dort, was gab es noch nicht?
- Inkohlung
- Was hat das Zeitalter mit uns zu tun?

1 | Wanderung im Sumpfwald

Eintauchen in das Zeitalter

Die Schüler und Schülerinnen starten mit einer Auftragskarte in die Erdgeschichte und bekommen ein Gefühl für die Zeit.



Wanderung im Sumpfwald

(1)

Auf den ersten Blick vertraut, aber doch ganz anders.

1. Nehmen Sie den Sack aus der Kiste und entnehmen Sie den Inhalt.

Frage: Welche der im Sack vorhandenen Tiere und Pflanzen treffen Sie bei Ihrer Wanderung an? Welche Tier- und Pflanzengruppen gab es im Karbon noch nicht?

Vermuten Sie: Gibt es die hier dargestellten Bäume, deren Fossilien man an den Wänden sieht, heute noch?

Tipp: Schauen Sie in den grossen Umschlag.

Material

- roter Stoffsack mit 5 Tiermodellen und 5 Pflanzenmodellen
- Fossile farnlaubige Pflanze
- Umschlag mit 2 laminierten Karten

Farnlaubige

Farnlaubige Pflanzen müssen nicht zwingend zur Gruppe der Farne gehören. Farnförmige Blätter trifft man auch bei anderen Pflanzen an.

2 | Früher gross - heute klein

Besonderheit des Erdzeitalter - Sauerstoffgehalt

Eine Übertragungsaufgabe in Zusammenhang mit dem hohen Sauerstoffgehalt der Atmosphäre und dessen Einfluss auf die Grösse von Insekten.



Früher gross - heute klein

(2)

Bei Ihrer Wanderung durch den Karbonwald umschwirren Sie grosse Insekten. Heutige Insekten sind viel kleiner als ihre Vorfahren aus dem Karbon.

1. Nehmen Sie das Libellenmodell und das bunte Massband heraus. Das Massband zeigt die Grösse der Libelle *Megapleura* aus dem Karbon an. Das Modell zeigt die Spannweite der grössten Libelle der Schweiz (Braune Mosaikjungfer *Aeshna grandis*).

? **Vermuten Sie:** Warum sind Insekten heute so viel kleiner als ihre Vorfahren im Karbon?

! **Tipp:** Wichtig ist ein Element, dessen Konzentration in der Atmosphäre im Karbon bei 35 % lag (heute liegt die Konzentration bei 21%).

! **Tipp:** Wie atmen Insekten?

Material

- Modell Libelle
- buntes Massband

Früher gross - heute klein - Lösung (2)

Insekten nehmen Sauerstoff über ihre Tracheen, ein den Körper durchziehendes Röhrensystem, auf. Diese reichen fast an jede Zelle heran. Der Sauerstoffaustausch erfolgt durch Diffusion an den Röhrenspitzen.

Sind Insekten klein, reicht die Diffusion aus, um ausreichend CO₂ aus dem Körper und O₂ in den Körper zu transportieren. Grosse Insekten müssen mittels Pumpbewegungen des Körpers den Austausch unterstützen. Die Menge, die so ausgetauscht werden kann, ist limitiert. Hier kommt der Sauerstoffgehalt der Luft ins Spiel: Bei hohen Konzentrationen wird mit den Pumpbewegungen genügend Sauerstoff in den Körper gleitet, um richtig gross zu werden.

Bei Konzentrationen wie heute, reicht es nur für kleinere Körpergrössen.

Wissens-Tipp

Während der Kreide war die Sauerstoffkonzentration in der Luft ebenfalls recht hoch. Trotzdem waren die Insekten eher klein.

Man nimmt an, dass ihnen die Konkurrenz und der Räuberdruck durch neu auftretende Gruppen wie Fledermäuse und Vögel das Leben schwer machten.

3 | Üppiges Pflanzenwachstum

Pflanzen brauchen CO₂ - ist CO₂ dann ein Dünger?

Im Karbon war der CO₂ Gehalt der Atmosphäre zu Beginn hoch, die Pflanzen gediehen üppig. Dann wäre doch der heutige hohe CO₂ Gehalt in der Atmosphäre doch kein Problem - oder?



Üppiges Pflanzenwachstum

(3)

Das Karbon war ein Paradies für Pflanzen. Ein in grösseren Mengen in der Luft vorkommender Stoff begünstigte das üppige Pflanzenwachstum. Seine Konzentration lag zu Beginn des Karbons bei ca. 1000 ppm. Die heutige Konzentration des Stoffes liegt bei 425 ppm und ist in aller Munde - es geht um CO₂, Kohlenstoffdioxid, auch Kohlendioxid genannt.



Vermuten Sie: Wieso wirkte sich ein hoher CO₂ Gehalt in der Luft günstig auf das Wachstum von Pflanzen aus?



Tipp: $12 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$



Tipp: Schauen Sie vor dem Kubus beim Baum nach.

...und heute?

(3)

Wenn hohe CO₂ Konzentrationen in der Luft wie ein Dünger zu mehr Pflanzenwachstum führen, dann ist doch der CO₂ Anstieg und der Klimawandel gut für die Pflanzen und eigentlich wünschenswert.



Frage: Wie beurteilen Sie die obige Aussage?



Vermuten Sie: Könnte bei uns ein Sumpfwald wie im Karbon wachsen? Begründen Sie Ihre Antwort.



Frage: Welche weiteren, das Pflanzenwachstum beeinflussenden Faktoren fallen Ihnen ein? Notieren Sie ca. 3 Faktoren.



Vermuten Sie: Wie beeinflusst der heutige Klimawandel das Pflanzenwachstum? Heben sich allenfalls positive und negative Effekte auf?

Qualität

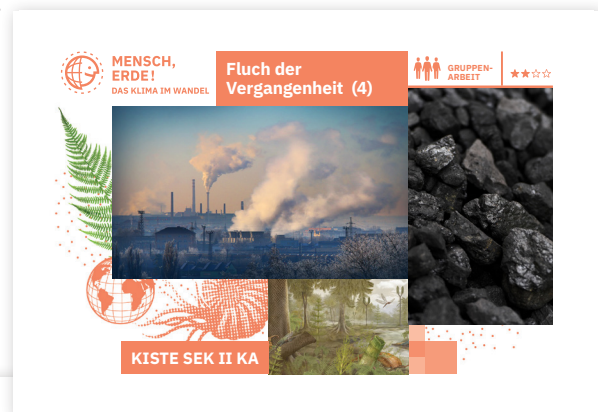
In Studien konnte gezeigt werden, dass bei einigen Pflanzen das Wachstum mit höherem CO₂ Gehalt zwar zeitweise zunahm, die Nährstoffqualität der Lebensmittel aber deutlich abnahm. Wahrscheinlich bedingt durch einen „Nährstoffhunger“ der Pflanzen.

<https://www.helmholtz-klima.de/klimafakten/behaeptung-co2-ist-ein-pflanzenduenger-und-kein-schadstoff>

4 | Fluch der Vergangenheit

Was hat das Zeitlater mit uns zu tun?

Was wurde aus den grossen Kohlesümpfen des Karbons?
Mit Torf, Holz, Braunkohle, Steinkohle und Koks kann eine Inkohlungsreihe erstellt werden. So wird deutlich, wie viel Kohlenstoff z.B. in Steinkohle steckt und bei der Verbrennung frei wird (im Vergleich zur Verbrennung von Holz).
Zudem wird auf den sinkenden CO₂ Spiegel im Karbon eingegangen. Durch die Inkohlung wurde viel CO₂ versenkt.



