

DAS KLIMA IN UNSEREN HÄNDEN

# KLIMAWANDEL UND LANDSYSTEME

Lehrerhandbuch für die Klassenstufen  
5 bis 10



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



Office for  
Climate  
Education

UNDER THE AUSPICES OF UNESCO  
AND THE FOUNDATION LA MAIN À LA PÂTE



**DAS KLIMA IN UNSEREN HÄNDEN**

# Klimawandel und Landsysteme

Lehrerhandbuch für die Klassenstufen 5 bis 10

Dieses Dokument sollte wie folgt zitiert werden: „**Das Klima in unseren Händen – Klimawandel und Landsysteme, Lehrerhandbuch für die Klassenstufen 5 bis 10**“, Office for Climate Education (OCE), Paris, 2022.

**Koordinator: innen (in alphabetischer Reihenfolge)**

Simon Klein (OCE, Frankreich)  
Mathilde Tricoire (OCE, Frankreich)  
David Wilgenbus (OCE, Frankreich)

**Autor: innen (in alphabetischer Reihenfolge)**

Simon Klein (OCE, Frankreich)  
Lydie Lescarmontier (OCE, Frankreich)  
Natalie Nicetto (OCE, Frankreich)  
Djian Sadadou (OCE, Frankreich)  
Mathilde Tricoire (OCE, Frankreich)  
David Wilgenbus (OCE, Frankreich)

Wissenschaftlicher Überblick: Simon Klein, Lydie Lescarmontier und Mathilde Tricoire

Layout und Bildgestaltung: Mareva Sacoun

Layout der deutschen Version: Bruno Marie

Übersetzung ins Deutsche: Jenny Schlüpmann (Freie Universität Berlin), Lektorat: Badin Borde und Fabian Franz (Siemens Stiftung)

Eine vollständige Liste der zahlreichen Personen, die an diesem Handbuch mitgewirkt haben – Lektorat, Vorschläge, Erprobung der Unterrichtseinheiten in Schulen usw. – ist im Abschnitt „Danksagungen“ zu finden auf Seite 261.

**Veröffentlichung der deutschen Version**

Oktober 2024

**Informationen**

Informationen zur Arbeit des Office for Climate Education sowie weitere Ausgaben dieses Handbuchs (englische, französische und spanische Version) sind erhältlich beim:

Office for Climate Education  
Sorbonne Université – IPSL  
Tour 33-34, 2<sup>e</sup> étage, bureau 215  
4 Place Jussieu, 75005 Paris – Frankreich  
E-mail : [contact@oce.global](mailto:contact@oce.global)  
Webseite: <https://www.oce.global>

**Copyright**

Dieses Werk wurde vom Office for Climate Education unter folgender Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht. Es darf frei verbreitet, genutzt und angepasst werden, allerdings nicht für kommerzielle Zwecke.



# DIE BEDEUTUNG VON KLIMAWANDELBILDUNG

Um das Klima zu schützen und sich an unausweichliche Veränderungen anzupassen, ist gemeinsames Handeln dringend erforderlich. Die Komplexität der Fragen rund um den Klimawandel stellt eine Herausforderung für die Bildung dar. Gleichzeitig spielt die Bildung aber auch eine Schlüsselrolle, indem sie sicherstellt, dass Schülerinnen und Schüler die erforderlichen Kenntnisse und Kompetenzen erwerben, um die mit dem Klimawandel zusammenhängenden Probleme zu verstehen, nicht zu verzweifeln, handeln zu können und auf ein Leben in einer sich verändernden Welt vorbereitet zu sein.

## DAS BILDUNGSPROJEKT

Im August 2019 hat der Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) der Vereinten Nationen einen Sonderbericht veröffentlicht,<sup>1</sup> der die Bedeutung der Landsysteme für die Menschheit betont und ihre starke Beeinträchtigung durch den Klimawandel verdeutlicht. Die vier Kernbotschaften des Berichts sind:

- *Land ist da, wo wir leben.*
- *Der menschengemachte Druck auf das Land wächst.*
- *Das Land ist ein Teil der Lösung.*
- *Aber das Land kann nicht alles lösen.*

Dieses Handbuch wurde vom OCE-Team und den wissenschaftlichen und pädagogischen Partnern des OCE erstellt.

Dieses Handbuch:

- richtet sich an **9- bis 15-jährige Schülerinnen und Schüler** (Ende der Grundschule und Sekundarstufe I);
- enthält **wissenschaftliche und pädagogische Hintergrundinformationen, Unterrichtspläne, Vorschläge für Aktivitäten, Arbeitsblätter** sowie Verweise auf externe Materialien (Videos und Multimediaaktivitäten);
- ist **interdisziplinär** – die Unterrichtseinheiten umfassen Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften, Kunst und Philosophie;
- fördert eine **aktive Pädagogik**: forschend-entdeckendes Lernen, Rollenspiele, Serious Games (Planspiele), Debatten und projektbasiertes Lernen.

Das Office for Climate Education (OCE) wurde 2018 gegründet, um eine starke internationale Zusammenarbeit zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen, Bildungseinrichtungen und NGOs zu fördern. Lehrende spielen bei der Klimawandelbildung eine zentrale Rolle. Es ist daher wichtig, dass sie ausreichend Unterstützung erhalten, um das Thema Klimawandel effektiv in ihren Unterricht zu integrieren. Das OCE hat bereits mehrere Bildungsmaterialien zum Klimawandel entwickelt.

Das Handbuch gliedert sich in zwei Teile:

### TEIL 1: WIR VERSTEHEN

Dieser Abschnitt umfasst vier Unterrichtseinheiten, die den Schüler:innen helfen sollen, die Auswirkungen des Klimawandels zu verstehen. Er hebt die Bedeutung der Landsysteme bei der Regulierung des Klimas und der Bereitstellung wichtiger Ressourcen und Ökosystemdienstleistungen hervor, und stellt dar, wie diese durch den Klimawandel gefährdet sind. Die Unterrichtseinheiten geben den Schüler:innen unter anderem die Gelegenheit, über die Dringlichkeit des Handelns nachzudenken.

### TEIL 2: WIR HANDELN

Dieser Abschnitt umfasst fünf detailliert beschriebene Projekte, die Schüler:innen bzw. Schulen umgesetzt haben, um einen konkreten Beitrag zum Klimaschutz bzw. zur Anpassung an den Klimawandel zu leisten. Diese Projekte können als Anregung dienen, um eigene Projektideen umzusetzen. Es werden außerdem mögliche Ausführungen und Methoden zur Durchführung eines Projekts erläutert.

Die Unterrichtseinheiten sind so konzipiert, dass Lehrende einzelne Einheiten auswählen können, die ihren speziellen Bedürfnissen oder ihrem Kontext entsprechen. Wir empfehlen jedoch, eine gewisse Balance zwischen beiden Teilen einzuhalten: Um durchdachte

<sup>1</sup> <https://www.ipcc.ch/srccl/>

und effektive Klimaschutzaktionen ergreifen zu können, müssen Schüler:innen die Hintergründe des Klimawandels umfassend verstehen. Angesichts der Dringlichkeit des Problems reicht es nicht aus, den Klimawandel zu verstehen – man sollte sich auch aktiv für Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel einsetzen.

**Wir hoffen, dass dieses Handbuch Lehrende inspiriert und dabei unterstützt, eine kreative und wirksame Klimabildung umzusetzen.**

# INHALT

## Unterstützung für Lehrende

### 8 WISSENSCHAFTLICHER ÜBERBLICK

Einleitung; Was ist das Klima und warum verändert es sich?; Warum sind die Landsysteme für uns wichtig?; Aufgrund menschlicher Aktivitäten ändert sich das Klima rasant; Auswirkungen des Klimawandels und menschlicher Aktivitäten auf die Landsysteme; Welche Auswirkungen hat das auf uns?; Wie können wir handeln, um das Klima zu schützen und uns an den Klimawandel anzupassen?; Zusammenfassung

### 21 PÄDAGOGISCHER ÜBERBLICK

Einleitung; Mindmap zum Handbuch; Das Handbuch für eine Unterrichtsprogression verwenden; Das Handbuch für die Vorbereitung einer Unterrichtsstunde verwenden; Klimawandel unterrichten

## Unterrichtsplan

### 29 WIR VERSTEHEN

#### Unterrichtseinheit A – Was ist der Klimawandel? ..... 32

Unterrichtsstunde A1 – Belege Für Den Klimawandel An Land; Unterrichtsstunde A2 – Den Treibhauseffekt verstehen – mit einer Analogie; Unterrichtsstunde A3 – Der Treibhauseffekt und menschliche Aktivitäten; Unterrichtsstunde A4 – Der Kohlenstoffkreislauf: Land Ist Teil Des Klimasystems; Unterrichtsstunde A5 – Der Kohlenstoffkreislauf: Photosynthese und Atmung; Unterrichtsstunde A6 – Der Kohlenstoffkreislauf: Verbrennung, Energie und menschliche Aktivitäten

#### Unterrichtseinheit B – Warum ist das Land wichtig für uns? ..... 84

Unterrichtsstunde B1 – Unsere natürlichen Rohstoffe; Unterrichtsstunde B2 – Die Landnutzung bei verschiedenen Bodenarten; Unterrichtsstunde B3 – Die Böden sind eine wichtige Ressource; Unterrichtsstunde B4 – Der Wald, der Mensch und der Klimawandel

#### Unterrichtseinheit C – Land und Klimawandel ..... 137

Unterrichtsstunde C1 – Ernährungsgewohnheiten und Klimawandel; Unterrichtsstunde C2 – Klimawandel und Landwirtschaft; Unterrichtsstunde C3 – Extreme Ereignisse und Landdegradation; Unterrichtsstunde C4 – Der Klimawandel, der Mensch und die Biodiversität

#### Unterrichtseinheit D – Was können wir tun? ..... 201

Unterrichtsstunde D1 – Unser CO<sub>2</sub>-Fußabdruck; Unterrichtsstunde D2 – Klimawandel und Emotionen; Unterrichtsstunde D3 – Klimagerechtigkeit; Unterrichtsstunde D4 – Weltweite Anpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen

#### Wir Verstehen – Was wir bisher gelernt haben ..... 228

### 233 WIR HANDELN

#### #1 Methodik – Klimathon ..... 237

#### #2 Anpassung – Oasis – Innenhöfe als Oasen ..... 239

#### #3 Klimaschutz und Anpassung – Aquaponik ..... 241

#### #4 Klimaschutz – Biogasanlage ..... 243

#### #5 Klimaschutz und Anpassung – Gemüsegärten ..... 245

#### #6 Citizen-Science – Baum-Leibwächter ..... 247

#### #7 Sensibilisierung – Orbis ..... 249

## Rund um das Buch

### 252 ZUSÄTZLICHE MULTIMEDIA-MATERIALIEN

### 256 LITERATUR UND NÜTZLICHE LINKS

### 258 GLOSSAR

### 261 DANKSAGUNGEN

### 262 BILDNACHWEISE



**WISSENSCHAFTLICHER ÜBERBLICK**  
FÜR LEHRENDE

# WISSENSCHAFTLICHER ÜBERBLICK

## Einleitung

Der folgende Überblick bezieht sich auf den „**Sonderbericht über Klimawandel und Landsysteme**“ (englische Abkürzung: SRCCL), der von zahlreichen wissenschaftlichen Expertinnen und Experten erstellt und im August 2019 vom Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) der Vereinten Nationen veröffentlicht wurde (<https://www.ipcc.ch/srccl/>). In diesem Überblick werden die wichtigsten Themen und Konzepte vorgestellt, die im anschließenden Unterrichtsplan behandelt werden. Sofern nicht anders angegeben, stammen die Informationen in diesem Kapitel aus dem SRCCL-Sonderbericht sowie aus anderen offiziellen Berichten, wie zum Beispiel den Berichten der

Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO).

Anmerkung: Die Definition der mit einem Sternchen markierten Wörter finden sich im Glossar auf Seite 258.

Der Überblick gliedert sich in sechs Unterkapitel:

- Was ist das Klima und warum verändert es sich?
- Warum sind die Landsysteme für uns wichtig?
- Aufgrund menschlicher Aktivitäten ändert sich das Klima rasant
- Auswirkungen des Klimawandels und menschlicher Aktivitäten auf die Landsysteme
- Welche Auswirkungen hat das auf uns?
- Wie können wir handeln, um das Klima zu schützen und uns an den Klimawandel anzupassen?

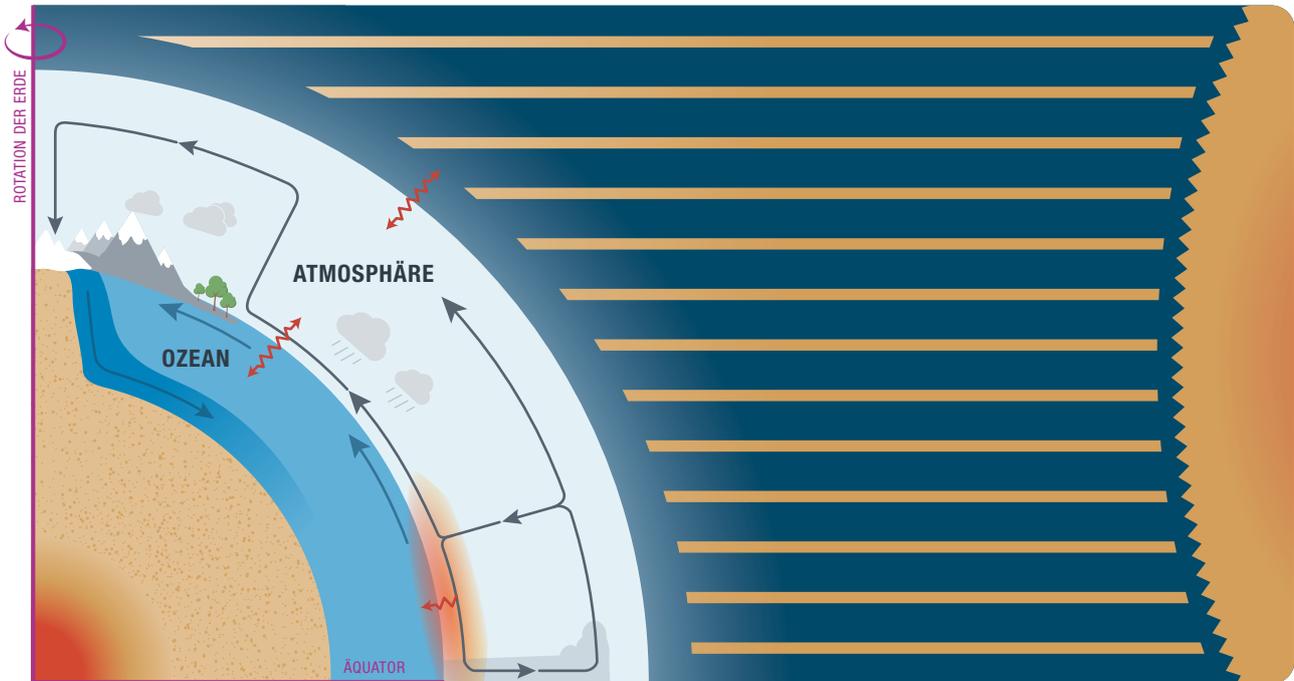
## Was ist das Klima und warum verändert es sich?

### KLIMA UND KLIMASCHWANKUNGEN

Das Klima\* beschreibt das durchschnittliche Wetter\* über Monate, Jahre, Jahrzehnte, Jahrhunderte oder noch längere Zeiträume. In den Tropen erwarten wir, dass es warm und feucht ist (tropisches Klima), obwohl die Bedingungen an einem bestimmten Tag (also das Wetter) von diesen durchschnittlichen Bedingungen abweichen können. Mit den geografischen Gegebenheiten lassen sich die unterschiedlichen Klimazonen der Welt erklären. Das globale Klimasystem ist jedoch eine dynamische Einheit, in der kontinuierlich Energie, Wasser, Kohlenstoff und andere Elemente zwischen der Atmosphäre, dem Ozean, der Kryosphäre, der Landoberfläche und den Lebewesen ausgetauscht werden.

Die **Energie der Sonne ist der Hauptantrieb des Klimasystems**. Weil die Erde eine Kugel ist, ist die Energie der Sonnenstrahlung nicht gleichmäßig über den Planeten verteilt. Die Tropen erhalten durchschnittlich mehr Energie als die Pole (siehe Abbildung). Die Atmosphäre und der Ozean sorgen für ein stabiles Klima, indem sie diese zusätzliche Energie von den Tropen zu den Polen transportieren und so als Klimaregulatoren wirken.





Die Energie der Sonne trifft auf das Klimasystem der Erde. Es gelangt allerdings nicht überall gleich viel Sonnenenergie auf die Erdoberfläche.

Damit Wissenschaftler: innen Klimaveränderungen und deren Ursachen feststellen können, müssen sie zuerst die Mechanismen verstehen, die das Klima beeinflussen. **Das Klima verändert sich aufgrund externer und interner Ursachen.**

#### EXTERNE URSACHEN

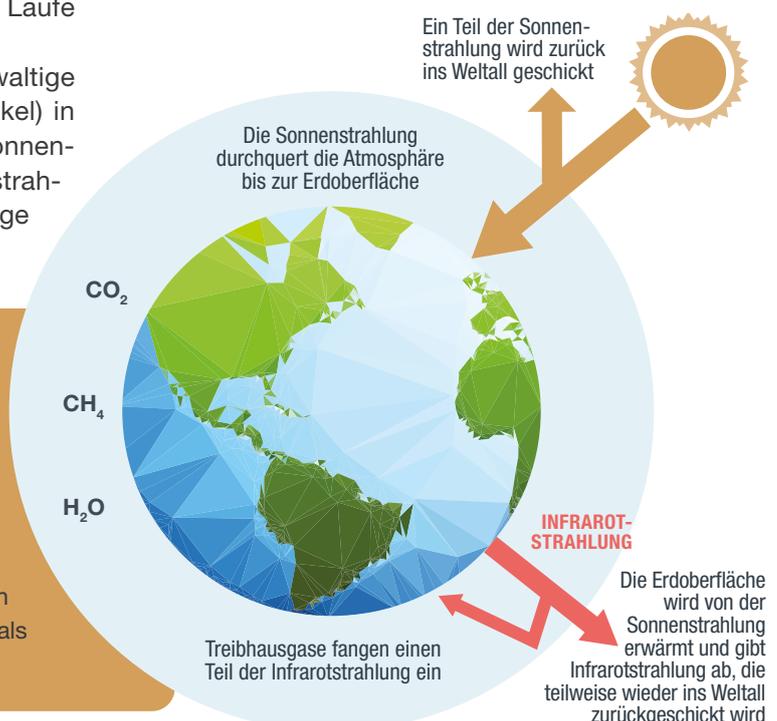
Es gibt drei wesentliche Auslöser für externe Klimaschwankungen:

- **Veränderungen der Sonnenenergie, die auf die Erde trifft** (aufgrund von Sonnenflecken oder Abweichungen der Umlaufbahn der Erde). Die Jahreszeiten sind ein Beispiel für Klimaschwankungen aufgrund der sich ändernden Menge an Sonnenstrahlung, die ein Ort im Laufe des Jahres erhält.
- **Vulkanausbrüche auf der Erde.** Gewaltige Eruptionen bringen Aerosole (kleine Partikel) in die obere Atmosphäre. Wie eine Art Sonnenschirm blocken die Aerosole die Sonnenstrahlung ab, so dass es auf dem Planeten einige Jahre lang kühler wird.

- **Treibhausgasemissionen.** **Treibhausgase\*** sind Gase in der Atmosphäre, die für die sichtbare Sonnenstrahlung weitgehend transparent sind, nicht aber für die von der Erdoberfläche abgegebene **Infrarotstrahlung\***. Zu diesen Gasen gehören Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas, und andere). Sie absorbieren die **Infrarotstrahlung und senden einen Teil davon zurück, wodurch die untere Atmosphäre und die Erdoberfläche erwärmt werden.** Dieses Phänomen ist als Treibhauseffekt bekannt. Nicht alle Treibhausgase haben das gleiche **Treibhauspotenzial\***: Manche Gase können die Atmosphäre stärker erwärmen als andere.

#### DER TREIBHAUSEFFEKT

Der natürliche Treibhauseffekt ist für das Leben auf der Erde unerlässlich. Ohne den Treibhauseffekt läge die Durchschnittstemperatur auf der Erdoberfläche bei etwa  $-18^{\circ}\text{C}$  statt bei  $+15^{\circ}\text{C}$ . Wir Menschen erhöhen jedoch die Treibhausgasmenge in der Atmosphäre und verursachen dadurch den menschengemachten (**anthropogenen\***) Treibhauseffekt. Dieser wird als externe Ursache für das Klimasystem definiert.



**INTERNE URSACHEN**

Das Klima unterliegt auch internen Schwankungen. **Das El-Niño-Phänomen** ist die Hauptursache für jährliche interne Schwankungen (siehe das Lehrerhandbuch „Das Klima in unseren Händen – Ozean und Kryosphäre“ S. 11. Ein El-Niño-Ereignis beginnt ursprünglich im tropischen Pazifik, hat allerdings Auswirkungen auf einen Großteil des Planeten. Veränderungen der Meeresströmungen können das regionale Klima über Jahrzehnte hinweg verändern. Ein kälterer Nordatlantik in den 1970er und 1980er Jahren zum Beispiel führte zu Dürrekatastrophen in der Sahelzone (südlich der Sahara).



Materie zersetzt und Lebewesen ihren Lebensraum (ihre Habitate) haben.

**KOHLSTOFFSPEICHERUNG**

**Das Land speichert eine enorme Menge an Kohlenstoff** in verschiedenen Reservoirs, wie dem Boden (in Form organischer Materie), der Biosphäre, Gesteinen und fossilen Brennstoffquellen.

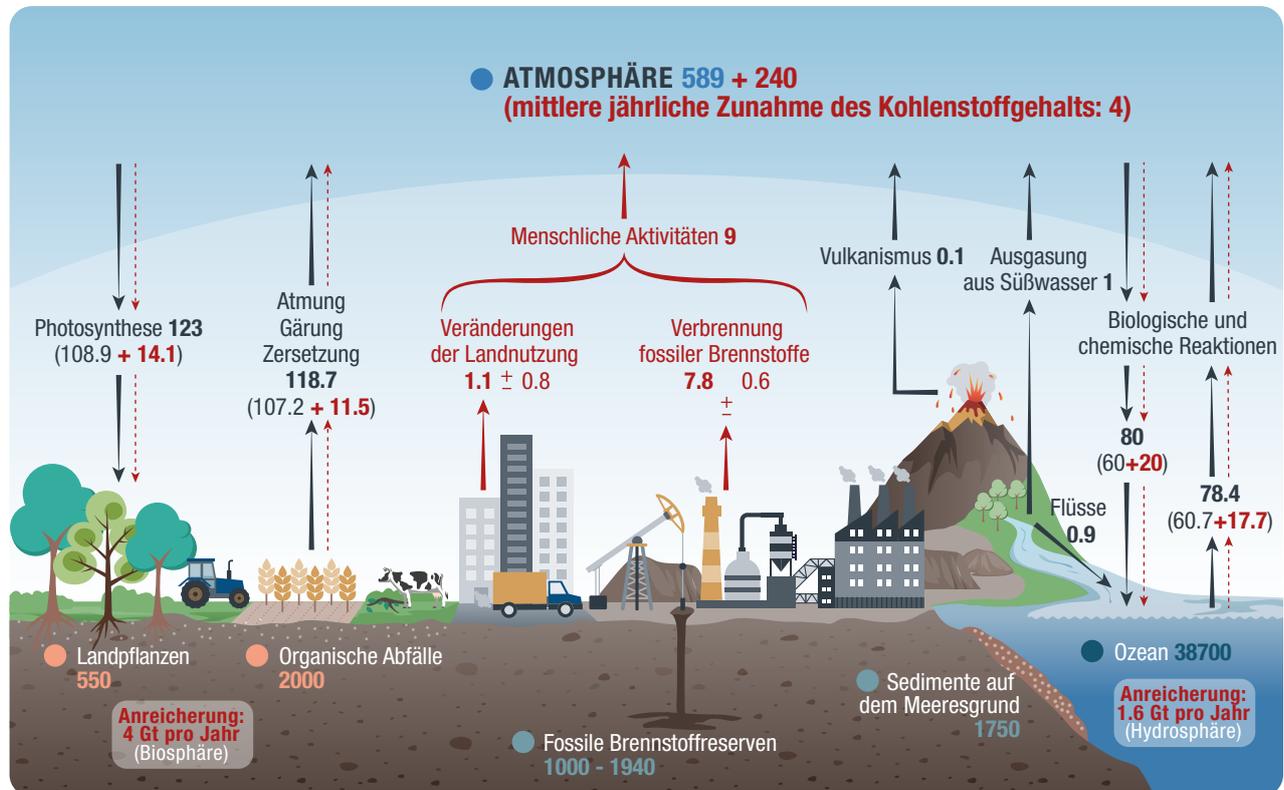
Der gespeicherte Kohlenstoff verbleibt nicht dauerhaft in seinem Reservoir, er wandert über verschiedene Zeiträume von einem Reservoir zum anderen, einschließlich der Reservoirs, die nicht zu den Landsystemen gehören (Atmosphäre, Ozean, ozeanische Biosphäre). Diese Bewegungen von Materie werden als Flüsse bezeichnet. Ein Beispiel für einen solchen Fluss ist die Photosynthese\*, über die Kohlenstoff aus der Atmosphäre in die Pflanzen und schließlich in den Boden gelangt. Der vollständige Kohlenstoffkreislauf\* ist in der Abbildung unten dargestellt.

**DIE ROLLE DER LANDSYSTEME**

Als **Land** bezeichnet man die Oberfläche des Planeten, auf der sich die Menschen niederlassen. Dort befindet sich u. a. der Erdboden, auf dem die Menschen ihre Nahrungsmittel produzieren. Das Land spielt auch eine entscheidende Rolle bei der „Entstehung“ des Klimas, da es die Schnittstelle zur Atmosphäre bildet. Der **Erdboden** besteht aus einer Mischung aus organischer Materie und Mineralien. Der Erdboden interagiert mit der Atmosphäre und ist der Ort, an dem Pflanzen wachsen, sich organische

**LAND ALS TEIL DES KLIMASYSTEMS**

**Die Landmassen tauschen Energie, Wasser, Aerosole und Treibhausgase mit der Atmosphäre und dem Ozean aus.** Diese Mechanismen sind teils natürlichen und teils menschlichen Ursprungs. Somit spielt das Land eine zentrale Rolle im Klimasystem.



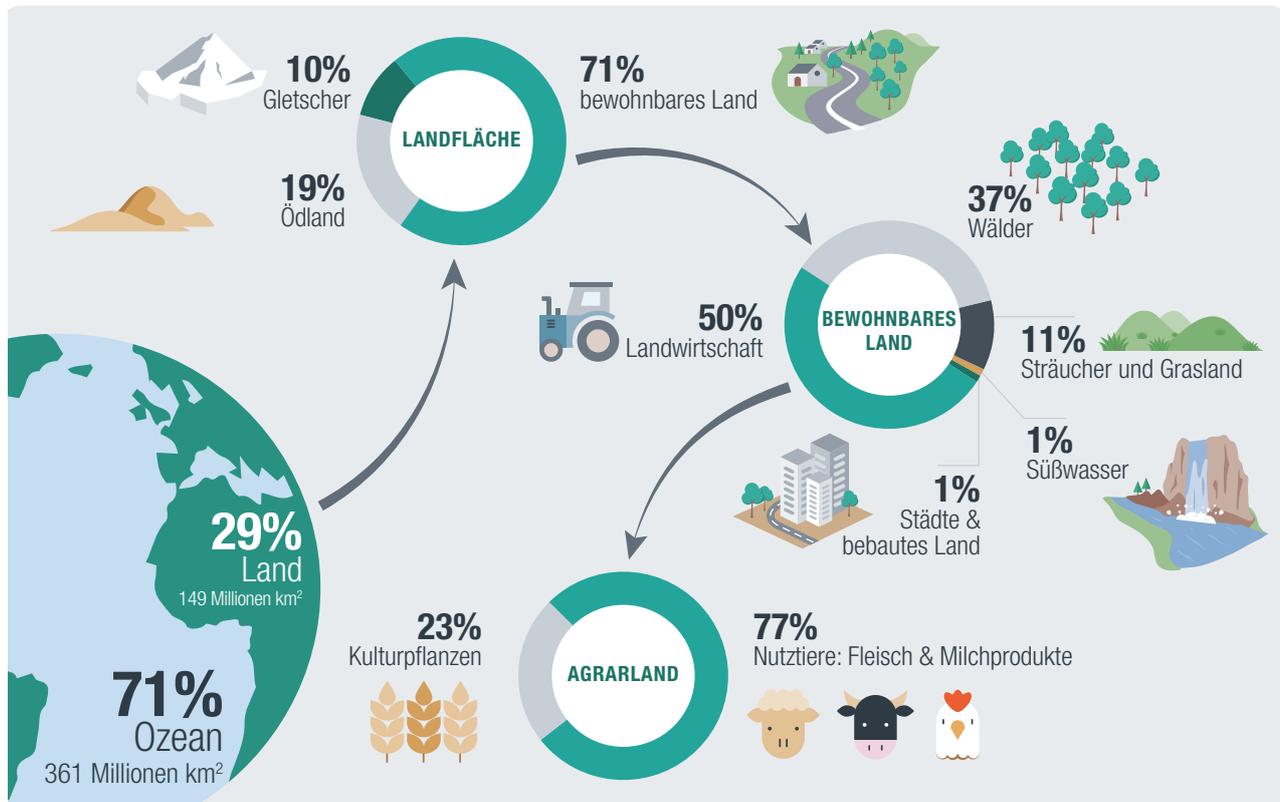
**Natürliche Speicher:** ● Biosphäre ● Lithosphäre ● Hydrosphäre ● Atmosphäre → Natürlich → Menschengemacht

**Der Kohlenstoffkreislauf.** Die Menge an Kohlenstoff in jedem Reservoir ist in Gigatonnen angegeben (eine Gigatonne = eine Milliarde Tonnen). Die natürlichen Flüsse und Kohlenstoffbestände sind in Schwarz, Blau und Lila dargestellt, die anthropogenen Einflüsse in Rot. Quelle: Nach „Sciences de la vie et de la Terre, Dijon“, Daten aus dem IPCC-Bericht AR5 (2014).

# Warum sind die Landsysteme für uns wichtig?

Land ist da, wo wir leben. **Land ist für uns überlebenswichtig**, da es den Großteil unserer **Nahrungsmittel, Futtermittel (Viehfutter), Textilfasern, Holz**

**und Energie** liefert. Heutzutage bewirtschaften die Menschen etwa drei Viertel der eisfreien Landfläche unseres Planeten.



**Landnutzung (um 2015):** Obwohl wir Menschen nur etwa 1% der gesamten eisfreien Landfläche besiedelt haben (Städte und Dörfer), nutzen wir einen Großteil der Landfläche für viele verschiedene Zwecke.

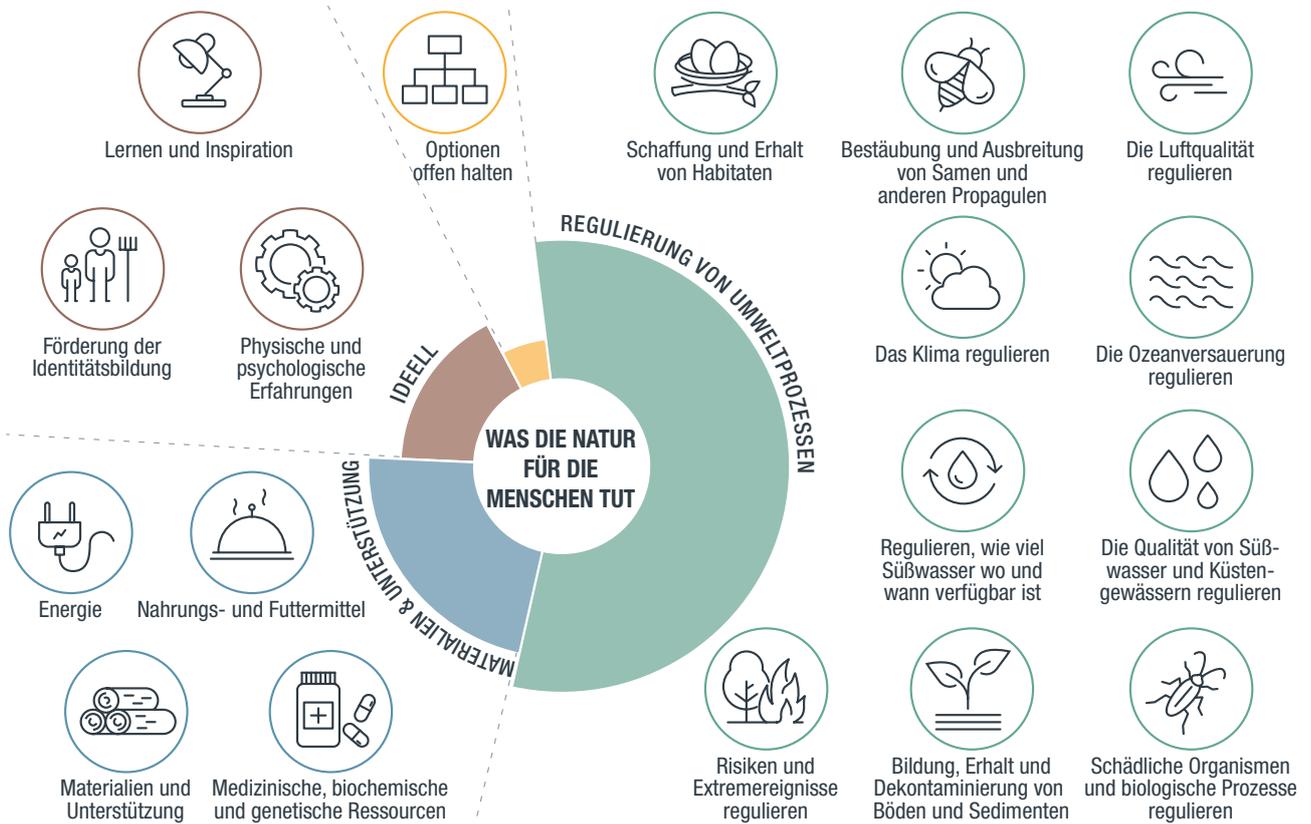
Quelle: UN Food and Agriculture Organization (FAO, Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen); Autoren der Abbildung: Hannah Ritchie und Max Roser (2019), CC-BY, nach einer Infografik von Azote.

## LAND IST ENDLICH

Die Art und Weise, wie wir das Land bewirtschaften, hat nicht nur Auswirkungen auf die Lebensgrundlage von Milliarden von Menschen, sondern auch auf die natürlichen Landökosysteme. Letztere sind für die Aufrechterhaltung von **Ökosystemdienstleistungen** wichtig, wie zum Beispiel saubere Luft, gute Bodenqualität, Schutz vor Hochwasser und Krankheiten sowie die Bestäubung von Pflanzen (siehe die Abbildung oben für einige Beispiele von Ökosystemdienstleistungen, die die Landsysteme erbringen).

Das Land ist allerdings endlich, und da die Weltbevölkerung wächst, **sind wir auf das Land angewiesen wie nie zuvor**. Wenn wir dem Land Schaden zufügen, sind die daraus resultierenden Verluste groß und der ursprüngliche Zustand nur schwer wiederherzustellen.





### Beispiele für Ökosystemdienstleistungen

Quelle: IPBES (angepasst): [https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes\\_global\\_assessment\\_report\\_summary\\_for\\_policymakers\\_en.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_en.pdf)

## BIODIVERSITÄT

### DIE ROLLE DER BIODIVERSITÄT

Die **Biodiversität\*** umfasst die Vielfalt der Lebewesen auf mehreren Ebenen: **intraspezifische Biodiversität** (Unterschiede zwischen Mitgliedern der gleichen Art), **interspezifische Biodiversität** (Unterschiede zwischen den Arten) und die **Vielfalt der Ökosysteme** (Vielfalt der Umgebungen und der darin lebenden Arten). Die Biodiversität erfüllt viele Funktionen und erbringt **Ökosystemdienstleistungen\*** wie zum Beispiel die Sauerstoffproduktion oder die Kohlenstoffspeicherung. **Biodiverse Ökosysteme sind widerstandsfähiger gegenüber dem Klimawandel.<sup>1</sup>**

### BIODIVERSITÄT AN LAND

Die ungleiche Verteilung der Sonnenenergie auf der Erdoberfläche sowie die Verteilung der Landmassen in den Ozeanen führen zu großen klimatischen Unterschieden auf der Erde. Diese Klimata haben, zusammen mit der lokalen Topographie, zur Entwicklung spezifischer Ökosysteme in den verschiedenen Regionen der Erde geführt. Die Gesamtheit der Ökosysteme einer Region werden als **Biom\*** bezeichnet (z. B. Wüste oder Tropenwald). Landökosysteme beherbergen eine riesige Artenvielfalt.

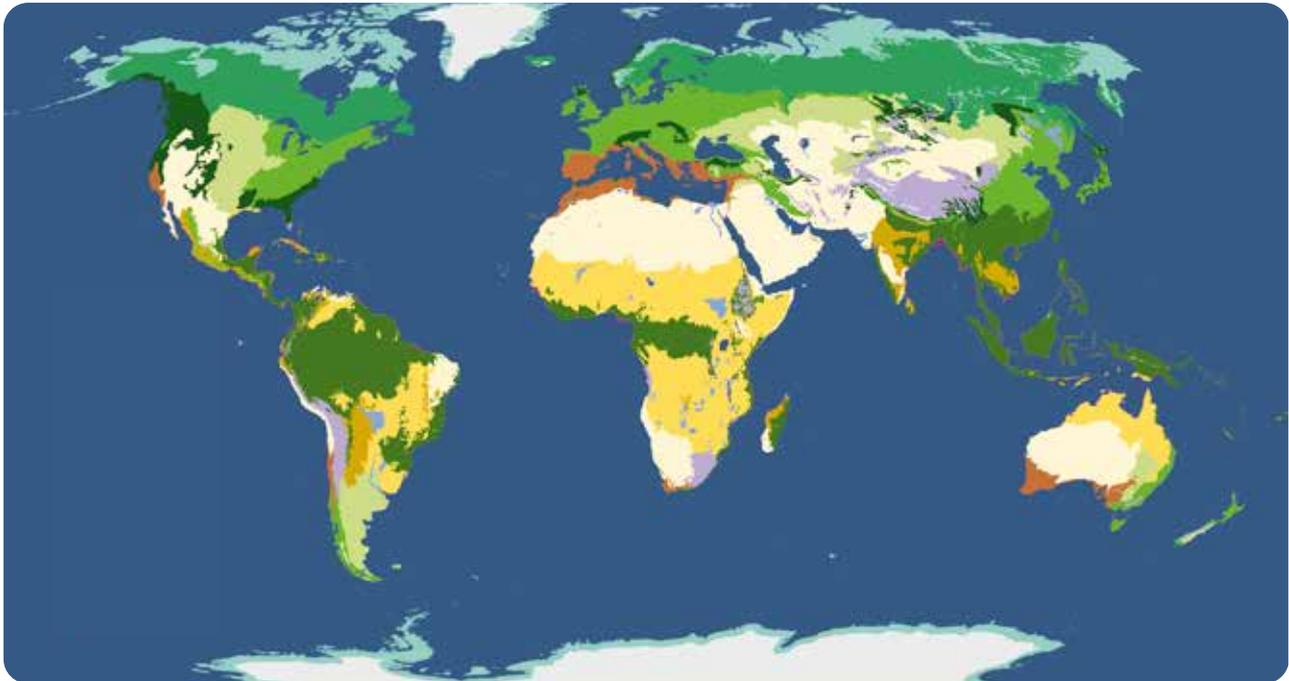
### BIODIVERSITÄT IN DEN BÖDEN

Es sind nicht nur die „sichtbaren“ Landökosysteme, die eine große biologische Vielfalt beherbergen, auch die Böden stellen ein riesiges Biodiversitätsreservoir dar, mit Bakterien, Regenwürmern, Insekten und Pilzen. Diese Makro- und Mikrofauna spielt eine Schlüsselrolle bei der Zersetzung organischer Materie, indem sie diese in mineralische Materie umwandelt.



Tropenwälder sind die Landökosysteme mit der größten Biodiversität.

<sup>1</sup> Epple und Dunning (2014), 'Ecosystem resilience to climate change: What is it and how can it be addressed in the context of climate change adaptation?' UNEP-WCMC, Technical Report.



### Biome der Erde

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <span style="color: #4682B4;">●</span> Tundra                          | <span style="color: #90EE90;">●</span> Grasland, Savannen, gemäßigte Strauchlandschaften             | <span style="color: #4169E1;">●</span> Überflutete Wiesen und Savannen       |
| <span style="color: #008000;">●</span> Boreale Wälder (Taiga)          | <span style="color: #3CB371;">●</span> Tropische und subtropische Nadelwälder                        | <span style="color: #FFD700;">●</span> Wüsten und Dornstrauchsavannen        |
| <span style="color: #9370DB;">●</span> Bergwiesen und Sträucher        | <span style="color: #006400;">●</span> Tropische und subtropische feuchte Laubwälder                 | <span style="color: #800080;">●</span> Mangroven                             |
| <span style="color: #32CD32;">●</span> Gemäßigte Laub- und Mischwälder | <span style="color: #FFA500;">●</span> Tropische und subtropische trockene Laubwälder                | <span style="color: #8B4513;">●</span> Mittelmeerwälder, Wälder und Gestrüpp |
| <span style="color: #000000;">●</span> Gemäßigte Nadelwälder           | <span style="color: #FFD700;">●</span> Tropisches und subtropisches Grasland, Savannen und Buschland |  |

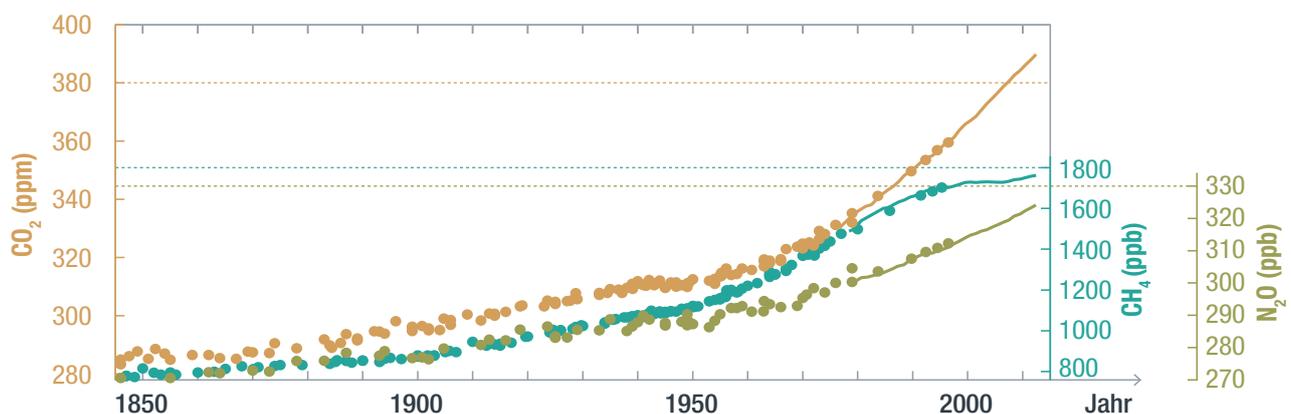
Quelle: Wikimedia Commons

## Aufgrund menschlicher Aktivitäten ändert sich das Klima rasant

### DER MENSCH UND DER KLIMAWANDEL

Seit der industriellen Revolution\*, hat der Mensch den Austausch von Treibhausgasen zwischen Land, Ozean und Atmosphäre verändert, indem er große

Mengen an Treibhausgasen, vor allem **Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)**, **Methan (CH<sub>4</sub>)** und **Lachgas (N<sub>2</sub>O)**, in die Atmosphäre emittiert und damit ein Ungleichgewicht und letztendlich den Klimawandel verursacht hat.



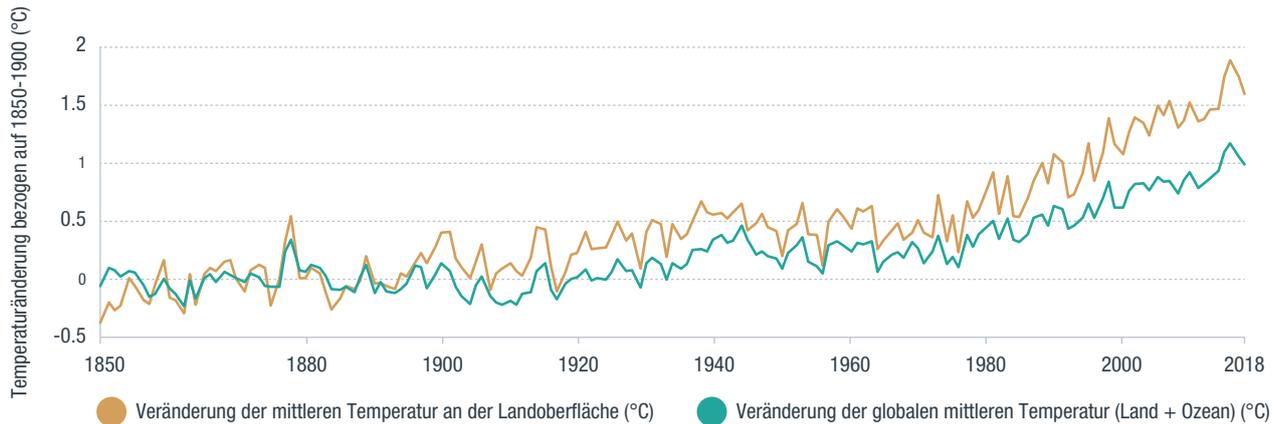
### Mittlere weltweite Treibhausgaskonzentrationen

Quelle: IPCC-Bericht AR5, Zusammenfassung für Entscheidungsträger

## DER KLIMAWANDEL VERÄNDERT DAS LAND

**Menschliche Aktivitäten sind die Ursache der Erderwärmung.** Seit der vorindustriellen Zeit ist die mittlere Temperatur über dem Festland und dem Ozean gestiegen. Allerdings ist **die mittlere Temperatur über dem Festland viel stärker angestiegen (etwa 1,59 °C seit 1850)** als die globale mittlere Temperatur – also die Temperatur über dem Festland und dem Ozean zusammengenommen (etwa 1,09 °C seit 1850).

Es gibt zwei Ursachen für den Unterschied zwischen der Temperatur an der Landoberfläche und der Temperatur an der Ozeanoberfläche. Erstens: Das Land besteht hauptsächlich aus fester Materie und hat daher eine geringere Wärmekapazität als der Ozean, der aus flüssigem Wasser besteht. Das Land braucht daher weniger Energie, um seine Temperatur zu erhöhen. Zweitens: Wenn die Temperatur des Ozeans steigt, verdunstet mehr Wasser, was einen kühlenden Effekt zur Folge hat. Auf dem Land gibt es viel weniger Wasser, so dass die kühlende Wirkung der Verdunstung geringer ist.



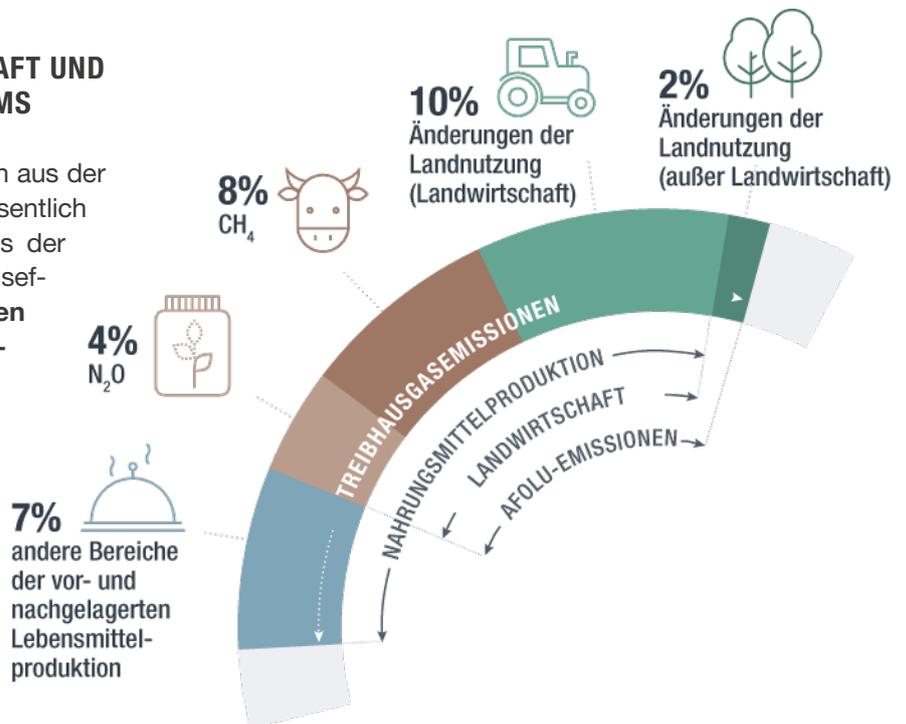
**Beobachtete Veränderungen der mittleren Lufttemperatur an der Landoberfläche und Veränderungen der globalen mittleren Temperatur (= an der Land- und der Ozeanoberfläche zusammengenommen), bezogen auf den Mittelwert der Jahre 1850 bis 1900.** Seit der vorindustriellen Zeit (1850-1900) ist die mittlere Lufttemperatur an der Landoberfläche erheblich stärker angestiegen als die globale mittlere Oberflächentemperatur (Land und Ozean).

Quelle: IPCC-Sonderbericht über Klimawandel und Landsysteme – Zusammenfassung für Entscheidungsträger (angepasst): <https://www.de-ipcc.de/270.php#SRCCL-Übersetzungen>

## DIE ROLLE DER LANDWIRTSCHAFT UND DES ERNÄHRUNGSSYSTEMS

Auch wenn die Treibhausgasemissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe wesentlich höher sind, tragen die Emissionen aus der Landwirtschaft ebenfalls zum Treibhauseffekt bei: **Alle menschlichen Aktivitäten im Zusammenhang mit der Landnutzung sind für etwa 24% der gesamten anthropogenen Treibhausgasemissionen verantwortlich.**

**Die drei wichtigsten Treibhausgase in der Landwirtschaft sind Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (= Distickstoffoxid, N<sub>2</sub>O).** Methan und Lachgas sind eng mit der Landwirtschaft verknüpft und haben beide ein höheres Treibhauspotenzial\* als Kohlenstoffdioxid.



**Treibhausgasemissionen, die durch die Landwirtschaft, die Forstwirtschaft und andere Landnutzung (AFOLU) sowie die Nahrungsmittelproduktion erzeugt werden**

Quelle: Citoyens pour le climat (angepasst)

<https://drive.google.com/file/d/17H99ekMQ7j9ErgXTQUKP5s0-gQ4-pJMA/view>

Die Hauptquellen für Methan in der Landwirtschaft sind der **Reisanbau, die Milchwirtschaft und die Viehzucht**, während Lachgas vor allem durch den massiven Einsatz von **Kunstdünger und Gülle** entsteht. Zwischen 2007 und 2016 hat **der Landwirtschaftssektor weltweit zu etwa 13% der Kohlenstoffdioxidemissionen, 44% der Methanemissionen und 81% der Lachgasemissionen beigetragen.**

Unser **Ernährungssystem\*** ist eng mit der Landwirtschaft verknüpft. Es umfasst die Herstellung, den Transport und die Verarbeitung von Nahrungsmitteln, den Einzelhandel, sowie den Verbrauch und den Abfall von Nahrungsmitteln. **Das gesamte Ernährungssystem ist für 21-37% der anthropogenen Netto-Treibhausgasemissionen verantwortlich.** Die Emissionen werden in Zukunft voraussichtlich noch steigen, da die Bevölkerungszahl und die Einkommen steigen, und sich somit Verbraucherverhalten sowie Lebensstile weiter verändern werden.

## EINE WACHSENDE WELTBEVÖLKERUNG UND VERÄNDERTE ERNÄHRUNGSGEWOHNHEITEN

Die wachsende Weltbevölkerung und die sich ändernden Lebensstile haben dazu geführt, dass wir die Landressourcen immer stärker beanspruchen. **Heute wird weltweit 70% des Süßwassers in der Landwirtschaft verbraucht. Das Nahrungsmittelangebot pro Kopf hat seit 1961 um mehr als 30% zugenommen.** Zudem haben sich unsere Ernährungsgewohnheiten verändert – insbesondere in den letzten Jahrzehnten. Das hat dazu geführt, dass sich die Art und Weise, wie wir das Land für die Landwirtschaft nutzen, verändert hat. **Unsere Ernährung ist heutzutage energiereicher:** Sie enthält viel Fett, mit einem hohen Anteil an Pflanzenölen, Fleisch und Zucker. Diese Veränderungen in der Ernährung haben u. a. dazu beigetragen, dass etwa zwei Milliarden Erwachsene übergewichtig oder fettleibig sind. Dennoch sind immer noch **rund 821 Millionen Menschen unterernährt, während auf der anderen Seite im weltweiten Mittel 25-30% der Lebensmittel verderben oder weggeworfen werden.**

# Auswirkungen des Klimawandels und menschlicher Aktivitäten auf die Landsysteme

## DER KLIMAWANDEL VERÄNDERT DIE LANDSCHAFT

**Extreme Ereignisse\*** gehören zu den verheerendsten Auswirkungen des Klimawandels an Land. Indem sie den Wasserkreislauf durcheinanderbringt, hat die Erderwärmung zu einer **Zunahme der Häufigkeit und Intensität extremer meteorologischer Ereignisse** wie Hitzewellen, Dürren und Starkniederschläge geführt. Auch Sandstürme treten häufiger auf und sind intensiver. Dies ist vor allem auf die Ausweitung von Trockengebieten und die Wüstenbildung zurückzuführen.

Die steigende CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre und die Erwärmung der Erde wirken sich auf die Landvegetation aus. In den letzten 30 Jahren wurde in Teilen Asiens, Europas, Südamerikas, im zentralen Nordamerika und im Südosten Australiens ein sogenanntes **Greening\* der Vegetation** (Zunahme der Vegetationsproduktivität) beobachtet, was auf **längere Vegetationsperioden zurückzuführen ist: Den Pflanzen steht mehr CO<sub>2</sub> für die Photosynthese zur Verfügung.** Außerdem setzen Landwirte **andere**

**Bewässerungs- und Düngemethoden ein.** Das regt das Pflanzenwachstum an und macht einige Gegenden grüner.

In anderen Regionen – in Teilen Nordeuropas, Nordamerikas, Zentralasiens und im Kongobecken – hat man das Gegenteil beobachtet: Das sogenannte **Browning\* der Vegetation** (ein Rückgang des Pflanzenwachstums bzw. das Absterben der Vegetation) ist größtenteils auf Wasserstress aufgrund von Klima- und Landnutzungsänderungen, aber auch auf Waldbrände und klimabedingte Dürren zurückzuführen. In manchen Gegenden **verschieben sich sogar ganze Klimazonen.** So werden zum Beispiel polare Klimazonen kleiner und aride Klimazonen größer.

## DER MENSCH VERÄNDERT DAS LAND

Wenn Land seine Bodenqualität, Vegetation, Wasserressourcen oder Fauna verliert, spricht man von **Landdegradation\***. Im 20. Jahrhundert hat sich die Landdegradation beschleunigt. Dies ist zum Teil auf die Zunahme von extremen Ereignissen wie **Dürren\***

und Überschwemmungen zurückzuführen, aber auch auf die veränderte Landnutzung durch die Menschen, wie Verstädterung, Entwaldung\* und intensive Landwirtschaft. **Heutzutage ist etwa ein Viertel der eisfreien Erdoberfläche von durch den Menschen verursachter Landdegradation betroffen.**

**Durch den Klimawandel verursachte Landdegradation** – wie Küstenerosion, die durch den Anstieg des Meeresspiegels noch verschärft wird, der tauende Permafrost oder extreme Bodenerosion – **kann zu erzwungener Migration, Konflikten oder Armut führen.**

Eine extreme Form der Landdegradation in ariden und semiariden Gegenden ist die Wüstenbildung\*. **Zwischen 1980 und den 2000er Jahren lebten etwa 500 Millionen Menschen in von Wüstenbildung betroffenen Regionen. Der Klimawandel verschärft die Landdegradation, was sich auf das Leben von Menschen auf der ganzen Welt auswirkt, insbesondere in Südostasien, der Sahara, Nordafrika und dem Nahen Osten.**

Durch Entwaldung steigt der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre, da eine Möglichkeit entfällt, durch Photo-

synthese\* CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre zu entfernen. Das Gleiche gilt für die Wüstenbildung. Die FAO schätzt, dass zwischen 1990 und 2019 weltweit etwa 420 Millionen Hektar Wald – das entspricht mehr als 10 Mal der Fläche Deutschlands – durch Abholzung verloren gegangen sind. Der Rückgang der Vegetationsdecke erhöht die Albedo\*: Land ohne Vegetation reflektiert mehr Sonnenstrahlung als Land mit Vegetation. Dies führt zu einer Abkühlung der Erdoberfläche (Nettoeffekt).

## ERNÄHRUNGSSICHERHEIT

Der Klimawandel wirkt sich insbesondere auch auf die **Ernährungssicherheit** aus. Veränderte Niederschlagsmuster, häufigere extreme Wetterereignisse und höhere Temperaturen führen in **Regionen mit niedrigen Breitengraden zu geringeren Ernteerträgen (z. B. von Mais und Weizen)**. In Afrika hat der Klimawandel zu einem geringeren Wachstum der Nutztiere und einer verminderten Produktivität der Beweidungssysteme geführt. Dafür sind in einigen **Regionen in höheren Breitengraden die Ernteerträge mancher Nutzpflanzen gestiegen (z. B. Mais, Weizen und Zuckerrüben)**.

## Welche Auswirkungen hat das auf uns?

**Das Land ist eine wichtige Ressource, die aufgrund konkurrierender Anforderungen unter Druck steht.** Der Klimawandel verschärft eine ohnehin schon herausfordernde Situation. Steigende Bevölkerungszahlen sowie ein verändertes Verbraucherverhalten **führen zu einer erhöhten Nachfrage nach Nahrungsmitteln, Futtermitteln und Wasser.** Diese Veränderungen haben große Auswirkungen zum Beispiel auf die Biodiversität und die Ökosystemdienstleistungen, und damit auf die Ernährungssicherheit und die Verfügbarkeit von Trinkwasser.

Die Auswirkungen auf die Menschen werden je nach Region unterschiedlich ausfallen. Mit zunehmender Erderwärmung werden Häufigkeit, Intensität und Dauer von **hitzebedingten Extremwetterereignissen zunehmen**, insbesondere im Mittelmeerraum und im südlichen Afrika. Nordamerika, Südamerika, der Mittelmeerraum, das südliche Afrika und Zentralasien könnten zunehmend von Waldbränden\* **betroffen sein.** In tropischen Regionen könnte die Erderwärmung bis zum Ende des 21. Jahrhunderts zu noch nie dagewesenen klimatischen Bedingungen führen und einige Regionen unbewohnbar machen.

In Trockengebieten werden der Klimawandel und die Wüstenbildung zu einem allgemeinen **Rückgang der Produktivität von Ackerbau und Viehzucht führen**, die Zusammensetzung der Pflanzenarten verändern und die Biodiversität verringern. In Asien und Afrika wird die Zahl der Menschen, die von der zunehmenden Wüstenbildung bedroht sind, voraussichtlich am höchsten sein. Die Tropen und Subtropen werden den Prognosen zufolge am stärksten vom Rückgang der Ernteerträge bedroht sein.

Der Klimawandel wird höchstwahrscheinlich auch die **umweltbedingte Migration verstärken** (aufgrund von Nahrungsmittel- und Wassermangel, Landdegradation usw.), und zwar innerhalb von Ländern und über Ländergrenzen hinweg. Durch die vermehrten Umsiedlungen steigt die Wahrscheinlichkeit von Konflikten. **Frauen, Kinder, ältere und arme Menschen sind am stärksten von den negativen Auswirkungen des Klimawandels bedroht.**

# Wie können wir handeln, um das Klima zu schützen und uns an den Klimawandel anzupassen?

Es gibt zwei Möglichkeiten, wie wir die Risiken und Auswirkungen des Klimawandels in den kommenden Jahrzehnten verringern können:

- Ein Ansatz ist, **den Klimawandel zu begrenzen**, indem wir auf den Treibhausgasgehalt der Atmosphäre einwirken. Wir können die anthropogenen Treibhausgasemissionen reduzieren oder Methoden anwenden, um aktiv Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre wieder zu entfernen (CO<sub>2</sub>-Sequestrierung\*). Eine solche Methode wäre das Pflanzen von Bäumen. Durch solche Maßnahmen betreibt man **Klimaschutz\*** (Englisch: mitigation).
- Ein zweiter Ansatz besteht darin, **sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen**. Man kann zum einen möglichst viele Menschen und ihr Eigentum sowie Tiere und Pflanzen in Sicherheit bringen, oder zumindest das Ausmaß der absehbaren Folgen des Klimawandels verringern. Diese Maßnahmen sind Teil der **Anpassung\* an den Klimawandel**.
- **Einige landbezogene Maßnahmen tragen sowohl zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel als auch zur einer nachhaltigen Entwicklung\* bei (transformative Klimaanpassung).**

**Beides ist wichtig: Klimaschutz und Anpassung.** Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels müssen daher beides berücksichtigen. Wenn zum Beispiel eine neue Schule gebaut werden soll, könnte man sowohl den Bau als auch den Betrieb des Gebäudes kohlenstoffneutral planen (Klimaschutz), und gleichzeitig sicherstellen, dass die Schule mit einer Reihe von möglichen Klimazukunftsszenarien zurechtkommt (Anpassung).

## KLIMASCHUTZ

Während in den nächsten Jahrzehnten erhebliche Emissionssenkungen erforderlich sind, um den Klima-

wandel zu begrenzen, werden die Weltbevölkerung, die Nachfrage nach Energie und der Energieverbrauch weiter zunehmen. Gleichzeitig ist es wichtig, auch andere große globale Herausforderungen anzugehen, wie den Zugang zu Lebensmitteln, Wasser, Arbeitsplätzen und die Gesundheitsversorgung für alle zu verbessern sowie Ungleichheiten zu verringern.

**Es gibt jedoch Grund zur Zuversicht.** Das Bewusstsein der Öffentlichkeit und der Politik für die Dringlichkeit des Handelns wächst, und die Kosten für erneuerbare Energien fallen rapide.<sup>2</sup> Das richtungsweisende Pariser Übereinkommen zum Klimawandel von 2015 hat den Grundstein für eine schnelle Reduktion der Emissionen gelegt. Es gibt bereits erfolgreiche Beispiele: In Großbritannien sind durch den Rückgang der Kohlenutzung die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf das Niveau von 1890 gesunken;<sup>3</sup> in Deutschland ist der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch von 6,3% im Jahr 2000 auf knapp 52% im Jahr 2023<sup>4</sup> gestiegen; im ersten Halbjahr 2024 sind 83,4% des Stroms in Portugal aus erneuerbaren Energien erzeugt worden. Doch da die globale Erderwärmung auf die globalen Emissionen zurückzuführen ist, reicht es nicht aus, wenn nur einige wenige Länder aktiv werden.<sup>5</sup> Es obliegt auch nicht nur den Regierungen, Unternehmen und der Gesetzgebung, Emissionen zu reduzieren, obwohl sie natürlich eine zentrale Rolle spielen. Auch Organisationen vor Ort und Einzelpersonen können etwas bewirken.

### DAS ÜBEREINKOMMEN VON PARIS

Das Ziel des Pariser Übereinkommens der Vereinten Nationen<sup>6</sup> ist es, die globale Erderwärmung auf unter 2°C, und wenn irgendwie möglich sogar auf unter 1,5°C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Um zu verhindern, dass die Erderwärmung 1,5°C übersteigt, müssen die weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen in den nächsten zehn Jahren um 40-60% gesenkt werden, **damit bis 2050 das Netto-null-Ziel erreicht wird**<sup>7</sup> (für weitere Einzelheiten siehe

2 Quelle: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-3/>

3 Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass ein Teil der Emissionen ins Ausland „ausgelagert“ wurde.

4 Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch, <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Energiewechsel/Erneuerbare-Energien/erneuerbare-energien.html>

5 Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN)

6 <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

7 IPCC Special Report on 'Global Warming of 1.5°C': <https://www.ipcc.ch/sr15>

den IPCC-Sonderbericht „1,5°C globale Erwärmung – Zusammenfassung für Lehrerinnen und Lehrer). Es handelt sich also um eine gigantische Herausforderung auf allen gesellschaftlichen Ebenen.



### CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK

Ein **CO<sub>2</sub>-Fußabdruck\*** wird normalerweise als die **Gesamtmenge der aus einer bestimmten Quelle ausgestoßenen Treibhausgase definiert**. CO<sub>2</sub>-Fußabdrücke können sowohl für Einzelpersonen als auch für Länder, Produkte, Unternehmen usw. erstellt werden. Um nicht nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen mit einzubeziehen, sondern die Emissionen aller Treibhausgase, werden diese in „CO<sub>2</sub>-Äquivalente“ umgerechnet (CO<sub>2</sub>-eq) – d. h. in die Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen, die den Emissionen der anderen Treibhausgase entspricht.

Einen Fußabdruck zu berechnen hilft dem/der einzelnen Schüler:in oder der Gruppe herauszufinden, welche Aktivitäten die meisten Emissionen verursachen, und somit vorrangig ins Visier genommen werden sollten. Anstatt genau aufzuschlüsseln, welche Aktivität wie viel zum Fußabdruck beiträgt, sollten eher die relativen Größen der einzelnen Beiträge abgeschätzt werden. Man muss allerdings bedenken, dass Einzelpersonen bzw. einzelne Gruppen von Menschen ohne gesetzliche oder anderwärtige Unterstützung nur begrenzt etwas tun können. Einige dieser Aspekte und mögliche Maßnahmen zur Verringerung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks werden in der Unterrichtsstunde D1 vorgestellt (Seite 202).

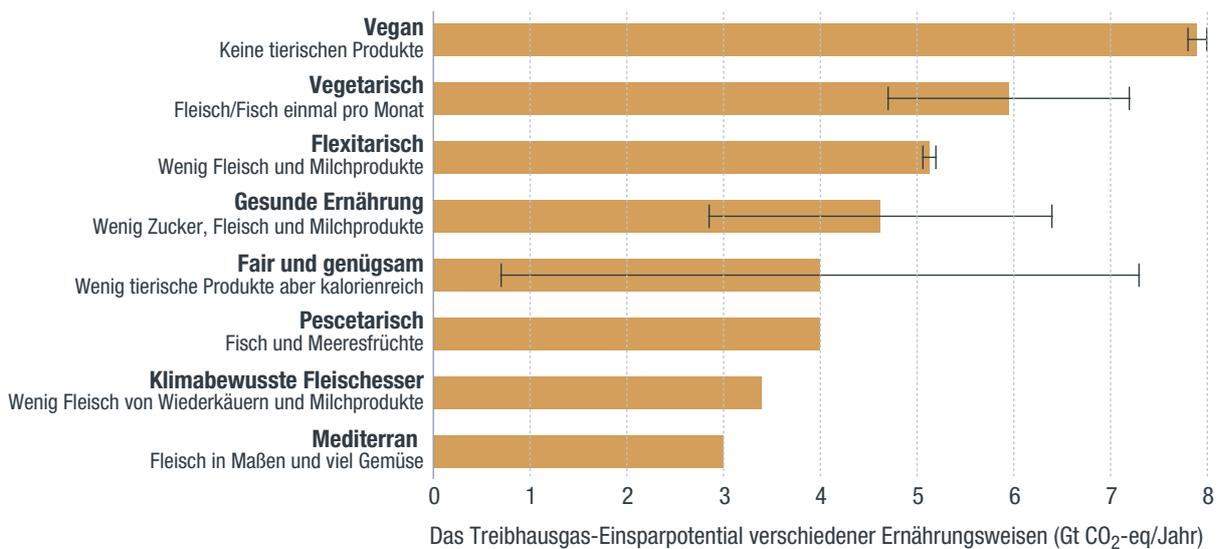
### DIE SCHLÜSSELROLLE VON KONSUMENTSCHEIDUNGEN

**Die Diversifizierung der Ernährungssysteme verringert klimawandelbedingte Risiken**, zum Beispiel indem die Vielfalt und die Verfügbarkeit von Saatgut gesichert oder heterogene Ernährungsweisen gefördert werden. Ernährungsweisen, die hauptsächlich auf Pflanzen wie Getreide, Hülsenfrüchten, Obst und Gemüse, Nüssen und Samen basieren, tragen zum Klimaschutz bei und fördern gleichzeitig die Gesundheit und das Wohlbefinden.

Das Minderungspotenzial einer veränderten Ernährungsweise wird auf 0,7 bis 8 Gt CO<sub>2</sub>-eq/Jahr bis 2050 geschätzt. Zum Vergleich: Die gesamten Treibhausgasemissionen auf unserem Planeten beliefen sich im Jahr 2022 auf 41,5 Gt CO<sub>2</sub>-eq.<sup>8</sup>

Darüber hinaus gehen heutzutage 25 bis 30% der insgesamt produzierten Lebensmittel verloren: Sie verderben oder werden verschwendet. Verringert man die Lebensmittelverluste, sinken die Treibhausgasemissionen, weil weniger Landfläche für die Lebensmittelproduktion benötigt wird. Das trägt zum Klimaschutz bei. **Zwischen 2010 und 2016 waren Lebensmittelverluste und -verschwendung für 8-10% der gesamten anthropogenen Treibhausgasemissionen verantwortlich.**

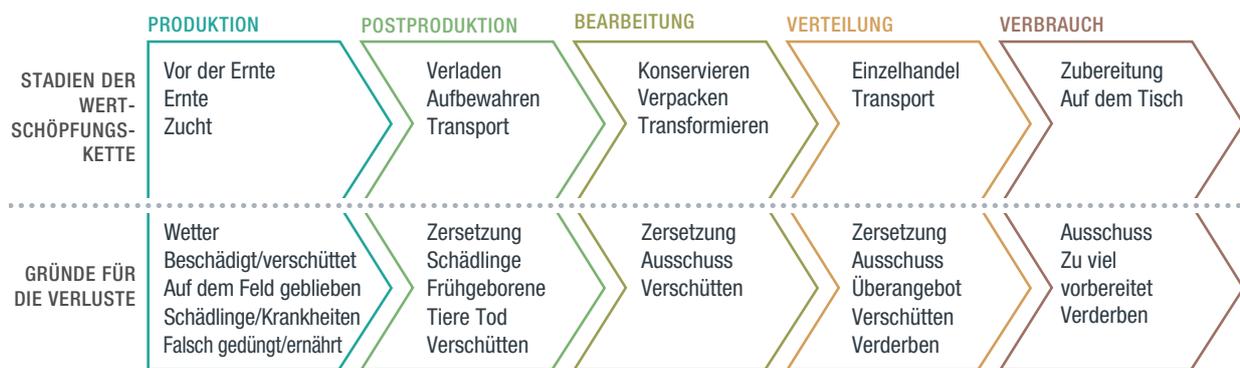
Das gesamte Minderungspotenzial im Lebensmittelsektor – von der Produktion bis zum Verbrauch, einschließlich der Lebensmittelverluste und -abfälle – wird bis 2050 auf 2,3 bis 9,6 Gt CO<sub>2</sub>-eq/Jahr geschätzt.



