



NATUR
HISTORI
SCHES
MUSEUM
BERN



MENSCH, ERDE!

DAS KLIMA IM WANDEL



Didaktische
Unterlagen
zur Ausstellung

SEK II



Inhaltsangabe

Einführung	5
Ausstellungsüberblick	5
Ausstellungslageplan	6
Ausstellungsinhalte und Impressionen	7
Didaktische Hinweise	15
Material und Methodik	15
Lehrplanbezug (Gym LP 17, EZB, EFZ)	17
Auftragskarten	19
Plenumskarten	21
Ablaufplan	22
Kurzeinführung	22
Tabellearischer Feinablauf	23
CO ₂ -Konzentrationen in der Erdgeschichte	27
Erdzeitalter der Ausstellung	30
Themenkiste Karbon	32
Kofferinhalt und Lösungen	32
1 Wanderung im Sumpfwald _ Eintauchen in das Zeitalter	34
2 Üppiges Pflanzenwachstum _ CO ₂ als Dünger?	35
3 Fluch der Vergangenheit _ Was hat das Zeitalter mit uns zu tun?	36
4 Früher gross – heute klein _ Besonderheiten des Erdzeitalters: Sauerstoffgehalt	37
Themenkiste Perm	38
Kofferinhalt und Lösungen	38
1 Alles wird anders _ Das grosse Sterben im Perm	40
2 Todeszonen _ Wie genau veränderte sich die Umwelt?	41
3 Woher weiss man das alles? _ Brachiopodenfossilien als Klimazeiger	42
4 Vergangenheit zeigt Zukunft _ Was können wir aus dem Perm lernen?	43
Themenkoffer Jura	44



Kofferinhalt und Lösungen	44
1 Schwimmen mit... _ Eintauchen in das Zeitalter	46
2 Kalkstein des Juras _ Woraus besteht das Jura-Gebirge?	47
3 Aus altem Meeresboden wird...? _ Wie wird der Jurakalk heute genutzt?	48
4 Beton _ Ein genialer Kunststein mit Nebenwirkungen	49
Themenkiste Kreide	50
Kofferinhalt und Lösungen	50
1 Wandern mit Dinosauriern _ Eintauchen in das Zeitalter	52
2 Ende mit Schrecken _ Wie endete die Kreidezeit?	53
3 Die Sache mit den Vögeln _ Vögel als die letzten Dinosaurier	54
4 Stete Gefahr? _ Meteoriten	55
Aufgaben zum Klimawandel	56
Themenübersicht	56
Themenkiste Erneuerbare Energien	60
Kofferinhalt und Lösungen	60
1 Energie – Woher? Wofür? _ Energiehunger und Energiequellen	63
2 Speichern _ Wie kann Energie gespeichert werden?	64
3 Aufwand und Kosten _ Vergleich von erneuerbaren und fossilen Energiequellen	65
4 Ideen sind gefragt _ In die Rolle eines Start-Ups schlüpfen	66
Themenkiste Leben und Wohnen	67
Kofferinhalt und Lösungen	67
1 Lebensqualität in der Stadt _ Heisse Städte und viele Ansprüche	69
2 Visionen für neues Bauen _ Ein Haus aus Bäumen...	70
3 Nachhaltig bauen _ Aus Alt mach Neu	71
Themenkiste Plastik	72
Kofferinhalt und Lösungen	72
1 Vom Segen zum Fluch _ Plastikfreie Gesellschaft und helfende «Würmer»	74



2 Ein lächerliches Ärgernis? _ Verändern neue Informationen bestehende Sichtweisen?	75
3 Neue Materialien _ Wäre das etwas fürs Wohnzimmer?	76
Themenkiste Gesellschaft	77
Kofferinhalt und Lösungen	78
1 Querschnittsberichte _ Was macht der Klimawandel mit Ihnen?	79
2 Stimmung in der Gesellschaft _ Resigniert – Hoffnungsvoll?	80
3 Die Hoffnung nicht aufgeben _ Nachrichtenflut und Handlungsfähigkeit	81
4 Was sollen wir tun? _ Abstimmung	82
5 Klimagerechtigkeit _ Wie gerecht sind Kosten und Gewinne des Klimawandels verteilt?	83
Themenkiste CO₂ versenken	84
Kofferinhalt und Lösungen	85
1 CO ₂ versenken mit Holz _ Wie viele Bäume bräuchten wir?	86
2 CO ₂ versenken mit Moor _ Es bräuchte mehr Moore	87
3 CO ₂ versenken mit Gestein _ Gesteinsverwitterung als CO ₂ -Senke	88
Infografiken	89
Die Erderwärmung bedroht unsere Heimat	89
Kohlendioxid CO ₂ heizt die Erde auf	90
Aus Meerestieren wird Beton	91
Vulkanasche verrät das Alter von Gesteinen	92
Abfolge aller geologischen Erdzeitalter	93
Bildnachweise	94

Einführung

Ausstellungsüberblick

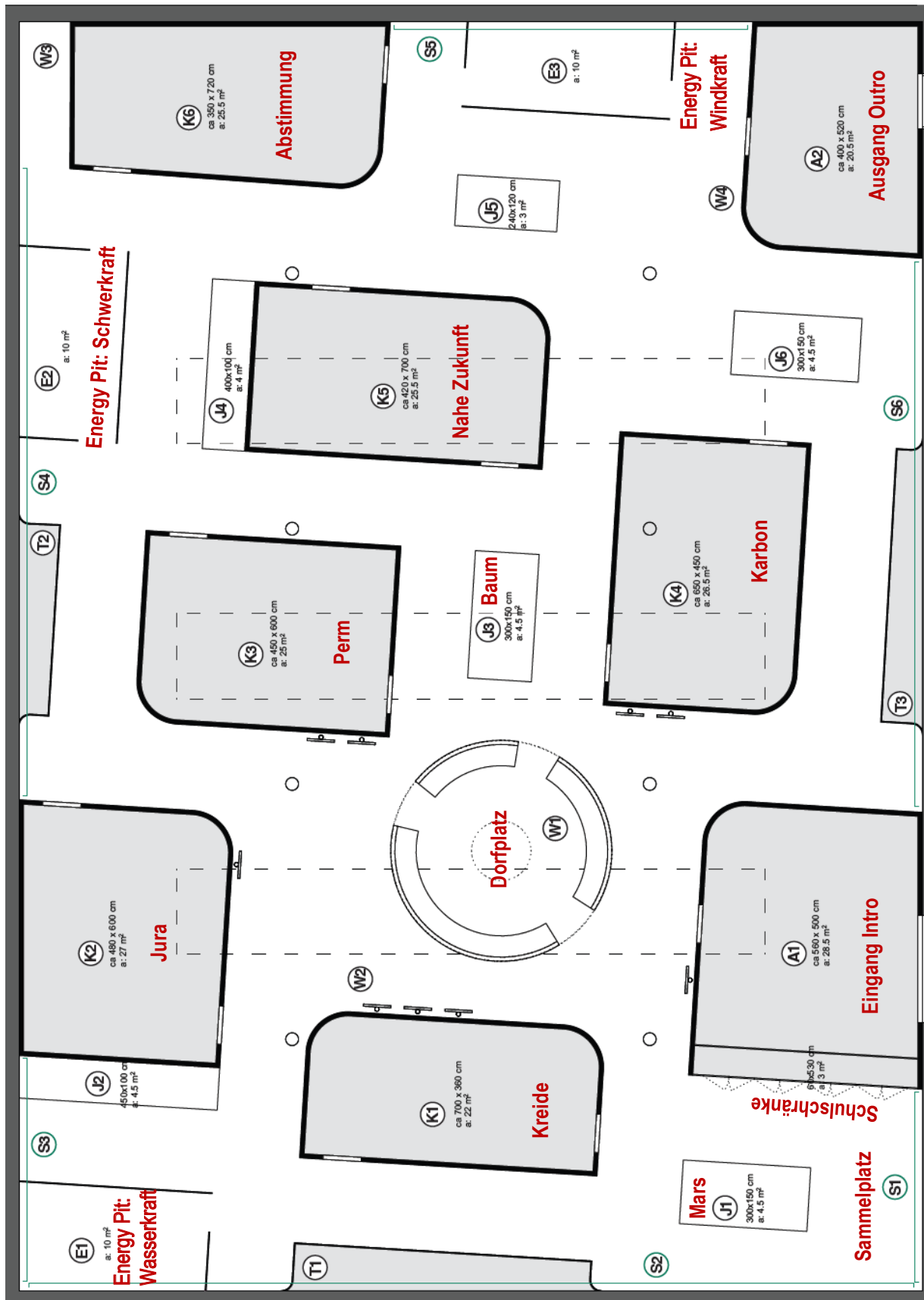
Von Monstersümpfen über Feuerwelten, vom Dinosauriersterben bis hin zu Zukunftsvisionen: Auf 630 Quadratmetern lädt die Ausstellung ein zu einer spannenden Zeitreise durch die Erdgeschichte – mit Fokus auf die grösste Herausforderung unserer Zeit: den menschengemachten Klimawandel.

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 die Atmosphäre der Erde vor 250 Millionen Jahren durch gigantische Vulkanausbrüche vergiftet wurde. Das Wasser der Meere, Seen und Flüsse wurde zu einer lebensfeindlichen Brühe, sodass über 80 Prozent aller Tiere und Pflanzen an Land und in den Ozeanen 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.



Ausstellungslageplan



Ausstellungsinhalte und Impressionen

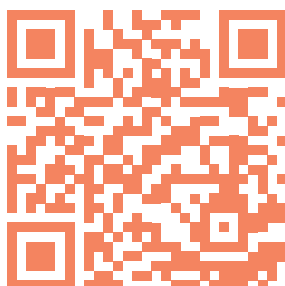
Tipp

Die Legende für die Schichtenwand finden Sie an der Wand in der Nähe der Station «Spuren des Lebens» beim Planeten Mars (J1).

VERGANGENHEIT – GEGENWART – NAHE ZUKUNFT

Durch den «Intro Kubus» (A1) betritt man die verschiedenen Zeitbühnen der Ausstellung. Geschichten und Fossilien aus der Vergangenheit der Erde sind in den vier Kuben (K1-K4) rund um den Dorfplatz (W1) angeordnet. Im Inneren der Kuben erlebt man die Erdzeitalter, die jeweiligen Aussenwände der Kuben verknüpfen das Erdzeitalter mit uns heute. Zwischen den Kuben bewegt man sich in der Gegenwart. Hier befinden sich diverse Installationen zu fossilen und erneuerbaren Energiequellen, CO₂-Senken und Leben im All (J1-J6). Eine Schichtenwand (S1-S6) rahmt die Ausstellung ein. Kriechtunnel und Vitrinen mit Objekten finden sich in der Schichtenwand bei T1-T3, bei denen unterschiedliche Themen der Ausstellung aufgegriffen werden. Am Dorfplatz machen Vidobotschaften Befindlichkeiten der Bevölkerung zur Frage «Was macht der Klimawandel mit Ihnen?» erfahrbar. Kubus K5 erlaubt das Eintauchen in spannende Zukunftsvisionen. An einer Abstimmungsstation (Kubus K6) können Besuchende dem Museum den Weg weisen: Wo soll sich das Museum engagieren? Welches Projekt sollen wir unterstützen?

An den Energy-Pits (E1-E3) wird körperlich erlebbar, was Wasser, Wind- und Schwerkraft mit der Reduktion von CO₂-Emissionen zu tun haben. Der eGuide der Ausstellung ist über den QR-Code erreichbar. Hier sind alle Texte zu finden. Die Nummern auf dem Lageplan korrespondieren mit den Textnummern im e-guide.





AUFTRITT – DAS LEBEN (0 Intro / Kubus A1)

Im Schnelldurchlauf wird die Geschichte des Lebens auf der Weltenbühne Erde erzählt. Den Protagonisten und Protagonistinnen der Aufführung begegnet man in den Kuben der Ausstellung wieder.



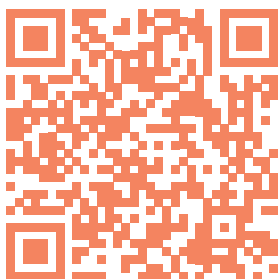
NMBE / Nelly Rodriguez

DORFPLATZ MIT VIDEOBOTSCHAFTEN (W1)

Eine Gruppe von Menschen hat sich bereit erklärt, über die 20-jährige Laufzeit der Ausstellung regelmässig für Fragen rund um den Klimawandel zur Verfügung zu stehen.

Tipp

Die Videobotschaften können über diesen QR-Code abgerufen werden.



NMBE / Nelly Rodriguez

BLICK IN DIE VERGANGENHEIT: KARBON (K4)

Im Sumpfwald des Karbons trifft man auf seltsame Bäume, Amphibien, erste Reptilien und sehr grosse Insekten. Die Überreste der riesigen Sumpfwälder wurden durch Druck und lange Zeiträume zu Kohle. Die Aussenseiten des Kubus nehmen das Thema Kohle in der Gegenwart auf.



NMBE / Nelly Rodriguez

BLICK IN DIE VERGANGENHEIT: PERM (K3)

Während des Perms veränderte sich das Gesicht der Erde radikal. Vulkanische Aktivitäten ungeheuren Ausmasses führten zu einem der grössten Massensterben in der Erdgeschichte. Die Aussenwand zeigt, wie Erkenntnisse über Erdzeitalter gewonnen werden.



NMBE / Nelly Rodriguez

BLICK IN DIE VERGANGENHEIT: JURA (K2)

Meere, Lagunen, Sandstrände: Zur Zeit des Juras glich das Gebiet der heutigen Schweiz einem tropischen Paradies. Die abgelagerten Kalkgehäuse unzähliger Muscheln, Seeigeln und anderer Meerestiere bilden das Juragebirge. Jurakalk dient heute als Grundlage für einen vielgenutzten Baustoff: Beton. Die Aussenwände nehmen das Thema Beton auf.



NMBE / Nelly Rodriguez

BLICK IN DIE VERGANGENHEIT: KREIDE (K1)

Verschiedene Dinosaurier lebten auf der Erde. Vor ca. 66 Millionen Jahren schlug ein Meteorit im Golf von Mexiko ein und führte zum Aussterben der Dinosaurier. Naja, nicht ganz: Die heutigen Vögel sind eigentlich kleine Dinosaurier. Die Aussenwand nimmt das Thema Meteoriten auf.



NMBE / Nelly Rodriguez



DIE NAHE ZUKUNFT (K5)

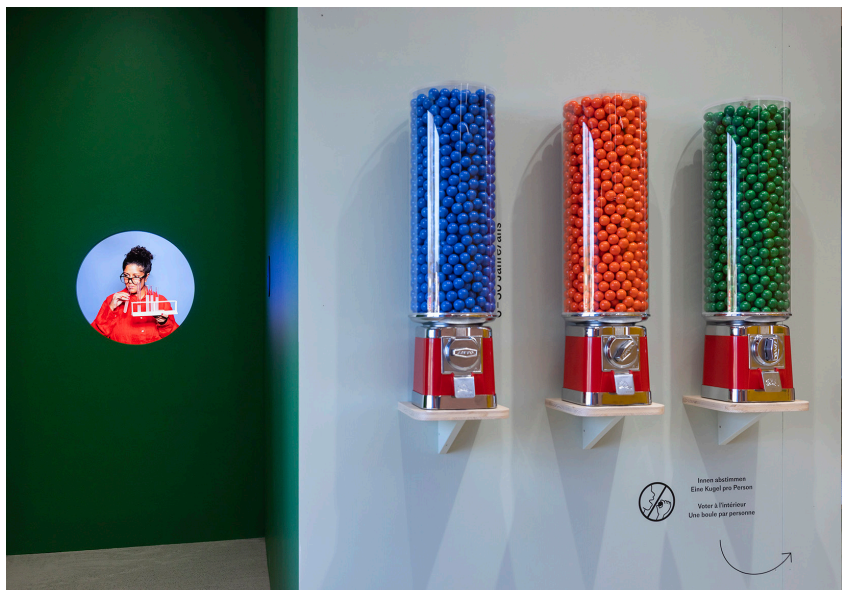
Wie sehen die Städte und Landschaften der nahen Zukunft aus? Was gibt es für Ideen, Städte lebenswerter zu gestalten? Welche Materialien könnten Beton ersetzen und aus welchen Energiequellen speisen wir in Zukunft unsere Heizungen, Handys und Fortbewegungsmittel? Im Inneren und an der Aussenwand dieses Kubus finden sich viele Ideen.



NMBE / Nelly Rodriguez

GERÜCHTEKÜCHE (W3) UND ABSTIMMUNG (K6)

Hier wird einigen Aussagen rund um den Klimawandel auf den Grund gegangen. Was sind Gerüchte, was sind die Fakten? Wo und wie sich das Museum engagieren soll, können Besuchende an der Abstimmungsstation entschieden.



NMBE / Nelly Rodriguez

ENERGIE-PITS (E1, E2, E3)

An drei Energie-Pits ist Körpereinsatz gefragt. Wie viel Wind kann mit der Windmaschine erzeugt werden? Wie funktioniert ein Wasserkraftwerk? Wie kann ich mit Schwerkraft-Kraftwerken Energie speichern?