Fluch der Vergangenheit

(4)

Die grossen Sümpfe des Karbons sind auch heute allgegenwärtig. Die Pflanzen von damals liefern seit der Industriellen Revolution unsere Energie. Die abgestorbenen Pflanzen der Sümpfe veränderten sich über die Zeit - Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff wurden förmlich herausgepresst. Der Atmosphäre wurden bei diesem Prozess grosse Mengen CO₂ entzogen: die Konzentration sank im Karbon auf 100-150 ppm. Die Erde kühlte sich dabei merklich ab.

1. Nehmen sie die 5 Dosen und die Karten aus dem Koffer.



Vermuten Sie: Welches Material enthält wie viel Prozent Kohlenstoff? Bilden Sie eine aufsteigende Reihe.



Frage: Liegen Sie richtig? Die Buchstaben auf den Seiten der Dosen ergeben ein Lösungswort. Es bezeichnet den Prozess, der zur Kohlenstoffzunahme bei Pflanzenmaterial führt.

Material

- 5 Dosen (Torf, Holz, Braunkohle, Steinkohle, Koks)
- Karten mit Kohlenstoffangaben in Prozent

Zusatzinfo

Das pflanzliche Material konnte im Karbon nicht vollständig verrotten. Pilze (Weissfäule), die heute das Lignin der Pflanzen abbauen, gab es damals noch nicht. So wurde viel Kohlenstoff eingelagert und nicht durch Destruenten wieder in den Kohlenstoff-Kreislauf eingebracht.

Reise durch die Erdzeitalter

Perm Kofferinhalt und Zielvorgabe für die Präsentation

Kofferinhalt

- | | |
|---------------------------------|--|
| (1) Alles wird anders ... | Überblick über das Zeitalter gewinnen |
| (2) Todeszonen | Umweltveränderungen erklären, Massensterben |
| (3) Vergangenheit zeigt Zukunft | Veränderungen durch steigenden CO ₂ Gehalt, Unterschied zu heute |
| (4) Woher weiss man das alles? | Boristope in Fossilien zur Bestimmung der CO ₂ Konzentration nutzen |

Material

Auftragskarten im Umschlag
Lavastück
Würfel mit UV Licht (Land 75 % gestorben, Wasser 95 % gestorben)
Sack mit Atemmaske
Flasche mit Essig (Hinweis saure Meere)
Flasche mit grünem Wasser (Hinweis umgekippte Gewässer)
zwei Bilder (toter Fisch, Schädel)
Brachiopoden Fossil und Muscheln (Unterschiede erkennen)
Vortragsanleitung

Ziele für die Präsentation:

- Wie heisst das Zeitalter?
- Wie veränderte sich die Umgebung?
- Was für Vorgänge leitete der hohe CO₂ Gehalt ein?
- Wie kann man das wissen?
- Was hat das Zeitalter mit uns zu tun? Ähnliche Mechanismen aber deutliche Unterschiede zu heute.

1 | Alles wird anders...

Das grosse Sterben im Perm

Mit diesem Auftrag bekommen die Schülerinnen und Schüler einen Einblick in die dramatischen Umwälzungen während des Permzeitalters. Ein massiver Vulkanausbruch, der Sibirische Trapp, führte zu massiven Emissionen von CO₂ und giftigen Gasen. Eines der grössten Massensterben war die Folge.



Alles wird anders...


(1)

Während des Perms veränderte sich die Erde sehr. Der Wandel war global und langwirkend. Forschende vermuten, dass verschiedene Lebensräume der Erde mehrere Millionen Jahre brauchten, um sich von den Folgen zu erholen.

1. Starten Sie an der rechten Seite des Eingangs und verfolgen Sie die Veränderung der Umgebung. Beschreiben Sie den Wandel mit wenigen Worten.

Frage: Welches Ausgangsereignis verursachte die Veränderungen?

Frage: Was unterscheidet das Ausgangsereignis im Perm von heute auftretenden ähnlichen Ereignissen?

 **Vermuten Sie:** Welche Mechanismen wurden durch das Ereignis in Gang gesetzt, bzw. wie konnte das Ereignis die Umwelt so verändern?

2 | Todeszonen

Wie genau veränderte sich die Umwelt?

Ein grosser Teil der Lebewesen starb aus. Aber wie genau lief das ab? Einge Objekte im Koffer geben Hinweise auf saureres Wasser (Essigflasche), Algenwachstum (Flasche mit grünem Wasser), Atemmaske (giftige Gase), Lava, Bild eines toten Fisches und einem Schädel auf ausgetrocknetem Boden. Mittels des Würfels und einer UV Lampe kann das Ausmass des Massensterbens herausgefunden werden.



Todeszonen

(2)

Beschreiben Sie den im Perm stattfindenden, globalen Wandel.

1. Nehmen Sie dazu die Objekte aus dem Sack zu Hilfe. Notieren Sie zu jedem Objekt, was dieses über Veränderung im Perm aussagen könnte. Notieren Sie Ursache und Wirkung.
2. Mit dem Leben wurde gewürfelt: nehmen Sie die Würfel aus dem Koffer. Die UV Lampe hilft.



Frage: Wie wirkten sich die Veränderungen auf das Leben im Wasser und an Land aus?

Material

– blauer Sack mit 2 Flaschen, Maske, Bild, Lava, 2 Würfel, UV-Lampe

3 | Vergangenheit zeigt Zukunft?

Was können wir aus dem Perm lernen?

Was kommt uns von den Abläufen im Perm bekannt vor? Wo können Bezüge zu heute gemacht werden. Inwieweit ist das Ereignis im Perm aber auch verschieden zu heute?



Vergangenheit zeigt unsere Zukunft?

(3)

Die Ereignisse des Perm erinnern an heutige Schlagzeilen: saures Wasser, Erwärmung, Dürre, grosse Feuer sind auch heute ein Thema.

Allerdings bestanden deutliche Unterschiede zwischen den Umbrüchen im Perm und den heutigen Veränderungen.



Vermuten Sie: Wodurch unterscheiden sich die Ereignisse im Perm und die Ereignisse in der heutigen Zeit. Nennen Sie mindestens zwei Unterschiede.

4 | Woher weiss man das alles?

Brachiopodenfossilien als Klimazeiger

Die Borisotope 10 Bor und 11 Bor kommen je nach Säuregehalt des Wassers in unterschiedlichen Konzentrationsverhältnissen vor. Dies wird genutzt, um die CO₂ Konzentration früherer Zeitalter zu rekonstruieren.



Woher weiss man das alles?

(4)

Der CO₂ Gehalt in der Atmosphäre schwankte im Laufe der Erdentwicklung stetig. Auch im Perm. Hier stieg der CO₂ Gehalt von zu Beginn wenigen hundert ppm, auf über 3000ppm an.

- Frage:** Wie kann man über so lang zurückliegende Zeiten etwas über den CO₂ Gehalt aussagen?
- Tipp:** Das kleine Fossil auf der Vorderseite gibt Ihnen einen Hinweis.
- Idee:** Nehmen Sie die Versteinerungen aus der Kiste. Können Sie die Brachiopoden erkennen? (5,3,6,4)

Brachiopoden

Oft mit Muscheln verwechselt gehören Brachiopoden jedoch in eine andere Gruppe; sie sind Armfüsser. Die Tiere sitzen z.B. auf einem Stiel, dessen Ansatzpunkt bei vielen Fossilien gut sichtbar ist. Mit einem Armapparat im Innern, filtern sie Nahrung aus dem Wasser.