### Das Treibhausgas-Einsparpotential verschiedener Ernährungsweisen

Quelle: <https://www.ipcc.ch/srcccl/chapter/chapter-5/> (angepasst)

8 <https://ourworldindata.org/co2-emissions#global-co2-emissions-from-fossil-fuels-and-land-use-change>



### Nahrungsmittelverluste entlang der Nahrungskette

Quelle: UNCCD: [https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO\\_Full\\_Report\\_low\\_res.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res.pdf) (angepasst)

### GUTE BEISPIELE FÜR MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

Auf den ersten Blick scheint es offensichtlich, wie Emissionen reduziert werden können. Es ist jedoch komplexer als zunächst angenommen. Land kann einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Es gibt allerdings Grenzen. Wird zum Beispiel zu viel Landfläche für den Anbau von Bioenergiepflanzen oder für die Aufforstung genutzt, kann es zu Wüstenbildung und Landdegradation bzw. zur Beeinträchtigung der Ernährungssicherheit und der nachhaltigen Entwicklung kommen.

### KLIMAGERECHTIGKEIT\*

Auch wenn das Übereinkommen von Paris nicht vorschreibt, wie die Verringerung der Emissionen auf die verschiedenen Staaten aufgeteilt werden soll, **erscheint es selbsterklärend, dass dies auf eine einigermaßen gerechte Art und Weise geschehen sollte**. Es ist jedoch sehr schwierig zu bestimmen, was gerecht ist; dazu müssten die Länder und die Bürger:innen (in demokratischen Ländern) gemeinsam darüber diskutieren, wie man am besten vorgehen sollte. Ein möglicher Ansatz wäre, die Emissionsersparungen so aufzuteilen, dass jene Länder, die insgesamt die meisten Emissionen verursacht und so am meisten zum Problem der globalen Erderwärmung beigetragen haben, auch die größere Last schultern. Ein Nachteil dieser Idee ist, dass dabei nicht bedacht wird, ob ihr wirtschaftlicher Status es diesen Staaten erlaubt, ihre Emissionen zu verringern. Die Emissionen einiger bevölkerungsreicher Entwicklungsländer sind zwar pro Kopf niedrig, insgesamt aber höher als die Emissionen von Industriestaaten mit weniger Einwohnern. Ein weiterer Aspekt von Klimagerechtigkeit ist das Ausmaß der erlebten Klimaauswirkungen. Generell treffen die schlimmsten Auswirkungen die Ärmsten in den Entwicklungsländern – also genau jene Menschen, die hinsichtlich der Emissionen am wenigsten zum Problem beigetragen haben.

### ANPASSUNG

Wie sehr der Klimawandel eine Region trifft, hängt nicht nur vom Ausmaß der Klimaveränderungen ab, sondern auch davon, wie ausgesetzt und anfällig – wie exponiert und vulnerabel – die Bevölkerung, die Ökosysteme und die Infrastruktur sind.

### VERRINGERUNG DER EXPOSITION UND DER VULNERABILITÄT

**Um sich an den Klimawandel anzupassen, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um Exposition\* (gegenüber Gefahren) und Vulnerabilität\* zu verringern.** Exposition und Vulnerabilität stehen oft in Verbindung mit Armut.

**Lösungen, die zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel beitragen und gleichzeitig die Wüstenbildung verhindern,** hängen vom jeweiligen Standort und der Region ab. Sie umfassen das Auffangen von Wasser und die Mikrobewässerung, die Wiederherstellung degradierter Böden durch die Verwendung trockenheitsresistenter, ökologisch geeigneter Pflanzen sowie andere agrarökologische und ökosystembasierte Praktiken wie die Agroforstwirtschaft\* oder die Permakultur\*.

Aufforstung\* oder das Pflanzen von Bäumen kann Sandstürme abschwächen, Winderosion verhindern und zu Kohlenstoffsequestrierung beitragen, während gleichzeitig das Mikroklima, die Bodennährstoffe und das Wasserrückhaltevermögen verbessert werden.

### BILDUNG UND EIN MENSCHENZENTRIERTER ANSATZ

**Bildung ist ein zentraler Bestandteil der Anpassung.** Sie ermöglicht zum Beispiel, dass man sich besser mit der eigenen Umgebung vertraut macht, sein Wissen über den Klimawandel an Freunde und Familie weitergibt oder eine Ausbildung absolviert, die zu Anpassungslösungen beitragen kann.

Dank ihrer engen Verbindung zu ihrer Umwelt und ihres Wissens über das von ihnen bewirtschaftete, genutzte oder besetzte Land, **können indigene und lokale Bevölkerungsgruppen mit ihren landwirtschaftlichen Praktiken dazu beitragen, die zusammenhängenden Herausforderungen des Klimawandels, der Ernährungssicherheit und der Erhaltung der Biodiversität zu bewältigen und somit die Wüstenbildung und Landdegradation zu bekämpfen.**

Die Überschneidungen zwischen Klimawandel, Gender und Klimaanpassung finden auf mehreren Ebenen statt: im Haushalt, auf nationaler und auf internationaler Ebene. **Frauen spielen eine Schlüsselrolle bei der nachhaltigen Entwicklung, und sind gleichzeitig besonders anfällig für die Auswirkungen des Klimawandels.** Die Stärkung von Frauen kann Synergien und zusätzlichen Nutzen für Haushalte mit sich bringen. Zu den Strategien zur Förderung von Frauen gehören Geldtransfers an Frauen sowie Investitionen in Gesundheit, Bildung, Ausbildung und Kapazitätsaufbau.

## Zusammenfassung

Das Land ist ein **wesentlicher Bestandteil des Klimasystems**, da es zu den globalen Wärme-, Wasser- und Kohlenstoffkreisläufen beiträgt. Das Land liefert Nahrungsmittel, Futtermittel, Textilfasern, Brennstoffe und Trinkwasser für Mensch und Wirtschaft. Diese **Versorgung ist jedoch bedroht**: In den letzten Jahrzehnten wurden das Land und das Süßwasser ausgebeutet wie nie zuvor (Landwirtschaft, Entwaldung und andere Landnutzung). Verschärfend hinzu kamen der weltweite Temperaturanstieg und veränderte Niederschlagsmuster.

**Das richtige Landnutzungsmanagement** kann erheblich zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel beitragen, unter anderem durch die Förderung einer nachhaltigen Bewirtschaftung von Wäldern und Ökosystemen.

Land kann erhalten, wiederhergestellt und nachhaltig genutzt werden, während gleichzeitig andere globale gesellschaftliche Ziele erreicht werden – mittels konzentrierter Anstrengungen hin zu einem transformativen Wandel.

## JETZT HANDELN

Rasches Handeln ist erforderlich, um im Landwirtschaftssektor Risiken und Verluste zu verhindern oder zumindest zu verringern. Es muss schnell gehandelt werden, weil mit voranschreitendem Klimawandel das Potenzial mancher Klimaschutzmaßnahmen abnimmt. Eine Möglichkeit zur Verringerung von Treibhausgasemissionen besteht zum Beispiel darin, den Gehalt an organischem Kohlenstoff in den Böden zu erhöhen. Die Fähigkeit der Böden als Kohlenstoffsinken zu dienen, nimmt jedoch mit steigender Temperatur ab.

**Eine Verzögerung der Maßnahmen wird irreversible Auswirkungen auf viele Ökosysteme haben und sich negativ auf die Nahrungsmittelproduktion und die menschliche Gesundheit auswirken.**

Im folgenden Unterrichtsplan werden die hier vorgestellten Konzepte ausführlicher behandelt. Die Schülerinnen und Schüler werden in die Lage versetzt, sich Gedanken darüber zu machen, welche Rolle sie selbst als künftige Bürgerinnen und Bürger, sowie ihre lokalen Gemeinschaften und ihr Land bei der Bewältigung des Klimawandels, dieser großen Herausforderung des einundzwanzigsten Jahrhunderts, spielen können.



**PÄDAGOGISCHER ÜBERBLICK**  
FÜR LEHRENDE

# PÄDAGOGISCHER ÜBERBLICK

## Einleitung

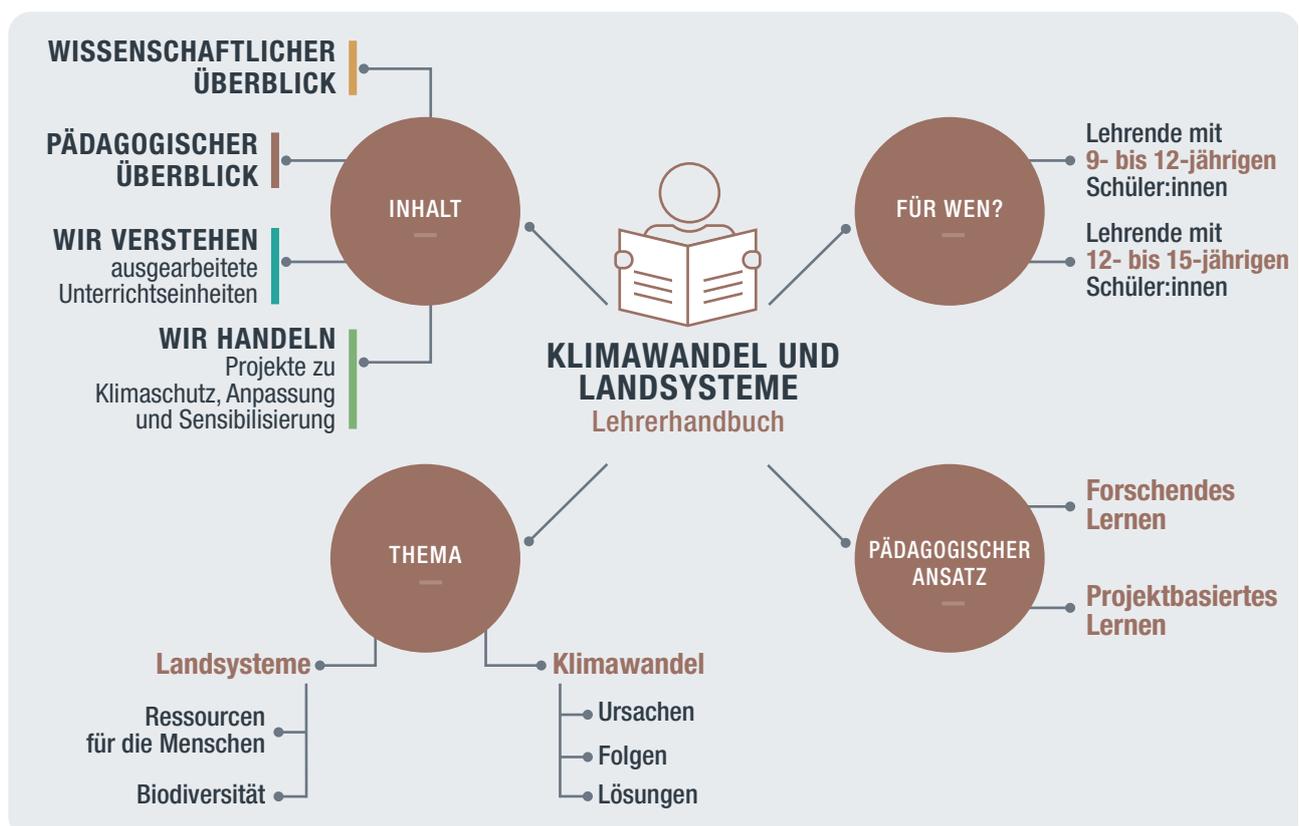
Wir empfehlen dringend, die wissenschaftlichen und pädagogischen Überblicke für Lehrende zu lesen, bevor Sie sich mit den Unterrichtseinheiten beschäftigen, damit Sie genug über die Klimawissenschaft und verwandte Themen sowie über aktive Pädagogik wissen, um diese Themen zu unterrichten.

Dieser pädagogische Überblick gliedert sich wie folgt:

- Mindmap zum Handbuch
- Das Handbuch für eine Unterrichtsprogression verwenden
- Das Handbuch für die Vorbereitung einer Unterrichtsstunde verwenden
- Klimawandel unterrichten
- Werkzeugkasten



## Mindmap zum Handbuch



# Das Handbuch für eine Unterrichtsprogression verwenden

## WIE SIND DIE AKTIVITÄTEN AUFGEBAUT?

Dieses Handbuch bietet einen detaillierten Leitfaden für den Unterricht mit **9- bis 15-jährigen Schülerinnen und Schülern** zum Thema Klimawandel und Landsysteme. Jede Unterrichtseinheit ist so aufgebaut, dass Schüler:innen ermuntert werden, sich mit den unterschiedlichen Fragestellungen und Aktivitäten auseinanderzusetzen.

„Das Klima in unseren Händen – Klimawandel und Landsysteme“ besteht aus zwei Teilen, die gleichermaßen wichtig sind: ‘Wir verstehen’ und ‘Wir handeln’.

### TEIL 1: WIR VERSTEHEN

Die Unterrichtseinheiten in diesem Teil sind in vier aufeinanderfolgende Abschnitte gegliedert:

- A – Was ist der Klimawandel?
- B – Warum ist das Land so wichtig für uns?
- C – Land und Klimawandel
- D – Was können wir tun?

### TEIL 2: WIR HANDELN

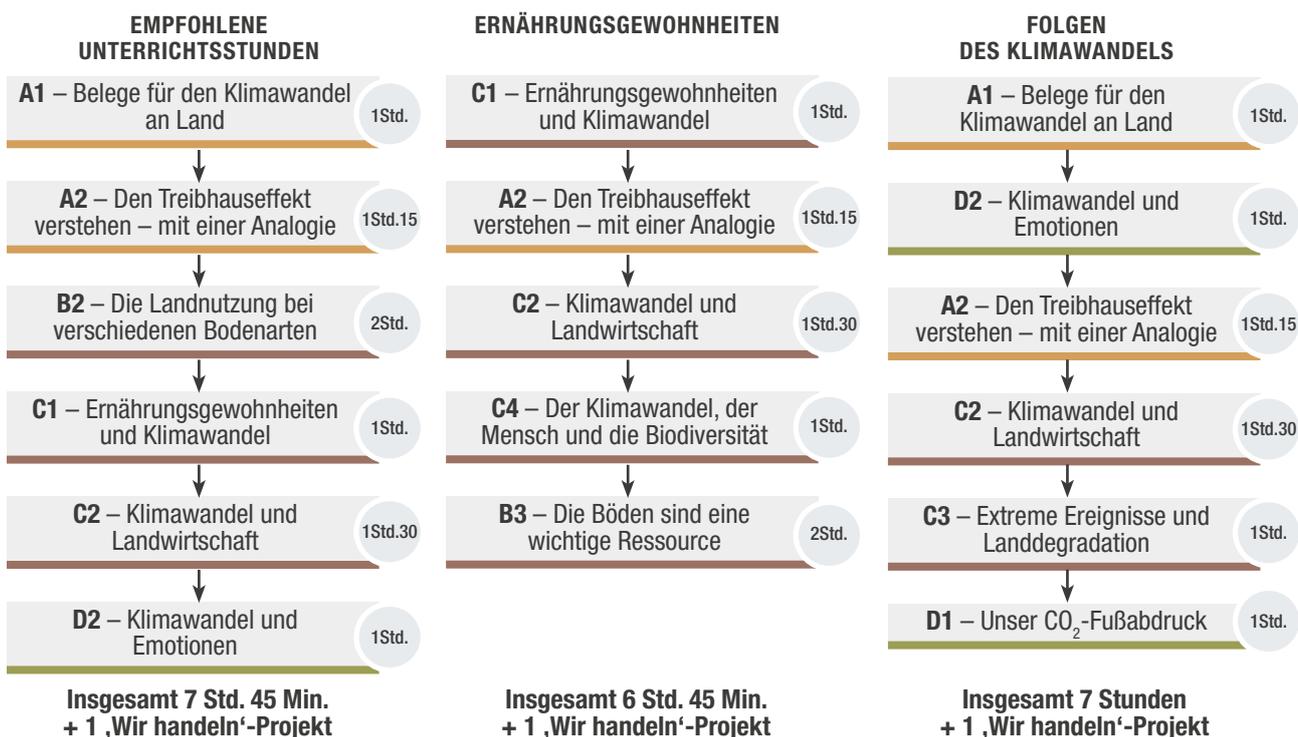
In diesem Teil soll die Klasse konkrete Projekte zum Klimaschutz bzw. zur Anpassung an den Klimawandel umsetzen. Es werden bereits durchgeführte, erfolgreiche Projekte vorgeschlagen. Die Projektbeispiele unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Dauer (einige Stunden bis einige Jahre!) und ihrer Art (Anpassung, Klimaschutz, Sensibilisierung, Forschung).



## DIE PLANUNG DER UNTERRICHTSABFOLGE

Dieses Handbuch enthält 18 Kern-Unterrichtsstunden (und eine Wiederholungsstunde), von denen einige für 9- bis 12-jährige Schülerinnen und Schüler konzipiert sind, während andere eher für 12- bis 15-Jährige geeignet sind. Angesichts der Anzahl und der Vielfalt der Unterrichtsstunden können und sollten Sie sich bei der Auswahl beschränken und die Inhalte an den Leistungsstand Ihrer Schüler:innen und die verfügbare Zeit anpassen.

Hier sind drei Beispiele für eine Unterrichtsabfolge.



# Das Handbuch für die Vorbereitung einer Unterrichtsstunde verwenden

## Kurzer Überblick über die HAUPTTHEMEN

Die **DAUER** umfasst Ihre Vorbereitungszeit sowie die Dauer der Aktivität selbst (mit Ihren Schüler:innen).

**ALTER** der Zielgruppe als grober Richtwert

Die wichtigsten **LERNZIELE** (Kenntnisse und Fähigkeiten), die Ihre Schüler:innen während des Unterrichts erreichen werden



Im **TIPP FÜR LEHRENDE** gibt es Ratschläge zur Methodik oder es werden spezifische Punkte genannt, auf die Lehrende achten sollten.

In jeder Unterrichtsstunde gibt es zum jeweiligen Thema **HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE**.

### NIVEAUS

Für jede Unterrichtsstunde wird das Alter der Zielgruppe genannt. Dies dient als Orientierungshilfe und ermöglicht, den Unterricht entsprechend anzupassen. Es ist jedoch zu beachten, dass die Inhalte auch für andere Altersgruppen geeignet sein können. Es wird nach den folgenden drei Altersgruppen unterschieden:

- 9 bis 12 Jahre
- 12 bis 15 Jahre
- 9 bis 15 Jahre

### SCHWIERIGKEITSGRAD DER MATERIALIEN

Bei einigen Unterrichtsstunden gibt es **eine Reihe von Zusatzmaterialien mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad** – einige sind leicht zu verstehen, andere eher für fortgeschrittene Schüler:innen gedacht.

Auch hier geben wir **lediglich eine Empfehlung**: Nur Sie wissen, welche Materialien für das Niveau Ihrer Klasse am besten geeignet sind. Die verschiedenen Niveaus sind:

- EINSTEIGER:INNEN
- FORTGESCHRITTENE
- EXPERT:INNEN

### IHRE SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER ZUERST!

Die Vorschläge für Experimente und die Schlussfolgerungen dienen lediglich als Beispiele. Sie wurden während der Erprobungsphase der Unterrichtsstunden gesammelt und sind wissenschaftlich korrekt. Sie können aber auch die von Ihren Schüler:innen vorgeschlagenen Versuche sowie eigene Ideen aufgreifen.

# Klimawandel unterrichten

Mit diesem Lehrerhandbuch möchten wir einen aktiven, schülerzentrierten Unterricht fördern: Die Schüler:innen sollen Fragen stellen, experimentieren, beobachten, ausprobieren, diskutieren und an den lokalen Kontext angepasste, konkrete Lösungen für die Probleme des Klimawandels umsetzen. Dieses „aktive Lernen“ kann verschiedene Formen annehmen. **Die beiden pädagogischen Ansätze, die wir in diesem Handbuch verfolgen, sind das forschende Lernen und das projektbasierte Lernen.**

Manche Aktivitäten zielen darauf ab, wissenschaftliche Hintergrundinformationen zu vermitteln und die Schüler:innen zu kritischem Denken anzuregen. Dabei kommt der **Ansatz des forschenden Lernens** zum Einsatz, der häufig in der MINT-Bildung verwendet wird. Bei anderen Aktivitäten geht es dagegen speziell um die Umsetzung von Klimaschutz- und Anpassungsprojekten, die von den Schüler:innen, der Schule und manchmal sogar in Zusammenarbeit mit den Gemeinschaften vor Ort durchgeführt werden können. **Diese Aktivitäten verfolgen einen projektbasierten Ansatz.**

## WAS IST FORSCHENDES LERNEN?

Wenn forschendes Lernen auf seine elementaren Komponenten reduziert wird, durchlaufen Lernende im Allgemeinen drei Phasen:

1. **Fragestellung und Formulierung von Hypothesen:** Lehrende oder Schüler:innen stellen Fragen oder greifen ein Problem auf und formulieren eine oder mehrere Hypothesen.
2. **Erforschung:** Die Hypothesen können mithilfe von Experimenten, Untersuchungen, Beobachtungen oder einer Literaturrecherche überprüft werden.
3. **Wissen strukturieren** (Diskussion über die gesammelten oder produzierten Informationen und/oder Daten): Ziel ist es, allgemeine Schlussfolgerungen zu ziehen, die wiederum zu neuen Fragestellungen und weiterer Erforschung führen können.

### PHASE 1: FRAGESTELLUNG

Ziel dieser Phase ist es, **Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit zu geben, Fragen zu verschiedenen Phänomenen in ihrer Umgebung zu stellen.** Indem Schüler:innen Fragen stellen, Vergleiche oder Unterschiede herausarbeiten, werden sie nicht nur aufmerksamer und neugieriger auf ihre Umwelt, sondern in die Lage versetzt, ein konkretes Problem zu

identifizieren und einen Lösungsvorschlag einzubringen. Die Rolle der Lehrperson in dieser Phase ist es, **die Diskussion zu leiten**, damit sich die Schüler:innen eines Problems bewusst werden, und gemeinsam überlegen, wie sie es lösen könnten. Die Lehrperson sollte aktivierende Fragen stellen, damit die Schüler:innen ihr wissenschaftliches und kritisches Denken entwickeln können.

### PHASE 2: FORMULIERUNG EINER HYPOTHESE UND ERFORSCHUNG

Die Schüler:innen werden ermutigt, auf der Grundlage ihrer Erfahrungen und/oder ihres Wissens **plausible Erklärungen** zu liefern, die wiederum als Hypothesen formuliert werden können. Damit die Schüler:innen die verschiedenen Hypothesen bestätigen oder verwerfen können, führen sie Experimente und/oder eine Literaturrecherche durch. Die Forschungsphase beginnt, wenn die Gültigkeit einer Theorie überprüft werden soll.

Die Schüler:innen können Ideen oder Theorien entwickeln (was sie glauben zu wissen, was sie glauben zu verstehen und welche Erklärungen sie für ein bestimmtes Phänomen haben).

In dieser Phase arbeiten die Schüler:innen allein oder in kleinen Gruppen, um Lösungen für das gestellte Problem zu finden. Dazu gehört das Testen der von ihnen formulierten Hypothese(n).

Wenn Experimente, Modellierung oder direkte Beobachtung nicht möglich sind, können die Schüler:innen durch eine Literaturrecherche oder sogar durch Befragung eines Experten oder einer Expertin ihre Hypothese(n) bestätigen oder verwerfen.

Manchmal müssen die Schüler:innen mehrmals von der „Recherche“ zur „Fragestellung“ zurückspringen, bevor sie eine Lösung finden und neues Wissen konstruieren können. Diskussionen innerhalb der Klasse und innerhalb der Gruppen spielen eine Schlüsselrolle bei der Strukturierung des Wissens der Schüler:innen. Während der Diskussionen besteht die Aufgabe der Lehrperson darin, den Dialog zwischen den Schüler:innen zu unterstützen.

### PHASE 3: WISSEN STRUKTURIEREN

Es ist wichtig, **dass die Schüler:innen ihre relevanten Ergebnisse und Erkenntnisse zusammenfassen.** Die Schüler:innen sollten ihre eigenen Schlussfolgerungen ziehen dürfen – basierend auf der eigenen,

im Unterricht durchgeführten Forschungsarbeit. Nach Diskussion der verschiedenen Erklärungen der Gruppen, sollte idealerweise eine einvernehmliche Schlussfolgerung im Plenum formuliert werden. Die Lehrperson kann bei Bedarf bei der Formulierung der allgemeinen Schlussfolgerung helfen. Ein wesentlicher Schritt des forschungsbasierten Ansatzes wird leider allzu oft übersprungen: Es ist wichtig, dass das von den Schüler:innen konstruierte Wissen (ihre Schlussfolgerungen) mit dem etablierten Wissen verglichen wird.

Beispiele für forschendes Lernen in diesem Handbuch:

- **Experimentieren:** In der Unterrichtsstunde **A2** führen die Schüler:innen ein Experiment durch, um die Funktionsweise eines Gewächshauses zu untersuchen (sie stellen eine Analogie zum Treibhauseffekt her).
- **Beobachtung:** In der Unterrichtsstunde **B4** machen die Schüler:innen Beobachtungen in einem Wald. Sie sammeln Proben, nehmen Geräusche auf, usw. Diese Beobachtungen dienen dazu, die Artenvielfalt des Waldes zu untersuchen.
- **Literaturrecherche:** In der Unterrichtsstunde **C2** erfahren die Schüler:innen, wie sich der Klimawandel auf die moderne Landwirtschaft auswirkt und wie sich landwirtschaftliche Praktiken weltweit auf das Klima auswirken.
- **Serious games (Planspiele):** In der Unterrichtsstunde **B1** spielen die Schüler:innen ein Bingo-ähnliches Spiel, um nachzuvollziehen, wie wir vom Land und seinen natürlichen Ressourcen abhängen.
- **Rollenspiele:** In der Unterrichtsstunde **D3** sollen zwei Rollenspiele den Schüler:innen die Ungleichheiten zwischen verschiedenen Ländern in Bezug auf Wohlstand, Treibhausgasemissionen und Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel aufzeigen.

## WAS IST PROJEKTBASIERTES LERNEN?

Auch projektbasiertes Lernen ist aktives Lernen. Es wurde zuerst am Anfang des 20. Jahrhunderts beschrieben (ursprünglich von John Dewey, der auch das forschende Lernen beschrieben hat) und lange Zeit ausschließlich in der Primarstufe angewendet, bevor es nach und nach auch auf die Sekundarstufe und die Hochschulen ausgeweitet wurde. Projektbasiertes Lernen ist eine Bildungsmethode, die wichtige Inhalte durch wissenschaftliches, relevantes und aktives Lernen vermittelt. Die Projekte werden normalerweise mit offenen Fragestellungen eingeleitet, die die Schüler:innen dazu anregen, zu erforschen, zu recherchieren und ihre eigenen Lösungen zu entwickeln. Ein Beispiel: „*Wie können wir den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck unserer Schule reduzieren?*“

Im zweiten Teil dieses Handbuchs (‘Wir handeln’, Seite 234) werden einige konkrete Klimaschutzaktionen vorgestellt. Diese wurden bereits in Schulklassen, Schulen oder Gemeinschaften umgesetzt. All diese Aktionen basieren auf projektbasiertem Lernen, was den Schüler:innen erlaubt, sich für die Lösung von Problemen in ihrer Lebenswelt einzusetzen.

Ziel des projektbasierten Lernens ist es, die Schüler:innen in die Lage zu versetzen, **ein Projekt von Anfang bis Ende zu planen und umzusetzen:**

- Die Schüler:innen führen **Untersuchungen und Literaturrecherchen** durch, um verschiedene Standpunkte zu einem bestimmten Thema zu sammeln.
- Es sollte ausreichend Zeit eingeplant werden, damit die Schüler:innen **die Herausforderungen bewältigen und die Projekte vor Ort umsetzen können.**
- Es ist wichtig zu verstehen, dass das Projekt von den Schüler:innen und nicht **von der Lehrperson allein** geleitet wird.
- **Komplexe Aufgaben sollten in einfachere Aufgaben aufgebrochen werden**, um den Schüler:innen mehr Autonomie zu geben und ihnen zu ermöglichen, sich aktiv zu beteiligen.

Der wesentliche Vorteil des projektbasierten Lernens besteht darin, dass die Schüler:innen **in Kontexten lernen, die für sie von Bedeutung sind.** Außerdem werden sie durch den praktischen Aspekt des Projekts in der Regel noch mehr motiviert. Sie erwerben funktionsübergreifende Fähigkeiten, wie zum Beispiel etwas zu planen oder Entscheidungen zu treffen. Sie erkennen, dass Fehler und gescheiterte Versuche Teil des Lernprozesses sind und dass das Zusammenarbeiten mit anderen der Schlüssel zum Erfolg ist. Das Ergebnis des Projekts kann andere Klassen, die Familien und die Gemeinschaft als Ganzes inspirieren. Weitere Einzelheiten zu diesem Thema finden Sie in der Einleitung zu ‘Wir handeln’ auf Seite 234.

## DIE ROLLE DER LEHRPERSON BEIM PROJEKTBASIERTEM LERNEN

Wie beim forschenden Lernen liegt auch beim projektbasierten Lernen der Schwerpunkt auf der **Aktivität der Schüler:innen.** Die Rolle der Lehrperson besteht darin, bei der Definition des Projekts zu helfen und sicherzustellen, dass die Ziele erreicht werden können. Die Lehrperson lenkt die Aktivität oder die Diskussion, falls erforderlich, wieder in die richtige Richtung, beaufsichtigt die Diskussionen und ist als Experte:in für die Schüler:innen zur Stelle. Ab und zu muss die Lehrperson auch relevantes Wissen vermitteln, bevor die Schüler:innen mit dem Projekt beginnen können. Unterrichtspläne sind daher unerlässlich.

## DER INTERDISZIPLINÄRE ANSATZ

**Klimawandelbildung muss viele Facetten berücksichtigen, und dies erfordert einen multidisziplinären Ansatz.** Das ist eine große Herausforderung, da die meisten Lehrpläne, vor allem in der Sekundarstufe, fachspezifisch konzipiert sind. Dieses Lehrhandbuch bietet eine interdisziplinäre Progression, die einen thematischen und projektbasierten Ansatz und die Zusammenarbeit zwischen Lehrenden verschiedener Fachrichtungen fördern soll.

Während die „traditionellen“ wissenschaftlichen Disziplinen (Physik, Chemie, Biologie und Geologie) wichtig sind, um die Mechanismen des Klimawandels und seine Auswirkungen zu verstehen, können die Schüler:innen mithilfe der Geistes- und Sozialwissenschaften (Geschichte, Geografie, Wirtschaft usw.) die Fragen der nachhaltigen Entwicklung und der Klimagerechtigkeit verstehen. Der Kunstunterricht und Sprachen können ebenfalls dazu genutzt werden, Schüler:innen zu ermutigen, ihre Gefühle auszudrücken und sich für bestimmte Formen des Handelns zu engagieren. Ingenieurwissenschaften und praktische Fächer (Landwirtschaft, Technik usw.) helfen bei der Entwicklung von Lösungen.

## POSITIVES DENKEN

Die Problematik des Klimawandels hat weltweit zu einer starken Mobilisierung junger Menschen geführt. Sie ist geprägt von extremen Emotionen, insbesondere

bei den Jüngsten, die vom Zusammenbruch der Zivilisation, dem Überschreiten der planetaren Grenzen, dem Verlust der biologischen Vielfalt usw. sprechen. Der Begriff **Solastalgie** wurde geprägt, um diese Klimaangst oder **Öko-Angst\*** (auf Englisch: eco-anxiety, die Angst vor den Auswirkungen des Klimawandels) zu beschreiben.

Wir schlagen vor, diese Angst durch folgende Maßnahmen zu bewältigen:

- **Sensibilisierung für den Klimawandel:** Die Ernsthaftigkeit und die problematischen Aspekte des Klimawandels nicht leugnen, aber sich auf die wissenschaftlichen Fakten konzentrieren, anstatt nur von Katastrophen zu sprechen (siehe die Unterrichtseinheiten A und C). Dieser Ansatz ist wichtig, aber nicht ausreichend, wenn man die hohe emotionale Aufladung von Klimawandelfolgen bedenkt.
- Die Schüler:innen ermutigen, **sich ihre Emotionen und Gefühle einzugestehen** und sich mit anderen zu vernetzen, anstatt allein zu bleiben (die Unterrichtsstunde D2 ist diesem Thema gewidmet).
- Erkennen, dass es notwendig und nicht zu spät ist, **auf verschiedenen Ebenen zu handeln:** Einzelpersonen, Schule, Gemeinschaft usw. (siehe die Unterrichtseinheit D).
- Die Schüler:innen dazu ermutigen, sich an einem **konkreten Aktionsplan** zu beteiligen, mittels Klimaschutz- und Anpassungsprojekten (siehe den Abschnitt ‚Wir handeln‘).

## WERKZEUGKASTEN

### EXPERIMENTIEREN

Jedes Experiment in diesem Handbuch erfordert einige Vorbereitungen. Das erforderliche Material ist nicht teuer und einfach zu besorgen. **Denken Sie an die Sicherheitsmaßnahmen, bevor Sie Ihre Schüler:innen Experimente durchführen lassen.** Nehmen Sie sich während des Experimentierens Zeit, um mit Ihren Schüler:innen zu besprechen, was die einzelnen Elemente des Experiments in der Realität darstellen. Das wird ihnen helfen, am Ende die richtigen Schlussfolgerungen zu ziehen.

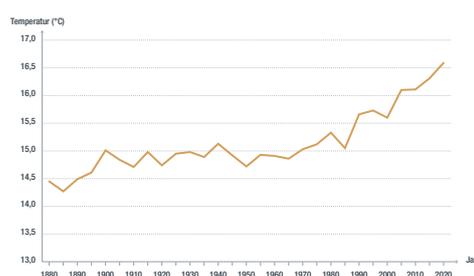
### TEAMARBEIT DURCH ROLLENSPIELE

In vielen Unterrichtsstunden schlagen wir vor, die Klasse in Gruppen aufzuteilen, um die **Teamarbeit** der Schüler:innen zu fördern. Den Schüler:innen werden dann Rollen zugeordnet, die präzise Ziele verfolgen. Durch diese Rollenspiele wird die Motivation der Schüler:innen aufrechterhalten. Die Rollen sind nur Vorschläge; Sie können natürlich andere wählen.

### EIN DIAGRAMM ANALYSIEREN

Um ein Diagramm korrekt zu analysieren, müssen die Schüler:innen zunächst die Bedeutung der x- und y-Achse kennen: Was stellen diese dar? Anschließend müssen Sie y als Funktion von x ausdrücken. Das folgende Diagramm, zum Beispiel, stellt die Entwicklung der mittleren globalen Temperatur an der Landoberfläche zwischen 1880 und heute dar. Vermeiden Sie Redewendungen wie „die Kurve geht nach oben“ oder „nach unten“. Verwenden Sie stattdessen präzises Vokabular: „Wir stellen fest, dass die Temperatur in den letzten 140 Jahren gestiegen ist“.

Entwicklung der mittleren globalen Temperatur an der Landoberfläche

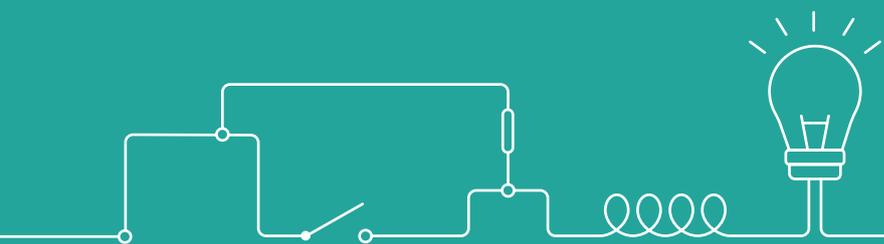


### ZUM SCHLUSS ETWAS KREATIVES ERSCHAFFEN

Wir schlagen vor, dass Ihre Schüler:innen am Ende des Unterrichts eine kreative Arbeit erschaffen. Die Idee ist, der **Fantasie der Schüler:innen freien Lauf zu lassen**: Sie können ein Video, einen kleinen Podcast, ein Poster, eine Diashow usw. erstellen, je nach Ausstattung Ihrer Schule.

### VERGESST EURE GEFÜHLE NICHT!

Wir haben die Emotionen nicht in jeder Unterrichtsstunde erwähnt, behalten Sie aber bitte im Kopf, dass **manche Schüler:innen nach einigen Unterrichtsstunden aufgewühlt sein könnten**. Eine Unterrichtsstunde ist speziell der Öko-Angst gewidmet. Sie könnten sich aber für diesen Aspekt der Klimawandelbildung mehr Zeit nehmen und regelmäßig bei Ihren Schüler:innen nachfragen, wie sie sich fühlen.



**WIR VERSTEHEN**  
UNTERRICHTSPLAN – TEIL 1

# WIR VERSTEHEN

## #UNTERRICHTSEINHEITEN

Der erste Teil dieses Unterrichtsplans trägt den Titel ‚Wir verstehen‘. Er soll den Schüler:innen das notwendige Wissen vermitteln, damit sie Folgendes verstehen:

- Die **Grundlagen und Belege** des Klimawandels.
- Die für den Klimawandel relevante **Physik** und die Rolle der Treibhausgase.
- Wie das **Land und das Klimasystem** zusammenhängen und wie sich der Klimawandel auf das Land auswirkt.
- Die Auswirkungen des **Klimawandels auf Land-Ökosysteme** und menschliche Gemeinschaften, die von ihnen abhängen.
- Die Bedeutung der **vom Land bereitgestellten Ressourcen** für die Lebensgrundlage der Menschen und die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf diese Ressourcen.
- Die möglichen **Maßnahmen** zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel.

Alle vorgeschlagenen Unterrichtsstunden basieren auf **aktuellen, wissenschaftlich fundierten Kenntnissen**, die auf dem **Verständnisniveau von Schüler:innen der Primar- und/oder Sekundarschule** vermittelt werden. Die Unterrichtsstunden umfassen eine breite Palette von Aktivitäten: Experimente, Dokumentenanalysen, Rollenspiele, Debatten, Multimedia-Animationen und kurze Videos. Die generelle Progression folgt der Methode des **forschenden Lernens**. Da Fragen zum Klimawandel per se **multidisziplinär** sind, sind auch die vorgeschlagenen Unterrichtsstunden entsprechend konzipiert. Sie umfassen naturwissenschaftliche Fächer wie Physik, Chemie, Biologie und Geologie, sozialwissenschaftliche Fächer wie Geschichte, Geografie, Wirtschaft und Soziologie sowie bildende bzw. darstellende Kunst.

Der vorgeschlagene Ablauf der Unterrichtsstunden ist eine von vielen möglichen Reihenfolgen. Sie können sie je nach den Bedürfnissen, dem Alter und dem Vorwissen Ihrer Schüler:innen **anpassen**.



Einige Unterrichtsstunden, die sogenannten **„Kern-Unterrichtsstunden“**, halten wir für unerlässlich, damit sich die Schüler:innen ein umfassendes und verständliches Bild von den untersuchten Phänomenen machen können. Wenn Sie nur wenig Zeit für die Arbeit an diesem Bildungsprojekt haben, empfehlen wir Ihnen, mit den Kern-Unterrichtsstunden zu beginnen.

**„Optionale Unterrichtsstunden“** zielen darauf ab, das Verständnis der Schüler:innen für die verschiedenen Themen zu vertiefen und einen umfassenderen Blick auf das Gesamtthema „Klimawandel und Landsysteme“ zu gewinnen. Einige dieser optionalen Unterrichtsstunden sind nur für fortgeschrittene Schüler:innen geeignet.

Einige der Kern-Unterrichtsstunden enthalten auch Variationen (Arbeitsblätter mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden), um einen differenzierten Unterricht zu erleichtern. In beiden Fällen wissen Sie als Lehrer:in am besten, **wie Sie diesen Unterrichtsplan an die Fähigkeiten Ihrer Schüler:innen anpassen müssen**.

**UNTERRICHTSEINHEIT A – WAS IST DER KLIMAWANDEL?**

☉ Kern-Unterrichtsstunde ○ optionale Unterrichtsstunde

☉	A1	9-15 Jahre	Belege für den Klimawandel an Land	Seite 33
☉	A2	9-15 Jahre	Den Treibhauseffekt verstehen – mit einer Analogie	Seite 45
○	A3	9-15 Jahre	Der Treibhauseffekt und menschliche Aktivitäten	Seite 50
○	A4	12-15 Jahre	Der Kohlenstoffkreislauf: Land ist Teil des Klimasystems	Seite 55
○	A5	12-15 Jahre	Der Kohlenstoffkreislauf: Photosynthese und Atmung	Seite 71
○	A6	12-15 Jahre	Der Kohlenstoffkreislauf: Verbrennung, Energie und menschliche Aktivitäten	Seite 75

**UNTERRICHTSEINHEIT B – WARUM IST DAS LAND WICHTIG FÜR UNS?**

☉	B1	9-12 Jahre	Unsere natürlichen Rohstoffe	Seite 85
☉	B2	9-15 Jahre	Die Landnutzung bei verschiedenen Bodentypen	Seite 96
○	B3	9-15 Jahre	Die Böden sind eine wichtige Ressource	Seite 115
○	B4	9-15 Jahre	Der Wald, der Mensch und der Klimawandel	Seite 126

**UNTERRICHTSEINHEIT C – LAND UND KLIMAWANDEL**

☉	C1	9-15 Jahre	Ernährungsgewohnheiten und Klimawandel	Seite 138
○	C2	12-15 Jahre	Klimawandel und Landwirtschaft	Seite 156
☉	C3	12-15 Jahre	Extreme Ereignisse und Landdegradation	Seite 173
○	C4	12-15 Jahre	Der Klimawandel, der Mensch und die Biodiversität	Seite 183

**UNTERRICHTSEINHEIT D – WAS KÖNNEN WIR TUN?**

☉	D1	9-15 Jahre	Unser CO <sub>2</sub> -Fußabdruck	Seite 202
☉	D2	9-15 Jahre	Klimawandel und Emotionen	Seite 205
○	D3	9-12 Jahre	Klimagerechtigkeit	Seite 213
○	D4	9-12 Jahre	Weltweite Anpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen	Seite 222

<b>WIR VERSTEHEN – WAS WIR BISHER GELERNT HABEN</b>				Seite 228
---	--	--	--	-----------

## UNTERRICHTSEINHEIT A

# WAS IST DER KLIMAWANDEL?

Um den Klimawandel zu verstehen und ihn zu unterrichten, müssen zwei wichtige Aspekte angesprochen werden: der **wissenschaftliche Nachweis**, dass sich das Klima verändert hat (und noch immer verändert), sowie die **Mechanismen, die den Klimawandel verursachen**. Der erste Aspekt ist grundlegend, um die zeitlichen und räumlichen Maßstäbe des Klimasystems und seine Veränderungen zu verstehen, und der zweite ist wichtig für die Erkenntnis, dass der Klimawandel menschengemacht ist.

**Die beiden ersten Stunden dieser Unterrichtseinheit bilden die Grundlage** für alle folgenden Unterrichtseinheiten. Ohne dieses Vorwissen wird es für die Schüler:innen schwieriger, die Zusammenhänge

in den anderen Unterrichtsstunden zu verstehen. Die optionale Unterrichtsstunde A3 befasst sich mit den menschlichen Aktivitäten, die den anthropogenen Treibhauseffekt verursachen. Die Unterrichtsstunden basieren hauptsächlich auf Dokumentenanalyse und Experimenten.

**Die Unterrichtsstunden A4, A5 und A6 vertiefen die Wechselwirkung zwischen Land und Klima** und setzen den Schwerpunkt auf den Kohlenstoffkreislauf und dessen Störung durch menschliche Aktivitäten. Sie sind eher für ältere Schüler:innen geeignet, vor allem weil die Unterrichtsstunden A5 und A6 aufwendigeres Material erfordern.

### LISTE DER UNTERRICHTSSTUNDEN

☉ Kern-Unterrichtsstunde ○ optionale Unterrichtsstunde

☉	<b>A1</b>	9-15 Jahre	<b>Belege für den Klimawandel an Land</b> Naturwissenschaften, Geschichte, Geografie Die Schüler:innen sammeln Belege dafür, dass sich das Klima auf der Erde in den letzten Jahrzehnten verändert hat (Erderwärmung, Anstieg des Meeresspiegels, Abschmelzen der Gletscher, Dürren, extreme Ereignisse usw.). Sie lernen zwischen Klima und Wetter zu unterscheiden.	Seite 33
☉	<b>A2</b>	9-15 Jahre	<b>Den Treibhauseffekt verstehen – mit einer Analogie</b> Naturwissenschaften, Physik, Chemie Die Schüler:innen lernen den Treibhauseffekt kennen, indem sie ein Glashaus bauen und die Analogie zu den Treibhausgasen in der Atmosphäre herstellen.	Seite 45
○	<b>A3</b>	9-15 Jahre	<b>Der Treibhauseffekt und menschliche Aktivitäten</b> Naturwissenschaften, Physik, Chemie Die Schüler:innen erstellen eine Präsentation über Treibhausgase und die menschlichen Aktivitäten, die diese Treibhausgase erzeugen.	Seite 50
○	<b>A4</b>	12-15 Jahre	<b>Der Kohlenstoffkreislauf: Land ist Teil des Klimasystems</b> Naturwissenschaften, Physik Die Schüler:innen spielen ein Spiel, um nachzuvollziehen, wie Kohlenstoff im Kohlenstoffkreislauf zirkuliert.	Seite 55
○	<b>A5</b>	12-15 Jahre	<b>Der Kohlenstoffkreislauf: Photosynthese und Atmung</b> Naturwissenschaften, Physik, Chemie Nach der Einführung des Kohlenstoffkreislaufs kann anhand eines Experiments veranschaulicht werden, wie Kohlenstoff von einem Reservoir zum anderen wandert. Die Schüler:innen lernen einige spezifische Prozesse kennen, bei denen Kohlenstoff zwischen den Reservoiren ausgetauscht wird: die Photosynthese und die Atmung.	Seite 71
○	<b>A6</b>	12-15 Jahre	<b>Der Kohlenstoffkreislauf: Verbrennung, Energie und menschliche</b> Naturwissenschaften, Physik, Chemie Nach der Einführung des Kohlenstoffkreislaufs kann anhand eines Experiments veranschaulicht werden, wie Kohlenstoff von einem Reservoir zum anderen wandert. Die Schüler:innen lernen einige spezifische Prozesse kennen, bei denen Kohlenstoff zwischen den Reservoiren ausgetauscht wird: die Verbrennung fossiler Brennstoffe und die Gärung.	Seite 75

# UNTERRICHTSSTUNDE A1

## BELEGE FÜR DEN KLIMAWANDEL AN LAND

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften, Geschichte, Geografie

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 5 + 10 Minuten
- ~ Durchführung: 1 Stunde

### ALTER

9-15 Jahre

### LERNZIELE

Die Schüler:innen sammeln Belege dafür, dass sich das Klima auf der Erde in den letzten Jahrzehnten verändert hat (Erderwärmung, Anstieg des Meeresspiegels, Abschmelzen der Gletscher, Dürren, extreme Ereignisse usw.). Sie lernen zwischen Klima und Wetter zu unterscheiden.

Sie lernen:

- ~ Klima und Wetter sind zwei unterschiedliche Phänomene.
- ~ Das Klima ist das durchschnittliche Wetter in einer bestimmten Region. Es hängt vor allem von Längen- und Breitengrad sowie von der Entfernung zum Ozean ab.
- ~ Das Wetter ist der Zustand der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort. Es wird durch Variablen wie Temperatur und Feuchtigkeit bestimmt.
- ~ Seit einem Jahrhundert steigt die Temperatur auf der Erde an, vor allem an Land. Dies hat verschiedene Auswirkungen: Die Gletscher und das Meereis schmelzen, der Meeresspiegel steigt, usw.
- ~ Die Häufigkeit und/oder Intensität von Extremereignissen – wie Überschwemmungen, Stürme und Dürren – nehmen zu.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Klima, Wetter, Erderwärmung, extreme Wetterereignisse, lange Zeitskalen, wissenschaftliche Daten

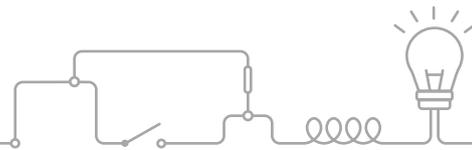
### UNTERRICHTSMETHODE

Dokumentenanalyse

## VORBEREITUNG 5 + 10 MINUTEN

### MATERIAL

- **ARBEITSBLATT A1.1** (eins pro Schüler:in)
- **ARBEITSBLÄTTER A1.2, A1.3, A1.4, A1.5, A1.6, A1.7, A1.8, A1.9**



### → TIPP FÜR LEHRENDE

In diesen Arbeitsblättern haben wir Materialien für verschiedene Leistungsniveaus zusammengestellt: Einsteiger:innen, Fortgeschrittene und Expert:innen. Diese Einstufungen gelten nur als Richtwert. Für die jüngsten Schüler:innen enthält ein Arbeitsblatt nur ein Dokument. Für fortgeschrittene Schüler:innen können es mehrere sein.

### UNTERRICHTSVORBEREITUNG

1. Die Klasse in Vierergruppen aufteilen und die für ihr Niveau passenden Arbeitsblätter auswählen.
2. Die **ARBEITSBLÄTTER A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A1.5, A1.6, A1.7, A1.8** und **A1.9** ausdrucken (eins pro Gruppe).

### → TIPP FÜR LEHRENDE

In dieser Unterrichtsstunde sollten Sie die folgenden beiden Punkte berücksichtigen, die für das Verständnis Ihrer Schüler:innen eine Hürde darstellen könnten:

- **Die Zeiträume des Klimawandels:** Es kann schwierig sein, sich die langen Zeiträume des Klimawandels vorzustellen, insbesondere für junge Schüler:innen, denen bereits 50 Jahre wie eine Ewigkeit erscheinen. Veränderungen innerhalb sehr langer Zeiträume sind für sie nur schwer greifbar. Außerdem finden viele Veränderungen kontinuierlich statt und sind daher nur schwer zu sehen.
- **Die Tatsache, dass der Klimawandel ein weltweites Phänomen ist:** Selbst in Zeiten der Globalisierung und sozialer Netzwerke nehmen junge (und oft auch ältere!) Menschen nur jene Ereignisse wahr, die direkt mit ihrem eigenen Leben zu tun haben. Veränderungen und Ereignisse in anderen Teilen der Welt sind zu weit entfernt, um als real wahrgenommen zu werden. Als Lehrperson können Sie zunächst Ereignisse anführen, zu denen die Schüler:innen einen Bezug haben, die also in ihrer unmittelbaren Umgebung und heute stattfinden. Später können globalere Veränderungen sowie Veränderungen über einen größeren Zeitraum besprochen werden. Am besten beginnt man mit konkreten Beispielen, die die Schüler:innen selbst anbringen.

In manchen Arbeitsblättern müssen die Schüler:innen Diagramme interpretieren oder mit Prozentzahlen rechnen. Planen Sie also mehr Zeit ein, wenn Ihre Schüler:innen zum ersten Mal mit dieser Aufgabenart konfrontiert sind.

## EINLEITUNG 15 MINUTEN

**Fall 1: Sie leben in einem Teil der Welt, in dem es jahreszeitliche Klimaschwankungen gibt (Sommer/Winter oder nass/trocken):** Fragen Sie die Schüler:innen: *Wie seid ihr heute angezogen? Tragt ihr ein T-Shirt oder einen Pullover? Kurze Hosen, einen Rock oder lange Hosen? Sandalen oder Schuhe? Wart Ihr gestern ähnlich gekleidet? Was habt ihr, außer euren Schulbüchern, eurem Pausenbrot usw. noch dabei? (Eine Mütze, eine Winterjacke, ein Regenschirm.) Wie entscheidet ihr, was ihr anzieht?* Die Schüler:innen werden vermutlich antworten, dass ihre Kleiderwahl davon abhängt, ob es regnet oder die Sonne scheint, ob es kalt oder warm ist – ihre Entscheidung hängt vom Wetter ab.

*Wie sieht es draußen aus? War das Wetter gestern, vorgestern, letzte Woche, usw. ähnlich? Wie ist das Wetter in den verschiedenen Regionen der Welt? Welche Temperaturen und welche Luftfeuchtigkeit herrschen dort? Wie könnt ihr das Wetter vom Klima unterscheiden?*

**Fall 2: Sie leben in einem Teil der Welt ohne jahreszeitliche Klimaschwankungen:** *Ist das Wetter das ganze Jahr über gleich? Ist das Wetter so wie anderswo auf der Welt? Ist es in anderen Regionen der Welt ähnlich warm? Regnet es dort genauso viel/wenig? Wie könnt ihr das Wetter vom Klima unterscheiden?*

1. Um den Unterschied zwischen Wetter und Klima besser zu verstehen, können die Schüler:innen eine „aktive“ Debatte führen. Teilen Sie dafür den Klassenraum in zwei Bereiche auf: „Wetter“ und „Klima“.

2. Schreiben Sie eine der im Kasten auf Seite 35 vorgeschlagenen Aussagen an die Tafel. Die Schüler:innen können sich dann in den entsprechenden Bereich des Klassenraums begeben, je nachdem, ob sie der Meinung sind, dass sich der Satz auf das Klima oder auf das Wetter bezieht (für jeden Satz finden Sie die richtige Kategorie in Klammern). Fragen Sie die Schüler:innen, warum sie sich für „Klima“ oder für „Wetter“ entschieden haben.

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

### KLIMA UND WETTER

Der Unterschied zwischen **Klima** und **Wetter** hat mit der Länge des betrachteten Zeitraums zu tun. Das Klima ist der über Monate, Jahre, Jahrzehnte, Jahrhunderte und länger gemittelte Durchschnittszustand der Atmosphäre, während das Wetter der Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort und zu einem bestimmten Zeitpunkt ist. Es kann sich stündlich, täglich oder von einer Jahreszeit zur nächsten ändern (für weitere Einzelheiten siehe Seite 8 des wissenschaftlichen Überblicks).

### WAS IST DER KLIMAWANDEL?

Der Begriff „**Klimawandel**“ wird heute üblicherweise als Synonym für den seit der industriellen Revolution stattfindenden anthropogenen Klimawandel verwendet, also für Veränderungen des Klimasystems, die auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen sind (weitere Einzelheiten zu den anthropogenen Auswirkungen finden Sie auf Seite 13 des wissenschaftlichen Überblicks). Der Klimawandel zeigt sich auf verschiedene Weise und auf unterschiedlichen Zeitskalen: in **Veränderungen der Häufigkeit und Intensität einzelner, kurzlebiger, extremer Wetterereignisse**, beispielsweise Staubstürme oder Hitzewellen, bis hin zu **kleinen, schrittweisen Veränderungen**, die sich über Jahrzehnte hinziehen, wie der

Anstieg des Meeresspiegels. Diese Veränderungen können sich gegenseitig beeinflussen und verstärken (Beispiel: Die Auswirkungen stärkerer oder häufigerer Hitzewellen werden durch die zunehmende Wüstenbildung in Trocken- und Wüstengebieten noch verstärkt). Wenn man von Klimawandel spricht, bezieht man sich auch auf eine seiner Folgen für unseren Planeten, die globale Erwärmung. Unter **globaler Erwärmung oder Erderwärmung** versteht man einen Anstieg der mittleren Temperatur an der Oberfläche des gesamten Planeten.

Wissenschaftler:innen untersuchen verschiedene Arten von **Belegen**, um die Entwicklung des Klimawandels und seiner Auswirkungen zu verfolgen. In dieser Unterrichtsstunde stellen wir einige Beispiele vor, wie sich der Klimawandel an Land manifestiert. Diese Beispiele stellen nur einige der verschiedenen Belege dar, die Zehntausende von Wissenschaftler:innen auf der ganzen Welt und aus allen Disziplinen heranziehen, um den Klimawandel zu beobachten, zu messen und zu verstehen. Für sie ist schon seit längerem bewiesen, dass der Klimawandel auf die **menschlichen Aktivitäten und die dadurch verursachten Treibhausgasemissionen** (insbesondere CO<sub>2</sub>) zurückzuführen ist (siehe die Unterrichtsstunde A2, Seite 45).

### AUSSAGEN:

Schaut aus dem Fenster: Die Sonne scheint durch die Wolken und lockt euch nach draußen. (Wetter)

Meine Oma sagt, dass es im Winter immer geschneit hat, als sie ein Kind war. Manchmal konnte sie wegen des Schnees nicht zur Schule gehen. (Klima)

Ich wünschte, ich würde in New York leben, wo es im Winter kalt und im Sommer heiß ist. Wir könnten im Winter Schneeballschlachten machen und uns im Sommer im Central Park auf die Wiese setzen. (Klima)

An diesem Wochenende wird es kalt. Du wirst Mütze und Schal anziehen müssen, wenn du nach draußen gehst. (Wetter)

Wir könnten uns als unsere Lieblingshelden verkleiden. Nein, ich werde mich auf keinen Fall verkleiden, es ist viel zu kalt. (Wetter)

Meine Freundin in Australien hat auf ihrem Schulfest eine Wasserschlacht gemacht. Dort ist es allerdings immer heiß. (Klima)

Am 8. Mai hat es geregnet. (Wetter)

In Deutschland ist es kalt. (Klima)

Während der Monsunzeit regnet es viel. (Klima)

### → TIPP FÜR LEHRENDE

Diese Aussagen sind nur Vorschläge, Sie können und sollten sie an die Gegebenheiten vor Ort anpassen.

3. Verfahren Sie mit den weiteren Aussagen ähnlich.

4. Bitten Sie schließlich Ihre Schüler:innen, den Unterschied zwischen Klima und Wetter zu erklären. Sie müssen begreifen, dass das **Wetter ein Zustand der Atmosphäre (Temperatur, Niederschlag usw.) an einem bestimmten Ort und zu einem bestimmten Zeitpunkt ist, während das Klima ein durchschnittliches Muster darstellt**. Bei einem bestimmten Klima schwankt das Wetter täglich (manchmal auch innerhalb eines Tages), während das Wetter an einem bestimmten Tag das Klima nicht beschreiben kann: *Das Klima sagt dir, welche Kleidung du kaufen solltest, und das Wetter sagt dir, was du anziehen solltest*. Sie können Ihre Schüler:innen nun bitten, andere Aussagen über das Klima oder das Wetter zu formulieren.

### DURCHFÜHRUNG 40 MINUTEN

1. Aus der vorherigen Aktivität sollten die Schüler:innen mitgenommen haben, dass sich das Wetter schnell ändern kann. *Denkt ihr, dass sich das Klima verändert hat? Schnell oder nicht? Wie können wir das beweisen, wo doch das Klima per Definition über einen langen Zeitraum betrachtet werden muss?* Um dies zu beantworten, werden die Schüler:innen Klimadaten analysieren müssen.

2. Stellen Sie der Klasse das **ARBEITSBLATT A1.1** vor. Die Schüler:innen füllen am Ende der Unterrichtsstunde ihr eigenes Exemplar aus.

3. Teilen Sie die Klasse in Gruppen von höchstens vier Schüler:innen auf (Sie können verschiedene Gruppen an den gleichen Materialien arbeiten lassen). Die Schüler:innen sind nun Expert:innen, die Belege für den Klimawandel sammeln bzw. beobachten. Verteilen Sie die **ARBEITSBLÄTTER A1.2 bis A1.9** (ein Exemplar pro Gruppe). Die Schüler:innen sollen anhand ihrer Dokumente einen kurzen Text schreiben, der die wichtigsten Informationen zusammenfasst (zum Beispiel: „Die Erde hat sich in den letzten X Jahren erwärmt“). Der Satz wird in den entsprechenden Kästen des **ARBEITSBLATTES A1.1** übertragen.



Schüler:innen analysieren Daten

4. Nachdem jede Gruppe ihr(e) Dokument(e) analysiert und besprochen hat, schreibt ein Mitglied jeder Gruppe die gewonnenen Erkenntnisse in ein bis zwei Sätzen an die Tafel oder stellt die Ergebnisse den anderen Gruppen mündlich vor. So kann jede:r Schüler:in das **ARBEITSBLATT A1.1** ausfüllen, in dem die Belege für den Klimawandel gesammelt werden.

### ZUSAMMENFASSUNG 5 MINUTEN

Die Schüler:innen haben in dieser Unterrichtsstunde feststellen können, dass sich das Klima in den letzten hundert Jahren verändert hat: Das ist der **Klimawandel**. Es gibt zahlreiche **wissenschaftliche Belege** dafür, dass sich das Klima in den verschiedenen Regionen der Welt verändert hat bzw. weiter verändert (Dürren, frühere Blüte, häufigere Waldbrände, schmelzende Gletscher, höhere Temperaturen usw.). Der IPCC, der Weltklimarat, ist eine der zuverlässigsten Informationsquellen zum Klimawandel.

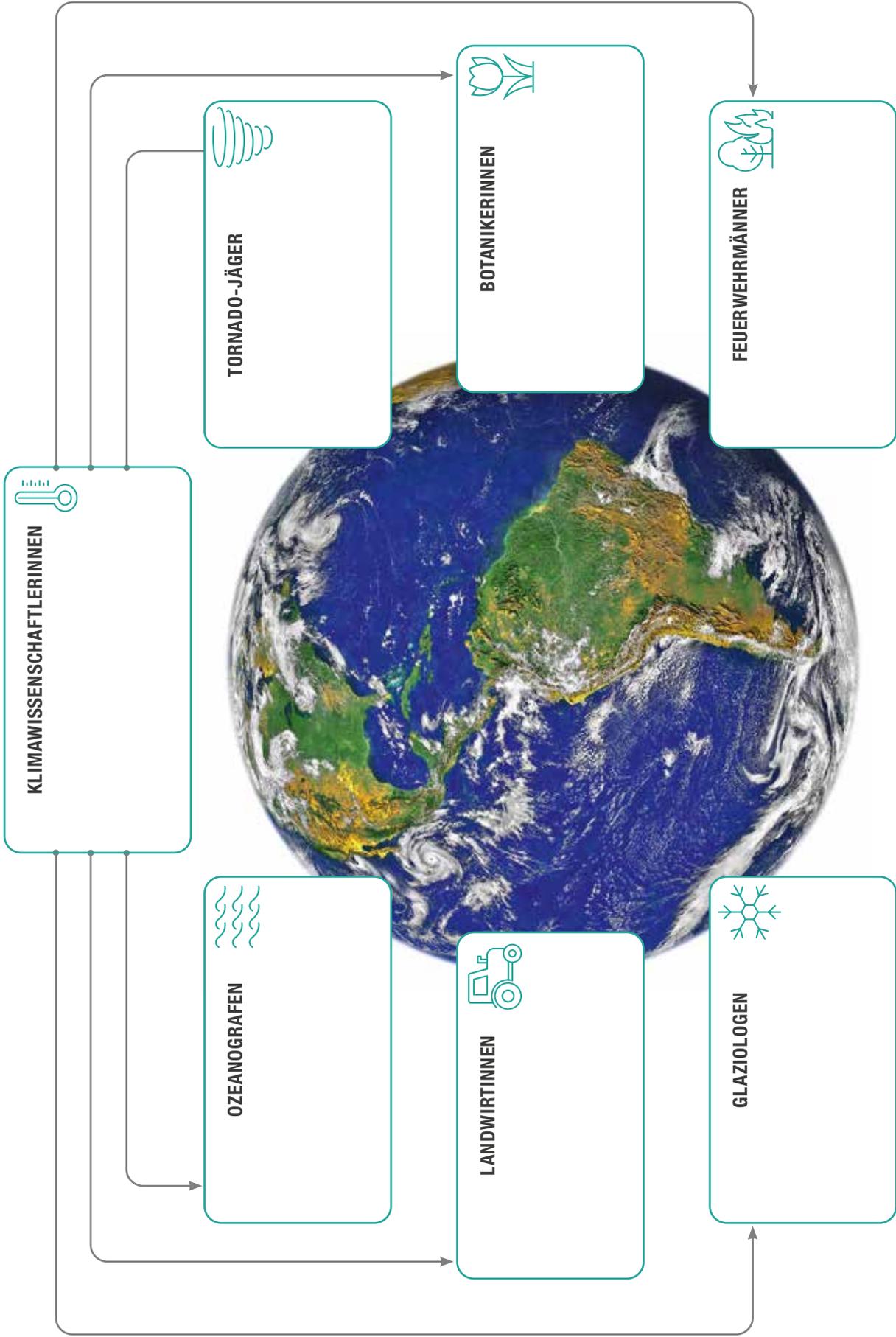
### → TIPP FÜR LEHRENDE

Das OCE hat für jeden der drei letzten IPCC-Sonderberichte eine Zusammenfassung für Lehrende zusammengestellt, die Sie auf der Webseite des [Office for Climate Education](#) oder auf der [Webseite von Sonnentaler](#) finden.





# ARBEITSBLATT A1.1



BELEGE FÜR DEN KLIMAWANDEL

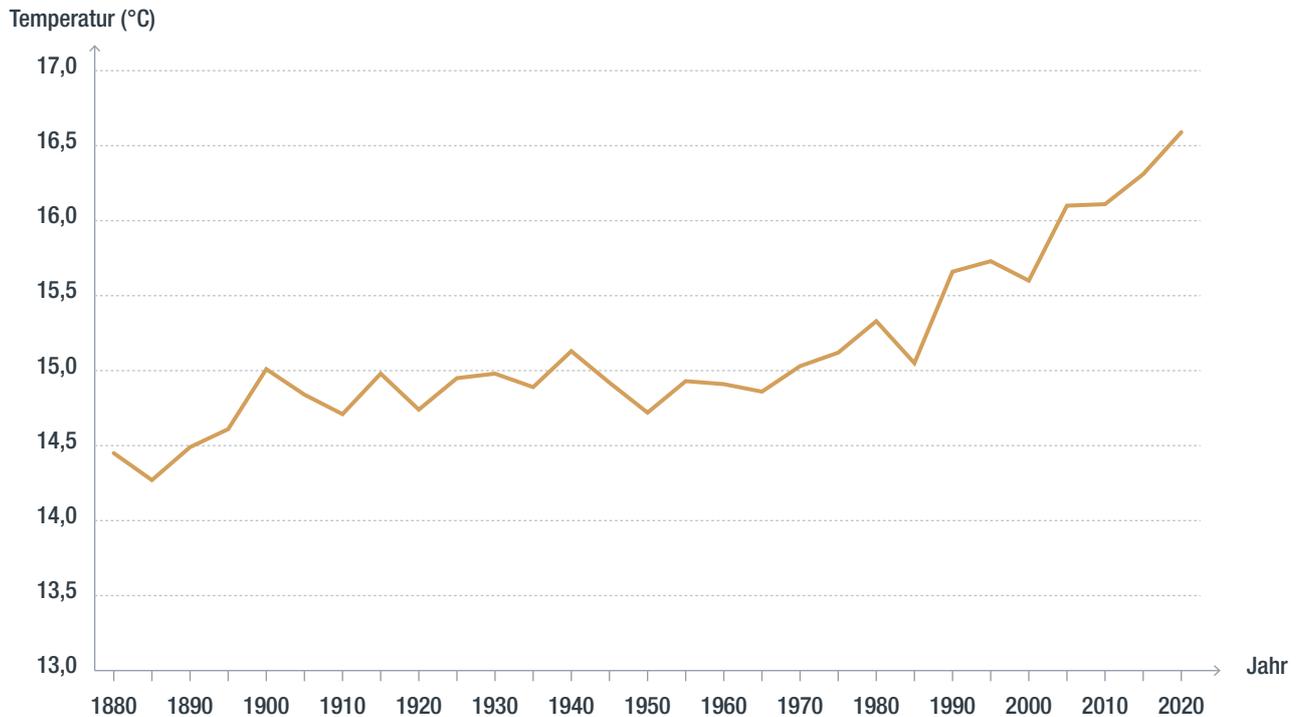


## KLIMAWISSENSCHAFTLER:INNEN

- ➔ **Auftrag:** Als Klimawissenschaftler:innen möchtet ihr wissen, wie sich die Temperatur an der Erdoberfläche im letzten Jahrhundert verändert hat. Beschreibt anhand des Diagramms in ein paar Sätzen die Temperaturentwicklung zwischen 1880 und heute.

Das Diagramm zeigt die Veränderung der Temperatur an der Landoberfläche zwischen 1880 und heute. Die Daten stammen von der Webseite der NASA: Für jeden Datenpunkt wurden die Temperaturwerte zahlreicher über die Erde verteilter Wetterstationen gemittelt.