NMBE / Nelly Rodriguez

INSTALLATIONEN (J1, J2, J3, J4, J5, J6)

Auf der Gegenwartsebene werden in verschiedenen Stationen Themen rund um fossile Brennstoffe aufgenommen und beleuchtet.



NMBE / Nelly Rodriguez



SCHICHTENWAND (S1 bis S6, T1, T2, T3)

Hier finden sich rund um die Ausstellung vertiefende Infografiken, Texte und Objekte. Zwei Kriechtunnel in der Schichtenwand bieten Kindern einen speziellen Erlebnisort.



NMBE / Nelly Rodriguez

INFOGRAFIKEN AUF DER SCHICHTENWAND

Beispiel einer Infografik auf der Schichtenwand, hier zur Altersbestimmung von Gesteinen. Eine Zusammenstellungen der Infografiken finden Sie im Anhang am Ende des Dossiers.



NMBE / Nelly Rodriguez



KRIECHTUNNEL (T2, T3)

Blick in einen der beiden Kriechtunnel.



NMBE / Nelly Rodriguez

SCHRANK MIT DIDAKTISCHEM MATERIAL

Hinter der Tür mit der Nummer 2 finden Sie das didaktische Material.



Didaktische Hinweise

Material und Methodik

Tipp

Die Kisten sind unterschiedlich kombinierbar, sodass auch für kurze Ausstellungsbesuche passende Aufträge zusammengestellt werden können. Die Beschränkung auf thematische Schwerpunkte wie Erdzeitalter oder Zukunftsvisionen ist ebenfalls möglich.

MATERIAL

Das Material befindet sich vor Ort im Schulschrank bei der Station «Spuren des Lebens» (J1), gut erkennbar an den Planetenkugeln und den Teleskopen.

Der Schlüssel für die Materialschränke ist an der Kasse erhältlich. Lehrpersonen nutzen das Material während des Besuches selbständig mit ihrer Klasse. Die Reservation des Materials erfolgt automatisch mit der Buchung eines Zeitslots für den Schulbesuch auf der Homepage des NMBE. Die Buchung eines Zeitslots ist zwingend notwendig.

ARBEITSWEISE

Die Materialien werden hauptsächlich in Gruppen bearbeitet. Die Gruppen betrachten jeweils unterschiedliche Themenbereiche der Ausstellung, d.h., Schülerinnen und Schüler bearbeiten nicht alle Themen. Ziel ist es, die Erkenntnisse und Ergebnisse der Gruppen jeweils in kleinen Präsentationen den anderen Gruppen vorgestellt werden. Kurzanleitungen für Präsentationen mit wichtigen Stichworten zum jeweiligen Thema liegen allen Kisten bei.

Die Aufträge und Hands-On-Materialien befinden sich in einzelnen thematischen Kisten. Mit diesen gehen die Gruppen in die jeweiligen Ausstellungsbereiche und bearbeiten die Aufträge eigenständig. In den Kisten finden sich mehrere Aufgaben. Es ist immer möglich, die vorgeschlagene Sozialform für eine Aufgabe anzupassen (z.B. Gruppen- als Paararbeit).

Vier Themenkisten behandeln die Erdgeschichte: Karbon (Kiste KA), Perm (Kiste PM), Jura (Kiste JU), Kreide (Kiste KR). Fünf Themenkisten betrachten Bereiche der Gegenwart und Zukunft: Erneuerbare Energien (Kiste EE), Leben und Wohnen (Kiste LW), Gesellschaft (Kiste GE), CO₂ versenken (Kiste SE), Plastik (Kiste PL).

Die Zeitangaben bei den Aufträgen sind grobe Richtwerte. Die Auftragslänge und Auftragsfülle ist nicht bei allen Koffern gleich. Die Erledigung der Aufgaben kann daher von Gruppe zu Gruppe und von Koffer zu Koffer variieren.

FLEXIBILITÄT

Nicht alle Aufträge einer Themenkiste müssen bearbeitet werden. Es besteht die Möglichkeit, nur einen Teil der Aufgaben zu bearbeiten, zwischen Sozialformen zu wechseln oder sich während eines Besuches z.B. nur auf die Erdgeschichte, Gegenwart oder Zukunft zu konzentrieren.

Bei begrenzter Zeit, kleineren Gruppen und dem Wunsch die Erdzeitalter mit der Zukunft zu verbinden, empfehlen wir folgende Kombination: zwei Erdzeitalter (Karbon, Perm, Jura) und zwei Zukunftsthemen, z.B. die Kombination Erneuerbare Energien (EE) und CO₂ versenken (SE) oder Leben und Wohnen (LW) und Gesellschaft (GE)

VORRAUSSETZUNGEN UND VORWISSEN

Es wäre gut, wenn die Lernenden minimale Kenntnissen zu folgenden Punkten mitbringen können:

- Was ist CO₂?
- Wie funktioniert der Treibhauseffekt?
- Wie wirkt sich der Klimawandel aus?
- Was sind erneuerbare und nicht erneuerbare Energien?
- Wenn möglich grober Überblick Kohlenstoffkreislauf.
- Unterschied zwischen Wetter und Klima.
- Erfahrungen in Gruppenarbeit.
- Erfahrungen in der Zusammenstellung von Ergebnissen für kleine Präsentationen.

Die Schülerinnen und Schüler brauchen für die Bearbeitung einiger Aufgaben ein Handy, um weiterführende Informationen aufrufen zu können.

Wir sprechen in den Unterlagen und den Aufträgen vereinfacht von CO₂-Konzentrationen statt CO₂-Äquivalent-Konzentrationen. Bei dieser Vereinfachung sind alle anderen Treibhausgase wie z.B. Methan oder Lachgas eingeschlossen.

Wir fokussieren uns in der Ausstellung auf die grossen Einflussträger, nicht auf individuelle Handlungsweisen wie «Licht löschen», «nicht fliegen» usw.. Alle Zahlen und Daten der Ausstellung beziehen sich auf globale Angaben. Die Datenquellen können mittels QR-Codes an den jeweiligen Standorten abgerufen werden.

IDEEN FÜR SPÄTERE UNTERRICHTSEINHEITEN

Die Fülle der Ausstellungsthemen ermöglicht keine tiefgehende Beschäftigung mit einzelnen Aspekten. Die Ausstellung verknüpft Themen und Bereiche und regt so zum Weiterdenken an. Die Ausstellung und die Aufträge bieten nicht «die perfekten Lösungen», um dem Klimawandel entgegenzutreten.

Aufgezeigt werden die schon vorhanden vielfältigen Möglichkeiten, den menschengemachten Klimawandel zu entschärfen. Diese Inputs bieten Anknüpfungspunkte für nachfolgende Arbeiten im Unterricht. Bei den einzelnen Auftragskarten bzw. Themeneinführungen werden diese Ideen aufgeführt.

Lehrplanbezug (Gym LP 17, ABU EBA und EFZ)

Die Themen betreffen die Ziele mehrerer Fächer. In der unten aufgeführten Liste sind Beispiele aufgelistet. Vor allem im Bereich Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) lassen sich die Themen nach dem Besuch fächerübergreifend weiter bearbeiten.

Biologie (Grundlagenfach)

– Gym1/Gym2

- Evolution: Eckdaten der Erdgeschichte kennen, Kenntnisse über Belege der Evolution (Fossilien), Kenntnisse über Belege der Evolution (Fossilien, Gym3).
- Ökologie: Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf Ökosysteme erarbeiten.

– BNE

- globale Zusammenhänge des Einflusses des Menschen auf Ökosysteme erkennen und verstehen.
- Auswirkungen lokalen Handelns auf globale Entwicklungen verstehen.
- Kohlenstoffkreislauf und Treibhauseffekt.

Chemie (Grundlagenfach)

– BNE

- Die Schülerinnen und Schüler werden ermutigt, ihren Umgang mit Roh- und Werkstoffen kritisch zu hinterfragen.
- Die kritische Betrachtung des eigenen Energieverbrauchs und seine Auswirkungen fördert die gezielte Auseinandersetzung mit verschiedenen Energieträgern (Bspw. Vor- und Nachteile von alternativen Energieträgern gegenüber fossilen Energieträgern).

Geschichte (Grundlagenfach)

– Gym3/Gym4

- Die Welt im 21. Jahrhundert: Einen vertieften Einblick in die Komplexität der Welt des 21. Jahrhunderts gewinnen (Völkerrecht, Ressourcen, Ökonomie und Ökologie).

– BNE

- Der Geschichtsunterricht ist explizit der politischen Bildung verpflichtet. Dabei steht neben der Vermittlung des systemrelevanten Wissens vor allem die aktive Auseinandersetzung mit aktuellen politischen Fragen im Zentrum. Aktiv in dem Sinne, dass die Schülerinnen und Schüler ihre Verantwortung und ihre Handlungsmöglichkeiten erkennen und reflektieren.

Geografie (Grundlagenfach)

– Gym1/Gym2

- Die Schülerinnen und Schüler beurteilen politische, marktwirtschaftliche, raumplanerische und technische Massnahmen zu globalen Schlüsselproblemen des 21. Jahrhunderts (z.B. Klimawandel, Rohstoffverknappung).
- Die Schülerinnen und Schüler diskutieren Massnahmen der Klimapolitik.
- Die Schülerinnen und Schüler erkennen Nutzungskonflikte und diskutieren aktuelle Konzepte für die Raumentwicklung in der Schweiz.
- Die Schülerinnen und Schüler setzen sich mit der Verfügbarkeit und Belastbarkeit von Boden, Wasser oder Luft für die heutige und die zukünftige Gesellschaft auseinander.

Biologie und Chemie (Schwerpunktfach)

– BNE

- ressourcenschonender Umgang mit Roh- und Werkstoffen
- Stoffkreisläufe und Recycling.
- kritische Betrachtung des eigenen Energieverbrauchs und alternative Energiegewinnung.

Wirtschaft und Recht (Schwerpunktfach)

– BNE

- nachhaltiges Wirtschaftswachstum.
- ethische Grenzen der Globalisierung.
- nachhaltige Nutzung der Produktionsfaktoren.
- ökonomische und ökologische Unternehmensstrategie.

ABU EBA und EFZ

– Schlüsselkompetenzen «Mein Lohn und meine Ausgaben»

- Konsumverhalten
- Freibereich Lernbereich Gesellschaft

– Schlüsselkompetenzen «Meine Sicherheit, mein Wohlbefinden»

- Quellen und Inhalte, Rezeption, Verhaltensmuster, Echokammern, Filterblasen, Standpunkte nachvollziehen, Mehrdeutigkeit
- Freibereich Lernbereich Gesellschaft (Politische Haltungen, Interaktionen, Präsentationen)

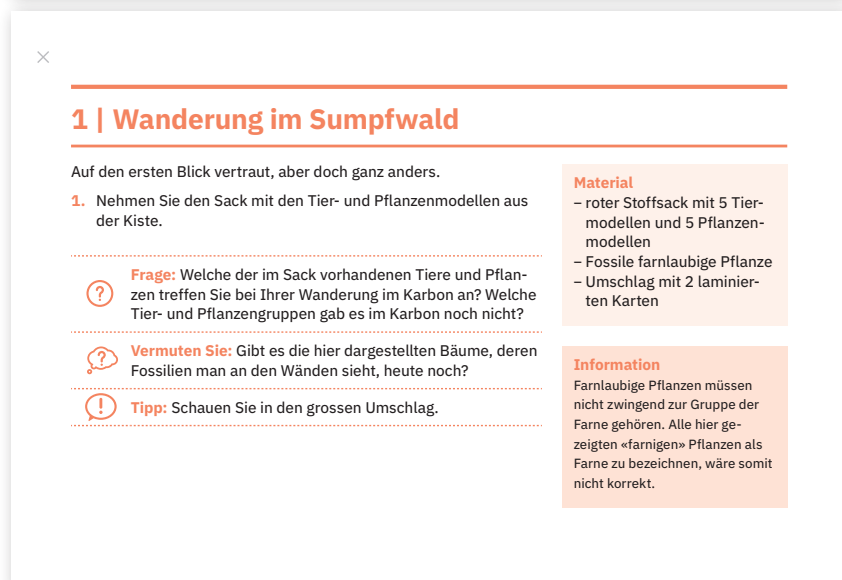


Auftragskarten

Die Bilder der Vorderseite stimmen die Schülerinnen und Schüler auf die Aufträge ein. Gleichzeitig finden sich hier neben dem Auftragsstitel Informationen zur Sozialform (hier Gruppenarbeit), zur Schwierigkeit (ein Stern = leicht, vier Sterne = schwer) und die Kistenbeschriftung (KA SEK II).

Tipp

Die Kisten enthalten mehrere Aufträge mit unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen. Ist die Zeit begrenzt, können nur einzelne Aufträge pro Kiste bearbeitet werden.



Auf der Kartenrückseite befinden sich die Anleitungen und die Aufträge sowie Materialauflistungen (heller Kasten) und Zusatzinformationen (dunkler Kasten).

Die Antworten zu den Fragen finden sich direkt in der Ausstellung, entweder in den Illustrationen und/oder im Ausstellungstext.

Bei Aufträgen «Vermuten Sie», «Ihre Meinung» werden Vermutungen und/oder Ansichten der Gruppe gesammelt. Die Aufgaben sind weniger eng geführt, holen Vorwissen ab und regen zu tieferen Überlegungen an. Überprüft werden die Vermutungen unter Zuhilfenahme des Zusatzmaterials und/oder der Ausstellungsinhalte. In manchen Fällen bleiben die Vermutungen bewusst offen. Sie können nicht richtig oder falsch beantwortet werden und bieten Stoff für weiterführende Arbeiten in der Klasse. Dies trifft vor allem auf Aufträge rund um den Klimawandel zu.

Tipps liefern weitere Inputs, bieten Hilfestellungen an und bilden so gestufte Aufgaben. Die Lösungen zu den Aufträgen sind jeweils im nachfolgenden Kartenteil notiert.

Ein Exemplar dieses Dossiers ist bei den Materialien vorhanden.



Plenumskarten



Die Plenumskarten sind für alle Kisten gleich aufgebaut. Die Ergebnisse der Aufgaben werden als Gruppe zusammengetragen. Eine Karte enthält sehr kurze Tipps für den Aufbau einer Präsentation. Auf einer weiteren Karte werden mittels Stichworten die Zielvorgaben für die zu präsentierenden Ergebnisse aufgelistet.



Präsentation der Ergebnisse

Überlegen Sie sich, wie Sie die Informationen Ihrer Aufgaben im Plenum präsentieren.

1. Einstieg - Worum geht es? Was war Ihre Aufgabe?
2. Struktur - Reihenfolge, Kernbotschaft
3. Material - Hands-On Material nutzbar?
4. Schlusspunkt setzen, Fragen



Präsentation der Ergebnisse – Erneuerbar Energie

Wofür brauchen wir Energie und wie können wir bei Energiehunger CO₂-Emissionen verringern? Was sind Ihre Erkenntnisse aus Ihren Aufgaben? Bringen Sie diese mit einer kleinen Präsentation ins Plenum ein. Möglichst alle Gruppenmitglieder sollen am Vortrag einbezogen werden. Die folgenden Stichpunkte können eine Hilfestellung sein.

1. Was war Ihre Aufgabe?
2. Wofür brauchen wir Energie? Welche Energiequellen nutzen wir?
3. Definition erneuerbare Energie, Frage Kernkraft
4. Einige Punkte aus dem Vergleich Aufwand und Kosten erneuerbarer und fossiler Energiequellen
5. Speichern
6. Ideen sind gefragt
7. ...

Ablaufplan

Kurzeinführung

Der hier vorgeschlagene Ablaufplan ist in vier Teile gegliedert (Gruppenarbeit 1, Plenum 1, Gruppenarbeit 2, Plenum 2).

Im ersten Teil sammeln die Gruppen Informationen aus den Erdzeitaltern und präsentieren die Ergebnisse im Plenum. Im Anschluss werden Aufträge rund um die Gegenwart und nahe Zukunftsvisionen bearbeitet und im Abschlussplenum besprochen.

In der Plenumskiste befindet sich eine Flagge mit einer Weltkarte. Auf dieser können die Ergebnisse der Gruppenarbeit während der Plenumspräsentationen gesammelt werden. Dazu können die Hands-on-Materialien aus den Koffern genutzt werden.

Zudem befinden sich in der Plenumskiste eine Waage und Material zum Wiegen. Mit diesem können Themen wie schwankende CO₂-Konzentrationen in der Erdgeschichte, CO₂-Emissionsvermeidung und CO₂-Versenkung veranschaulicht werden.

GROBER ZEITPLAN

Maximale Zeitdauer insgesamt (inklusive Pause)	185 min
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 / Abschluss	30-40 min

Raumreservation



LÄRMPEGEL IN DER AUSSTELLUNG

Mit dem gebuchten Zeitslot stellen wir sicher, dass sich jeweils nur eine Klasse in der Ausstellung befindet. Für alle anderen Besuchenden bleibt die Ausstellung zugänglich. Je nach Besuchendenandrang steigt der Lärmpegel in der Ausstellung.