Informationen aus dem Eis

Für weniger lang zurückliegende Zeiten, können Lufteinschlüsse in Eisbohrkernen aus der Arktis und Antarktis genutzt werden. Diese reichen ca. 1- 1,5 Millionen Jahre zurück.

Wer es genauer wissen will...

(4)

Für die Rekonstruktion früher Klimata, können die in die Kalkschalen ehemaliger Meereslebewesen eingelagerten, Borverbindungen genutzt werden. Dabei macht man sich das Vorhandensein der beiden Bor Isotope, 10 Bor und 11 Bor, zunutze. Das Verhältnis der beiden Isotope ist im Meerwasser insgesamt konstant. Wird das Wasser saurer, verschiebt sich das Verhältnis der Isotope und 11 Bor nimmt zu - und wird damit vermehrt in den Kalkschalen von Meerestieren eingelagert. Je höhere Anteile von 11 Bor in den Fossilien gemessen werden können, desto höher war der pH-Wert des Wassers.

Grosse Wasserkörper sind CO₂ Speicher. CO₂ löst sich und es entsteht Kohlensäure - das Wasser wird saurer. So kann indirekt ein Rückschluss auf den CO₂ Gehalt des Erdzeitalters getroffen werden.

Reise durch die Erdzeitalter

Jura Kofferinhalt und Zielvorgabe für die Präsentation

Kofferinhalt

- | | |
|------------------------------------|--|
| (1) Schwimmen mit ... | Überblick über das Zeitalter gewinnen, Fossilien erkennen |
| (2) Kalkstein des Juras | Woraus besteht Jurakalk? CO ₂ in Kalk gespeichert |
| (3) Aus altem Meeresboden wird...? | Kalkabbau für Zementherstellung, CO ₂ Emissionen bei der Herstellung von Zement |
| (4) Woher weiss man das alles? | globale Betonproduktion auf Bern „gestülpt“ |

Material

Auftragskarten im Umschlag
Fossilien (Ammonit, Belemniten, Seeigel)
Abgüsse (Haifischzahn, Fische, Saurierwirbel, Seelilie)
Modelle (Hai, Belemniten, Ammonit, Fische, Saurier, Seesterne)
Jurakalk
Zementblock
Betonkreis
Vortragsanleitung

Ziele für die Präsentation:

- Wie heisst das Zeitalter?
- Wie sah die Umgebung aus, wer lebte hier?
- Woraus besteht der Jurakalk?
- Was ist im Jurakalk gebunden? (CO₂)
- Zement und Betonherstellung und CO₂ Emissionen

1 | Schwimmen mit ...

Wem wären wir im Jurameer begegnet?

Wer lebte im Jurameer? Einstieg in das Zeitalter, vergleichen von Fossilien und Modellen, helfen beim „lesen lernen“ der übrigen Fossilien im Raum.



×

Schwimmen mit...

(1)

Tauchen Sie in die glitzernde Unterwasserwelt ab. Schauen Sie sich ein wenig um.

1. Nehmen Sie die 5 Schachteln mit den Fossilien, bzw. Abgüssen und die Materialien aus dem Sack im Koffer.

?

Frage: Welches Fossil gehört zu welchem Modell? Aber aufgepasst: ein Modell zeigt einen nahen Verwandten. Stellen Sie sich vor, er würde die Arme nach unten klappen.

?

Frage: Prüfen Sie Ihre Lösung. Bringen Sie die Buchstaben auf den Fossilienkisten, in die durch die Gummitiere angegebene Reihenfolge. Wie lautet das Lösungswort?

?

Frage: Nehmen Sie den weissen Abguss einer Seelilienkrone (Nr. 1) aus dem Koffer. Was für ein Lebewesen verbirgt sich hinter der Seelilie? Mit welchen der anderen Fossilien gehört es in eine Gruppe?

Material

- fünf Kisten mit Fossilien
- Sack mit 5 Modellen
- weisser Abguss Krone Seelilie

Riffe im Jura

Im Jura waren vor allem Schwämme für die Riffbildung verantwortlich. Riffe der heutigen Zeit bestehen hauptsächlich aus Korallen.

2 | Kalkstein des Juras

Woraus besteht der Jura?

Woraus besteht der Jurakalk? Was ist im Jurakalk eingeschlossen?



Kalkstein des Juras

(2)

Das Jurazeitalter erhielt seinen Namen vom Juragebirge. Das Meer, das nach ihm benannt wurde, „baute“ das Gebirge. Nehmen Sie das Stück Kalkstein (Nr. 2) aus dem Koffer.

Material
– Kalksteinstück aus dem Jura

? **Frage:** Wie entstand der Jurakalk, bzw. woraus besteht der Jurakalk und damit das Juragebirge?

? **Frage:** Im Kalkstein des Juras ist ein Stoff eingeschlossen, der heute in aller Munde ist. Um was für einen Stoff handelt es sich und wie kam er in das Gestein?

! **Tipp:** Informationen finden Sie neben der Durchsichtsvitrine.

3 | Aus altem Meeresboden wird...?

Wofür wird der Jurakalk heute genutzt?

Im Jura gibt es viele grosse Steinbrüche - und Zementwerke.
Aus dem Kalk wird Zement für die Betonherstellung gewon-
nen - unter hohen CO₂ Emissionen.



Aus altem Meeresleben wird...?

Pro Jahr baut die Schweiz über 5 Millionen Tonnen Kalk und Mergel ab. Beispiele der beiden Gesteine finden Sie in der Durchsichtsvitrine.

1. Nehmen Sie den Steinblock Nr. 3 und den Betonkreis heraus.



Vermuten Sie: Was stellt der Mensch aus Kalk und Mergel her? Der Steinblock Nr. 3 ist ein Beispiel für die Verwendung des hergestellten Materials.



Frage: Wieso ist der Herstellungsprozess dieses für die Betonherstellung wichtigen Stoffes, ein Problem? Notieren Sie Schritte des Herstellungsprozesses und „das Problem“ das dabei entsteht.



Tipp: Wichtige Informationen finden Sie an der linken Aussenwand des Kubus (Laufrichtung beim Verlassen des Kubus).

Material

- Steinblock Nr. 3
- Betonkreis

4 | Beton

Ein genialer Kunststein - mit Nebenwirkungen

Hier wird die Menge der weltweit pro Jahr produzierten Betonmenge sichtbar.



Beton

(4)

Beton ist ein vielfältig einsetzbarer Kunststein. Er umgibt uns überall, teils deutlich sichtbar, teils versteckt.

1. Gehen Sie zur Aussenseite des Kubus.

? **Frage:** Wie stark stieg der Betonverbrauch im Laufe der Zeit?

? **Frage:** Was würde die jährlich weltweit hergestellte Betonmenge bis zu welcher Höhe bedecken?