### VERÄNDERUNG DER TEMPERATUR AN DER LANDOBERFLÄCHE SEIT 1880



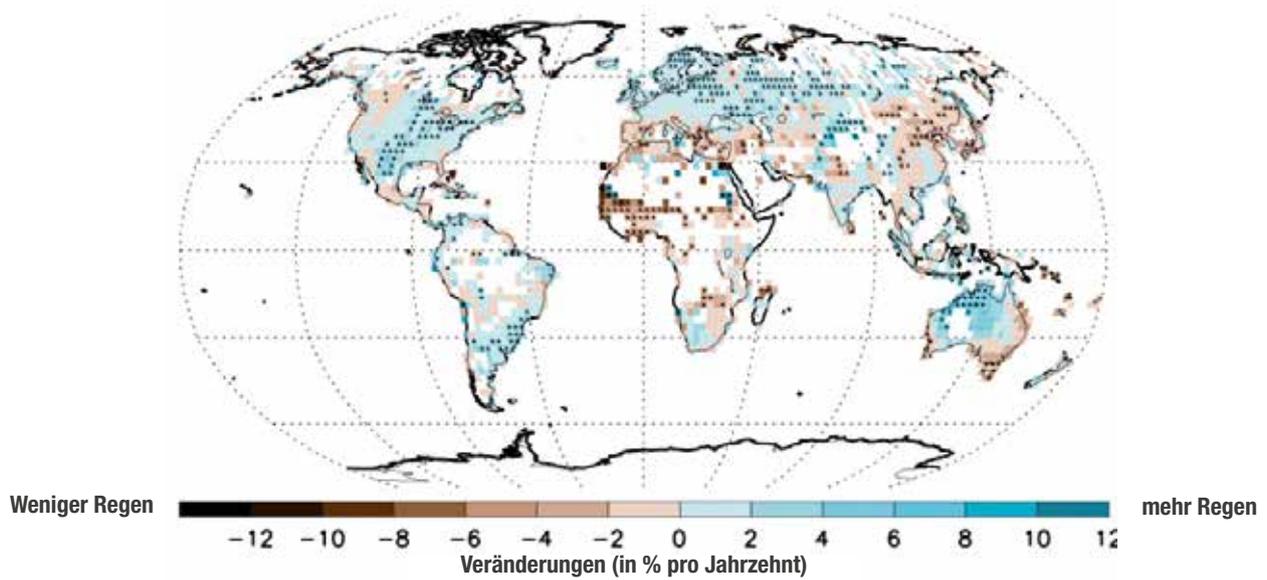
Quelle: [https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs\\_v4/](https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/)



KLIMAWISSENSCHAFTLER:INNEN

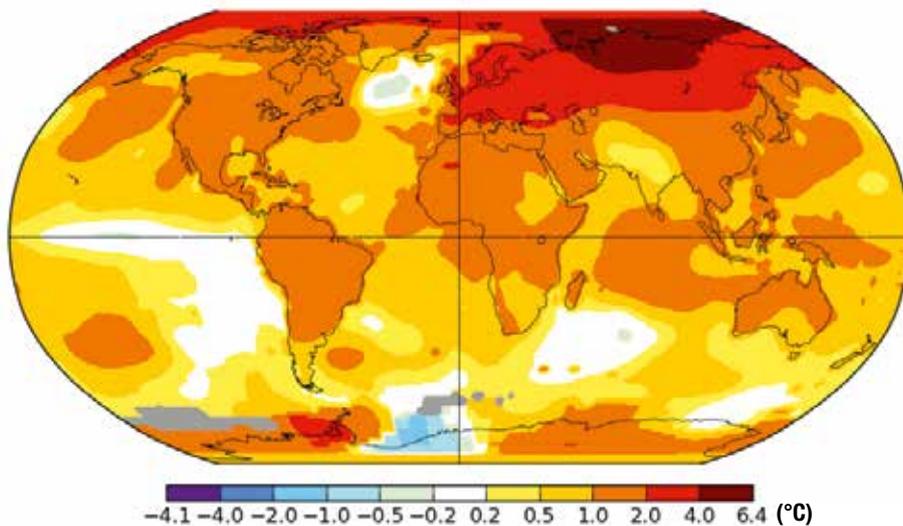
- ➔ Auftrag: Als Klimawissenschaftler:innen möchtet ihr gern wissen, wie sich das Klima im letzten Jahrhundert verändert hat. Beschreibt anhand der Abbildungen in ein paar Sätzen, was euch an den Veränderungen der Niederschläge und der Temperatur auf der Erde seit 1950 auffällt.

VERÄNDERUNGEN DER NIEDERSCHLÄGE ÜBER LAND ZWISCHEN 1951 UND 2010

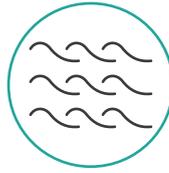


Quelle: Sachstandsbericht des IPCC AR5 – Working Group I

ÄNDERUNG DER MITTLEREN TEMPERATUR AN DER ERDOBERFLÄCHE IM JAHR 2020, VERGlichen MIT DEM MITTELWERT DER JAHRE 1950-1980



Quelle: NASA Goddard Institute for Space Studies – [NASA Goddard Institute for Space Studies](https://climate.nasa.gov/evidence/)  
 Auf der Webseite der NASA kann man sich diese Veränderungen auch in einem Video anschauen, das den Temperaturanstieg seit 1880 darstellt: [Global temperature anomalies from 1880 to 2020](https://climate.nasa.gov/evidence/).

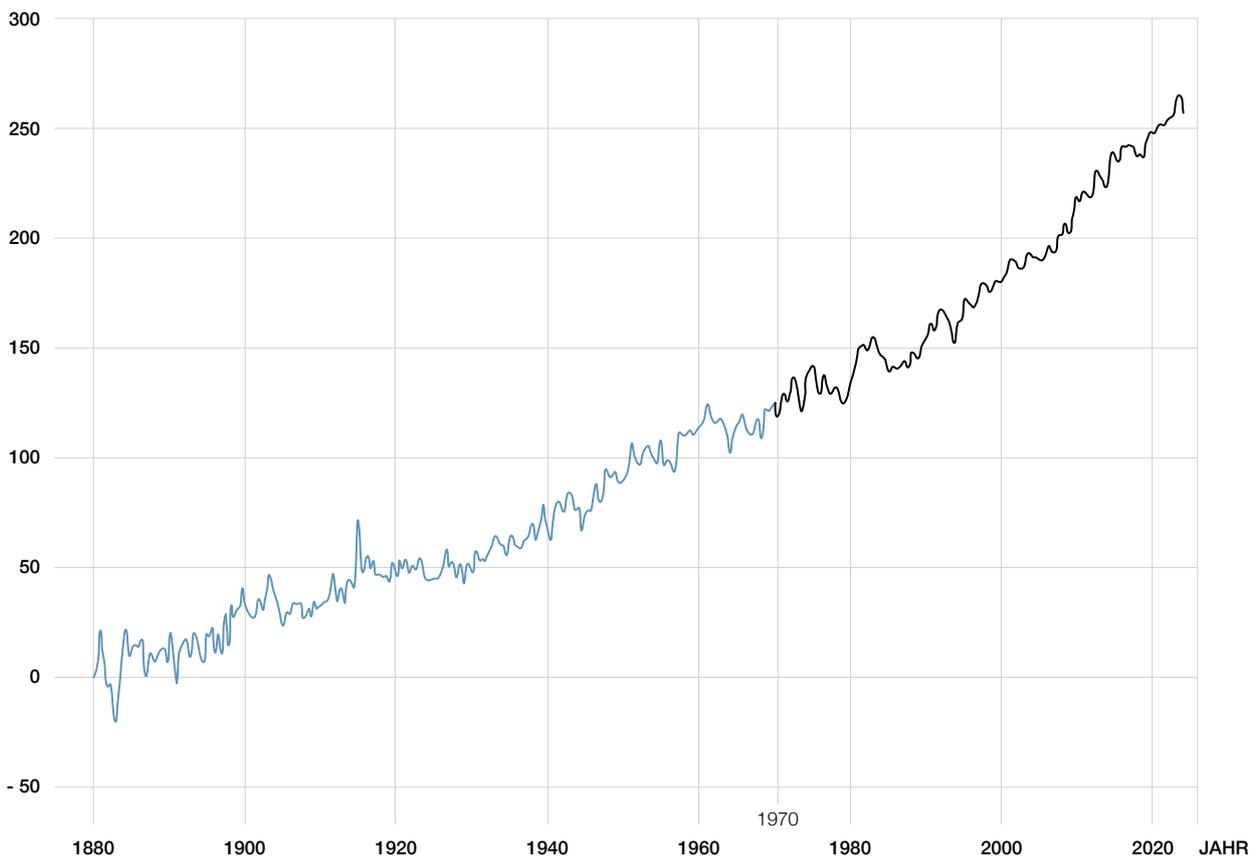


## OZEANOGRAPH:INNEN

➔ **Auftrag:** Als Ozeanograf:innen würdet ihr gern wissen, wie sich der Meeresspiegel seit 1880 verändert hat. Beschreibt anhand des Diagramms in ein paar Sätzen, was man seit 1880 beobachtet.

Ab etwa 1970 werden die Daten mithilfe von Satelliten gesammelt (schwarze Kurve), die die Erde umkreisen und den Meeresspiegel kontinuierlich messen, während die älteren Daten von Messungen des Meeresspiegels<sup>1</sup> an den Küsten stammen (blaue Kurve).

**MEERESSPIEGELANSTIEG (IN MM)**



Quelle der Daten: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level>

<sup>1</sup> Der **Meeresspiegel** ist die „Höhe“ des Meeres – oder eines Flusses – an einem bestimmten Ort, gemittelt über einen bestimmten Zeitraum (um zum Beispiel die Unterschiede zwischen Ebbe und Flut herauszumitteln).



## LANDWIRT:INNEN

➔ **Auftrag:** Als Landwirt:innen seid ihr besorgt über den Klimawandel. Erläutert anhand der folgenden Informationen in einigen Sätzen, was eine Dürre ist und wie sich die Zahl der betroffenen Menschen seit 1960 verändert hat.

Der erste Teil beschreibt, was eine Dürre ist und welche Folgen sie hat. Der zweite Teil befasst sich mit dem Anteil der Bevölkerung, der von Wüstenbildung betroffen ist. Wüstenbildung tritt auf, wenn der Boden in einem trockenen Gebiet geschädigt wird. Er wird dann immer trockener und sieht aus wie eine echte Wüste.

### WAS IST EINE DÜRRE?

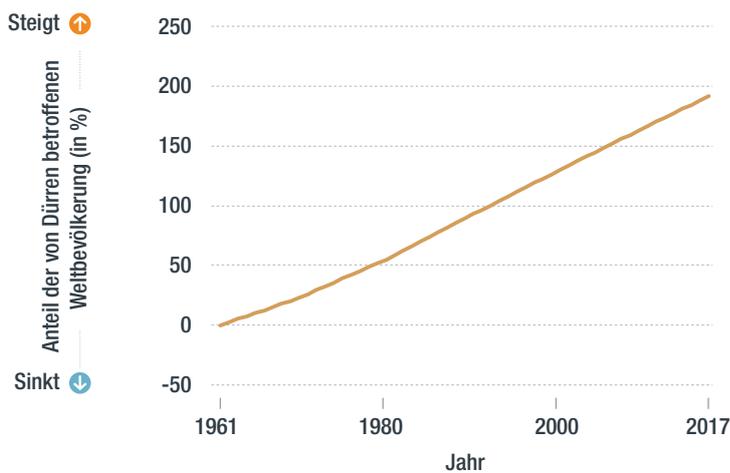
Eine Dürre tritt auf, wenn es weniger Niederschläge (Regen) als sonst gibt oder wenn die Temperatur so hoch ist, dass die Grundwasserreserven allmählich zur Neige gehen.

Wie alle Lebewesen, brauchen Pflanzen Wasser zum Überleben und zum Wachsen. Wenn eine Dürre herrscht, wird es für die Landwirt:innen sehr schwierig, ihre Felder zu bestellen.

Wenn die Dürre zu lange anhält oder sehr gravierend ist, kann sie zur Wüstenbildung führen.



### ANTEIL DER WELTBEVÖLKERUNG, DER SEIT DEN 1960ER JAHREN VON DÜRRE BETROFFEN IST



Quelle: IPCC-Sonderbericht über Klimawandel und Landsysteme (angepasst)



## GLAZIOLOG:INNEN

➔ **Auftrag:** Ihr seid Wissenschaftler:innen, die sich mit dem Eis auf der Erde beschäftigt: Eisschilde, Gletscher, Meereis usw. Ihr seid besorgt über die Auswirkungen des Klimawandels auf das Eis. Schreibt anhand der folgenden Dokumente ein paar Sätze, die erklären, was mit dem Eis geschieht.



**Muir-Gletscher, Alaska: 13. August 1941 und 31. August 2004**  
 Quelle: NASA - <https://climate.nasa.gov/images-of-change/?intent=131&id=376#376-muir-glacier-melt-alaska>

## WIE VIEL EIS VERLIEREN WIR?



### 303 GIGATONNEN EIS HAT DER GRÖNLÄNDISCHE EISSCHILD SEIT 2014 VERLOREN

Wie viel Wasser ist dadurch in unsere Ozeane geflossen? Ein olympisches Schwimmbecken ist 25 Meter breit, 2 Meter tief und 50 Meter lang. Damit 303 Gigatonnen in das Becken passen, müsste es 6 Milliarden Meter lang sein. Dieses Schwimmbecken würde 16-mal zum Mond und wieder zurück reichen. Wenn der Schwimmer Michael Phelps seine Rekordgeschwindigkeit beibehalten würde, bräuchte er 99,9 Jahre, um eine Länge dieses fiktiven Beckens zu schwimmen. Der Grönländische Eisschild enthält genügend Eis, um den Meeresspiegel um etwa 7 Meter ansteigen zu lassen.

### 118 GIGATONNEN EIS HAT DIE ANTARKTIS SEIT 2014 VERLOREN

Der Antarktische Eisschild bedeckt 14 Millionen Quadratkilometer, eine Fläche, die größer ist als die USA und Indien zusammengekommen. Er enthält genügend Eis, um den Meeresspiegel um etwa 59 Meter ansteigen zu lassen. Der Westantarktische Eisschild ist die größte Bedrohung hinsichtlich des ansteigenden Meeresspiegels. 2014 stellten zwei Studien fest, dass die Gletscher der Region im Begriff sind zu schmelzen; sie konnten allerdings nicht einschätzen, wie lange dies dauern wird.



### INZWISCHEN IN ALASKA ...

Untersuchungen aus der Luft von 116 Gletschern in Alaska und Kanada zwischen 1994 und 2013 zeigen einen Verlust von 75 Milliarden Tonnen Eis pro Jahr. Das genügt, um den Bundesstaat Alaska alle sieben Jahre mit 30 cm Wasser zu bedecken.

### DIE LETZTEN NEUIGKEITEN

Wissenschaftler schätzen, dass Grönland im Zeitraum von April 2002 bis August 2016 durchschnittlich 287 Gigatonnen Eis pro Jahr verloren hat. Die Antarktis hat im gleichen Zeitraum 125 Gigatonnen Eis verloren.

Quelle: NASA - [https://climate.nasa.gov/climate\\_resources/125/infographic-sea-level-rise/](https://climate.nasa.gov/climate_resources/125/infographic-sea-level-rise/)



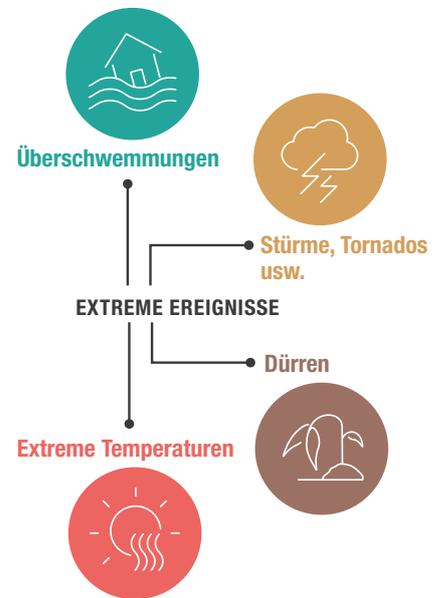
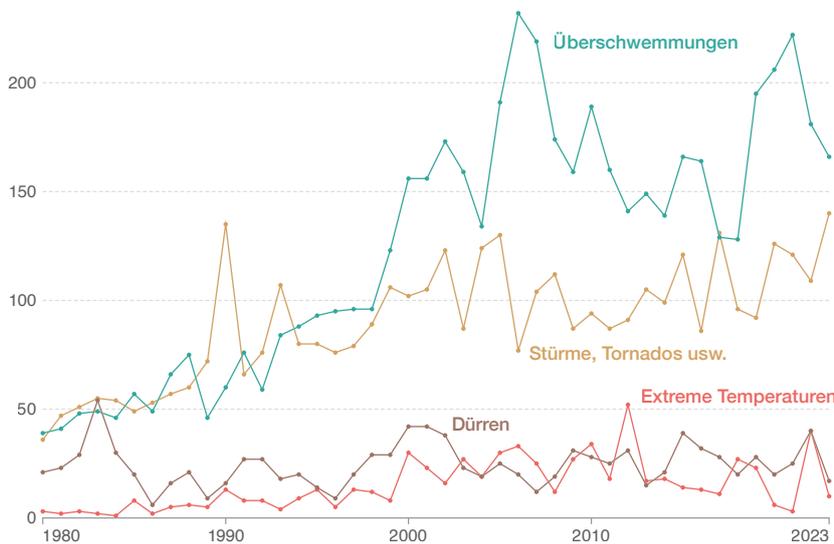
## TORNADO-JÄGER:INNEN

➔ **Auftrag:** Als Tornado-Jäger:innen fragt ihr euch, ob in Zukunft Tornados viel häufiger zu sehen sein werden. Schreibt anhand des folgenden Diagramms ein paar Sätze darüber, was extreme Wetterereignisse sind und wie sich ihre Anzahl seit 1980 verändert hat.



Das folgende Diagramm zeigt die Veränderung der Anzahl extremer Wetterereignisse seit 1980. Extreme Wetterereignisse sind solche, die anders sind als üblich, oft weil sie stärker sind (z. B. Tornados, sintflutartige Regenfälle, Dürreperioden oder Hitzewellen). Sie können zu Waldbränden und Überschwemmungen führen und großen Schaden anrichten.

### ANZAHL EXTREMER WETTEREREIGNISSE AUF DER ERDE



Quelle: EMDAT (2024) : OFDA/ CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain, Brüssel, Belgien  
<https://ourworldindata.org/natural-disasters> – CC BY



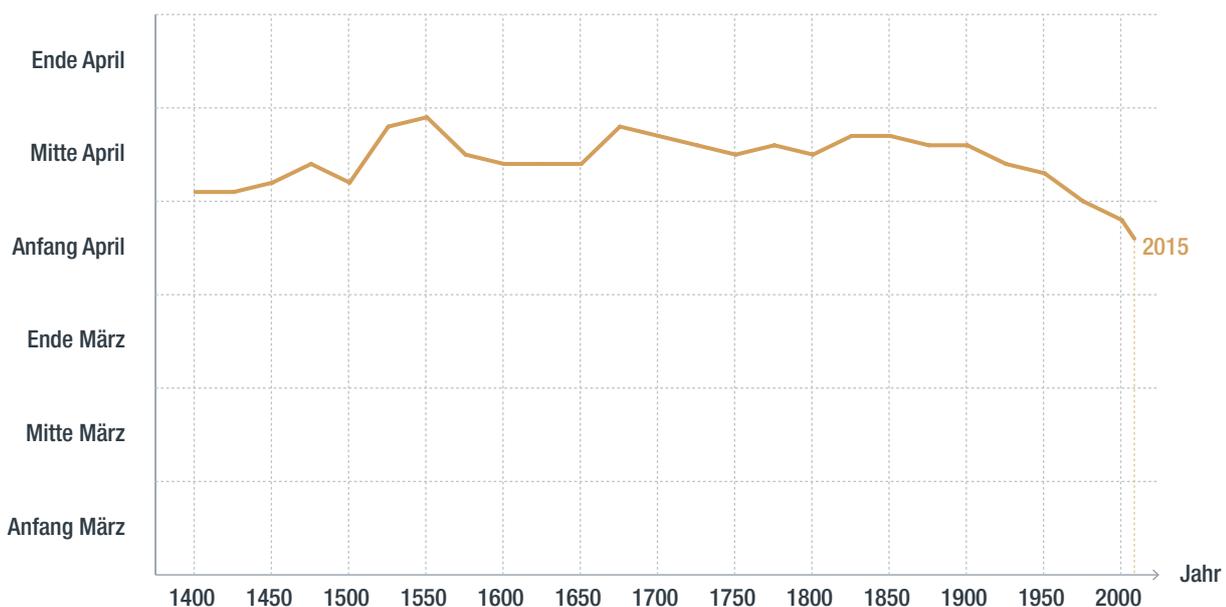
## BOTANIKER:INNEN

➔ **Auftrag:** Als Botaniker:innen fragt ihr euch, wie die Pflanzen auf die Erderwärmung reagieren werden. Erläutert anhand des Diagramms in einigen Sätzen, wie sich der Zeitpunkt der Kirschblüte in Japan in den letzten 600 Jahren verändert hat und wie dies mit dem Klimawandel zusammenhängt.

Das folgende Diagramm zeigt die Entwicklung der Kirschbaumblüte in Japan über einen Zeitraum von 600 Jahren. Die Bäume beginnen zu blühen, wenn es warm genug ist.



### DATUM DER KIRSCHBAUMLÜTE



Quelle: Aono and Kazui, 2008; Aono and Saito, 2010; Aono, (2012); Chikyu Kankyo (Global Environment, 17, 21-29)  
<http://atmenv.envi.osakafu-u.ac.jp/aono/kyophenotemp4/>



## FEUERWEHRLEUTE

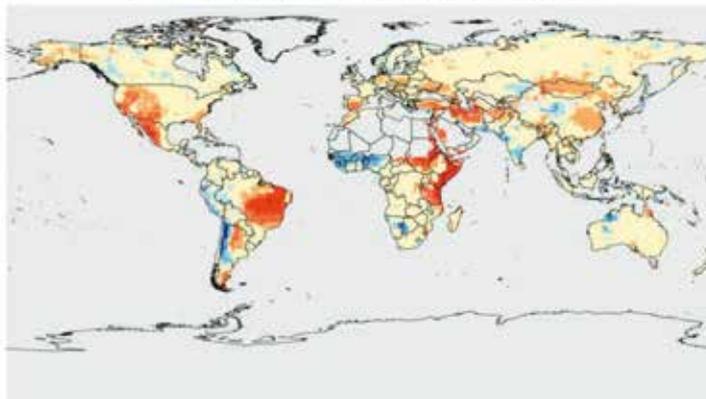
➔ **Auftrag:** Als Feuerwehrleute seid ihr besorgt, dass Waldbrände mit zunehmender Erderwärmung häufiger werden könnten. Erläutert anhand der Karten in einem Satz, wie sich die Waldbrandsaison verändert hat und wie dies mit dem Klimawandel zusammenhängt.

Die folgenden Karten zeigen, wie sich die Waldbrände weltweit zwischen 1996 und 2013 im Vergleich zu 1979-1996 verändert haben. Die erste Karte zeigt die Veränderung der Länge der Waldbrandsaison, während die zweite Karte die Veränderung der Häufigkeit von Waldbränden zeigt. Waldbrände können durch den Menschen verursacht sein – gewollt oder ungewollt –, treten aber auch bei Dürren oder Hitzewellen häufiger auf.

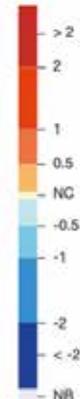


### VERÄNDERUNG DER LÄNGE DER WALDBRANDSAISON VON 1979 BIS 2013

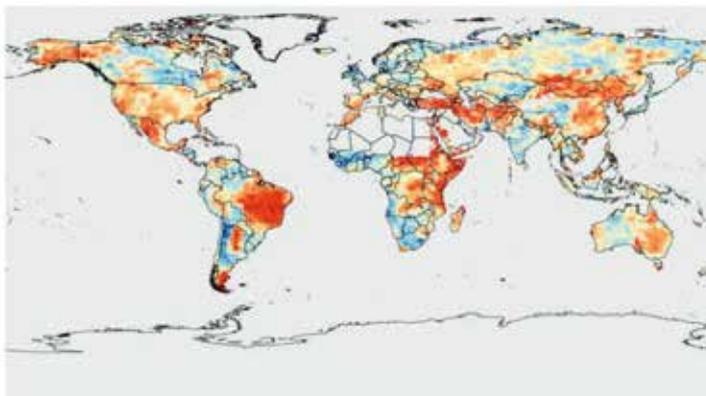
A Gebiete, in denen sich die Länge der Waldbrandsaison verändert hat (Tage im Jahr)



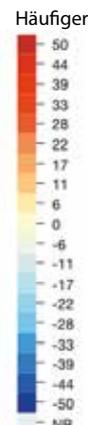
Längere Saison



B Gebiete, in denen sich die Häufigkeit von Waldbränden verändert hat (in %)



Kürzere Saison



Weniger häufig

Quelle: Sachstandsbericht des IPBES zur Landdegradation und Wiederherstellung: [https://ipbes.net/sites/default/files/2018\\_ldr\\_full\\_report\\_book\\_v4\\_pages.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/2018_ldr_full_report_book_v4_pages.pdf)

NB = nicht bekannt

# UNTERRICHTSSTUNDE A2

## DEN TREIBHAUSEFFEKT VERSTEHEN – MIT EINER ANALOGIE

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften, Physik, Chemie

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 5-10 Minuten
- ~ Durchführung: 1 Stunde 15 Minuten

### ALTER

9-15 Jahre

### LERNZIELE

Die Schüler:innen lernen den Treibhauseffekt kennen, indem sie ein Glashaus bauen und die Analogie zu den Treibhausgasen in der Atmosphäre herstellen.

Sie lernen:

- ~ Alle Objekte geben Infrarotstrahlung ab: Je wärmer sie sind, desto mehr Infrarotstrahlung geben sie ab.
- ~ Wenn die Sonne die Erdoberfläche erwärmt, gibt die Erde Infrarotstrahlung ab.
- ~ Die Treibhausgase in der Erdatmosphäre verhalten sich wie eine Decke: Sie absorbieren die von der Erdoberfläche abgegebene Infrarotstrahlung.
- ~ Nur ein Teil dieser Infrarotstrahlung gelangt ins Weltall, der Rest wird Richtung Erde zurückgestrahlt. Das erklärt die Erderwärmung.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Treibhauseffekt, Treibhausgas, Infrarotstrahlung, globale Erwärmung, Erderwärmung, anthropogene Emissionen

### UNTERRICHTSMETHODE

Experimente, Dokumentenanalyse, Kartenspiel



## EINLEITUNG 20 MINUTEN

In der vorherigen Unterrichtsstunde haben die Schüler:innen gelernt, dass die Temperatur der Atmosphäre steigt und dass der Klimawandel für die Landoberfläche verschiedene Folgen hat.

Schlüsselfragen für die Diskussion:

- *Was sind die Ursachen für den Temperaturanstieg?* Schreiben Sie alle Vermutungen an die Tafel. Häufig wird vermutet: irgendeine Art von Umweltverschmutzung, Schwankungen der Energie bzw. der Strahlung der Sonne, Hitze, usw.
- *Wie könnt ihr beweisen, welche Vermutungen richtig sind?* Die Schüler:innen müssen herausfinden, ob die Erde immer mehr „verschmutzt“ wird, oder ob die Strahlung der Sonne intensiver ist, usw.
- Um diese Antworten zu finden, müssen die Schüler:innen die Erde mit einem anderen Objekt vergleichen, das genauso weit von der Sonne entfernt ist wie die Erde, aber unbewohnt ist. Zeigen Sie den Schüler:innen das **ARBEITSBLATT A2.1**: Der Mond passt auf diese Beschreibung.
- *Könnt ihr durch den Vergleich von Mond und Erde einige eurer Hypothesen verwerfen?* Der Mond hat sich im letzten Jahrhundert nicht erwärmt, obwohl er genauso weit von der Sonne entfernt ist wie die Erde. Daraus kann man schließen: Die Erderwärmung hängt nicht mit einer Veränderung der Strahlung der Sonne zusammen.
- *Wie lässt sich die beobachtete Erderwärmung erklären?* Der einzige Unterschied zwischen Erde und Mond ist, dass die Erde eine Atmosphäre hat. *Was in der Atmosphäre könnte diese Erwärmung erklären?* Die Schüler:innen werden die Rolle der Gase untersuchen, die für den Temperaturanstieg verantwortlich sind: Diese Gase werden „Treibhausgase“ genannt.

## VORBEREITUNG 5-10 MINUTEN

### MATERIAL

Für jede Gruppe mit 3-4 Schüler:innen:

- Eine Glühlampe (mindestens 60 W, wenn möglich 100 W; keine LEDs; verwenden sie Glüh- oder Halogenlampen) auf einer Halterung. Wenn die Sonne scheint, kann das Experiment auch draußen durchgeführt werden.
- Zwei elektronische Thermometer
- Ein Behälter aus Glas oder durchsichtigem Plastik (so dünn wie möglich) oder ein mit Frischhaltefolie abgedeckter Behälter
- Optional: Knetmasse (kann für die Abdichtung des Behälters nützlich sein)

### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Sie können den Schüler:innen zum Treibhauseffekt das folgende [Video](#) der Bundeszentrale für politische Bildung zeigen.



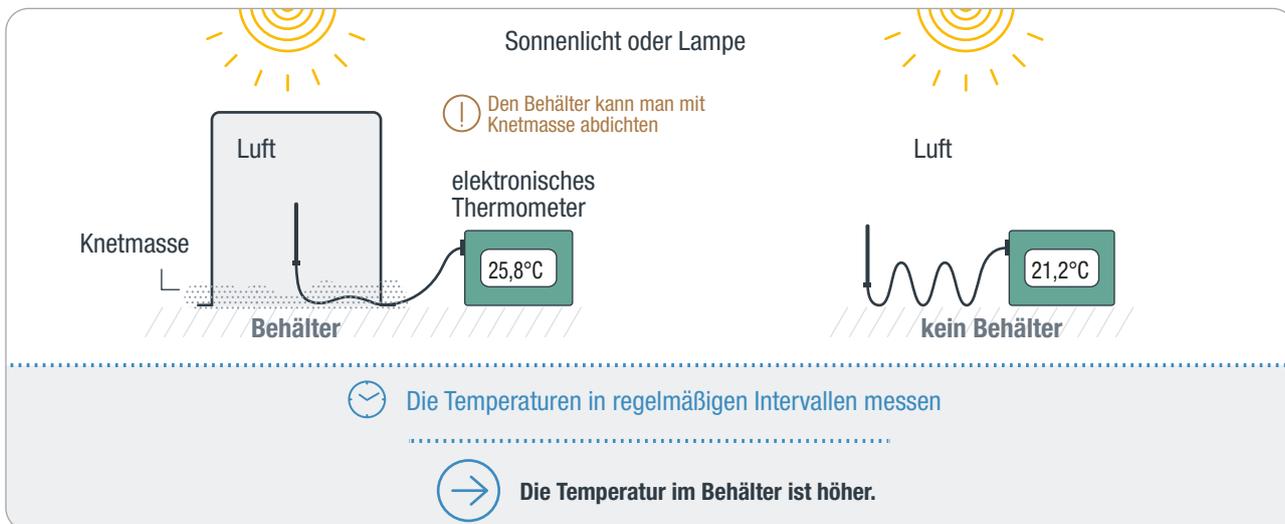
## DURCHFÜHRUNG 50 MINUTEN

1. Die Schüler:innen sollen sich ein Experiment ausdenken, das die Rolle der Atmosphäre bei der Erderwärmung deutlich macht. Dieses Experiment muss im Klassenraum durchführbar sein. Die Schüler:innen sollen überlegen, was die Rolle der verschiedenen am Treibhauseffekt beteiligten Elemente einnehmen könnte. Für die Sonne könnte man eine Lampe nehmen, oder sogar die Sonne selbst, falls sie scheint. Die Atmosphäre kann zum Beispiel durch ein transparentes Gefäß dargestellt werden. Sie sollen sich auch überlegen, wie man die Temperatur bestimmen könnte. Das naheliegendste Experiment ist der Bau eines Glashauses. Die Wörter Glashaus, Treibhaus und Gewächshaus werden meistens synonym verwendet.
2. Jede Gruppe bastelt aus dem zur Verfügung gestellten Material ein Glashaus. Es wird ein Thermometer ins Glashaus gelegt, und ein zweites außerhalb des Glashauses (siehe Abbildung).

### → TIPP FÜR LEHRENDE

Die eindeutigsten Ergebnisse bekommt man, wenn man das Experiment mittags in der Sonne durchführt. Der Temperaturunterschied beträgt dann mehrere Grad. Es müssen nicht unbedingt elektronische Thermometer verwendet werden, auch zwei identische „normale“ Thermometer tun ihren Dienst.

3. Die Schüler:innen messen in regelmäßigen Abständen die Temperatur und übertragen die Messwerte in eine Tabelle.
4. Geben Sie den Schüler:innen das **ARBEITSBLATT A2.2**, damit sie es in ihrer Gruppe bearbeiten können. Diskutieren Sie über die Quellen der Treibhausgasemissionen, insbesondere diejenigen, die mit der Landnutzung zusammenhängen (z. B. Landwirtschaft, Viehzucht, Düngen, Transport usw.).
5. Fragen Sie die Schüler:innen, warum die Temperatur ansteigt. Erklären sie, dass das Glashaus eine Analogie für den Treibhauseffekt darstellt.



Der Treibhauseffekt in einem Plastik- oder Glasgefäß



Schüler:innen messen die Temperatur innerhalb und außerhalb des Glashauses.



Schülernotizen zum Experiment

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

### DER TREIBHAUSEFFEKT

Die Sonnenstrahlung durchquert die Atmosphäre und erwärmt die Erdoberfläche. Der erwärmte Erdboden sendet **Infrarotstrahlung** (Wärme) in die Atmosphäre. Ein Teil dieser Infrarotstrahlung gelangt ins Weltall, der andere Teil wird von **Treibhausgasen** in der Atmosphäre (vor allem Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas) eingefangen und zurück zur Erdoberfläche geschickt. Treibhausgase wirken also wie eine Decke und fangen die von der Erde abgegebene Strahlung ein. Dies führt dazu, dass die Temperatur der niedrigen Atmosphäre höher ist, als sie das normalerweise wäre.

**Ohne Treibhausgase würde die durchschnittliche Temperatur der Erdoberfläche  $-18^{\circ}\text{C}$  anstatt der derzeit durchschnittlichen  $+15^{\circ}\text{C}$  betragen.**

Die Konzentration der Treibhausgase verändert sich – entweder aufgrund natürlicher Ursachen oder aufgrund menschlicher Aktivitäten. Das beeinflusst das Energiegleichgewicht der Erde und somit auch ihre mittlere Oberflächentemperatur (siehe Abbildung auf [Seite 10](#) des wissenschaftlichen Überblicks).

### → TIPP FÜR LEHRENDE

In einem Glashaus tragen zwei Effekte zum Temperaturanstieg bei: der Treibhauseffekt und die Tatsache, dass die Luft im Glashaus eingeschlossen ist. Hat das Treibhaus kein „Dach“, steigt die warme Luft durch Konvektion nach oben und wird durch kühlere Luft ersetzt. Ist das Glashaus komplett geschlossen, kann die warme Luft nicht aus dem Glashaus entkommen. Dann zeigt das Thermometer außen eine niedrigere Temperatur an als das Thermometer im Glashaus.

Vergleicht man ein Glashaus aus Glas (in dem es theoretisch einen Treibhauseffekt gibt – weil das Glas keine Infrarotstrahlung durchlässt) mit einem Glashaus aus Polyethylen (in dem Fall gibt es keinen Treibhauseffekt), lässt sich kein merkbarer Unterschied hinsichtlich des Temperaturanstiegs feststellen. Der wesentliche Effekt, der zur Erwärmung beiträgt, rührt also daher, dass das Glashaus abgeschlossen ist und kein Luftaustausch stattfindet.

### MOND UND ERDE

Der Mond und die Erde sind gleich weit von der Sonne entfernt und erhalten die gleiche Menge an Sonnenenergie (Sonnenstrahlung). Man könnte also meinen, sie hätten die gleiche Temperatur. **Aber auf dem Mond ist es kälter!**

Wie können wir die Temperatur auf dem Mond feststellen? Auf der Erde können wir die Temperatur messen. Für den Mond messen die Wissenschaftler:innen die von der Mondoberfläche abgegebene **Infrarotstrahlung** – diese ist ein Maß für seine Temperatur. Die Mondoberfläche erwärmt sich durch die Strahlung der Sonne und kühlt sich ab, wenn diese Strahlung fehlt. Die von der Mondoberfläche abgegebenen Infrarotstrahlung entspricht derjenigen eines schwarzen Körpers mit einer Temperatur von  $-150^{\circ}\text{C}$  (für den Teil des Mondes, der nicht von der Sonne beschienen wird). So kann man sagen, dass die Temperatur des Mondes etwa  $-150^{\circ}\text{C}$  beträgt.

Aufgrund der **Erdatmosphäre und der darin enthaltenen Treibhausgase** ist die Temperatur auf der Erde höher, auch wenn sie die gleiche Menge an Sonnenstrahlung abbekommt wie der Mond.

6. Es gibt Gase in der Atmosphäre, die die gleiche Rolle spielen wie das Glashausdach: Man nennt sie Treibhausgase. Dieser Vergleich – wenn man ihn auf diese Weise präsentiert – ist auf Schulniveau absolut akzeptabel.

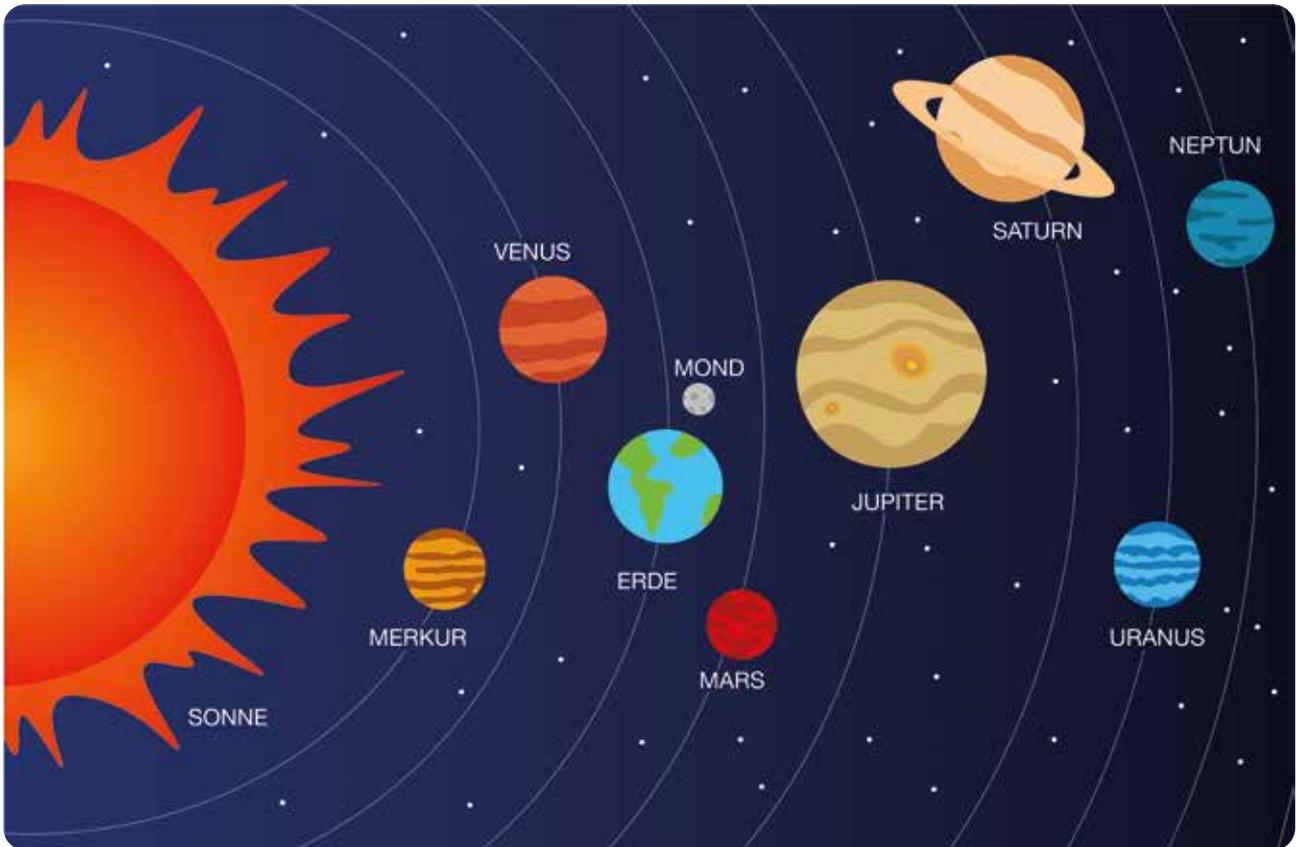
## ZUSAMMENFASSUNG 5 MINUTEN

Besprechen sie die Ergebnisse des Experiments und die Analogie zum Treibhauseffekt. Treibhausgase funktionieren wie ein Glashaus: Sie „fangen“ die unsichtbare Infrarotstrahlung ein, die die Erdoberfläche (und auch die Sonne direkt) abgibt. Das führt zu einer Erwärmung im Glashaus bzw. zu einer Erwärmung der Erdoberfläche und der unteren Atmosphäre. Diese Treibhausgase sind von Natur aus in der Atmosphäre vorhanden und sorgen für Temperaturen, die Leben auf der Erde erst ermöglichen. Aufgrund menschlicher Aktivitäten ist ihre Konzentration in der Atmosphäre jedoch im letzten Jahrhundert gestiegen, was zu einer globalen Erwärmung geführt hat.



# ARBEITSBLATT A2.1

## DAS SONNENSYSTEM



Quelle: Hatice EROL auf Pixabay (nicht maßstabsgetreu)

UNTERSCHIEDE ZWISCHEN ERDE UND MOND	ERDE	MOND
<b>Entfernung zur Sonne</b>	150 Millionen Kilometer	150 Millionen Kilometer
<b>Atmosphäre</b>	Atmosphäre vorhanden; sie enthält u. a. folgende Gase: Stickstoff, Sauerstoff, Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas	keine Atmosphäre
<b>Oberflächentemperatur</b>	+15°C, ist seit einem Jahrhundert um über 1°C angestiegen	Zwischen -150°C und +150°C, keine Änderung im letzten Jahrhundert

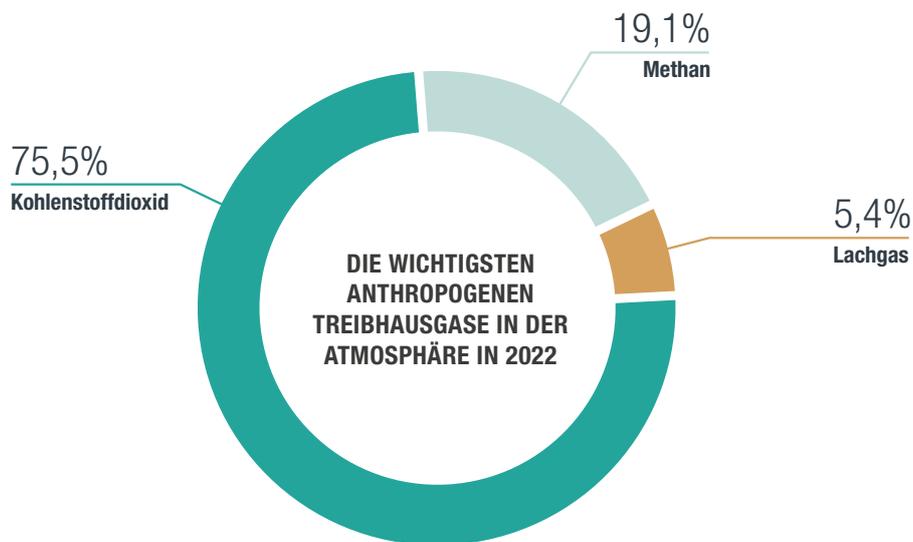


Schaut euch die beiden Diagramme an und beantwortet die folgenden Fragen:

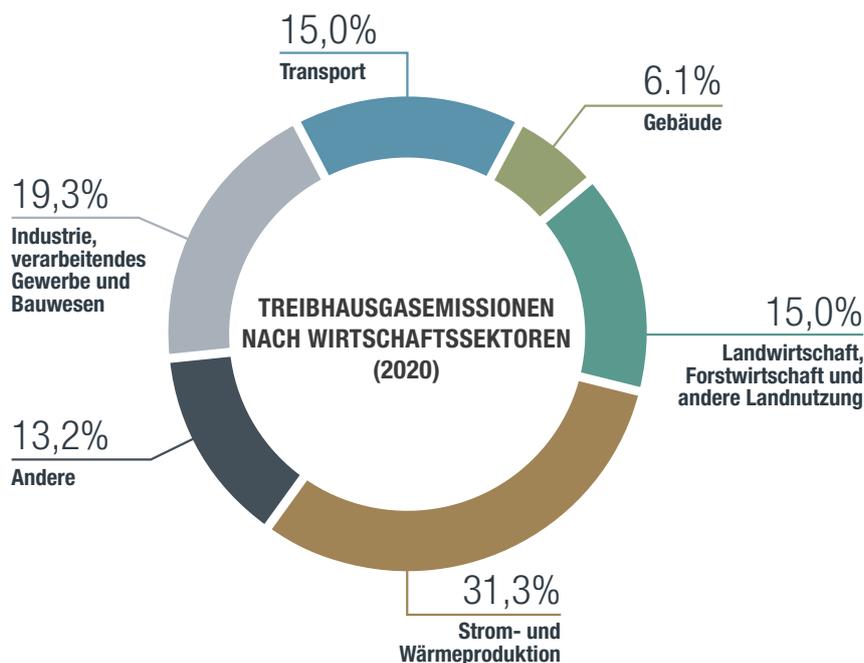
- ➔ Wie könnt ihr die Erderwärmung erklären?
- ➔ Welches Gas trägt am meisten zu den anthropogenen Treibhausgasemissionen bei?
- ➔ Welche menschlichen Aktivitäten tragen am meisten zu den Treibhausgasemissionen bei?

Ein Treibhausgas ist ein Gas in der Erdatmosphäre, das wie eine „Decke“ wirkt und verhindert, dass Infrarotstrahlung (Wärme) in den Weltraum entweicht – die Atmosphäre fängt einen Teil der Infrarotstrahlung ein. Im letzten Jahrhundert sind durch menschliche Aktivitäten immer mehr Treibhausgase in die Atmosphäre gelangt: Die „Decke“ ist dicker geworden und hat zu einem Temperaturanstieg geführt.

Das folgende Diagramm zeigt die verschiedenen Treibhausgase, die im Jahr 2022 durch menschliche Aktivitäten freigesetzt wurden.



Quelle: Jones et al. (2024) – bearbeitet durch Our World in Data: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions#explore-data-on-co2-and-greenhouse-gas-emissions> (Daten für 2022)



Quelle: Climate Watch (2023) / Our World in Data: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>

# UNTERRICHTSSTUNDE A3 DER TREIBHAUSEFFEKT UND MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN

## HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften, Physik, Chemie

## DAUER

- ~ Vorbereitung: 5-10 Minuten
- ~ Durchführung: 1 Stunde

## ALTER

9-15 Jahre

## LERNZIELE

In dieser Aktivität werden die natürlichen und die menschengemachten Treibhausgase und deren Auswirkungen auf das Klima der Erde erkundet. Die Schüler:innen stellen die einzelnen Treibhausgase in Kurzpräsentationen vor.

Sie lernen:

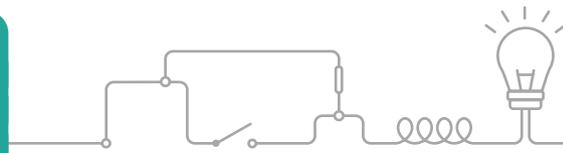
- ~ Die globale Erwärmung lässt sich durch einen Anstieg der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre erklären.
- ~ Der Treibhauseffekt ist auf die Treibhausgase in der Atmosphäre zurückzuführen.
- ~ Treibhausgase werden durch verschiedene menschliche Aktivitäten erzeugt.

## SCHLÜSSELBEGRIFFE

Treibhauseffekt, Treibhausgas, anthropogene Emissionen

## UNTERRICHTSMETHODE

Kartenspiel, Dokumentenanalyse



## EINLEITUNG 10 MINUTEN

Fragen Sie Ihre Schüler:innen, nachdem Sie mit ihnen die Unterrichtsstunden A1 und/oder A2 durchgenommen haben, wie man den Anstieg der Oberflächentemperatur der Erde erklären kann (sie sollten die zusätzlichen, menschengemachten Treibhausgase in der Atmosphäre erwähnen). Fragen Sie anschließend, ob sie wissen, welche Gase dafür verantwortlich sind. Notieren Sie ihre Antworten. *Wie könnt ihr wissen, ob eure Liste richtig/vollständig ist? Wie könnt ihr herausfinden, woher diese Gase stammen?* Die Schüler:innen können zum Beispiel eine Literaturrecherche machen.

## DURCHFÜHRUNG 40 MINUTEN

1. Teilen Sie die Klasse in sechs Gruppen ein und bitten Sie jede Gruppe, eine:n Sprecher:in zu wählen.
2. Halten Sie die sechs Kartenpaare (**ARBEITSBLATT A3.1**) so, dass die Kinder sie nicht sehen können, und bitten Sie die Sprecher:innen nach vorn zu kommen und ein Kartenpaar auszuwählen. Den Namen des Treibhausgases, der auf ihrer Karte steht, sollen sie geheim halten.

## VORBEREITUNG 5-10 MINUTEN

### MATERIAL

- **ARBEITSBLATT A3.1** (ein Exemplar für die ganze Klasse). Jedes Treibhausgas hat gute und schlechte Eigenschaften. Die Karten werden ausgeschnitten und beide Seiten – die mit den guten und die mit den schlechten Eigenschaften eines Gases – werden zusammengeheftet, sodass man insgesamt sechs Paare hat. Sie können die Karten laminieren, wenn Sie sie wiederverwenden wollen.
- 7 große Papierbögen, falls von den Gruppen erwünscht
- Optional: das **ARBEITSBLATT A3.2** (eins pro Gruppe, siehe Frage 5 weiter unten)

### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Während der Präsentationen der einzelnen Gruppen kann es nützlich sein, die anderen Schüler:innen einen kurzen Fragebogen ausfüllen zu lassen, um sie mehr einzubeziehen: „*Von welchem Gas ist die Rede? Woher kommt es? Warum ist es problematisch?*“

3. Erklären Sie den Gruppen, dass sie 10 Minuten Zeit haben, um eine ein- bis zweiminütige Präsentation zu erstellen, die den Rest der Klasse sowohl über die guten als auch über die schlechten Eigenschaften ihres Treibhausgases informiert. Sie können für ihre Präsentation verschiedene Medien und Gegenstände verwenden, um die wichtigsten Punkte zu vermitteln. Sie dürfen ein Referat halten, schauspielern, tanzen, singen usw. Nur eines dürfen sie nicht: **Sie dürfen nicht direkt von der Karte ablesen.**

4. Am Ende ihrer Präsentation fragen die Schüler:innen ihre Mitschüler:innen nach den wichtigsten Erkenntnissen über ihr Treibhausgas. Die Antworten werden auf einem großen Blatt Papier festgehalten, um später darauf zurückkommen zu können.

5. Wenn Sie oder Ihre Schüler:innen das Thema weiter vertiefen möchten, können Sie das **ARBEITSBLATT A3.2** verteilen, in dem der Fokus stärker auf wissenschaftliche Belege gelegt wird.

## ZUSAMMENFASSUNG 10 MINUTEN

Kommen Sie auf die Ausgangsfragen zurück und fragen Sie die Schüler:innen, was sie über die Rolle der Treibhausgase verstanden haben. Diskutieren Sie über die Verantwortung jedes Einzelnen in Bezug auf die Treibhausgasemissionen und den Klimawandel, wobei Sie insbesondere den Zusammenhang mit der Landnutzung hervorheben.

### OPTIONALE ERWEITERUNG: BUILD YOUR OWN EARTH

#### 1 STUNDE

Die Schüler:innen können das interaktive Tool „Build your own Earth“ (<http://www.buildyourownearth.com>) ausprobieren.

Damit können verschiedene Szenarien für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen durchgespielt werden. Die Auswirkungen auf das Klima und die Erdsysteme (Atmosphäre, Eis, Land und Ozean) sind je nach Szenario sehr unterschiedlich. Für Sekundarschüler:innen ist auch der En-ROAD-Simulator geeignet.

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

### DER MENSCH UND DIE TREIBHAUSGASE

Die **industrielle Revolution** hat beispiellose Veränderungen mit sich gebracht, die sich auf alle Bereiche der menschlichen Gesellschaft ausgewirkt und zu neuen Lebensstandards geführt haben (zunächst in Europa und Nordamerika). Diese Veränderungen gingen einher mit einem beträchtlichen Anstieg der Weltbevölkerung. Die zunehmende Nutzung fossiler Brennstoffe als Energiequelle und das rasche Bevölkerungswachstum haben zu einer enormen Ausbeutung natürlicher Ressourcen (u. a. fossiler Brennstoffe) und einem damit verbundenen **Anstieg der Treibhausgasemissionen** geführt. Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe entsteht Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), das sich in der Erdatmosphäre verteilt.

Die Treibhausgase Methan (CH<sub>4</sub>) oder Distickstoffoxid (auch Lachgas genannt, N<sub>2</sub>O) werden durch andere menschliche Aktivitäten erzeugt.

Die verschiedenen Treibhausgase haben unterschiedliche **Treibhauspotenzial**\*. Das Treibhauspotenzial eines Gases misst, wie viel Strahlung eine Tonne dieses Gases innerhalb eines bestimmten Zeitraums absorbiert, verglichen mit der Strahlung, die eine Tonne CO<sub>2</sub> (in der gleichen Zeit, normalerweise betrachtet man 100 Jahre) absorbieren könnte.

Weitere Einzelheiten über Treibhausgasemissionen und Treibhauspotenziale finden Sie auf Seite 260 im wissenschaftlichen Überblick.



National Aeronautics and Space Administration 

**FLUORCHLORKOHLLENWASSERSTOFFE**



**FCKW**

FCKW gibt es in der Natur nicht. Sie zerstören die schützende Ozonschicht der Erdatmosphäre und sind starke Treibhausgase.



climatekids.nasa.gov

**FLUORCHLORKOHLLENWASSERSTOFFE**



**FCKW**

Du hättest mich nicht erschaffen sollen.



National Aeronautics and Space Administration 

**LACHGAS**



**N<sub>2</sub>O**

Lachgas (oder Distickstoffoxid) ist ein natürlicher Bestandteil des Stickstoffkreislaufs. Es wird durch Bakterien im Erdboden und im Ozean erzeugt.



climatekids.nasa.gov

**LACHGAS**



**N<sub>2</sub>O**

Lachgas entsteht in Fabriken, Kraftwerken und Düngemitteln. Es zerstört die Ozonschicht der Erdatmosphäre und ist ein Treibhausgas. Es entsteht bei der Verbrennung von Kraftstoffen in Autos und Fabriken.



National Aeronautics and Space Administration 

**OZON**



**O<sub>3</sub>**

In der Atmosphäre – in einer Höhe, in der Flugzeuge fliegen – schirmt die Ozonschicht die Sonnenstrahlung ab. Das schützt uns vor der schädlichen UV-Strahlung der Sonne.



climatekids.nasa.gov

**OZON**



**O<sub>3</sub>**

In Bodennähe wirkt Ozon als starkes Treibhausgas.





National Aeronautics and Space Administration 

## METHAN



climatekids.nasa.gov

**CH<sub>4</sub>**

Methan ist aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen aufgebaut. Es entsteht in Feuchtgebieten, im Reisanbau, in der Viehzucht, bei der Erdgasförderung und beim Kohleabbau.



## METHAN



**CH<sub>4</sub>**

Methan kann sehr viel Infrarotstrahlung einfangen. Es ist das Treibhausgas, das nach CO<sub>2</sub> am meisten zur menschengemachten Erderwärmung beiträgt.



National Aeronautics and Space Administration 

## KOHLENSTOFFDIOXID



climatekids.nasa.gov

**CO<sub>2</sub>**

Kohlenstoffdioxid besteht aus einem Kohlenstoff- und zwei Sauerstoffatomen. CO<sub>2</sub> kommt überall um uns herum vor. Es entsteht, wenn sich Lebewesen zersetzen, und auch Vulkane stoßen es aus.



## KOHLENSTOFFDIOXID



**CO<sub>2</sub>**

CO<sub>2</sub> entsteht bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Erdöl, Erdgas und Kohle. CO<sub>2</sub> trägt am meisten zur menschengemachten Erderwärmung bei.



National Aeronautics and Space Administration 

## WASSERDAMPF



climatekids.nasa.gov

**H<sub>2</sub>O**

Wasserdampf entsteht beim Kochen von Wasser genauso wie beim Verdunsten des Wassers eines Sees. Wenn Wasserdampf kondensiert, bilden sich Wolken. Wolken und Regen kühlen die Erde ab.



## WASSERDAMPF



**H<sub>2</sub>O**

Wasserdampf fängt die Infrarotstrahlung der Erdoberfläche ein und trägt damit zur Erderwärmung bei. Dadurch entsteht noch mehr Wasserdampf, was zu einer Intensivierung des Wasserkreislaufs führt.



Quelle: Diese Karten sind der „NASA Climate Kids“-Webseite entnommen: <https://climatekids.nasa.gov/greenhouse-cards/>

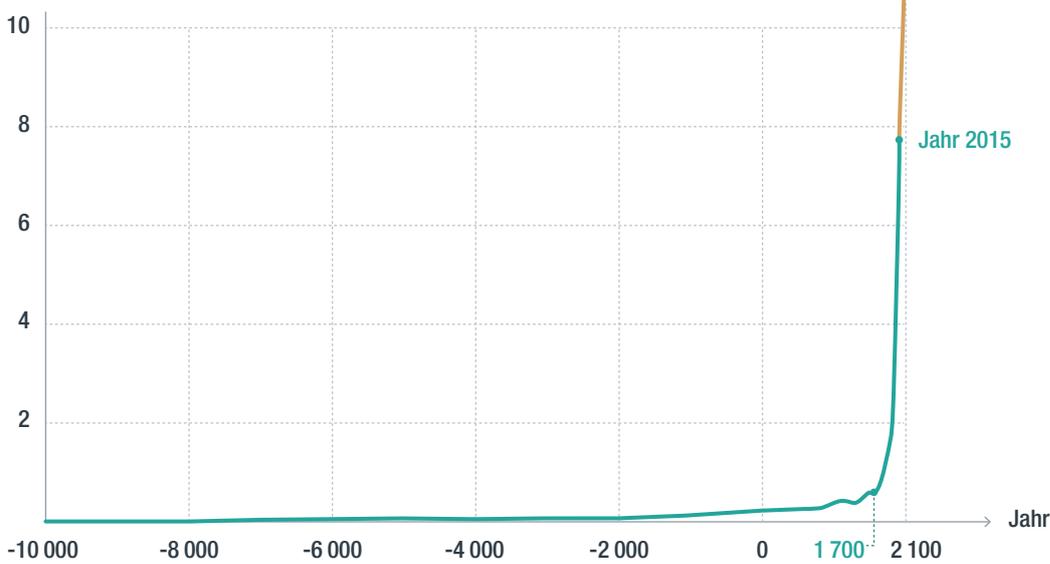


Der technische Fortschritt seit der industriellen Revolution ist nicht nur auf die Dampfmaschine zurückzuführen, sondern auch auf noch nie dagewesene wissenschaftliche, technologische, wirtschaftliche und politische Veränderungen, die alle Bereiche der menschlichen Gesellschaft betreffen. All diese Entwicklungen haben zu einem starken Anstieg der Weltbevölkerung beigetragen. Mehr Menschen und ein höherer Energieverbrauch haben zu einem Anstieg der Treibhausgasemissionen geführt. Untersucht die beiden Diagramme und beantwortet die folgenden Fragen:

- ➔ Wie hat sich seit der industriellen Revolution die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre entwickelt?
- ➔ Nennt zwei Faktoren, die diese Entwicklung erklären können.

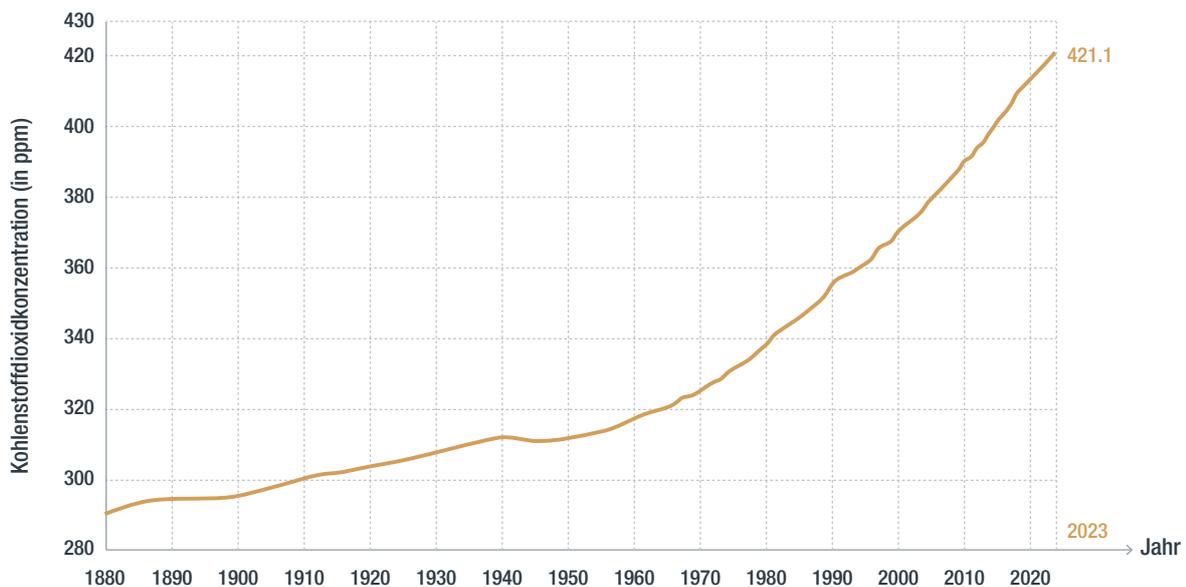
## ENTWICKLUNG DER WELTBEVÖLKERUNG IN DEN LETZTEN 12 000 JAHREN SOWIE PROGNOSEN DER UNO BIS 2100

Weltbevölkerung (in Milliarden)



Quelle: <https://ourworldindata.org/world-population-growth#population-growth>

## ENTWICKLUNG DER CO<sub>2</sub>-KONZENTRATION IN DER ATMOSPHÄRE SEIT 1880



1 ppm (ein Teil pro einer Million Teile) entspricht 0,0001%.

Quelle: NOAA – Earth System Research Laboratory – Global Monitoring Division

<https://www.climate.gov/media/13560> und [https://gml.noaa.gov/webdata/ccgg/trends/co2/co2\\_annmean\\_mlo.txt](https://gml.noaa.gov/webdata/ccgg/trends/co2/co2_annmean_mlo.txt)

# UNTERRICHTSSTUNDE A4

## DER KOHLENSTOFFKREISLAUF: LAND IST TEIL DES KLIMASYSTEMS

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften, Physik

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 15 Minuten
- ~ Durchführung: 1 Stunde 15 Minuten

### ALTER

12-15 Jahre

### LERNZIELE

Beim Spielen eines Brettspiels zum Thema Kohlenstoffkreislauf lernen die Schüler:innen:

- ~ Kohlenstoff wandert innerhalb des Kohlenstoffkreislaufs.
- ~ Menschliche Aktivitäten stören den Kohlenstoffkreislauf.
- ~ Der Erdboden ist ein wichtiges Kohlenstoffreservoir.
- ~ Fossile Brennstoffe sind wichtige unterirdische Reservoirs.
- ~ Fossile Brennstoffe brauchen viel Zeit, um sich zu bilden (mehrere Millionen Jahre).
- ~ Ihre Nutzung setzt  $\text{CO}_2$ , das zuvor im Boden gespeichert war, in die Atmosphäre frei.
- ~ Durch Photosynthese nehmen Pflanzen  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre auf und speichern es in organischer Materie.
- ~ Durch Gärung, Atmung und Zersetzung von organischer Materie gibt die Landvegetation  $\text{CO}_2$  an die Atmosphäre ab.
- ~ Vegetation und Land spielen eine Schlüsselrolle im Kohlenstoffkreislauf.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Kohlenstoff,  $\text{CO}_2$ , Photosynthese, Biosphäre, Atmung, Erosion, Verbrennung, Sedimentation, Ausgasen, Auflösung

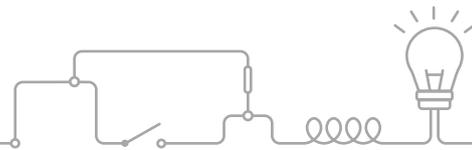
### UNTERRICHTSMETHODE

Brettspiel und/oder Multimedia-Animation

## VORBEREITUNG 15 MINUTEN

### MATERIAL

- 69 Plastikspielsteine, die Kohlenstoff darstellen. Sie können auch kleine Pappstücke verwenden (für jede Gruppe von 5 Schüler:innen)
- Ein kleines dreieckiges Stück Papier oder Pappe (0,5 cm Seitenlänge), das als Zeiger zur Markierung der Temperatur verwendet wird (für jede Gruppe)



### → TIPP FÜR LEHRENDE

Diese Aktivität kann entweder mit einer Multimedia-Animation oder einem Rollenspiel oder mit beiden durchgeführt werden.

Die Spielsteine sollten leicht und klein genug sein, um mühelos über das Spielbrett bewegt werden zu können. Sie können auch verschiedene Größen und Formen wählen, um zum Beispiel 5 oder 10 Kohlenstoffatome darzustellen, und kleinere, um ein Kohlenstoffatom darzustellen.

Hier ein Beispiel:



- Das **ARBEITSBLATT A4.1**
- Das Spielbrett: **ARBEITSBLATT A4.2** (eins pro Gruppe; Sie können es laminieren, um es wiederverwenden zu können), am besten im DIN-A3-Format.
- Für die Zusammenfassung am Schluss der Stunde kann das **ARBEITSBLATT A4.2** auch in einem kleineren Format ausgedruckt werden (zwei auf einer DIN-A4-Seite).
- Spielkarten für den Kohlenstoffkreislauf (ein Kartensatz pro Gruppe), ausgeschnitten aus den **ARBEITSBLÄTTERN A4.3** und **A4.4**.
- **Anmerkung:** Das **ARBEITSBLATT A4.4** wird nur für den zweiten Teil der Unterrichtsstunde benötigt.
- Optional: Computer/Tablets (mindestens einer/eins für zwei Schüler:innen) für die Multimedia-Animation „Der Kohlenstoffkreislauf“.

### UNTERRICHTSVORBEREITUNG

1. Jeder Gruppe 69 Spielsteine geben.
2. Das **ARBEITSBLATT A4.2** ausdrucken, am besten im DIN-A3-Format – es dient als Spielbrett.
3. Das **ARBEITSBLATT A4.2** in einem kleineren Format ausdrucken, eins pro Schüler:in.
4. Die **ARBEITSBLÄTTER A4.3** und **A4.4** ausdrucken, am besten doppelseitig. Sie könnten die Karten laminieren, um sie mehrmals verwenden zu können. Legen Sie die Karten des **ARBEITSBLATTES A4.4** beiseite (sie werden für den zweiten Teil benötigt) und mischen sie alle anderen Karten.
5. Teilen Sie die Schüler:in in 5er- oder 6er-Gruppen auf. Jede Gruppe hat ihr eigenes Spielbrett, einen Satz Karten und Spielsteine.

## INLEITUNG 15 MINUTEN

Bevor Sie beginnen, bitten Sie Ihre Schüler:innen, sich zu vergegenwärtigen, was sie in der vorangegangenen Unterrichtsstunde gelernt haben: Die anthropogenen Treibhausgasemissionen sind für den Klimawandel verantwortlich und die weltweiten Treibhausgasemissionen haben seit der industriellen Revolution zugenommen (siehe z. B. das zweite Diagramm des **ARBEITSBLATTES A3.2** zur Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre).

Diskutieren Sie mit der Klasse:

- *Wie werden sich die Kohlenstoffdioxidemissionen eurer Meinung nach in den nächsten Jahrzehnten entwickeln?* (Die Kohlenstoffdioxidemissionen werden wahrscheinlich weiter zunehmen.)
- *Wie könnten wir diesen Anstieg begrenzen?*
- *Kennt ihr natürliche Prozesse, die Teil des Kohlenstoffkreislaufs sind bzw. diesen beeinflussen?* Schreiben Sie die Antworten an die Tafel.

Um mehr über diese Prozesse zu erfahren, müssen die Schüler:innen herausfinden, wo es auf der Erde Kohlenstoff gibt. Wenn sie sich den Kohlenstoffkreislauf näher anschauen, werden sie verstehen, wie Kohlenstoff auf der Erde von einem Ort zum anderen wandert. Sie müssen sich darüber im Klaren sein, dass Kohlenstoff nicht verschwindet, sondern zwischen verschiedenen Speichern ausgetauscht wird. Erklären Sie den Schüler:innen, dass sie den Kohlenstoffkreislauf anhand eines Brettspiels erkunden werden.

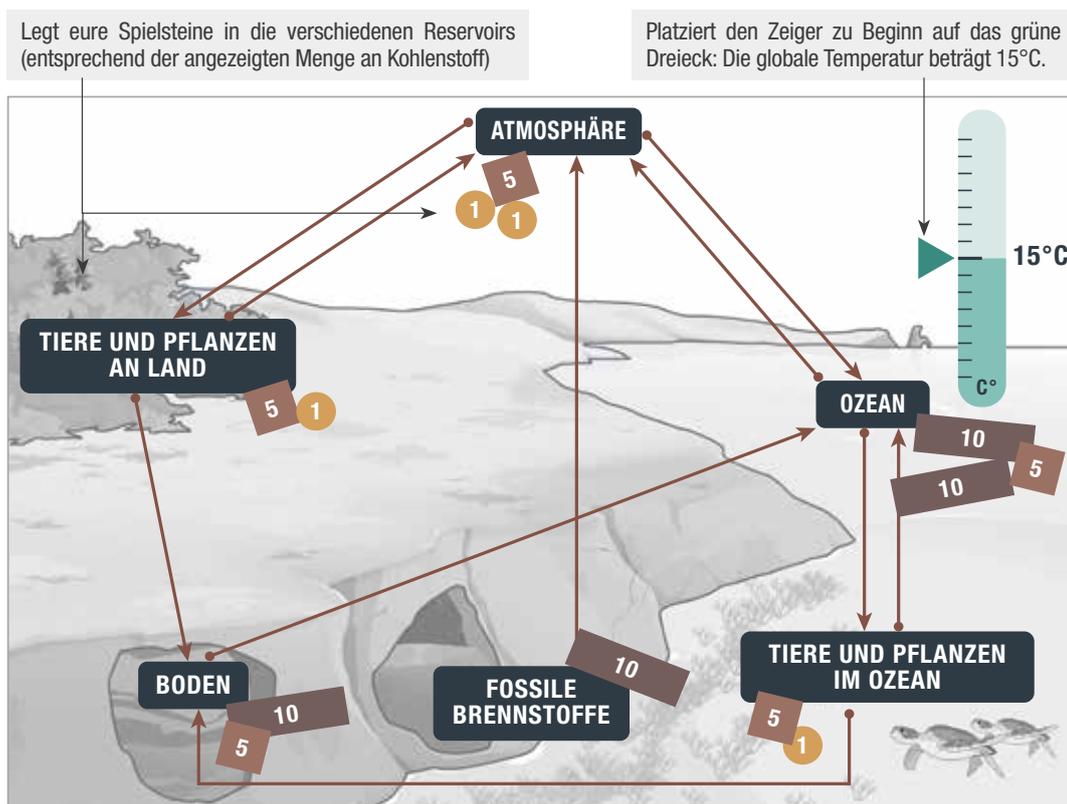
Erwähnen Sie, dass Kohlenstoff ein weit verbreitetes Element auf der Erde ist. Lassen Sie die Schüler:innen einige Dinge oder Lebewesen aus ihrem Alltag aufzählen, die ihrer Meinung nach Kohlenstoff enthalten. Erstellen Sie eine Liste an der Tafel.