Es besteht die Möglichkeit, Räumlichkeiten zu reservieren und für die Plenumsarbeiten zu nutzen. Diese befinden sich nicht auf dem gleichen Stockwerk. Zur Verfügung stehen das Geolabor im 2. OG im Altbau oder das Atelier im 1. OG im Altbau.

Die Materialien befinden sich auf Rollunterlagen, so können die Plenumsmaterialien in die Räume mitgenommen werden.

Über den QR-Code gelangt man zum Anmeldeformular.



Tabellarischer 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 erwählen 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 Wenn nicht alle Aufgaben bearbeitet werden sollen, Gruppen instruieren.	Plenum EA	4 Erdzeitalterkisten 5 Zukunftskisten Plenumskiste Unterlage Flagge Ratsche
0:15	35'	Verteilt auf die vier Kuben (Karbon, Perm, Jura, Kreide)	SuS Ablauf Arbeit 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 -SuS bereiten aus den Ergebnissen eine Minipräsentation vor, Anleitungskarten für den Vortrag sind in jedem Koffer vorhanden. Die Präsentation soll maximal 5 min dauern.		Kiste KA (Karbon) Kiste PM (Perm) Kiste JU (Jura) Kiste KR (Kreide)



ZEIT	DAUER	ORT	ABLAUF	SOZIALFORM	MATERIAL
0:50	30-40'	Fernrohr Mars	Plenum: Wissensaustausch rund um die Flagge der Erdkugel SuS: Präsentieren die Ergebnisse aus den Kuben (max. 5 min/Gruppe!), Hands-On Material aus den Koffern darf gezeigt werden. Gruppe Karbon: Stichworte Sumpfwälder, keine Säugetiere, kein Gras, keine Vögel, grösse Insekten und Pflanzen, Sauerstoffgehalt, Tracheen, Inkohlung, CO₂-Konzentration und Schwankungen im Karbon, was nutzen wir heute aus dem Karbon? Gruppe Perm: Stichworte Vulkanausbruch (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? (Bor-Isotope in Brachiopoden) Gruppe Jura: Stichworte Jurameer, Fossilien erkennen, abgesunkene Meerestiere, Kalkablagerungen, Kalk, Zement, Beton, CO₂ Speicher im Kalk Gruppe Kreide: Stichworte Meteoriteneinschlag (14 km, Yukatan Halbinsel Mexico), Dinosaurier, Abstammung Vögel (Armskelettvergleich Flugsaurier, Dinosaurier, Archäopteryx, Vögel), Fossilspuren lesen können, Säugetiere erlebten Aufschwung nach dem Aussterben der Dinosaurier (adaptive Radiation) Plenum: Diskussionspunkte Was nutzen wir aus den Erdzeitaltern? Was haben die Erdzeitalter mit uns heute zu tun? Was können wir aus den Erdzeitaltern lernen?	Plenum	Flagge Erde Unterlage



ZEIT	DAUER	ORT	ABLAUF	SOZIALFORM	MATERIAL
0:50	30-40'	Fernrohr Mars (Fortsetzung)	Optional oder als Gruppenarbeit: 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). Ausnahme im Karbon, im Perm, in der Kreide Karbon nachspielen: rechts einige grüne Steine, links Kohlenstoff (schwarze Kreise), im Verlauf des Karbons wird CO ₂ in Form von Kohle gespeichert (rechts mehr Pflanzen, links CO ₂ Kohlenstoff entfernen). Perm: Kippung des Systems; da kam das System aus dem Gleichgewicht links überwog massiv (links mehr Kohlenstoff und gelbe und orange Steine auflegen) Jura: Gleichgewicht Kreide: Meteorit – aus dem Gleichgewicht, pendelte sich aber wieder ein Wie sieht die Waage heute aus? SuS sollen ausprobieren. Wie bekommen wir das System wieder in ein Gleichgewicht, dass es allen Menschen ein Überleben auf der Erde ermöglicht? CO ₂ vermeiden CO ₂ aus der Atmosphäre entfernen Die Hoffnung nicht verlieren und ins Handeln kommen	Plenum	Waage mit diversen Holzmaterialien
1:20- 1:30	15'		Pause		
1:35- 1:45	5'	Fernrohr Mars	LP: Zukunftskisten verteilen, es können die gleichen Gruppen oder neu gemischte (Interessens-)Gruppen sein. SuS: Kisten Erneuerbare Energien EE, Leben und Wohnen LW, Gesellschaft GE, CO ₂ versenken SE, Plastik PL	Plenum	5 Zukunftskisten Kiste EE, Kiste LW Kiste GE, Kiste PL Kiste SE
2:10- 2:20	35'	Ausstellung	SuS: Arbeit in der gesamten Ausstellung Erstellen einer kleinen Präsentation aus den Ergebnissen.	GA	



ZEIT	DAUER	ORT	ABLAUF	SOZIALFORM	MATERIAL
2:40	30-40'	Fernrohr	Plenum: Ergebnisse aus den Gruppen vorstellen	Plenum	
2:50	Mars		EE: Was sind erneuerbare Energien? Wie Energie speichern? Wofür brauchen wir Energie? Vergleich Kosten EE und fossile Energie		
			LW: Leben in der Stadt, Visionen für neues Bauen, Nachhaltig bauen		
			PL: Vom Segen zum Fluch, Meinungsbildung, Plastikfreie Gesellschaft, neue Materialien		
			SE: Holz, Moor und Gestein als natürliche Senken, technische Senken (Carbon Capture Storage)		
			GE: Echogruppe, Befindlichkeit, Abstimmung, Hoffnung, Klimagerechtigkeit		
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?		
			Gibt es positive Visionen?		
			...		
			Zusammenpacken		

CO₂-Konzentrationen in der Erdgeschichte

Arbeiten mit der Waage im Plenum: CO₂-Variationen durchspielen

Im Plenumskoffer befinden sich eine Waage und Dosen mit verschiedenfarbigen geformten Holzbausteinen. Mit diesen können verschiedene CO₂-Konzentrationszustände nachgestellt werden. Diese Aufgabe kann auch als Gruppenarbeit genutzt werden.

Rote und gelbe Klötze stellen natürliche CO₂-Emissionsquellen dar, z.B. Vulkanausbrüche oder Feuer. Grüne Steine symbolisieren die CO₂-Versenkung mittels Photosynthese in Pflanzen. Blaue Steine stellen die CO₂-Versenkung in Gewässern (primär den Ozeanen) dar. Die CO₂-Versenkung durch Gesteinsverwitterung wird mit grauen Steinen symbolisiert. Schwarze Steine stellen Kohle dar.

Im natürlichen Gleichgewicht halten sich die CO₂-Emissionen durch Feuer und Vulkanausbrüche sowie die CO₂-Versenkung in Pflanzen, Gewässern und Steinen die Waage. Bei wenig gravierenden Ausschlägen auf die eine oder andere Seite bewegt sich das System immer wieder in ein Gleichgewicht zurück.



Natürliches Gleichgewicht: natürliche CO₂-Emissionen und CO₂-Versenkung.

Im Karbon sank die CO₂-Konzentration der Atmosphäre. Viel CO₂ wurde in abgestorbenem Pflanzenmaterial gespeichert. Weissfäule als Lignin abbauender Pilz war im Karbon noch nicht vorhanden. So wurde das abgestorbene Pflanzenmaterial nicht vollständig in den Kreislauf rückgepeist. Dadurch konnte viel CO₂ versenkt werden.



Im Karbon wurde CO₂ vermehrt in Kohle gespeichert, CO₂-Versenkung überwiegt.

Im Perm-Zeitalter überwiegen die CO₂-Emissionen deutlich. Durch einen lang andauernden Vulkanausbruch in Sibirien wurden gigantische Mengen an CO₂ und weiteren Treibhausgasen und Schwefelverbindungen freigesetzt. Zu Beginn konnten Gewässer und Pflanzen ihre Funktion als CO₂-Senken wahrnehmen. Doch die CO₂-Absorption im Wasser führte zu dessen starker Versauerung und zu verringerter CO₂-Absorption. Ähnliches gilt für die Einlagerung von CO₂ in Pflanzen. Die massigen klimatischen Veränderungen und viele Feuer reduzierten den Pflanzenwuchs. Daher stieg die CO₂-Konzentration im Perm rapide und massiv an. Die Emissionen überwiegen deutlich auf der Waage.



Im Perm steigen die CO₂-Emissionen massiv an und überwiegen.

Heute überwiegen die CO₂-Emissionen durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen ebenfalls und die CO₂-Konzentration der Atmosphäre steigt. Mit Autos, Fabriken und Häusern wird aufgezeigt, wofür wir Energie benötigen. Die Kohlestücke zeigen, dass wir diese Energie aus fossilen Brennstoffen gewinnen. Gewässer, Pflanzen und Gesteine können die Waage nicht im Gleichgewicht halten.



Die CO₂-Emissionen überwiegen aufgrund der Nutzung fossiler Energieträger.

Mit vermehrter Nutzung von erneuerbaren Energienquellen können wir die Nutzung fossiler Energiequellen – und damit die CO₂ Emissionen – verringern.



Die Nutzung fossiler Energiequellen produziert weiterhin einen CO₂ Überschuss.

Durch Anpassungen auf beiden Seiten der Waage können verschiedene Szenarien durchgespielt werden. Durch mehr Pflanzen kann die CO₂-Versenkung erhöht werden. Hier kann diskutiert werden, wie man dies bewerkstelligen könnte. Energienutzung durch besser geplante Mobilität könnte den privaten Verkehr reduzieren. In Zukunftsvisionen können immer mehr CO₂-Emissionen vermieden werden, z.B. durch konsequente Nutzung erneuerbarer Energiequellen.



Durch das Zusammenspiel nachhaltiger Massnahmen befindet sich die Waage fast im Gleichgewicht.

Das Ziel: Durch die weitere Verringerung von CO₂-Emissionen (z.B. beim Wohnungsbau, der Mobilität, der Produktion) und erhöhter Versenkung des CO₂ in natürlichen und technischen Senken soll die CO₂-Konzentration der Atmosphäre auf einen vorindustriellen Wert gesenkt werden





Erdzeitalter der Ausstellung

KARBON (vor ~359 -299 Millionen Jahren)

Grosse Teile der Erde waren mit Wald- und Sumpflandschaften bedeckt. Die bis zu 40 Meter grossen Bärlapppflanzen (Schuppenbäume, Siegelbäume), Schachtelhalme mit bis zu 20 Metern und farnlaubige Pflanzen waren weit verbreitet. Heutige Bärlapppflanzen und Schachtelhalme sind deutlich kleiner. Im Karbon entwickelten sich nacktsamigen Pflanzen (Gymnosperme). Zu den Nacktsamern gehören z.B. Koniferen oder Ginkos. Gras, Laubbäume oder Blumenwiesen gab es im Karbon noch nicht.

Die abgestorbenen Pflanzenteile der Wälder verrotteten unter den im Karbon herrschenden Bedingungen schlecht. Weissfäule, ein das Lignin im Holz abbauender Pilz, trat im Karbon noch nicht auf. So entstand aus den Überresten der Pflanzen im Laufe der Zeit Kohle (Prozess der Inkohlung).

Die Inkohlung entzog der Atmosphäre grosse Mengen an CO₂. Die CO₂ Werte sanken während des Karbons drastisch ab und die Temperaturen sanken. Gleichzeitig erreichten die Sauerstoffwerte der Atmosphäre mit bis zu 35 % Höchstwerte.

Amphibien und erste Reptilien waren im Sumpfwald anzutreffen. Geflügelte Insekten traten im Karbon wohl erstmals auf. Einige von ihnen, z.B. die Libelle Meganeura, erreichten Spannweiten von bis zu 70 cm. Der hohe Sauerstoffgehalt ermöglichte unter anderem das Grössenwachstum der Insekten.

Im Karbon begann die Bildung der Grosskontinents Pangaea.

PERM (vor~299 bis 252 Millionen Jahren)

Der Grosskontinent Pangaea erreichte im Perm die maximale Ausdehnung. Ablagerungen verraten, dass das Klima wohl in grossen Gebieten trocken und wahrscheinlich recht kühl war.

Waren Vertreter der Amphibien im vorangegangenen Karbon noch die dominanten Gruppen, nahm ihr Anteil im Perm massiv ab. Häufiger wurden verschiedene Amniota (Amnion ist eine zusätzliche Eihaut), z.B. verschiedene reptilienartige Lebewesen.

Die trocken-resistenteren Nacktsamiger Arten lösten die Schachtelhalme und Bärlappe des Karbons ab.

Das Perm endete mit einem der grössten Massensterben: An Land starben geschätzt 95 % der Lebewesen, im Meer wohl über 75 % aller Lebewesen aus.

Ausgelöst wurde das Massensterben durch einen gigantischen Vulkanausbruch im heutigen Sibirien. Seine Ablagerungen sind als Sibirischer Trapp bekannt. Über viele tausende von Jahren wurden Lava, CO₂ und Schwefelverbindungen ausgestossen, diese führten zu einem massiven Klimawandel und verursachten damit das Massensterben.

JURA (vor ~201-143 Millionen Jahren)

Der im vorangegangenen Trias begonnene Zerfall von Pangaea setzte sich fort. Wärmere und kältere Phasen wechselten sich ab.

Die Nacktsamer mit Mammutbäumen und Kiefern waren ein wichtiger Bestandteil der Flora. An Land begann die erste Blütezeit verschiedener Vertreter der Dinosaurier: z.B. *Allosaurus*, *Diplodocus* oder *Compsognathus*. In den Meeren schwammen Ichthyosaurier (Fischsaurier), Plesiosaurier (Paddelechsen) und Meereskrokodile neben Ammoniten. Am Ende des Juras zog *Archäopteryx* in der Luft seine Bahnen.

Weite Teile Europas waren von einem Meer bedeckt. Die Ablagerungen dieses Meeres bilden heute z.B. das Jura-Gebirge. Die Kalkablagerungen entstanden aus den Kalkschalen ehemaliger Meeresbewohner. Bei der Bildung der Kalkschale wurde CO₂ eingelagert. Heute nutzen wir diesen Kalk für die Betonherstellung. So wird das vor über 150 Millionen eingelagerte CO₂ wieder freigesetzt.

Kreide (vor ~143-66 Millionen Jahren)

Die Trennung der Kontinente setzte sich fort, das Klima war gleichmässig warm.

Viele bekannte Dinosauriervertreter lebten in der Kreide: *Ankylosaurus*, *Triceratops*, *Tyrannosaurus*, *Iguanodon* und viele mehr. Erste Vogelgruppen entwickelten sich.

Säugetiere zeigten eine grössere Vielfalt. *Eomaia* ist ein früher Vertreter der Plazentatiere.

Blütenpflanzen entwickelten sich in der Kreide. Erste Laubgewächse traten auf (z.B. Ahorngewächse).

Der Einschlag eines Meteoriten von ca. 14 km Durchmesser auf der mexikanischen Halbinseln Yucatán verursachte am Ende der Kreide ein weltweites Massensterben. Der halb an Land, halb im Wasser liegende Einschlagkrater (Chicxulub-Krater) weist heute noch einen Durchmesser von ca. 180 km auf.

Themenkiste Karbon

Kofferinhalt und Lösungen



Kofferinhalt

- Umschlag mit Auftragskarten
 - **1 | Wanderung im Sumpfwald**
 - **2 | Fluch der Vergangenheit**
 - **3 | Üppiges Pflanzenwachstum**
 - **4 | Früher gross, heute klein**
 - **5 | Präsentationsanleitung**
- 5 Kisten mit Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle und Koks
- Modell Libelle
- Massband (70 cm)
- Umschlag mit gepresstem Bärlapp und Schachtelhalm
- Stoffsack (für Modelle)
- 5 Tiermodellen (Kakerlake, Tapir, Geier, Dachs, Eidechse)
- 5 Pflanzenmodellen (Blüten Hahnenfuss, Eichenlaub, Brombeeren, Farn, Gras)
- Fossil farnlaubige Pflanze

Lösungen

– 1 | Wanderung im Sumpfwald

- Es gab kein Gras, keine Blütenpflanzen, keine Säugetiere, keine Vögel.
- Ja, Bärlappe und Schachtelhalme gibt es heute noch, einfach viel kleiner, gepresste Beispiele liegen bei.

– 2 | Üppiges Pflanzenwachstum

- CO_2 ist ein Grundstoff der Photosynthese, ein hoher CO_2 -Gehalt kann die Photosynthese steigern.
- Im Karbon wurde viel CO_2 in den Pflanzen des Sumpfwaldes versenkt. So wurde der Atmosphäre CO_2 entzogen.
- Wie die Photosyntheseformel zeigt, braucht es auch Wasser für eine gut funktionierende Photosynthese. Weitere Beispiele wären z.B. Stickstoff und Phosphor, welche vielfach als Dünger eingesetzt werden.
- Negative Auswirkungen des Klimawandels: Wassermangel durch Dürre und erhöhte Verdunstung bei Hitze, Bränden, Stürmen, Überschwemmungen. Parasiten können sich in geschwächten Pflanzen besser ausbreiten. Allenfalls positive Auswirkungen von erhöhter CO_2 -Nutzung von Pflanzen in der Photosynthese heben sich so langfristig auf.
- Nein, die Flächen sind anderweitig belegt z.B. durch Städte und Landwirtschaft.