Reise durch die Erdzeitalter

Kreidezeit Kofferinhalt und Zielvorgabe für die Präsentation

Kofferinhalt

- | | |
|------------------------------|---|
| (1) Wandern mit Dinosauriern | Überblick über das Zeitalter gewinnen, Fossilien erkennen |
| (2) Ein Ende mit Schrecken | Auswirkungen des Meteoriteneinschlags |
| (3) Die Sache mit den Vögeln | Evolution, Verwandtschaft Vögel |
| (4) Stete Gefahr? | Abschätzen grosser Meteoriteneinschläge |

Material

Auftragskarten im Umschlag
 Sack mit Modellen (Flugsaurier, Dinosaurier, Archäopteryx, Vogel)
 Sack mit Modellen (Triceratops, T. rex, Neovenator)
 Bildkarten Skelette Dinosaurier, Archäopteryx, Flugsaurier, Vogel
 Präsentationsvorlagen

Ziele für die Präsentation:

- Wie heisst das Zeitalter?
- Wie sah die Umgebung aus, wer lebte hier? Fossilien erkennen
- Die letzten Dinosaurier - Flügelvergleiche, Vorfahren der Vögel erkennen
- Einfluss Meteoriteneinschlag
- Aufstieg der Säugetiere

1 | Wandern mit Dinosauriern

Lebewesen der Kreidezeit

Wahrnehmen der Umgebung, der dort lebenden Tiere und Pflanzen, Einstieg ins Erdzeitalter Kreide.





Wandern mit Dinos (1)

Schauen Sie sich im Zeitalter der Kreide um. Sie werden sicher einige Dinosaurier ohne Probleme erkennen können. Der grosse Oberschenkelknochen in der Vitrine am Eingang, lässt die Grösse eines *Triceratops* vorstellbar werden.

1. Betrachten Sie die Fussspur in der Vitrine.

 **Frage:** Warum sollten Sie ganz vorsichtig sein, wenn Sie diese Fusspur ganz frisch gerade vor sich auf einer Wanderung antreffen? Welches Tier hat sie hinterlassen?

 **Vermuten Sie:** Was kann man aus solchen Fusspuren und einer Abfolge solcher Fusspuren alles herauslesen?

Fun Fact

Auch diesem Überbleibsel wären Sie auf Ihrer Wanderung sicher begegnet: einem riesigen Kothaufen. Auch nach so langer Zeit geben diese Fossilien die Ernährungsgewohnheiten der verursachenden Tiere preis.

2 | Ein Ende mit Schrecken

Wie endete die Kreidezeit?

Eine Naturkatastrophe (Meteorit, Einschlagkrater in der Halbinsel Yukatan in Mexiko) verursachte ein Massensterben. Diesem vielen auch die Dinosaurier zum Opfer (alle?). Aber für eine andere Tiergruppe war es eine Chance: die Säugetiere erlebten nach der Katastrophe eine Blütezeit und machten eine adaptive Radiation durch.



Ein Ende mit Schrecken

(2)

Das Zeitalter der Kreide endete abrupt. Nicht nur die Dinosaurier, welche 180 Millionen Jahre die Erde bevölkerten, waren betroffen. Man vermutet, dass 75 % aller Arten ausstarben.

? **Frage:** Welches Ereignis trat am Ende der Kreide auf?

? **Frage:** Welche Veränderungen verursachte das Ereignis?

? **Frage:** Vor allem eine Gruppe zeigte nach der Katastrophe ein Aufblühen und machte - zu unserem Glück - eine adaptive Radiation durch. Welche Tiergruppe ist gemeint?

? **Vermuten Sie:** Wie konnte diese Gruppe überleben?

Leben mit Dinos

Säugetiere lebten zur Zeit der Dinosaurier auf allen Erdteilen. Sie waren klein und wahrscheinlich meist in der Nacht aktiv.

3 | Die Sache mit den Vögeln

Vögel als die letzten Dinosaurier

Wer waren die Vorfahren der Vögel? Zur Klärung der Frage werden die Armskelette von einem Dinosaurier, einem Archäopteryx, einem Flugsaurier und einem Vogel verglichen. Greift auf das Thema Homologie und Konvergenz zurück (Vorwissen).



Die Sache mit den Vögeln

(3)

Fossilien von Vögeln tauchen in der Kreide auf. In der Ausstellung finden Sie die Aussage, dass Dinosaurier nicht ausgestorben sind, da die Vögel als Dinosaurier angesehen werden. Nehmen Sie die Gummitiere und die Karten mit den Skelettabbildungen aus dem Koffer.

Frage: Wie beurteilen Sie die oben gestellte Aussage bezüglichliche Dinosauriern und Vögeln?

Frage: Nehmen Sie die Gummitiere und stellen Sie diese in einer Verwandtschaftsanordnung auf. Wie sieht Ihre Anordnung aus? Begründen Sie Ihre Einteilung.

Frage: Kontrollieren Sie Ihre Reihe, indem Sie die Skelettbilder mit dazu nehmen. Betrachten Sie dabei vor allem die Armskelette: stimmt ihre Verwandtschaftsanordnung?

Tipp: Beachten Sie den nebenstehenden Text.

Material

- Gummitiere Nr. 1-4
- 4 Karten mit Skelettdarstellungen

Wer gehört zu den Dinos?

Nicht alle Saurier sind gleichzeitig Dinosaurier. Letztere sind Landlebewesen und haben senkrecht unter dem Körper stehende Beine. Flugsaurier (Pterosaurier) gehören nicht zu den Dinosauriern.

4 | Stete Gefahr?

Meteoriten

Informationen über Meteoriteneinschläge und deren Wahrscheinlichkeit.



Stete Gefahr

(4)

Unzählige Meteoritenkrater zeugen von den vielen Einschlägen auf der Erde. Im Internet auffindbare Listen mit Aufzählungen von Einschlagkratern, sind eindrücklich. Einer der nächstgelegenen, bekannten Krater, ist das Nördlinger Ries in Deutschland. Hier schlug vor ca. 14 Millionen Jahren ein 1,5 km grosser Asteroid ein. Die Spuren sind aus der Luft immernoch gut erkennbar.

? **Frage:** Wie wird die Wahrscheinlichkeit eines grossen Einschlages in der näheren Zukunft eingeschätzt.

! **Tipp:** Weitere Informationen zu Meteoriten finden Sie im 1 UG bei der Ausstellung Steine der Erde.

Zukunft - CO₂ Emissionen vermeiden

Erneuerbare Energien

Kofferinhalt und Zielvorgabe Präsentation

Kofferinhalt

- | | |
|-----------------------------|--|
| (1) Energie - Woher? Wofür? | Wofür nutzen wir Energie, aus welcher Quelle beziehen wir Energie? |
| (2) Speichern | Welche Möglichkeiten gibt es, Energie zu speichern? Beispiele aus der Schweiz. |
| (3) Kosten und Aufwand | Vergleich von erneuerbare und fossile Energiequellen |
| (4) Ideen sind gefragt | Welche Ideen haben die SuS (Nutzung erneuerbare Energiequellen)? |

Material

Auftragskarten im Umschlag
leere Karten (wann heute schon Energie genutzt)
lamierte Karten mit Nutzungskategorie (Wärme, Mobilität...)
Artikel Flugdrachen
Broschüre Kraftwerke Oberhasli
Präsentationsvorlagen

Ziele für die Präsentation:

- Wie definieren die SuS erneuerbare Energie?
- Fällt Kernenergie darunter?
- Welche Speichermöglichkeiten für Energie gibt es?
- Vergleich: Kosten erneuerbare gegen fossile Energie auftragen
- Welche Forschungsideen gibt es? Hört man von diesen Forschungen?