Erklären Sie, dass der Kohlenstoff, der in einem Gegenstand enthalten ist, nicht für immer dort bleibt. Die Kohlenstoffatome wandern im sogenannten **Kohlenstoffkreislauf** von einem Ort zum anderen. Einige Teile des Kohlenstoffkreislaufs laufen sehr schnell ab, etwa wenn Pflanzen bei der Photosynthese Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre aufnehmen. Andere Teile des Kohlenstoffkreislaufs laufen dagegen sehr langsam ab, wie die Umwandlung von kohlenstoffhaltiger organischer Materie in fossile Brennstoffe.

## DURCHFÜHRUNG 50 MINUTEN

### TEIL 1: DER NATÜRLICHE KOHLENSTOFFKREISLAUF 30 MINUTEN

1. Erklären Sie Ihren Schüler:innen, dass die Spielsteine für den Kohlenstoff stehen, der auf der Erde vorkommt, und dass dieser Kohlenstoff in sogenannten „Reservoirs“ gespeichert ist. Es gibt sechs Hauptreservoirs auf der Erde: die Atmosphäre, der Ozean, Lebewesen im Ozean, Lebewesen an Land, der Erdboden und fossile Brennstoffe. Schreiben Sie diese Begriffe an die Tafel.



Das Spielbrett zu Beginn des Spiels

2. Teilen Sie die Schüler:innen in Gruppen auf. Geben Sie jeder Gruppe ein Spielbrett (**ARBEITSBLATT A4.2**), einen Satz Spielsteine und den dreieckigen Zeiger, den sie in der Mitte des Thermometers platzieren sollten, sodass sie mit einer Temperatur von 15°C beginnen (siehe Abbildung).

3. Zeigen Sie den Schüler:innen die Tabelle des **ARBEITSBLATTES A4.1**: Sie müssen die richtige Anzahl von Spielsteinen auf jedes Reservoir legen.

4. Erklären Sie, dass sie den Kohlenstoff von einem Reservoir zum anderen bewegen werden, und zwar entsprechend eines natürlich vorkommenden Phänomens. Verteilen Sie den Kartensatz „Natürlicher Kohlenstoffkreislauf“ (**ARBEITSBLATT A4.3**): Die Schüler:innen müssen die Karten nacheinander umdrehen und einen Spielstein entsprechend der Beschreibung auf der Karte bewegen. Jedes Mal, wenn sie einen Spielstein in die Atmosphäre legen, müssen sie die Temperatur mit Hilfe des dreieckigen Zeigers nach oben verschieben. Jedes Mal, wenn sie einen Spielstein aus der Atmosphäre entfernen, sinkt die Temperatur.

5. Wenn der Kartenstapel leer ist, fragen Sie: *Wie viele Spielsteine befinden sich jetzt in jedem Reservoir? Sind es genauso viele wie am Anfang? Wie hat sich die Temperatur verändert? Wie könnt ihr das erklären?* Am Ende sollte die gleiche Anzahl an Spielsteinen vorhanden sein wie am Anfang, da die Spielsteine nur verschoben, nicht entfernt wurden. **Der Kohlenstoffkreislauf ist im Gleichgewicht:** Kohlenstoff kann nur von einem Reservoir in ein anderes wandern, aber niemals verschwinden. Es gibt einige Prozesse, mit denen man Kohlenstoff aus der Atmosphäre „herausholen“ kann. Das ist der Grund, warum

die Temperatur am Ende des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs immer 15°C beträgt.

**→ TIPP FÜR LEHRENDE**

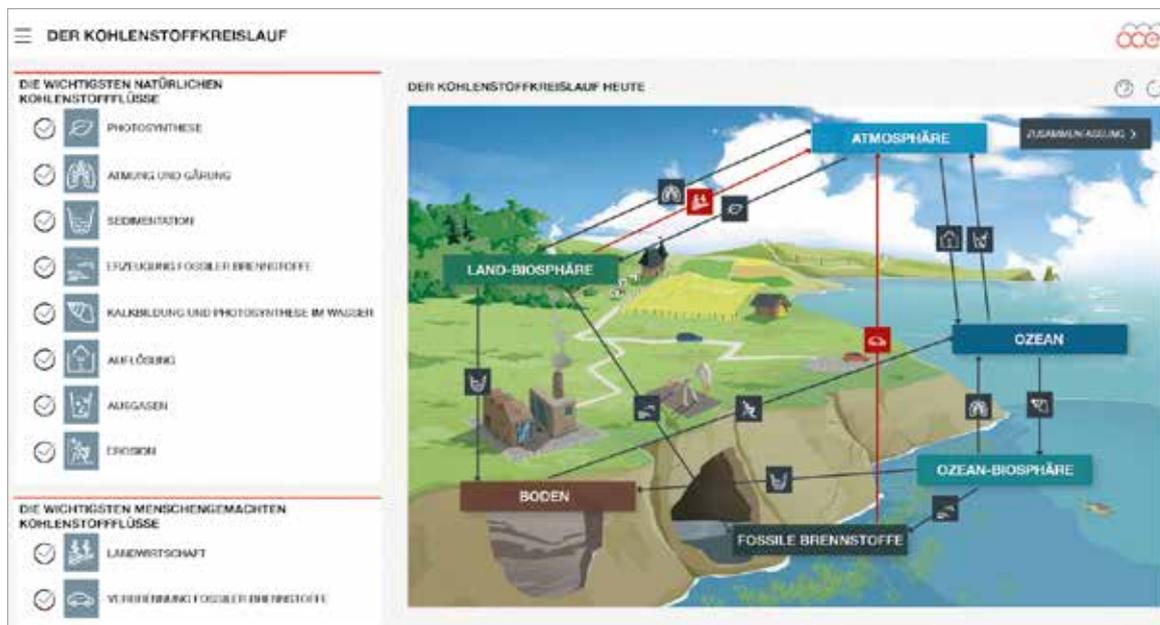
Fortgeschrittene Schüler:innen können sich Gedanken über die Geschwindigkeit machen, mit der diese Prozesse ablaufen. Das wird in dem Spiel durch die Anzahl der Karten dargestellt: Der Durchsatz von Kohlenstoff bei der Photosynthese oder der Atmung ist zum Beispiel viel größer als bei der Sedimentation (für Erstere gibt es daher mehr Karten).

**TEIL 2: MENSCHLICHE AUSWIRKUNGEN AUF DEN KOHLENSTOFFKREISLAUF 20 MINUTEN**

6. Erklären Sie Ihren Schüler:innen, dass sie gerade den **natürlichen Kohlenstoffkreislauf** dargestellt haben, dass aber der Mensch mit einigen seiner Aktivitäten diesen Kohlenstoffkreislauf stark beeinflusst.

7. Verteilen Sie den Kartensatz „Menschliche Aktivitäten“ (**ARBEITSBLÄTTER A4.4**) und bitten Sie die Schüler:innen, beide Kartensätze zu mischen. Das Spiel wird mit den gleichen Regeln wie zuvor fortgesetzt und der Temperaturzeiger bewegt sich nach oben bzw. unten. Diesmal sollten die Schüler:innen besonders darauf achten, was mit den Kohlenstoffflüssen passiert, wenn die Karten mit den „menschlichen Aktivitäten“ gezogen werden.

8. Wenn der Kartenstapel leer ist, fragen Sie nach dem Kohlenstoffgehalt in jedem Reservoir und nach der Temperaturveränderung: *Wie könnt ihr diese Ergebnisse erklären? Warum ist die Temperatur dieses Mal höher? Wie könnte man diesen Anstieg begrenzen?* Menschliche Aktivitäten



Screenshot der Animation „Kohlenstoffkreislauf“

haben die Menge an Kohlenstoff in der Atmosphäre erhöht – dieser Kohlenstoff war zuvor in fossilen Quellen gespeichert. **Dies hat zu einem Temperaturanstieg geführt.**

### ZUSAMMENFASSUNG 10 MINUTEN

Diskutieren Sie mit der Klasse über das Spiel. Verteilen Sie dazu eine kleine Version des **ARBEITSBLATTES A4.2**. Lassen Sie Ihre Schüler:innen Pfeile für die von ihnen entdeckten Kohlenstoffflüsse einzeichnen. Sie können für die menschengemachten Auswirkungen auf den Kohlenstoffkreislauf eine andere Farbe verwenden. Erklären Sie, dass der Mensch nicht mehr Kohlenstoff auf der Erde erzeugt, sondern dass er den Kohlenstoff schneller von einem Ort zum anderen transportiert, als dies auf natürliche Weise geschehen würde. Und das hat Auswirkungen auf das Klima des Planeten.

Ermutigen Sie die Schüler:innen, Erklärungen für die Prozesse zu geben, die den einzelnen Pfeilen zugrunde liegen. Die Inhalte sollten der Klassenstufe Ihrer Schüler:innen entsprechen. Betonen Sie die Tatsache, dass zahlreiche menschliche Aktivitäten den Kreislauf beeinflussen, indem sie den Fluss von Kohlenstoff in die Atmosphäre verstärken. Wir können jedoch auch etwas tun, um diesen atmosphärischen Kohlenstoff wieder einzufangen – zum Beispiel durch Wiederaufforstung.

#### → TIPP FÜR LEHRENDE

Sie werden vielleicht einen kleinen Unterschied zwischen dem Kohlenstoffkreislauf auf dem Spielbrett und dem in der Multimedia-Animation feststellen. Wir haben uns entschieden, den Fluss zwischen der Biosphäre und den „fossilen Brennstoffen“ („Produktion fossiler Brennstoffe“) in unserem Brettspiel nicht darzustellen, da dieses Phänomen auf einer sehr großen Zeitskala von mehreren Millionen Jahren auftritt.

### HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE<sup>1</sup>

Kohlenstoff findet man sowohl in den lebenden als auch in den nicht lebenden Teilen unseres Planeten, als Bestandteil von Lebewesen, atmosphärischen Gasen, Wasser und Gestein. Kohlenstoff ist in der Regel an andere Elemente gebunden, zum Beispiel Sauerstoff und/oder Wasserstoff – wie in Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) oder Zucker (zahlreiche C-, O- und H-Atome).

Kohlenstoff wandert in einem kontinuierlichen Prozess, der als Kohlenstoffkreislauf bekannt ist, von einem Reservoir zum anderen. Dieser Prozess wird durch die Photosynthese und die Atmung beeinflusst, trägt zur Bildung fossiler Brennstoffe bei und **wirkt sich auf das Klima der Erde aus**. Weitere Einzelheiten über den Kohlenstoffkreislauf finden Sie auf Seite 10 des wissenschaftlichen Überblicks.

#### DER KOHLENSTOFFKREISLAUF IST SOWOHL SCHNELL ALS AUCH LANGSAM

Im Allgemeinen umfasst der **kurzfristige Kohlenstoffkreislauf** die Photosynthese, die Atmung und die Übertragung von Kohlenstoff von Räuber zu Beute. Der **langfristige Kohlenstoffkreislauf** umfasst eher Prozesse in der Lithosphäre (in Gesteinen), wie die Verwitterung und Erosion

kohlenstoffhaltiger Gesteine, die Ansammlung von kohlenstoffreicher pflanzlicher und tierischer Materie in Sedimenten sowie der langsame Fluss dieser Sedimente durch den Gesteinskreislauf. Trotz der Vielfalt der beteiligten Prozesse ist der **natürliche Kohlenstoffkreislauf im Gleichgewicht**.

#### DER EINFLUSS DES MENSCHEN AUF DEN KOHLENSTOFFKREISLAUF

Der Kohlenstoffkreislauf unterliegt natürlichen Schwankungen, aber der Mensch hat die Kohlenstoffströme auf der Erde in einem unnatürlichen Tempo verändert. Die wichtigsten vom Menschen verursachten Veränderungen haben zu einem **Anstieg des Kohlenstoffdioxids in der Atmosphäre und zu einem Ungleichgewicht im Kohlenstoffkreislauf** geführt.

Die wichtigste Ursache für diese Veränderung ist die **Verbrennung fossiler Brennstoffe**, aber auch andere Aktivitäten wie **die Abholzung von Wäldern und die Zementherstellung** haben zu dieser Veränderung des Kohlenstoffkreislaufs beigetragen. Den Kohlenstoffkreislauf zu verstehen ist zum jetzigen Zeitpunkt der Menschheitsgeschichte besonders wichtig, da wir den Kreislauf auf dramatische Weise verändern.

<sup>1</sup> Diese Hintergrundinformationen basieren auf dem ‘Carbon Cycle Roleplay’ (Kohlenstoffkreislauf-Rollenspiel) der Calacademy <https://www.calacademy.org/educators/seance-plans/carbon-cycle-role-play>



## ARBEITSBLATT A4.1

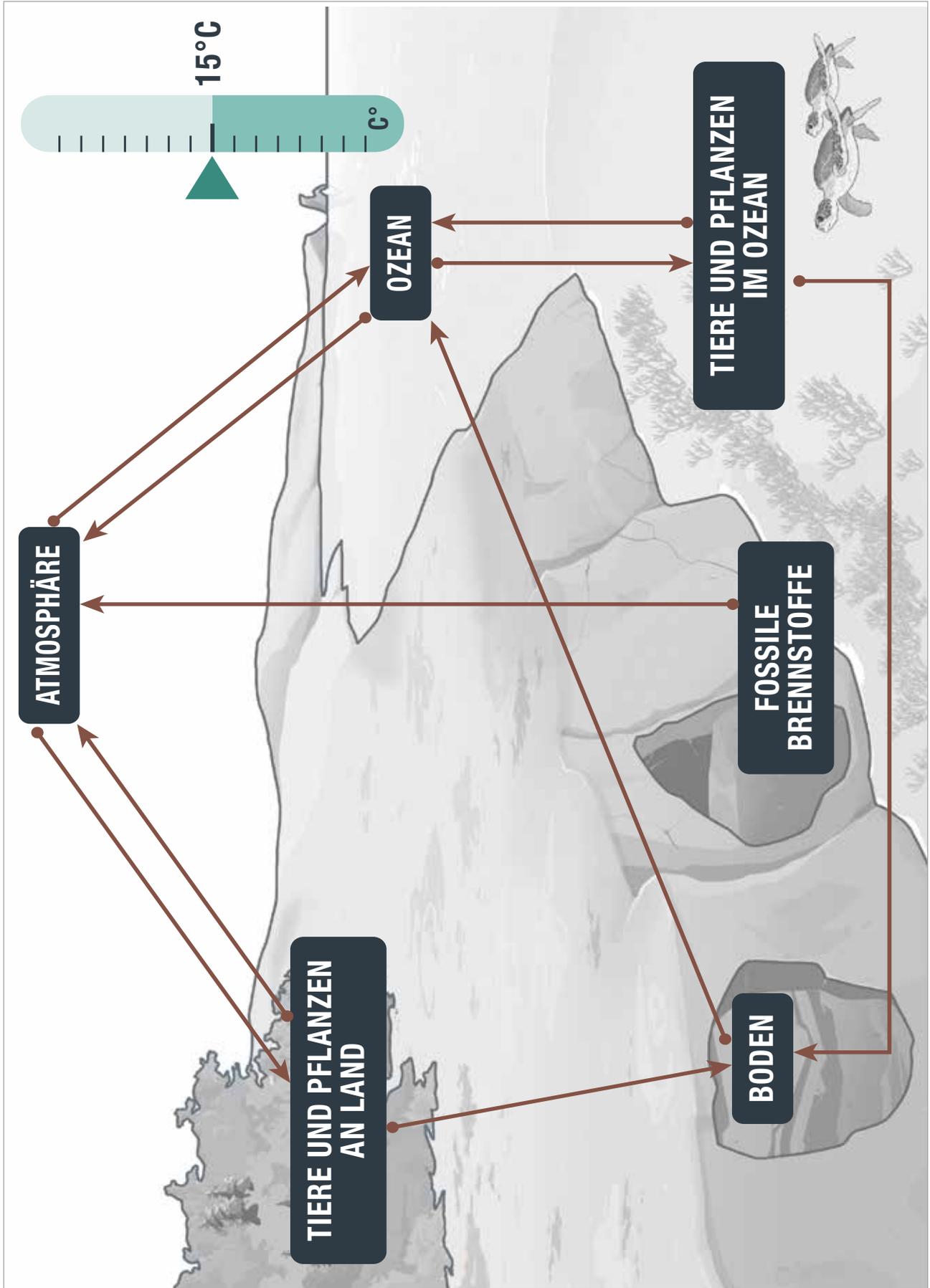
### AUFTEILUNG DER KOHLENSTOFF-SPIELSTEINE AUF DIE EINZELNEN RESERVOIRS, ENTSPRECHEND DER JEWEILIGEN KOHLENSTOFFBESTÄNDE

RESERVOIR	BESTÄNDE (IN GIGATONNEN KOHLENSTOFF)	ANZAHL SPIELSTEINE, DIE AUF DAS SPIELBRETT ZU LEGEN SIND
Ozean	38 700	25
Atmosphäre	829	7
Biosphäre: Tiere und Pflanzen im Ozean	ca. 400	6
Biosphäre: Tiere und Pflanzen an Land	ca. 200	6
Boden, Gestein und Sedimente	3 750	15
Fossile Brennstoffe	1 000 - 2 000	10

Die Anzahl der Spielsteine ist als Näherungswert zu verstehen. Die Zahlen können die Bestände nicht genau wiedergeben, da das Kohlenstoffvorkommen im Ozean zehnmal höher ist als beispielsweise im Boden. Die Schätzungen für die verschiedenen Kohlenstoffspeicher stammen aus den IPCC-Berichten.



## ARBEITSBLATT A4.2





### PHOTOSYNTHESE AN LAND

Bei Licht produzieren Pflanzen über die Photosynthese organische Materie: Sie nehmen  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre auf und über ihre Wurzeln Wasser aus dem Boden. Dadurch wachsen sie.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### PHOTOSYNTHESE AN LAND

Bei Licht produzieren Pflanzen über die Photosynthese organische Materie: Sie nehmen  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre auf und über ihre Wurzeln Wasser aus dem Boden. Dadurch wachsen sie.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### PHOTOSYNTHESE AN LAND

Bei Licht produzieren Pflanzen über die Photosynthese organische Materie: Sie nehmen  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre auf und über ihre Wurzeln Wasser aus dem Boden. Dadurch wachsen sie.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### PHOTOSYNTHESE AN LAND

Bei Licht produzieren Pflanzen über die Photosynthese organische Materie: Sie nehmen  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre auf und über ihre Wurzeln Wasser aus dem Boden. Dadurch wachsen sie.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### PHOTOSYNTHESE AN LAND

Bei Licht produzieren Pflanzen über die Photosynthese organische Materie: Sie nehmen  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre auf und über ihre Wurzeln Wasser aus dem Boden. Dadurch wachsen sie.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### PHOTOSYNTHESE AN LAND

Bei Licht produzieren Pflanzen über die Photosynthese organische Materie: Sie nehmen  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre auf und über ihre Wurzeln Wasser aus dem Boden. Dadurch wachsen sie.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### PHOTOSYNTHESE AN LAND

Bei Licht produzieren Pflanzen über die Photosynthese organische Materie: Sie nehmen  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre auf und über ihre Wurzeln Wasser aus dem Boden. Dadurch wachsen sie.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### SEDIMENTATION AN LAND

Die Sedimentation an Land ist die Anhäufung von mineralischen, pflanzlichen oder tierischen Überresten auf dem Erdboden. Der in diesen Überresten enthaltene Kohlenstoff wird im Boden gespeichert.

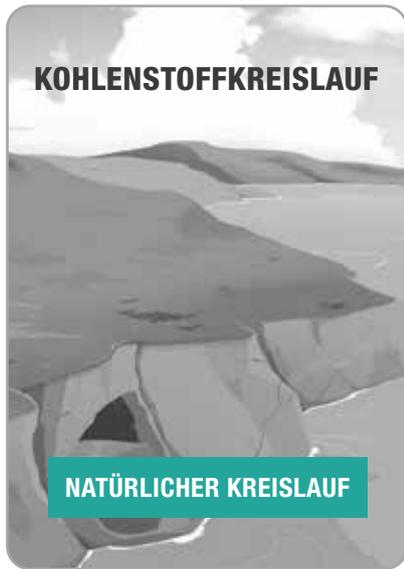
NATÜRLICHER KREISLAUF



### SEDIMENTATION IM OZEAN

Die Sedimentation im Ozean ist die Anhäufung von mineralischen, pflanzlichen oder tierischen Überresten auf dem Meeresboden. Der in diesen Überresten enthaltene Kohlenstoff wird im Meeresboden gespeichert.

NATÜRLICHER KREISLAUF





## EROSION

Gesteine sind Wind, Regen oder Frost ausgesetzt. Sie zerfallen in kleinere Stücke, die viel Kohlenstoff enthalten und die mit den Flüssen ins Meer gespült werden. Das nennt man Erosion.

NATÜRLICHER KREISLAUF



## EROSION

Gesteine sind Wind, Regen oder Frost ausgesetzt. Sie zerfallen in kleinere Stücke, die viel Kohlenstoff enthalten und die mit den Flüssen ins Meer gespült werden. Das nennt man Erosion.

NATÜRLICHER KREISLAUF



## ATMUNG, GÄRUNG, ZERSETZUNG

Viele Lebewesen stoßen beim Atmen oder bei der Gärung  $\text{CO}_2$  aus. Dabei wird Energie erzeugt. Auch bei der Zersetzung wird  $\text{CO}_2$  ausgestoßen. Dieses  $\text{CO}_2$  gelangt in den Ozean oder in die Atmosphäre.

NATÜRLICHER KREISLAUF



## ATMUNG, GÄRUNG, ZERSETZUNG

Viele Lebewesen stoßen beim Atmen oder bei der Gärung  $\text{CO}_2$  aus. Dabei wird Energie erzeugt. Auch bei der Zersetzung wird  $\text{CO}_2$  ausgestoßen. Dieses  $\text{CO}_2$  gelangt in den Ozean oder in die Atmosphäre.

NATÜRLICHER KREISLAUF



## ATMUNG, GÄRUNG, ZERSETZUNG

Viele Lebewesen stoßen beim Atmen oder bei der Gärung  $\text{CO}_2$  aus. Dabei wird Energie erzeugt. Auch bei der Zersetzung wird  $\text{CO}_2$  ausgestoßen. Dieses  $\text{CO}_2$  gelangt in den Ozean oder in die Atmosphäre.

NATÜRLICHER KREISLAUF



## ATMUNG, GÄRUNG, ZERSETZUNG

Viele Lebewesen stoßen beim Atmen oder bei der Gärung  $\text{CO}_2$  aus. Dabei wird Energie erzeugt. Auch bei der Zersetzung wird  $\text{CO}_2$  ausgestoßen. Dieses  $\text{CO}_2$  gelangt in den Ozean oder in die Atmosphäre.

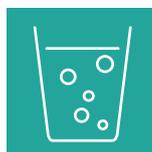
NATÜRLICHER KREISLAUF



## ATMUNG, GÄRUNG, ZERSETZUNG

Viele Lebewesen stoßen beim Atmen oder bei der Gärung  $\text{CO}_2$  aus. Dabei wird Energie erzeugt. Auch bei der Zersetzung wird  $\text{CO}_2$  ausgestoßen. Dieses  $\text{CO}_2$  gelangt in den Ozean oder in die Atmosphäre.

NATÜRLICHER KREISLAUF



## AUSGASEN AUS DEM OZEAN

Wenn er wärmer wird, entweicht aus dem Ozean  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre. Das nennt man Ausgasen.

NATÜRLICHER KREISLAUF



## AUSGASEN AUS DEM OZEAN

Wenn er wärmer wird, entweicht aus dem Ozean  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre. Das nennt man Ausgasen.

NATÜRLICHER KREISLAUF



**KOHLENSTOFFKREISLAUF**

**NATÜRLICHER KREISLAUF**



### AUSGASEN AUS DEM OZEAN

Wenn er wärmer wird, entweicht aus dem Ozean  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre. Das nennt man Ausgasen.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### AUSGASEN AUS DEM OZEAN

Wenn er wärmer wird, entweicht aus dem Ozean  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre. Das nennt man Ausgasen.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### AUSGASEN AUS DEM OZEAN

Wenn er wärmer wird, entweicht aus dem Ozean  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre. Das nennt man Ausgasen.

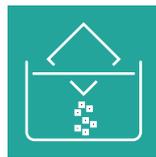
NATÜRLICHER KREISLAUF



### AUSGASEN AUS DEM OZEAN

Wenn er wärmer wird, entweicht aus dem Ozean  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre. Das nennt man Ausgasen.

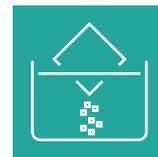
NATÜRLICHER KREISLAUF



### AUFLÖSUNG

Ein Teil des  $\text{CO}_2$ s aus der Atmosphäre löst sich im Wasser der Ozeane auf. Es löst sich in kaltem Wasser besser auf als in warmem Wasser.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### AUFLÖSUNG

Ein Teil des  $\text{CO}_2$ s aus der Atmosphäre löst sich im Wasser der Ozeane auf. Es löst sich in kaltem Wasser besser auf als in warmem Wasser.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### AUFLÖSUNG

Ein Teil des  $\text{CO}_2$ s aus der Atmosphäre löst sich im Wasser der Ozeane auf. Es löst sich in kaltem Wasser besser auf als in warmem Wasser.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### AUFLÖSUNG

Ein Teil des  $\text{CO}_2$ s aus der Atmosphäre löst sich im Wasser der Ozeane auf. Es löst sich in kaltem Wasser besser auf als in warmem Wasser.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### AUFLÖSUNG

Ein Teil des  $\text{CO}_2$ s aus der Atmosphäre löst sich im Wasser der Ozeane auf. Es löst sich in kaltem Wasser besser auf als in warmem Wasser.

NATÜRLICHER KREISLAUF



**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**

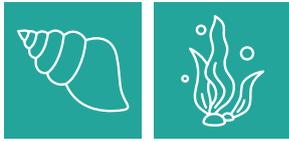


**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



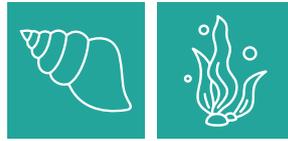
**NATÜRLICHER KREISLAUF**



### KALZIFIZIERUNG UND PHOTOSYNTHESE IM OZEAN

Manche Lebewesen bilden Kalkschalen und nehmen dafür  $\text{CO}_2$  aus dem Wasser auf. Auch aquatische Lebewesen, die bei Licht Photosynthese betreiben, nehmen das im Wasser gelöste  $\text{CO}_2$  auf.

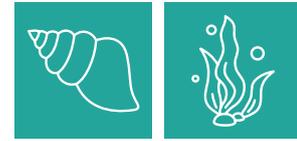
NATÜRLICHER KREISLAUF



### KALZIFIZIERUNG UND PHOTOSYNTHESE IM OZEAN

Manche Lebewesen bilden Kalkschalen und nehmen dafür  $\text{CO}_2$  aus dem Wasser auf. Auch aquatische Lebewesen, die bei Licht Photosynthese betreiben, nehmen das im Wasser gelöste  $\text{CO}_2$  auf.

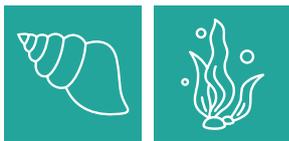
NATÜRLICHER KREISLAUF



### KALZIFIZIERUNG UND PHOTOSYNTHESE IM OZEAN

Manche Lebewesen bilden Kalkschalen und nehmen dafür  $\text{CO}_2$  aus dem Wasser auf. Auch aquatische Lebewesen, die bei Licht Photosynthese betreiben, nehmen das im Wasser gelöste  $\text{CO}_2$  auf.

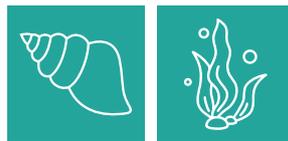
NATÜRLICHER KREISLAUF



### KALZIFIZIERUNG UND PHOTOSYNTHESE IM OZEAN

Manche Lebewesen bilden Kalkschalen und nehmen dafür  $\text{CO}_2$  aus dem Wasser auf. Auch aquatische Lebewesen, die bei Licht Photosynthese betreiben, nehmen das im Wasser gelöste  $\text{CO}_2$  auf.

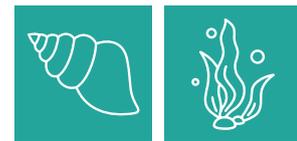
NATÜRLICHER KREISLAUF



### KALZIFIZIERUNG UND PHOTOSYNTHESE IM OZEAN

Manche Lebewesen bilden Kalkschalen und nehmen dafür  $\text{CO}_2$  aus dem Wasser auf. Auch aquatische Lebewesen, die bei Licht Photosynthese betreiben, nehmen das im Wasser gelöste  $\text{CO}_2$  auf.

NATÜRLICHER KREISLAUF



### KALZIFIZIERUNG UND PHOTOSYNTHESE IM OZEAN

Manche Lebewesen bilden Kalkschalen und nehmen dafür  $\text{CO}_2$  aus dem Wasser auf. Auch aquatische Lebewesen, die bei Licht Photosynthese betreiben, nehmen das im Wasser gelöste  $\text{CO}_2$  auf.

NATÜRLICHER KREISLAUF



**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**NATÜRLICHER KREISLAUF**



## ENTWALDUNG

Von Entwaldung spricht man, wenn der Mensch Bäume fällt, um das Holz zu verwenden, oder wenn er die Bäume verbrennt, um auf den Flächen Nutzpflanzen anzubauen. Beim Verbrennen des Waldes gelangt  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre.

MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN



## WIEDERAUFFORSTUNG

Bei der Wiederaufforstung werden Bäume auf einer Landfläche angepflanzt, die früher bewaldet war. Die neu angepflanzten Bäume nehmen durch Photosynthese  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre auf.

MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN



## INDUSTRIE

In vielen Fabriken, die Gegenstände für unseren Alltag herstellen, werden große Mengen an Treibhausgasen in die Atmosphäre ausgestoßen – wie zum Beispiel  $\text{CO}_2$ , das bei der Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl) entsteht.

MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN



## VERKEHR

Im Verkehrssektor (Lastwagen, Autos, Schiffe, Flugzeuge) werden viele fossile Energieträger verbrannt (hauptsächlich Erdöl). Das dabei erzeugte  $\text{CO}_2$  gelangt in die Atmosphäre.

MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN



## LANDWIRTSCHAFT

In der Landwirtschaft braucht man fossile Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas), um Nahrungsmittel herzustellen. In der Viehzucht (insbesondere von Rindern) werden große Mengen an Methan freigesetzt. Das erhöht den Kohlenstoffgehalt der Atmosphäre.

MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN



## ENERGIE

Um Elektrizität zu erzeugen, verwenden viele Kraftwerke fossile Energieträger. Wenn diese verbrannt werden, wird  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre ausgestoßen.

MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN



**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN**

**KOHLNSTOFFKREISLAUF**



**MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN**

# UNTERRICHTSSTUNDE A5

## DER KOHLENSTOFFKREISLAUF: PHOTOSYNTHESE UND ATMUNG

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften, Physik, Chemie

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 30 Minuten
- ~ Durchführung: 1 Stunde (+ einige Stunden, bis das Experiment durchgelaufen ist)

### ALTER

12-15 Jahre

### LERNZIELE

Nach der Einführung des Kohlenstoffkreislaufs in der vorherigen Unterrichtsstunde wird hier anhand von Experimenten veranschaulicht, wie Kohlenstoff von einem Reservoir (Pflanzen) in ein anderes (Atmosphäre) gelangt. Die Schüler:innen lernen:

- ~ Pflanzen nehmen über die Photosynthese  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre auf und geben es über die Atmung wieder an die Atmosphäre ab.
- ~ Die Photosynthese findet nur in Gegenwart von Licht statt, während die Atmung sowohl bei Licht als auch im Dunkeln erfolgt.
- ~ Die Photosynthese spielt auf globaler Ebene eine wichtige Rolle im Kohlenstoffkreislauf.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Photosynthese, Atmung, Kohlenstoffkreislauf

### UNTERRICHTSMETHODE

Experimente

## VORBEREITUNG 30 MINUTEN

### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

In dieser optionalen Unterrichtsstunde geht es konkret um zwei Flüsse des Kohlenstoffkreislaufs: die Photosynthese und die Atmung. Es bietet sich an, diese Unterrichtsstunde im Anschluss an die vorherige Unterrichtsstunde über den Kohlenstoffkreislauf durchzunehmen. Sie kann auch alternativ zur Unterrichtsstunde A6, Seite 75, durchgenommen werden, in der es um andere Kohlenstoffflüsse geht.

### MATERIAL

- Reagenzgläser oder kleine Flaschen mit Stopfen oder Korken (zwei pro Gruppe)
- Wasser
- Kalkwasser



- Rotkohlsaft (dient zur Messung des pH-Wertes; kann durch ein pH-Meter ersetzt werden, falls vorhanden) – siehe Hintergrundinformationen für Lehrende
- Eine Lampe oder Sonnenlicht
- Aluminiumfolie oder ein Schrank, in dem ein Teil der Reagenzgläser im Dunkeln aufgestellt werden kann
- Kleine Wasserpflanzen (z. B. Algen)
- Große Papierbögen (ein Bogen pro Gruppe)

## Einleitung 10 Minuten

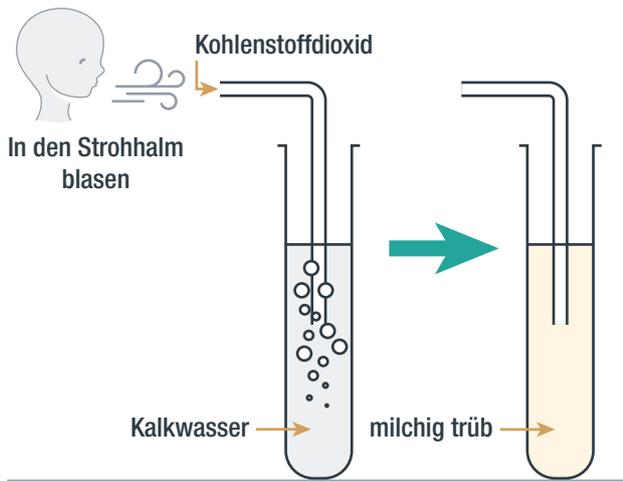
1. In der vorherigen Unterrichtsstunde haben die Schüler:innen gelernt, wie Kohlenstoff zwischen verschiedenen Reservoirs auf der Erde hin- und herwandert. Lassen Sie sie darüber diskutieren, wie Kohlenstoff zwischen Pflanzen und der Atmosphäre ausgetauscht wird.

Hier einige Fragen, um die Diskussion zu strukturieren:

- *Wie gelangt Kohlenstoff von der Atmosphäre in die Pflanzen (sowohl Land- als auch Wasserpflanzen)?*
- *Kann Kohlenstoff umgekehrt auch von den Pflanzen in die Atmosphäre wandern? Wie?*
- *Welche Bedingungen sind notwendig, damit Pflanzen Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufnehmen und wieder an die Atmosphäre abgeben können?*

2. Schreiben Sie die Antworten der Schüler:innen an die Tafel. Häufige Antworten sind: Man braucht für die Photosynthese Licht und für die Atmung Sauerstoff. Die Schüler:innen erwähnen eventuell auch, dass das Gas „Kohlenstoffdioxid“ zwischen Pflanze und Atmosphäre ausgetauscht wird.

- *Wie können wir  $\text{CO}_2$  nachweisen, obwohl es unsichtbar ist?* Die Schüler:innen werden die Verwendung von Kalkwasser nur dann erwähnen, wenn sie es schon einmal zum Nachweis von  $\text{CO}_2$  benutzt haben. Bitten Sie die Schüler:innen, mit einem Strohhalm in den Rotkohlsaft zu blasen, damit sie sehen, dass er sich verfärbt. Im nächsten Experiment können die Schüler:innen überlegen, ob die Farbveränderung auf eine Veränderung der  $\text{CO}_2$ -Konzentration zurückzuführen ist.



## REAKTION VON KALKWASSER UND KOHLENSTOFFDIOXID

## DURCHFÜHRUNG 45 MINUTEN

1. Sobald die Schüler:innen den Zusammenhang zwischen Kohlenstoffdioxid und den Farbveränderungen des Rotkohlsaftes verstanden haben, können sie die Experimente durchführen. Teilen Sie dazu die Klasse in zwei Hälften auf, und jede Klassenhälfte in Gruppen à vier Schüler:innen. Die Hälfte der Gruppen führt das Experiment „im Licht“ durch, die anderen Gruppen das Experiment „im Dunkeln“.

2. Verteilen Sie das Material und geben Sie den Schüler:innen folgende Anweisungen:

- Legt in eines der Reagenzgläser (oder Flaschen) ein paar Blätter/Zweige der Algen (zum Beispiel Seetang) und verschließt dann beide Reagenzgläser.
- Gießt die gleiche Menge Rotkohlsaft in beide Reagenzgläser (so viel, dass die Algen vollständig bedeckt sind).
- Stellt ein Reagenzglas ins Sonnenlicht und das andere ins Dunkle – je nachdem, zu welcher Gruppe ihr gehört (siehe Abbildung auf S. 73).

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

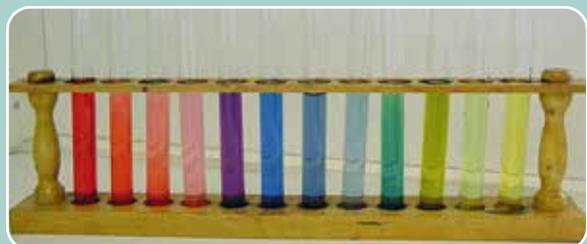
Für diese Unterrichtsstunde müssen Sie die Wasserpflanzen bis zu ihrem Einsatz in den Experimenten einige Stunden im Dunkeln stehen lassen, damit wirklich alle auf die Photosynthese zurückzuführenden Reaktionen ausgeschaltet sind. Es muss sichergestellt sein, dass der Gasaustausch für die Dauer der Experimente nur durch Atmung erfolgt.

### ROTKOHLSAFT-REZEPT

- Den Rotkohl in kleine Stücke schneiden und in ein Gefäß tun. Das Gefäß für mindestens drei Stunden in den Gefrierschrank stellen. Dadurch werden die Zellwände des Rotkohls aufgebrochen und der Saft erhält eine noch intensivere Farbe.
- Kochendes Wasser über die Rotkohlstücke gießen. Den Rotkohlsaft durch ein Sieb gießen.

### DEN ROTKOHLSAFT TESTEN

Zum Testen, bläst man durch einen Strohhalm in ein Glas mit etwas Rotkohlsaft und prüft, ob sich die Farbe von dunkelviolettblau zu pink ändert. Wenn man **Essig** hinzufügt, sollte die Lösung eine magentafarbene Farbe annehmen, während **Natriumbicarbonat** (Backpulver) die Lösung grünlich-blau färbt.

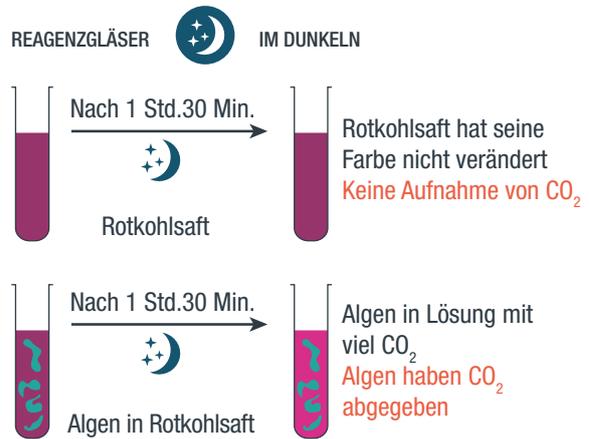
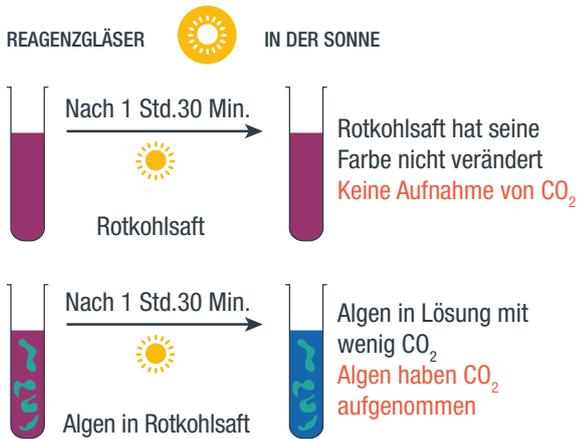


Quelle: Académie de Nantes

pH	2	4	6	8	10	12
Farbe	rot	purpur	violett	blau	blaugrün	grün gelb

### ZU ERWARTENDE ERGEBNISSE DER EXPERIMENTE

In dem Aufbau im Licht wird der Rotkohlsaft, in dem sich die Algen befinden, bläulicher (alkalisch). Das deutet darauf hin, dass  $\text{CO}_2$  aufgenommen wurde. Im Gegensatz dazu färbt sich die im Dunkeln gelagerte Lösung aus Rotkohlsaft und Algen pink-violett (sauer), was darauf hindeutet, dass  $\text{CO}_2$  freigesetzt wurde. Sowohl im Hellen als auch im Dunkeln bleibt die Farbe der Lösung ohne Algen gleich. Das zeigt, dass sich der pH-Wert nicht ändert (und kein  $\text{CO}_2$  aufgenommen oder abgegeben wird).



## EXPERIMENTE ZUR PHOTOSYNTHESE UND ZUR ATMUNG

### → TIPP FÜR LEHRENDE

Es ist wichtig zu betonen, welchen Einfluss das Licht auf die Experimente hat. Wenn die Schüler:innen die Pflanzen ins Dunkle stellen, werden sie sehen, was bei der Atmung passiert. Wenn sie die Pflanzen ins Licht stellen, können sie beobachten, was bei der Photosynthese passiert. Die Schüler:innen sollten sich auch ein geeignetes Kontrollexperiment überlegen, das zeigt, dass die Farbveränderung auf die Aktivität der Pflanzen zurückzuführen ist. Als Kontrolle dient ein Reagenzglas, das nur Rotkohlsaft enthält. **Bitte beachten Sie, dass es einige Stunden dauert, bevor man ein deutliches Ergebnis feststellen kann.**

3. Wenn die Schüler:innen die Experimente aufgebaut haben, bitten Sie sie, die Reagenzgläser (oder Flaschen) zu fotografieren und ihre Vermutungen über das, was passieren wird, aufzuschreiben.

- Bei den Reagenzgläsern, die nur Rotkohlsaft enthalten, sollte sich die Farbe sowohl im Hellen als auch im Dunkeln nicht ändern.
- Bei dem Experiment „im Licht“ sollte die Lösung einen bläulichen Farbton angenommen haben. Das zeigt, dass die Pflanzen etwas CO<sub>2</sub> „verbraucht“ haben.
- Bei dem Experiment „im Dunkeln“ sollte die Lösung nun pink sein – ähnlich wie in dem Experiment, bei dem die Schüler:innen in den Rotkohlsaft gepustet haben. Das zeigt, dass die Pflanzen CO<sub>2</sub> an die Lösung abgegeben haben.

4. Nachdem jede Gruppe ihr Experiment abgeschlossen hat, teilen Sie die Schüler:innen in neue Vierergruppen auf, die aus zwei Schüler:innen der „hellen“ Gruppe und zwei der „dunklen“ Gruppe bestehen. Sie sollen sich gegenseitig erklären, was sie herausgefunden haben. Geben Sie jeder Gruppe ein großes Blatt Papier, damit sie eine Zeichnung von dem machen können, was sie über den Fluss/die Wanderung des

Kohlenstoffs während der Photosynthese bzw. während der Atmung verstanden haben.

5. Gehen Sie nach ein paar Minuten noch einmal auf die an der Tafel notierten Vorschläge ein, die sie zu Beginn der Stunde über die Kohlenstoffflüsse zwischen Pflanzen und ihrer Umgebung gemacht haben. Wie unterscheiden sich diese von den neuen Erkenntnissen der Schüler:innen?

## ZUSAMMENFASSUNG 5 MINUTEN

Zum Abschluss können Sie ein Video zeigen, in dem zu beobachten ist, wie sich die Photosynthese im großen Maßstab auswirkt (z. B. dieses Video,<sup>1</sup> in dem die Photosyntheseaktivität in Abhängigkeit von den Jahreszeiten gezeigt wird). Sie können auch erwähnen, dass Pflanzen, da sie nur mineralischen Kohlenstoff (CO<sub>2</sub>) benötigen, immer am Anfang des Nahrungsnetzes stehen. Sie können dann einige Beispiele von Nahrungsnetzen im Wasser und an Land zeigen, siehe dazu zum Beispiel die Animation auf der Webseite des OCE.



Diskussion mit der ganzen Klasse:

- *Wie tauschen die Pflanzen Kohlenstoff mit der Atmosphäre aus?* Wenn sie dem Licht ausgesetzt sind, nutzen Pflanzen das Kohlenstoffdioxid aus ihrer Umgebung (Atmosphäre oder Wasser), um Photosynthese zu betreiben. Sowohl bei Licht als auch im Dunkeln atmen die Pflanzen, wodurch Kohlenstoffdioxid erzeugt wird.
- *Wie wirken sich diese Prozesse auf den gesamten Planeten aus?* Die Vegetation der Erde kann als Kohlenstoffsénke betrachtet werden, da sie Kohlenstoff aus der Atmosphäre oder den Ozeanen aufnimmt.

1 Timelapse: Photosynthesis Seen from Space (Educator version) California Academy of Sciences. [Zeitraffer: Die Photosynthese aus dem Weltall gesehen]: <https://www.youtube.com/watch?v=Nsmdzd2NSjQ>

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

Pflanzen, sowohl im Wasser als auch an Land, tauschen Kohlenstoffdioxid mit ihrer Umgebung (Wasser oder Atmosphäre) aus: über **die Atmung** und über **die Photosynthese**. Bei Tageslicht nutzen Pflanzen die Energie der Sonne, um das Kohlenstoffdioxid der Atmosphäre in organische Moleküle umzuwandeln. Diesen Prozess nennt man „**Photosynthese**“. Die Pflanzen produzieren dabei Kohlenhydrate wie zum Beispiel Glukose. Wenn sich mehrere Glukosemoleküle verbinden, erhält man ein größeres Molekül: Stärke. In Stärke, die sich in den Zellen der Pflanzen ansammelt, speichern Pflanzen ihre Energiereserven. Für diese chemische Reaktion wird Wasser benötigt und Sauerstoff produziert. Die Photosynthese findet nur in den grünen Teilen der Pflanzen statt – es sind die einzigen Teile, die die Energie des Lichts in chemische Energie umwandeln können.



Gleichzeitig betreiben die Pflanzen auch **Zellatmung**: Ihre Zellen nutzen **Sauerstoff und Kohlenhydrate** (die sie durch Photosynthese hergestellt haben), um **Energie zu gewinnen**. Dabei entsteht auch **Kohlenstoffdioxid**, das an die Atmosphäre abgegeben wird.

**Tagsüber laufen beide Prozesse gleichzeitig ab.** Da aber die Photosynthese der Atmosphäre mehr Kohlenstoffdioxid entzieht, als durch die Atmung freigesetzt wird, führt dies **zu einem Nettoabbau von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre.**

Umgekehrt kann nachts oder wenn Pflanzen im Dunkeln stehen, keine Photosynthese stattfinden, während gleichzeitig die Zellatmung weiterläuft. Dies führt zu einem **Nettozufluss von Kohlenstoffdioxid in die Atmosphäre.**

Auf globaler Ebene ist die Photosynthese der Prozess, durch den mineralische Materie (Kohlenstoffdioxid) in organische Materie (Kohlenhydrate) umgewandelt wird, die dann Tieren als Nahrungsquelle dient. Einige Klimaschutzmaßnahmen beruhen ebenfalls auf diesem Prozess: Es wird die Fähigkeit der Pflanzen genutzt, Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre zu entnehmen, um diesen in den Baumstämmen oder im Boden zu speichern (siehe die Unterrichtsstunde B4 [Seite 126](#)). Die Photosynthese ist die Grundlage jedes Nahrungsnetzes (siehe die Unterrichtsstunde C4 [Seite 183](#)).

# UNTERRICHTSSTUNDE A6

## DER KOHLENSTOFFKREISLAUF: VERBRENNUNG, ENERGIE UND MENSCHLICHE AKTIVITÄTEN

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften, Physik, Chemie

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 10 Minuten
- ~ Durchführung: 1 Stunde 30 Minuten

### ALTER

12-15 Jahre

### LERNZIELE

Nach der Einführung des Kohlenstoffkreislaufs in der Unterrichtsstunde A4 wird hier anhand von Experimenten veranschaulicht, wie Kohlenstoff von einem Reservoir (fossile Brennstoffe und Tiere an Land) in ein anderes (Atmosphäre) wandert.

Die Schüler:innen lernen:

- ~ Energiequellen können in erneuerbare und nicht erneuerbare Energiequellen unterteilt werden.
- ~ Die Verbrennung von fossilen Brennstoffen oder Holz erzeugt Energie und setzt  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre frei.
- ~ Bei der Gärung im Magen von Rindern entsteht Methan, das in die Atmosphäre freigesetzt wird.
- ~ Dieses Methan kann anstelle von fossilen Brennstoffen als billige Energiequelle genutzt werden.
- ~ Gase, die durch Verbrennung und Gärung in die Atmosphäre gelangen, tragen zum Treibhauseffekt und damit zur Erderwärmung bei.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Kohlenstoff, Methan, Gärung, erneuerbare und nicht erneuerbare Energie

### UNTERRICHTSMETHODE

Experimente, Dokumentenanalyse



### MATERIAL

- **ARBEITSBLÄTTER A6.1** und **A6.2** (eines für die gesamte Klasse)
- **ARBEITSBLÄTTER A6.3, A6.4** und **A6.5** (ein Exemplar für zwei Schüler:innen)
- Nur für die Lehrperson, oder für jede Vierergruppe, falls die Schüler:innen das Experiment durchführen:
  - Zwei kleine Glasgefäße mit Deckel, vorzugsweise mit einer Ausgießvorrichtung, damit das  $\text{CO}_2$  nicht zu schnell entweicht
  - Ein kleines Stück (gut verbrannte) Holzkohle, Holz oder Korke. Das Stück sollte so klein sein, dass es leicht in das Glas passt. Wenn die verschiedenen Gruppen unterschiedliche Materialien wählen, sollten Sie darauf achten, dass die Stücke alle gleich viel wiegen. Sie können auch andere Materialien verwenden, je nachdem, was vorhanden ist bzw. was sie vorgeschlagen haben (Benzin, Torf usw.).
  - Feuerfeste Handschuhe
  - Ein Feuerzeug oder eine Streichholzschachtel
  - Eine Klemme als Halterung für das Stück Kohle/Holz
  - Kalkwasser (Rezept: Lösen Sie etwas Kalziumhydroxid in Wasser auf, lassen Sie es einige Zeit stehen und gießen Sie dann die klare Lösung in ein frisches Gefäß, sodass der ungelöste Satz zurückbleibt. Achten Sie darauf, dass das Gefäß gut verschlossen ist. Verwenden Sie die klare Kalkwasserlösung für die Experimente).

## VORBEREITUNG 10 MINUTEN

### → TIPP FÜR LEHRENDE

In dieser optionalen Unterrichtsstunde geht es konkret um zwei der Flüsse im Kohlenstoffkreislauf: um die Verbrennung und die Gärung. Es ist besser, wenn diese Unterrichtsstunde im Anschluss an die Unterrichtsstunde A4 über den Kohlenstoffkreislauf durchgenommen wird. Sie kann auch alternativ zur Unterrichtsstunde A5 durchgenommen werden, in der es um andere Kohlenstoffflüsse geht.

## EINLEITUNG 10 MINUTEN

Bitte Sie die Schüler:innen zu besprechen, was sie in der vorherigen Unterrichtsstunde über die Kohlenstoffspeicher der Erde und die Kohlenstoffflüsse zwischen den verschiedenen Reservoirs gelernt haben. Erklären Sie, dass es in dieser Unterrichtsstunde um die menschlichen Aktivitäten gehen wird, die im Kohlenstoffkreislauf eine Rolle spielen. Um zu erkunden, um welche Aktivitäten es sich handelt, müssen die Schüler:innen einer Landwirtin helfen, die Rinder züchtet und die Auswirkungen der Viehzucht

auf die Umwelt verringern möchte. Sie nutzt derzeit fossile Brennstoffe als Hauptenergiequelle, hat aber die Informationen im **ARBEITSBLATT A6.1** gelesen und ist skeptisch, was den Zusammenhang zwischen der Nutzung fossiler Brennstoffe und den Kohlenstoffdioxidemissionen angeht. Ihre Schüler:innen müssen die Landwirtin davon überzeugen, dass fossile Brennstoffe für die Kohlenstoffdioxidemissionen verantwortlich sind und dass sich der Einsatz alternativer Energiequellen lohnt.

## DURCHFÜHRUNG 1 STUNDE 10 MINUTEN

### TEIL 1: VERBRENNUNG 40 MINUTEN

Die folgenden Schlüsselfragen dienen als Ausgangspunkt für eine Diskussion über Energie. Halten Sie die Antworten Ihrer Schüler:innen an der Tafel fest.

1. Verteilen Sie das **ARBEITSBLATT A6.1** oder projizieren Sie es an die Wand. Die Schüler:innen sollen das Arbeitsblatt analysieren. *Was könnt ihr über die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe feststellen (von 1850 bis heute)? Wie könnt ihr dies erklären?* (menschliche Aktivitäten: Verkehr, Stromerzeugung, Industrie usw.)

#### → TIPP FÜR LEHRENDE

In diesem Arbeitsblatt gibt es zwei Schwierigkeitsgrade: Das erste Diagramm ist für jüngere Schüler:innen gedacht, während das zweite für fortgeschrittenere Schüler:innen geeignet ist. Das zweite zeigt die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für fünf Länder – die größten CO<sub>2</sub>-Emittenten der Welt. Das Diagramm kann u. a. dazu dienen, Fragen der Klimagerechtigkeit anzusprechen.

2. Falls Sie sich für das zweite Diagramm entschieden haben: Die Schüler:innen sollen dem Diagramm entnehmen, welche Länder am meisten zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen und wie sich deren „Beiträge“ in den letzten Jahrzehnten verändert haben. Diskutieren Sie mit der Klasse: *Sollten alle Länder in gleichem Maße ihre Emissionen reduzieren oder sollten die Länder, die mehr emittieren, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen stärker reduzieren? Sollten auch andere Faktoren wie der Entwicklungsindex, die Lebensqualität usw. berücksichtigt werden?* Bitten Sie die Schüler:innen, ihre Antworten zu begründen.

3. Erklären Sie den Schüler:innen, dass viele menschliche Aktivitäten auf Energie angewiesen sind und dass diese Energie hauptsächlich aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe gewonnen wird. *Wie könnt ihr der*

*Landwirtin beweisen, dass bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe Kohlenstoffdioxid entsteht? Fällt euch dazu ein Experiment ein?*

4. So könnte das entsprechende Experiment aussehen (Sie können dieses Experiment entweder als Lehrerversuch durchführen oder die Schüler:innen führen es in kleinen Gruppen selbst durch – unter Beachtung der Brandschutzregeln):

- Das Stück Kohle oder Holz anzünden.
- In ein Gefäß legen und dieses sofort wieder verschließen, damit die Kohle/das Holz darin verbrennen kann. Warten, bis die Kohle/das Holz nicht mehr brennt.
- Darauf achten, dass die Luft im Glas, die Kohlenstoffdioxid enthält, nicht entweicht. Das Holz/die Kohle schnell und vorsichtig entfernen (Schutzhandschuhe tragen!) und anschließend etwas Kalkwasser in das Glas gießen.
- Den Deckel wieder auf das Glas schrauben und das Glas schütteln. (Wenn die Schüler:innen bereits Experimente mit Kalkwasser durchgeführt haben, wissen sie, wie Kalkwasser mit Kohlenstoffdioxid reagiert; wenn nicht, erklären Sie ihnen die Reaktion).
- Zur Kontrolle die gleiche Menge Kalkwasser in ein anderes leeres Gefäß füllen und ebenfalls schütteln.
- Beide Gläser nebeneinanderstellen und beobachten.
- Die Schüler:innen werden feststellen, dass das Kalkwasser im ersten Glas trübe wird, im zweiten jedoch nicht, was darauf hindeutet, dass bei der Verbrennung CO<sub>2</sub> entstanden ist.

#### → TIPP FÜR LEHRENDE

Wenn dieses Experiment von den Schüler:innen durchgeführt wird, lassen Sie sie verschiedene brennbare Stoffe mit gleichem Gewicht testen, damit sie feststellen können, ob alle bei der Verbrennung CO<sub>2</sub> erzeugen bzw. welche mehr CO<sub>2</sub> erzeugen (qualitativ gemessen anhand der Trübung des Kalkwassers).

5. Lassen Sie alle Gruppen ihre Ergebnisse untereinander austauschen und zusammenstellen. Sie sollen Schlussfolgerungen aus den gemeinsamen Beobachtungen ziehen: Bei der Verbrennung verschiedener Materialien (einschließlich fossiler Brennstoffe) entsteht CO<sub>2</sub>. Die Menge des erzeugten CO<sub>2</sub> hängt vom Material ab. Durch die Nutzung fossiler Brennstoffe erhöht der Mensch die Menge an Kohlenstoffdioxid, das in die Atmosphäre ausgestoßen wird.



1. Erklären Sie Ihren Schüler:innen, dass sie sich jetzt mit einer erneuerbaren Energiequelle befassen werden: der Biomasse. Sie besteht aus organischer Materie, die von Lebewesen produziert wird. Unsere Landwirtin kann zum Beispiel Biogas herstellen. Um der Landwirtin zu erklären, wie sie diese Art von Energie nutzen kann, teilen Sie Ihre Schüler:innen in 6er-Gruppen auf, wobei sich jeweils zwei Schüler:innen mit einem Aspekt der Biogasnutzung befassen sollen. Als Gruppe müssen sie die Antwort auf die folgenden Fragen finden:

- Was ist Biogas?
- Woher kommt es?
- Wie kann man es nutzen?
- Warum ist es eine gute Idee, Biogas zu verwenden, anstatt das Methan in die Atmosphäre entweichen zu lassen?
- Warum können wir Biogas als erneuerbare Energie betrachten?

2. Jedes Schülerpaar hat innerhalb der Gruppe eine bestimmte Rolle. Verteilen Sie dazu die **ARBEITSBLÄTTER A6.3 bis A6.5**:

- Tierarzt/Tierärztin: **ARBEITSBLATT A6.3**
- Umweltaktivist:in: **ARBEITSBLATT A6.4**
- Ingenieur:in: **ARBEITSBLATT A6.5**

3. Jedes „Expertenpaar“ muss seine Unterlagen analysieren, um darin die benötigten Informationen zu finden.

## ZUSAMMENFASSUNG 10 MINUTEN

In den 6er-Gruppen können die Schüler:innen nun ihre Erkenntnisse (wie entsteht Methan, warum kann es eine Bedrohung für das Klima darstellen und wie können bestimmte Abfälle als Quelle für erneuerbare Energie genutzt werden) in Form einer Präsentation oder eines Posters vorstellen. Die Präsentation sollte Folgendes erklären:

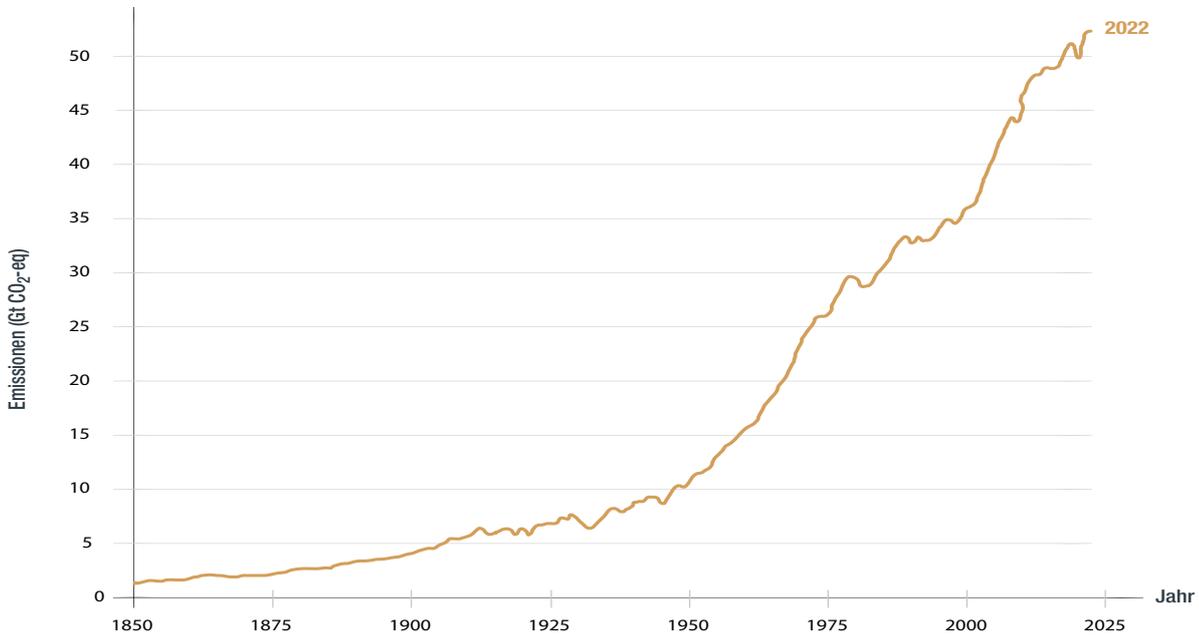
- Den Zusammenhang zwischen der Nutzung fossiler Brennstoffe und den Kohlenstoffdioxidemissionen sowie die Auswirkungen dieser Emissionen (bei der Verbrennung entsteht Kohlenstoffdioxid, das aus dem Reservoir „Lagerstätten fossiler Brennstoffe“ in das Reservoir „Atmosphäre“ gelangt).
- Den Zusammenhang zwischen Viehzucht und Erderwärmung (Rinder produzieren bei der Gärung des Grases/Heus in ihrem Magen Methan, das zum Treibhauseffekt beiträgt und die Atmosphäre erwärmt).
- Welchen Nutzen wir Menschen von der Verbrennung fossiler Brennstoffe und der Viehzucht haben (durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe gewinnen wir Energie. Die Methanemissionen könnten verringert werden, indem das von Rindern erzeugte Methan in Biogas umgewandelt wird, das ebenfalls als Energiequelle genutzt werden kann).
- Die Vor- und Nachteile dieser beiden Energiequellen (die Verbrennung fossiler Brennstoffe ist weltweit das am meisten genutzte Verfahren zur Erzeugung von Energie – fossile Brennstoffe sind aber nicht erneuerbar. Biogas ist in vielen Teilen der Welt eine billige und einfache Möglichkeit der Energiegewinnung, ist aber derzeit unterentwickelt und benötigt eine Infrastruktur).





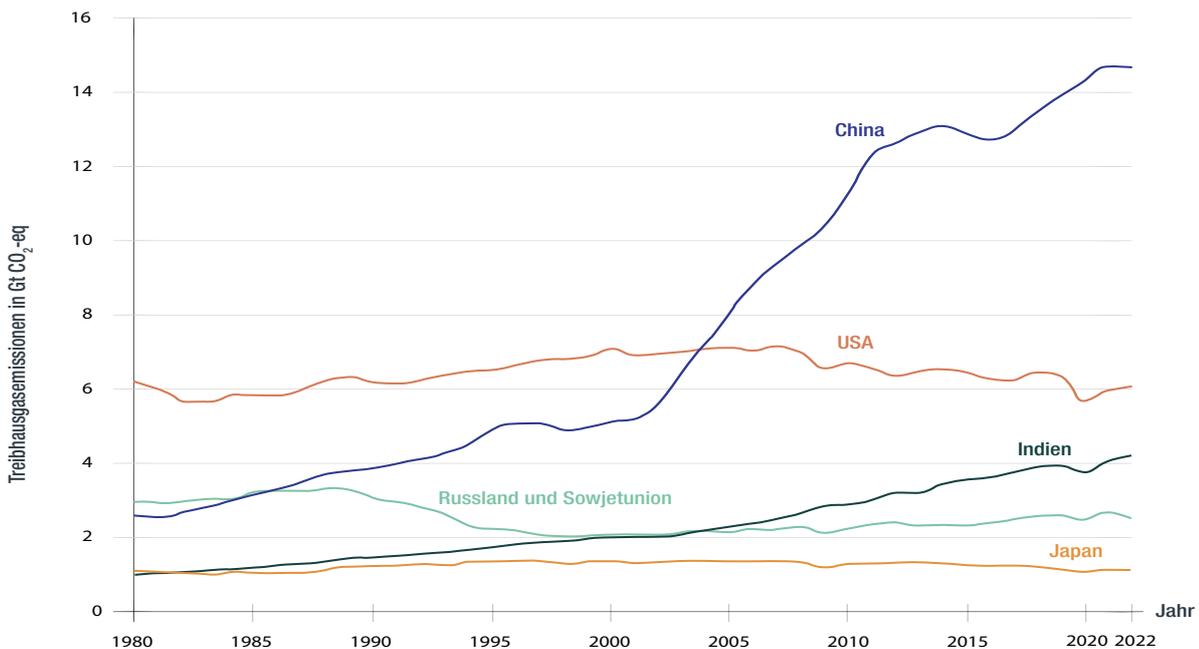
# ARBEITSBLATT A6.1

### DIAGRAMM 1: ENTWICKLUNG DER DURCH DIE VERBRENNUNG FOSSILER BRENNSTOFFE VERURSACHTEN CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN ZWISCHEN 1850 UND 2022



Gt CO<sub>2</sub>-eq bedeutet „Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent“.  
 Quelle: PIK via <https://www.theshiftdataportal.org>

### DIAGRAMM 2: CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN AUS DER VERBRENNUNG FOSSILER BRENNSTOFFE IN CHINA, DEN USA, INDIEN, RUSSLAND UND JAPAN ZWISCHEN 1980 UND 2022

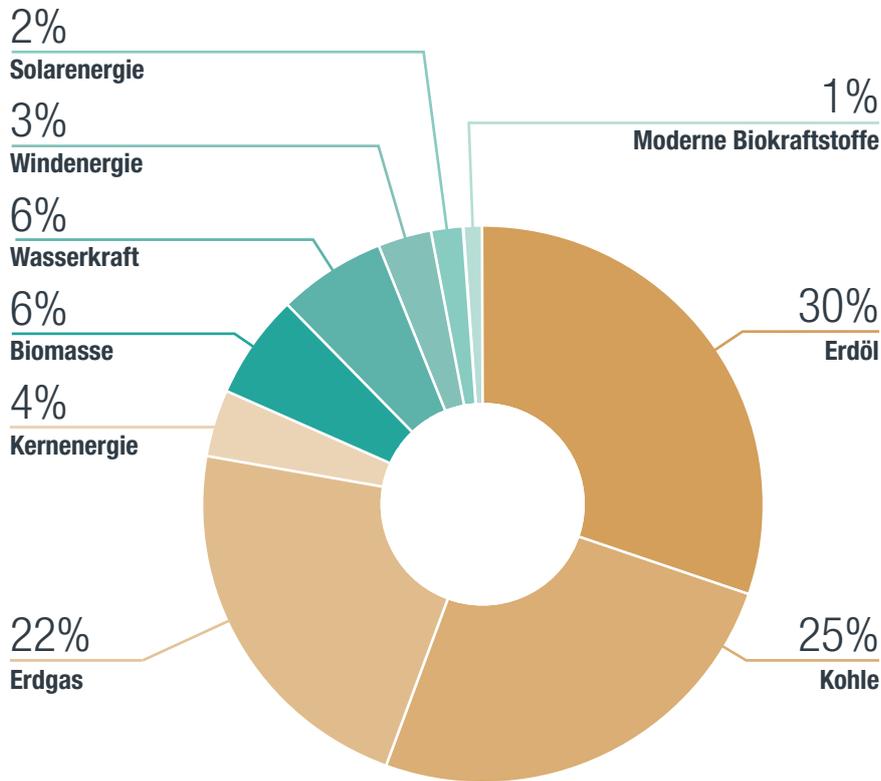


Gt CO<sub>2</sub>-eq bedeutet „Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent“.  
 Quelle: PIK via <https://www.theshiftdataportal.org>



Dieses Tortendiagramm zeigt den weltweiten Energieverbrauch nach Energieträgern.

- Welches ist heute die wichtigste Energiequelle auf der Erde?
- Ist dies eine erneuerbare oder eine nicht erneuerbare Energiequelle?