– 3 | Fluch der Vergangenheit

- Aufsteigende Reihenfolge: Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Koks
- Lösungswort INKOHLUNG
- Wir nutzen die Pflanzen der Kohlesümpfe heute als einen der fossilen Brennstoffe in Form von Kohle.
-

– 4 | Früher gross, heute klein

- Der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre war im Karbon viel höher als heute. So konnte trotz der Atmung mittels Tracheen immer noch genügend Sauerstoff ins Innere der Tiere transportiert werden.

– Präsentationsanleitung – mögliche Zielvorgaben

- kurze Beschreibung des Erdzeitalters (Name, Was gab es noch nicht?)
- CO_2 als Dünger (negativer Einfluss des Klimawandels, Wassermangel, Unwetter, fehlende Nährstoffe...)
- Sumpfwald des Karbons nutzen wir heute zur Energiegewinnung in Form von Kohle.
- Im Karbon war der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre viel höher. Daher konnten Insekten grösser werden.

1 | Wanderung im Sumpfwald

Eintauchen in das Zeitalter

Im Sumpfwald des Karbons begegnen wir 70 cm grossen Libellen, über 2 m langen Tausendfüssern, Amphibien und ersten Reptilien. Vögel, Säugetiere und Gräser gab es in diesem Zeitalter noch nicht. Die Bäume des Karbons gibt es noch heute: Schachtelhalme und Bärlappe. Allerdings sind sie viel kleiner als ihre Vorfahren aus dem Karbon.



1 | Wanderung im Sumpfwald

Auf den ersten Blick vertraut, aber doch ganz anders.

1. Nehmen Sie den Sack mit den Tier- und Pflanzenmodellen aus der Kiste.



Frage: Welche der im Sack vorhandenen Tiere und Pflanzen treffen Sie bei Ihrer Wanderung im Karbon 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

Information

Farnlaubige Pflanzen müssen nicht zwingend zur Gruppe der Farne gehören. Alle hier gezeigten «farnigen» Pflanzen als Farne zu bezeichnen, wäre somit nicht korrekt.

2 | Üppiges Pflanzenwachstum

Pflanzen brauchen CO₂ – ist CO₂ ein Dünger?

Eine höhere CO₂-Konzentration in der Luft kann für Pflanzen günstig sein (ein Ausgangsstoff für die Photosynthese). Wasser und Nährstoffe werden ebenfalls benötigt. Die Aussage, CO₂ sei ein Pflanzendünger, wird auch in der Gerüchteküche aufgenommen (W3). Für einen Wald wie im Karbon haben wir heute auf der Erde nicht genügend Platz.



2 | Üppiges Pflanzenwachstum

Eine höhere CO₂-Konzentration in der Luft kann sich günstig auf das Pflanzenwachstum auswirken.

-  **Vermuten Sie:** Stimmt die obige Aussage? Wieso könnte sich eine hohe CO₂-Konzentration in der Luft günstig auf das Wachstum von Pflanzen auswirken?
-  **Tipp:** Photosynthese-Gleichung: $12 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
-  **Tipp:** Schauen Sie vor dem Kubus beim Baum nach.
-  **Vermuten Sie:** Zu Beginn des Karbons lag die CO₂-Konzentration der Luft bei ca. 1000 ppm, am Ende des Karbons bei ca. 150 ppm. Wohin verschwand das ganze CO₂?

2 | Üppiges Pflanzenwachstum

Wenn Pflanzen im Karbon so gut wuchsen, dann müssten höhere CO₂-Konzentrationen in der Luft doch heute für Pflanzen fast wie ein Dünger funktionieren.

-  **Vermuten Sie:** Neben der CO₂-Konzentration in der Luft, 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?
-  **Vermuten Sie:** Könnte heute auf der Erde ein Sumpfwald wie im Karbon wachsen? Begründen Sie Ihre Antwort.

Nahrungsmittelqualität

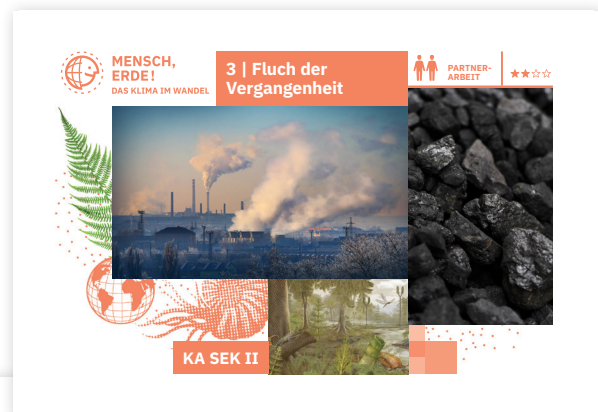
In Studien konnte gezeigt werden, dass bei einigen Pflanzen das Wachstum mit höherem CO₂-Gehalt zwar zeitweise zunahm, die Nährstoffqualität der Lebensmittel aber deutlich abnahm.



3 | Fluch der Vergangenheit

Was hat das Zeitalter mit uns zu tun?

Die Kohlesümpfe nutzen wir heute als fossile Energiequelle. Bei der Verbrennung von Kohle setzen wir die im Karbon eingelagerten CO₂ Mengen wieder frei. Deren Einlagerung führte im Karbon zu einer Abkühlung, die heutige Freisetzung zu einer Erwärmung der Erde. Der Prozess der Kohleentstehung wird als Inkohlung bezeichnet.



3 | Fluch der Vergangenheit

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 von über 1000 ppm auf 100-150 ppm. Die Erde kühlte sich dabei 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.



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



Frage: Die grossen Sümpfe des Karbons sind auch heute allgegenwärtig. Wie nutzen wir diese Sümpfe heute?

Material

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

Der Einfluss von Pilzen

Das pflanzliche Material konnte im Karbon nicht gut verrotten. Pilze (Weissfäule), die heute das Lignin der Pflanzen abbauen, gab es damals noch nicht. Verglichen mit heute wurde so mehr Kohlenstoff eingelagert und nicht durch Verrottung wieder in den Kohlenstoff-Kreislauf eingebracht.

4 | 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.



4 | Früher gross, heute klein

Bei Ihrer Wanderung durch den Karbonwald werden Sie von grossen Insekten umschwirrt. Heutige Insekten jedoch 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

4 | Früher gross, heute klein – Lösung

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 Sauerstoff-Konzentrationen wird mit den Pumpbewegungen genügend Sauerstoff in den Körper gleitet, um richtig gross werden zu können.

Bei Konzentrationen wie heute reicht es nur für kleinere Körpergrössen.

Wissens-Tipp

Während der Kreide war die Sauerstoff-Konzentration in der Luft ebenfalls hoch. Trotzdem waren die Insekten eher klein.

Man nimmt an, dass die Konkurrenz und der Räuberdruck durch neu aufkommende Gruppen wie Fledermäuse und Vögel ihnen das Leben schwer machte. Dieser Druck führte zu kleineren Körpergrössen.

Themenkiste Perm

Kofferinhalt und Lösungen



Kofferinhalt

- Umschlag mit Auftragskarten
 - **1 | Alles wird anders...**
 - **2 | Todeszonen**
 - **3 | Vergangenheit zeigt Zukunft?**
 - **4 | Woher weiss man das alles?**
 - **5 | Präsentationsanleitung**
- Lavastück
- 2 Würfel mit Daten in UV-Schrift (Aussterberaten: Wasser 95 %, Land 75 %)
- kleine UV-Lampe
- Sack mit Atemmaske
- Flasche mit Essig (Hinweis saure Meere)
- Flasche mit grünem Wasser (Hinweis umgekippte Gewässer)
- zwei Bilder (toter Fisch, Schädel)
- Fossilien von Brachiopoden und Muscheln (Unterschiede erkennen)

Lösungen

– 1 | Alles wird anders...

- Die grünen Lebensräume mit Tieren wie unserem entfernten Vorfahren Dimetrodon verwandelten sich in tote Landschaften. Gewässer kippten um, Feuer verwüsteten die Gegenden und Lava bedeckte das Land.
- Heutige Vulkanausbrüche sind im Ausmass viel geringer und sehr viel kürzer.

– 2 | Todeszonen

- Atemmaske = giftige Gase durch den Ausbruch
- Essigflasche = Versauerung der Gewässer durch gelöstes CO₂
- grüne Flasche = Algenwachstum und Sauerstoffmangel in Gewässern.
- Würfel = 95 % Aussterberate im Wasser, 75 % Aussterberate an Land

– 3 | Woher weiss man das alles?

- Durch die chemische Analyse der Kalkschalen von Brachiopoden (Armfüßler) können Aussagen über die CO₂-Konzentration der Atmosphäre gezogen.

– 4 | Vergangenheit zeigt Zukunft?

- Der Vulkanausbruch produzierte sehr viel höhere Treibhausgasemissionen, als wir heute bei uns messen können. Gegen eine solche Naturkatastrophe hat man keinen Handlungsspielraum, gegen den menschengemachten Klimawandel können wir sehr wohl vorgehen. Die Ereignisse im Perm zeigen auf, was ansteigende Treibhausgase für Auswirkungen haben. Sie liefern sozusagen ein Drehbuch möglicher Ereignisse.

– Präsentationsanleitung – mögliche Zielvorgaben

- 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

Massive und langandauernde Vulkanausbrüche lösten vor ca. 250 Millionen Jahren eines der grössten Massensterben der Erdgeschichte aus. Der Ausbruch dauerte mehrere tausend Jahre und produzierte grosse Mengen Lava. Als Ursache wird ein Mantelplume angenommen. Die Lava des Ausbruchs bildete den Sibirischen Trapp. Dabei handelt es sich um ein riesiges, von vielen Lava-schichten bedecktes Gebiet. Auch nach Millionen von Jahren der Erosion haben die Schichten noch eine Mächtigkeit von mehr als 3 km Höhe.



1 | Alles wird anders...

Im Perm veränderte sich die Erde gravierend. Der Wandel war global und langwirkend. Forschende vermuten, dass verschiedene Lebensräume der Erde mehrere Millionen Jahre brauchten, um sich von den Veränderungen 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?

2 | Todeszonen

Wie genau veränderte sich die Umwelt?

Der Ausbruch des Plumes pumpte ungeheure Mengen an Schwefelverbindungen, Methan und CO₂ in die Atmosphäre. Die Gase vergifteten die Luft (Atemmaske), führten zu einer massiven Erwärmung, zu Bränden, Versauerung der Gewässer (Essig), Algenwachstum und Sauerstoffmangel in Gewässern (grüne Flasche). Folge war eines der grössten Massensterben der Erdgeschichte. Geschätzt 95 % aller Wasserlebewesen (Fisch) und ca. 75 % aller Landlebewesen starben (Schädel) aus. Diese Zahlen sind auf den Würfeln unter UV-Licht sichtbar.



2 | Todeszonen

Welche Ereignisse wurden durch das Ausgangsereignis in Gang gesetzt? Wie konnte das Ereignis die Umwelt so massiv verändern?

1. Nehmen Sie die Objekte aus der Kiste für die Erklärungen zur Hilfe. 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? Notieren Sie zu den Flaschen, der Maske, den Bildern und der Lava, was diese über die Veränderungen im Perm aussagen könnten.



Frage: Mit dem Leben wurde gewürfelt, was war das Ergebnis? Nehmen Sie Würfel und die UV-Lampe zur Hilfe.

Material

– 2 Flaschen, Maske, Bild, Lava, 2 Würfel, UV-Lampe

3 | Woher weiss man das alles?

Brachiopodenfossilien als Klimaindikatoren

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.



3 | Woher weiss man das alles?

Die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre schwankte im Laufe der Erdentwicklung stetig. Auch im Perm. Hier stieg die CO₂-Konzentration von zu Beginn wenigen hundert ppm auf über 3000 ppm an.

Frage: Wie kann man über so lang zurückliegende Zeiten etwas über den CO₂-Konzentrationen aussagen?

Tipp: Das kleine Fossil auf der Vorderseite und die Versteinerungen in der Kiste geben Ihnen einen Hinweis.

Material

– Fossilien (Brachiopoden)

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.

3 | Woher weiss man das alles? Zusatzinformationen

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. Je höhere die gemessenen Anteile von 11-Bor in den Fossilien, desto niedriger der pH-Wert des Wassers.

Grosse Wasserkörper sind CO₂-Speicher. CO₂ löst sich im Wasser, es entsteht Kohlensäure und das Wasser wird saurer. So kann indirekt über die Bor-Isotope in den Schalen der Brachiopoden, ein Rückschluss auf die CO₂-Konzentration in der Luft und über das Klima eines Erdzeitalters getroffen werden.

4 | Vergangenheit zeigt Zukunft?

Was können wir aus dem Perm lernen?

Die Veränderungen im Perm kommen uns in vielen Bereichen bekannt vor. So bemerkt man auch heute eine Versauerung der Meere, häufiger auftretendes Algenwachstum, eine Erderwärmung, mehr Brände, Dürre und Veränderungen in vielen Ökosystemen.



4 | Vergangenheit zeigt Zukunft?

Die Ereignisse des Perm erinnern an heutige Schlagzeilen: Versauerung der Meere, Erderwärmung, Dürre, häufige und grosse Feuer.

Zeigen die Ereignisse im Perm, was uns bevorsteht?



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



Ihre Meinung: Was können wir aus den Ereignissen während des Perms lernen?

Themenkiste Jura

Kofferinhalt und Lösungen



Kofferinhalt

- Umschlag mit Auftragskarten
 - **1 | Schwimmen mit ...**
 - **2 | Todeszonen**
 - **3 | Aus altem Meeresboden wird?**
 - **4 | Beton**
 - **5 | Präsentationsanleitung**
- Fossilien (Ammonit, Belemnit, Seeigel)
- Abgüsse (Haifischzahn, Fischeurierwirbel, Seelilie)
- Modelle (Hai, Belemnit, Ammonit, Fischeurier, Seestern)
- Stück Jurakalk
- Zementblock
- Betonkreis

Lösungen

– 1 | Schwimmen mit...

- Lösungswort BETON
- Seelilien = Tiere, verwandt mit Seeigeln und Seesternen

– 2 | Kalkstein des Juras

- Jurakalk besteht aus den Kalkschalen von Meereslebewesen.
- CO₂

– 3 | Aus altem Meeresleben wird?

- Durch die chemische Analyse der Kalkschalen von Brachiopoden (Armfüßer) können Aussagen über die CO₂-Konzentration der Atmosphäre gezogen werden.

– 4 | Beton

- von 488 Megatonnen Beton (1930) auf 28'418 Megatonnen (2020)
- Stadtgebiet von Bern bis zur Höhe des Münsters

– Präsentationsanleitung – mögliche Zielvorgaben

- 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 Sie im Jurameer begegnet?

In einem tropischen Meeresparadies im Jura-Zeitalter blühte das Leben. Paddleleichen und Fische gingen auf die Jagd. Riffe aus Korallen und Schwämmen bedeckten den Boden. Ammoniten, Muscheln, Seeigel und vielen weiteren Lebewesen würde man bei einem Tauchgang begegnen. Bei den Seelilien wäre man sich vielleicht nicht sicher: Ist es ein Tier oder eine Pflanze?

Seelilien mögen wie Pflanzen aussehen, sind aber Tiere und mit Seesternen und Seeigeln verwandt.



1 | Schwimmen mit...

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

1. Nehmen Sie die 5 Schachteln, den Abguss Nr. 1 und die Modelle aus dem Sack aus dem Koffer. Legen Sie Gummitiere gemäss ihren Nummern in eine Reihe.



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



Überprüfen: Prüfen Sie Ihre Lösung. Wie lautet das Lösungswort?



Frage: Nehmen Sie den weissen Abguss einer Seelilienkrone (Nr. 1) aus dem Koffer. Was für ein Lebewesen ist eine Seelilie? Welche Lebewesen sind die nächsten Verwandten? Suchen Sie dazu an der Wand die Fossilien M und K.

Material

- fünf Kisten mit Fossilien
- Sack mit 5 Modellen
- weisser Seelilien-Abguss

Riffe im Jura

Im Jura gab es neben Schwammriffen auch Korallenriffe. Letztere waren aber weniger häufig und bevorzugten, im Gegensatz zu den Schwammriffen, die wärmeren Flachwasserzonen.

2 | Kalkstein des Juras

Woraus besteht der Jura?

Meereslebewesen bauten aus CO₂ und Kalk ihre Gehäuse auf. Aus diesen Gehäusen besteht der Jurakalk und damit das Juragebirge. Im Jurakalk ist somit CO₂ gespeichert bzw. versenkt.