1 | Energie - Woher? Wofür?

Energiehunger und Energiequellen

Wofür benötigen wir Energie? Welche erneuerbaren Energiequellen können wir nutzen, um den Verbrauch an fossilen Energieträgern zu reduzieren?



Energie - Wofür? Woher?

(1a)

Unsere Gesellschaft hat einen grossen Energiehunger. Wir empfinden es als selbstverständlich, immer und überall Energie zur Verfügung zu haben.

1. Nehmen Sie die zwei Kartenstapel mit der Klammer aus dem Koffer.

Material

- Kartenstapel leer
- Kartenstapel mit Energieeinsatz



Frage: Wenn Sie Ihren Tagesablauf durchgehen, wo brauchen Sie überall Energie (Nahrungsaufnahme ausgenommen)? Schreiben Sie diese auf die leeren Karten und ordnen Sie diese den Energieeinsatzkarten zu.



Frage: Welche Bereiche unserer Gesellschaft verbrauchen am meisten Energie? Informationen finden Sie an der Station „Das fossile Feuer brennt“.



Vermuten Sie: Wird der Energieverbrauch der Welt in den kommenden Jahren steigen oder sinken? Begründen Sie Ihre Antwort.

Energie - Wofür? Woher?

(1b)

Können erneuerbare Energien unseren Energiehunger stillen?



Vermuten Sie: Wie hoch ist der prozentuale Anteil von erneuerbaren Energien an der weltweit verbrauchten Energie?

Überprüfen Sie Ihre Vermutung anhand der Informationen an der Aussenseite des Kubus 5. Waren Sie unterschiedlicher Meinung und lagen Sie weit daneben?



Frage: Wie definieren Sie erneuerbare Energien? Nennen Sie vier erneuerbare Energiequellen.



Frage: Ist Atomkraft für Sie eine erneuerbare Energie? Tragen Sie Ihre Ansichten und Begründungen zusammen.



Was schätzen Sie: Wie hoch ist das Potential der erneuerbaren Energien für die Schweiz und global gesehen? Tragen Sie die Ansichten der Gruppe mit Begründungen zusammen.

2 | Speichern

Wie können wir Energie in grösserem Massstab speichern?

Speicherkraftwerke (Schwerkraftkraftwerke) erklären und Beispiele in der Schweiz finden (Speicherwasserkraftwerk).



×

Speichern

(2)

Mit Sonne und Wind, stehen uns zwei relativ leicht nutzbare Energiequellen zur Verfügung. Allerdings liefern beide Quellen keinen gleichmässigen und planbaren Energieoutput.

1. Gehen Sie zu dem Energie-Pit mit den Raketen.

?

Frage: Welche Form der Energieumwandlung wird hier dargestellt? Erklären Sie das Prinzip.

?

Frage: Nennen Sie ein Beispiel für die Schweiz, wo diese Form der Energieumwandlung angewendet wird. Erklären Sie die Funktionsweise. Weitere Informationen finden Sie bei den Zusatzunterlagen.

?

Vermuten Sie: Aus welcher Energiequelle beziehen Sie daheim Ihren Strom?

Material

– Zusatzunterlagen

Wo kommt der Strom her?

Aus welchen Quellen deckt Ihre Schule ihren Energiebedarf?
Fragen Sie doch einmal bei der Schulleitung oder Gemeinde nach?

3 | Kosten und Aufwand

Vergleich von erneuerbaren und fossilen Energiequellen

Mittels einer Tabelle werden Kosten und Aufwand für erneuerbare und fossile Energiequellen verglichen. Hier wird mit Vermutungen gearbeitet. Wie oft müssen die Schülerinnen und Schüler passen? Welche Informationen fehlen? Wo können diese eingeholt werden? Diese Aufgabe kann in der Schule weiter geführt werden.



Kosten und Aufwand (3)

Die Kosten und der Aufwand, um erneuerbare Energien zu nutzen, werden teilweise heftig diskutiert.

- Nehmen Sie die laminierte Tabelle und den Folienschreiber aus dem Koffer.

Vermuten Sie: Füllen Sie für zuerst die Kosten und den Aufwand für die erneuerbaren Energiequellen ein. Im zweiten Durchgang, die für die fossilen Energiequellen.

Frage: Welche Informationen fehlen Ihnen?

Frage: Wie oft haben Sie in den letzten Wochen einen negativen Artikel zu erneuerbaren Energiequellen gelesen? Wie oft einen negativen Artikel zu fossilen Energiequellen?

Vermuten Sie: Wie beurteilen Sie die Kernenergie bezüglich Kosten und Aufwand?

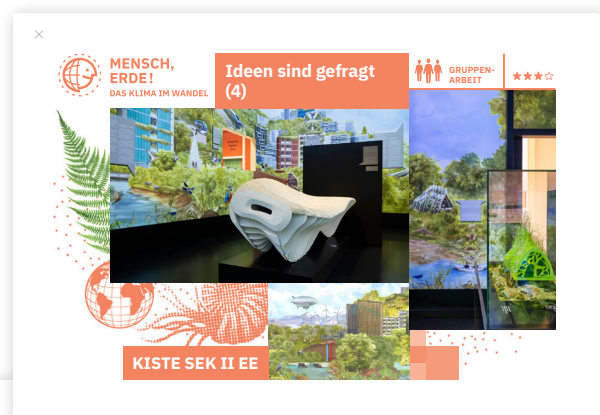
Material
– Tabelle Vergleich Kosten und Aufwand Energiequellen

Zum weiterdenken...
Tragen Sie in der Klasse zusammen: Aus welchen Quellen beziehen Sie Ihre Informationen?
Wo können Sie die Informationen für die offenen Punkte der Tabelle finden?

4 | Ideen sind gefragt

In die Rolle eines Start-Ups schlüpfen

Eigene Idee für neue, technische Möglichkeiten für die Nutzung von erneuerbaren Energiequellen.



Ideen sind gefragt

(4)

Von Windrädern, Sonnenkollektoren und Wasserkraftwerken haben alle schon einmal gehört.

Stellen Sie sich vor, Sie gehören zum Mitarbeitendenpool eines Start-Ups. Sie arbeiten an neuen, innovativen technischen Möglichkeiten für die Nutzung von erneuerbaren Energien. Für die kommende Sitzung mit einer aufgeschlossenen Investorengruppe, soll Ihr Team neue Ideen präsentieren.

1. Nehmen Sie die Karten aus dem Koffer zur Hilfe.

 **Frage:** Wie lauten Ihre Vorschläge? Wählen Sie zwei aus.

 **Tipp:** In Kubus 5 finden Sie vielleicht weitere Ideen.

Material
– Karten und Artikel

Zukunft - Leben und Wohnen

Emissionen vermeiden mit neuen Ideen

Kofferinhalt

(1) Leben in der Stadt	Hitzeinseln, Anpassen von Städten, Vision für die Zukunft, Zentrumsaufgaben
(2) Visionen für neues Bauen	Visionen und neue Baustoffe
(3) Nachhaltig wohnen	Möbel aus Pilzen
(4) Vom Segen zum Fluch	Plastik

Material	Auftragskarten im Umschlag Sack mit Plastikmaterial Info Fab Tree Hab 2 Artikel Mehlwürmer Hygienemaske Präsentationsvorlagen
----------	---

Ziele für die Präsentation:

- Anpassungen in Städten und Zentrumsaufgaben - geht das zusammen?
- Alternative Beton, Recyclingbeton
- Möbel aus Pilzen - etwas für das eigene Wohnzimmer?
- Plastik als Problem, Insekten als Verwerter, Insekten als Nahrung

1 | Leben in der Stadt

Leben in heissen Städten

Wie können wir Städte an die Klimaerwärmung anpassen?