**77%**  
der weltweit  
verbrauchten  
Energie kommt  
von fossilen  
Brennstoffen  
(Erdöl, Kohle  
und Erdgas)



Quelle: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024); Smil (2017) / Our World in Data, Daten für 2023: <https://ourworldindata.org/energy-mix>

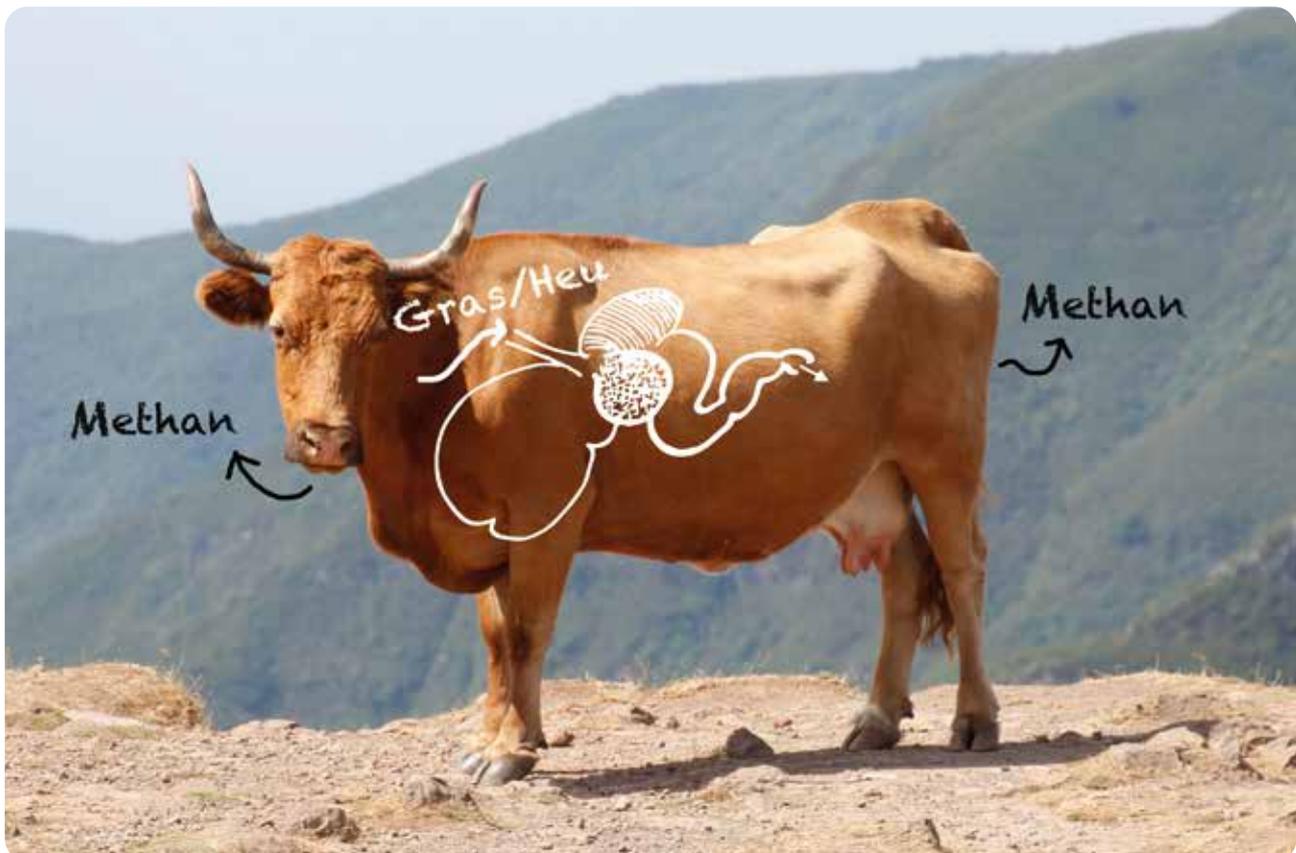


## TIERARZT/TIERÄRZTIN

- ➔ **Auftrag:** Ihr seid ein Tierarzt oder eine Tierärztin und müsst der Landwirtin erklären, wie sie ihre Kühe als Energiequelle „nutzen“ kann. Erklärt anhand der folgenden Informationen, was passiert, wenn Kühe grasen, und wie das Methan als Energiequelle genutzt werden könnte.

Kühe haben – wie andere Wiederkäuer – einen besonderen Magen: Sie haben sogar vier Mägen! Jeder Magen enthält Millionen von Mikroorganismen, die das Gras oder das Heu in nutzbare Energie für die Kuh aufspalten. Während dieses Prozesses produzieren sie auch Methan ( $\text{CH}_4$ ), das durch Rülpsen, Furzen und den Kot der Kühe in die Atmosphäre abgegeben wird. Wenn wir das Methan aus Rülpsen und Furzen nicht auffangen, können wir vielleicht wenigstens den Anteil aus dem Kuhmist nutzen?

Das „natürliche“ Gas, das in einigen Häusern oder Fabriken als Energiequelle verwendet wird, besteht zu 90% aus Methan. Es entsteht durch die **Zersetzung von Kuhmist** und anderer organischer Materie.





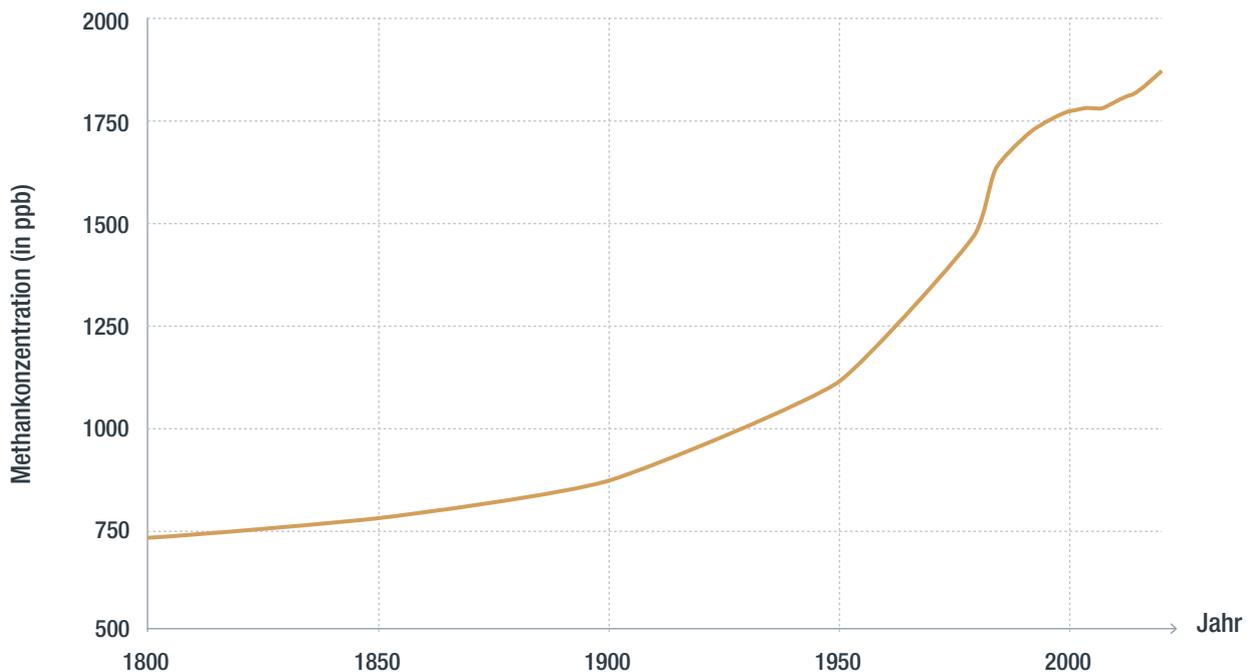
## UMWELTAKTIVIST:IN

- ➔ **Auftrag:** Ihr seid Umweltaktivist:innen und müsst der Landwirtin erklären, warum Kühe eine Bedrohung für das Klima darstellen können. Erläutert anhand der folgenden Informationen, wie sich der Methangehalt in der Atmosphäre im letzten Jahrhundert entwickelt hat und warum das ein Problem darstellen könnte.

Das Diagramm zeigt die Entwicklung der Methankonzentration in der Atmosphäre ab 1800.

Methan ist ein **Treibhausgas**, das in der Landwirtschaft erzeugt wird. Es hat ein viel größeres Treibhauspotenzial als Kohlenstoffdioxid: Es erwärmt die Atmosphäre **28 Mal stärker als CO<sub>2</sub>!**

### ENTWICKLUNG DER METHANKONZENTRATION IN DER ATMOSPHÄRE AB 1800



ppb bedeutet „Teile pro Milliarde“ (auf Englisch parts per billion), 1 ppb = 0,000 000 1 %  
Quelle: <https://www.methanelevels.org>



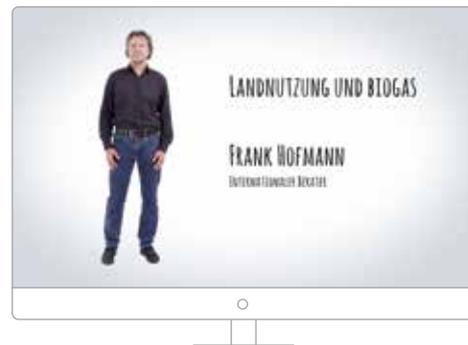
INGENIEUR:IN

➔ **Auftrag:** Ihr seid Ingenieur:innen und müsst der Landwirtin erklären, wie sie ihren Kuhmist zur Energiegewinnung nutzen kann. Erläutert anhand des Videos und des Schemas, wie Biogas aus Abfällen erzeugt werden kann und warum es als erneuerbare Energiequelle betrachtet werden kann.

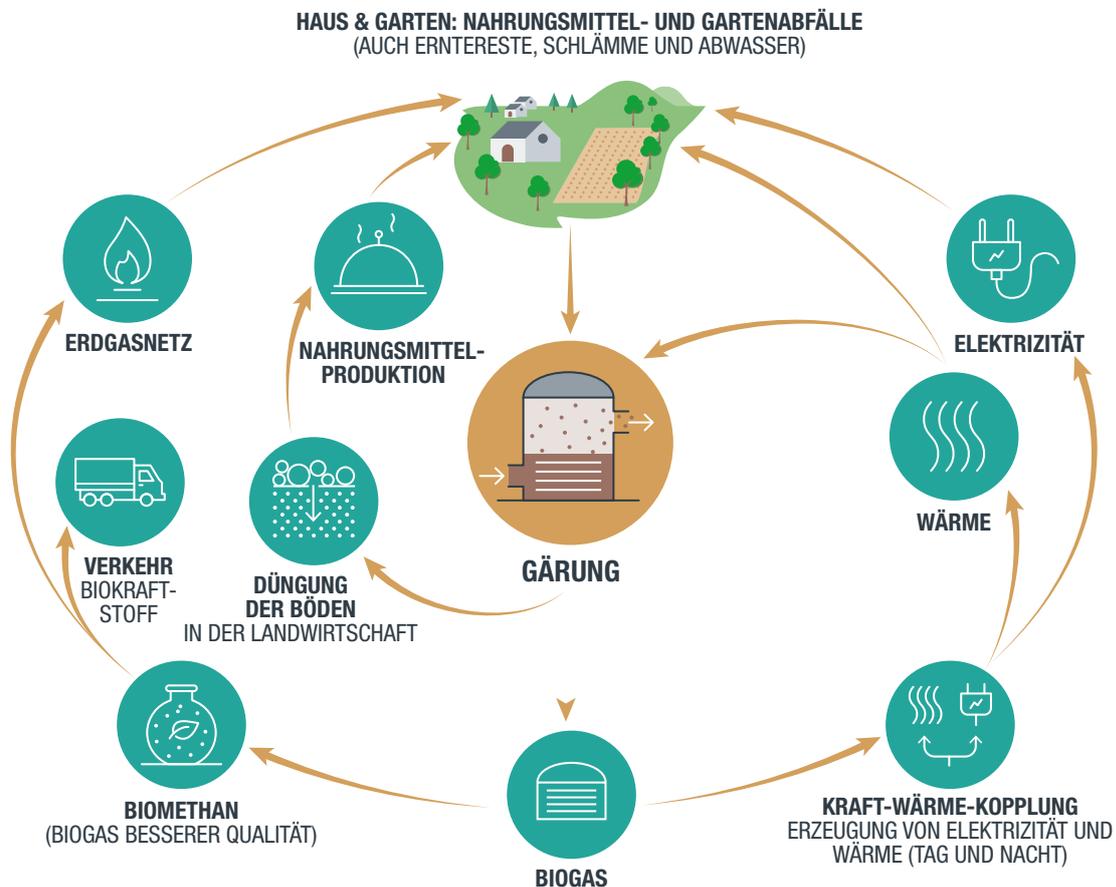
## 1: VIDEO ÜBER LANDNUTZUNG UND BIOGAS



<https://arco.de/bcjFsJ>



## 2: WO MAN BIOGAS NUTZEN KANN



Quelle: <https://adbioresources.org/about-ad/> (angepasst)

## UNTERRICHTSEINHEIT B

# WARUM IST DAS LAND WICHTIG FÜR UNS?

Zwei Schritte führen zu einem besseren Verständnis des Klimawandels: die Erkenntnis, dass der Mensch ihn verursacht, und ein Überblick darüber, **wie der Klimawandel und die Landsysteme** zusammenhängen. Je mehr Wissen sich die Schüler:innen über die verschiedenen Aspekte der Landnutzung durch den Menschen aneignen, desto mehr wird ihnen die Notwendigkeit bewusst, dass man die Landsysteme vor den Auswirkungen des Klimawandels schützen muss.

Je nach Traditionen und Herkunft nutzen menschliche Gemeinschaften das Land und seine Rohstoffe auf unterschiedliche Weise. In den ersten beiden Unterrichtsstunden geht es daher um diesen Aspekt des Klimawandels. In der Unterrichtsstunde B3 geht es um die Böden und in der Unterrichtsstunde B4 um die Wälder.

Diese Unterrichtseinheit beinhaltet ein Rollenspiel, ein Brettspiel, Experimente und einen Ausflug.

### LISTE DER UNTERRICHTSSTUNDEN

Kern-Unterrichtsstunde  optionale Unterrichtsstunde

<input checked="" type="radio"/>	<b>B1</b>	9-12 Jahre	<b>Unsere natürlichen Rohstoffe</b> Naturwissenschaften, Geschichte, Geografie Den Schüler:innen wird bewusst, wie sehr die Menschen vom Land und seinen natürlichen Rohstoffen abhängig sind.	Seite 85
<input checked="" type="radio"/>	<b>B2</b>	9-15 Jahre	<b>Die Landnutzung bei verschiedenen Bodenarten</b> Naturwissenschaften, Geografie Die Schüler:innen entdecken den Zusammenhang zwischen verschiedenen Bodenarten und den darin bzw. darauf lebenden natürlichen Ökosystemen. Sie lernen, welche Bedeutung die Böden für den Planeten und die menschlichen Gemeinschaften haben, und wie sie sich für den Schutz unseres Planeten einsetzen können.	Seite 96
<input type="radio"/>	<b>B3</b>	9-15 Jahre	<b>Die Böden sind eine wichtige Ressource</b> Naturwissenschaften Die Schüler:innen führen Experimente durch, um die Eigenschaften der verschiedenen Böden zu untersuchen und etwas über Bodendegradation zu lernen. Sie erkunden auch die wichtige Rolle der Biodiversität der Böden.	Seite 115
<input type="radio"/>	<b>B4</b>	9-15 Jahre	<b>Der Wald, der Mensch und der Klimawandel</b> Naturwissenschaften, Geografie Während eines Ausflugs erkunden die Schüler:innen die wichtige Rolle, die Bäume und Wälder für Lebewesen und den Klimaschutz spielen.	Seite 126

# UNTERRICHTSSTUNDE B1

## UNSERE NATÜRLICHEN ROHSTOFFE

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften, Geschichte, Geografie

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 15 Minuten
- ~ Durchführung: zwischen 55 Minuten und 1 Stunde  
15 Minuten

### ALTER

9-12 Jahre

### LERNZIELE

Den Schüler:innen wird bewusst, wie sehr die Menschen vom Land und seinen natürlichen Rohstoffen abhängig sind.

Sie lernen:

- ~ Die Erde hat viele natürliche Rohstoffe: Wasser, Pflanzen, Tiere, Gestein, fossile Brennstoffe usw.
- ~ Aus diesen natürlichen Rohstoffen werden Stoffe hergestellt, die für den Menschen wichtig sind.
- ~ Sie können Alltagsgegenstände nach den natürlichen Rohstoffen sortieren, die zu ihrer Herstellung verwendet wurden.
- ~ Sie können Gegenstände benennen, die mehr Rohstoffe benötigen als andere.
- ~ Dank der Landsysteme kann der Mensch essen, trinken, in einem Haus wohnen, Kleidung tragen, die Natur genießen und vieles mehr.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Landnutzung, Ökosystemdienstleistungen, menschliche Bedürfnisse, natürliche Rohstoffe

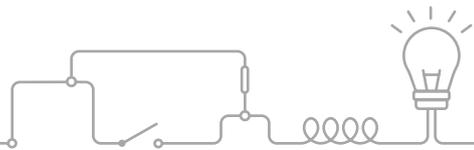
### UNTERRICHTSMETHODE

Brettspiel

## VORBEREITUNG 5-10 MINUTEN

### MATERIAL

- Ein Satz Rohstoffkarten (ein Satz pro Gruppe) – **ARBEITSBLATT B1.1**
- Ein Satz Buchstabenkarten mit den Buchstaben D, I, N, G, E (ein Satz pro Gruppe) – **ARBEITSBLATT B1.2**
- Eine DINGE-Karte (eine pro Schüler:in, wobei jede:r Schüler:in innerhalb einer Gruppe eine andere haben sollte) – **ARBEITSBLÄTTER B1.3 bis B1.7**
- Ein Dutzend kleine Steine oder Filzstifte, zum Ankreuzen der Kästchen der DINGE-Karte (optional)
- Ein Laminiergerät (optional)



## VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE

### → TIPP FÜR LEHRENDE

Dies ist eine Abwandlung des Spiels „Bingo“, die Regeln sind daher ähnlich. Um den Schüler:innen mehr Autonomie zu geben, kann das Spiel in kleinen Gruppen gespielt werden.

Drucken Sie die Rohstoffkarten, die Buchstabenkarten und die DINGE-Karten aus. Wenn Sie ein Laminiergerät haben, können Sie die Karten laminieren, um sie mehrmals einsetzen zu können.

## EINLEITUNG 15 MINUTEN

Erklären Sie Ihren Schüler:innen die Ziele dieser Aktivität bzw. was sie durch das Spiel lernen werden:

- Die Erde hat viele natürliche Rohstoffe.
- Viele für den Menschen wichtige Gegenstände werden aus natürlichen Rohstoffen hergestellt.
- Sie sollen Alltagsgegenstände sortieren, nach den natürlichen Rohstoffen, aus denen sie hergestellt wurden.

Nehmen Sie zunächst irgendeinen Gegenstand in die Hand (z. B. Ihren Schuh oder ein Kleidungsstück) und fragen Sie: *Woraus besteht der Gegenstand? Woher stammt der Stoff bzw. das Material? Von einer Pflanze? Von einem Tier?* Spielen Sie mehrere Beispiele durch und notieren Sie an der Tafel Gegenstand, Stoff/Material und dessen Herkunft. Sie sollten die Beispiele so wählen, dass Sie am Ende fünf Hauptkategorien von natürlichen Rohstoffen haben, aus denen die Beispiel-Gegenstände hergestellt sind:

1. **Pflanzen**
2. **Tiere**
3. **Mineralstoffe** (zur Herstellung von Glas, Zement usw.)
4. **Wasser**
5. **Fossile Rohstoffe** (aus denen wir Plastik, Benzin usw. herstellen)

Setzen Sie die Diskussion fort, um mehr über die Schülervorstellungen zu erfahren: *Welche Gegenstände benutzt ihr täglich? Wozu braucht ihr sie? Aus welchen Rohstoffen sind diese Gegenstände hergestellt?*

## DURCHFÜHRUNG 30 BIS 50 MINUTEN

1. Teilen Sie die Schüler:innen in Gruppen ein und geben Sie jeder Gruppe verschiedene DINGE-Karten.

2. Um sich mit den auf den DINGE-Karten abgebildeten Alltagsgegenständen vertraut zu machen, können die Schüler:innen sie ausschneiden und sie anschließend nach verschiedenen Kategorien sortieren. Kategorien könnten zum Beispiel sein: Wohnen, Trinken, Essen, Gesundheit/Hygiene, Leben, Spaß haben, Fortbewegung, Kleidung. Das **ARBEITSBLATT B1.8** ist für das Sortieren hilfreich.

3. Die Regeln des Spiels sind ähnlich wie beim Bingo. Stellen Sie zunächst das Spielzubehör vor: Jede:r Spieler:in bekommt eine DINGE-Karte mit einer fünfspaltigen Tabelle. Im Kopf der Tabelle stehen die fünf Buchstaben des Wortes DINGE. In jeder Spalte sind fünf Gegenstände abgebildet. Jede Gruppe verfügt außerdem über zwei Kartenstapel: einen mit den Rohstoffkarten und einen mit den Buchstabenkarten (mit den Buchstaben, die das Wort DINGE bilden).

4. Erklären Sie nun die Spielregeln: Ein Spielleiter zieht eine Buchstabenkarte und eine Rohstoffkarte. Die Spieler müssen nun auf ihrer DINGE-Karte ein Feld in der entsprechenden Buchstabenspalte ankreuzen, das einen Gegenstand enthält, der aus dem Rohstoff der Rohstoffkarte hergestellt wird.

Beispiel: Die Spielleiterin hat die Buchstabenkarte „N“ und die Rohstoffkarte „Pflanze“ gezogen: Der Spieler kann auf seiner DINGE-Karte nun entweder den Apfel ankreuzen (der von einer Pflanze stammt) oder das Gemälde (der Rahmen kann aus Holz sein, die Leinwand aus Baumwolle oder Leinen, und die Farben können aus pflanzlichen Pigmenten hergestellt sein (Pigmente können auch mineralisch sein bzw. man kann mit Kohle, einem fossilen Rohstoff, malen)).



Die Schüler:innen füllen ihre DINGE-Karte aus.

Wer gewinnt? Es gibt verschiedene Varianten:

- Leicht: Es gewinnt der Spieler, der als Erster alle Gegenstände in einer Reihe, einer Spalte oder einer Diagonale angekreuzt hat (mit mindestens einem Rohstoff pro Gegenstand).
- Leicht: Es gewinnt die Spielerin, die mindestens einen Gegenstand aus jeder Kategorie mit mindestens einem Rohstoff pro Gegenstand angekreuzt hat.
- Mittel: Es gewinnt die Spielerin, die für fünf Gegenstände jeweils alle Rohstoffe ankreuzen konnte.
- Mittel: Es gewinnt der Spieler, der in jeder Kategorie einen Gegenstand hat, und für mindestens einen dieser Gegenstände alle Rohstoffe angekreuzt hat.

5. Die Klasse spielt gemeinsam eine Proberunde mit der Lehrkraft als Spielleiterin. Jede Gruppe erhält die gleiche DINGE-Karte, damit die Klasse vergleichen bzw. über die richtige Antwort diskutieren kann.

6. Nach jeder Kartenziehung wechselt der/die Spielleiter:in. Die Schüler:innen sollten sich untereinander austauschen. Geben Sie Hilfestellungen, wenn die Schüler:innen mal nicht wissen, aus welchen Rohstoffen ein Gegenstand besteht. Die Schüler:innen können entweder einen kleinen Stein auf das entsprechende Bild legen, oder es ankreuzen bzw. anmalen (bei plastifizierten Karten).

## ZUSAMMENFASSUNG 10 MINUTEN

Führen Sie in der Klasse eine Debatte über natürliche Rohstoffe. Dies sollte zu einer Diskussion über nachhaltige und nicht-nachhaltige Rohstoffe führen.

- *Welche Rohstoffe werden am häufigsten genutzt?*
- *Warum ist es wichtig, die natürlichen Rohstoffe zu erhalten bzw. zu schonen? Weil wir die Rohstoffe für so viele Dinge in unserem täglichen Leben brauchen, z. B. für Nahrung, Wohnen, Fortbewegung usw. Wenn wir sie ausschöpfen, werden wir und/oder die nachfolgenden Generationen nicht mehr die Dinge herstellen können, die wir/sie brauchen.*
- *Was würde eurer Meinung nach mit der Erde passieren, wenn wir mehr Rohstoffe verbrauchen würden, als die Erde hergibt? Uns würden die Dinge ausgehen, die wir zum Leben brauchen.*
- *Wie könnte man die natürlichen Rohstoffe schonen, die wir im Alltag brauchen? Weniger verbrauchen, wiederverwenden, recyceln und kompostieren.*
- *Glaubt ihr, dass wir ständig neue Gegenstände brauchen? Warum? Wie können wir weniger Ressourcen verbrauchen, um unseren Planeten zu schonen? Wie wäre es mit Recycling oder dem Reparieren von kaputten Gegenständen?*

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

Natürliche Rohstoffe sind Stoffe aus der Natur, die wir für unser Überleben und unsere Bedürfnisse brauchen. Unsere Umwelt, und dabei insbesondere das Land, erbringt natürliche Dienstleistungen für den Menschen; die sogenannten „**Ökosystemdienstleistungen**“.

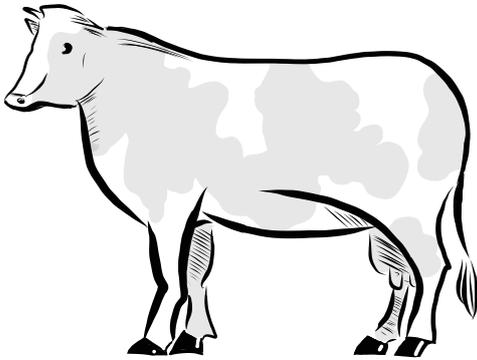
Alle Gesellschaften profitieren von diesen natürlichen Landressourcen. Sie stellen damit u. a. Gegenstände des täglichen Bedarfs her – zum Wohnen, für Kleidung, Arzneimittel, Spiele und Kunst, Nahrungsmittel und Getränke usw.

Wir können die natürlichen Rohstoffe in fünf Kategorien einteilen:

- **Wasser** (Süßwasser, das unterirdisch im Grundwasser gespeichert ist)
- **Mineralische Rohstoffe** (aus Gestein und Sand, wie z. B. Beton, Glas, Metalle)
- **Fossile Rohstoffe** (Erdöl, Kunststoffe und andere chemische Produkte sowie Arzneimittel)
- **Tiere** (tierische Produkte, wie Fleisch, Wolle und Leder, oder Produkte, die von Tieren erzeugt werden, wie Honig und Milch)
- **Pflanzen** (Pflanzenfasern zur Herstellung von Holz, Papier, Baumwolle usw.; Pflanzen als Nahrungsmittel wie Gemüse, Früchte und Nüsse; Pigmente; Arzneimittel usw.).



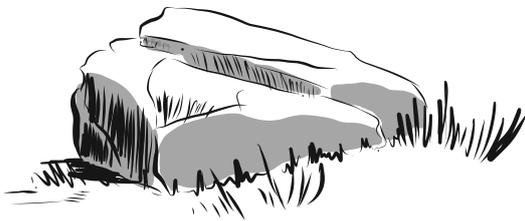
## TIERE



## PFLANZEN



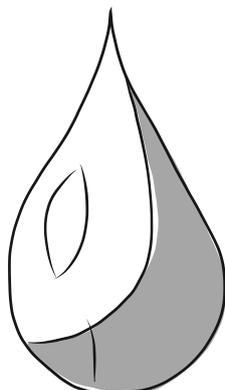
## MINERALISCHE ROHSTOFFE



## FOSSILE ROHSTOFFE



## WASSER



### WER GEWINNT?

Die Person, die als Erste eine Reihe, eine Spalte oder eine Diagonale ausgefüllt hat (5 Gegenstände).

Die Person, die als Erste einen Gegenstand in jeder Kategorie angekreuzt hat.



## SPIELREGELN

Reihum zieht der/die Spielleiter:in eine Buchstaben- und eine Rohstoffkarte. Die Spieler:innen kreuzen in der Spalte mit dem gezogenen Buchstaben einen Gegenstand an, für dessen Herstellung dieser Rohstoff benötigt wird. Der/die Spielleiter:in legt die beiden Karten wieder auf den jeweiligen Stapel, mischt die Karten und gibt sie seiner/ihrer Nachbar:in, der/die die neue Spielleiter:in wird.



D

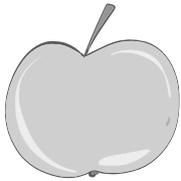
I

N

G

E

Apfel



Gemälde



Schuhe



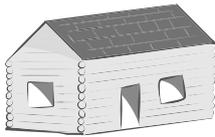
Wasser



Aspirin



Holzhaus



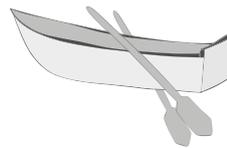
Ball



Steinhaus



Holzboot



Fahrrad



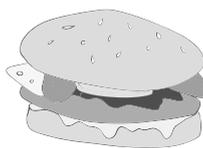
Sweatshirt



Kuchen



Hamburger



Honig



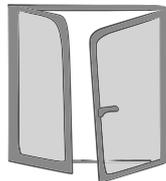
Fernseher



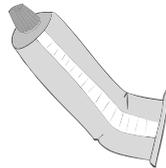
Softdrink



Fenster



Zahnpasta



Wollpullover



T-Shirt



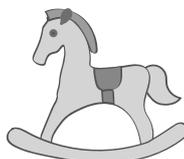
Hochhaus



Auto



Holzspielzeug



Kloppapier



Milch





D

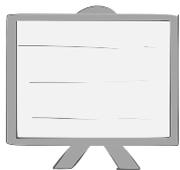
I

N

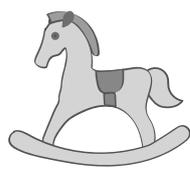
G

E

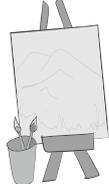
Fernseher



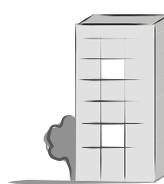
Holzspielzeug



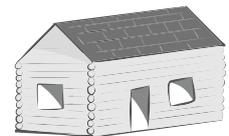
Gemälde



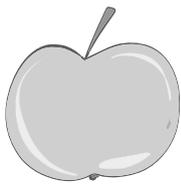
Hochhaus



Holzhaus



Apfel



Sweatshirt



Softdrink



Schuhe



Fahrrad



Wollpullover



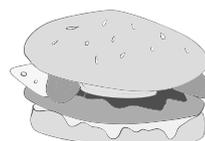
T-Shirt



Steinhaus



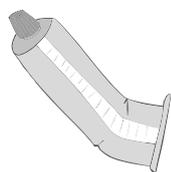
Hamburger



Ball



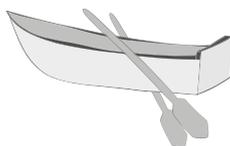
Zahnpasta



Kloppapier



Holzboot



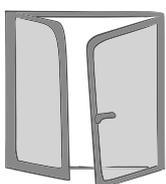
Wasser



Honig



Fenster



Auto



Milch



Aspirin



Kuchen





D

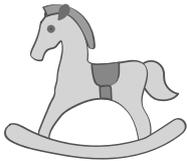
I

N

G

E

Holzspielzeug



Softdrink



Hochhaus



Kloppapier



Milch



Steinhaus



Schuhe



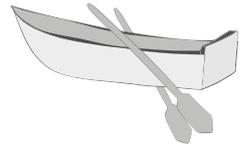
Holzhaus



Auto



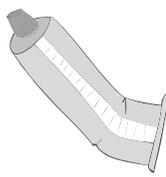
Holzboot



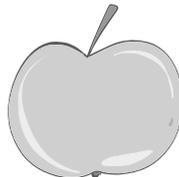
Honig



Zahnpasta



Apfel



T-Shirt



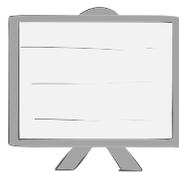
Kuchen



Wasser



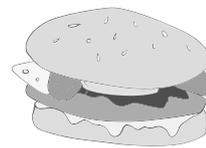
Fernseher



Aspirin



Hamburger



Wollpullover



Sweatshirt



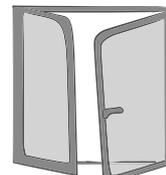
Gemälde



Fahrrad



Fenster



Ball





D

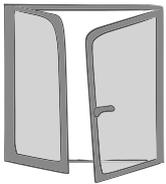
I

N

G

E

Fenster



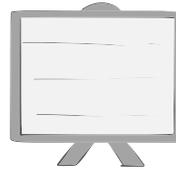
Fahrrad



Honig



Fernseher



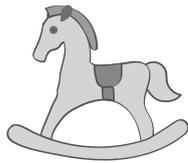
Milch



Hochhaus



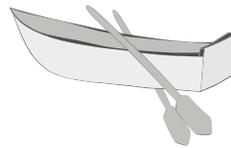
Holzspielzeug



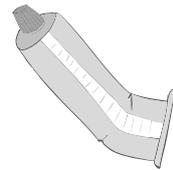
Gemälde



Holzboot



Zahnpasta



Auto



T-Shirt



Kuchen



Kloppapier



Wasser



Steinhaus



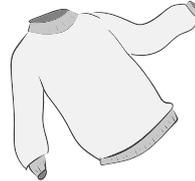
Sweatshirt



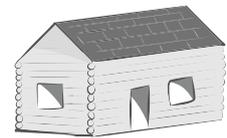
Aspirin



Wollpullover



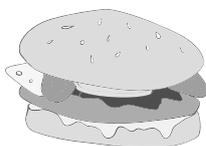
Steinhaus



Softdrink



Hamburger



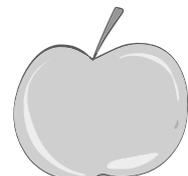
Ball



Schuhe



Apfel





D

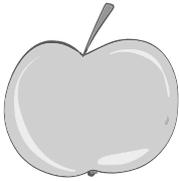
I

N

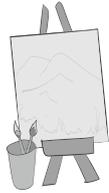
G

E

Apfel



Gemälde



Schuhe



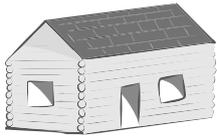
Wasser



Aspirin



Holzhaus



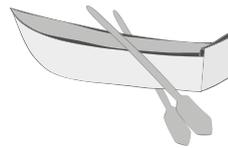
Ball



Steinhaus



Holzboot



Fahrrad



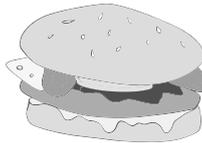
Sweatshirt



Kuchen



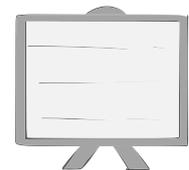
Hamburger



Honig



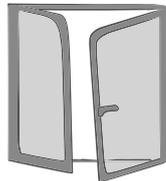
Fernseher



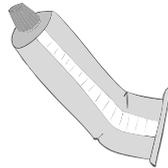
Softdrink



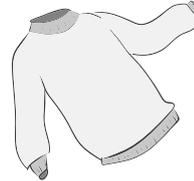
Fenster



Zahnpasta



Wollpullover



T-Shirt



Hochhaus



Auto



Holzspielzeug



Kloppapier

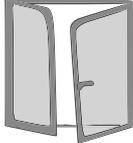
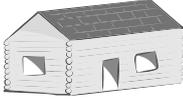
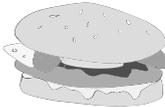
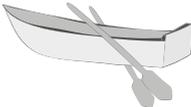


Milch





# ARBEITSBLATT B1.8

WOHNEN	<b>Hochhaus</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Fenster</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Holzhaus</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Steinhaus</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark
	<b>T-Shirt</b>  Checkmark, Factory, Tree, Cow, Hand	<b>Wollpullover</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Schuhe</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Sweatshirt</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark
	<b>Gemälde</b>  Checkmark, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Holzspielzeug</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Ball</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Fernseher</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark
	<b>Apfel</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Hamburger</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Kuchen</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Honig</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark
TRINKEN	<b>Milch</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Wasser</b>  Checkmark, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Softdrink</b>  Checkmark, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	
	<b>Auto</b>  Water, Checkmark, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Holzboot</b>  Water, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Fahrrad</b>  Water, Checkmark, Tree, Cow, Hand, Checkmark	
KÖRPERPFLEGE & GESUNDHEIT	<b>Kloppapier</b>  Checkmark, Factory, Tree, Cow, Hand, Checkmark	<b>Zahnpasta</b>  Checkmark, Checkmark, Checkmark, Cow, Hand, Checkmark	<b>Aspirin</b>  Water, Checkmark, Checkmark, Cow, Hand, Checkmark	

# UNTERRICHTSSTUNDE B2

## DIE LANDNUTZUNG BEI VERSCHIEDENEN BODENARTEN

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften, Geografie

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 15 Minuten
- ~ Durchführung: 1 Stunde 20 Minuten

### ALTER

9-15 Jahre

### LERNZIELE

Die Schüler:innen entdecken den Zusammenhang zwischen verschiedenen Bodenarten und den darin bzw. darauf lebenden natürlichen Ökosystemen. Sie lernen, welche Bedeutung die Böden für den Planeten und die menschlichen Gemeinschaften haben und wie sie sich für den Schutz unseres Planeten einsetzen können.

Sie lernen:

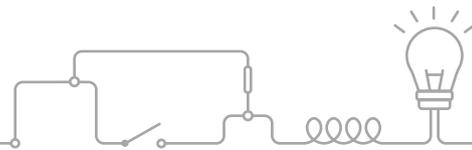
- ~ Es gibt auf der Erde unterschiedliche Bodenarten.
- ~ Eine Ökoregion wird durch die Art des Bodens und den in bzw. von diesem Boden lebenden Ökosystemen definiert.
- ~ Tiere und menschliche Gemeinschaften hängen von den Ressourcen der Ökoregionen ab.
- ~ Sie können sich für den Schutz des Planeten einsetzen.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Landökosysteme, Boden, CO<sub>2</sub>-Aufnahme, Biodiversität, Ökosystemdienstleistungen, Bedürfnisse der Menschen, indigenes Wissen, einheimisches Wissen

### UNTERRICHTSMETHODE

Dokumentenanalyse



→ Ein Ökosystem-Portfolio, das sich jede Gruppe aussuchen darf – **ARBEITSBLATT B2.5**

- Weltkarte mit Ökoregionen, möglichst im A3-Format (**ARBEITSBLATT B2.2**)
- Ein Exemplar jeder Karte aus dem **ARBEITSBLATT B2.6**. Diese werden an der Tafel festgemacht (oder projiziert).
- Für jede:n Schüler:in das **ARBEITSBLATT B2.7**

### EINLEITUNG 10 MINUTEN

Zeigen Sie den Schüler:innen das Video von Häuptling Raoni, in dem er die Staatsoberhäupter der Welt auffordert, den Amazonas zu schützen (oder verteilen Sie den Text des **ARBEITSBLATTES B2.1**).



Starten Sie eine Diskussion auf der Grundlage des Videos oder des Textes:

- *Wer ist dieser Mann? Woher kommt er? Warum ist er wütend?* Häuptling Raoni (Raoni Metuktire) ist der Anführer eines indigenen Volkes – der Kayapos. Die Kayapos leben im Amazonas in Brasilien, entlang des Flusses Xingu.
- *Warum ist der Regenwald für die Raoni-Indianer so wichtig?*
- *Ist der Regenwald nur für sie wichtig? Was leistet der Amazonas-Regenwald für die Menschheit?*
- *Für wen, außer für uns Menschen, ist der Regenwald wichtig? Für Tiere?*
- *Hat euch Raonis Plädoyer beeindruckt? (Erklären Sie den Schüler:innen, was ein Plädoyer ist.) In welchen Punkten stimmt ihr mit Raoni (nicht) überein?*

Jede Schülergruppe soll nun ein Ökosystem des Planeten verteidigen. Zu diesem Zweck müssen sie **(1) Informationen über das Ökosystem finden** und **(2) eine Argumentationslinie ausarbeiten**. Die Gruppen verteidigen nacheinander ihr Ökosystem. Während eine Gruppe ihre Argumente vorträgt, sollten sich die anderen Gruppen Notizen machen und für die Gruppe mit den überzeugendsten Argumenten stimmen.

### VORBEREITUNG 10 MINUTEN

#### MATERIAL

- Option 1: ein Computer mit Internetanbindung, um ein Video anzuschauen
- Option 2: das **ARBEITSBLATT B2.1**
- Die **ARBEITSBLÄTTER B2.2 bis B2.7**
- Optional: die **ARBEITSBLÄTTER B2.8 und B2.9**

#### VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE

- Für jede Schülergruppe (à 3 bis 5 Schüler:innen) ausdrucken:
  - Die Rollenkarten – **ARBEITSBLATT B2.3**
  - Ein Ökosystem-Ausweis pro Gruppe – **ARBEITSBLATT B2.4**

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

An vielen verschiedenen Orten der Erde leben **indigene Völker**. Sie werden als indigen bezeichnet, weil sie seit vielen Generationen in „ihrem“ Gebiet leben und oft einen traditionellen Lebensstil führen, der auf einer **komplexen und wichtigen Beziehung zu ihrer unmittelbaren natürlichen Umgebung** beruht. Ihre Umwelt, der Boden und das Land haben für Indigene eine lebenswichtige Bedeutung, da sie ihnen Nahrung und Lebensraum geben und das Ausüben

ihrer Traditionen ermöglichen. Indigene Völker verfügen über ein ausgeprägtes und spezifisches Wissen über ihre Umwelt. Dieses Wissen, das als indigenes Wissen bezeichnet wird, ist für die Erarbeitung von Klimaschutz- und Anpassungsstrategien sehr wertvoll, insbesondere in Bezug auf die Biodiversität und den Erhalt der Biome (weitere Einzelheiten zu diesem Thema finden Sie auf [Seite 12](#) im wissenschaftlichen Überblick).

### DURCHFÜHRUNG 55 MINUTEN

#### VORBEREITUNG 10 MINUTEN

1. Stellen Sie das **ARBEITSBLATT B2.2** vor und bitten Sie jede Gruppe ein Ökosystem auszuwählen, das sie verteidigen wollen. Jede Gruppe stellt ein Expertenteam vor Ort dar, bestehend aus Forscher:innen und Expert:innen aus verschiedenen Bereichen.

2. Geben Sie jeder Gruppe die „Experten“-Karten und jedem/jeder Schüler:in ein Ökosystem-Ausweis: **ARBEITSBLÄTTER B2.3** und **B2.4**.

3. Geben Sie jeder Gruppe das Portfolio, das ihrem Ökosystem entspricht: **ARBEITSBLATT B2.5**. Hängen Sie die Weltkarten zu Temperatur, Niederschlag und Kohlenstoffgehalt an die Tafel oder verteilen Sie Kopien davon: **ARBEITSBLATT B2.6**.

4. Gehen Sie vor der Literaturrecherche mit den Schüler:innen das Vokabular durch und erklären Sie die Arbeitsaufträge:

- Jede:r Expert:in sollte auf seiner/ihrer Ausweiskarte sowohl **die Merkmale der Bodenart und des Klimas** notieren als auch den **Beitrag und/oder Nutzen seines Ökosystems** für Menschen oder Tiere. Man verwendet den Begriff Ökosystemdienstleistung, weil der Boden und die Vegetation es den Menschen ermöglichen, zu (über)leben, zu essen, ihre Wohnung zu heizen, sich zu entspannen, usw.
- Sie können mit Ihren Schüler:innen einige Minuten über die Definition des Begriffs Ökosystemdienstleistung nachdenken und fragen: *Können Sie Beispiele nennen, wie die Natur für euch persönlich Dienste erbringt?*

- Erklären Sie, dass der/die Klimatolog:in uns sagen kann, inwieweit ein Ökosystem (mehr oder weniger) an der Regulierung des Klimas beteiligt ist: Wenn der Boden zum Beispiel viel CO<sub>2</sub> aufnimmt, hilft er bei der Klimaregulierung. Wenn der Boden durch menschliche Aktivitäten zerstört wird, entweicht das CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre und trägt zum Klimawandel bei.

#### ZEIT FÜR EINE EIGENSTÄNDIGE RECHERCHE 15 MINUTEN

5. Jede:r Expert:in füllt einen Teil des Ausweises aus. Je nach Gruppengröße kann eine Person Expertin für mehrere Aspekte sein:

- Die **Klimaforscher:innen** suchen sich ihre Informationen aus den Weltkarten.
- Die **Bodenkundler:innen** suchen auf der Weltkarte nach Informationen über die Menge des im Boden gespeicherten Kohlenstoffs.
- Die **Ökolog:innen, Zoolog:innen** und **Anthropolog:innen** müssen sich Informationen über die Ökosystemdienstleistungen aus ihrem Portfolio zusammensuchen.

#### PRÄSENTATION 30 MINUTEN

6. Jede Gruppe bereitet ihr eigenes Plädoyer vor: Sie hat zwei Minuten Zeit, um die Klasse zu überzeugen, dass ihr Ökosystem geschützt werden muss. In dieser Zeit müssen die Schüler:innen die Merkmale ihres Ökosystems und die Vorteile für den Menschen darstellen, aber auch überzeugend sein! Das Ziel ist es, die Menschen dazu zu bringen, die Schönheit und die Besonderheiten des Ökosystems zu schützen.

7. Je nach zur Verfügung stehender Zeit können die Schüler:innen weitere Nachforschungen über ihr Ökosystem anstellen und ihr Plädoyer mit Fotos, Videos, Zeichnungen usw. bereichern.

8. Während der Präsentation füllen die anderen Schüler:innen die Tabelle mit den Ökosystemdienstleistungen aus: **ARBEITSBLATT B2.7**. Die Schüler:innen hängen anschließend den ausgefüllten Ausweis neben die Weltkarte an der Tafel.

#### → TIPP FÜR LEHRENDE

Wenn Sie diese Unterrichtsstunde bewerten wollen, insbesondere den Teil über die Plädoyers, finden Sie im **ARBEITSBLATT B2.8** ein Beispiel für eine Tabelle, die Sie für die Bewertung verwenden können.

### ZUSAMMENFASSUNG 10 MINUTEN

Nachdem alle Plädoyers angehört und die Tabellen ausgefüllt worden sind, soll die Klasse nun für das überzeugendste Plädoyer stimmen, und zwar sowohl auf Grundlage der präsentierten Informationen zum Ökosystem als auch insbesondere auf Grundlage der Qualität der Präsentation.

Schließen Sie die Unterrichtsstunde mit einer gemeinsamen Diskussion ab: Alle Ökosysteme der Erde sind unterschiedlich und alle verdienen ausnahmslos, dass wir sie schützen. Zur Unterstützung der Diskussion können Sie die Fragen des **ARBEITSBLATTES B2.7** verwenden.

Die Schüler:innen sollen über den Platz des Menschen in der Natur nachdenken. *Hat der Mensch immer einen negativen Einfluss auf die Natur? Was hältst du von den Bräuchchen der Völker, die für die verschiedenen Ökosysteme vorgestellt wurden?* Um die Bedeutung des Wissens der indigenen Völker weiter zu erforschen, können sich die Schüler:innen das [OCE-Video](#) ansehen (Dauer: 3 Minuten).



All den Landökosystemen ist gemein, dass sie mit einer Bodenart verknüpft sind, die das Klima prägt, und somit z. B. das Wachstum von Pflanzen ermöglicht. *Wisst ihr, wie der Boden zu dem wird, was er ist, und was in ihm enthalten ist?* Wir werden uns das in einer weiteren Unterrichtsstunde näher anschauen.

#### OPTIONALE ERWEITERUNG

Um zu erforschen, wie der Boden und die Vegetation miteinander verknüpft sind, können Sie mit Ihren Schüler:innen Terrarien bauen, die die verschiedenen Ökoregionen auf der Erde darstellen. Hinweise dazu finden Sie im **ARBEITSBLATT B2.9** sowie im [Video des OCE](#) (auf Englisch).



In einem Terrarium wird der Boden und die darauf wachsende Vegetation nachgebildet.



## ARBEITSBLATT B2.1

### DIE BOTSCHAFT VON HÄUPTLING RAONI FÜR DEN AMAZONAS-REGENWALD

„Bei dem Tempo, das wir vorlegen, werden wir bald alle Ressourcen des Regenwaldes vernichtet haben.“ Brände, die Politik der brasilianischen Regierung und die Verteidigung der Rechte der Indigenen – darüber spricht er in seiner Botschaft.



### DER AUFRUF ZUM SCHUTZ DER NATUR VON HÄUPTLING RAONI

Was er möchte? Dass seine Botschaft zum Schutz des Regenwaldes von allen gehört wird, damit auch zukünftige Generationen etwas vom Regenwald haben werden.

Häuptling Raoni macht auf die Situation im Amazonasgebiet aufmerksam, das regelmäßig von Bränden verwüstet wird. Ohne die Natur können zukünftige Generationen nicht leben, sagt er, und der Amazonas ist für die Erhaltung des Gleichgewichts der Natur von grundlegender Bedeutung.

Raoni Metuktire, der Häuptling des brasilianischen Volkes der Kayapó, verteidigt seit über vier Jahrzehnten den Amazonas-Regenwald. Jetzt drängt er die Staatsoberhäupter der Welt, den Regenwald vor einer alarmierenden Zunahme der Bedrohungen zu schützen – Bedrohungen durch Bauern, Holzfäller, dem illegalen Bergbau und Waldbränden.

Häuptling Raoni ruft zu mehr Taten auf: „Ich habe darüber nachgedacht und bin zu dem Schluss gekommen, dass ich die internationale Gemeinschaft bitten sollte, uns bei der Festlegung der Grenzen unseres Territoriums zu helfen, damit wir es weiterhin schützen können. Viele Gemeinden leben an den Ufern des Xingu-Flusses, und wir wollen ihn schützen. Dies ist meine heutige Botschaft: Wir brauchen die Unterstützung der internationalen Staatsoberhäupter, um die Grenzen unseres Landes festzulegen.“

Auszug aus dem Video von Häuptling Raoni

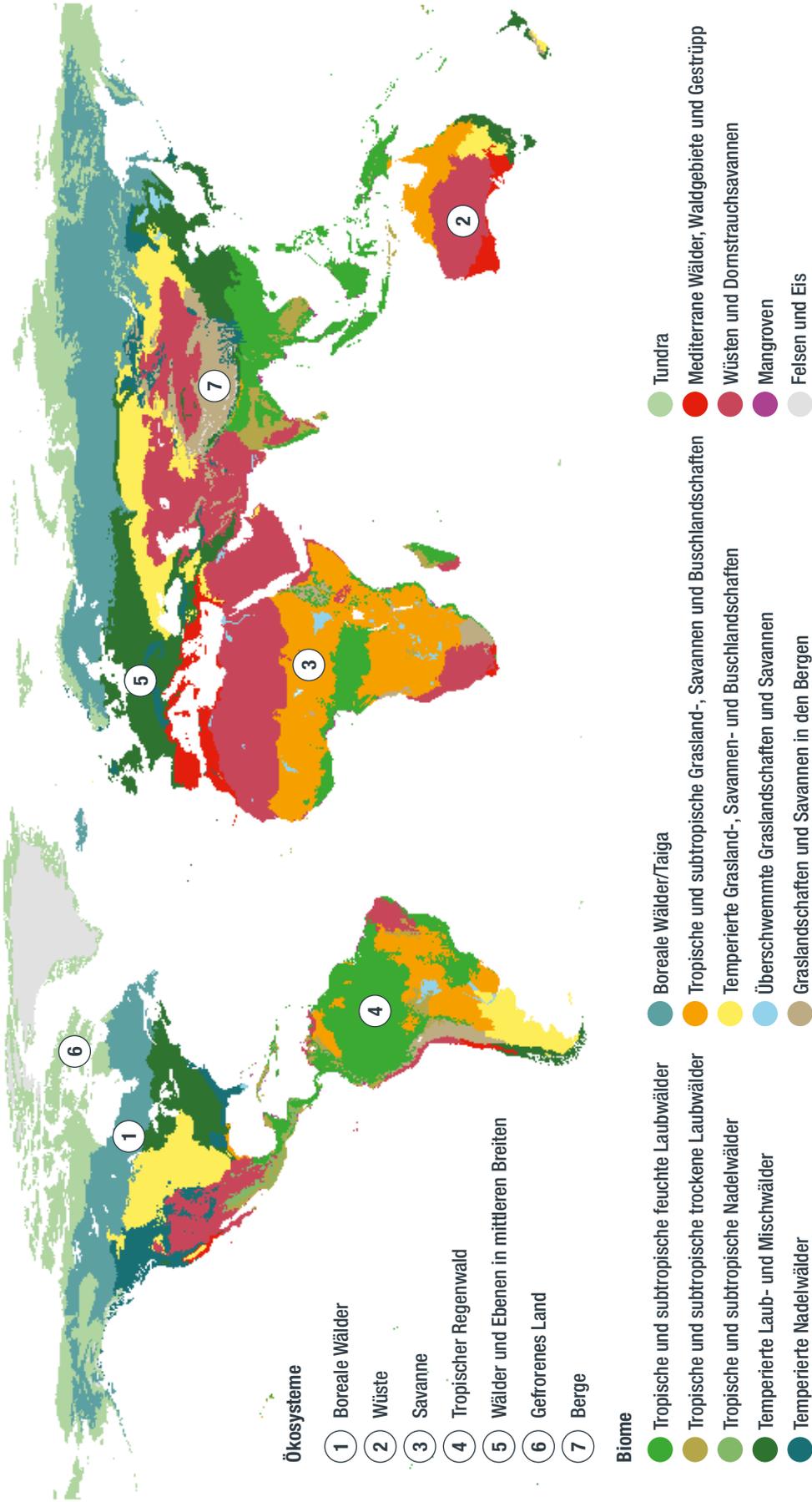


## KARTE DER LAND-ÖKOREGIONEN DER ERDE



## ARBEITSBLATT B2.2

FORTGESCHRITTENE



Quelle: Olson et al., Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. BioScience, Volume 51, Issue 11, Nov. 2001, S. 933-938 (angepasst)



### **ANTHROPOLOG:IN**

Erforscht die Gewohnheiten menschlicher Gesellschaften in Bezug auf ihre Umgebung.



### **ZOOLOG:IN**

Erforscht die Biologie und das Verhalten von Tieren.



### **KLIMATOLOG:IN**

Erforscht das Klima (regional und/oder weltweit).



### **ÖKOLOG:IN**

Erforscht, wie Ökosysteme funktionieren (Zusammenhang zwischen Boden, Pflanzen und Tieren).



### **BODENKUNDLER:IN**

Erforscht die Zusammensetzung des Bodens.

Anmerkung: Der/die Ökolog:in und der/die Bodenkundler:in können ein und dieselbe Person sein.



Name der Gruppe: .....

Nummer des Ökosystems: .....

Name des Ökosystems: .....

Ort: .....



**BODENKUNDLER:IN**

### MERKMALE DES BODENS

- ➔ Name des Bodens:
- ➔ Gepeicherter Kohlenstoff (in Tonnen Kohlenstoff pro Hektar):



**KLIMATOLOG:IN**

### KLIMA:

- ➔ Mittlere Temperatur (°C):
- ➔ Mittlerer Niederschlag (mm):



**ÖKOLOG:IN**

- ➔ Beschreibt das Ökosystem und nennt die Dienstleistungen bzw. den Nutzen, die es bringt.



**ZOOLOG:IN**

- ➔ Beschreibt die wichtigsten Arten und wie sie mit dem Ökosystem wechselwirken.



**ANTHROPOLOG:IN**

- ➔ Nennt die Gemeinschaft, die in dem Ökosystem wohnt. Welchen Nutzen hat sie von dem Ökosystem?



**ÖKOSYSTEM 1**  
**DIE BOREALEN WÄLDER IN QUÉBEC, KANADA**



Die borealen Wälder, auch Taiga genannt, wachsen auf einem Boden, der als Podsol (Grauerde) bezeichnet wird. Die Nadelwälder und die vielen Seen werden für verschiedene Zwecke genutzt, z. B. für einen Großteil der Stromerzeugung in Québec. In den borealen Wäldern gibt es außerdem viel Bergbau und Holzindustrie.



Karibus sind große Säugetiere, die in Kanada leben. Sie wandern zwischen verschiedenen Ökosystemen hin und her. Sie verbringen den Winter in den borealen Wäldern, wo sie sich von Flechten ernähren.

**INDIGENE VÖLKER UND DIE BOREALEN WÄLDER**

„Von Großwild wie Elch und Karibu bis hin zu kleineren Säugetieren wie Biber und Kaninchen liefern zahlreiche Säugetiere der borealen Wälder den dort lebenden indigenen Völkern Nahrung, Kleidung und Werkzeug. Fische und Wasservögel machen einen großen Teil der Nahrung vieler abgelegener Gemeinschaften aus, die oft nur mit kleinen Flugzeugen erreichbar sind. Einheimische Bäume, Sträucher, Gräser, Flechten und Pilze spielen in der Kultur der Ureinwohner eine wichtige Rolle, da sie Nahrung, Medizin, Schutz und Rohstoffe liefern.“

Quelle: Boreal Songbird Initiative  
<https://www.borealbirds.org>



## ÖKOSYSTEM 2 DIE AUSTRALISCHE WÜSTE



Die australische Wüste ist Teil des riesigen „Outbacks“. Der Boden ist sehr nährstoffarm und wird Regosol genannt. Der Uluru (oder Ayers Rock) ist ein isolierter Berg in der Mitte Australiens. Er wird von den Aborigines als heilig angesehen: Er hat für sie eine spirituelle Bedeutung und ist Teil ihres kulturellen Erbes. Das Outback ist sehr reich an Erzen – Eisen, Aluminium, Mangan und Uran –, weshalb in der Region auch viel Bergbau betrieben wird.

In der heißen australischen Wüste finden die Honigtopfameisen Schutz unter der Erde. Dort bauen sie ihre großen Kolonien auf. Es wagen sich nur einige wenige Sammlerameisen hinaus, um in der trockenen, heißen Jahreszeit Nahrung (z. B. Nektar aus der spärlichen Vegetation, oder Honigtau von Blattläusen – daher ihr Name) zu sammeln. Der Nektar wird dann in den Bäuchen anderer Ameisen gespeichert, die in der Kolonie zurückgeblieben sind. Dank dieser Vorräte kann die Ameisenkolonie überleben, auch wenn es zu heiß ist, um „nach draußen“ zu gehen.

### DIE ABORIGINES IN AUSTRALIEN

„Obwohl es im Land der Spinifex People relativ viele Kängurus und Emus gibt, ist Großwild in den weiter nördlich gelegenen Gebieten der Westlichen Wüste eher eine saisonale Nahrungsquelle nach den Sommerregenfällen. Neben der Jagd mit Speeren und Bumerangs werden die Tiere auch mit ausgeklügelten Netzen gefangen, die strategisch an Futter- und Wasserstellen platziert werden. Andere bevorzugte tierische Nahrungsmittel sind Eidechsen und einige Schlangenarten.“

Insekten, insbesondere Witchetty-Maden (die Larven von holzbohrenden Käfern und Nachtfaltern), sind eine wertvolle Proteinquelle. Honigameisen und der Honig von stachellosen Bienen sind wegen ihrer Süße begehrt.“

Quelle: Australian geographic

<https://www.australiangeographic.com.au/australian-geographic-adventure/adventure/2017/07/surviving-in-the-desert/>



### ÖKOLOGISCHES SYSTEM 3

#### DIE SAVANNE IM SERENGETI-NATIONALPARK, TANSANIA UND KENIA



Der Serengeti-Nationalpark erstreckt sich vom Norden Tansanias bis in den Süden Kenias. Die Trockensavanne wächst auf Lixisol. In der Serengeti leben zahlreiche Tiere, was viele Touristen anlockt. Die einheimische Bevölkerung nutzt das Holz, den Boden und das Wasser zum Bauen und für die Landwirtschaft. Sie nutzen das Land für die Jagd und den Fischfang, was den Druck auf die Wildtiere erhöht.



Die in der Savanne lebenden afrikanischen Elefanten sind die größten Säugetiere der Erde. Sie fressen das Laub der Bäume. In Gebieten mit hoher Elefantendichte können die Tiere der Landwirtschaft Schaden zufügen.

#### DIE MASSAI IN TANSANIA

„Die Samburu und die Laikipia-Massai haben traditionelle Strategien für das Management natürlicher Ressourcen entwickelt, die sie zur Bewertung, Bewirtschaftung und Wiederherstellung ökologischer Gebiete oder Regionen eingesetzt haben. Seit Jahren nutzen die beiden Gemeinschaften unterschiedliche und einzigartige Beobachtungen und Interpretationen von Sternen, Milchproduktivität und die Qualität des Leders. Ebenso „deuten“ sie die Eingeweide geschlachteter Tiere, Wandlungsmuster von Wildtieren, Pflanzenarten usw., um Veränderungen im Wettergeschehen vorherzusagen, sowie um zu bestimmen, wie gesund die Umwelt ist. Diese traditionellen Wettervorhersagen sind auch heute noch wichtig – Hirten nutzen sie für ihre Strategien zur Bewältigung von Dürren.“

Quelle: Knowing our lands and resources: indigenous and local knowledge of biodiversity and ecosystem services in Africa (Unser Land und unsere Ressourcen kennen: indigenes und lokales Wissen über biologische Vielfalt und Ökosystemdienstleistungen in Afrika)  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247461>



### ÖKOSYSTEM 4

#### DER TROPISCHE REGENWALD IM AMAZONAS, BRASILIEN



Der Amazonas-Regenwald wächst auf Acrisolen. Der Boden ist sehr eisenhaltig und hat eine orangene Farbe. Die große Anzahl von Bäumen in diesem sehr dichten Regenwald beeinflusst und reguliert das Klima.



Giftfrösche sind im Amazonas sehr verbreitet. Sie sind für ihre Fressfeinde giftig und ernähren sich von verschiedenen Fliegenarten, die im Wald reichlich vorhanden sind. Die Einheimischen verwenden das Gift einiger Froscharten, um Waffen für die Jagd herzustellen. Das Gift wird auch von der pharmazeutischen Industrie zur Herstellung von Medikamenten verwendet.

#### DIE WAYAPI IN BRASILIEN

„Das indigene Volk der Wayapi lebt in einem Gebiet mit gut erhaltenen Wäldern, in der Nähe der Quellen einiger Nebenflüsse des Jari-Flusses im Nordosten Brasiliens. Nach Ansicht der Wayapi sind die Tiere des Waldes trotz ihres Aussehens in Wirklichkeit menschliche Wesen mit Seelen. Sie leben in Gesellschaften, die den unsrigen ähnlich sind. Auch die Bäume und die meisten Pflanzen haben menschliche Seelen, aber nur Heiler oder Schamanen sind in der Lage, mit ihnen zu kommunizieren. Viele der kulturellen Merkmale und Fähigkeiten, die die Wayapi zum Überleben im Wald benötigen, wurden ihnen von den Tieren weitergegeben. Diese Wahrnehmung der Welt ist die Wissensgrundlage der Wayapi über ökologische Prozesse.“

Quelle: WWF

[https://www.panda.org/knowledge\\_hub/where\\_we\\_work/amazon/about\\_the\\_amazon/people\\_amazon/](https://www.panda.org/knowledge_hub/where_we_work/amazon/about_the_amazon/people_amazon/)



## ÖKOSYSTEM 5 DIE TEMPERIERTEN EBENEN UND WÄLDER IRLANDS



Irische Wälder und offene Felder wachsen auf Luvisol. Luvisole sind reich an organischen Stoffen und sind fruchtbare Böden, die nährstoffreiches Gras für Wild- und Nutztiere liefern.



Wildbienen leben in den temperierten Wäldern und offenen Feldern Europas, Asiens und Nordamerikas. Sie sammeln Nektar von den Blüten und übertragen Pollen von einer Blüte zur anderen. Damit erbringen sie die sehr wichtige Dienstleistung der Bestäubung, die die Befruchtung der Blüten und damit die Produktion von Früchten ermöglicht.

### LANDWIRTSCHAFT IN IRLAND

„[Irland] hat eine lange Tradition der Vieh- und Pflanzenzucht, wobei das landwirtschaftliche Knowhow über mindestens 200 Generationen weitergegeben wurde. In den Céide Fields an der Nordwestküste in der Grafschaft Mayo finden sich die Überreste einer 5 000 Jahre alten steinzeitlichen Ackerlandschaft mit Steinmauern, die unter dem wachsenden Moor erhalten sind. Die Forschung hat gezeigt, dass es sich um eine hochorganisierte Gemeinschaft von Bauern handelte, die gemeinsam Hunderte von Hektar Wald rodeten und das Land in Felder für die Viehzucht aufteilten.“

Quelle: Ask about Ireland

<https://www.askaboutireland.ie/enfo/sustainable-living/farming-in-ireland-overvi/>



## ÖKOSYSTEM 6 DAS GEFRORENE LAND GRÖNLANDS



Grönland ist die meiste Zeit des Jahres schneebedeckt. Der Boden, Cryosol genannt, ist zum großen Teil ständig gefroren (Permafrost). Nur die oberste Schicht taut im Sommer auf. Dieser Permafrostboden birgt große Erdgasvorkommen.



Polarfüchse sind in der nördlichen Polarregion beheimatet, wie etwa in Grönland und Island. Sie ernähren sich von Lemmings, Eiern, Vögeln und kleinen Robbenjungen. Ihr Fell wechselt je nach Jahreszeit die Farbe, damit sie in ihrer Umgebung gut getarnt sind.

### DIE INUIT IN DER ARKTIS

„Der Grönlandwal ist für den North Slope die kulturell bedeutendste Ressource. Die Iñupiat jagen den Grönlandwal seit Tausenden von Jahren, und das Wissen um den Walfang wird unseren Kindern von klein auf vermittelt. Sie lernen Umiaks zu bauen, die traditionellen Fellboote, und mit den Gefahren des Meereises zurechtzukommen, denen sie während der Fahrten zu den Walfanglagern begegnen. Der Bau eines Umiaks beginnt im Sommer mit dem Erlegen von Bartrobben und Karibus. Die Frauen verbringen viel Zeit damit, die Felle der Bartrobben vorzubereiten, mit denen dann das Holzskelett des Boots bespannt wird. Es werden die Sehnen der Karibus abgetrennt und getrocknet und später zu Fäden verarbeitet, mit denen die Robbenhäute zur Bespannung des Umiaks vernäht werden. Die Weitergabe solcher Kenntnisse trägt dazu bei, das Fortbestehen und Überleben der Iñupiat-Kultur zu sichern.“

Quelle: Cultural Survival (Kulturelles Überleben)

<https://www.culturalsurvival.org/publications/cultural-survival-quarterly/subsistence-hunting-activities-and-inupiat-eskimo>



## ÖKOSYSTEM 7 DIE BERGE IN TIBET



Der Himalaya ist die größte Gebirgskette der Welt. Der in dieser Gegend vorkommende Leptosol ist recht arm an organischen Stoffen. Im Himalaya-Gebirge gibt es viele Süßwasserseen. Zahlreiche Flüsse, die aus den Gletschern des Himalayas entspringen, versorgen die Menschen in Südasien mit Wasser und teilweise auch mit Strom.



Der Schneeleopard ist der König der Raubtiere im Himalaya-Gebirge. Er frisst wilde Huftiere (wie Tahre, Riesenwildschafe oder Schraubenziegen), aber auch Nutztiere wie Schafe.