2 | Kalkstein des Juras

Das Jura-Zeitalter erhielt seinen Namen vom Juragebirge. Das Gebirge entstand im Jurameer. Nehmen Sie das Stück Kalkstein (Nr. 2) aus dem Koffer.

Material
– Kalksteinstück aus dem Jura

-  **Frage:** Woraus besteht der Jurakalk und damit das Juragebirge?
-  **Frage:** Im Kalkstein des Juras ist ein Stoff eingeschlossen, der heute in aller Munde ist. Um welchen 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 Juraergebirge wird in Steinbrüchen Kalk abgebaut, der zu Zement weiterverarbeitet wird. Dabei wird viel Energie genutzt und das im Kalk versenkte CO₂ wird wieder freigesetzt. Zement ist ein wesentliches Element für die Betonherstellung. Eine Infografik zur Betonherstellung befindet sich im Anhang.



3 | Aus altem Meeresleben wird...?

Pro Jahr werden in der Schweiz über 5 Millionen Tonnen Kalk und Mergel abgebaut. 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

Die Betonproduktion wuchs zwischen 1930 und 1960 um den Faktor 4,4. Zwischen 1960 und 1990 um den Faktor 3,7 und von 1990 bis 2020 um den Faktor 3,6. Die CO₂-Emissionen stiegen in ähnlichem Mass an.

- 1930: 488 Megatonnen Beton, 30 Mt CO₂
- 1960: 2'136 Mt Beton, 157 Mt CO₂
- 1990: 7'830 Mt Beton, 494 Mt CO₂
- 2020: 28'418 Mt Beton, 1'633 Mt CO₂



4 | Beton

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

1. Gehen Sie zur Aussenseite des Kubus.

? **Frage:** Wie stark stieg der Betonverbrauch zwischen 1930 und 2020?

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

Themenkiste Kreide

Kofferinhalt und Lösungen



Kofferinhalt

- Umschlag mit Auftragskarten
 - **1 | Wandern mit Dinosauriern**
 - **2 | Ein Ende mit Schrecken**
 - **3 | Die Sache mit den Vögeln**
 - **4 | Stete Gefahr?**
 - **5 | Präsentationsanleitung**
- Sack mit Modellen (Flugsaurier, Dinosaurier, *Archäopteryx*, Vogel)
- Sack mit Modellen von (*Triceratops*, *T. rex*, *Neovenator*)
- Bildkarten Skelette Dinosaurier, *Archäopteryx*, Flugsaurier, Vogel)

Lösungen

– 1 | Wandern mit Dinosauriern

- Fussabdruck eines Raubosauriers
- Grösse, Bewegungsmuster, Geschwindigkeit, Einzeltiere, Herdentiere

– 2 | Ein Ende mit Schrecken

- Meteoriteneinschlag
- Staub in der Atmosphäre führte zu einer Klimaveränderung, Massensterben
- Säugetiere
- Klein, wahrscheinlich unspezialisiert und damit weniger anfällig bei Umweltveränderungen, warmblütig

– 3 | Ausgestorben?

- Die Aussage stimmt.
- Verwandtschaftsreihe: Raubosaurier, Archäopteryx, Vögel; Flugsaurier gehören nicht in die Reihe

– 4 | Meteorit

- Grosse Meteoriten werden die Erde sicher wieder treffen.
- Die Menschheit wird es vermutlich nicht mehr erleben.

– Präsentationsanleitung – mögliche Zielvorgaben

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

1 | Wandern mit Dinosauriern

Lebewesen der Kreidezeit

Neben bekannten und weniger bekannten Dinosauriern wie dem *Tyrannosaurus rex* und dem *Triceratops* oder *Neovenator* lebten im Zeitalter der Kreide Flugsaurier, erste Vögel und Säugetiere.



1 | Wandern mit Dinos

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 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: dem in der Vitrine gezeigten Kothaufen. Auch nach langer Zeit geben diese Fossilien die Ernährungsgewohnheiten der verursachenden Tiere preis. Zerbissene Knochenstückchen weisen auf einen Fleischfresser hin.

2 | Ein Ende mit Schrecken

Wie endete die Kreidezeit?

Der rund 14 km mächtige Meteorit, der bei der heutigen Halbinsel Yucatán in Mexiko einschlug, führte zu Schockwellen, Feuerstürmen und Tsunamis. Wälder standen in Flammen, Stürme fegten über die Erde, vom Himmel regnete Schwefelsäure, die Ozeane in Todeszonen verwandelte. Gleichzeitig wurden riesige Mengen pulverisiertes Gestein in die Atmosphäre geschleudert. Es wurde weltweit für Jahre dunkel und kalt.



2 | Ein Ende mit Schrecken

Das Zeitalter der Kreide endete abrupt. Nicht nur die Dinosaurier, welche 180 Millionen Jahre die Erde bevölkerten, waren betroffen. Vermutlich starben 75 % aller Arten der Kreide-Zeit aus.

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

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

? **Frage:** Vor allem eine Gruppe erlebte 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.

Adaptive Radiation

Aus einer, meist wenig spezialisierten Art, entwickeln sich in kurzer Zeit viele verschiedene Arten. Oft sind letztere stärker spezialisiert als die Ausgangsart.

3 | Ausgestorben?

Vögel als die letzten Dinosaurier

Die Armskelette verraten es: Vögel sind kleine Dinosaurier. Man kann eine Verwandtschaftsreihe von den Raubsauriern, über *Archäopterix* bis hin zu den Vögeln aufstellen.

Das Armskelett der Flugsaurier ist gänzlich anders aufgebaut und zeigt eine andere Entwicklungslinie an. Das Fliegen hat sich mehrfach in unterschiedlichen Tiergruppen entwickelt (Analogie).



3 | Ausgestorben?

In der Ausstellung finden Sie die Aussage, dass Dinosaurier nicht ausgestorben sind, da die Vögel als Dinosaurier gelten.

Ihre Meinung: Wie beurteilen Sie die oben gestellte Aussage bezüglich Dinosauriern und Vögeln?

Vermuten Sie: Nehmen Sie die Gummitiere (1-4) und stellen Sie diese in einer Verwandtschaftsanordnung auf. Wie sieht Ihre Anordnung aus? Begründen Sie Ihre Einteilung.

Überprüfen Sie: Nehmen Sie die Skelettbilder zur Hand. 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

2025: In der Nähe der Erde sind Tausende kleiner Himmelskörper – Asteroiden – bekannt. Davon sind nur ein paar hundert gross genug, um bei einem Einschlag weltweiten Schaden anzurichten. Auf Kollisionskurs befindet sich keiner. Allerdings können Kometen überraschend auftauchen. Trotzdem: So grosse Treffer sind selten und die Menschheit wird wohl keinen erleben.



4 | Stete Gefahr?

Auf der Erde zeugen unzählige Meteoritenkrater von den vielen Einschlägen, die unser Planet erlebte. Im Internet auffindbare Listen mit Aufzählungen von Einschlagkratern sind eindrücklich. Einer der nächstgelegenen bekannten Krater ist das Nördlinger Ries in Süd-Deutschland. Hier schlug vor ca. 14 Millionen Jahren ein 1,5 km grosser Asteroid ein. Die Spuren sind aus der Luft immer noch gut erkennbar.

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

 **Tipp:** Falls Sie einen Blick auf Meteoriten werfen wollen: Sie finden einige im 1. UG bei der Ausstellung «Steine der Erde».

AUFGABEN ZUM KLIMAWANDEL

Themenübersicht

Zur Bearbeitung der Themen rund um die Gegenwart und den Klimawandel stehen 5 Themenkisten zur Verfügung. Nicht alle Kisten müssen genutzt werden. Es hat immer mehrere Auftragskarten in jeder Kiste. Die Aufträge pro Kiste sind so konzipiert, dass sie auch ohne den vorgeschalteten Erdzeitalterteil bearbeitet werden können.

Werden die Themen Erdzeitalter und Klimawandel in einem Besuch behandelt, empfehlen wir eine Auftragsauswahl oder kleinere Gruppengrößen.

In allen Kisten werden die Themen mit Zusatzmaterialien, über die Ausstellung hinausgehenden Informationen ausgeweitet. So sollen Anregungen für weiterführende Arbeiten in der Schule geliefert werden. Das Ziel ist, positive Beispiele, laufende Forschungen und Neuerungen aufzuzeigen.

Viele Aufgaben sind offen formuliert. Es geht nicht immer um «richtig oder falsch», vielmehr um neue Denkanstösse und spannende neuere Entwicklungen.

Aus der Fülle von Informationen haben wir hier beispielhaft die Helmholtz-Forschungsseite aufgelistet. Hier finden sich viele Beiträge rund um den Klimawandel und die dazu laufenden aktuelle Forschungen.

Informationstipps

- <https://www.bafu.admin.ch/de/klimastrategie-2050>
- <https://www.aboutswitzerland.eda.admin.ch/de/energie>
- <https://www.helmholtz-klima.de>
- <https://www.helmholtz-klima.de/klimawissen#o=search&bundle=factsheet>
- <https://www.helmholtz-klima.de/faktist>

ERNEUERBARE ENERGIEN (EE)

In dieser Kiste geht es um die Möglichkeiten, mit erneuerbaren Energiequellen die CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Die Lernenden werden aufgefordert, ihre eigene Energienutzung zu notieren und sie anschliessend mit der Nutzung von fossilen Brennstoffen, und damit der CO₂-Emission, in Beziehung zu setzen.

Verschiedene Methoden zur Energiespeicherung werden angesprochen. Erneuerbare und fossile Energiequellen werden in Bezug auf Kosten und Nutzen miteinander verglichen.

Die Lernenden werden zudem aufgefordert, sich neue Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Energiequellen zu überlegen.

Informationstipps

- **C. Holler, J. Gaukel, H. Lesch, A. Kleidon (2026)** *Unser Energieverbrauch zum Verstehen und Mitreden*, C. Bertelsmann
- **C. Holler, J. Gaukel, H. Lesch, F. Lesch (2021)** *Erneuerbare Energien zum Verstehen und Mitreden*, C. Bertelsmann; auf www.klimawandel-schule.de ist passendes Unterrichtsmaterial vorhanden.

LEBEN UND WOHNEN (LW)

Wie können sich Städte an den Klimawandel anpassen und gleichzeitig CO₂-Emissionen reduzieren und lebenswerter werden?

Bildkarten geben Denkanstösse für unterschiedliche Bedürfnisse und Kriterien bei der Stadtentwicklung (z.B. Inklusion, Freiflächen, Kultur und Bildung, Gesundheit...). Die Lernenden können mit Legobausteinen ihre Stadt-Idee aufbauen.

Weitere Aufgaben betreffen nachhaltiges Bauen und Wohnen. Zusatzkarten mit QR-Codes ermöglichen Ausblicke auf Themen wie Recycling und Umnutzung (Architektin Barabara Buser) statt Neubau, neue Baustoffe (Maturarbeit zum Lehmbeeton, Recyclingbeeton).

Zudem werden Beispiele für Gemeinschaftsentwicklungen wie z.B. die Kiez-Blöcke in Berlin oder die Mittelstrasse in Bern vorgestellt.

Informationstipps

- **M. Bruntlett, C. Bruntlett (2021)** *Curbing Traffic The Human Case for Fewer Cars in Our Lives*, Island Press, Washington
- **Film von Gabriele. Schärer (2026)** *Barabara Buser Pionierin der Nachhaltigkeit*, www.barbarabuser-film.ch

PLASTIK (PL)

Die Plastikherstellung ist einer der grossen CO₂-emittierenden Industriezweige. Nicht nur die Herstellung, auch der Plastikmüll ist ein Problem. An der Schichtenwand ST2 wird das Thema aufgegriffen.

Ist es möglich, dass unsere Gesellschaft gänzlich auf Plastik verzichten kann? Das Für und Wider rund um die festen Plastikdeckel an Pet-Flaschen wird in einer Aufgabe aufgenommen.

In den Aufgaben geht es um den Siegeszug des Plastiks, die genutzten Rohstoffe, das Problem der Verschmutzung und die Möglichkeiten, Lebewesen bei der Plastikmüllreduktion zu nutzen.

Ist es möglich, dass unsere Gesellschaft gänzlich auf Plastik verzichten kann? Das Für und Wider rund um die festen Plastikdeckel an Pet-Flaschen wird in einer Aufgabe aufgenommen.

Informationstipps

→ <https://www.boell.de/de/2019/05/14/plastikatlas>

GESELLSCHAFT (GE)

Die Videobotschaften der Echogruppe sind die Aufgabengrundlage, um die momentane Stimmung in der Gesellschaft, in der Gruppe und später im Plenum abzuholen.

Wo hat man Handlungsmöglichkeiten, wo müsste man ansetzen, um dem Klimawandel wirksam entgegenzutreten zu können? Weiterführende Ideen für den späteren Unterricht sind Beispiele von gemeinschaftlichem Handeln (Allemendnutzung). Sie regen an, sich über Regeln für Gemeinschaftsnutzungen Gedanken zu machen, z.B. über die Nobelpreisträgerin für Wirtschaft, Elinor Ostrom (Kooperative Alternativen).

Themen wie Klimagerechtigkeit und der Einfluss der Mediennutzung werden gestreift.

Die in der Ausstellung gezeigten Statements (grosse Banner an den Kuben) werden aufgenommen.

- Das reichste 1 % der Menschheit stösst etwa so viel Treibhausgase aus wie die ärmsten zwei Drittel der Weltbevölkerung.
- Öl- und Gaskonzerne erzielen riesige Gewinne. Zwischen 1991 und 2020 verursachten sie durch die Erderwärmung Schäden von rund 280 Milliarden Dollar.
- Die ärmere Hälfte der Menschheit leidet am meisten unter der Erderwärmung. Verursacht wird sie zu zwei Dritteln von den reichsten 10 %.
- Etwa 80 % der Menschen sind noch nie geflogen.



Informationstipps

- **Hannah Ritchie (2025)** *Hoffnung für Verzweifelte*, Piper Verlag München
- **Hannah Ritchie (2026)** *Keine Ausreden mehr!*, Piper Verlag München
- **Thomas Brudermann (2024)** *Die Kunst der Ausrede, Warum wir uns lieber selbst täuschen statt klimafreundlich zu leben*, oekom Verlag München
- **John Ironmonger (2021)** *Das Jahr des Dugong, Eine Geschichte für unsre Zeit*, Fischer Verlag Frankfurt a. M.
- **Roger Nordmann (2023)** *Klimaschutz und Energiesicherheit, Wie die Schweiz eine rasche und gerechte Wende schafft*, Zytglogge Verlag Basel

CO₂ VERSENKEN (SE)

Neben der Reduktion der CO₂-Emissionen wird das Versenken von CO₂ im Kampf gegen den Klimawandel immer häufiger erwähnt.

In dieser Kiste wird den natürlichen CO₂-Senken wie den Pflanzen, den Gewässern und den Gesteinen nachgegangen. Technische Möglichkeiten wie Carbon Capture and Storage werden kurz angesprochen.

Meere werden nicht als «wünschenswerte» CO₂-Senken aufgenommen. Sie speichern viel CO₂, dies führt aber zur Versauerung des Wassers und zur Auflösung von Kalkgehäusen.

Informationstipps

- <https://www.wsl.ch/de/projekte/klimaschutz-durch-hochmoor-schutz-1/> — max.moor Bericht
- <https://www.gfz.de/presse/meldungen/detailansicht/gesteinsverwitterung-und-klima-mittelgebirge-sind-die-groessten-co2-senken>
- <https://www.ag.ch/media/kanton-aargau/bvu/klima/massnahmen/faktenblatt-beschleunigte-gesteinsverwitterung-ccs-cdr-perspektiven-kanton-ag.pdf>
- <https://www.helmholtz-klima.de/klimawissen#o=search&bundle=factsheet> — Factsheets zu Mooren und Carbon capture

Themenkiste Erneuerbare Energien

Kofferinhalt und Lösungen



Kofferinhalt

- Umschlag mit Auftragskarten
 - **1 | Energien: Woher? Wofür?**
 - **2 | Speichern**
 - **3 | Kosten und Aufwand**
 - **4 | Ideen sind gefragt**
 - **5 | Präsentationsanleitung**
- Post-it (Notizen für «Wo brauchten Sie heute schon Energie?»)
- Karten zur Sortierung der Nutzungsbereiche (Wärme, Mobilität...)
- Artikel zu Flugdrachen (Nutzung Windenergie)
- Broschüre Kraftwerke Oberhasli (Beispiel Speicher)
- Stifte und Material zum Reinigen der Karten
- A4-Vorlage für den Vergleich von Kosten und Nutzen verschiedener Energiequellen

Lösungen

– 1 | Energie: Woher? Wofür?

- Die 5 wichtigsten, durch fossile Brennstoffe betriebenen CO₂-emittierenden Bereiche sind: 1. Energieproduktion, 2. Industrielle Prozesse, 3. Transport, 4. Gebäude, 5. Erdölverarbeitung.
- Der prozentuale Anteil der aus erneuerbaren Energiequellen bereitgestellten Energie lag im Jahr 2024 global bei 12 %.
- Erneuerbare Energiequellen sind in der Natur in unerschöpflichen Mengen vorhanden.
- Atomkraft ist keine erneuerbare Energiequelle, da der endliche Rohstoff Uran genutzt wird.