Lebensqualität in der Stadt

(1a)

Mit steigenden Temperaturen nehmen die Hitzetage zu. Gebäude und versiegelte Flächen speichern zusätzlich Wärme. In der Folge heizen sich Städte stärker auf als das sie umgebende Land.



Vermuten Sie: Welche Probleme können durch steigende Temperaturen in Städten entstehen? Notieren Sie mindestens vier Punkte.



Frage: Wie müssen sich Städte verändern, um die von Ihnen genannten Punkte zu entschärfen? Inspirationen finden Sie in Kubus 5.



Visualisieren Sie: Wie sieht die Stadt der Zukunft Ihrer Gruppe aus? Nehmen Sie Bern als Beispiel. Nennen Sie die vier, für die Gruppe wichtigsten Veränderungsziele.

Zum weiterdenken ...

Wissen Sie, wer die Entscheidungen in Ihrem Wohnort - also auch für Sie - trifft? Wie sehen die Zukunftsentscheidungen in Ihrer Wohngemeinde aus?

Lebensqualität in der Stadt

(1b)

Je nach Grösse, hat eine Stadt bestimmte Aufgaben zu erfüllen.



Vermuten Sie: Tragen Sie in der Gruppe ca. vier Zentrumsaufgaben einer Stadt zusammen.



Frage: Kollidieren diese Zentrumsaufgaben mit Ihrer Vision einer Zukunftsstadt?



Frage: Was ist Ihr bevorzugter Wohnort - Stadt oder Land? Unterscheiden sich Ihre Vorlieben in der Gruppe? Notieren Sie einige Gründe für die Wohnortwahl.

2 | Visionen für neues Bauen

Ein Haus aus Bäumen...

Welche neuen Bauvisionen gibt es? Aus was bestehen die Gebäude in denen die SuS leben, aus was die Schulgebäude?



Visionen für neues Bauen

(2)

Ob Wohnhaus, Brücke oder Industriegebäude - Beton ist allgegenwärtig. Die Betonherstellung verbraucht viel Energie und produziert viel CO₂. Hier könnte man viel CO₂ Emissionen einsparen.

1. Gehen Sie in den Kubus 5. Sie sehen in der Vitrine das Modell eines neuartigen Hauses.



Frage: Was ist das Besondere an dem hier dargestellten Haus?



Mehr Alternativen: Welche natürlichen Baustoffe kommen Ihnen in den Sinn?



Vermuten Sie: Aus welchen Materialien besteht Ihre Wohnung. Aus welchen Ihre Schule?

Material

– Fab Tree Hub Broschüre

Betonrecycling

Werden Gebäude abgerissen entsteht Betonabfall. Nach Trennung von Fremdmaterial (Holz, Stahl) kann der Beton zerkleinert werden und als Betongranulat wieder zur Betonherstellung oder im Strassenbau verwendet werden.

3 | Nachhaltig wohnen

Wäre das etwas fürs Wohnzimmer?

Möbel aus neuen Materialien: vielleicht ein Sofa aus Pilzmycel?



Nachhaltig Wohnen (3)

Man nehme: Holzspäne, Kleie und Bakterien und verfüttert sie an Pilze. Tadaa - daraus entsteht ein dauerhaftes Material.

- Gehen Sie in Kubus 5 und informieren Sie sich über das grosse, dort ausgestellte Objekt.

Frage: Um was für ein Objekt handelt es sich?

Ihre Meinung: Wäre das etwas für Ihre Wohnung? Begründen Sie Ihre Aussage und notieren Sie Ihre Gründe.

Einsatz von Pilzen

Pilzmycel ist vielfältig einsetzbar. Mittlerweile gibt es mehrere Firmen die Möbel, Verpackungsmaterial oder Dämmplatten aus Pilzmycel herstellen.

4| Vom Segen zum Fluch

Plastik

Können wir auf Plastik verzichten? Abbau von Plastikmaterial mit Insekten als mögliche Lösung? Unsere Auftragskarten sind laminiert: was könnten wir als Alternative nutzen? Welche Kriterien sollte das Material erfüllen? Wo kann der eigene Anspruch oft nicht erfüllen werden?



Vom Segen zum Fluch

(4a)

Mitte der 50iger Jahre, startet der Siegeszug von Kunststoffen. Heute sind Kunststoffe allgegenwärtig und nicht mehr wegzudenken.

1. Nehmen Sie den Sack mit den Materialien aus dem Koffer.

Frage: Welche Gegenstände aus Kunststoff haben Sie heute schon genutzt? Auf wie viele Gegenstände kommen Sie in Ihrer Gruppe insgesamt?

Vermuten Sie: Können wir als Gesellschaft gänzlich auf Kunststoff verzichten? Gibt es allenfalls Bereiche, in denen es schwierig werden könnte? Notieren Sie Ihre Begründungen.

Material

- Objekte aus Kunststoff
- Artikel aus dem Plastik-atlas

Wer mehr wissen will...

Der erste Kunststoff wurde 1862 auf der Weltausstellung in London vorgestellt. Für deren Herstellung wurden natürliche Rohstoffe wie Zellulose genutzt. Heute werden vor allem fossile Ressourcen (z.B. Erdöl) für deren Herstellung verwendet. Die Kunststoffindustrie ist für ca. 6 % des CO₂ Ausstoßes verantwortlich.

Hmmm, lecker!?

(4b)

Dem Gecko munden die Schwarzkäferlarven sicherlich. Er kann ja nicht ahnen, wovon die sich ernährt haben.

1. Nehmen Sie die Würmer und die Maske aus dem Koffer.

Frage: Was stand bei den, in Kubus 5 gezeigten, Schwarzkäfern auf dem Speiseplan?

Ihre Meinung: Die Larven des Schwarzkäfers *Zophobas morio* wären für den Menschen theoretisch essbar. Wäre es für Sie vorstellbar, diese - wenn sichergestellt wäre, dass deren Nahrung keinen Einfluss hat - als Nahrung zu nutzen? Begründen Sie Ihre Antwort.

Ihre Aussage: Ist es Ihnen schon einmal passiert, dass Sie ein Nahrungsmittel früher eklig fanden und heute essen? Welche Nahrungsmittel sind das?

Material

- Hygienemaske
- Mehlwürmer *Tenebrio molitor*

Wer wer wissen will...

In einer Studie wurden Mehlwürmern zerkleinerte Hygienemasken verfüttert. Das Material wurde ohne Probleme gefressen. Allerdings brauchten 100 Würmer mehrere Wochen für eine Maske. Aber vielleicht verbirgt sich in ihrem Stoffwechsel eine Idee für einen effektiven Plastikmüllabbau.

Stimmung in der Gesellschaft

Videobotschaften und eigene Befindlichkeit

Kofferinhalt

- (1) Querschnittsberichte
- (2) Stimmung in der Gesellschaft
- (3) Die Hoffnung nicht verlieren
- (4) Abstimmung

Videobotschaften der Echogruppe hören
Zusammenfassungen der Videobotschaften, eigene Meinung
Stetig nur schlechte Nachrichten? Handlungsfähigkeit
Sie stimmen ab - Was sollen wir tun?