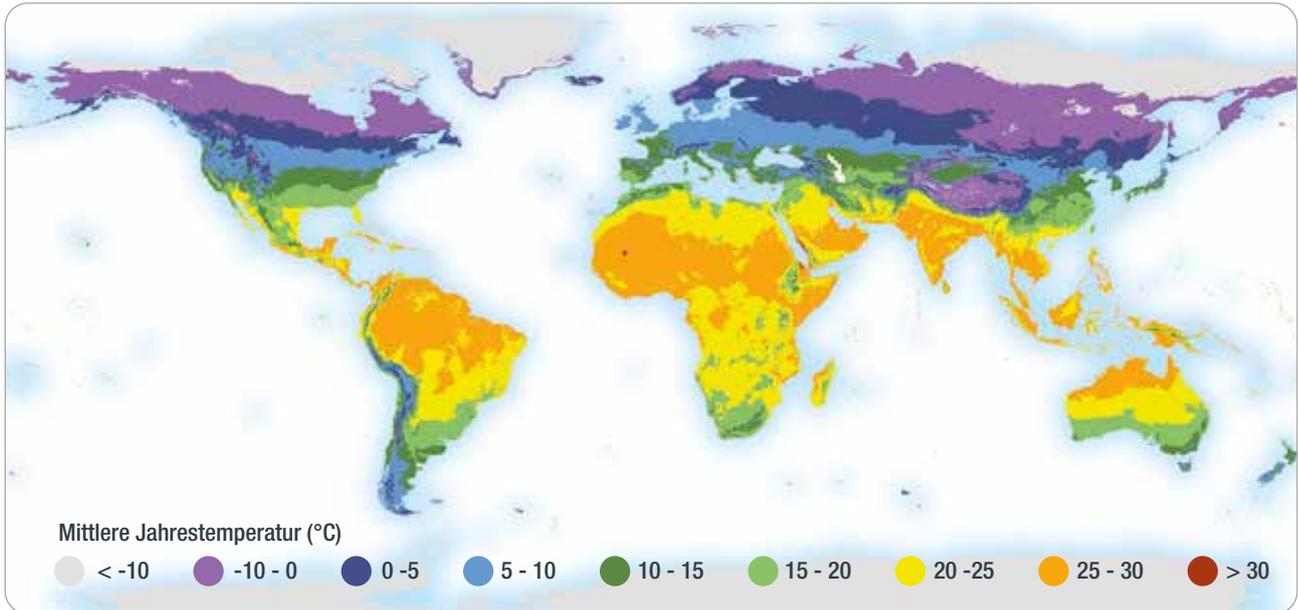
### DIE CHEPANG IN NEPAL

„Die Chepang sind eine der isoliertesten indigenen Gruppen Nepals. Ursprünglich waren sie Nomaden, leben jetzt aber halbnomadisch. Die Chepang sind für den Wanderfeldbau (Brandrodung) bekannt, der ihre Existenzgrundlage bildet. Da die Landwirtschaft allein nicht ausreicht, um ihre Familien zu ernähren, sind sie auch auf die Jagd, den Fischfang und das Sammeln von Githa und Vyakur (Sprossen und Wurzeln), wilden Yamswurzeln sowie den Fang von Fledermäusen und Wildvögeln angewiesen. [...] Sie verehren die Natur. Ihr Hauptfest ist „Bhui Jyasa“ / „Bhumi puja“ (ein Gebet an das Land). Sie verehren auch Chiuri-Bäume. Aus den Samen dieser Bäume gewinnen sie Butter. Butterbäume werden oft an Chepang-Töchter verschenkt, wenn sie heiraten.“

Quelle: Indigenous voice  
<https://www.indigenousvoice.com>

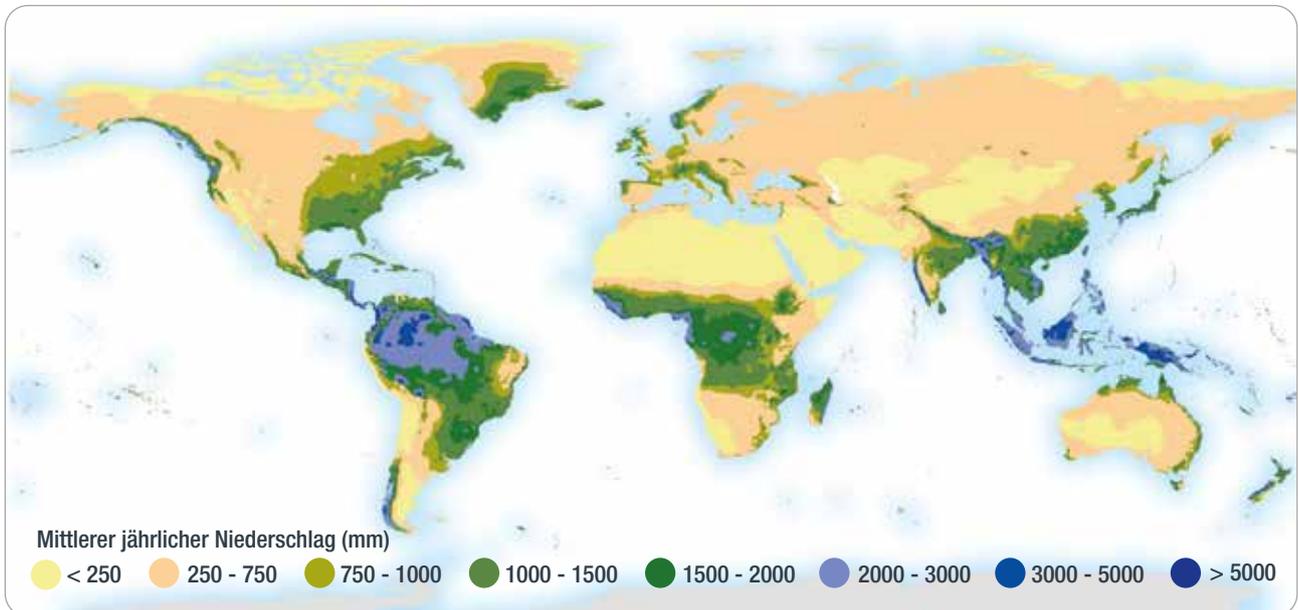


### MITTLERE JAHRESTEMPERATUR AUF DER ERDE



Quelle: Global Soil Biodiversity Atlas  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/shared\\_folder/Atlases/JRC\\_global\\_soilbio\\_atlas\\_high\\_res-2019-06-13.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/Atlases/JRC_global_soilbio_atlas_high_res-2019-06-13.pdf)

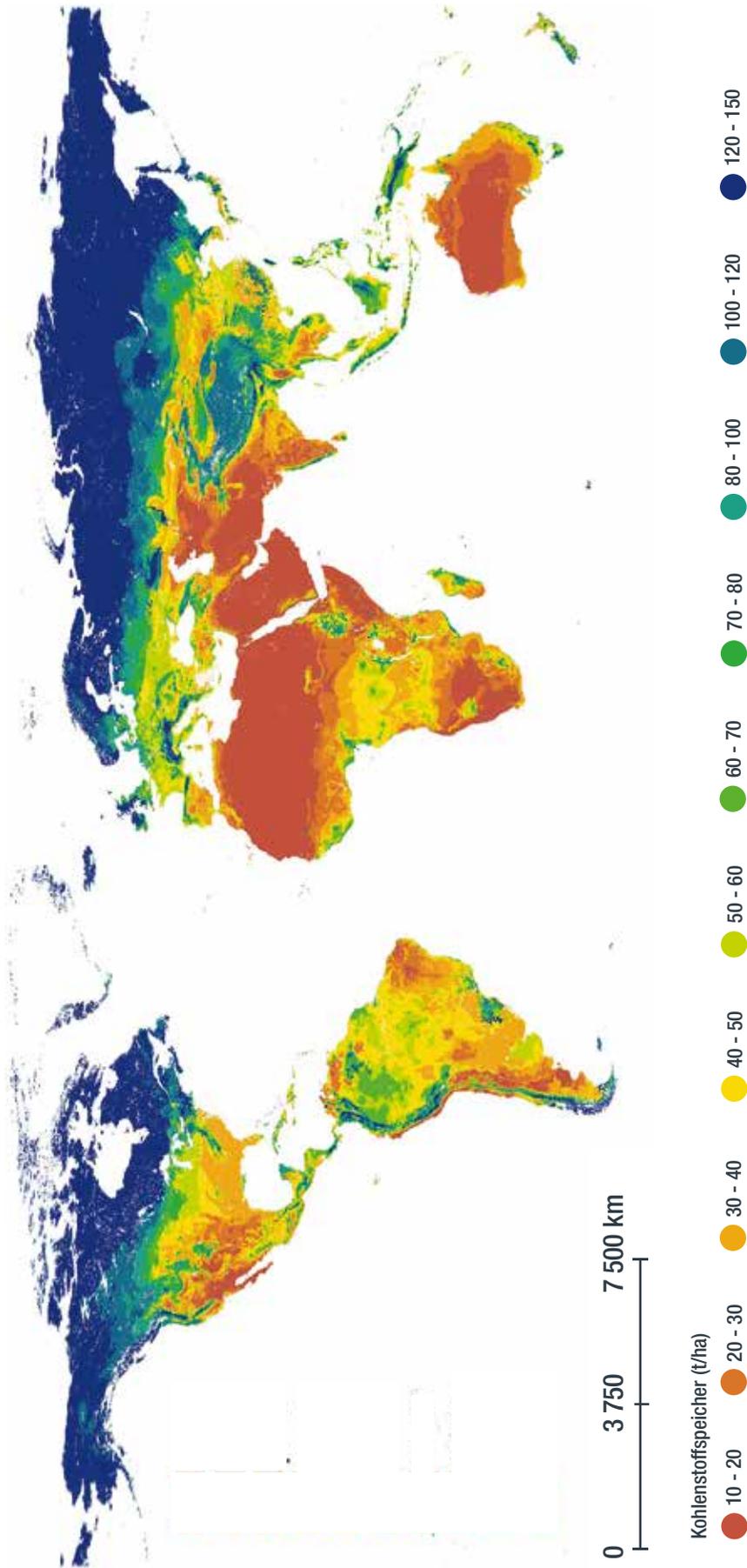
### MITTLERER JÄHRLICHER NIEDERSCHLAG AUF DER ERDE



Quelle: Global Soil Biodiversity Atlas  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/shared\\_folder/Atlases/JRC\\_global\\_soilbio\\_atlas\\_high\\_res-2019-06-13.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/Atlases/JRC_global_soilbio_atlas_high_res-2019-06-13.pdf)



DIE KOHLENSTOFFSPEICHER DER ERDE (IN TONNEN PRO HEKTAR)



Quelle: Soil carbon 4 per 1000, Minasny et al., *Geoderma*, 2017 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706117300095>



	NAME DES ÖKO SYSTEMS	MENGE AN GESPEICHERTEM KOHLENSTOFF	NUTZEN DES ÖKO SYSTEMS	ANZAHL STIMMEN FÜR DAS PLÄDOYER
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

### Beispiele für Fragen:

- Benennt die Ökosysteme und die dazugehörigen Böden.
- Welcher Boden speichert am meisten CO<sub>2</sub>?
- Wo befinden sich die wärmsten und kältesten Regionen auf der Erde?
- Welche Region hat die meisten Niederschläge? Und die wenigsten?
- Welche Ökosystemdienstleistungen gibt es in deiner Ökoregion für Tiere?
- Welche Ökosystemdienstleistungen gibt es in deiner Ökoregion für menschliche Gemeinschaften?
- Gibt es Umweltleistungen oder Aspekte, die wirklich spezifisch für ein Ökosystem sind und die in den anderen Ökosystemen nicht vorkommen?
- Welches Plädoyer hat euch am besten gefallen und warum?

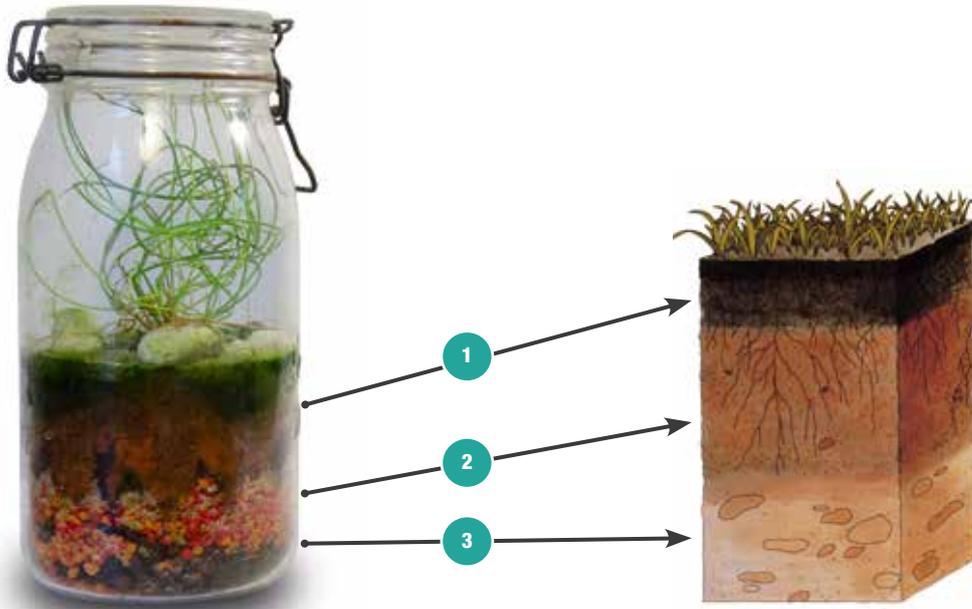


## ARBEITSBLATT B2.8

### OPTIONAL: TABELLE ZUM BEWERTEN DER VERSCHIEDENEN PLÄDOYERS

Diese Tabelle ist nur für dich – du kannst ganz frei deine Noten vergeben.

	WISSENSCHAFTLICHER INHALT (0-5 Punkte)	WAR DAS PLÄDOYER ANSPRECHEND/ MOTIVIEREND? (0-5 Punkte)	WAR DIE PRÄSENTATION VERSTÄNDLICH? (0-5 Punkte)	WAR SIE ORIGINELL/ LUSTIG? (0-5 Punkte)	GESAMTNOTE (0-20 Punkte)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					



- 1 Blumenerde (Mischung aus Kompost und Erde):** reich an organischen Stoffen. Diese Erde ähnelt der Humusschicht des Bodens oder der Komposterde, in der man auch Makrofauna findet (ihr könnt zum Beispiel Regenwürmer hinzufügen). In dieser Erde werden sich die Wurzeln entwickeln.
- 2 Kies, Sand, Ton oder Holzkohle:** arm an organischen Stoffen, luftdurchlässig, hält das Wasser zurück. Diese Schicht ähnelt einem Lehm- oder Sandboden. Holzkohle ist nicht zwingend erforderlich, trägt aber zur Geruchsminderung bei.
- 3 Kieselsteine, Felsen, Schiefer, grober Sand:** hauptsächlich Mineralstoffe und Felsen. Diese Schicht ähnelt der obersten Gesteinsschicht und dem verwitterten Gestein, der zu Erde wird.

ÖKOREGION	BODEN	PFLANZEN	KOMMENTARE
<b>Boreale Wälder</b>	Schlecht entwickelte saure Böden (z. B. Heide); Sand und Schiefer	Flechten, Moose (Torfmoos), fleischfressende Pflanzen, Tannenschößlinge	Oft saure, feuchte und kalte Böden. Ihr könnt ein Moor nachbilden (Moose und fleischfressende Pflanzen). Viel gießen, aber nicht in der Hitze stehen lassen.
<b>Wüste</b>	Sand, Kieselsteine und Kies	Kakteen und Sukkulente	Wenig gießen, warm halten.
<b>Savanne</b>	Blumenerde, Sand, Ton und Kieselsteine	Gräser, kleine Sträucher, Erdnüsse	Mäßig gießen, warm halten.
<b>Tropischer Regenwald</b>	Blumenerde, Humus, Kies	Moose, epiphytische Pflanzen, Efeutute, Orchideen	Regelmäßig gießen, am besten in einem geschlossenen Terrarium, warm halten
<b>Temperierter Wald</b>	Blumenerde, Sand, Kies	Moose, Flechten, Farne, Baumschößlinge	Mittelwarm, regelmäßig gießen
<b>Arktisches Gebiet</b>	Felsen, Sand, Kies	Flechten und Moose	Geschlossenes Terrarium, kühl halten
<b>Berge</b>	Steine, saure Erde	Kleine Gebirgspflanzen, Flechten, Moose	Kühl halten

# UNTERRICHTSSTUNDE B3

## DIE BÖDEN SIND EINE WICHTIGE RESSOURCE

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 30 Minuten
- ~ Durchführung: 1 Stunde 20 Minuten

### ALTER

9-15 Jahre

### LERNZIELE

Die Schüler:innen führen Experimente durch, um die Eigenschaften der verschiedenen Böden zu untersuchen und etwas über Bodendegradation zu lernen. Sie erkunden auch die wichtige Rolle der Biodiversität der Böden.

Sie lernen:

- ~ Ein gesunder Boden ist von entscheidender Bedeutung, da alle menschlichen Aktivitäten darauf beruhen (Gebäude, Landwirtschaft, Straßen usw.).
- ~ Der Boden weist eine große Biodiversität auf, die bei der Produktion von Lebensmitteln eine wichtige Rolle spielt.
- ~ Einige unserer Aktivitäten, wie der Einsatz von Düngemitteln oder Pestiziden, intensive Landwirtschaft oder die Abholzung von Wäldern, können zu einer Verschlechterung der Bodenqualität führen. Die einheimische Biodiversität des Bodens kann dazu beitragen, den Bedarf an Düngemitteln und Pestiziden zu verringern.
- ~ Erosion kann eine Bedrohung für die Stabilität des Bodens und damit für menschliche Aktivitäten darstellen. Sie kann verringert werden, wenn Pflanzen auf dem Boden wachsen.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Boden, Humus, organische Stoffe, Biodiversität, Zersetzer, mineralische Stoffe, Erosion, Bodendegradation

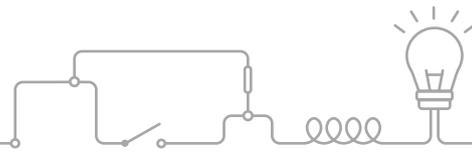
### UNTERRICHTSMETHODE

Experimente, Dokumentenanalyse

## VORBEREITUNG 30 MINUTEN

### MATERIAL

- Die **ARBEITSBLÄTTER B3.1 bis B3.7**
- Mehrere Bodenproben – von Ihren Schüler:innen oder von Ihnen selbst mitgebracht. Versuchen Sie, möglichst verschiedene Bodenproben zu sammeln (siehe weiter unten).
- Transparente Plastiktüten, z. B. Gefrierbeutel (zwei pro Schüler:in)



- Optional: Computer/Smartphones/Tablets mit Internetzugang (einer/eins für jede Gruppe)
- **Für die Biolog:innen-Teams** (für jede Vierergruppe):
  - Lupen, oder wenn möglich Binokularmikroskope
  - Trichter (einen für jede Bodenprobe; man kann einen Trichter aus einem gefalteten Blatt Papier oder aus einer halbierten und auf den Kopf gestellten Plastikflasche basteln – siehe **ARBEITSBLATT B3.4**)
  - Eine halbierte Plastikflasche (siehe **ARBEITSBLATT B3.4**)
  - Siebe oder Metall-/Plastikgitter (möglichst eines für jede Bodenprobe)
  - Brennspritus (70%)
  - Eine Lampe mit Glühbirne (keine LED, für das Experiment braucht man Wärme)
  - Schwarzer Karton
- **Für die Agraringenieur:innen-Teams** (für jede Vierergruppe):
  - 2 Plastikflaschen, senkrecht halbiert
  - Plastikbecher
  - Schnüre
  - Eine 15 cm x 10 cm große Grassode (mit intakten Wurzeln und Erde) ODER etwas Mulch ODER abgestorbene Laubblätter
  - Eine Flasche Wasser oder eine Gießkanne

### VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE

**! WICHTIG! EIN PAAR TAGE ODER EINE WOCHE VOR DEM UNTERRICHT ERLEDIGEN!**

- **Sie müssen Bodenproben sammeln.** Je nach Zeit können Sie dies entweder zusammen mit den Schüler:innen machen (i), oder Sie bitten die Schüler:innen, Bodenproben mitzubringen (ii) oder Sie sammeln die Bodenproben selbst (iii).

Jede Schülergruppe sollte mindestens zwei Proben haben, zum Beispiel eine aus dem Wald („natürlicher“ Boden), und eine aus einem bebauten Gebiet oder der Nähe einer Straße („künstlicher“ Boden).

Die Proben sollten groß genug sein (etwa ein Liter), um mehrere Experimente durchführen zu können, und sie sollten frisch sein, d. h. nicht älter als 3-4 Tage.

- i. Schauen Sie mit Ihren Schüler:innen, wo Sie eine geeignete Bodenprobe entnehmen könnten. Folgen Sie den Anweisungen des **ARBEITSBLATTES 3.1**. Machen Sie Fotos von der Stelle, an der Sie die Bodenprobe entnommen haben.
  - ii. Jede:r Schüler:in bekommt ein Exemplar des **ARBEITSBLATTES B3.1** und den Auftrag, im eigenen Garten oder der näheren Umgebung Bodenproben zu entnehmen und diese am Tag der Aktivität mitzubringen. Sie sollten den Anweisungen des **ARBEITSBLATTES B3.1** folgen und Fotos von der Stelle der Probenentnahme machen.
  - iii. Sammeln Sie selbst ebenfalls Bodenproben. Geben Sie am Tag der Bodenanalyse jedem/ jeder Schüler:in ein weiteres Exemplar des **ARBEITSBLATTES B3.1**.
- Für die Agraringenieur:innen benötigen Sie außerdem für jede Gruppe eine 15 cm x 10 cm große Grassode (mit intakten Wurzeln und Erde). Wenn Sie keine Sode ausstechen können, können Sie stattdessen Mulch und/oder totes Laub mitbringen.
  - Optional: Drucken Sie das **ARBEITSBLATT B3.2** aus (eins pro Gruppe).
  - Drucken Sie das **ARBEITSBLATT B3.3** aus (eins pro Schüler:in).
  - Drucken Sie die **ARBEITSBLÄTTER B3.4** und **B3.5** (je eins für die Biolog:innen-Gruppen) und die **ARBEITSBLÄTTER B3.6** und **B3.7** (je eins für die Agraringenieur:innen-Gruppen) aus.

## Einleitung 10 Minuten

In den vorangegangenen Unterrichtsstunden haben die Schüler:innen gelernt, dass die Temperatur der Atmosphäre ansteigt und dies Auswirkungen auf den Boden hat, der für die Menschen und die Landwirtschaft in vielerlei Hinsicht unentbehrlich ist.

Im Folgenden finden Sie einige Fragen für eine Diskussion. Schreiben Sie die Antworten an die Tafel:

- *Warum ist der Boden eurer Meinung nach so wichtig?*
- *Was enthält der Boden?*
- *Die Böden sind nicht überall auf der Welt gleich. Zählt einige Bodenarten auf.*
- *Erläutert, auf welche Weise menschliches Handeln den Boden beeinflussen kann.*

- *Wie könntet ihr die Antworten auf diese Fragen herausfinden?* Die Schüler:innen könnten eine Recherche machen und/oder den Boden sorgfältig untersuchen.

## Durchführung 1 Stunde

### Teil 1: Ein gesunder Boden 15 Minuten

1. Die Schüler:innen stellen die Tüten mit den mitgebrachten Bodenproben auf einem Tisch im Klassenzimmer ab. Sie tragen den Entnahmeort ihrer Probe in eine Liste ein. Die Schüler:innen sollten, ohne die Tüten zu öffnen, feststellen, dass die Proben unterschiedlich aussehen.
2. Teilen Sie nun die Klasse in Vierergruppen auf und geben Sie jeder Gruppe eine Bodenprobe. Die Schüler:innen sollen die Proben beobachten und beschreiben, indem sie ihre Seh-, Hör-, Tast- und Riechsinne benutzen, und die Tabelle des **ARBEITSBLATTES B3.1** ausfüllen. Jede Gruppe präsentiert dann der Klasse, was sie entdeckt hat. Schreiben Sie die verwendeten Wörter an die Tafel. Sie können auch eine Wortwolke zeichnen. Sie finden geeignete Programme zur Erstellung einer Wortwolke, indem Sie in Ihre Suchmaschine das Stichwort „Wortwolke“ eingeben. Diese Übung sollte Ihren Schüler:innen helfen, die Gemeinsamkeiten (*Welche Wörter kommen am häufigsten vor?*) und Unterschiede zwischen den Proben zu erkennen. Sie werden dann auch in der Lage sein, die letzten beiden Zeilen der Tabelle auszufüllen.
3. Stellen Sie Fragen, damit die Schüler:innen die Bodenproben besser vergleichen können: *Können Sie die Unterschiede zwischen den verschiedenen Proben erklären?* Die Menge der einzelnen Bestandteile der Bodenprobe hängt vom Entnahmeort ab: Eine Bodenprobe aus einem Garten enthält mehr organische Stoffe als eine Probe, die in der Nähe einer Straße/eines Gehwegs entnommen wurde. *Welcher Boden eignet sich besser für die Landwirtschaft bzw. für den Anbau von Pflanzen?* Einige Proben enthalten möglicherweise mehr Steine und wenig organische Stoffe; diese werden als „nährstoffarme Böden“ bezeichnet.
4. Die Schüler:innen sollten nun den Begriff „Boden“ definieren: Ein Boden ist eine Mischung aus organischen (von Lebewesen stammenden) und mineralischen (hauptsächlich von Steinen stammenden) Stoffen. Manche Böden enthalten mehr organische Stoffe als andere. Fragen Sie nach den Unterschieden zwischen „natürlichen“ Böden und „künstlichen“ Böden.

## TEIL 2: LÖSUNGEN! 45 MINUTEN

5. Eine Landwirtin möchte von den Schüler:innen wissen, ob sie mit ihren landwirtschaftlichen Praktiken dem Boden schadet. Sie möchte ihre Felder umweltfreundlich bewirtschaften und fragt sich, was die besten Möglichkeiten sind. Sie bittet daher ein Team von Biolog:innen (um mehr über Biodiversität und deren Nutzen für die Landwirtschaft zu erfahren) und ein Team von Agraringenieur:innen (um herauszufinden, wie sie ihre Felder besser bewirtschaften kann) um Rat. Die Schüler:innen teilen sich auf die beiden Teams auf.

6. Verteilen oder projizieren Sie das **ARBEITSBLATT B3.2** und erklären Sie, was Bodendegradation bedeutet. Als Bodendegradation bezeichnet man die Verschlechterung des Zustands des Bodens, was dazu führt, dass er möglicherweise nicht mehr nutzbar ist. *Was könnt ihr auf dieser Karte erkennen? Welche Folgen könnte die Bodendegradation für die in diesen Regionen lebenden Menschen haben? Was könnten die Ursachen für die Verschlechterung der Bodenqualität sein?* Es gibt physikalische Ursachen (Dürren oder Überschwemmungen) oder menschengemachte Ursachen (der Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden, die Übernutzung der Böden, die Abholzung des Waldes usw.).

7. Verteilen Sie das **ARBEITSBLATT B3.3**. Die Schüler:innen sollen die verschiedenen Ursachen für die Bodendegradation in menschenbedingte und klimabedingte Ursachen unterteilen. Falls ihnen keine einfallen, können Sie einige nennen: Überschwemmungen, Überweidung, Dürre, Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln, Abholzung, sintflutartige Regenfälle.

### → TIPP FÜR LEHRENDE

Jüngere Schüler:innen sollten nur in die Rolle der Biolog:innen schlüpfen und nur das Experiment mit dem Berlese-Trichter durchführen. Reicht die Zeit, können sie beide Experimente nacheinander durchführen. Es kann auch sinnvoll sein, dass Sie die Experimente vorbereiten.

8. Weisen Sie jeder Vierergruppe eine Rolle zu. Es sollten etwa gleich viele Biolog:innen- und Agraringenieur:innen-Gruppen sein. Die Gruppen lesen das **ARBEITSBLATT B3.4** oder **B3.6** sorgfältig durch, um herauszufinden, was ihre Aufgabe ist.

9. Geben Sie jeder Gruppe das notwendige Material (siehe Materialliste).

10. Geben Sie den Biolog:innen das **ARBEITSBLATT B3.5** und den Agraringenieur:innen das **ARBEITSBLATT B3.7**. Die Biolog:innen erkunden die wichtige Rolle der Bodenfauna; die Ingenieur:innen befassen sich mit der Abholzung der Wälder – die zur Bodendegradation führt.



## ZUSAMMENFASSUNG 10 MINUTEN

Nehmen Sie das Diagramm des **ARBEITSBLATTES B3.3** als Ausgangspunkt für eine Diskussion, die zu folgenden Erkenntnissen führen sollte:

- Der Boden enthält (unterschiedlich viele) mineralische und organische Stoffe.
- Die Degradation des Bodens hat verschiedene Ursachen, insbesondere auch menschen- und klimabedingte Ursachen.
- Der Boden ist ein vollwertiges Ökosystem, in dem es auch Lebewesen gibt, die als Zersetzer bezeichnet werden. Sie spielen eine Schlüsselrolle bei der Zersetzung von organischem Material und liefern den Pflanzenwurzeln mineralische Stoffe.
- Die Abholzung von Wäldern, im Zusammenspiel mit menschlichen Aktivitäten, führt zu einer schnellen Bodendegradation.
- Eine geschlossene Vegetationsdecke ist ein gutes Mittel zur Vermeidung von Bodenerosion und Bodendegradation. Sie macht den Boden auch widerstandsfähiger gegenüber Überschwemmungen oder sintflutartige Regenfälle.

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

Als Boden bezeichnet man die oberste Schicht der Erdoberfläche: die Schicht, in der Pflanzen wachsen. Von Menschen gebaute Gebäude und Ähnliches sowie gepflasterte Straßen, Gehwege usw. gehören nicht dazu.

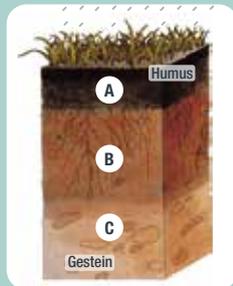
### BODENSCHICHTUNG

Es gibt im Wesentlichen drei Schichten:

→ Die **Humusschicht** (A) besteht hauptsächlich aus abgestorbenem, pflanzlichem und tierischem organischem Material. Sie ist relativ arm an Mineralstoffen.

→ Die Schicht (B) besteht aus einer **Mischung aus organischem und mineralischem Material** sowie aus Pflanzenwurzeln. Man kann auch kleine Gesteinsbrocken erkennen.

→ Die am tiefsten gelegene Schicht (C) besteht aus **Grundgestein** (Kalk, Granit, Vulkangestein usw.) und wird als Substrat bezeichnet.



Quelle: USDA (angepasst)

Man kann die Schichten auch anhand der **Bodentextur** klassifizieren. Die Bestandteile lassen sich (von den größten zu den kleinsten) in drei Gruppen einteilen: Sand, Schluff und Ton. Die Böden bestehen im Allgemeinen aus einer Kombination dieser drei Bodenarten. In den verschiedenen Schichten befinden sich auch Gesteinsbrocken unterschiedlicher Größe.

### BODENBILDUNG

Der Boden besteht aus **mineralischen und organischen Stoffen**. Bei dem langwierigen Prozess der Bodenbildung, der aufgrund vieler verschiedener Faktoren Hunderte bis Tausende von Jahren dauert, wechselwirken das Gestein und lebende Organismen miteinander:

1. Ein Faktor ist das **Klima**: Temperatur und Feuchtigkeit haben einen starken Einfluss auf die Bodenbildung. Sie bestimmen die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen und die Lebensbedingungen der Organismen. Die Bodenbildung dauert in kalten und trockenen Regionen länger als in warmen und feuchten Regionen.

2. **Lebewesen** zerkleinern das Gestein und erzeugen Kohlenstoffdioxid, das das Gestein erodiert.

3. Die **Topographie der Region** ist maßgeblich für die Sonneneinstrahlung und die Wasserrückhaltefähigkeit des Bodens.

4. Die **Beschaffenheit des Grundgesteins** hat einen starken Einfluss: Boden, der sich aus Kalkstein bildet, hat einen höheren Kalkgehalt als Boden, der sich aus Granitgestein bildet.

5. Der letzte Faktor ist **die Zeit**. Je älter ein Boden ist, desto mehr ist er der Verwitterung ausgesetzt. Diese fünf Faktoren reichen aus, um die Vielfalt der Böden zu erklären, die es auf der Erde gibt.

### DIE BIODIVERSITÄT DER BÖDEN

Einer der wichtigsten Faktoren bei der Bodenbildung sind die Zersetzer, die im und auf dem Boden leben. Diese Lebewesen interagieren miteinander innerhalb eines riesigen Nahrungsnetzes, das bei den Pflanzen beginnt: Ihre abgestorbenen organischen Stoffe werden von den Zersetzern verwertet und in mineralische Stoffe umgewandelt, die wiederum als Nährstoffe für die Pflanzen dienen, was zu einem unendlichen Kreislauf führt (siehe Unterrichtsstunde C4, Seite 183). Ist diese Biodiversität bedroht, ist auch der Kreislauf bedroht.

### DIE BÖDEN UND DER KLIMAWANDEL

Der Boden ist auch ein wichtiger Kohlenstoffspeicher (siehe Unterrichtsstunde A4, Seite 55). Er ist **sowohl eine Kohlenstoffseneke als auch eine Kohlenstoffquelle**. Der Kohlenstoff ist eng mit dem Zersetzungsprozess verknüpft: Der Boden besteht hauptsächlich aus organischem Material, und bei der Zersetzung wird Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Der Boden spielt auch eine Rolle für die Infrastruktur und die Stabilität von Gebäuden. Wegen der häufigeren und intensiveren Extremereignisse kann die **Stabilität aufgrund einer starken Bodenerosion gefährdet sein**.

### BODENDEGRADATION

Es wirken sich viele Prozesse auf die Bodenbildung aus. Der IPBES<sup>1</sup> definiert Bodendegradation als „die vielen vom Menschen verursachten Prozesse, die den Rückgang oder den Verlust der biologischen Vielfalt, der Ökosystemfunktionen oder der Ökosystemdienstleistungen in allen terrestrischen und damit verbundenen aquatischen Ökosystemen bewirken“.

1 Quelle: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [https://www.ipbes.net/sites/default/files/spm\\_3bi\\_ldr\\_digital.pdf](https://www.ipbes.net/sites/default/files/spm_3bi_ldr_digital.pdf)



## WIE ENTNIMMT MAN EINE BODENPROBE?

### MATERIAL

- Eine Schaufel
- Eine durchsichtige Plastiktüte, z. B. ein Gefrierbeutel
- Ein wasserfester Filzstift
- Eine Karte oder ein GPS-System
- Ein Smartphone oder ein Notizblock und Stifte
- Ein Lineal oder ein Maßband

### METHODE

1. Zeichne den Ort der Bodenentnahme auf einer Karte ein oder verwende das GPS.
2. Mache eine Zeichnung oder ein Foto von dem Ort, z. B. Garten, Wald, Straßenrand usw.
3. Für eine gute Bodenprobe musst du mit einer Schaufel ein Loch von mindestens 20 cm Tiefe und 20 cm Breite ausheben.
4. Lege die Bodenprobe in den Plastikbeutel und kennzeichne sie – zum Beispiel indem du deinen Namen darauf schreibst.

## WIE SIEHT MEINE BODENPROBE AUS?

Untersuche die Bodenprobe: Fasse sie an, rieche daran, mache dir Notizen, um die folgende Tabelle ausfüllen zu können.

### WIE KANN MAN DIE BODENPROBE BESCHREIBEN?

Wenn die Steine im Boden so groß sind wie deine Fingerspitzen, nennt man sie „Kies“. Kleinere Gesteinspartikel, die man noch mit bloßem Auge sehen kann, nennt man Sand. Sind die Partikel im Boden noch kleiner, handelt es sich um Schluff: Um die Körnung zu sehen, benötigst du eine Lupe. Nimmst du Schluff zwischen deine Finger, fühlt er sich weich an. Ton hat die kleinsten Gesteinspartikel: Man muss schon ein gutes Mikroskop benutzen, um die Partikel zu sehen. Ton fühlt sich zwischen deinen Fingern glitschig an. Der beste Boden für die Landwirtschaft besteht zur Hälfte aus Sand, etwas Schlamm und etwas Ton.

## MEINE BODENPROBE

Wo wurde sie entnommen?

---

Welche Farbe hat sie?

---

Wie riecht sie?

---

Welche Bestandteile kann ich erkennen?

---

Gemeinsamkeiten aller Bodenproben

---

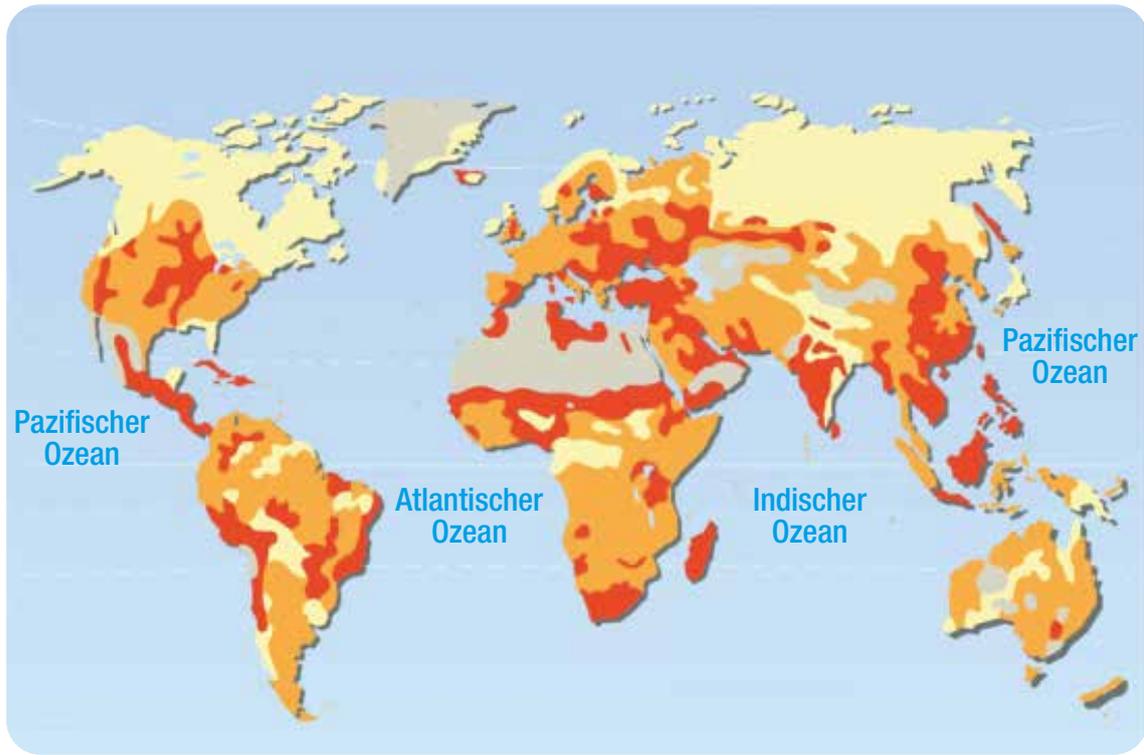
Unterschiede zwischen den Bodenproben

---

Du wirst sicher auch Bestandteile erkennen, die von Lebewesen stammen: Wurzeln, kleine Holzstücke, Insekten, Blätter usw. Versuche diese Bestandteile so gut wie möglich zu bestimmen!

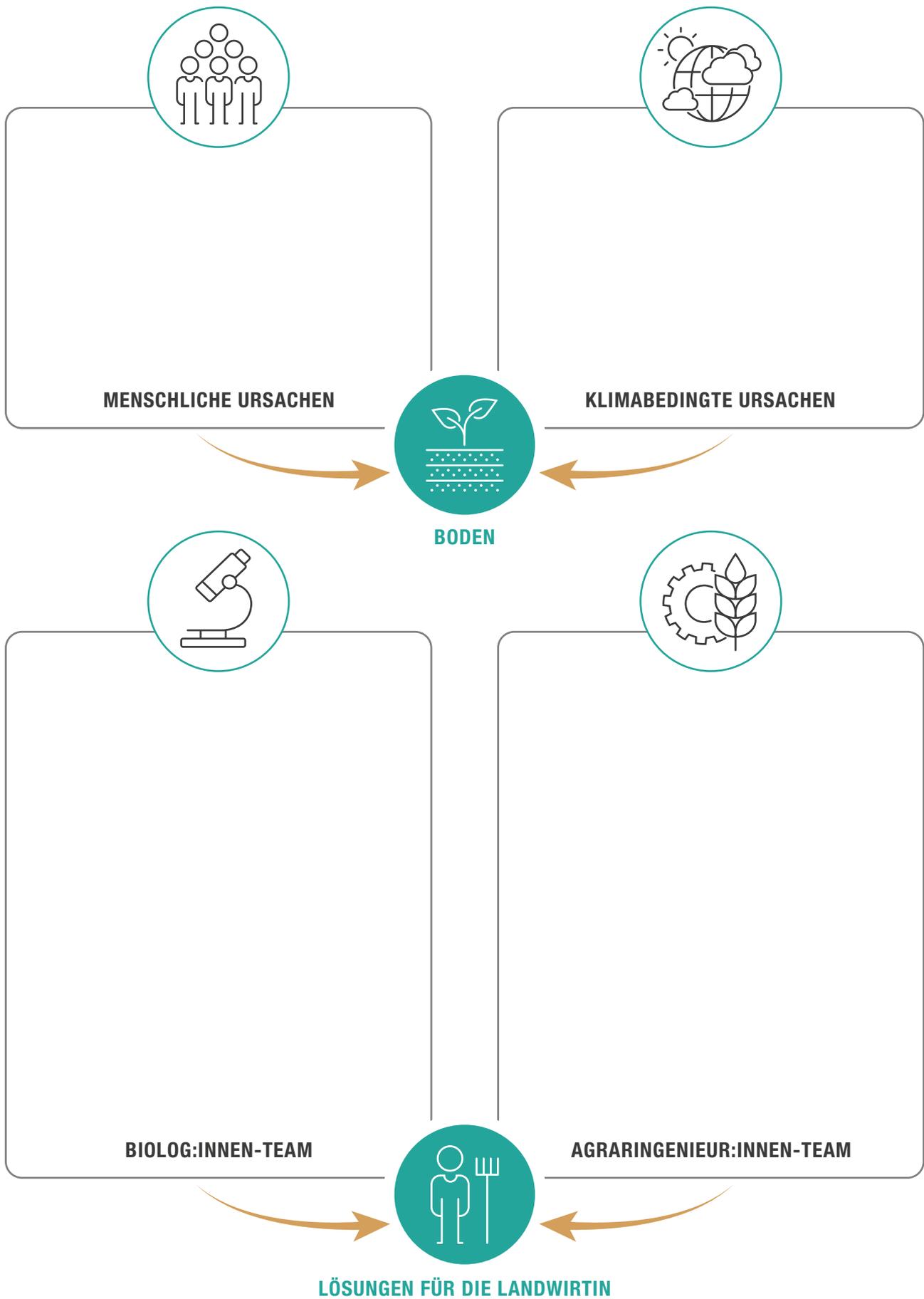


## WELTKARTE DER BODENDEGRADATION



- Sehr degradierter Boden
- Degradierter Boden
- Intakter Boden
- Keine Vegetation

Quelle: Nach einer Infografik von Philippe Rekacewicz, UNEP/GRID-Arendal, <https://www.grida.no/resources/6338>





## BIOLOG:INNEN

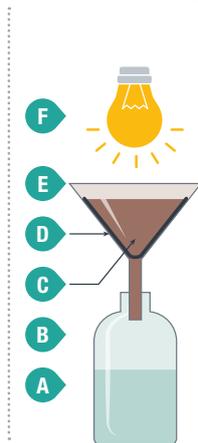
Ihr seid ein Team von Biolog:innen und wollt die **biologische Vielfalt des Bodens** untersuchen und verstehen, warum ein Boden mit einer großen biologischen Vielfalt **für die Landwirtschaft nützlich ist**. Ihr habt eine Bodenprobe erhalten, die ihr analysieren müsst, sowie einige Unterlagen zur Rolle von Lebewesen, die sich womöglich in eurer Bodenprobe befindet.

### Euer Auftrag:

- ➔ Führt anhand der folgenden Anleitung ein Experiment zur Erfassung der biologischen Vielfalt im Boden durch.
- ➔ Bestimmt so viele Lebewesen wie möglich. Nutzt dazu die Bestimmungshilfen.
- ➔ Vergleicht eure Ergebnisse mit denen anderer Gruppen, die mit anderen Bodenproben gearbeitet haben.
- ➔ Erklärt mithilfe des ARBEITSBLATTES B3.5 die Rolle der beobachteten Lebewesen und warum sie für die Landwirtschaft wichtig sind.

### 1. EXPERIMENT – DER BERLESE-TRICHTER

Um die Lebewesen im Boden einzufangen, geht wie folgt vor oder schaut euch das [Video \(WWF Schweiz\)](#).



#### METHODE:

1. Fülle eine kleine Menge Alkohol in die Flasche.
2. Lege den Filter in den Trichter und befülle ihn mit etwas Erde.
3. Bedecke das Ganze mit einem schwarzen Papier (optional).
4. Platziere die Lampe über deine Bodenprobe und schalte sie ein.
5. Warte ein paar Minuten: Du solltest einige Lebewesen beobachten können, die in den Alkohol fallen.
6. Schalte die Lampe aus und sammle die Lebewesen ein, um sie mit einem Binokular oder einer Lupe zu beobachten.
7. Versuche mithilfe des **ARBEITSBLATTES B3.5** so viele Lebewesen zu bestimmen, wie du kannst!

- A** Konservierungsflüssigkeit (70-prozentiger Alkohol)
- B** Flasche
- C** Bodenprobe
- D** Filter/Sieb
- E** Trichter
- F** Lampe (Wärmequelle)

### DIE ZUSAMMENFASSUNG DER BIOLOG:INNEN

- ➔ Liste der Lebewesen in meiner Bodenprobe:
- ➔ Liste der Lebewesen in einer anden Bodenprobe:
- ➔ Wie könnt ihr euch die Unterschiede erklären?
- ➔ Welche Rolle spielen Lebewesen im Boden?
- ➔ Warum sind sie für die Landwirtschaft wichtig?



## 2. DIE BODENFAUNA BESTIMMEN



Ihr könnt zum Beispiel mit der kostenlosen App Bodentier (<https://bodentierhochvier.de/>) über einen interaktiven Bestimmungsschlüssel die Tiere in eurer Bodenprobe bestimmen. Die folgende, englischsprachige Seite ist ebenfalls hilfreich: <https://grco.de/bceBwl>.



## 3. DIE ROLLE DER BODENFAUNA



Quelle: Wim van Egmond 2017: <https://youtu.be/Mxp1nnrUG0Q>

Diese Bilder zeigen das Ergebnis eines Experiments, mit dem die Rolle der Fauna bei der Zersetzung von organischem Material untersucht werden sollte. Das organische Material verwandelt sich zum Teil in Mineralstoffe, die **für das Pflanzenwachstum nützlich sind. Die Tiere, die an der Zersetzung organischer Stoffe beteiligt sind, werden Zersetzer genannt.** Das Material auf dem linken Bild wurde in einem Ofen erhitzt, wodurch die Fauna eliminiert wurde. Es überlebten lediglich einige mikroskopisch kleine Pilze. In der Probe im rechten Bild blieb die gesamte Fauna – Regenwürmer, Asseln usw. – intakt.

Die Ergebnisse waren nach etwa 15 Wochen zu sehen. Die Blätter auf dem rechten Bild sind am Ende des Versuchs fast vollständig im Boden „verschwunden“, während die Blätter auf dem linken Bild noch fast intakt sind, praktisch wie zu Beginn des Versuchs.

## 4. WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN DEN PFLANZENWURZELN UND MIKROORGANISMEN



In diesem Bild sind sogenannte Wurzelknöllchen zu sehen. Sie bilden sich an den Wurzeln einiger Pflanzen, die zur Familie der Hülsenfrüchte gehören: Erbsen, Linsen, Sojabohnen usw. Wurzelknöllchen sehen aus wie kleine Knöpfe. Sie bilden sich, wenn Mikroorganismen (Bakterien) mit den Wurzeln wechselwirken. **Die Pflanzen können dadurch mehr Mineralstoffe aus dem Boden aufnehmen.**



Manche Wurzeln wechselwirken mit Mikroorganismen aus der Familie der Pilze. Diese Pilze sind mit bloßem Auge nicht zu sehen, wohl aber, wenn man durch ein Mikroskop schaut. In der Mikroskopaufnahme oben sind die Pilze als weißer „Mantel“ um die Wurzeln herum zu sehen. Diese Art von Symbiose zwischen einer Wurzel und einem Pilz wird Mykorrhiza genannt. **Sie erhöht die Fähigkeit der Pflanze, Wasser aus dem Boden aufzunehmen.**



## AGRARINGENIEUR:INNEN

Ihr seid ein Team von Agraringenieur:innen und wollt untersuchen, ob eine gute Bodenbedeckung Bodenerosion verhindern kann. Ihr habt gerade zwei Bodenproben erhalten: die eine besteht lediglich aus nackter Erde, bei der anderen besteht die oberste Schicht aus Gras oder Mulch. Ihr wollt herausfinden, welche besser geeignet ist, um Bodendegradation durch Erosion zu verhindern. **Euer Auftrag:**

- ➔ Ihr wollt den Prozess der durch Wasser verursachten Erosion verstehen.
- ➔ Führt das Experiment „Erosionsmodellierung“ durch und beobachtet, was mit den beiden Bodenproben passiert, wenn ihr sie bewässert.
- ➔ Vergleicht eure Ergebnisse mit denjenigen der anderen Gruppen.
- ➔ Erläutert anhand der folgenden Informationen, warum menschliche Aktivitäten zur Entwaldung führen können.
- ➔ Erläutert, wie sich die Entwaldung auf die tragende und stabilisierende Struktur des Bodens auswirkt. Überlegt euch eine Lösung für die Landwirtin, damit sie ihre Erträge maximieren kann und gleichzeitig die Bodengesundheit erhalten kann.

## 1. WAS IST EROSION?

Wenn es regnet, fließt das Wasser, das weder verdunstet ist noch von den Pflanzen oder vom Boden aufgenommen wurde, langsam durch die oberste Bodenschicht (den Mutterboden) talwärts in Seen, Flüsse, Bäche usw. Dieses Wasser kann **Bestandteile des Bodens von einem Ort zu einem anderen transportieren**: Diesen Vorgang nennt man Erosion. Wenn das Wasser langsam fließt, erfolgt die Erosion ebenfalls langsam. Fließt das Wasser schnell, kann dies zu einer raschen Abtragung des Mutterbodens führen und manchmal auch einen **Erdrutsch** verursachen.



Quelle: Encyclopædia Britannica, Inc.

2. MODELLIERUNG DER EROSION<sup>1</sup>

1. Füllt zwei längs halbierte Flaschen mit Erde.
2. Auf der einen Bodenprobe habt ihr vorab Gras wachsen lassen. Ihr könnt die Erde auch einfach mit Mulch oder Blättern bedecken. In der zweiten Flaschenhälfte befindet sich nur nackte Erde.
3. Stellt die Flaschenhälften so auf, dass das beim Gießen überlaufende Wasser in die beiden Becher fließt. Dazu könnt ihr die Becher mit Schnur an den Flaschenhälsen befestigen. Seid kreativ beim Aufbau des Experiments!
4. Drückt die Erde in den Flaschenhälften leicht an.
5. Gießt nun Wasser über beide Bodenproben (wenn die Erde nicht gut angedrückt war, könnt ihr die erste Menge Wasser aus jedem Becher auskippen).
6. Benutzt eine Gießkanne, um in jede Flasche die gleiche Menge Wasser zu gießen.



Schaut euch das [Video](#) des Experiments an.

<sup>1</sup> Dieses Experiment basiert auf dem Experiment von der [Soils4Teachers-Webseite](#). Das OCE dankt den Autor:innen sehr herzlich.

## DIE ZUSAMMENFASSUNG DER AGRARINGENIEUR:INNEN

- ➔ Beobachtet, wie das Wasser in den einzelnen Bechern aussieht. Vergleicht eure Ergebnisse auch mit den Ergebnissen der anderen Gruppen (vor allem, wenn sich die Erde der Bodenproben unterscheidet):
- ➔ Wie könnt ihr euch die Unterschiede erklären?
- ➔ Beobachtet die Oberfläche der Bodenprobe vor, während und nach dem „Regen“. Welcher Boden ist am besten geeignet, um Erdrutsche zu verhindern?



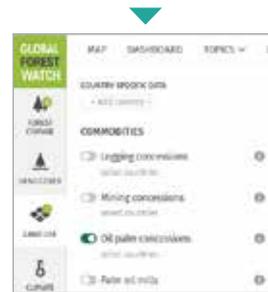
### 3. VORANSCHREITEN DER ENTWALDUNG

Wenn ihr Zugang zum Internet habt, geht auf die Webseite von Global Forest Watch: <https://www.globalforestwatch.org/map>. Ansonsten seht euch folgende Karten an.

Zoomt in die südostasiatischen Inseln Malaysias und Indonesiens.

Klickt im linken Menü auf „**FOREST CHANGE**“ (Veränderungen der Bewaldung), und anschließend auf „**DEFORESTATION ALERTS**“ (Entwaldungswarnungen). Schaut auf die rosafarbenen Flächen: Je dunkler das rosa, desto stärker ist die Entwaldung.

Klickt nun auf „**LAND USE**“ (Landnutzung) und aktiviert die Schaltfläche „**Oil palm concessions**“ (Palmöl-Konzessionen, das heißt genehmigte Palmölplantagen). Beobachtet, wo sich die Konzessionen (in orange) befinden. Vergleicht mit der Karte der Entwaldung.

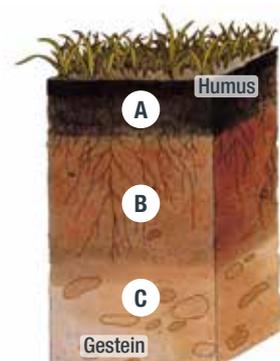


### 4. WAS FÜR PROBLEME KÖNNTE DIE ENTWALDUNG NACH SICH ZIEHEN?

Der Boden besteht aus verschiedenen Schichten. Der Mutterboden, oder Oberboden (Schicht A), ist der Ort, an dem die Wurzeln wachsen und an dem wir die größte Artenvielfalt finden können. Die Wurzeln spielen eine wichtige Rolle bei der Stabilisierung des Bodens.

Der Mutterboden ist somit die Bodenschicht mit dem höchsten Gehalt an Mineral- und Nährstoffen. Diese Stoffe sind für das Wachstum der Pflanzen unerlässlich. Wird der Mutterboden durch sintflutartige Regenfälle weggespült, hat es die nächste Generation von Pflanzen schwerer zu wachsen. **Ein schlechter Boden begünstigt die Erosion: Die Erträge und die Produktivität werden stärker beeinträchtigt.**

Die steigende Nachfrage einer wachsenden Weltbevölkerung nach Rohstoffen wie Kaffee, Sojabohnen, Palmöl und Weizen hat zur großflächigen Abholzung geführt. Leider erhöht die Abholzung einheimischer Bäume und ihre Ersetzung durch neue Baumkulturen, die den Boden nicht unbedingt „zusammenhalten“, das Risiko der Bodenerosion. Im Laufe der Zeit geht der Mutterboden (der nährstoffreichste Teil des Bodens) verloren, und **die Landwirtschaft ist gefährdet.**



Quelle: USDA (angepasst)

# UNTERRICHTSSTUNDE B4

## DER WALD, DER MENSCH UND DER KLIMAWANDEL

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften, Geografie

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 10 Minuten
- ~ Durchführung: 1 Stunde (für die Planung der Exkursion) + ein halber Tag für die Exkursion + 1 Stunde für die Nachbesprechung

### ALTER

9-15 Jahre

### LERNZIELE

Während eines Ausflugs erkunden die Schüler:innen die wichtige Rolle, die Bäume und Wälder für Lebewesen und den Klimaschutz spielen.

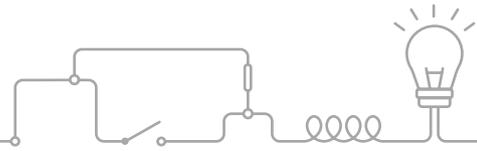
- ~ Sie erkunden ihre lokale Umgebung und deren Rohstoffe mit allen Sinnen.
- ~ Sie sammeln Proben auf wissenschaftliche Art und Weise.
- ~ Sie definieren anhand bestimmter Kriterien, was ein Baum und was ein Wald ist.
- ~ Was sind die Bedürfnisse eines Baumes?
- ~ Wälder beherbergen eine große Artenvielfalt.
- ~ Wie kann man die Auswirkungen des Klimawandels auf Wälder begrenzen und wie können Wälder das Klima schützen?

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Wald, Baum, Photosynthese, Kohlenstoffspeicher, Ökosystem, Holz, Biodiversität, Entwaldung/Abholzung

### UNTERRICHTSMETHODE

Unterricht im Freien, Experimente, Dokumentenanalyse



- Planen Sie, wie Sie sicher dorthin gelangen.
- Stellen Sie sicher, dass die rechtlichen Aspekte und Anforderungen für einen solchen Ausflug erfüllt sind.
- Bitten Sie Eltern, Fachleute oder Kolleg:innen um Hilfe.
- Erinnern Sie die Schüler:innen daran, angemessene, dem Wetter angepasste Kleidung zu tragen.
- Legen Sie Sicherheits- und Verhaltensregeln fest, z. B. keine Stöcke werfen, keine stacheligen oder giftigen Pflanzen berühren usw.
- Vereinbaren Sie ein Signal, auf das hin sich die Klasse bei Ihnen einfinden soll.

### MATERIAL FÜR DEN AUSFLUG

- Das **ARBEITSBLATT B4.1** (eins für zwei Vierergruppen; eventuell vorab laminieren)
- Das **ARBEITSBLATT B4.2** (eins pro Schüler:in)
- Das **ARBEITSBLATT B4.3** (eins für jede Gruppe; jedes Thema kann entlang der gestrichelten Linien ausgeschnitten werden)
- Das **ARBEITSBLATT B4.4** (eins für jede Vierergruppe; eventuell vorab laminieren)
- Plastiktüten für die gesammelten Proben
- Fotoapparat und/oder Smartphone (zur Aufnahme der Waldgeräusche)
- Handschuhe (um den direkten Kontakt mit möglicherweise giftigen Proben zu vermeiden)
- Ein Thermometer zur Messung der Lufttemperatur
- Ein Luxmeter oder eine entsprechende App auf dem Smartphone
- Ein Maßband oder Schnur und ein Zollstock bzw. ein Messrad (Hodometer) – für jede Gruppe
- Ein Taschenrechner oder der Taschenrechner des Smartphones – für jede Gruppe
- Bücher/Internetzugang zur Beantwortung der Schülerfragen

### MATERIAL FÜR DIE ARBEIT IM KLASSENZIMMER

- Das **ARBEITSBLATT B4.5** (eins pro Schülerpaar)
- Ein Computer mit Internetzugang (einer pro Schülerpaar); falls nicht vorhanden, das **ARBEITSBLATT B4.6** ausdrucken.

## VORBEREITUNG 10 MINUTEN

In dieser Unterrichtsstunde geht es um den Wald. Die unten aufgeführten Aktivitäten sind nur Vorschläge, die je nach Kontext verändert werden können. Die Idee ist, den Schüler:innen zu ermöglichen, den Wald in all seinen Aspekten kennenzulernen. Es ist sinnvoll, diese Unterrichtsstunde mit der vorherigen Unterrichtsstunde über den Boden zu verknüpfen.

### DINGE, DIE VOR DEM AUSFLUG ZU ERLEDIGEN SIND

- Sammeln Sie Informationen über nahegelegene Wälder oder, falls es keinen Wald in der Nähe gibt, über einen städtischen Park mit möglichst vielen Pflanzen und Bäumen.

## VORBEREITUNG FÜR DEN AUSFLUG 1 STUNDE (EINE WOCHE VORHER)

In den vorangegangenen Unterrichtsstunden haben die Schüler:innen gelernt, dass viele Gegenstände, die sie in ihrem täglichen Leben verwenden, aus natürlichen Rohstoffen (u. a. aus Pflanzen) hergestellt werden. Heute geht es um den Wald. Die Schüler:innen sollen zunächst über einige Fragen nachdenken, die Sie stellen werden. Anschließend wird eine Diskussion mit der ganzen Klasse stattfinden und die aufkommenden Ideen werden festgehalten. Die Fragen lauten: *Spielt der Wald beim Klimawandel eine Rolle? Welche und warum?* (Sie könnten erwähnen, dass es im Schatten von Bäumen kühler ist, dass Bäume CO<sub>2</sub> speichern oder dass Bäume uns mit erneuerbaren und nachhaltigen Rohstoffen versorgen.) *Wie verändert der Klimawandel die Wälder?* (Die Schüler:innen können die Auswirkungen von Dürren oder den Artenverlust erwähnen.)

Um diese Fragen zu beantworten, müssen zunächst die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Was ist ein Wald?<sup>1</sup>
- Warum sind Wälder wichtig?
- Wie wachsen Wälder?

1. Um ihr Vorwissen zu testen, bitten Sie die Schüler:innen, einen Wald zu zeichnen. Bewahren Sie die Zeichnungen auf und schauen Sie, ob sich ihre Wahrnehmungen und Kenntnisse nach dem Ausflug verändert haben.

2. Teilen Sie die Klasse in kleine Gruppen auf (maximal vier Schüler:innen pro Gruppe) und geben Sie jeder Gruppe ein großes Blatt Papier. Lassen Sie sie etwa 15 Minuten lang ohne Unterbrechung zeichnen und diskutieren.

3. Führen Sie anschließend mit der gesamten Klasse eine kurze Diskussion über die drei oben gestellten Fragen.

4. Man kann im Rahmen eines gut vorbereiteten Ausflugs mehr über Wälder herausfinden.

5. Fragen Sie: *Wie könnt ihr herausfinden, was ein Wald ist?<sup>2</sup> Wie werdet ihr Proben im Wald sammeln? Welche Werkzeuge solltet ihr benutzen, um Lebewesen einzusammeln, zu beobachten und zu bestimmen? Wie könnt ihr eure Beobachtungen festhalten?*

6. Teilen Sie die Schüler:innen erneut in Gruppen ein, damit diese den Ausflug planen. Helfen Sie ihnen mit Hinweisen und Fragen:

- **Sammeln:** mit bloßen Händen, Handschuhe, Schmetterlingsnetz, durchsichtiger Kasten
- **Beobachten und bestimmen:** mit bloßem Auge, Lupe, Fernglas, Lineal, Bestimmungsbuch oder Bestimmungsschlüssel.<sup>3</sup>
- **Aufbewahren:** Schachteln, Flaschen, Tüten, wasserfeste Filzstifte
- **Notizen machen oder bebildern:** Notizbuch, Stifte, Radiergummi, Fotoapparat, Smartphone

### → TIPP FÜR LEHRENDE

Eine Woche lang – bis zum Tag des Ausflugs – kann im Klassenzimmer eine große Kiste stehen, in die die Schüler:innen Gegenstände legen können, die sie für den Ausflug als nützlich ansehen.

7. Jede Gruppe wählt eine:n Sprecher:in und die ganze Klasse einigt sich auf eine Materialliste, wobei die Verwendung und die Bedeutung jedes Gegenstands diskutiert werden. Sie können Fragen stellen, um die Schüler:innen auf Gegenstände zu bringen, an die sie eventuell nicht gedacht haben: *Was ist, wenn man etwas aus der Ferne beobachten möchte? Was ist, wenn man einen „Beweis“ mitnehmen möchte, ohne sich selbst, dem Tier oder der Pflanze wehzutun?* Sobald sie komplett ist, wird die Liste in das Notizbuch jedes/jeder Schüler:in geschrieben.

8. Erläutern Sie, dass jedes Gruppenmitglied eine bestimmte Rolle einnehmen wird. Erklären Sie ihnen die verschiedenen Rollen:

- Der/die Zeichner:in
- Der/die Fotograf:in
- Der/die Wissenschaftler:in
- Der/die Tontechniker:in

Sie können die Regeln gemeinsam besprechen und festlegen, damit der Ausflug ein Erfolg wird. Die Kinder sollten sich diese Regeln aufschreiben.

9. Stellen Sie gegebenenfalls eine Liste mit Fragen zusammen, die dem Experten oder der Expertin gestellt werden können, sofern diese:r am Ausflug teilnimmt.

1 Dieser Teil der Unterrichtsstunde basiert größtenteils auf dem Modul 1 des folgenden Leitfadens für Lehrende der FAO, Discovering forests: Teaching guide, Rom, 2018, Seite 64: <https://www.fao.org/3/i6208e/i6208e.pdf>

2 Dieser Teil der Unterrichtsstunde basiert auf einem von Gabrielle Zimmermann/La main à la pâte entwickeltem Unterrichtsmodul über Biodiversität: <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/20221/la-biodiversite>

3 Ein Beispiel aus Großbritannien: <https://www.nhm.ac.uk/content/dam/nhmwww/take-part/identify-nature/tree-identification-key.pdf>

## BEOBSACHTUNGEN WÄHREND DES AUSFLUGS EIN HALBER TAG

### TEIL 1: SICH MIT BÄUMEN UND DEM WALD VERTRAUT MACHEN 1 STUNDE 30 MINUTEN

1. Erinnern Sie die Schüler:innen am Tag des Ausflugs daran, dass sie ein gemeinsames Ziel haben: Sie wollen Antworten auf die im Unterricht aufgeworfenen Fragen sammeln. Dafür sollen Fotos gemacht, Zeichnungen angefertigt, Proben entnommen bzw. gesammelt und Tonaufnahmen aufgenommen werden.
2. Die jeder Gruppe zugeteilte Begleitperson gibt gegebenenfalls Tipps und Tricks (**ARBEITSBLATT B4.3**).
3. Geben Sie jedem/jeder Schüler:in das **ARBEITSBLATT B4.2** und vergewissern Sie sich, dass alle es verstanden haben.
4. Fordern Sie einige Schüler:innen auf, die für den Ausflug aufgestellten Regeln zu wiederholen.
5. Ermuntern Sie die Schüler:innen, ihre besonders interessanten Entdeckungen später in der Klasse zu präsentieren.
6. Bitten Sie die Schüler:innen, sich wieder in ihre Gruppen zu begeben und die Rollenspielkarten (**ARBEITSBLATT B4.1**) nach dem Zufallsprinzip zu verteilen. Geben Sie ihnen das benötigte Material und lassen Sie sie 45 Minuten lang die Umgebung erforschen.

#### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Vielleicht ist Ihnen bei einem früheren Besuch in der Gegend etwas Interessantes aufgefallen: zum Beispiel ein Baumstumpf, an dem Baumringe beobachtet werden können, oder ein Ameisenhaufen oder eine bemerkenswerte Pflanze. Machen Sie Ihre Schüler:innen darauf aufmerksam.

7. Versammeln Sie zum Schluss die ganze Klasse und geben Sie jeder Gruppe fünf Minuten Zeit, um zu präsentieren, was sie gefunden hat. Sie können Proben und Bilder zeigen, Geräusche abspielen oder etwas erklären.
8. Überprüfen Sie im Rahmen einer allgemeinen Diskussion, was die Schüler:innen gelernt haben:

- *Was ist ein Wald?* Die Schüler:innen sollen durch diese Frage darauf kommen, dass der Wald ein Ökosystem ist. Er besteht aus Bäumen, aus Sträuchern, Gräsern und anderen Pflanzen, Moosen, Pilzen und Tieren.
- *Woraus bestehen die Bäume? Was sind deren vier Hauptbestandteile?* Baumstamm, Äste, Blätter und Wurzeln. *Was sind deren jeweilige Funktionen?* Die Blätter fangen das Sonnenlicht ein, der Stamm leitet den Pflanzensaft in Äste und Blätter, die Äste ermöglichen den Blättern, sich räumlich auszubreiten, um mehr Licht zu sammeln, und die Wurzeln nehmen Mineralstoffe und Wasser auf.
- *Warum sind Wälder für den Menschen nützlich?* Bäume produzieren Sauerstoff, den wir zum Atmen brauchen; Holz für ..., Früchte für ...; auch die Blätter können nützlich sein. Manche Bäume sind auch Gegenstand kultureller oder religiöser Überzeugungen. *Sind sie auch für andere Lebewesen nützlich?* Lassen Sie die Schüler:innen die Biodiversität um sie herum wahrnehmen.

#### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Sie können Ihre Schüler:innen bitten, ein Element des Waldes auszuwählen, das für den Menschen nützlich sein könnte. Sie sollen dieses Element der Klasse vorstellen und seinen Nutzen erklären.

### TEIL 2: DER WALD UND DER KLIMAWANDEL<sup>4</sup> 1 STUNDE (IM WALD)

1. Sobald sie sich mit ihrer Umgebung vertraut gemacht haben, sollen die Schüler:innen ihr Augenmerk auf den Zusammenhang zwischen Wald und Klimawandel legen. Lassen Sie sie die wichtigsten Fakten über den Klimawandel wiederholen. Sie sollten die wichtige Rolle des Kohlenstoffdioxids erwähnen (siehe Unterrichtsstunde A3, Seite 50). Wiederholen Sie einige wichtige Fakten über Kohlenstoff:
  - Kohlenstoff kommt in der Erdatmosphäre hauptsächlich als Kohlenstoffdioxid vor, allerdings in sehr geringen Mengen (ca. 0,04%).
  - Kohlenstoff ist ein wesentlicher Baustein des Lebens – etwa die Hälfte des Trockengewichts der meisten Lebewesen besteht aus Kohlenstoff.
  - Wälder speichern 86% des oberirdischen Kohlenstoffs auf der Erde (die Ozeane nicht inbegriffen), und 73% des im Boden enthaltenen Kohlenstoffs.

4 Dieser Teil der Unterrichtsstunde ist inspiriert durch das Buch *Forests for the Future, The Crown Estate*. Das OCE dankt den Autor:innen sehr herzlich.

2. Führen Sie eine Diskussion mit der gesamten Klasse: *Was machen die Bäume mit dem Kohlenstoffdioxid? Wo wird es gespeichert? Wie viel Kohlenstoff kann ein Baum speichern?*

3. Erklären Sie den Schüler:innen, die nun in die Rolle von Wissenschaftler:innen schlüpfen, dass sie mithilfe eines CO<sub>2</sub>-Rechners einen groben Wert für die in den Bäumen gespeicherte Kohlenstoffmenge bestimmen werden. Geben Sie jeder Gruppe ein Exemplar des **ARBEITSBLATTES B4.4**, mit dessen Hilfe sie die erste Frage beantworten können.

4. Erläutern Sie Ihren Schüler:innen die Umrechnungstabelle. Erklären Sie ihnen, was sie nicht verstanden haben. *Wie werden sie das Trockengewicht des Baumes ermitteln?* Sie müssen den Umfang des Baumstamms herausfinden. *In welcher Höhe sollen sie den Umfang messen?* Erklären Sie anhand des Bildes, dass sie den Umfang in einer mittleren Höhe messen sollten. Machen Sie die erste Messung. *Ist eine Messung ausreichend? Wie oft sollten wir messen? Sollte jedes Mal auf die gleiche Weise/an der gleichen Stelle gemessen werden? Wie stellt man sicher, dass die Messwerte nicht „verloren“ gehen?* Man kann sie in eine Tabelle eintragen. Jede Gruppe nimmt ein Maßband oder ein Stück Schnur und ein Zollstock und sucht sich einen Baumstamm aus, dessen Umfang gemessen werden soll.

5. Die Schüler:innen sollen einen mittleren Umfang ihres Baumstamms berechnen und darüber das Trockengewicht und den im Baum gespeicherten Kohlenstoff abschätzen. *Wie wird dieser Kohlenstoff schließlich aus dem Baum freigesetzt?* Durch Atmung, Abholzen und Verbrennen, Verrotten oder Zersetzen.

#### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Um Ihren Schüler:innen zu verdeutlichen, wie viel Kohlenstoff „ihr“ Baum speichern kann, können Sie fragen: *Wie viele 1 kg schwere Zuckerpakete müssten ihr auftürmen, um die Menge an Kohlenstoff darzustellen?*

6. Fragen Sie die Schüler:innen: *Wie können Wälder uns beim Klimaschutz helfen?* Bäume können Kohlenstoff in ihrem Stamm, ihren Wurzeln und Blättern speichern und ihn zur Herstellung ihrer Nahrung – Kohlenhydrate – aufnehmen. Dadurch tragen Bäume dazu bei, die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre zu verringern und das Klima zu schützen.

#### ZUSAMMENFASSUNG 5 MINUTEN

Fragen Sie Ihre Schüler:innen, bevor Sie den Ort des Ausflugs verlassen, was sie bei dieser Aktivität gelernt haben. *Was hat euch überrascht und was hat euch am meisten Spaß gemacht? Was habt ihr über Bäume, Wälder und den Klimawandel gelernt? Was hat euch an der Arbeit in kleinen Gruppen gefallen?*

#### ZURÜCK IM KLASSENZIMMER 1 STUNDE

1. Jede Gruppe stellt zusammen, was sie gesammelt hat, und lädt Bilder, Zeichnungen, Geräusch-Aufnahmen und/oder Videos auf eine gemeinsame Plattform hoch. Die Schüler:innen sollten ihren hochgeladenen Bildern, Tonaufzeichnungen, Videos usw. eine genaue Beschreibung beifügen sowie den genauen Fund- bzw. Aufnahmeort angeben.

2. Wenn einige Fragen unbeantwortet bleiben, fragen Sie: *Wie könnt ihr eine Antwort auf diese Fragen bekommen? Über Experimente? Eine Literaturrecherche?* usw.

3. *Glaubt ihr, dass alle Wälder der Welt gleich aussehen? Wie kann man ihre Unterschiede erklären?* Verteilen Sie das **ARBEITSBLATT B4.5**.

4. Wenn Sie einen Internetzugang haben, können die Schüler:innen auf die Webseite von Global Forest Watch gehen (<https://www.globalforestwatch.org/map/>), damit sie sehen, welche globalen Auswirkungen die Entwaldung hat. Wenn Sie keinen Internetzugang haben, können Sie das **ARBEITSBLATT B4.6** austeilen.

#### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Auf der Webseite von Global Forest Watch können Sie verschiedene Optionen ankreuzen. Wir empfehlen, dass sich die Schüler:innen auf „Waldveränderungen > Entwaldungsalarm“ (FOREST CHANGE > DEFORESTATION ALERTS) konzentrieren und alle anderen Optionen deaktivieren.

5. Diskutieren Sie, inwieweit Wälder, auch wenn sie in weit entfernten Ländern liegen, für Ihre Schüler:innen und Ihren Wohnort sehr wichtig sind. Sie dienen als große „Kohlenstoffsensen“, speichern Kohlenstoff und erzeugen mehr als 20% des gesamten Sauerstoffs unseres Planeten.

- *Wie wäre es, wenn es keine Bäume oder Wälder gäbe?*
- *Wie würde sich unser Leben verändern?*
- Lassen Sie die Schüler:innen in Gruppen oder mit der gesamten Klasse darüber diskutieren, wie sie wissentlich oder unwissentlich zur Abholzung der Wälder der Welt beitragen. Fragen Sie: *Wie könnt ihr dazu beitragen, solche Probleme in eurem Umfeld sowie auf der ganzen Welt zu verhindern oder zu lösen?*

#### ZUSAMMENFASSUNG 5 MINUTEN

Führen Sie eine Diskussion mit der Klasse durch. Die Schüler:innen sollten zusammenfassen, was sie in dieser Unterrichtsstunde bzw. während des Ausflugs gelernt haben:

- *Was ist ein Baum/Wald?*
- *Was sind deren Bedürfnisse?*
- *Wie können Wälder helfen, das Klima zu schützen?*

Zum Schluss können Sie Ihre Schüler:innen noch allgemein fragen: *Hat es euch Spaß gemacht, draußen Unterricht zu haben? Was werdet ihr besonders in Erinnerung behalten?*

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

### WOZU EIN AUSFLUG?

Diese Unterrichtsstunde bietet die Möglichkeit für Unterricht im Freien. Ziel ist, dass die Schüler:innen den Wald als Ökosystem kennenlernen: Ein Wald ist nicht nur eine Ansammlung von Bäumen, er beherbergt auch viele verschiedene Arten von Lebewesen. Bäume benötigen Licht, um zu wachsen, und sie nehmen Kohlenstoffdioxid auf. Daher spielen sie eine Schlüsselrolle beim Klimaschutz.

Diese Unterrichtsstunde bietet den Schüler:innen die Gelegenheit, **verschiedene Kompetenzen zu entwickeln**: Sie erkennen Geräusche des Waldes, sammeln Proben, wie es auch Wissenschaftler:innen tun, und arbeiten in Teams.

Der wichtigste Aspekt eines Ausflugs ist jedoch, dass **die Schüler:innen ihre lokale Umgebung kennenlernen**. Wenn sie ihre Kenntnisse mit einem ihnen vertrauten Ort verknüpfen, werden sie sich stärker für den Schutz des Waldes engagieren und eher bereit sein, etwas für den Klimaschutz zu unternehmen.

### BÄUME UND DER KLIMAWANDEL

Bäume unterscheiden sich von den meisten anderen Pflanzen durch ihren langlebigen (perennierenden) verholzten Stamm. Im Wald gibt es laubabwerfende Bäume, die ihre Blätter im Herbst verlieren (z. B. Eichen), und/oder immergrüne Bäume (z. B. Kiefern). Bäume wachsen sowohl in die Höhe als auch in die Breite. Einige Baumarten haben sichtbare Jahresringe, die Zeugen ihres Wachstums sind: Die inneren Schichten (die früher einmal die äußere Rinde waren) zeigen das Alter des Baumes an. Diese Wachstumsringe spiegeln sowohl die jahreszeitlichen Veränderungen als auch Veränderungen des Klimas wider. Die Blätter haben eine große Oberfläche: Sie fangen Licht ein und nehmen Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid (zwei Gase) auf – für die Atmung und die Photosynthese. Der Stamm ist fest und erlaubt es dem Baum, in die Höhe zu schießen. Die Wurzeln wachsen weit in den Boden hinein, um Wasser und Nährstoffe aufzunehmen.

Bäume spielen beim Klimawandel eine Schlüsselrolle, da sie große Mengen an atmosphärischem Kohlenstoff in Kohlenhydrate umwandeln (siehe Unterrichtsstunde A5, Seite 71) oder den Kohlenstoff im Boden speichern. Abholzung und Holzverbrennung führen im Gegenzug dazu, dass zuvor gespeicherter Kohlenstoff freigesetzt wird, wodurch sich der atmosphärische Kohlenstoffgehalt erhöht und somit zum Klimawandel beiträgt.



**ZEICHNER:IN**

**Meine Rolle**

Ich fertige Zeichnungen an, um zu beschreiben, aus was der Wald besteht und wie seine Bestandteile zusammenwirken: die verschiedenen Bäume, die Blätter, die Tiere usw.



**WISSENSCHAFTLER:IN**

**Meine Rolle**

Ich sammle Blätter, kleine Zweige, tote Insekten usw. Ich versuche, sie zu bestimmen und packe sie in kleine Tüten, um sie mit in die Schule zu nehmen. Manchmal verwende ich auch Messinstrumente, um Größen, Temperatur, Helligkeit usw. zu messen.  
**Ich trage Handschuhe!**



**FOTOGRAF:IN**

**Meine Rolle**

Ich mache Fotos, um festzuhalten, was ein Wald ist, was ein Baum ist, welche Tiere ich beobachte. Ich dokumentiere auch die experimentellen Ergebnisse der Wissenschaftler:innen.



**TONTECHNIKER:IN**

**Meine Rolle**

Ich nehme die Geräusche des Waldes auf und versuche zu bestimmen, von welchem Tier sie kommen. Manchmal drehe ich auch ein kurzes Video.



**ZEICHNER:IN**

**Meine Rolle**

Ich fertige Zeichnungen an, um zu beschreiben, aus was der Wald besteht und wie seine Bestandteile zusammenwirken: die verschiedenen Bäume, die Blätter, die Tiere usw.



**WISSENSCHAFTLER:IN**

**Meine Rolle**

Ich sammle Blätter, kleine Zweige, tote Insekten usw. Ich versuche, sie zu bestimmen und packe sie in kleine Tüten, um sie mit in die Schule zu nehmen. Manchmal verwende ich auch Messinstrumente, um Größen, Temperatur, Helligkeit usw. zu messen.  
**Ich trage Handschuhe!**



**FOTOGRAF:IN**

**Meine Rolle**

Ich mache Fotos, um festzuhalten, was ein Wald ist, was ein Baum ist, welche Tiere ich beobachte. Ich dokumentiere auch die experimentellen Ergebnisse der Wissenschaftler:innen.



**TONTECHNIKER:IN**

**Meine Rolle**

Ich nehme die Geräusche des Waldes auf und versuche zu bestimmen, von welchem Tier sie kommen. Manchmal drehe ich auch ein kurzes Video.



Name, Vorname: .....

➔ Meine Rolle: Was sind meine Aufgaben?

➔ Schreibt die Fragen zum Thema Wald auf, die ihr euch in der Klasse gestellt habt:

Beispiele: Was ist ein Baum und wie nimmt er seine Nahrung auf? Was ist ein Wald? Warum sind Wälder wichtig?

➔ Wie fühlst du dich, wenn du von Bäumen umgeben bist? Setze all deine Sinne ein.

➔ Ist der Wald anders, als du ihn dir vorgestellt hast?

➔ Beschreibe, was du zur Beantwortung der Fragen gesammelt hast:

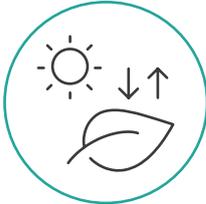
➔ Welche Fragen bleiben unbeantwortet?

➔ Fertige auf der Rückseite dieses Blattes eine Skizze eines Baumes an – inklusive Legende. Es sollten auch die Wechselwirkungen zwischen dem Baum und seiner Umgebung (Boden und Atmosphäre) dargestellt werden. In deiner Skizze sollten folgende Begriffe vorkommen: Blätter – Stamm – Ast/Äste – Wurzeln – Sauerstoff – Kohlenstoffdioxid – Boden – Atmosphäre – Sonnenlicht – Wasser – Mineralstoffe.



## HILFESTELLUNGEN!

Sollte den Schüler:innen erklärt werden, falls nötig ... aber nicht zu früh!



### WAS IST PHOTOSYNTHESE?

Die Photosynthese ist eine chemische Reaktion, die **in den Blättern von Bäumen und Pflanzen** abläuft. Wenn Blätter dem Sonnenlicht ausgesetzt sind, **nutzen sie dieses Licht, um Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre in Kohlenhydrate wie beispielsweise Glukose umzuwandeln**. Bäume und Pflanzen stellen auf diese Weise ihre eigene Nahrung her. Sie brauchen dazu Wasser, das sie mit ihren Wurzeln aus dem Boden aufnehmen. Bei der Photosynthese entsteht Sauerstoff, der in die Atmosphäre gelangt.

Hinweis: **Pflanzen atmen auch!** Tagsüber laufen Photosynthese und Atmung parallel, nachts atmen die Pflanzen nur.



### WAS IST EIN BAUM?

Ein Baum ist eine Pflanze, deren Stamm aus Holz besteht. Dieses Holz enthält **leitende Gefäße**, die genauso funktionieren wie deine Blutgefäße, die das Blut in deinem Körper transportieren: Anstelle von Blut haben Bäume Pflanzensaft, der Kohlenhydrate, Mineralstoffe und Wasser transportiert!



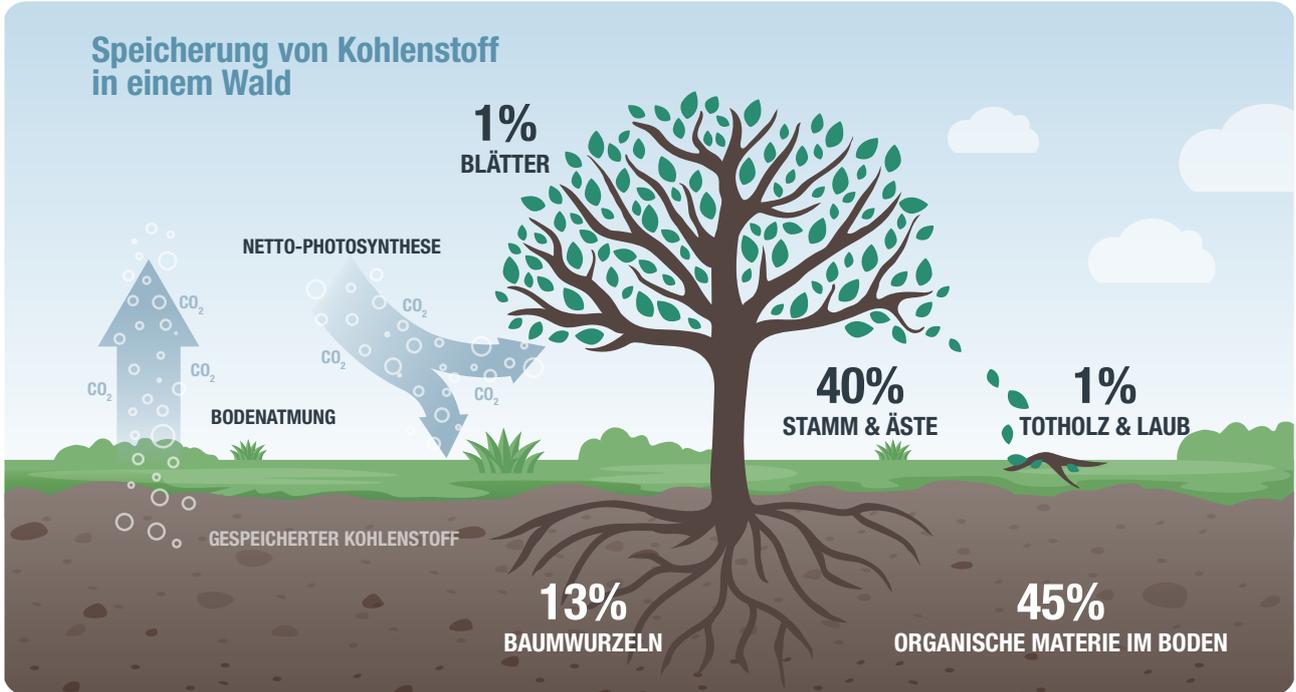
### WAS SIND DIE VERSCHIEDENEN BESTANDTEILE EINES BAUMES?

Ein Baum besteht aus vier sichtbaren Teilen und einem, der unter der Erde verborgen ist:

- **Die Blätter** nehmen aus der Atmosphäre Kohlenstoffdioxid auf und geben bei Tageslicht Sauerstoff ab.
- **Die Äste** sind mit den Blättern verbunden.
- **Der Stamm** besteht aus Holz und ist von Rinde umgeben.
- **Die Blüten, Früchte und Samen:** Im Frühling und/oder Sommer blühen die Pflanzen. Die Blüten verwandeln sich nach der Bestäubung in Früchte, die Samen enthalten.
- **Die Wurzeln** sind im Boden verborgen, sie nehmen Mineralstoffe und Wasser auf.



## WAS PASSIERT MIT DEM KOHLENSTOFFDIOXID IN DEN PFLANZEN?

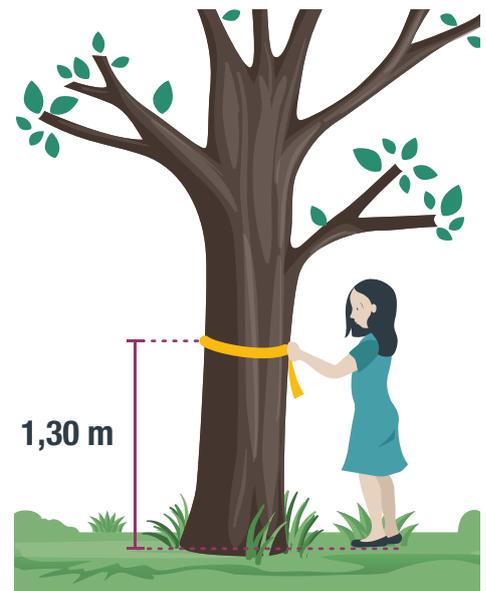


Quelle: Infografik (angepasst) von <https://www.egro.dk/carbon-storage-great-lakes-forest/>

### ANLEITUNG ZUR MESSUNG DES STAMMUMFANGS UND ABSCHÄTZUNG DES GESPEICHERTEN KOHLENSTOFFS

1. Miss den Umfang des Baumstamms in ca. 1,30 Meter Höhe mit einem Maßband. Schreibe dir den Wert in Zentimetern auf. Wiederhole die Messung mindestens drei Mal, in der gleichen Höhe, und berechne den Mittelwert der Messungen.
2. Sobald du den Umfang bestimmt hast, sieh in der Tabelle nach und schätze das Trockengewicht des Baums ab. Verwende den Wert, der deinem Messwert am nächsten ist (wenn du das schon gelernt hast, kannst du das Trockengewicht auch extrapolieren).
3. Da der Kohlenstoff im Baum etwa die Hälfte seines Trockengewichts ausmacht, musst du dein Ergebnis durch zwei teilen. Dann hast du abgeschätzt, wie viel Kohlenstoff in dem Baum gespeichert ist.
4. Du kannst auch berechnen, wie viel Kohlenstoffdioxid absorbiert wurde, um diesen Kohlenstoffspeicher anzulegen: Dazu musst du die Menge an Kohlenstoff mit 3,67 multiplizieren.

UMFANG (CM)	TROCKENGEWICHT DES BAUMES (KG)
50	106
100	668
150	1 1964
200	4 221
225	5 771
250	7 641
275	9 842
300	12 410
325	15 350
350	18 700
400	26 674



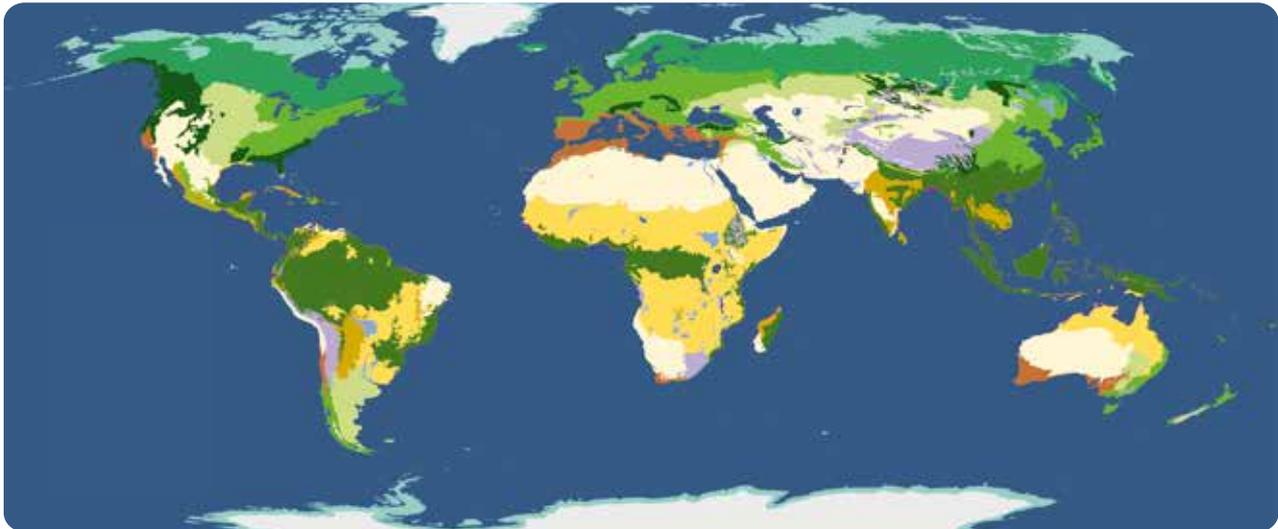
Diese Werte wurden von Forest Research für einen durchschnittlichen Laubbaum im Arboretum von Westonbirt bestimmt. Sie liefern daher nur Schätzwerte. Bäume wachsen unterschiedlich schnell, je nach Baumart, Boden, Hanglage, klimatischen Bedingungen usw.



Die beiden Karten zeigen die verschiedenen Vegetationstypen und Klimazonen der Welt.

- Erstelle eine Liste mit den verschiedenen Waldtypen.
- Welcher Typ entspricht dem Wald, der Ziel eures Ausflugs war?
- Wie könnt ihr euch erklären, wo welcher Wald wächst?
- Welche Auswirkungen könnte der Klimawandel auf diese Wälder haben?

## DIE VEGETATIONSTYPEN DER ERDE

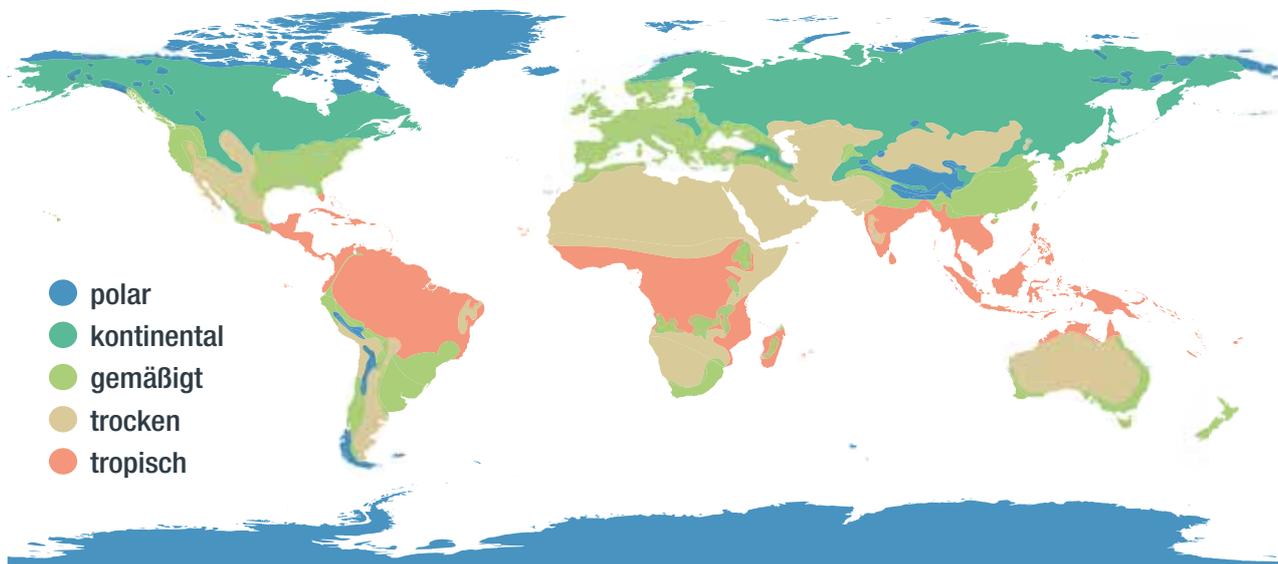


### Biome der Erde

- |                                   |   |   |
|-----------------------------------|---|---|
| ● Tundra                          | ● Grasland, Savannen, gemäßigte Strauchlandschaften             | ● Überflutete Wiesen und Savannen       |
| ● Boreale Wälder (Taiga)          | ● Tropische und subtropische Nadelwälder                        | ● Wüsten und Dornstrauchsavannen        |
| ● Bergwiesen und Sträucher        | ● Tropische und subtropische feuchte Laubwälder                 | ● Mangroven                             |
| ● Gemäßigte Laub- und Mischwälder | ● Tropische und subtropische trockene Laubwälder                | ● Mittelmeerwälder, Wälder und Gestrüpp |
| ● Gemäßigte Nadelwälder           | ● Tropisches und subtropisches Grasland, Savannen und Buschland |   |

Quelle: Wikipedia Commons

## DIE KLIMATA DER ERDE





Diese beiden Karten zeigen das Fortschreiten der Entwaldung zwischen 2004 und 2020. Je dunkler die rosa Flecken sind, desto mehr wurde abgeholzt.

## KARTEN DER ENTWALDUNGSWARNUNGEN



Quelle: <https://www.globalforestwatch.org/map>

# UNTERRICHTSEINHEIT C

## LAND UND KLIMAWANDEL

Die Erde ist ein komplexes System, das sich im Gleichgewicht befindet und in dem alles miteinander verknüpft ist. **Daher wirkt sich der Klimawandel zwangsläufig auf das gesamte System aus, und seine Auswirkungen sind vielfältig.**

In dieser Unterrichtseinheit geht es in vier Unterrichtsstunden um die Folgen des Klimawandels für das Land und darum, wie die Landmassen das Klima regulieren. Der Klimawandel hat auch sichtbare Folgen in wichtigen Ökosystemen und menschlichen Gemeinschaften. Die damit einhergehenden Probleme werden hier ebenfalls untersucht.

### LISTE DER UNTERRICHTSSTUNDEN

Kern-Unterrichtsstunde  optionale Unterrichtsstunde

<input checked="" type="radio"/>	<b>C1</b>	9-15 Jahre	<b>Ernährungsgewohnheiten und Klimawandel</b> Naturwissenschaften, Geografie Die Schüler:innen erforschen, über eine Multimedia-Animation oder ein Kartenspiel, den Zusammenhang zwischen Ernährung und Klimawandel.	<u>Seite 138</u>
<input type="radio"/>	<b>C2</b>	12-15 Jahre	<b>Klimawandel und Landwirtschaft</b> Naturwissenschaften, Geografie Die Schüler:innen lernen mittels einer Dokumentenanalyse, wie die moderne Landwirtschaft vom Klimawandel betroffen ist und wie die Landwirtschaft das Klima auf der ganzen Erde beeinflusst.	<u>Seite 156</u>
<input checked="" type="radio"/>	<b>C3</b>	12-15 Jahre	<b>Extreme Ereignisse und Landdegradation</b> Geografie Anhand einer Dokumentenanalyse erfahren die Schüler:innen, dass der Klimawandel zu einer Zunahme extremer Ereignisse geführt hat, was zahlreiche Folgen für die Menschen hat.	<u>Seite 173</u>
<input type="radio"/>	<b>C4</b>	9-12 Jahre	<b>Der Klimawandel, der Mensch und die Biodiversität</b> Naturwissenschaften Mit einem Rollenspiel oder Multimedia-Animationen erkunden die Schüler:innen verschiedene Nahrungsnetze an Land.	<u>Seite 183</u>

# UNTERRICHTSSTUNDE C1

## ERNÄHRUNGSGEWOHNHEITEN UND KLIMAWANDEL

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften, Geografie

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 10 Minuten
- ~ Aktivität: 1 Stunde (Teil 1); 1,5 Stunden (Teile 1 & 2)

### ALTER

Teil 1: 9-15 Jahre  
Teil 2: 12-15 Jahre

### LERNZIELE

Die Schüler:innen erforschen, über eine Multimedia-Animation oder ein Kartenspiel, den Zusammenhang zwischen Ernährung und Klimawandel.

Sie lernen:

- ~ Mit wachsender Weltbevölkerung steigt auch der Bedarf an Nahrungsmitteln und die Nachfrage nach Land.
- ~ Die Art und Weise, wie wir Lebensmittel produzieren, hat Auswirkungen auf den Klimawandel.
- ~ Die Art und Weise, wie wir Lebensmittel konsumieren, wirkt sich ebenfalls auf den Klimawandel aus, da die Landwirtschaft ein wichtiger Verursacher von Treibhausgasemissionen ist. Änderungen in der Ernährung haben einen erheblichen Einfluss auf die Verringerung der Treibhausgasemissionen.
- ~ Viele Nahrungsmittel verderben oder werden verschwendet; dabei gibt es große regionale Unterschiede.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

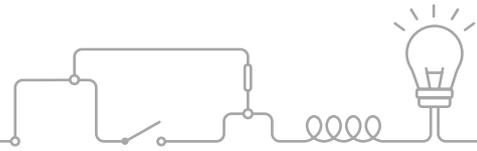
CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, Wasserfußabdruck, Bodenflächenbedarf, Ernährungsgewohnheiten, Ungleichheiten, Nahrungsmittelsicherheit, Nahrungsressourcen, Lebensmittelverschwendung, Lebensmittelverluste

### UNTERRICHTSMETHODE

Kartenspiel oder Multimedia-Animation, Dokumentenanalyse

### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Diese Unterrichtsstunde ist für zwei Leistungsniveaus konzipiert: Teil 1 ist eher für 9-12-jährige Schüler:innen geeignet, während sich 12-15-Jährige mit beiden Teilen befassen können.



## VORBEREITUNG 10 MINUTEN

### MATERIAL

- Bitten Sie Ihre Schüler:innen am Tag vor dieser Unterrichtsstunde, Lebensmittelverpackungen mit Informationen zu Nährwert und Verarbeitung mitzubringen. Stellen Sie klar, dass Sie verschiedene Kategorien von Lebensmitteln mitbringen sollten (Nudeln, Reis, Obst, Joghurt, Gemüse, Kekse usw).
- Für Schüler:innen unter 12 Jahren: das **ARBEITSBLATT C1.1** (eins für jede Gruppe)
- Für 12- bis 15-jährige Schüler:innen: die **ARBEITSBLÄTTER C1.1, C1.2 und C1.3** (je eins für jede Gruppe)
- Optional: das **ARBEITSBLATT C1.4** (eins pro Schüler:in).
- **Option 1:** Computer (mindestens einer pro Schülerpaar), um mit der Multimedia-Animation „Die Auswirkungen unserer Lebensmittel“ zu spielen
- **Option 2:** Das Kartenspiel der **ARBEITSBLÄTTER C1.5 und C1.6**



### VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE

1. Drucken Sie die Arbeitsblätter aus, die dem Leistungsstand Ihrer Schüler:innen entsprechen (die **ARBEITSBLÄTTER C1.4 und C1.6** sind optional – siehe Punkt 2 und den Abschnitt „Nachbereitung“).
2. Die Multimedia-Animation kann entweder online oder offline genutzt werden (sie kann vorab heruntergeladen werden). Wenn in der Schule keine Computer zur Verfügung stehen, kann die Aktivität auch „unplugged“ (**ARBEITSBLÄTTER C1.5 und C1.6**) oder zu Hause (wenn die Schüler:innen zu Hause einen Internetanschluss haben) durchgeführt werden.

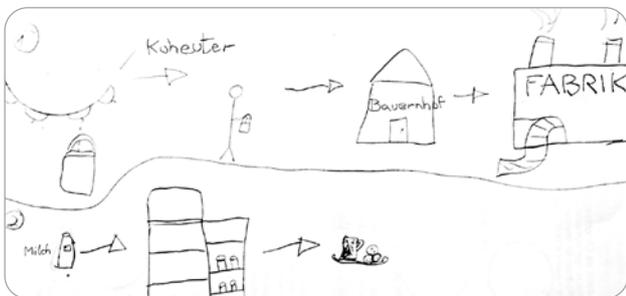
## EINLEITUNG 5 MINUTEN

In den vorangegangenen Unterrichtsstunden haben die Schüler:innen gelernt, dass Menschen die Böden auf unterschiedliche Weise nutzen. Diskutieren Sie mit Ihren Schüler:innen über die Bedeutung der Landwirtschaft für den Menschen. Beim Stichwort Ernährung kann die Diskussion auf den Zusammenhang zwischen Ernährung und Klimawandel gelenkt werden.

## DURCHFÜHRUNG 45 MINUTEN (TEIL 1), 1 STUNDE 15 MINUTEN (TEILE 1 & 2)

### TEIL 1: VERGLEICH VERSCHIEDENER ERNÄHRUNGS- WEISEN<sup>1</sup> 45 MINUTEN

1. Nehmen Sie eine der Lebensmittelverpackungen, die Ihre Schüler:innen mit in die Schule gebracht haben. Zeigen Sie anhand einer Zeichnung die verschiedenen Verarbeitungsschritte, die dieses Lebensmittel durchlaufen hat, bis es auf dem Teller gelandet ist. Befragen Sie Ihre Schüler:innen, damit sie den Zusammenhang herstellen zwischen Akteuren (wer hat was mit dem Lebensmittel gemacht?), Rohstoffen und, wenn möglich, Stationen (Orten), die dieses Lebensmittel durchlaufen hat. *Welche Teile dieses Systems verbrauchen fossile Brennstoffe, müssen transportiert werden oder benötigen Wasser? Ist die Zeichnung der Schüler:innen vollständig?* Die Zeichnung gibt Aufschluss über den ökologischen Fußabdruck des Lebensmittels: Es werden die natürlichen Ressourcen erfasst, die für die Produktion dieses Lebensmittels benötigt werden, sowie die damit verbundene Umweltverschmutzung (durch den Transport und den Energieverbrauch bei der Verarbeitung). Das beinhaltet insbesondere den Verbrauch von Landfläche, Wasser und fossilen Brennstoffen (Benzin).



Beispiel für eine Schülerzeichnung: Der Weg zu einer Flasche Milch

2. Verteilen Sie das **ARBEITSBLATT C1.1: Hat jede Ernährungsweise die gleichen Auswirkungen auf den Planeten? Warum? Wie könnt ihr das beweisen?** Die Schüler:innen schauen sich die mitgebrachten Verpackungen an: Können sie auf diesen Verpackungen Informationen über diese Auswirkungen finden? Wahrscheinlich nicht.

3. Um die Auswirkungen verschiedener Nahrungsmittel auf den Planeten – und damit auf das Klima – zu

vergleichen, muss man entweder ihren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck<sup>2</sup> oder/und ihren Wasserfußabdruck vergleichen. Man kann auch die Landfläche vergleichen, die für den Anbau und die Verarbeitung benötigt wird – vom Bauernhof bis zum Teller.

#### → TIPP FÜR LEHRENDE

In der Animation können drei verschiedene Parameter untersucht werden: der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, der Wasserverbrauch und der Bodenflächenbedarf. Am besten wählen die Schüler:innen zunächst den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck aus und befassen sich erst später mit den anderen beiden Parametern.

4. Ihre Schüler:innen können auch eigenständig die Animation durchspielen und anschließend in Kleingruppen darüber diskutieren.

#### → TIPP FÜR LEHRENDE

Bei dem Spiel gibt es zwei Schwierigkeitsstufen: Bei der „leichten Stufe“ müssen die Schüler:innen nur 10 Karten bewerten. Bei der „schwierigen Stufe“ sind es 20. Mit jüngeren Schüler:innen kann man das Spiel einmal mit der gesamten Klasse durchspielen.

- Zeigen Sie den Schüler:innen zwei Karten und bitten Sie sie, sie zu sortieren. Sie können die Antwort an die Tafel schreiben.
- Wenn Sie in die Hände klatschen, sollen sie ihre Antwort zeigen.
- Besprechen Sie die Ergebnisse gemeinsam und geben Sie die richtige Antwort.
- Wiederholen Sie das Ganze noch ein paar Mal.

5. Wenn das Spiel zu Ende ist, können Sie je nach verbleibender Zeit die Kinder bitten, mithilfe der Karten ihr Lieblingsessen zusammenzustellen und den damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu berechnen. Sie können dann untereinander über die Ergebnisse diskutieren.

6. Vergleichen Sie die Ergebnisse der CO<sub>2</sub>-Fußabdrücke und lassen Sie die Schüler:innen einen Blick auf die anderen Parameter werfen: den Wasserfußabdruck und den Bodenflächenbedarf. Wird die Rangfolge bei diesen Parametern die gleiche sein? Einige Nahrungsmittel benötigen viel Landfläche für den Anbau und die Verarbeitung, was oft bedeutet, dass viele Bäume gefällt werden müssen. Andere

1 Teile dieser Unterrichtsstunde basieren auf dem "Interactive Guide: Understanding Food and Climate Change" des Center of Ecoliteracy: [https://foodandclimate.ecoliteracy.org/interactive-guide/page\\_0002.xhtml](https://foodandclimate.ecoliteracy.org/interactive-guide/page_0002.xhtml). Das OCE dankt den Autor:innen ganz herzlich.  
2 Die Unterrichtsstunde D4 befasst sich eingehender mit dem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, und zwar nicht nur mit demjenigen von Lebensmitteln, sondern auch mit demjenigen vieler anderer menschlicher Aktivitäten.

Nahrungsmittel verbrauchen, bis sie auf unseren Tellern landen, fossile Brennstoffe oder tragen anderweitig zur Umweltverschmutzung bei. Andere wiederum „verbrauchen“ große Mengen an Wasser. Es ist also nicht so einfach, jene Nahrungsmittel auszuwählen, die die geringsten Auswirkungen auf unseren Planeten haben.

7. *Wie lässt sich erklären, dass Fleischkonsum unserer Umwelt mehr schadet als das Verzehren von Gemüse oder Obst?* Antwort: Wenn wir Rindfleisch essen, müssen die Rinder zunächst mit Pflanzen (in der Massentierhaltung oft Soja) gefüttert werden. Das Gemüse und Obst essen wir direkt.

#### → TIPP FÜR LEHRENDE

Die in dieser Unterrichtsstunde angegebenen Werte für die Treibhausgasemissionen sowie die Werte für den Wasserverbrauch und den Bodenflächenbedarf sind nur Richtwerte. Sie hängen von zahlreichen Faktoren ab, zum Beispiel von der Art des Bodens, den landwirtschaftlichen Praktiken usw. Sie können versuchen, genauere Werte für Ihr eigenes Land/Ihre eigene Region zu finden.

8. Wenn sie sich die Bilder auf dem **ARBEITSBLATT C1.1** und die Antworten auf die Fragen unter Punkt 2 noch einmal ansehen, sollten die Schüler:innen in der Lage sein, herauszufinden, ob sie mit ihrer Einschätzung, welche Familie den größten/geringsten Fußabdruck hat, richtig lagen. Sie sollten dies auch auf der Grundlage des gerade Gelernten begründen können. Sie können anschließend über andere Auswirkungen ihrer Ernährungsgewohnheiten auf die Umwelt nachdenken.

#### → TIPP FÜR LEHRENDE

Für Schüler:innen unter 12 Jahren empfehlen wir, die Unterrichtsstunde hier zu beenden.

9. Bitten Sie die Schüler:innen mithilfe des **ARBEITSBLATTES C1.2** ihre Antworten zu begründen und Lösungen vorzuschlagen, um die Auswirkungen unserer Ernährung auf die Umwelt zu verringern. Sie sollten erkennen, dass eine Möglichkeit zur Verringerung dieser Auswirkungen darin besteht, sich mehr pflanzlich zu ernähren.

## TEIL 2: LEBENSMITTELVERSCHWENDUNG UND LEBENSMITTELVERLUSTE 30 MINUTEN

10. Die Schüler:innen betrachten die Fotos auf dem **ARBEITSBLATT C1.1** und vergleichen die von den verschiedenen Familien verzehrten Lebensmittelmengen. *Wir essen mehr als früher und mehr, als wir brauchen. Was könnten die Folgen sein?* Bei der Diskussion über diese Aussage wird wahrscheinlich das Thema Lebensmittelverschwendung bzw. Lebensmittelverluste aufkommen. Erklären Sie den Unterschied zwischen diesen beiden Begriffen.

11. *Sind die Lebensmittelverschwendung und -verluste in allen Ländern gleich groß?* Die Schüler:innen sollen sich mit dem **ARBEITSBLATT C1.3** befassen, um diese Frage zu beantworten und die Antwort zu erklären.

## ZUSAMMENFASSUNG 10 MINUTEN

Nach dieser Unterrichtsstunde sollten Ihre Schüler:innen in der Lage sein, den Zusammenhang zwischen Ernährungsgewohnheiten und den Folgen für das Klima zu erkennen: Je pflanzlicher unsere Ernährung ist, desto besser ist das für die Umwelt und das Klima. Diskutieren Sie mit den Schüler:innen, welche Maßnahmen sie ergreifen könnten, um die mit der Ernährung verbundenen Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Wenn Sie noch weiter gehen möchten, verteilen Sie das **ARBEITSBLATT C1.4**. Die Schüler:innen kreuzen die Maßnahmen an, die sie bereit sind zu ergreifen. Sie können auch über die verschiedenen Vorschläge und/oder die Bereitschaft oder die Verweigerung, Essgewohnheiten zu ändern, diskutieren. Diese Diskussion führt meistens unweigerlich dazu, auch über den sozialen Aspekt bei der Wahl der Ernährungsweise nachzudenken.

### OPTIONALE ERWEITERUNG: GLOBALISIERUNG

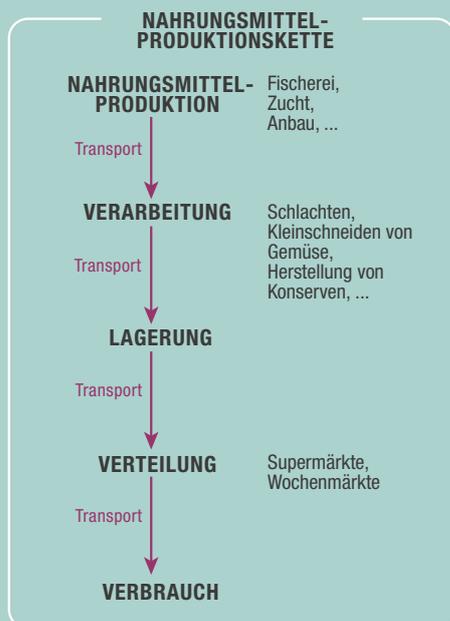
Mit Globalisierung bezeichnet man die weltweite Vernetzung von Kulturen und Volkswirtschaften sowie den Austausch von Produkten und Ideen. Die Lebensmittel in Ihrem Supermarkt können zum Beispiel in Japan, Mexiko, Kanada oder Spanien gezüchtet oder angebaut worden sein. Sushi ist ein Beispiel für ein globales Nahrungsmittel, das auf der ganzen Welt gegessen wird und Auswirkungen auf die Fischbestände hat. Lassen Sie die Schüler:innen in verschiedene Rollen schlüpfen (Fischer:in, Restaurantbesitzer:in, Verbraucher:in, Ökonom:in, Wildtierbiolog:in, Wirtschaftsminister:in der Regierung usw.) und über das Für und Wider der Globalisierung diskutieren. Einige Fragen zum Nachdenken: *Was ist Globalisierung? Was hat zur Globalisierung geführt? Profitieren alle gleichermaßen davon? Gibt es auch negative Auswirkungen?*

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

### ERNÄHRUNG UND KLIMAWANDEL

**Nahrungsmittel und Klimawandel hängen in vielerlei Hinsicht zusammen:** Um Platz für neue landwirtschaftliche Flächen und die Viehzucht zu schaffen, werden Wälder abgeholzt – oft durch Brandrodung, bei der Kohlenstoffdioxid freigesetzt wird. Bei der Viehzucht und dem Reisanbau wird Methan emittiert, beim Einsatz von künstlichen Düngemitteln Lachgas. Zudem werden für den Transport von Nahrungsmitteln und in der Landwirtschaft (Betreiben von Traktoren und Maschinen) fossile Brennstoffe (Benzin/Diesel) verbrannt, was zur Emission von Kohlenstoffdioxid führt.

Der Lebensmittelsektor ist für **etwa ein Viertel der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich**.<sup>1</sup> Diese Emissionen umfassen jeden Schritt, den unsere Nahrungsmittel vom Bauernhof bis auf den Teller durchlaufen.



Für viele dieser Schritte werden fossile Rohstoffe benötigt, es sei denn, es werden erneuerbare Energien eingesetzt. Es haben nicht alle Schritte den gleichen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck bzw. den gleichen Wasser- oder Bodenflächenbedarf: So stößt ein Viehzuchtbetrieb mehr Treibhausgase aus (vor allem

Methan und Lachgas) als ein Ackerbaubetrieb. Ein Viehzuchtbetrieb verbraucht auch mehr Wasser, und das auf einer größeren Fläche.

**Die Viehzucht ist auch die Produktionsstufe, die die größten Auswirkungen auf die Umwelt hat, und nicht der Transport von Nahrungsmitteln**, wie man vielleicht meinen könnte. Eine Reduzierung des Fleischkonsums und die Bevorzugung saisonaler Produkte haben einen größeren Einfluss auf die Verringerung der Treibhausgasemissionen als der Verzehr regionaler Produkte oder der Einkauf zu Fuß oder mit dem Fahrrad. Die Schüler:innen können sich mit dem **ARBEITSBLATT C1.3** ein Bild der Auswirkungen der einzelnen Schritte machen.

### WÜRD EINE ERNÄHRUNGSUMSTELLUNG HELFEN?

Eine Änderung der Ernährungsweise hilft auf alle Fälle. Wenn alle Menschen auf der Welt vegan leben würden, könnte dies die Treibhausgasemissionen aus der Landnutzung um bis zu einem Drittel reduzieren (Abschätzung für 2050, Vergleich mit dem IPCC-Referenzszenario „Weiter wie bisher“) und sogar zu einer Regeneration der Wälder führen. Wer sich nicht vegan ernähren möchte, könnte zumindest weniger Fleisch und Milchprodukte essen. Im Internet findet man zahlreiche klimafreundliche Rezepte, zum Beispiel auf der Seite von Greenpeace Schweiz: <https://www.greenpeace.ch/de/handeln/rezefte-fuer-das-klima/>.

### LEBENSMITTELVERLUSTE UND -VERSCHWENDUNG

Die FAO definiert Lebensmittelverluste als Verringerung von essbaren Lebensmitteln während der Produktion, der Handhabung nach der Ernte und der Verarbeitung. Das Wegwerfen von Lebensmittel durch die Verbraucher:innen wird hingegen als Lebensmittelverschwendung bezeichnet. Die Verringerung von Lebensmittelverlusten und -verschwendung verkleinert den ökologischen Fußabdruck, auch wenn einige Optionen zur Verringerung der Lebensmittelverluste z. B. von Erntetechniken oder Infrastrukturen abhängen (siehe den Wissenschaftlichen Überblick, Seite 18).

<sup>1</sup> Reducing food's environmental impacts through producers and consumers, J. Poore and T. Nemecek, *Science*, **360** 6392 (2018), 987-992. Die in dem Artikel angegebene Zahl ist 26%.



Peter Menzel ist ein amerikanischer Fotograf, der vierundzwanzig Länder bereiste, um zu untersuchen, wie die Menschen auf der ganzen Welt essen. Er hat verschiedene Familien abgelichtet, zusammen mit den Lebensmitteln, die sie in einer Woche gekauft haben.

© Peter Menzel/Cosmos (2006) – Hungry Planet: What the World Eats



**MALI** Ausgaben für Lebensmittel in einer Woche: 22,40€



**TSCHAD** Ausgaben für Lebensmittel in einer Woche: 1,04€



**USA** Ausgaben für Lebensmittel in einer Woche: 290,27€



**DEUTSCHLAND** Ausgaben für Lebensmittel in einer Woche: 424,45€



© Peter Menzel/Cosmos (2006) – Hungry Planet: What the World Eats



**ITALIEN** Ausgaben für Lebensmittel in einer Woche: 220,78€



**ECUADOR** Ausgaben für Lebensmittel in einer Woche: 26,78€



**JAPAN** Ausgaben für Lebensmittel in einer Woche: 269,28€



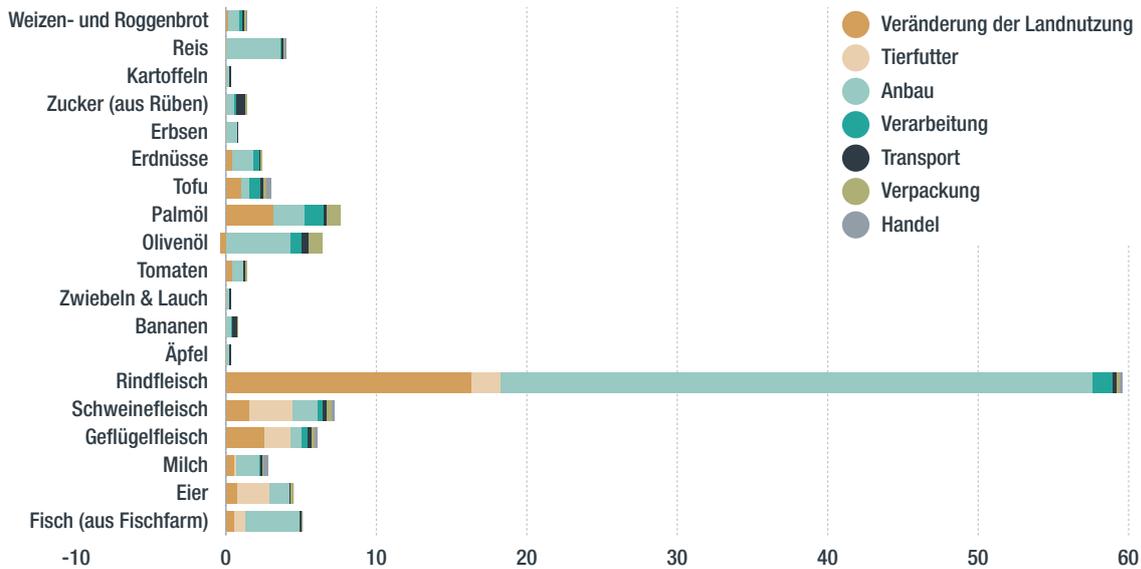
**MEXIKO** Ausgaben für Lebensmittel in einer Woche: 160,50€



Die folgenden Diagramme zeigen die Auswirkungen der Lebensmittelproduktion auf unsere Erde, je nach Lebensmittel, das wir essen bzw. je nach Ernährungsweise. Es sind die Treibhausgasemissionen (in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent) für verschiedene Lebensmittel angegeben.

- ➔ Wie könnt ihr anhand der CO<sub>2</sub>-Emissionen für die einzelnen Produktionsschritte verschiedener Lebensmittel begründen, dass eine Ernährungsumstellung mehr zur Verringerung der Treibhausgasemissionen beiträgt als der Kauf regionaler Lebensmittel?
- ➔ Erläutert anhand der Treibhausgas-Minderungspotenziale der verschiedenen Ernährungsweisen, welche am besten geeignet ist, um alle Menschen in Zukunft mit Nahrung zu versorgen und gleichzeitig das Klima zu schützen.

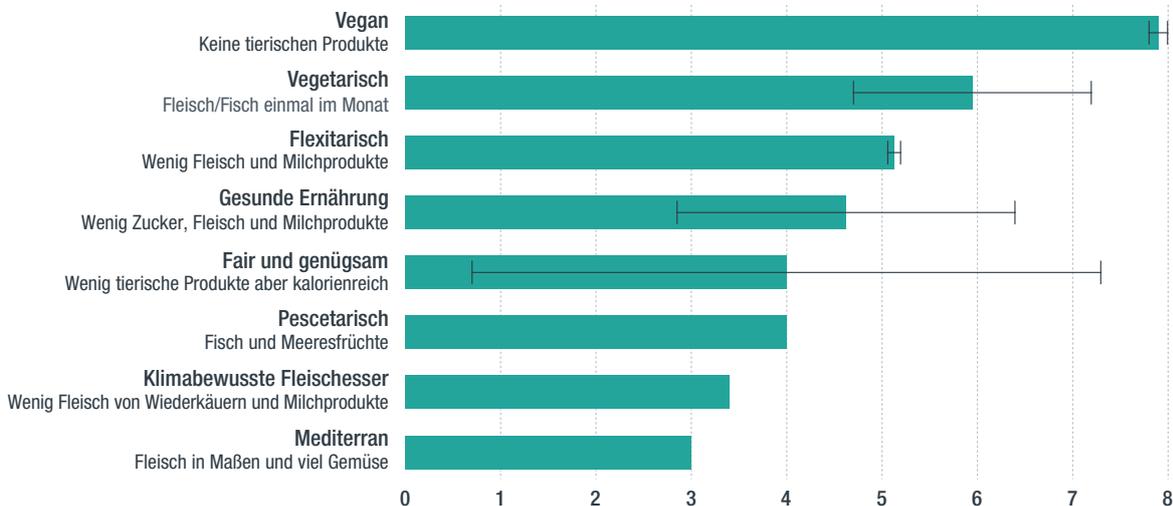
## TREIBHAUSGASEMISSIONEN FÜR DIE EINZELNEN PRODUKTIONSSCHRITTE VERSCHIEDENER LEBENSMITTEL (IN KG CO<sub>2</sub>-ÄQUIVALENT PRO KG LEBENSMITTEL)



Quelle: <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>

## TREIBHAUSGAS-MINDERUNGSPOTENZIAL VERSCHIEDENER ERNÄHRUNGSWEISEN (IN GT CO<sub>2</sub>-ÄQUIVALENT PRO JAHR)

Unter Minderungspotenzial versteht man die Fähigkeit einer Ernährungsweise, Treibhausgasemissionen zu verringern: Je größer das Potenzial ist, desto weniger trägt die Ernährungsweise zu den Treibhausgasemissionen bei. Einigen Studien zufolge könnte eine weltweite vegane Ernährungsweise zu einer Verringerung der für die Nahrungsmittelproduktion genutzten Landflächen führen, was die Regeneration der Wälder ermöglichen und die landgebundenen Treibhausgasemissionen um ein Drittel reduzieren würde.

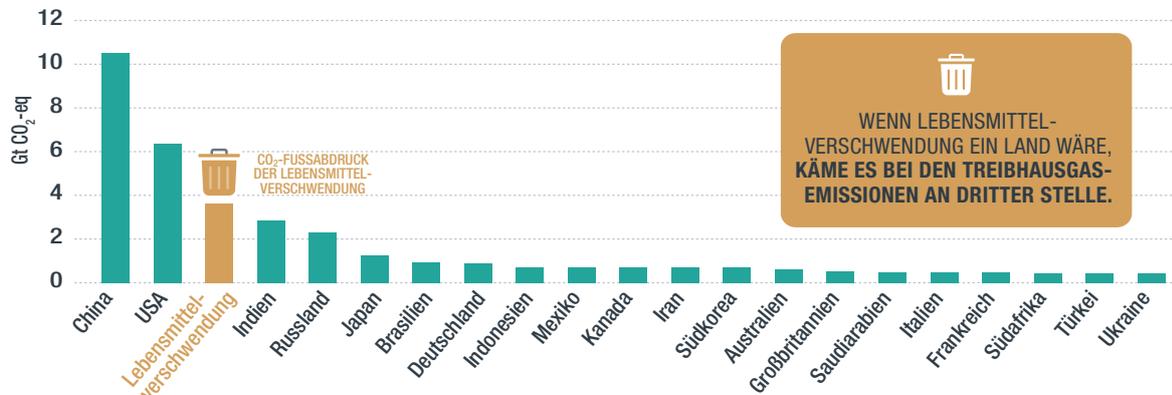


Quelle: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/02/08\\_Chapter-5\\_3.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/02/08_Chapter-5_3.pdf)



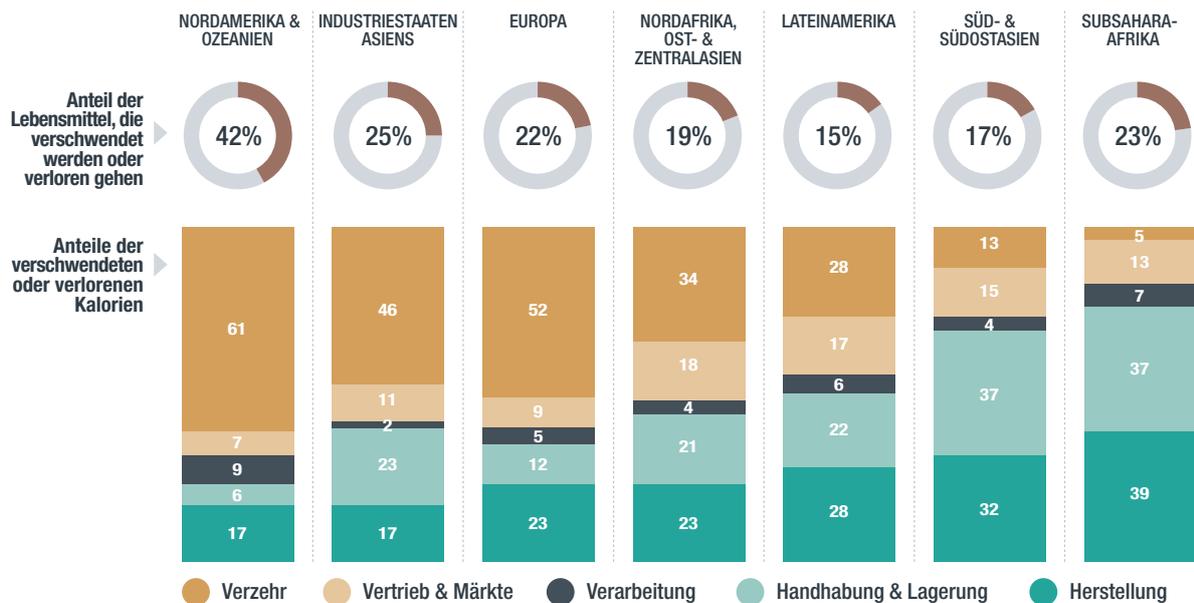
## CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK DER WELTWEITEN LEBENSMITTELVERSCHWENDUNG

Die Werte stellen die gesamten Treibhausgasemissionen der einzelnen Länder in Gigatonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent dar (1 Gigatonne = eine Milliarde Tonnen).



Quelle: Daten vom World Resources Institute (WRI) für 2011, angepasst durch die Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2011, <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/7ffcaf9-91b2-4b7b-bceb-3712c8cb34e6/content>. Genehmigte Wiedergabe.

## LEBENSMITTELVERLUSTE UND -VERSCHWENDUNG TRETEN JE NACH REGION AN UNTERSCHIEDLICHEN STELLEN AUF



Bemerkung: Die Gesamtsumme kann aufgrund von Aufrunden von 100% abweichen. Die Daten sind für 2009.

Quelle: World Resources Institute (WRI) beruhend auf Daten der FAO (publiziert 2011)

[https://research.wri.org/sites/default/files/2019-07/C\\_REP\\_Food\\_Course1\\_web.pdf](https://research.wri.org/sites/default/files/2019-07/C_REP_Food_Course1_web.pdf)

### Welches sind die einzelnen Schritte?

- **Herstellung:** Durch landwirtschaftliche Geräte/Maschinen beschädigtes Obst und Gemüse; verschüttetes Obst, Gemüse, Getreide; Befall durch Schädlinge und Krankheiten; Verlust von Tieren durch Krankheit und Tod während der Zucht; Fischrückwürfe.
- **Handhabung und Lagerung:** Verluste durch die Handhabung von Früchten während der Ernte, der Lagerung und des Transports von den landwirtschaftlichen Betrieben zu den Verarbeitungszentren; Tierverluste in den Schlachthöfen; verrottendes Fleisch und Fisch in den Lagerzentren.
- **Verarbeitung:** Lebensmittelabfälle bei der Herstellung von Säften, Konserven und Backwaren; Verluste beim Schälen, Schneiden, Kochen und Aussortieren; Milchverluste bei der Pasteurisierung; Verluste bei der Konservenherstellung, dem Räuchern und dem Salzen von Fisch.
- **Vertrieb:** In (Super)Märkten verderben viele frische Lebensmittel, die weggeworfen werden müssen; in Groß- und Einzelhandels-geschäften überschreiten Lebensmittel ihr Verfallsdatum und werden weggeworfen.
- **Verzehr:** Viele Backwaren, Milch, Säfte und Lebensmittel werden weggeworfen, weil sie nicht verkauft oder nicht gegessen werden.



# ARBEITSBLATT C1.4

Die folgende Tabelle enthält eine Liste von Änderungen, die ihr (mit euren Familien) in Betracht ziehen könntet. Vielleicht macht ihr das eine oder andere bereits. Andere Maßnahmen sind für euch vielleicht ganz einfach umzusetzen. Jede Maßnahme ist mit Sternchen bewertet: Je höher die Anzahl der Sterne, desto größer ist die Wirkung der Maßnahme.

		MACHE ICH BEREITS	KÖNNTE ICH MACHEN	DAS WÄRE WIRKLICH HART
Den Fleischverbrauch halbieren	★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kein Fleisch mehr essen	★★★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den Verzehr von Butter und Käse halbieren	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keine Butter und kein Käse mehr essen	★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Den Verzehr von Milch und Jogurt halbieren	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keine Milch und keinen Jogurt mehr verzehren	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zwei Mal in der Woche vegetarisch kochen/essen	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vier Mal in der Woche vegetarisch kochen/essen	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ausschließlich Obst und Gemüse der Saison essen	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine regionale Obst- und Gemüsebox beziehen	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eigenes Gemüse, Salat und/oder Obst anbauen	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Per Luftfracht beförderte Lebensmittel nur zu besonderen Anlässen	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keine per Luftfracht beförderte Lebensmittel mehr essen	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
75% der Lebensmittel aus regionaler Herstellung oder zumindest aus dem eigenen Land kaufen	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiefkühlkost nur zu besonderen Anlässen essen	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auf alle gefrorenen Lebensmittel verzichten, mit Ausnahme der selbst gezogenen Produkte aus dem Garten/Kleingarten	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auf Tiefkühlkost und Fertiggerichte komplett verzichten und die Tiefkühltruhe abschaffen	★★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Menge an verarbeiteten Lebensmitteln halbieren	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Menge an Fertiggerichten und Fast Food halbieren	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keine Getränke in Aluminiumdosen kaufen	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Lebensmittelverschwendung halbieren	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auf zuckerhaltige Getränke und in Flaschen abgefülltes Wasser verzichten	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Quelle der Tabelle: *In Time for Tomorrow? The Carbon Conservations Handbook* von Rosemary Randall und Andy Brown, 2015.



## ARBEITSBLATT C1.5

---

### REGELN, UM DAS SPIEL OFFLINE ZU SPIELEN

Die Karten aus dem **ARBEITSBLATT C1.6** müssen ausgedruckt (am besten auf dickem Papier oder Karton), ausgeschnitten und wenn möglich laminiert werden. **Jede Gruppe braucht einen kompletten Kartensatz.**

Am besten ist es, dieses Spiel in kleinen Gruppen (maximal vier Schüler:innen) zu spielen.

### ZIEL DES SPIELS

Der Spieler, der als Erster keine Karten mehr hat, ist der Gewinner.

### SPIELAUFBAU

- Alle Spieler sitzen um einen Tisch herum.
- Das Los entscheidet, wer beginnt. Die Spieler entscheiden gemeinsam, mit welchem Parameter (CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, Wasserverbrauch oder Landnutzung) das Spiel gespielt wird.
- Die Karten werden gemischt.
- Jeder Spieler erhält drei Karten, die er verdeckt vor sich ablegt. Verdeckt heißt, dass die Seite mit den Zahlenangaben unten liegt.  
**Die Spieler dürfen sich die Karten auf keinen Fall anschauen.**
- Die restlichen Karten bilden den Nachziehstapel, der in die Tischmitte gelegt wird.
- Die oberste Karte des Stapels wird in die Mitte des Tisches gelegt und aufgedeckt.

### LOS GEHT'S!

Die Spieler spielen reihum im Uhrzeigersinn.

Der erste Spieler muss eine seiner drei verdeckten Karten neben die erste Karte legen, die bereits auf dem Tisch liegt:

- Wenn er der Meinung ist, dass der ökologische Fußabdruck des Lebensmittels auf seiner Karte kleiner ist als der des Lebensmittels auf der ersten Karte, legt er seine Karte links neben die erste Karte.
- Wenn er das Gefühl hat, dass der ökologische Fußabdruck des Lebensmittels auf seiner Karte größer ist als der des Lebensmittels auf der ersten Karte, legt er seine Karte rechts neben die erste Karte.

Nach dem Ausspielen dreht der Spieler die Karte um und prüft, ob er sie richtig „eingeordnet“ hat.

- Wenn er die Karte richtig platziert hat, bleibt sie aufgedeckt neben dem Nachziehstapel liegen.
- Hat er die Karte falsch platziert, wird sie unter den Nachziehstapel gelegt. Der Spieler muss dann die erste Karte vom Nachziehstapel nehmen und sie verdeckt neben seine anderen Karten legen.

Nun ist der nächste Spieler dran:

- Wenn der erste Spieler seine Karte richtig abgelegt hat, kann der zweite Spieler seine Karte links oder rechts von den beiden bereits ausliegenden Karten oder zwischen diese legen.
- Wenn der erste Spieler seine Karte nicht richtig abgelegt hat, muss der zweite Spieler seine Karte rechts oder links von der Karte ablegen.
- Wurde diese Karte richtig abgelegt, bleibt sie aufgedeckt liegen. Die Reihe wird so zurechtgerückt, dass zwischen den einzelnen Karten immer ein Zwischenraum bleibt.

Anschließend ist der nächste Spieler an der Reihe, und das Spiel geht so lange weiter, bis ein Spieler alle seine Karten abgeworfen hat.

**Bemerkung: Wenn zwei Karten den gleichen Wert aufweisen, spielt die Reihenfolge, in der sie abgelegt wurden, keine Rolle.**



Sie sollten die Seiten doppelseitig drucken.



**RÜBENZUCKER**  
(7 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,013 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**1,53 L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,013 m<sup>2</sup>**



**WALNÜSSE**  
(30 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,02 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**138 L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,43 m<sup>2</sup>**



**ROHRZUCKER**  
(7 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,022 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**4,34 L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,014 m<sup>2</sup>**



**ERBSEN**  
(90 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,03 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**13,5 L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,26 m<sup>2</sup>**



**MAIS**  
(75 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,04 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**5,33 L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,08 m<sup>2</sup>**



**SONNENBLUMENÖL**  
(10 ml)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,04 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**10,1 L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,18 m<sup>2</sup>**



**RAPSÖL**  
(10 ml)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,04 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**2,4 L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,11 m<sup>2</sup>**



**OLIVENÖL**  
(10 ml)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,05 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**21,4 L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,26 m<sup>2</sup>**



**ZWIEBELN**  
(100 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,05 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**1,40 L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,04 m<sup>2</sup>**



**ROHRZUCKER**  
(7 g)

DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG



**WALNÜSSE**  
(30 g)

DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG



**RÜBENZUCKER**  
(7 g)

DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG



**SONNENBLUMENÖL**  
(10 ml)

DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG



**MAIS**  
(75 g)

DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG



**ERBSEN**  
(90 g)

DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG



**ZWIEBELN**  
(100 g)

DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG



**OLIVENÖL**  
(10 ml)

DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG



**RAPSÖL**  
(10 ml)

DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG





**ZITRONE**

(130 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,05 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**10,8L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,12m<sup>2</sup>**



**ERDNÜSSE**

(20 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,06 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**36,4L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,18m<sup>2</sup>**



**MÖHREN**

(150 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,06 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**4,2L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,05m<sup>2</sup>**



**PALMÖL**

(10 ml)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,07 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**0,06L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,02m<sup>2</sup>**



**ÄPFEL**

(180 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,07 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**32,4L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,11m<sup>2</sup>**



**LAUCH**

(150 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,08 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**2,1L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,06m<sup>2</sup>**



**BROKKOLI**

(150 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,08 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**17,9L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,09m<sup>2</sup>**



**KARTOFFELN**

(150 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,11 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**15,2L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,23m<sup>2</sup>**



**BANANEN**

(180 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,11 kg CO<sub>2</sub>-eq**

WASSERVERBRAUCH  
**13,8L**

FLÄCHENBEDARF  
**0,23m<sup>2</sup>**



**MÖHREN**  
(150 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**

 Office for Climate Education



**ERDNÜSSE**  
(20 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**

 Office for Climate Education



**ZITRONE**  
(130 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**

 Office for Climate Education



**LAUCH**  
(150 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**

 Office for Climate Education



**ÄPFEL**  
(180 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**

 Office for Climate Education



**PALMÖL**  
(10 ml)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**

 Office for Climate Education



**BANANEN**  
(180 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**

 Office for Climate Education



**KARTOFFELN**  
(150 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**

 Office for Climate Education



**BROKKOLI**  
(150 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**

 Office for Climate Education



**WEIZEN UND ROGGEN (BROT)**  
(75 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,15 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**61,4L**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,35m<sup>2</sup>**



**BEEREN UND TRAUBEN**  
(120 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,18 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**50,4L**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,29 m<sup>2</sup>**



**SOJAMILCH**  
(200 ml)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,2 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**5,6L**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,14 m<sup>2</sup>**



**TOFU**  
(100 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,2 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**9,3L**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,22m<sup>2</sup>**



**EIER**  
(1 Ei)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,26 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**32,3L**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,35 m<sup>2</sup>**



**REIS**  
(75 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,32 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**163L**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,21 m<sup>2</sup>**



**TOMATEN**  
(180 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,32 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**55,5L**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,12m<sup>2</sup>**



**KÄSE (KUH)**  
(20 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,37 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**85,6L**  
FLÄCHENBEDARF  
**1,35 m<sup>2</sup>**



**KAFFEE**  
(1 Tasse)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,4 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**vernachlässigbar**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,3 m<sup>2</sup>**



**SOJAMILCH**  
(200 ml)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**BEEREN UND TRAUBEN**  
(120 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**WEIZEN UND ROGGEN (BROT)**  
(75 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**REIS**  
(75 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



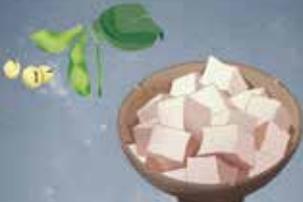
**EIER**  
(1 Ei)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**TOFU**  
(100 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**KAFFEE**  
(1 Tasse)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**KÄSE (KUH)**  
(20 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**TOMATEN**  
(180 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**MANIOK**  
(200 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,45 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**vernachlässigbar**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,61 m<sup>2</sup>**



**SCHWARZE SCHOKOLADE**  
(1 Stück)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,46 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**5,4 L**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,68 m<sup>2</sup>**



**KUHMILCH**  
(200 ml)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,64 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**126 L**  
FLÄCHENBEDARF  
**1,8 m<sup>2</sup>**



**FISCH (AUS ZUCHT)**  
(100 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,98 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**266 L**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,61 m<sup>2</sup>**



**GEFLÜGELFLEISCH**  
(100 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**0,99 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**66,5 L**  
FLÄCHENBEDARF  
**1,24 m<sup>2</sup>**



**SCHWEINEFLEISCH**  
(100 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**2,11 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**309 L**  
FLÄCHENBEDARF  
**3,06 m<sup>2</sup>**



**LAMMFLEISCH**  
(100 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**3,31 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**149 L**  
FLÄCHENBEDARF  
**30,6 m<sup>2</sup>**



**KRUSTENTIERE (ZUCHT)**  
(100 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**3,62 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**478 L**  
FLÄCHENBEDARF  
**0,4 m<sup>2</sup>**



**RINDFLEISCH**  
(100 g)

CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK  
**8,72 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
WASSERVERBRAUCH  
**127 L**  
FLÄCHENBEDARF  
**28,6 m<sup>2</sup>**



**KUHMILCH**  
(200 ml)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**SCHWARZE SCHOKOLADE**  
(1 Stück)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**MANIOK**  
(200 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**SCHWEINEFLEISCH**  
(100 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



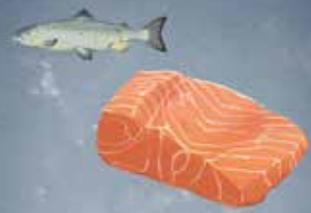
**GEFLÜGELFLEISCH**  
(100 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



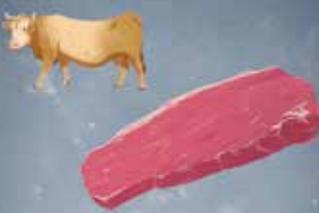
**FISCH (AUS ZUCHT)**  
(100 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**RINDFLEISCH**  
(100 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**KRUSTENTIERE (ZUCHT)**  
(100 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education



**LAMMFLEISCH**  
(100 g)

—

**DIE AUSWIRKUNG UNSERER ERNÄHRUNG**



Office for  
Climate  
Education

# UNTERRICHTSSTUNDE C2

## KLIMAWANDEL UND LANDWIRTSCHAFT

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften, Geografie

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 5 Minuten
- ~ Aktivität: 1 Stunde 15 Minuten

### ALTER

12-15 Jahre

### LERNZIELE

Die Schüler:innen lernen mittels einer Dokumentenanalyse, wie die moderne Landwirtschaft vom Klimawandel betroffen ist und wie die Landwirtschaft das Klima auf der gesamten Erde beeinflusst.