– 2 | Speichern

- Pumpspeicherkraftwerke, bzw. Wasserspeicherkraftwerke wie Z.B. Grimsel

– 3 | Kosten und Aufwand

- Hier geht es darum, Wissen der Lernenden abzuholen und aufzuzeigen, welche Kosten oft nicht mitberücksichtigt werden. Wissenslücken oder -unsicherheiten können im Plenum diskutiert und/oder mit in den Unterricht genommen werden. Ziel ist es, sich über alle, auch die nicht bei uns auftretenden Kosten, Gedanken zu machen.

– 4 | Ideen sind gefragt

- Gezeigt werden Klein-Windanlagen, Geothermie und Antriebe für Schiffe oder Flugdrachen zur Energiegewinnung. Die Lernenden können ihrer Fantasie freien Lauf lassen.

– Präsentationsanleitung – mögliche Zielvorgaben

- Definition erneuerbare Energiequellen
- Kernenergie = erneuerbare Energiequelle?
- Speichermöglichkeiten für Energie
- Kosten-/Nutzen-Vergleich erneuerbaren und fossile Energiequellen
- Forschungsideen zur Nutzung erneuerbare Energien

Tipp

Viele dieser Themen eignen sich für fächerübergreifende Arbeiten.

Ideen für weiterführende Themen

- Recherche: Entwicklung und Verbreitung «Fussabdruck»
- Recherche: lokale Energienetze
- Recherche: Datencenter und Ressourcenverbrauch,
 - Wasserverbrauchen Rechenzentren: <https://www.swissinfo.ch/ger/schweizer-ki/ki-rechenzentren-setzen-schweizer-wasserresourcen-unter-druck/91322903>
 - Stromverbrauch Rechenzentren: <https://www.srf.ch/news/schweiz/digitalisierung-braucht-strom-stromfressende-rechenzentren-werden-in-der-schweiz-zum-politikum>
- Recherche Subventionen erneuerbare Energien, fossile Energien, Atomkraft
- Recherche: Neubau Atomkraftwerke —
 - <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2026/06/wann-sich-neue-kernkraftwerke-in-der-schweiz-lohnen.html>
 - https://scnat.ch/de/uuid/i/51835ceb-9205-5c1f-8c7e-689b1fe77411-Fragen_und_Antworten_zum_Bericht_%C2%AB-Baukosten_und_Finanzierung_von_neuen_Kernkraftwerken_in_der_Schweiz%C2%BB
- Recherche: Speichermöglichkeiten und neuester Forschung
- Idee zu Speicher: <https://www.srf.ch/news/wirtschaft/grosse-plaene-riesen-batterien-schweizer-energieversorger-setzen-auf-riesige-speichersysteme>
- Ideen zu Windenergie:
 - <https://smallwindenergy.ch/>
 - <https://www.myky.ch/de/dach/kleinwindkraftanlage>
 - https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE_Windatlas/?lang=de
- Recherche: Energiemix der Schweiz
- Diskussion: Individuelle und gesellschaftliche bzw. staatliche Verantwortung
- Globale Klimagerechtigkeit

1 | Energie – Woher? Wofür?

Energiehunger und Energiequellen

QR-Code zum Schweizer Energiemix:



1 | Energie – Wofür? Woher?

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

1. Nehmen Sie die Post-it und den Kartenstapel aus dem Koffer.

Frage: Wenn Sie Ihren Tagesablauf durchgehen, wo nutzen Sie überall Energie (Nahrungsaufnahme ausgenommen)? Notiere Sie die Ergebnisse auf den Post-its. Ordnen Sie diese anschliessend den Energienutzungsbereichen zu.

Frage: Gibt es Bereiche, die Ihrer Meinung nach fehlen?

Frage: Gehen Sie zur Station «Das fossile Feuer brennt». Welches sind die Bereiche mit den fünf grössten CO₂-Emissionen? Vergleichen Sie die Angaben mit Ihren Ergebnissen.

Material

- Post-it
- Kartenstapel mit Energienutzungsbereichen

Wo kommt der Strom her?

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

1 | Energie – Wofür? Woher?

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.

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.

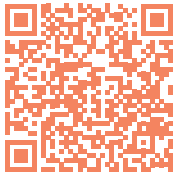
Was schätzen Sie: Wie hoch ist das Potential der erneuerbaren Energien für die Schweiz und global gesehen? Tragen Sie die Ansichten der Gruppe mit Begründungen zusammen.

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

2 | Speichern

Wie kann Energie gespeichert werden?

Zusatzkarte mit einem QR-Code zu Speichermöglichkeiten für Energie (enercity.de):



2 | Speichern

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

1. Gehen Sie zu dem Energie-Pit mit den Wasserpumpen (E1).

? **Frage:** Welche Form der Energiespeicherung wird hier dargestellt?

? **Frage:** Nennen Sie ein Beispiel für die Schweiz, wo diese Form der Energieumwandlung angewendet wird. Erklären Sie die Funktionsweise. Zusätzliche Informationen finden Sie in der beiliegenden KWO-Broschüre.

? **Frage:** 3 Minuten Smartphonennutzung: Wie lange brauchen Sie, um die 45 Liter Wasser vollständig hochzupumpen? Stoppen Sie die Zeit.

Material

- Broschüre KWO Grimselstrom
- Stoppuhr

3 | Aufwand und Kosten

Vergleich von erneuerbaren und fossilen Energiequellen



3 | Aufwand und Kosten

Der Aufwand und die Kosten, um erneuerbare Energien zu nutzen, werden teilweise heftig diskutiert.

1. 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 und fossilen Energiequellen ein. Denken Sie dabei auch an benötigte Rohstoffe.



Frage: Welche Informationen fehlen Ihnen?



Frage: Wie oft haben Sie in den letzten Wochen einen negativen Artikel zu den Kosten rund um erneuerbare Energiequellen gelesen, wie oft zu den Kosten von fossilen Energiequellen?



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

Material

- Tabelle Vergleich Aufwand und Kosten Energiequellen
- Folienschreiber

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?

3 | Aufwand und Kosten – Vergleich von Energiequellen

	ERNEUERBARE ENERGIEQUELLEN	FOSSILE ENERGIEQUELLEN
LANDVERBRAUCH		
LAUFZEIT DER ANLAGEN		
LANDSCHAFTSBILD		
EINFLUSS AUF BIODIVERSITÄT		
EINFLUSS AUF DIE GESUNDHEIT DER MENSCHEN		
VERTEILUNG DER KOSTEN Subventionen, Kredite, Staats-Garantien		
KLIMAERWÄRMUNG		

4 | Ideen sind gefragt

In die Rolle eines Start-Ups schlüpfen

Auf den Bildkarten sind folgende Ideen für die Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen angegeben: Klein-Windkraftwerke, Geothermie, Flettner-Rotor für Schiffe. Zudem ein Artikel über Flugdrachen zur Windkraftnutzung.



4 | Ideen sind gefragt

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 Energiequellen. Für die kommende Sitzung mit einer aufgeschlossenen Investorengruppe soll Ihr Team neue Ideen präsentieren.

1. Nehmen Sie die Bildkarten heraus.

Frage: Welche Ideen präsentieren Sie der Investorengruppe?

Tipp: In Kubus 5 finden Sie vielleicht weitere Ideen.

Material
– Bildkarten und Artikel

Themenkiste Leben und Wohnen

Kofferinhalt und Lösungen



Kofferinhalt

- Umschlag mit Auftragskarten
 - **1 | Leben in der Stadt**
 - **2 | Visionen für neues Bauen**
 - **3 | Nachhaltig bauen**
 - **4 | Präsentationsanleitung**
- Lego-Material (Grundplatten und Steine)
- Post-it
- Bildkarten (Hitzeinseln, Schwammstadt, Autos zu Gast, Luftverschmutzung, Park, begrünte Dächer und Fassaden...)
- Karte mit QR-Code zu Modacity
- Ideen-Bildkarten (kinderfreundliche Stadt, inklusive Stadt...)

Lösungen

– 1 | Leben in der Stadt

- Probleme in Städten bei steigenden Temperaturen: Hitzeinseln über betonierten Flächen, mit Starkregen, Gesundheitsprobleme durch starke Hitze, kaum Kühlungseffekt in der Nacht durch die Hitzeabstrahlung der Häuser, Hitzeinseln werden gemieden = Verödung von versiegelten Flächen.
- Lösungsideen: Versiegelung aufheben, stärke Beschattung durch Bepflanzung oder andere Massnahmen, mehr Grünflächen und/oder Wasserflächen, Dachbegrünungen, weniger Privatverkehr mit Autos, autofreie Bereiche, breite Strassen aufheben...

– 2 | Visionen für neues Bauen

- Ein Beispiel für ein «wachsendes Haus» (QR-Code Fab Tree Hub Broschüre). Wie realistisch ist diese Bauweise?
- Neue Baustoffe durch neue Arten von Beton (QR-Code Lehmbeeton) oder vermehrte Nutzung von Holz (QR-Code zu Holzhochhaus)

– 3 | Nachhaltig bauen

- Umnutzung von alten Gebäuden (Umbau verbraucht weniger CO₂ als Neubau) und vermehrtes Baurecycling, Arbeiten der Architektin Barbara Buser als Beispiel mittels QR-Code zu SRF-Filmausschnitt

– Präsentationsanleitung – mögliche Zielvorgaben

- Probleme in Städten durch den Klimawandel
- Wie sieht die Stadt der Gruppe aus?
- Welche Überlegungen sind in die Stadtplanung eingeflossen?
- Welche Bedürfnisse wurden gegeneinander abgewogen?
- Ideen für neue Baustoffe
- Was zeichnet die Arbeit der Architektin Barbara Buser aus?

Ideen für weiterführende Themen

- Literatur: Curbin Traffic, Melissa Bruntlett, Chris Bruntlett, Island Press, 2021
- Recherche: Modacity, Kiezblöcke, Gemeinschaftsorte in Städten
 - <https://modacitycreative.com/>
 - <https://www.kiezblocks.de/>
- Recherche: Was plant die Heimatgemeinde bezüglich Anpassungen an den Klimawandel? Welche Bedürfnisse werden dabei berücksichtigt (Ideen der Bildkarten als Inspiration)?
- Recherche: Wie sieht die Entwicklung bei neuen Betonarten und Recyclingbeton aus?
- Recherche: Beispiele für nachhaltiges Bauen und Wohnen zusammentragen.
- Recherche: Wohnraumnutzung über Generationen in Kombination mit Armutsquoten der Schweiz, z.B. Daten vom Bundesamt für Statistik.
- Recherche: Plattform für Baukulturelle Bildung, <https://www.archi-jeunes.ch/>

1 | Lebensqualität in der Stadt

Heisse Städte und viele Ansprüche



QR-Code Modacity



QR-Code Kiezblöcke Berlin



1 | Lebensqualität in der Stadt

Bedingt durch den Klimawandel, werden Tage mit Temperaturen über 30°C, sogenannte Hitzetage, immer häufiger.



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 auch in Kubus 5.



Visualisieren Sie: Wie sieht die Stadt der Zukunft Ihrer Gruppe aus? Nehmen Sie für die Visualisierung die Lego-Materialien zur Hilfe und bauen Sie «Ihre» Stadt.

Material

- zwei Lego-Grundplatten
- diverse farbige Lego-Bau-
steine
- diverse Bilder (Stadtan-
sichten)

Zum weiterdenken ...

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

1 | Lebensqualität in der Stadt

Je nach Lage und Umland müssen Städte bestimmte Aufgaben erfüllen, sogenannte Zentrumsaufgaben.



Vermuten Sie: Nehmen Sie die Stadt Bern als Beispiel. Welche Zentrumsaufgaben muss Bern erfüllen?



Frage: Wie viele Einwohner hat Ihre Stadt der Zukunft?



Überprüfen Sie: Nehmen Sie die Ideenkarten zur Hand. Welche Bedürfnisse haben Sie bei Ihrer Stadtplanung bedacht? Welche nicht?



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

Material

- leere Karte Zentrumsauf-
gaben
- Bild-Karten mit Ideen für
die Stadtentwicklung

2 | Visionen für neues Bauen

Ein Haus aus Bäumen...



«Fab Tree Hub»



«Lehm»



«Hoch hinaus»



2 | Visionen für neues Bauen

Ob Wohnhaus, Brücke oder Industriegebäude – Beton ist allgegenwärtig. Die Betonherstellung verbraucht viel Energie und produziert viel CO₂. Im Bausektor könnte man also 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 Informationen finden Sie über den QR-Code «Fab Tree Hub».



Ihre Meinung: Können Sie sich vorstellen, in so einem Haus zu wohnen? Begründen Sie Ihre Antwort.



Vermuten Sie: Welche alternative Baustoffe können noch verwendet werden? Ideen finden Sie mit Hilfe der QR-Codes «Lehm» und «Hoch hinaus».

Material

- QR-Code «Fab Tree Hub»
- QR-Code «Lehm»
- QR-Code «Hoch hinaus»

3 | Nachhaltig bauen

Aus Alt mach Neu

Bei der Erstellung von Neubauten wird viel CO₂ freigesetzt. Verringern lassen sich die CO₂-Emissionen durch die Umnutzung alter Gebäude. Eine Pionierin auf diesem Gebiet ist die Architektin Barbara Buser.



3 | Nachhaltig bauen: Barbara Buser

1. Schauen Sie den Filmausschnitt an (7 min). Wodurch zeichnet sich die Architektin Barbara Buser in ihrer Arbeit aus? Notieren Sie einige Stichworte.



Themenkiste Plastik

Kofferinhalt und Lösungen



Kofferinhalt

- Umschlag mit Auftragskarten
 - **1 | Vom Segen zum Fluch**
 - **2 | Ein lächerliches Ärgernis?**
 - **3 | Neue Materialien**
 - **3 | Präsentationsanleitung**
- Objekte aus Kunststoff (Verpackungen, Plastikdeckel, Becher...)
- Plastikersatz und Plastikrecycling (rPET,
- Hygienemaske
- Mehlwürmer *Tenebrio melitor*

Lösungen

– 1 | Vom Segen zum Fluch

- Ein Bereiche, in dem das Ersetzen von Plastik schwierig werden kann, ist z.B. das Gesundheitswesen: Schläuche, Infusionen und Spritzen sind aus hygienischen Gründen unverzichtbar. Das gilt auch z.B. für korrosionsfreie Kunststoffrohre bei Wasser- und Gasleitungen, vielen Hygieneverpackungen in der Lebensmittelindustrie oder Isolierungen in der Elektrotechnik.

– 2 | Ein lächerliches Ärgernis?

- Manchmal ist der Sinn hinter einer neuen Regelung nicht sofort erkennbar. Informieren wir uns, warum die neue Regelung eingeführt wurde? Plastikdeckel stehen an 5. Stelle der häufigsten Plastikabfälle in Ozeanen und finden sich in vielen Meereslebewesen.

– 3 | Neue Materialien

- Möbeln aus Pilzen steht man vielleicht kritisch gegenüber. In der Verpackungsindustrie ersetzen Pilze vermehrt Styropor.

– Präsentationsanleitung

- Plastikfreie Gesellschaft
- Neue Materialien
- Plastikdeckel: Hat sich eine allenfalls vorhandene «genervte» Einstellung zu den fixierten Deckeln geändert?

Ideen für weiterführende Themen

- Recherche: Energieverbrauch Plastikherstellung
- Recherche: Alternative Verpackungsmaterialien
- Recherche: Lokale und globale Faktoren rund um das Thema Plastik (z.B. Herstellungsorte, Nutzungsorte, Recyclingsorte, Verschmutzung, Kosten- und Gewinnverteilung...)
- Recherche: Effektivität von Plastikrecycling
- Literatur: Plastikatlas der Heinrich-Böll-Stiftung (<https://www.boell.de/de/plastikatlas>)
- Recherche: Plastikersatz (Einweg Lebensmittelverpackung) durch PLA (Polylactide, bzw. Polymilchsäuren)
- Recherche: Plastikersatz Celluloseacetat (CA)
- Versuch: Zersetzung von abbaubaren Plastikersatzstoffen wie PLA und CA in normalen Kompostanlagen
- Testbericht «BAWIU Biologisch abbaubare Werkstoffe in der Umwelt», https://www.bafu.admin.ch/dam/fr/sd-web/lPd6c-YfTat0/bawiu_endbericht_2025.pdf

1 | Vom Segen zum Fluch

Plastikfreie Gesellschaft und helfende «Würmer»



1 | Vom Segen zum Fluch

Mitte der 50er-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? Zählen Sie alle aufgezählten Kunststoff-Gegenstände der Gruppe zusammen. Auf wie viele Gegenstände kommen Sie?

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

Info: Die Salatschale ist aus einem abbaubaren Plastikersatz hergestellt. Diese PLAs werden vermehrt für Einwegmaterialien genutzt.

Material

- Objekte aus Kunststoff
- Objekt aus PLA (Polymilchsäuren)

Wer mehr wissen will...