Material

Auftragskarten im Umschlag
Zitate von Hannah Ritchie aus dem Buch
„Hoffnung für Verzweifelte“
Präsentationsvorlagen

Ziele für die Präsentation:

- Was antworten die Personen der Echogruppe auf die Frage „Was macht der Klimawandel mit Ihnen“?
- Was antworten die SuS?
- Zitate beurteilen
- Wie würden die SuS abstimmen?

1 | Querschnittsberichte

Was macht der Klimawandel mit Ihnen?

Rückmeldungen der Echogruppe hören und eigene Meinung notieren.





Querschnittsberichte

(1)

Rund um den Dorfplatz finden Sie Videobotschaften von zwölf ganz unterschiedlichen Menschen. Sie geben Auskunft über ihre Gedanken rund um den Klimawandel.

1. Gehen Sie zum Dorfplatz. Jede Person der Gruppe hört sich eine andere Botschaft an.

 **Frage:** Wer spricht hier und was sind die Aussagen der Person? Notieren Sie Stichworte zur Botschaft.

 **Frage:** Was antworten Sie selber auf die Frage „Wie geht es Ihnen mit dem Klimawandel“? Notieren Sie einige Stichworte.

Echogruppe

Die Echogruppe, welche sich in den Videobotschaften präsentiert, wird jedes Jahr wieder eingeladen und befragt. Ziel ist es über die 20jährige Laufzeit dieser Dauerausstellung die Entwicklung der Stimmung in der Gesellschaft zu verfolgen.

2 | Stimmung und Gesellschaft

Resigniert - Hoffnungsvoll?

Ergebnisse aus den Videobotschaften analysieren und Grundstimmung einschätzen.



Stimmung in der Gesellschaft

(2)

1. Tragen Sie in der Gruppe die Botschaften der Echogruppe und Ihre persönlichen Aussagen zusammen.

? **Frage:** Gibt es Punkte, die alle Personen erwähnen?

? **Frage:** Gibt es zu den angesprochenen Punkten passende Schlagwörter, z.B. betroffen, nicht betroffen, hoffnungsvoll, resigniert...? Notieren Sie diese.

? **Vermuten Sie:** Wie schätzen Sie die Grundstimmung in der Schweizer Bevölkerung bezüglich des Klimawandels ein? Nutzen Sie dazu auch die in der vorherigen Frage notierten Schlagwörter.

3 | Was sollen wir tun?

Abstimmung

Was sollen wir tun?

Abstimmungsstation in Kubus 6.



Was sollen wir tun?

(3)

Wir fragen Sie: Welches Projekt sollen wir unterstützen?

1. Gehen Sie zur Abstimmungsstation bei Kubus 6.

? **Frage:** Welche Wahlmöglichkeiten unterbreiten wir Ihnen? Notieren Sie diese.

? **Ihre Meinung:** Gibt es Ihrer Meinung nach fehlende Wahlmöglichkeiten?

? **Ihre Meinung:** Welche Möglichkeit wählen Sie persönlich aus? Begründen Sie Ihre Wahl.

? **Frage:** Wie unterscheiden oder überschneiden sich die Abstimmungen in der Gruppe? Notieren Sie einige Punkte.

Wie geht es weiter?

Die Abstimmung läuft einige Monate. Die Handlungsidee mit den meisten Stimmen wird ausgewählt. Aus diesem Bereich werden im Anschluss verschiedene Projekte wieder zur Wahl gestellt. Das Projekt mit den meisten Stimmen wird gefördert. Dann startet der Gesamtprozess von vorne.

4 |Die Hoffnung nicht aufgeben

Nachrichtenflut und Handlungsfähigkeit

Wie oft spült es schlechte Nachrichten zu einem? Wo sind wir handlungsfähig, was sind die grossen „Hebel“, wo müssen wir ansetzen?



Die Hoffnung nicht aufgeben (4)

Eine Katastrophenmeldung jagt die nächste. Wir werden mit schlechten Nachrichten bombardiert. Wie können wir da die Hoffnung auf eine bessere Zukunft nicht verlieren?

- Nehmen sie den Umschlag aus dem Koffer. Darauf finden sie einige Aussagen von Hannah Ritchie aus dem Buch „Hoffnung für Verzweifelte“.

?

Ihre Meinung: Wie beurteilen Sie die Aussagen von Hannah Ritchie?

?

Frage: Wie informieren Sie sich und wie oft am Tag spült es Katastrophenmeldungen zu Ihnen?

?

Frage: Wie gehen Sie mit schlechten Nachrichten um? Diskutieren Sie in der Gruppe.

Material

– Auszüge aus dem Buch „Hoffnung für Verzweifelte“ von Hannah Ritchie

Titel Box

Als Wissenschaftlerin arbeitet Dr. Hannah Ritchie im Programm für globale Entwicklung in Oxford. Für die Plattform „our World in Data“ arbeitet sie im Redaktionsteam und als leitende Wissenschaftlerin. Auf der Plattform werden die neusten Daten und Forschungen zu den grössten Problemen der Welt zusammengefasst.

CO₂ versenken

Natürliche Möglichkeiten CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen

Kofferinhalt

- | | |
|---|---|
| (1) CO ₂ versenken - Holz | Wie viele Bäume bräuchten wir pro Jahr? |
| (2) CO ₂ versenken - Moor | Sehr effektiv - aber stark gefährdet |
| (3) CO ₂ versenken - Gestein | CO ₂ durch Gesteinsverwitterung speichern? |

Material

Holz, Torf, Granit
Lupe
Karte Moore 1903 und heute
Artikel aus SCNAT Pro Clim
Helmholtz-Klima Fact Sheets (3)
weitere Unterlagen
Präsentationsvorlagen

Ziele für die Präsentation:

- Es bräuchte viele Bäume
- Moore wären ideal
- Carbon capture und versenken im Gestein

1 | CO₂ versenken - Holz

Wie viele Bäume bräuchten wir?

Rechenbeispiel mit Angaben zur CO₂ Speicherung in Holz.



MENSCH,
ERDE!
DAS KLIMA IM WANDEL

CO₂ versenken - Holz
(1)



GRUPPEN-
ARBEIT

☆☆☆



KISTE SEK II SE

CO₂ mit Holz versenken

(1)

Den Ausstoss von CO₂ zu verringern, wird nicht reichen, um die Erderwärmung zu stoppen. Wir müssen auch CO₂ vermehrt aus der Atmosphäre entfernen. Im Karbon wurde viel CO₂ versenkt. Ginge das heute auch?

1. Gehen Sie zur Station „Kohle, Ergas, Erdöl - Wie lange noch?.

Frage: Wie viel Gt CO₂ entstanden im Jahr 2022 durch Kohle, Gas und Erdöl?

Frage: Rechnen Sie mit Hilfe der nebenstehenden Umrechnungsfaktoren aus, wie viele grosse Bäume Sie bräuchten, wenn Sie den jährlichen CO₂ Ausstoss nur mit Holz kompensieren wollten.

Ihre Meinung: Wie hoch schätzen Sie das Potential für die Versenkung von CO₂ in Holz ein? Nehmen Sie die Karten zur Hilfe.

Material

– Karten Zusatzinformationen

Umrechnungsfaktoren

- 1 qm³ Holz speichert ca. 1 Tonne CO₂
- ein 35 m hoher Baum = ca. 3-4 qm³ Holz
- 1 Gt CO₂ = 0,128 ppm
- bzw. 1 ppm CO₂ = 7,814 Gt CO₂
- bzw. 1 ppm CO₂ = 2,131 Gt C (denn CO₂ / C = 44/12)
- 1 Gt = 1'000'000'000 Tonnen

2 | CO₂ versenken - Moor

Es bräuchte mehr Moore!

Moore sind effektive CO₂-Senken - wenn sie feucht genug sind und es genügend Moore hätte.



CO₂ versenken - mit Mooren

(2)

Moore sind - was die Speicherung von CO₂ angeht - sehr effektiv. Sie speichern doppelt so Kohlenstoff wie die gesamte Biomasse aller Wälder gemeinsam.

1. Suchen Sie das Bild der Vorderseite an der Schichtenwand in der Nähe des Kubus „Karbon“. Nehmen Sie die Karten aus dem Umschlag.



Frage: Wieso können Moore mehr Kohlenstoff speichern als Wälder?



Frage: Vergleichen Sie auf den Karten, wie sich der Moorbestand der Schweiz entwickelt hat. Notieren Sie Ihre Beobachtung.



Vermuten Sie: Moore einfach wieder vernässen, klingt gut. Wo gingen Moore verloren, was könnte der Grund gewesen sein? Wer nutzt das Land heute und wie würden diese Personen auf eine Wiedervernässungsidee reagieren?

Material

- Karten Karte mit Moorgebieten der Schweiz
- Helmholtz Factsheet
- Torf

Wenn Moore austrocknen

Intakte Moore sind CO₂ Senken, trockene Moore geben vermehrt CO₂ wieder ab. Besonders viel CO₂ wird bei Moorbränden frei. Sind die obereren Teile eines Moores ausgetrocknet, können sich Brände tief in den Torf fressen und immer wieder aufflammen. Solche Brände sind sehr schwer zu löschen.

3 | CO₂ versenken - Gestein

Gesteinsverwitterung als CO₂ Senke

CO₂-Speicherung bei Gesteinsverwitterung und die Idee, dies technisch zu nutzen.



CO₂ versenken - durch Gesteinsverwitterung (3)

Ohne die Verwitterung von Gesteinen, hätte sich CO₂ z.B. durch Vulkanausbrüche über die Erdentwicklung immer mehr in der Atmosphäre angereichert. In Regenwasser gelöstes CO₂ bildet Kohlensäure und löst aus basaltischen und granitischen Gesteinen Silikatminerale heraus. Die Kohlensäure reagiert mit den Silikatmineralien zu Karbonaten. So wird CO₂ in Karbonaten gebunden.

Vermuten Sie: Geologische Prozesse sind langsam und laufen seit Millionen Jahren ab. Können wir die natürliche Verwitterung von Gesteinen als CO₂ Senke in die Rechnung zur Verminderung des CO₂ Anteils der Atmosphäre einbeziehen? Begründen Sie Ihre Aussage.

Vermuten Sie: Könnte man die Verwitterung von Gesteinen beschleunigen? Was wären Ihre Ideen?

Tipp: Denken Sie an Oberflächen als Reaktionsorte.

Material

- Text Gesteinsverwitterung
- Gestein

Modellversuch in Island

Mit Energie aus Geothermie wird CO₂ aus der Atmosphäre gefiltert und dann in grosser Tiefe in Basaltgestein gepresst - um es dort dauerhaft zu versenken. Noch reicht diese Methode bei weitem nicht an die angestrebten CO₂ Speicherziele heran.



Bildnachweis

Titelbild - istockphoto / MINZ / NMBE	
Bilder Waagen - Andrea Röhrig / NMBE	14/15/16
Schuhe im Schlamm - Michal Kowalski / Shutterstock	19
Schachtelhalm - Oleksandr Khokhlyuk / Shutterstock	19
Kakerlaken - Leonardo Viti / Shutterstock	19
Lebenswelt - NMBE / Jana Walczyk	20
Tracheen - Baron abdennaser / Shutterstock	20
Libelle - NMBE / Julia Sonderegger	20
Lebenswelt - NMBE / Jana Walczyk	21
Lebenswelt - NMBE / Jana Walczyk	22
Kraftwerk - Kletr / Shutterstock	22
Kohle - alexgo.photography / Shutterstock	22
Lebenswelt - NMBE / Jana Walczyk	24
Vulkan - Marisa Estrivill / Shutterstock	25
Grünes Wasser - Lialina Olena / Shutterstock	25
Schädel - Ibrahim Alkan / Shutterstock	25
Lebenswelt - NMBE / Jana Walczyk	26
Ausgetrockneter Boden - Torychemistry / Shutterstock	26
Zeitungsausschnitt - NMBE / Andrea Röhrig	26
Lakmuspapier - JFontan / Shutterstock	27
Brom Periodensystem - magnetix / Shutterstock	27
Brachiopoden - Breck P. Kent / Shutterstock	27
Lebenswelt - NMBE / Jana Walczyk	29
Grafik - NMBE / Thea Sonderegger	30
Wasser - Stefef / shutterstock	30
Hand mit Stein - PhotoChur / Shutterstock	30
Grafik - NMBE / Thea Sonderegger	31
Beton - NMBE / Andrea Röhrig	31
Kalkfelsen - Mkai-Bogdan Lazar / Shutterstock	31
Ausstellungsimpression - NMBE / Nelly Rodriguez	32
Lebenswelt - NMBE / Jana Walczyk	34



Lebenswelt - NMBE / Jana Walczyk	35
Pterosaurier - Rawpixel.com / Shutterstock	36
Skelett Vogel - anitapol / Shutterstock	36
Skelett Gelliminus - Bodor Tivadar	36
Meteorit - IvaFoto / Shutterstock	37
Ausstellungsimpression - NMBE / Nelly Rodriguez	39
Batterien - Kinek00 / Shutterstock	40
Windrad und Solardach - Kikhailov Studio / Shutterstock	41
Wasserkraftwerk - Evgenii Bakhchev / Shutterstock	41
Kohlefabrik - Kletr / Shutterstock	41
Ausstellungsimpression - NMBE / Nelly Rodriguez (2)	42
Lebenswelt - NMBE / Jana Walczyk	42
Lebenswelt - NMBE / Jana Walczyk	44
Ausstellungsimpression - NMBE / Nelly Rodriguez	45
Ausstellungsimpression - NMBE / Nelly Rodriguez	46
Ausstellungsimpression - NMBE / Nelly Rodriguez	47
Lebenswelt - NMBE / Jana Walczyk	47
Mehlwürmer - Rumer Zwerver / Shutterstock	47
Ausstellungsimpression - NMBE / Nelly Rodriguez	49
Ausstellungsimpression - NMBE / Nelly Rodriguez	50
Ausstellungsimpression - NMBE / Nelly Rodriguez	51
Ausstellungsimpression - NMBE / Nelly Rodriguez	52
Wald - dugdax / Shutterstock	53
Ausstellungsimpression - NMBE / Nelly Rodriguez	55
Granit - vvoe / Shutterstock	56



**NATUR
HISTORI
SCHES
MUSEUM
BERN**

Naturhistorisches Museum Bern
Bernastrasse 15
CH—3005 Bern
+41 (0)31 350 71 11
www.nmbe.ch



Eine Institution der
**Burgergemeinde
Bern**