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

1 | Vom Segen zum Fluch

Hmmm, lecker!? Einem Gecko munden die Schwarzkäferlarven sicherlich. Er kann ja nicht ahnen, wovon diese sich vorgängig ernährt haben.

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

Ihre Meinung: Die Larven des Schwarzkäfers *Zophobas morio* sind für uns Menschen theoretisch essbar. Wäre es für Sie vorstellbar, diese – wenn sichergestellt wäre, dass deren Nahrung keinen negativen Einfluss auf Sie 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 Möglichkeit für einen effektiven Plastikmüllabbau.

2 | Ein lächerliches Ärgernis?

Verändern neue Informationen bestehende Sichtweisen?



2 | Ein lächerliches Ärgernis?

Eine neue Regelung oder Gesetzgebung kann teilweise heftige Reaktionen auslösen, wie das Beispiel der fest angebrachten Flaschendeckel zeigt.

1. Schauen Sie die Information des ersten QR-Codes an. Notieren Sie die persönlichen Ansichten in Ihrer Gruppe.
2. Schauen Sie sich die Informationen des zweiten QR-Codes an. Notieren Sie anschließend: Ändern diese Informationen etwas an Ihren Ansichten?



3 | Neue Materialien

Wäre das etwas fürs Wohnzimmer?



3 | Neue Materialien

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

1. 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.

Material

– Alternative Verpackungsmaterialien

Einsatz von Pilzen

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

Themenkiste Gesellschaft

Kofferinhalt und Lösungen



Kofferinhalt

- Umschlag mit Auftragskarten
 - **1 | Querschnittsberichte**
 - **2 | Stimmungen in der Gesellschaft**
 - **3 | Visionen für die Zukunft**
 - **4 | Abstimmung**
 - **5 | Klimagerechtigkeit**
 - **6 | Präsentationsanleitung**
- Karten mit Statements der Ausstellung

Lösungen

Hier werden vor allem die Ansichten der Lernenden und ihre Beurteilung von Aussagen aufgenommen. Es gibt in diesem Sinne keine richtigen und falschen Lösungen.

– 1 | Querschnittsberichte

– 2 | Stimmung und Gesellschaft

- Frustration, Unverständnis (Möglichkeiten in der Baubranche und Realität), Angst (Kinder), Veränderung in den Bergen...

– 3 | Die Hoffnung nicht verlieren

– 4 | Was sollen wir tun?

– 5 | Klimagerechtigkeit

– Präsentationsanleitung

- Zusammenstellung Rückmeldungen der Echogruppe
- Einschätzungen der Gruppe zur Grundstimmung in der Schweiz, eigene Stimmung
- Rückmeldungen zur Klimagerechtigkeit
- Rückmeldungen zur Mediennutzung
- Rückmeldungen zu den Statements der Ausstellung

Dokumentation

Vierteilige Berichterstattung zu Klima-Prozessen vor dem Europäischen Gerichtshof.



Ideen für weiterführende Themen

- Recherche: Newsportale für «gute Nachrichten»
- Recherche: Zusammentragen von lokalen und globalen «guten Nachrichten»
- Diskussion: Informationsverhalten (z.B. der Lernenden und älterer Generationen)
- Recherche: Gesetze zur Klimagerechtigkeit (global, EU, Schweiz, Konzernverantwortungsinitiative)
- Diskussion: Welche Ideen haben die Lernenden, um Klimagerechtigkeit zu erreichen?
- Recherche: Welche Projekte kann die Klasse/Schule unterstützen?
- Recherche: Ratsbetrieb Schweizer Parlament
 - <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/curia-vista>
- Recherche: Stiftungsprofessur für Klimarecht der Universität Bern
- Recherche: Gemeinschaftsgüter und deren Nutzung
 - Recherche: Die Tragik der Allende, Spieltheorie
 - Recherche: Elinor Ostrom, Die Verfassung der Allende, z.B. Elinor Ostrom (2022), *Jenseits von Markt und Staat, Über das Potential gemeinsamen Handelns*, Reclam Verlag
 - https://www.mpg.de/11537091/W005_Kultur_Gesellschaft_068-075.pdf
 -

1 | Querschnittsberichte

Was macht der Klimawandel mit Ihnen?

Videobotschaften der Echogruppe einholen und eigene Meinung abgeben.



1 | Querschnittsberichte

Rund um den Dorfplatz finden Sie Videobotschaften von zwölf Personen, unserer Echogruppe. Sie geben Auskunft über ihre Gedanken rund um den Klimawandel.

1. Gehen Sie zum Dorfplatz. Hören Sie sich zwei Botschaften an.

? **Frage:** Wer spricht hier und was sind die Aussagen der Personen? Notieren Sie Stichworte zur jeweiligen 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. So entsteht über die 20ig-jährige Laufzeit dieser Dauerausstellung eine Dokumentation über die Stimmungen zum Klimawandel in der Gesellschaft.

2 | Stimmung in der Gesellschaft

Resigniert – Hoffnungsvoll?

Ergebnisse aus den Videobotschaften analysieren und Grundstimmung einschätzen.



2 | Stimmung in der Gesellschaft

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

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

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

 **Vermuten Sie:** Wie schätzen Sie die Grundstimmung in der Schweizer Bevölkerung bezüglich des Klimawandels ein?

3 | Die Hoffnung nicht aufgeben

Nachrichtenflut und Handlungsfähigkeit



3 | Visionen für die Zukunft

«Wir brauchen Visionen, für die man sich begeistern kann», sagt Hannah Ritchie.

1. Gehen Sie zum Kubus 5.



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



Ihre Meinung: Gibt es Visionen, für die Sie sich begeistern können? Was müssen diese Vision bieten, um Sie zu begeistern?



Ihre Meinung: Sind die allgemeinen Nachrichten und Berichterstattungen über negative und motivierende Informationen ausgeglichen? Begründen Sie Ihre Meinung.



Frage: Wie informieren Sie sich?

Wer mehr wissen will...

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. Sie arbeitet ausserdem als Autorin und verfasste mehrere Bücher, darunter das Buch «Hoffnung für Verzweigte».

4 | Was sollen wir tun?

Abstimmung

Im Kubus 6 befindet sich eine Abstimmungsstation. Hier stellen wir verschiedene Möglichkeiten dem Klimawandel entgegenzutreten zur Wahl. Der aktuelle Stand ist über den QR-Code abrufbar.



Aktueller Abstimmungsstand



Erklärung Partizipationsprojekt



4 | Was sollen wir tun?

Wir fragen Sie: Welches Projekt sollen wir unterstützen?

1. Gehen Sie zur Abstimmungsstation bei Kubus 6.

Frage: Welche Wahlmöglichkeiten unterbreiten wir Ihnen? Notieren Sie einige Stichworte.

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?



5 | Klimagerechtigkeit

Wie gerecht sind Gewinne und Kosten des Klimawandels verteilt?

Wie könnte globale Klimagerechtigkeit funktionieren?
Wo bieten sich Handlungsmöglichkeiten?



5 | Klimagerechtigkeit

Der Klimawandel betrifft die gesamte Erde, die Auswirkungen treffen aber nicht alle Länder gleich stark.

1. Nehmen Sie die Karten mit den Statements heraus.

 **Ihre Meinung:** Wie beurteilen Sie die Aussagen?

 **Vermuten Sie:** Wie sind die Kosten und Auswirkungen des Klimawandels global verteilt? Notieren Sie einige Beispiele.

 **Idee?:** Welche Ideen kann Ihre Gruppe entwickeln, um mehr globale Klimagerechtigkeit zu erreichen?

 **Info:** Seit 2025 gibt es an der Universität Bern eine Stiftungsprofessur zu Klimarecht und Gesellschaft.

Material
– Karten mit Statements der Ausstellung

Wer mehr wissen will...
Urteil des Internationalen Gerichtshofes zur Klimagerechtigkeit:



Themenkiste CO₂ versenken

Kofferinhalt, Lösungen und Zielvorgaben für die Präsentation



Kofferinhalt

- Umschlag mit Auftragskarten
 - **1 | CO₂ in Holz versenken**
 - **2 | CO₂ in Moore versenken**
 - **3 | CO₂ in Gestein versenken**
 - **4 | Präsentationsanleitung**
- Schachteln mit Holz, Torf, Granit
- Lupe
- Karte Moore 1903 und heute
- Artikel aus SCNAT Pro Clim
- Helmholtz-Klima Fact Sheets (3)

Lösungen

– 1 | CO₂ in Holz versenken

- Kohle (15.81), Erdöl (12.47), Erdgas (8.43) = 36.71 Gt CO₂ (2024)
- 2.5 Milliarden «ausgewachsene» Bäume / Jahr
- Bäume als alleinge Senke reichen nicht aus. Momentan werden Wälder eher zerstört als vergrössert.

– 2 | CO₂ in Moore versenken

- In den feuchten Mooren bleiben die Pflanzenstrukturen erhalten und werden daher nicht abgebaut. So wird das CO₂ effektiv gespeichert.
- Der Moorbestand ist massiv gesunken – und sinkt weiter.

– 3 | CO₂ in Gestein versenken

- Die natürliche Verwitterung kann nicht als zusätzliche Senke angesehen werden. Nur technisch erhöhte Verwitterung würde als zusätzliche Senke gelten.
- Die kalkulierten Mengen werden als Lösung nicht ausreichen.

– Präsentationsanleitung

- Wie viele Bäume wären pro Jahr nötig, um genügend CO₂ aus der Atmosphäre zu versenken?
- Einschätzungen Potential der einzelnen Senken (Holz, Moor, Gestein, Carbon Capture)
- Entwicklung der Moore in der Schweiz
- «max.moor» beurteilen
- Grosses Moos heute vor allem Landwirtschaft (Seeland, Gemüseanbau)
- Ideen, um Moor-Regeneration möglich zu machen

Ideen für weiterführende Themen

- Recherche: Zustand Moore Schweiz, global
- Recherche: Waldbestand, Zustand Wald, Dürre und Waldbestand
- Recherche: Momentaner Stand Carbon Capture
- Recherche: Meere als CO₂-Senke?

1 | CO₂ in Holz versenken

Wie viele Bäume bräuchten wir?

Mit neu gepflanzten Bäumen CO₂ kompensieren. Grob geschätzt, wie viele neue Bäume bräuchte es global pro Jahr, um die CO₂-Konzentrationen der Atmosphäre zu verringern?



1 | CO₂ in Holz versenken

Allein mit der Reduktion von CO₂-Emissionen ist die Erderwärmung nicht zu stoppen. Zusätzlich muss CO₂ der Atmosphäre entzogen und dauerhaft versenkt werden – pro Jahr etwa 10 Milliarden Tonnen CO₂.

- Gehen Sie zur Station J6 «Kohle, Ergas, Erdöl – Wie lange noch?».

Frage: Wie hoch waren die CO₂-Emissionen in Gigatonnen (Gt) durch Kohle, Gas und Erdöl im Jahr 2024?

Frage: Wenn wir es schaffen, die CO₂-Emissionen zu reduzieren: Wie viele «neue» 35 m Bäume bräuchten wir jährlich, um die notwendigen 10 Milliarden Tonnen CO₂ aus der Atmosphäre in Bäumen zu versenken?

Ihre Meinung: Wie hoch schätzen Sie das Potential für die Versenkung von CO₂ in Holz ein?

Umrechnungstabelle

- 1 qm³ Holz speichert ca. 1 Tonne CO₂
- ein 35 m hoher Baum = ca. 3-4 qm³ Holz
- 1 Gt = 1'000'000'000 Tonnen
- 1 Gt = 1 Milliarde Tonnen

2 | CO₂ in Mooren versenken

Es bräuchte mehr Moore!

Moore sind effektive CO₂-Senken – wenn sie feucht genug sind. Wie steht es um den Moorbestand in der Schweiz?



2 | CO₂ in Mooren versenken

Moore sind effektive CO₂-Speicherorte. Sie können unter günstigen Bedingungen pro m² deutlich mehr CO₂ speichern als Wälder.

- Suchen Sie das Bild der Vorderseite an der Schichtenwand in der Nähe des Kubus «Karbon». Nehmen Sie die Landkarte aus dem Koffer.

Frage: Wieso sind Moore effektivere CO₂-Speicher als Wälder?

Frage: Wie hat sich der Moorbestand der Schweiz im Laufe der letzten 100 Jahre entwickelt? Notieren Sie Ihre Beobachtung.

Material

- Karten zu Mooren in der Schweiz
- Informationsblatt Moore
- Torf

Wenn Moore austrocknen

Intakte und gut durchnässte Moore sind CO₂-Senken, trockene Moore geben CO₂ wieder ab. Besonders viel CO₂ wird bei Moorbränden frei. Sind die oberen Teile eines Moores ausgetrocknet, können sich Brände tief in den Torf fressen und immer wieder aufflammen.

2 | CO₂ in Mooren versenken

- Schauen Sie sich die Informationen hinter dem QR-Code an.

Ihre Meinung: Wie beurteilen sie die CO₂-Kompensation mittels des Projekts «max.moor»?

Vermuten Sie: Wie werden viele der ehemaligen Moorflächen heute genutzt? Wie würden Personen, die diese Flächen jetzt nutzen, auf Renaturierungsmassnahmen reagieren?

Tipp: «Grosses Moos» (= der grosse gelbe Fleck auf der historischen Karte), Juragewässerkorrektion

Ihre Idee: Wenn Sie politisch Entscheidungstragende wären, was wären Ihre Ideen, um die betroffenen Personen zu überzeugen bzw. die Moor-Renaturierung in Gang zu bringen?

CO₂-Kompensation und Moorrenaturierung



3 | CO₂ versenken – Gestein

Gesteinsverwitterung als CO₂-Senke



3 | CO₂ in Gesteinen versenken

Bei einigen Gesteinen wird während der Verwitterung CO₂ gespeichert. In Regenwasser gelöstes CO₂ bildet Kohlensäure und löst aus basaltischen und granitischen Gesteinen Silikatminerale heraus. Die Kohlensäure reagiert mit diesen Silikatmineralien zu Karbonaten. So wird CO₂ in Karbonaten gebunden.



Vermuten Sie: Kann die natürliche Verwitterung von Gesteinen als zusätzliche CO₂-Senke in die Rechnung zur Verminderung des CO₂-Anteils der Atmosphäre einbezogen werden? Begründen Sie Ihre Aussage.



Vermuten Sie: Könnte man die Verwitterung von Gesteinen erhöhen? Was sind Ihre Ideen?



Tipps: Denken Sie an Oberflächen als Reaktionsorte. Schauen Sie im PROCLIM Magazin und bei den Infoblättern nach.

Material

- SCNAT Magazin PROCLIM
- Infoblatt Carbon Capture
- Gestein

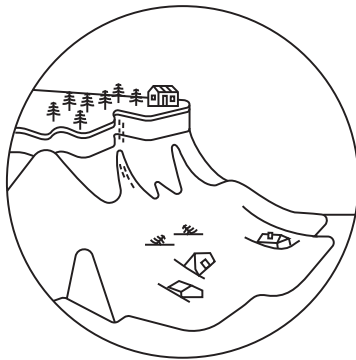
Modellversuch in Island

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. Mehr Informationen finden Sie im beiliegenden Heft PROCLIM.

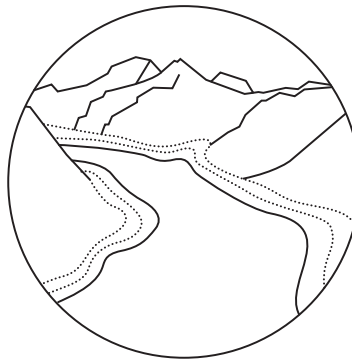


Infografiken

Die Erderwärmung bedroht unsere Heimat Le réchauffement climatique menace notre monde



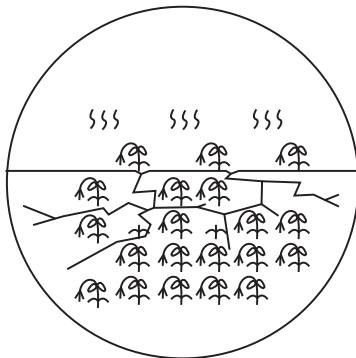
Auftauender Permafrost
Dégel du pergélisol



Schmelzende Eismassen weltweit
Fonte des glaces à l'échelle mondiale



Steigende Meerespiegel
Montée des océans



Hitzewellen und Dürren
Canicules et sécheresses



Verheerende Waldbrände
Incendies dévastateurs



Starkregen und Fluten
Pluies intenses et inondations



Extreme Stürme
Tempêtes extrêmes



Gefährdete Gesundheit
Risques sanitaires



Menschen verlieren ihre Heimat
Régions devenant inhabitables



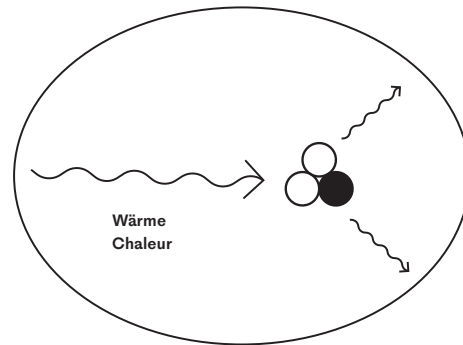
Kohlendioxid CO₂ heizt die Erde auf Le dioxyde de carbone CO₂ réchauffe la Terre

- CO₂ Kohlendioxid
- C Kohlenstoff
- O₂ Sauerstoff

Symbolische Darstellung
Représentation symbolique

Kohlendioxid CO₂
nimmt Wärme auf und
strahlt sie wieder ab.

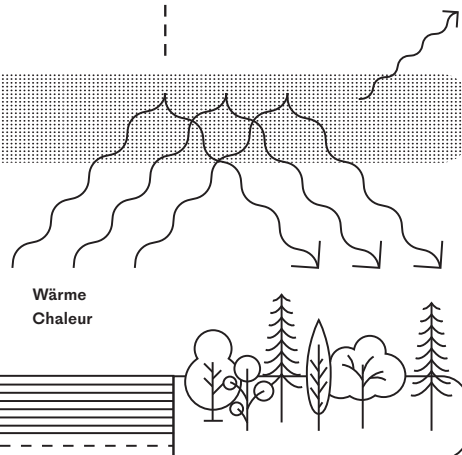
Le dioxyde de carbone CO₂
absorbe la chaleur
et la restitue.



Viel CO₂ in der Atmosphäre
Beaucoup de CO₂ dans
l'atmosphère



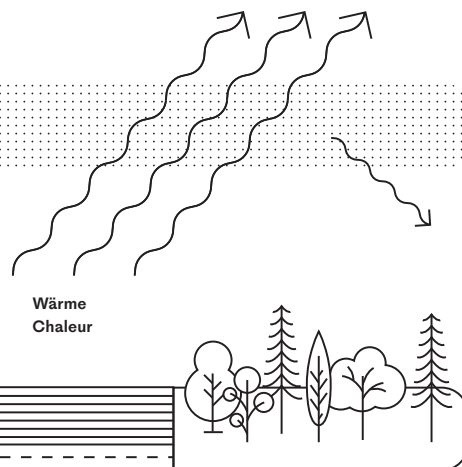
Viel CO₂ in der Atmosphäre strahlt
viel Wärme zurück.
Beaucoup de CO₂ dans l'atmosphère
restitue beaucoup de chaleur.



Weniger CO₂ in der Atmosphäre
Moins de CO₂ dans l'atmosphère

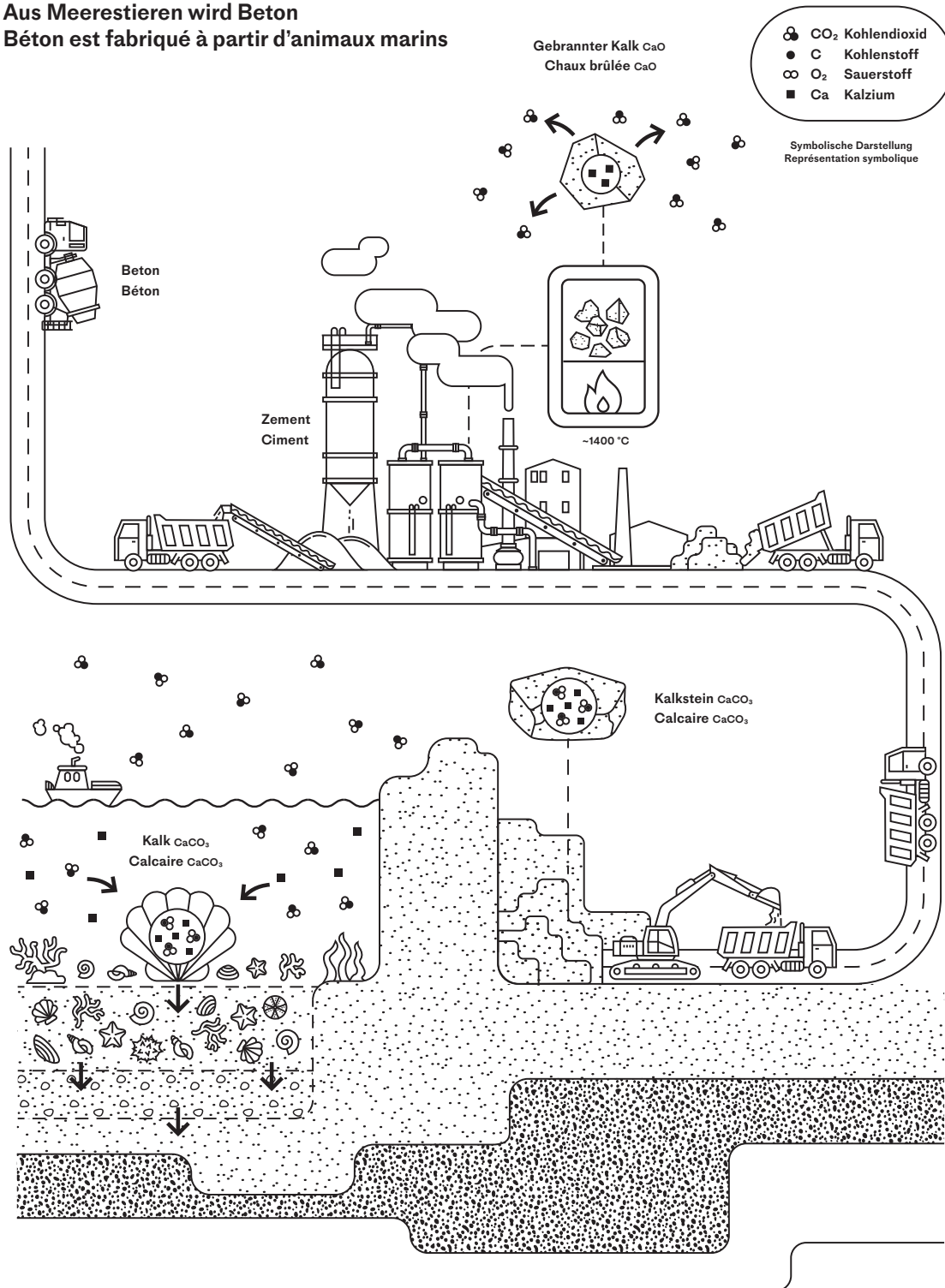


Weniger CO₂ – die Erde kann mehr
Wärme abgeben.
Moins de CO₂ – la Terre peut libérer
plus de chaleur.



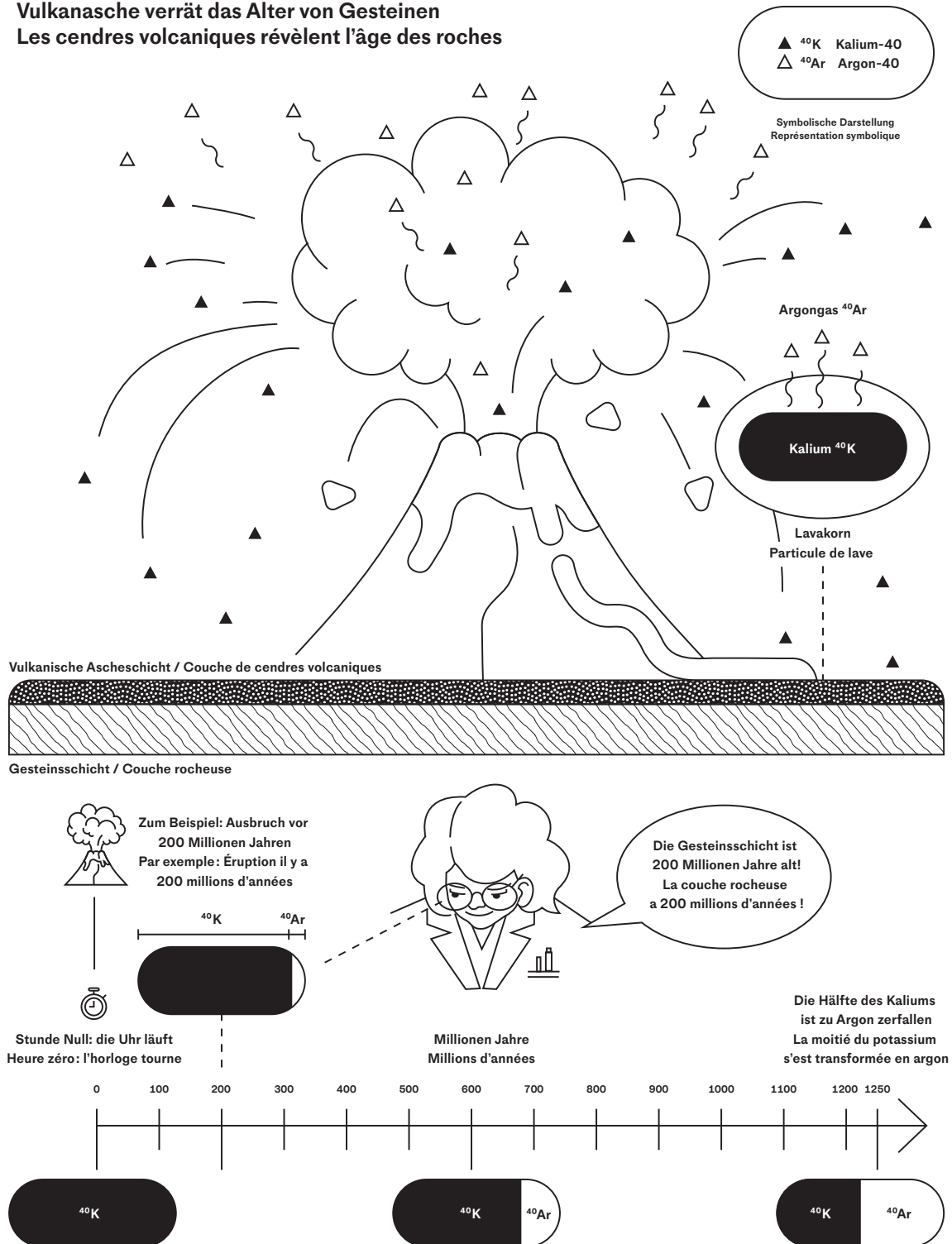


Aus Meerestieren wird Beton Béton est fabriqué à partir d'animaux marins



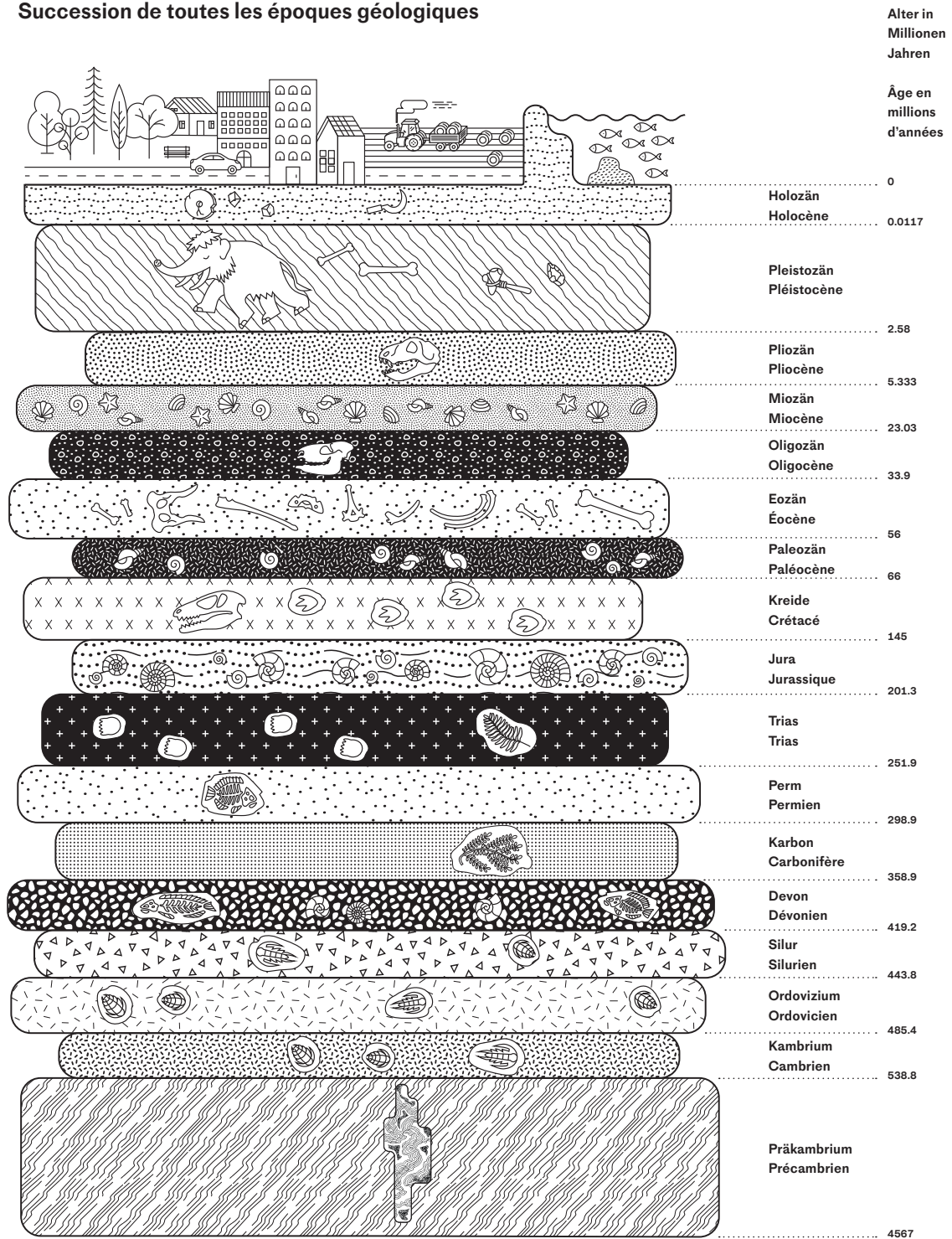


Vulkanasche verrät das Alter von Gesteinen Les cendres volcaniques révèlent l'âge des roches





Abfolge aller geologischen Erdzeitalter Succession de toutes les époques géologiques



Bildnachweis

Titelbild, NMBE
 Schuhe im Schlamm, Michal Kowalski, Shutterstock, S. 19, 34
 Schachtelhalm, Oleksandr Khokhlyuk, Shutterstock, S. 19, 34
 Kakerlaken, Leonardo Viti, Shutterstock, S. 19, 34
 Erdzeitalterillustrationen, Jana Walczyk, NMBE, S. 35, 36, 37, 40, 43, 46, 52, 53, 66, 69, 74
 Tracheen, Baron Abdennaser, Shutterstock, S. 37
 Libelle, Julia Sonderegger, NMBE, S. 37
 Kraftwerk, Kletr, Shutterstock, S. 36
 Kohle, alexgo.photography, Shutterstock, S. 36
 Vulkan, Marisa Estrivill, Shutterstock, S. 41
 Grünes Wasser, Lialina Oleana, Shutterstock, S. 41
 Schädel, Ibrahim Alkan, Shutterstock, S. 41
 Boden, Torychemistry, Shutterstock, S. 43
 Lakmuspapier, JFontan, Shutterstock, S. 42
 Brom Periodensystem, magnetix, Shutterstock, S. 42
 Brachiopoden, Breck P. Kent, Shutterstock, S. 42
 Grafiken, Thea Sonderegger, NMBE, S. 6, 47, 48, 89, 90, 91, 92
 Wasser, Stefef, Shutterstock, S. 47
 Hand mit Stein, PhotoChur, Shutterstock, S. 47
 Kalkfelsen, Mkai-Bogdan Lazar, Shutterstock, S. 48
 Ausstellungsimpressionen, Nelly Rodriguez, NMBE, S. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 49, 63, 66, 70, 74, 76, 79, 80, 82, 87
 Pterosaurier, Rawpixel.com, Shutterstock, S. 54
 Skelett Vogel, anitapol, Shutterstock, S. 54
 Gelliminus, Bodor Tivadar, Shutterstock, S. 54
 Meteorit, IvaFoto, Shutterstock, S. 55
 Batterien, Kinek00, Shutterstock, S. 64
 Windrad und PV Anlage, Kikhailov Studio, Shutterstock, S. 65
 Wasserkraftwerk, Evgenii Bakhchev, Shutterstock, S. 65
 Kohlefabrik, Kletr, Shutterstock, S. 65
 Markthalle Basel, Oliver Foerstner, Shutterstock, S. 71
 Plastikdeckel, KaryB, Shutterstock, S. 75
 Weltumwelttag, Borri_Studio, Shutterstock, S. 81
 Überschwemmung, Zakir1346, S. 83
 Mehlwürmer, Rumer Zwerver, Shutterstock, S. 74
 Wald, dugdax, Shutterstock, S. 86
 Granit, vvoe, Shutterstock, S. 88
 Andrea Röhrig, NMBE, 14, 27, 28, 29, 32, 38, 43, 44, 48, 50, 60, 67, 72, 77, 84



**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
**Bürgergemeinde
Bern**