Sie lernen:

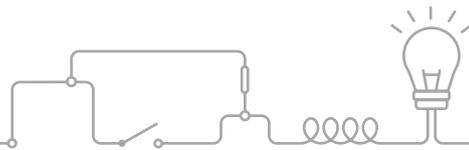
- ~ Die moderne Landwirtschaft ist sehr vielfältig.
- ~ Die Landwirtschaft ist vom Klimawandel betroffen.
- ~ Extremereignisse beeinträchtigen manchmal den Ackerbau und die Viehzucht.
- ~ Die moderne Landwirtschaft führt zu einer Zunahme der Entwaldung.
- ~ Die moderne Landwirtschaft wirkt sich auf die biologische Vielfalt aus.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Land, Landwirtschaft, Entwaldung/Abholzung, extreme Ereignisse

### UNTERRICHTSMETHODE

Dokumentenanalyse



## EINLEITUNG 30 MINUTEN

In der Unterrichtsstunde **C1** haben die Schüler:innen den Zusammenhang zwischen Ernährungsgewohnheiten und Klimawandel erkundet. *Woher kommt euer Essen? Wie und wo wird es produziert?*

- Was ist ein Bauernhof? Warum ist er nützlich?
- Wie funktioniert ein Bauernhof?

Mögliche Antworten: In einem Milchviehbetrieb wird Milch produziert. Die Kühe fressen Gras (oder werden in ihrem Stall mit Heu und manchmal mit Soja, Mais usw. gefüttert). Sie werden jeden Morgen und jeden Abend gemolken. Die Milch kann zu Käse, Joghurt oder Butter verarbeitet werden. Diese Milcherzeugnisse können auf dem Hof verkauft werden.

Gemüsegärtner:innen bauen Gemüse in einem Gewächshaus (Tomaten, Paprika, Salat usw.) oder auf Feldern (Kartoffeln, Zwiebeln usw.) an. Sie müssen dem Boden Nährstoffe zuführen, indem sie Dünger oder Kompost verwenden, und sie müssen die Pflanzen bewässern.

- Zählt verschiedene Arten von landwirtschaftlichen Betrieben auf.
- Wie unterscheiden sie sich?

Die Schüler:innen könnten zum Beispiel recherchieren, wie ein Bauernhof funktioniert. *Vielleicht könnte man einen Bauernhof besichtigen? Oder in der Schule einen Gemüsegarten anlegen?* Man könnte sich zum Beispiel auf dem Computer einen Bauernhof aus der Luft ansehen oder die weiter unten vorgeschlagene Dokumentenanalyse durchführen.

1. Wenn Sie Zugang zum Internet haben, können die Schüler:innen dieses Thema mithilfe einer Multimedia-Animationen erkunden. Ansonsten verteilen Sie das **ARBEITSBLATT C2.1**.

2. Teilen Sie auch das **ARBEITSBLATT C2.2** aus. Füllen Sie zusammen mit Ihren Schüler:innen die Tabelle aus – dazu nutzen Sie die aus der Vogelperspektive gewonnenen Informationen.

## VORBEREITUNG 10 MINUTEN

### MATERIAL

- Optional: Computer mit Internetzugang, um die Multimedia-Animation „Vielfalt in der Landwirtschaft“ zu nutzen.
- Das **ARBEITSBLATT C2.1** falls keine Computer vorhanden sind
- Die **ARBEITSBLÄTTER C2.2** und **C2.3** (eins pro Schüler:in)
- Die **ARBEITSBLÄTTER C2.4, C2.5, C2.6, C2.7** und **C2.8** (ein oder zwei Exemplare, je nach Anzahl der Gruppen)



### VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE

Drucken Sie die für das Niveau Ihrer Schüler:innen passenden Arbeitsblätter aus.

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

**Die Landwirtschaft ist weltweit einer der größten Verursacher von Treibhausgasemissionen** (im Jahr 2019 waren das 22% der gesamten Treibhausgasemissionen, Quelle: [IPCC, AR6, WGIII](#)). Die industrielle Landwirtschaft ist aus verschiedenen Gründen der Hauptverursacher: Düngemittel, die für die Pflanzenproduktion verwendet werden, emittieren große Mengen an Lachgas (N<sub>2</sub>O); die Kuh-, Schaf- und Ziegenhaltung erzeugt Methan (CH<sub>4</sub>).

In vielen Fällen fördert die Pflanzenproduktion – vor allem der Anbau von Getreide als Viehfutter – die Abholzung der Wälder, was zu einem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre führt.

Auf der anderen Seite ist **die Landwirtschaft selbst direkt vom Klimawandel betroffen**: Die zunehmende Intensität und Häufigkeit von Extremereignissen wie Überschwemmungen, Hitzewellen, Waldbrände, Bodenerosion und Dürren gefährden bereits jetzt die Nahrungsmittelproduktion und führen in vielen Regionen zu Mangelernährung.

**3.** Die Schüler:innen sollen die Ergebnisse anhand der folgenden Fragen vergleichen und einen Zusammenhang zwischen Landwirtschaft und Klimawandel erkennen.

- *Welcher Hof ist größer?*
- *Erläutert, wie sich diese Art der Landwirtschaft auf die Umwelt (Verschmutzung, Wasserbedarf, Landnutzung) oder auf das Klima auswirkt.*
- *Wie wirkt sich das Klima auf diese Landwirtschaftsbetriebe aus?*
- *Erläutert, weshalb manche landwirtschaftlichen Betriebe größere Auswirkungen auf die Umwelt bzw. auf das Klima haben als andere.*

### DURCHFÜHRUNG 30 MINUTEN

**4.** Die Schüler:innen sollen einen Landwirt beim Betrieb seines Bauernhofs beraten (Sie können selbst die Rolle des Landwirts spielen). In Teams müssen sie sich überlegen, welche Probleme man als Landwirt haben kann und welche Lösungen möglich sind.

- Zunächst eignet sich jede Gruppe die Rolle eines/einer Expert:in an (wir empfehlen Dreiergruppen; es können mehrere Gruppen die gleiche Rolle einnehmen). Dazu muss sie ein Portfolio untersuchen, Fragen beantworten und eine kurze Schlussfolgerung in das entsprechende Feld auf dem **ARBEITSBLATT C2.3** eintragen.
- Anschließend wird jede Gruppe von Expert:innen in größeren Gruppen von fünf Personen zusammengeführt, mit jeweils einem/einer Expert:in aus jeder Kategorie. Das ist der Beratungsausschuss. Gemeinsam füllen sie das **ARBEITSBLATT C2.3** aus, in das sie alle ihre Schlussfolgerungen zusammentragen und dem Landwirt auf diese Weise bei seiner Entscheidung helfen.

**5.** Geben Sie jedem/jeder Schüler:in das **ARBEITSBLATT C2.3** mit den Schlussfolgerungen aller Expert:innen.

**6.** Teilen Sie die Klasse in fünf Gruppen auf:

- Die Meteorolog:innen (schwer) – das **ARBEITSBLATT C2.4**
- Die Bienenzüchter:innen (schwer) – das **ARBEITSBLATT C2.5**
- Die Tierärzt:innen (schwer) – das **ARBEITSBLATT C2.6**
- Die Förster:innen (einfach) – das **ARBEITSBLATT C2.7**
- Die Journalist:innen (einfach) – das **ARBEITSBLATT C2.8**

**7.** Jede Gruppe beantwortet „ihre“ Fragen und schreibt ihre Schlussfolgerung in einem Satz in das **ARBEITSBLATT C2.3**.

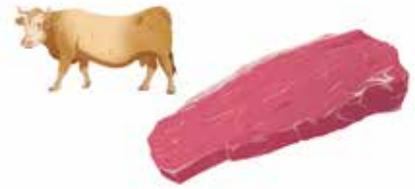
### ZUSAMMENFASSUNG 10 MINUTEN

Jede Gruppe stellt dem Rest der Klasse ihre Ergebnisse vor. Die Schüler:innen können anschließend über die Ergebnisse diskutieren und Vorschläge machen, was man als Schüler:in, als Eltern oder in der Schule tun kann, um eine bessere Landwirtschaft bzw. ein Bewusstsein für eine bessere Landwirtschaft zu fördern. Man könnte zum Beispiel die lokale/regionale Landwirtschaft unterstützen, einen Bauernhof besuchen, in der Schule einen Gemüsegarten anlegen, in der Schulkantine vegetarische Menüs anbieten, usw.

#### ERWEITERUNG

Sie können mit Ihrer Klasse einen Ausflug zu einem Bauernhof machen.

Sie können der Klasse vorschlagen, an einem Projekt zum Anbau von Gemüse zu arbeiten (siehe We Act Now Project #5 [Seite 245](#)).



## RINDFLEISCH

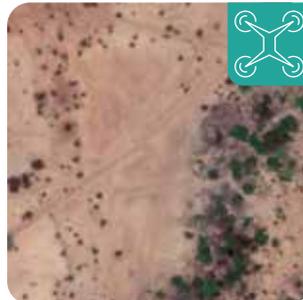
### FRANKREICH: BOCAGE-LANDSCHAFT IN DER NORMANDIE

In der Normandie gibt es sie noch: die kleinbäuerliche Landwirtschaft in Familienbetrieb. Die Wiesen sind klein und werden von Hecken begrenzt – das ist die sogenannte Bocage-Landschaft. Die Artenvielfalt ist groß, vor allen Dingen Insekten und Vögel leben in und von den zahlreichen Bäumen und Sträuchern. Traditionell werden in der Normandie Kühe für die Milchproduktion gezüchtet (z. B. für die Herstellung von Camembert). Es werden aber auch Rinder für die Fleischproduktion gezüchtet. Die Rinder und Kühe emittieren Methan, das ein starkes Treibhausgas ist.



### BURKINA FASO: DIE BUCKELRINDER DER FULANI

Die Fulani besitzen große Herden von Zebus (Buckelrindern). Zebus sind mit Kühen verwandt. Die Fulani melken die weiblichen Tiere und nutzen die männlichen Tiere als Zugtiere. Zu besonderen Anlässen essen sie manchmal auch das Fleisch ihrer Zebus. Die Zebus emittieren das starke Treibhausgas Methan. Die Tiere weiden auf großen, sehr trockenen Flächen und trinken aus großen, vom Menschen angelegten Wasserstellen. Extreme und immer häufigere Dürreperioden, die auf den Klimawandel zurückzuführen sind, führen zu Ertragsverlusten und zum Sterben der Herden.



### PARAGUAY: RINDERFARMEN

In Brasilien und Paraguay roden die Bauern die Wälder, um Flächen für die Rinderzucht zu schaffen. Die Rinder leben dichtgedrängt in riesigen Ställen. Sie dienen der Ernährung der Bevölkerung vor Ort und werden teilweise außerhalb Südamerikas exportiert. Die Rinder sind die Hauptverursacher der Methanemissionen, eines der häufigsten Treibhausgase. Die Abholzung der Wälder trägt ebenfalls zum Klimawandel bei.



Flugzeugperspektive



Drohnenperspektive



Fußgängerperspektive



## TOMATEN

### ALMERIA: DAS PLASTIKMEER

Almeria ist eine große Region im Süden Spaniens, die einst eine Wüste war. Heute ist sie mit Gewächshäusern übersät, in denen das ganze Jahr über unter anderem Tomaten angebaut werden, die Supermärkte in ganz Europa beliefern. Das hier angebaute Obst und Gemüse wird häufig für industriell verarbeitete Lebensmittel verwendet, für deren Herstellung viel Wasser, Dünger und Pestizide eingesetzt werden müssen. Für die Abdeckung der Gewächshäuser wird sehr viel Plastik verwendet. Die Gewächshäuser müssen häufig repariert werden, da die Region sehr windig ist. Der Einsatz von großen Mengen an Düngemitteln und Plastik sowie der Transport für die Verteilung der Tomaten in ganz Europa führen zu einem Anstieg der Treibhausgasemissionen.



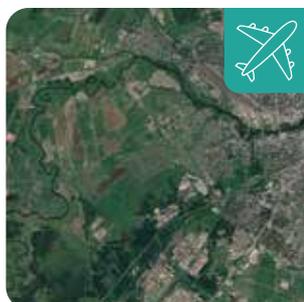
### TUNESIEN: DIE GETROCKNETEN TOMATEN VON CAP BON

In der Nähe des Mittelmeeres, im Norden Tunesiens, gibt es noch traditionelle Familienbetriebe für den Tomatenanbau. Die Tomaten werden auf offenen Feldern angebaut und von den Familienmitgliedern von Hand geerntet. Anschließend werden sie entweder auf großen Gestellen in der Sonne getrocknet oder zu Tomatenpüree oder Tomatenkonzentrat verarbeitet. Diese kleinen Betriebe profitieren von den günstigen Bedingungen für den Tomatenanbau, die aber durch den Klimawandel und den steigenden Wasserspiegel beeinträchtigt werden könnten.



### RUSSLAND: DIE GEMEINSCHAFTSGÄRTEN

Russland ist bekannt für seine groß angelegten, stadtnahen Landwirtschaftskollektive. Viele Bewohner der russischen Großstädte bewirtschaften einen Garten (eine Datscha), um dort ihr eigenes Obst und Gemüse zu ziehen. Sie werden als Schrebergärtner (Datschniki) bezeichnet. In diesen Ansammlungen von Blumen-, Nutz-, Obst- und Hausgärten werden zahlreiche Nutzpflanzen wie Obstbäume und Sträucher (Erdbeeren und Himbeeren) oder Gemüse wie Kohl, Karotten, Kartoffeln und Tomaten angebaut. Diese Parallelwirtschaft trägt nicht nur wesentlich zur landwirtschaftlichen Produktion des Landes, sondern auch zum Klimaschutz bei.



Flugzeugperspektive



Drohnenperspektive



Fußgängerperspektive



# MAIS

## MEXIKO: DER MAISANBAU – TRADITION DER MAYAS

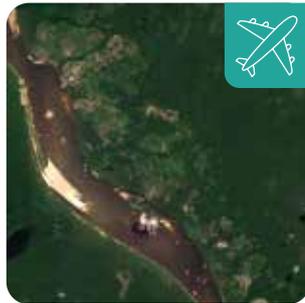
In Yucatán lebt die Tradition der Mayas fort. Dies äußert sich in einer sehr abwechslungsreichen Ernährung und insbesondere in der Verwendung von Mais als Getreidegrundlage (Hauptbestandteil der berühmten Tortilla). In vielen Dörfern pflanzen Familien den Mais auf kleinen Parzellen an.



In den gemeinschaftlichen Betrieben wird auch Obst und Gemüse angebaut. Das Land wird häufig von Hand bearbeitet. Diese Anbaumethoden haben nur geringfügige Auswirkungen auf das Klima, da sie wenig Transport, Maschinen und Düngemittel erfordern.

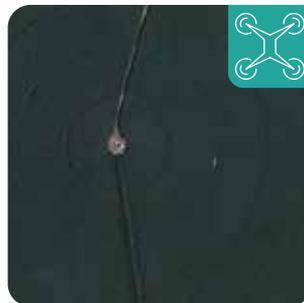
## VENEZUELA: BRANDRODUNG

Entlang des Orinoco-Flusses betreibt das einheimische Volk der Piaroa seit Jahrhunderten die traditionelle Brandrodung. Die Bauern brennen einen Teil des Amazonaswaldes ab und bauen dann nacheinander verschiedene Pflanzen und Bäume für den Eigenbedarf an (erst Maisgärten, dann Maniokgärten, Brachland und schließlich einen Wald aus Palmen und Obstbäumen). Auf einem kleinen Stück Land verbrennen sie den existierenden Wald, betreiben darauf dann Ackerbau und pflanzen zum Schluss wieder einen Wald an. Diese Art der Landwirtschaft ist sehr umweltschonend und hat nur geringe Auswirkungen auf das Klima und die Artenvielfalt.



## USA: KREISFÖRMIGE FELDER

In halbtrockenen Regionen nutzen die Landwirte ein Bewässerungssystem, durch das riesige kreisförmige Felder entstehen. Auf den bewässerten Flächen bauen sie Feldfrüchte an – zum Beispiel Mais (der hauptsächlich als Tierfutter dient). Die Anbauflächen benötigen viel Platz und viel Wasser. Es werden meistens Düngemittel und Pestizide eingesetzt (die sich sehr negativ auf das Klima auswirken), und oft genveränderte Pflanzen angebaut. Diese kreisförmigen Felder sind sogar aus dem Weltraum zu sehen und erwecken den Eindruck, dass die Landschaft verpixelt ist.



Diese kreisförmigen Felder sind sogar aus dem Weltraum zu sehen und erwecken den Eindruck, dass die Landschaft verpixelt ist.

KLIMAWANDEL UND LANDSYSTEME

DAS KLIMA IN UNSEREN HÄNDEN



Flugzeugperspektive



Drohnenperspektive



Fußgängerperspektive



## PALMÖL

### SRI LANKA: AGROFORSTWIRTSCHAFT

In der Agroforstwirtschaft werden Tee- und Palmölplantagen zusammen mit anderen Pflanzen angebaut, um das ursprüngliche Ökosystem nachzuahmen. Die angebauten Pflanzen sind krankheits- und wetterresistenter als Monokulturen. Diese Familienbetriebe haben geringe Auswirkungen auf das Klima und die Umwelt und fördern die Artenvielfalt.



### MALAYSIA: INTENSIVE PALMÖLPRODUKTION

In Sarawak, auf der Insel Borneo, ist die Palmölindustrie unübersehbar. Jedes Jahr werden große Teile des Regenwaldes abgeholzt, um neue Flächen für Palmölplantagen zu schaffen. Diese endlosen Palmenhaine sind eine Katastrophe für die lokalen Ökosysteme: Die Ölpalmen-Monokulturen führen zu einer Verarmung der Artenvielfalt, die vor der Entwaldung sehr groß war (Borneo ist u. a. die Heimat vieler Orang-Utans). Darüber hinaus trägt die Abholzung zum Klimawandel bei. Fast das gesamte produzierte Palmöl ist für den Export bestimmt.



### BENIN: TRADITIONELLE PALMÖLPRODUKTION

In Westafrika praktizieren die Bauern Agrarökologie, so wie sie es seit Generationen gemacht haben. Sie ernten die Früchte der wildwachsenden Ölpalmen oder pflanzen sie auf kleinen Höfen für den lokalen Verbrauch an. Das traditionelle Palmöl bleibt ein wesentlicher Bestandteil der lokalen Kultur, Wirtschaft und Ernährung. Die handwerkliche Produktion liegt im Allgemeinen in der Verantwortung von Bäuerinnen. Dieser Anbau hat nur geringe Auswirkungen auf das Klima, da keine Transportwege anfallen und keine Düngemittel eingesetzt werden.



Flugzeugperspektive



Drohnenperspektive



Fußgängerperspektive



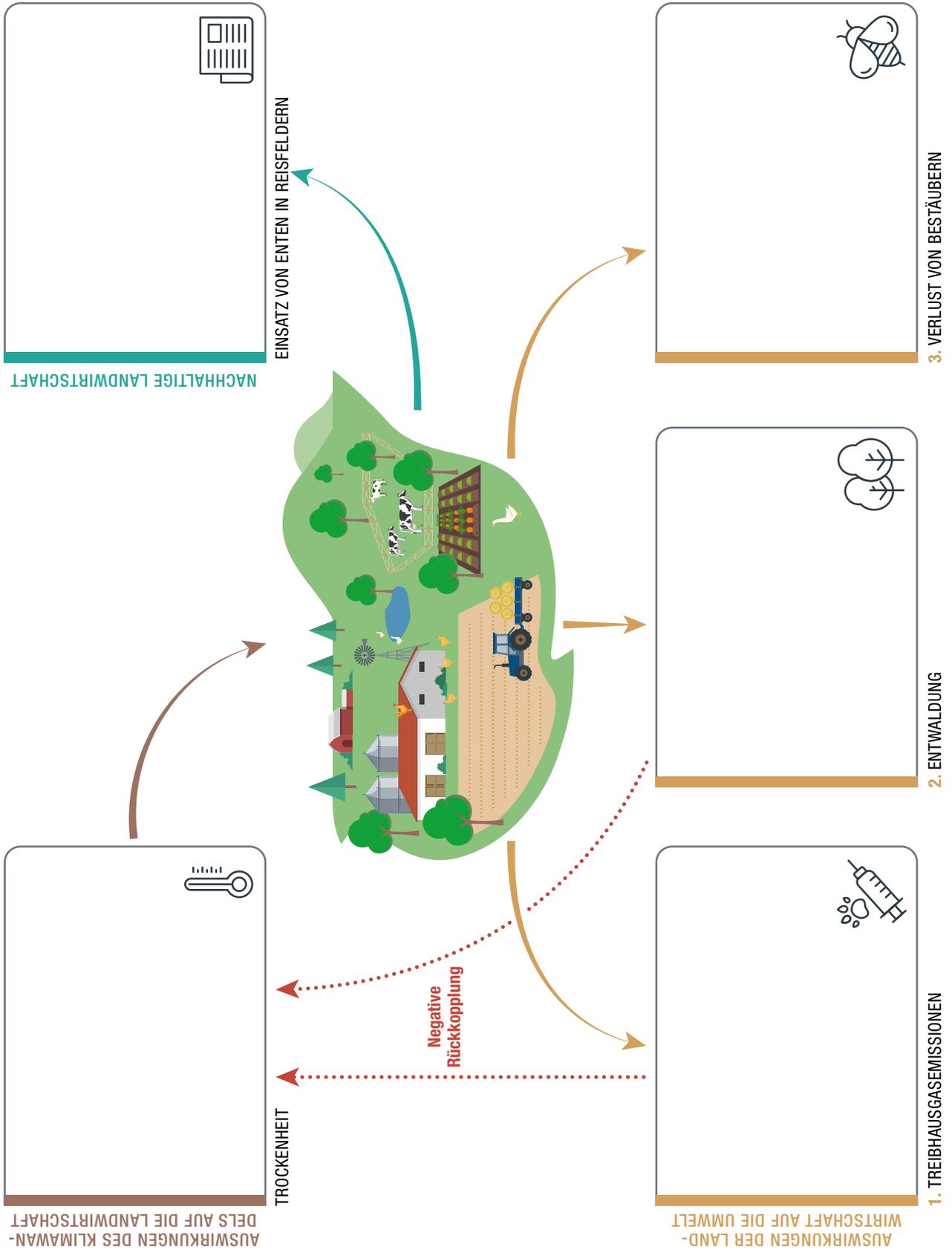
## ARBEITSBLATT C2.2

### VERSCHIEDENE ARTEN VON LANDWIRTSCHAFTSBETRIEBEN AUF DER ERDE

	ANBAUREGION / KLIMA	ART DER BEWIRTSCHAFTUNG UND PRODUKTION	UNGEFÄHRE GRÖSSE DES BETRIEBS
RINDFLEISCH			
TOMATEN			
MAIS			
PALMÖL			



# ARBEITSBLATT C2.3





## METEOROLOG:INNEN

Ihr seid eine Gruppe von Meteorolog:innen (ihr untersucht z. B. die Temperatur und den Niederschlag zu einem bestimmten Zeitpunkt). Ihr werdet nach Australien geschickt, um herauszufinden, was 2015 passiert ist: Tiere sind damals verhungert und es war sehr trocken.

- ➔ Wo und wann wurden die Fotos aufgenommen? Erklärt die Unterschiede zwischen dem Bild vor der Dürre und dem Bild während der Dürre. Beschreibt, was ihr auf dem ersten Bild seht: Menschen? Tiere? Pflanzen? Wasser? Wie sieht der Himmel aus? Bewölkt oder sonnig? Welche Elemente des Bildes sind deiner Meinung nach gut für die Nahrungsmittelproduktion? Schaut euch anschließend das Bild an, das während der Dürre aufgenommen wurde: Was ist anders?
- ➔ Wie beeinflusst das Wetter die landwirtschaftlichen Aktivitäten? Erläutert dies im Detail (ihr könnt im Internet recherchieren).
- ➔ Beschreibt die beiden Diagramme in den Dokumenten 2 und 3: Was ist auf der x- und der y-Achse aufgetragen? Was für Daten sind hier dargestellt und wie verändern sie sich im Laufe der Zeit? Wie hängt dies mit den Bildern im Dokument 1 zusammen? Meint ihr, dass dies mit dem Klimawandel zusammenhängt? Warum? Wie wird sich dies in Zukunft verändern?
- ➔ Beantwortet folgende Frage mit einem Satz und schreibt eure Antwort in das Übersichtsblatt: **Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf die Landwirtschaft in Australien? Welches sind die daraus resultierenden Probleme?**

### DOKUMENT 1: VOR UND NACH DER DÜRRE IN AUSTRALIEN

Wenn ihr einen Internetzugang habt, besucht die folgende Webseite und seht euch die vorher- und nachher-Bilder der Dürre auf australischen Farmen an.

<https://www.abc.net.au/news/2015-12-17/queensland-drought-photos-before-after/7035610?nw=0>



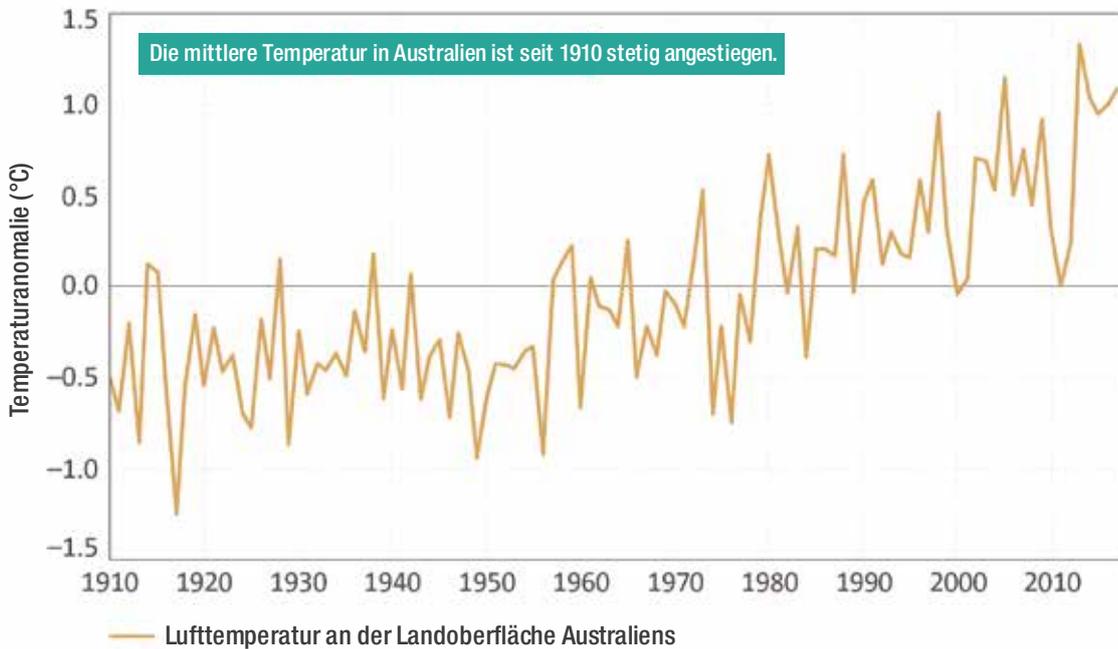
2012: Gesunde Rinderherde in Catumnal



2015: Das Feld von Catumnal kann nur noch 20 Rinder ernähren.



DOKUMENT 2: VERÄNDERUNGEN DER MITTLEREN TEMPERATUR IN AUSTRALIEN ZWISCHEN 1910 UND 2010



Quelle: © Copyright CSIRO Australia, Daten des Bureau of Meteorology  
<https://www.csiro.au/en/research/environmental-impacts/climate-change/state-of-the-climate/previous/state-of-the-climate-2018/australias-changing-climate>

DOKUMENT 3: MITTLERER NIEDERSCHLAG IN AUSTRALIEN ZWISCHEN 2009 AND 2019, IN MILLIMETER



Quelle: Statista, Daten des Bureau of Meteorology  
<https://www.statista.com/chart/20525/australia-wildfires-drought-rain/>



## BIENZÜCHTER:INNEN

Ihr seid eine Gruppe von Imker:innen und kümmert euch um Bienenstöcke, in denen Bienen Honig produzieren. Ihr wisst, welche wichtige Rolle die Bienen für die Umwelt spielen und wurdet deshalb gebeten, die folgenden Dokumente zu untersuchen, um den Zusammenhang zwischen dem Rückgang der Bienenpopulationen und den sinkenden landwirtschaftlichen Erträgen aufzuzeigen.

- ➔ Erläutert, warum Bienen und andere Bestäuber für die Nahrungsmittelproduktion wichtig sind. Nehmt dabei auf den ersten Absatz des Artikels in **Dokument 1** und auf **Dokument 2** Bezug.
- ➔ Lest den gesamten Artikel durch und erklärt mit eigenen Worten, was mit den Bestäubern geschieht. Was könnte der Grund dafür sein? Inwiefern ist die moderne Landwirtschaft ein Problem für Bienen?
- ➔ „**Der Klimawandel stört die Beziehung zwischen Bienen und den Pflanzen, von denen sie sich ernähren.**“ Was versteht ihr unter diesem Satz? Was denkt ihr, was passiert? Ihr könnt im Internet recherchieren, wie sich der Klimawandel auf Blumen und Bienen auswirkt.
- ➔ Beantwortet folgende Frage mit einem Satz und schreibt eure Antwort in das Übersichtsblatt: **Was geschieht weltweit mit den Bestäubern? Warum ist das ein Problem für landwirtschaftliche Betriebe?**

## DOKUMENT 1: DIE WICHTIGE ROLLE DER BESTÄUBUNG DURCH INSEKTEN



WENN WIR UNSERE BESTÄUBER VERLIEREN, VERLIEREN WIR UNSER OBST UND GEMÜSE

Etwa ein Drittel der Kulturpflanzen werden von Insekten bestäubt



Äpfel



Avocados



Birnen



Auberginen



Rüben



Kürbis



DIE BESTÄUBUNG DURCH INSEKTEN VERGlichen MIT ANDEREN BESTÄUBUNGSARTEN

Ohne die Bestäubung durch Insekten nimmt die Größe und Qualität der Früchte stark ab



Bestäubung durch Insekten



Selbstbestäubung



Selbstbestäubung und Windbestäubung



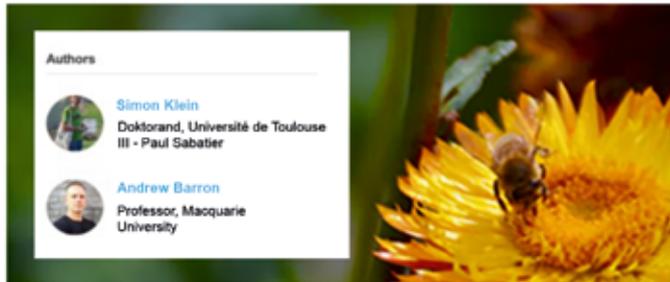
## DOKUMENT 2: WAS PASSIERT MIT DEN BIENEN?

Den gesamten Artikel online lesen (auf Französisch):

<https://theconversation.com/vingt-ans-apres-le-debut-de-leffondrement-des-colonies-comment-se-portent-les-abeilles-78807>

## THE CONVERSATION

Akademische Expertise, journalistischer Anspruch



## Wie geht es den Bienen 20 Jahre nach Beginn des Bienensterbens?

Publiziert am 13. Juni 2017

Der Rückgang der Bienenpopulationen kann schwerwiegende Folgen für die Artenvielfalt und die Menschheit haben. Wild- und Honigbienen bestäuben etwa ein Drittel der Pflanzen, die wir essen. Sie tragen damit zu einer ökologischen Dienstleistung bei, die weltweit auf 153 Milliarden Euro im Jahr geschätzt wird (allein für Frankreich: 2,9 Milliarden Euro).

Bienen sind sehr anfällig für sogenannten subletalen Stress, der zwar nicht direkt zu ihrem Verschwinden führt, aber ihr Verhalten stört. In einem kürzlich in *Trends in Ecology & Evolution* veröffentlichten Artikel stellen wir die These auf, dass die immer stärkere Industrialisierung unserer Gesellschaften die Ursache für die Zunahme subletaler Stressfaktoren ist, die jedoch nach wie vor schwer auszumachen sind.

Die Umweltverschmutzung durch Autos oder Pestizide führt dazu, dass die Bienen nicht so effizient Nektar und Pollen sammeln können, die Nervenkommunikation in ihrem Gehirn ist gestört. Auch die intensive Landwirtschaft und die Erderwärmung beeinträchtigen die Ernährung der Bienen, da die Vielfalt der verfügbaren Pflanzen oder deren Blütezeiten kürzer sind.

## VOKABULAR

**BIENENSTERBEN:** Bezeichnung für ein weltweites Phänomen, bei dem die Honigbienenpopulationen dramatisch zurückgehen

**BESTÄUBEN:** Indem sie Pollen von einer Blüte zur nächsten tragen, ermöglichen Bienen den Pflanzen, sich zu vermehren (die Blüten werden befruchtet und bilden Früchte und Samen).

**SUBLETALER STRESS:** Stress kann von Umweltfaktoren oder menschlichen Aktivitäten ausgelöst werden. Subletal bedeutet, dass die Auswirkungen (von Pestiziden oder dem Klimawandel) die Biene nicht tötet, aber ihr Verhalten verändert (die Biene wird krank, ist geschwächt oder orientierungslos).

**TRENDS IN ECOLOGY & EVOLUTION** ist der Titel eines Wissenschaftsmagazins, in dem Forscher:innen die Ergebnisse ihrer Forschung veröffentlichen.

**PESTIZIDE** sind Produkte, die Landwirt:innen auf ihren Feldern ausbringen, um Insekten oder Pilze zu töten, die sich von Nutzpflanzen ernähren, um Krankheiten an Nutzpflanzen zu bekämpfen oder um Unkraut zu vernichten.

**INDUSTRIALISIERUNG:** Seit dem Beginn der Industrialisierung nutzen die Menschen immer mehr fossile Energieträger, sei es um Gegenstände herzustellen oder sich fortzubewegen.

**SAMMELN VON NEKTAR UND POLLEN:** Bestäuber fliegen Blüten an und sammeln Pollen und Nektar, um ihre Larven zu ernähren.



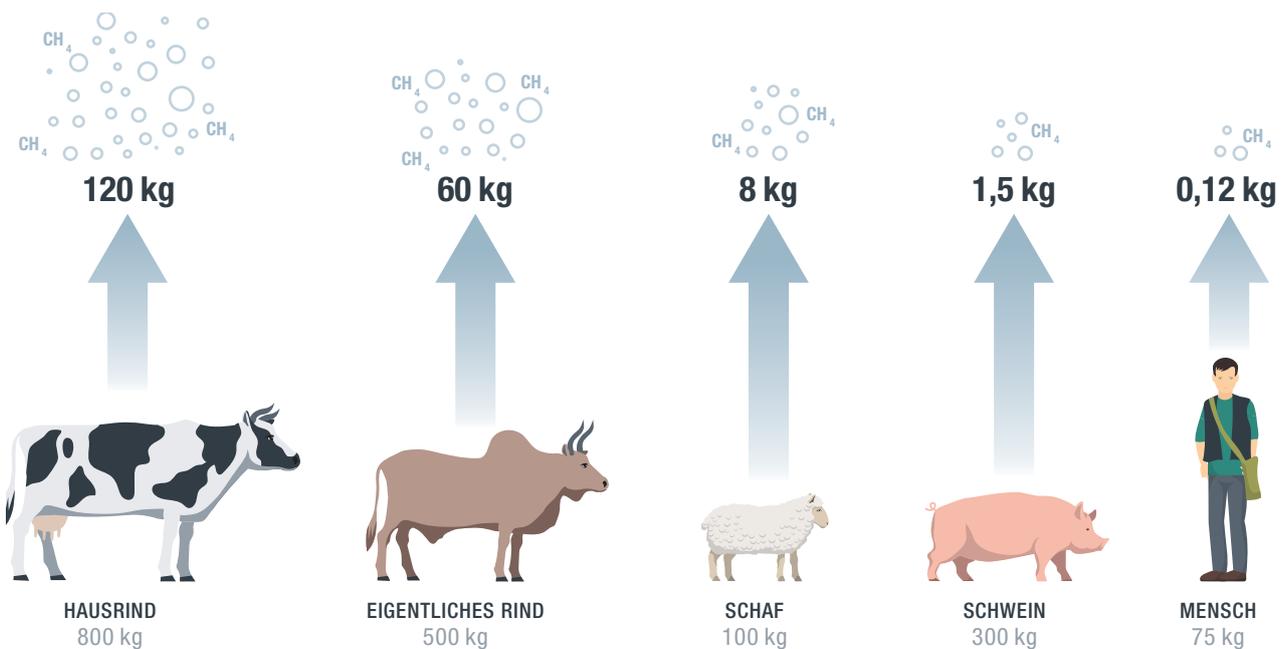
TIERÄRZT:INNEN

Ihr seid eine Gruppe von Tierärzt:innen und kümmert euch hauptsächlich um Nutztiere (Kühe, Pferde, Schweine, Hühner usw.). Ihr wurdet gebeten zu erklären, wie die Nutztierhaltung mit den Treibhausgasemissionen zusammenhängen.

- ➔ Vergleicht anhand des Dokuments 1 die Methanmenge, die ein Nutztier in einem Jahr ausstößt, mit der Menge, die ihr (als Mensch) im gleichen Zeitraum ausstößt. Um die Menge abzuschätzen, die von einem Kilogramm Tier produziert wird, müsst ihr die Methanemissionen mit dem Gewicht des Tieres multiplizieren. So könnt ihr herausfinden, welches Tier im Verhältnis zu seinem Gewicht am meisten Methan ausstößt.
- ➔ Erläutert anhand der Ergebnisse, inwiefern Nutztiere einen Einfluss auf den Klimawandel haben.
- ➔ Schaut euch die Karte an (Dokument 2) und vergleicht die verschiedenen Regionen. Gibt es in eurer Region viele Nutztiere? Beeinflussen diese das Klima? Was könnt ihr dagegen tun?
- ➔ Beantwortet folgende Frage mit einem Satz und schreibt eure Antwort in das Übersichtsblatt: **Wie wirken sich Nutztiere auf das Klima aus? Welche Lösung(en) gibt es, um die Auswirkungen der Landwirtschaft auf das Klima zu verringern?**

DOKUMENT 1: NUTZTIERE UND METHANEMISSIONEN (PRO TIER BZW. MENSCH UND JAHR)

Kühe und andere Wiederkäuer, wie Büffel oder Schafe, haben einen ganz besonderen Magen. Sie haben sogar vier Mägen! Jeder Magen enthält Millionen von Bakterien, die Gras in für die Kuh verwertbare Energie aufspalten. Während dieses Prozesses entsteht Methan, ein Treibhausgas, das zur Erderwärmung beiträgt, und über das Rülpsen, Furzen und den Mist der Kühe in die Atmosphäre gelangt.



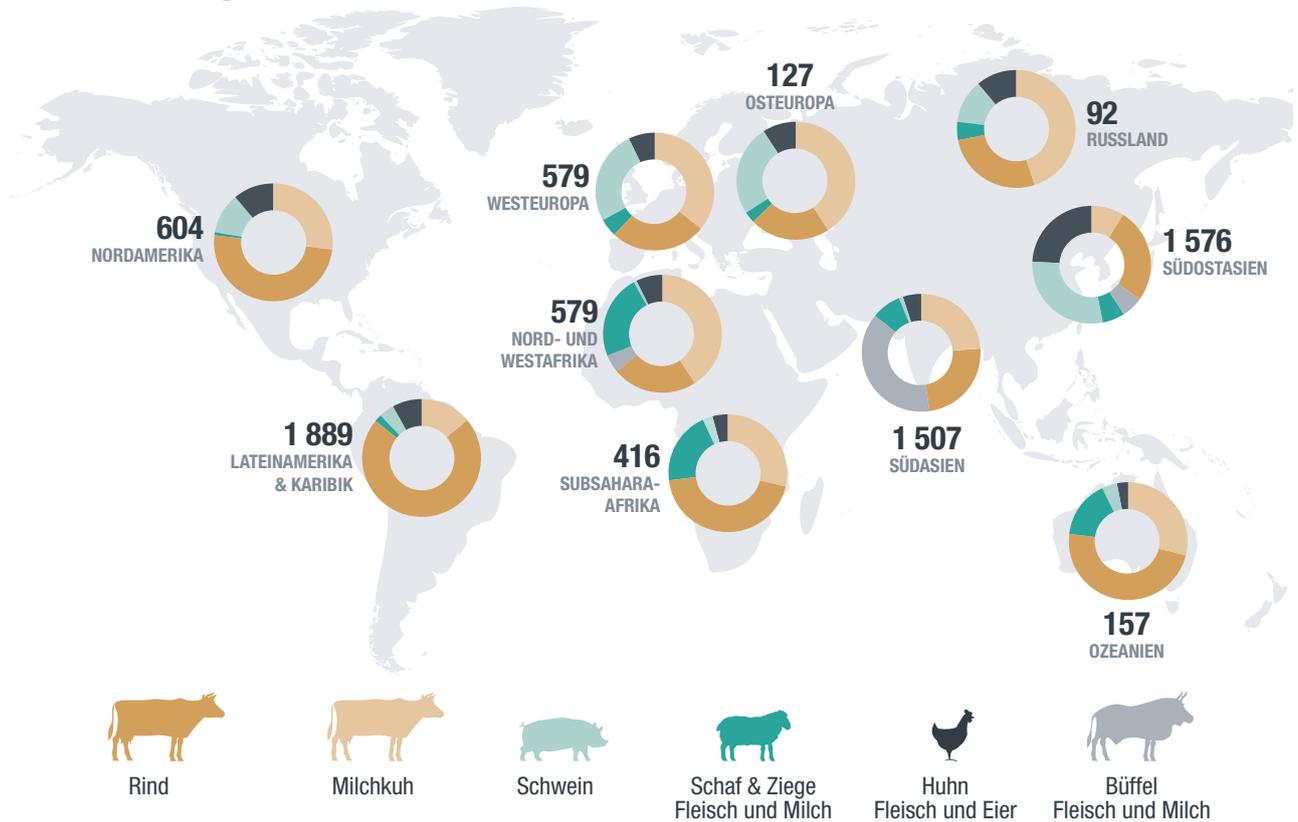
Quelle: NASA – Goddard Institute for Space Science (angepasst)



**DOKUMENT 2: REGIONALE EMISSIONEN ALLER TREIBHAUSGASE IN MILLIONEN TONNEN CO<sub>2</sub>-ÄQUIVALENT FÜR VERSCHIEDENE NUTZTIERARTEN (2010)**

„CO<sub>2</sub>-eq“ bedeutet Kohlenstoffdioxid-Äquivalent. Es ist nützlich, die Auswirkungen verschiedener Treibhausgase zu vergleichen, da sie nicht das gleiche Treibhauspotenzial haben (das gleiche Potenzial, die Erde zu erwärmen). Eine bestimmte Menge Methan erwärmt die Atmosphäre beispielsweise 28 Mal mehr als die gleiche Menge CO<sub>2</sub>!

IN MILLIONEN TONNEN CO<sub>2</sub>-EQ



Quelle: FAO (2017); Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM) (angepasst)  
<https://www.fao.org/gleam/en/>



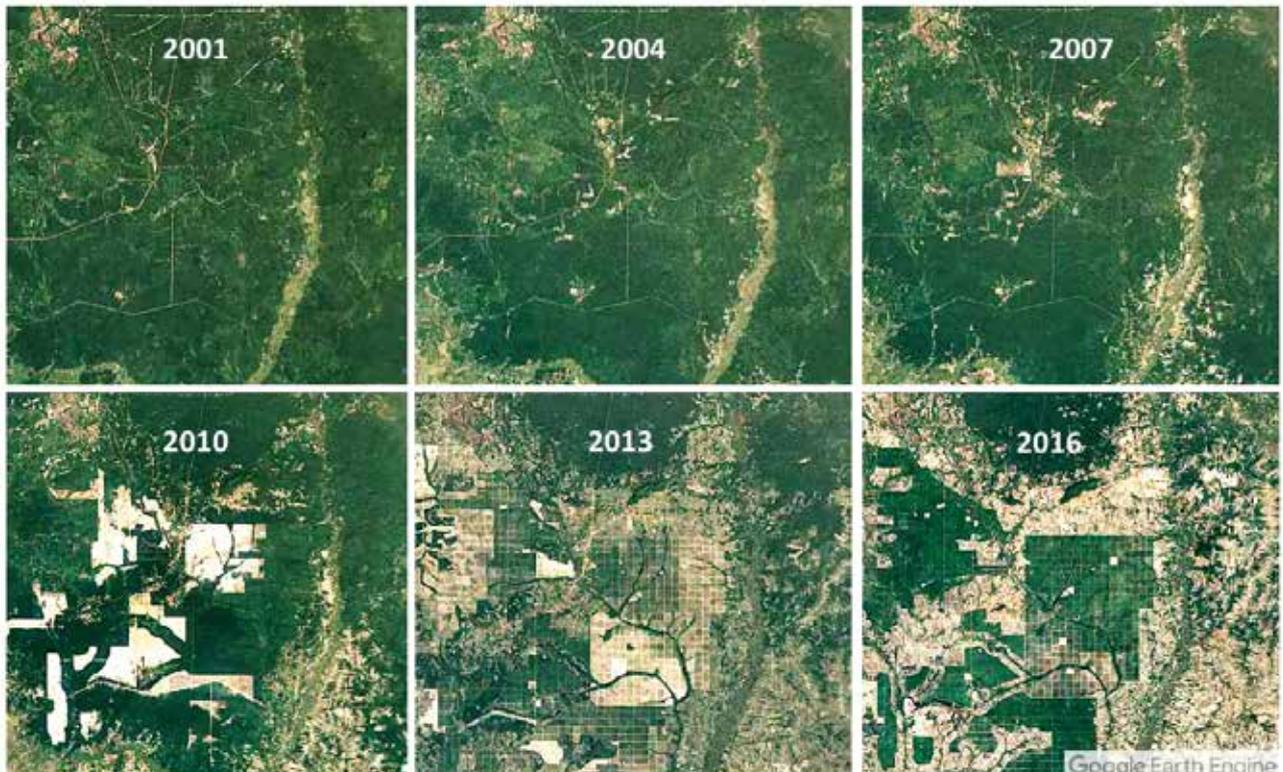
### FÖRSTER:INNEN

Ihr seid eine Gruppe von Förster:innen. Ihr kennt euch im Wald aus und wisst, dass Bäume CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre aufnehmen und damit eine wichtige Rolle für den Klimaschutz spielen. Ihr werdet nach Kambodscha geschickt, um den Zusammenhang zwischen Wäldern, Landwirtschaft und Klimawandel zu untersuchen.

- ➔ **DOKUMENT 1:** Was könnt ihr auf den Fotos erkennen? Wie hat sich der Wald im Laufe der Zeit verändert?
- ➔ **DOKUMENT 2:** Warum sind Vegetation, Bäume und Wälder wichtig für das Klima? Könnt ihr erklären, weshalb es wichtig ist, den Wald zu schützen?
- ➔ Wie wirkt sich in diesem Fall die Landwirtschaft auf das Klima aus? Handelt es sich um eine direkte Auswirkung (Einfluss auf die Temperatur oder die Regenmenge) oder eine indirekte Auswirkung?
- ➔ Beantwortet folgende Frage mit einem Satz und schreibt eure Antwort in das Übersichtsblatt: **Warum sind Großbetriebe/Plantagen problematisch für die Wälder? Warum sind sie ein Problem für das Klima?**

#### DOKUMENT 1: ABHOLZUNG IM BENG PER WILDLIFE SANCTUARY IN KAMBODSCHA ZWISCHEN 2001 UND 2016

Bäume wurden abgeholzt, um mit deren Holz Möbel herzustellen oder um Flächen für landwirtschaftliche Plantagen zu schaffen. Auf den Flächen werden dann Kautschuk, Reis, Bananen und Cashewnüsse angebaut, die in die ganze Welt exportiert werden. Auf diesen Bildern ist der Wald durch Kautschukplantagen ersetzt worden.

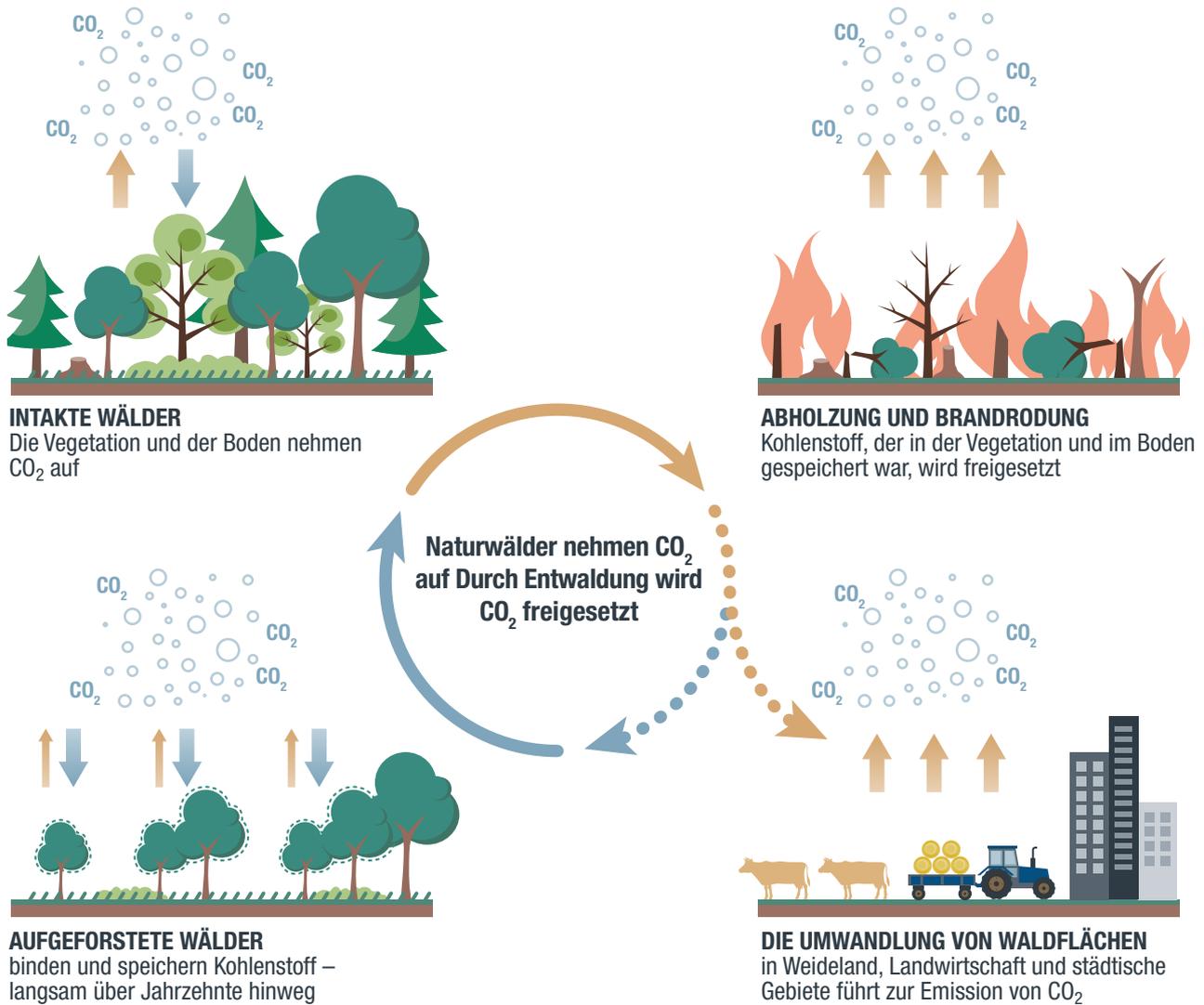


Quelle: Google Earth Engine. <https://earthengine.google.com/timelapse/>

Anmerkung: Wenn ihr Zugang zum Internet habt, könnt ihr mit Google Earth eine eigene Zeitleiste erstellen, in der ihr die Veränderungen der Flächennutzung in den verschiedenen Regionen der Welt darstellen könnt.



DOKUMENT 2: AUFNAHME UND EMISSION VON KOHLENSTOFFDIOXID IN DEN WÄLDERN



Quelle: Center for Global Development (angepasst)  
<https://www.cgdev.org/page/infographics-why-forests-why-now>



### JOURNALIST:INNEN

Ihr seid eine Gruppe von Journalist:innen und interessiert euch für umweltfreundliche landwirtschaftliche Methoden. Ihr besucht einen Bauernhof in Japan, der einen interessanten Weg gefunden hat: Sein Betrieb hat nur sehr geringe Auswirkungen auf das Klima.

- ➔ Könnt ihr diese landwirtschaftliche Methode und ihren Ursprung mit eigenen Worten beschreiben? Erstellt ein Diagramm, das den Text zusammenfasst.
- ➔ Erläutert anhand des Textes und des Bildes, warum diese landwirtschaftliche Methode gut für die Umwelt ist.
- ➔ Beantwortet folgende Frage mit einem Satz und schreibt eure Antwort in das Übersichtsblatt: **Inwiefern ist diese landwirtschaftliche Methode gut für die Umwelt und das Klima?**

### WARUM DIE VERBINDUNG VON REISANBAU UND ENTENZUCHT GUT FÜR DIE UMWELT IST <sup>1</sup>



Der japanische Landwirt Takao Furuno hat eine Methode für den Reisanbau entwickelt, die die natürlichen Ökosysteme nachahmt. Er setzt Enten in seine Reisfelder (überschwemmte Parzellen, auf denen Reis angebaut wird), die das Unkraut und Insekten fressen. Die Ausscheidungen der Enten liefern Nährstoffe für die Pflanzen und der Landwirt spart Geld, das er normalerweise für Pestizide und Düngemittel ausgeben müsste. Durch den Verkauf von Entenfleisch und Enteneiern verdient er zusätzlich Geld. Bei Furuno werden auch Fische in den Reisfeldern ausgesetzt, was eine weitere Einnahmequelle darstellt. Bauern, die intensiven Reisanbau betreiben, mussten die Fischzucht in Reisfeldern wegen des Einsatzes

von Pestiziden aufgeben. Furunos Reisernte ist um 20 Prozent ertragreicher als die Ernte im konventionellen Reisanbau, wo ausschließlich Reis angebaut wird.

Anmerkung: Pestizide sind Chemikalien, die auf Feldern (auch auf Reisfeldern) eingesetzt werden, um Pflanzen vor Insektenfraß zu schützen oder Krankheiten zu bekämpfen bzw. vorzubeugen. Pestizide sind aus zwei Gründen gefährlich: Sie töten auch viele Insekten, die die Pflanzen nicht fressen, und sie emittieren bei der Herstellung und beim Einsatz auf den Feldern Treibhausgase. Pestizide tragen also zur Verschärfung des Klimawandels bei.

<sup>1</sup> Quelle: Unterrichtsmodul des John Hopkins Center for a Livable Future (angepasst) <https://www.foodspan.org/seance-plans/unit-2-farmers-factories-and-food-chains/>

# UNTERRICHTSSTUNDE C3

## EXTREME EREIGNISSE UND LANDEGRADATION

### HAUPTFÄCHER

Geografie

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 5 Minuten
- ~ Aktivität: 1 Stunde

### ALTER

12-15 Jahre

### LERNZIELE

Die Schüler:innen lernen:

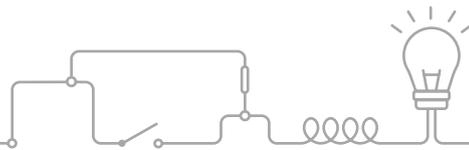
- ~ Es gibt verschiedene klimabedingte extreme Ereignisse, wie Hitzewellen, Waldbrände, Überschwemmungen, Dürren usw.
- ~ Extreme Ereignisse haben negative Auswirkungen auf Bevölkerungsgruppen und Ökosysteme.
- ~ Die Häufigkeit und Intensität extremer Ereignisse hat in den letzten Jahrzehnten zugenommen.
- ~ Die Menschen können die Auswirkungen solcher Ereignisse verringern (Anpassung).
- ~ Extreme Ereignisse sind mit dem Klimawandel verbunden.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Extreme Ereignisse, Hitzewelle, Waldbrand, Überschwemmung, Wüstenbildung, Trockengebiete, Landdegradation, Dürre

### UNTERRICHTSMETHODE

Dokumentenanalyse



### → TIPP FÜR LEHRENDE

In dieser Unterrichtsstunde sollten Sie drei potentielle Verständnishürden bedenken:

- **Nicht alle Katastrophen haben mit dem Klima oder dem Wetter zu tun.** Einige sind klima- oder wetterbedingt (Hitzewellen, Überschwemmungen, Waldbrände usw.), andere haben jedoch andere Ursachen (Erdbeben, Tsunamis usw.).
- **Verwechslung zwischen der natürlichen Variabilität des Wetters und dem durch den Klimawandel verursachten „Trend“.** Es ist sehr schwierig, ein einzelnes Ereignis dem Klimawandel zuzuschreiben, aber wir wissen, dass der Klimawandel die Häufigkeit und Intensität extremer Ereignisse (wie Hitzewellen, Waldbrände und Überschwemmungen) im Mittel vergrößert. Dieser „statistische“ Aspekt ist wichtig: Wir dürfen uns nicht nur auf einzelne Geschichten oder Beispiele konzentrieren, sondern müssen die Häufigkeit extremer Ereignisse betrachten.
- Einige der Dokumente erfordern **Grundkenntnisse in der Interpretation von Diagrammen.** Zögern Sie nicht, mehr Zeit darauf zu verwenden, wenn die Schüler:innen zum ersten Mal mit dieser Aufgabenart konfrontiert sind.

## VORBEREITUNG 5 MINUTEN

### MATERIAL

- Die **ARBEITSBLÄTTER C3.1, C3.2, C3.3, C3.4** und **C3.5** (eins pro Gruppe)

### VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE

1. Bitten Sie Ihre Schüler:innen, „Beweise“ für klimabedingte extreme Ereignisse zu sammeln, die sich in letzter Zeit in ihrem Land oder anderswo ereignet haben (Presse, Nachrichtenkanäle usw.).
2. Drucken Sie die Arbeitsblätter aus, eins pro Gruppe.

## EINLEITUNG 10 MINUTEN

Fragen Sie die Klasse:

- *Was ist ein extremes Wetterereignis?*
- *Welche Arten von extremen Wetterereignissen kennt ihr? Was wisst ihr darüber? Habt ihr davon in Filmen, Büchern oder Geschichten erfahren oder in den Nachrichten? Habt ihr selbst ein extremes Wetterereignis miterlebt?*

Sie können die verschiedenen Beweise/Ereignisse an der Tafel auflisten und die Gemeinsamkeiten aufzeigen.

- *Meint ihr, dass extreme Ereignisse heutzutage häufiger vorkommen?*
- *Redet ihr in euren Familien häufiger über extreme Wetterereignisse? War das zum Beispiel anders, als eure Eltern in eurem Alter waren?*
- *Wie könnt ihr euch diese Zunahme von Extremereignissen erklären?*

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

**Extreme Wetterereignisse** sind Ereignisse, die außerhalb der normalen Wettermuster eines bestimmten Ortes liegen (z. B. besonders starke Wirbelstürme, sintflutartiger Regen, Dürren, Hitzewellen). Extreme Wetterereignisse sind an sich schon schrecklich, aber **ihre Auswirkungen können verheerend sein**.

Im Zuge des Klimawandels wurde eine **Zunahme der Häufigkeit und/oder Intensität von extremen Ereignissen** beobachtet. Der Klimawandel kann auch die Auswirkungen einiger extremer Ereignisse verschlimmern. So verstärkt der Anstieg des Meeresspiegels die Auswirkungen von Küstentürmen, und die Erderwärmung kann in Dürreperioden die Wasserversorgung noch verschlechtern. Wissenschaftler:innen haben mehr als 150 Studien

zur Zuordnung von Wetterereignissen auf der ganzen Welt veröffentlicht. Einen Überblick über diese Studien finden Sie auf der Webseite von [Carbon Brief](#).



Die Vorhersagen für die zukünftige Entwicklung der Häufigkeit und Intensität extremer Ereignisse im Kontext des Klimawandels sind **für einige dieser Ereignisse ungewiss** (z. B. für Monsune – in den Klimamodellen gibt es nur einen geringen Konsens über künftige Veränderungen). **Es gibt jedoch eindeutige Hinweise dafür, dass die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen in den letzten Jahren auf menschliche Aktivitäten und Treibhausgasemissionen zurückzuführen ist.**

### DURCHFÜHRUNG 45 MINUTEN

1. Teilen Sie die Klasse in vier Gruppen auf.
2. Bitten Sie jede Gruppe, die Dokumente der Arbeitsblätter zu untersuchen, ebenso die „Beweise“, die sie mitgebracht haben.
3. Nachdem jede Gruppe ihr(e) Dokument(e) studiert und darüber diskutiert hat, stellt ein Mitglied jeder Gruppe den anderen die Ergebnisse vor.
4. Die Schüler:innen sollten feststellen, dass die Informationen der verschiedenen Artikel und Diagramme von unterschiedlichen Quellen stammen. Im ersten Arbeitsblatt wird die allgemeine Entwicklung extremer Ereignisse erforscht, während in den anderen auf spezifische Ereignisse in verschiedenen Regionen der Welt eingegangen wird. Die Kombination dieser Informationsquellen wird den Schüler:innen helfen, einen globalen „Trend“ zu erkennen und zu begreifen, was solche Ereignisse für die Bevölkerung auf der ganzen Welt bedeuten.
5. Nehmen Sie sich etwas Zeit, um Themen anzusprechen, die Ängste auslösen können. Das Sprechen über extreme Ereignisse oder Katastrophen kann bei Schüler:innen Stress auslösen. Es ist wichtig, dass sie erkennen, dass trotz der starken Zunahme extremer Ereignisse in den letzten Jahrzehnten die Zahl der Todesfälle aufgrund dieser Ereignisse zurückgegangen ist (siehe **ARBEITSBLATT C3.1**). Die Menschen in den verschiedenen Regionen der Welt sind heute besser

darauf vorbereitet, mit solchen Ereignissen umzugehen (Fortschritte in der Medizin, bessere Infrastruktur, internationale Solidarität usw.).

### ZUSAMMENFASSUNG 5 MINUTEN

Es gibt stichhaltige Beweise dafür, dass der Klimawandel zu einer Zunahme einiger extremer Ereignisse wie Hitzewellen, Waldbrände und Überschwemmungen führt. Diese Ereignisse treten tendenziell häufiger auf und sie sind intensiver, was zahlreiche Folgen für Land (Degradation, Wüstenbildung), Landwirtschaft, Gesundheit usw. hat.

Zum Abschluss können Sie eine Diskussion auf der Grundlage folgender Fragen führen:

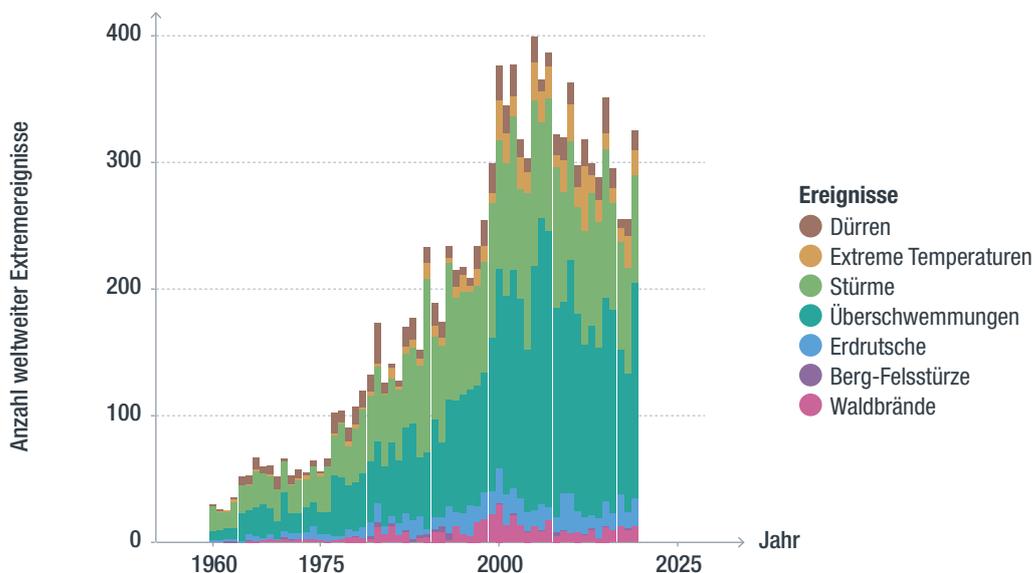
- *Welches sind die verschiedenen Extremereignisse?*
- *Haben sie allesamt ähnliche Auswirkungen?*
- *Wie werden sich diese Ereignisse eurer Meinung nach in 10, 20 oder 50 Jahren verändern?*
- *Werdet ihr bzw. eure Gemeinde mehr oder weniger anfällig für solche Ereignisse sein?*
- *Was würdet ihr tun, wenn in eurer Region ein Extremereignis eintreten würde?*
- *Was meint ihr, weshalb wir nicht auf Erdbeben, Tsunamis oder Vulkanausbrüche eingegangen sind? Hängen sie mit dem Klimawandel zusammen? Treten sie ebenfalls immer häufiger auf?*
- *Wie können sich Bevölkerungsgruppen an Extremereignisse anpassen?*
- *Welche Folgen haben diese Extremereignisse für das Land? Führen sie zu Landdegradation?*



Schaut euch die Dokumente an und beantwortet die folgenden Fragen:

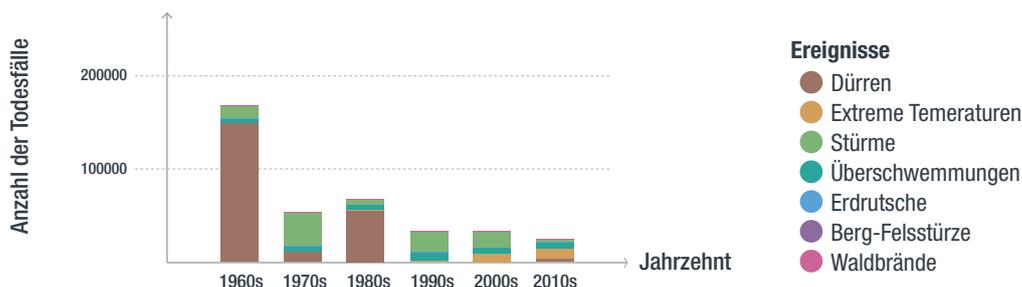
- ➔ Um welche Art von Dokumenten handelt es sich? Wann wurden sie veröffentlicht?
- ➔ Was sind die Quellen dieser Dokumente? Sind diese Quellen zuverlässig?
- ➔ Beschreibt die Diagramme: Was ist auf der x-Achse und der y-Achse (horizontal und vertikal) aufgetragen? Wie lauten die Einheiten? Welche Muster erkennt ihr?
- ➔ Welche Arten von Extremereignissen sind dargestellt?
- ➔ Wie hat sich die Anzahl extremer Wetterereignisse in den letzten 60 Jahren entwickelt?
- ➔ Welche Aussage könnt ihr – im gleichen Zeitraum – bezüglich der Anzahl der Todesfälle machen?
- ➔ Könnt ihr erklären, warum einige der Katastrophen im Laufe der Zeit weniger geworden sind und andere häufiger auftreten?
- ➔ Könnt ihr erklären, warum die von einigen Ereignisarten verursachten Todesfälle im Laufe der Zeit weniger geworden sind?
- ➔ Habt ihr oder Menschen, die ihr kennt, jemals solch ein extremes Ereignis erlebt? Wie habt ihr euch gefühlt? Was habt ihr getan, um euch zu schützen? Erzählt dazu eine Geschichte.

## DOKUMENT 1: ENTWICKLUNG DER ANZAHL EXTREMER EREIGNISSE VON 1960 BIS HEUTE



Quelle: Angepasst nach Daten von EM-DAT (2019): OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain, Brüssel, Belgien

## DOKUMENT 2: ENTWICKLUNG DER DURCH NATÜRLICHE KATASTROPHEN VERURSACHTEN JÄHRLICHEN TODESFÄLLE ZWISCHEN 1960 UND 2010



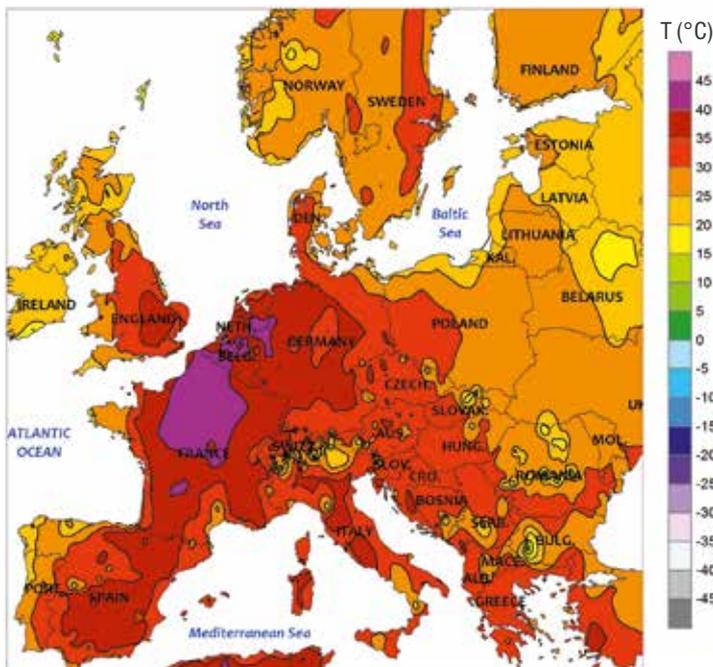
Quelle: Angepasst nach Daten von EM-DAT (2019): OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain, Brüssel, Belgien



Schaut euch die Dokumente an und beantwortet die folgenden Fragen:

- ➔ Um welche Art von Dokumenten handelt es sich? Wann wurden sie veröffentlicht?
- ➔ Was sind die Quellen dieser Dokumente? Sind diese Quellen zuverlässig?
- ➔ Beschreibt die Karte: Was könnt ihr erkennen? Welches sind die wärmsten Regionen in Europa?
- ➔ Welche Art von Extremereignissen ist hier dargestellt?
- ➔ Betrifft dieses Ereignis eine kleine Region oder mehrere Länder?
- ➔ Habt ihr oder Menschen, die ihr kennt, jemals eine Hitzewelle erlebt? Wie habt ihr euch gefühlt? Was habt ihr getan, um euch zu schützen? Erzählt dazu eine Geschichte.

## DOKUMENT 1: HÖCHSTTEMPERATUREN IN EUROPA AM 25. JULI 2019



Im Juli 2019 war es in Europa außergewöhnlich heiß. In Belgien, Deutschland, Luxemburg, den Niederlanden und Großbritannien wurden neue Temperaturrekorde aufgestellt. Die Durchschnittstemperaturen lagen bis zu 9 °C über den Durchschnittstemperaturen für diese Jahreszeit.

Quelle: Wikipedia & National Oceanic and Atmospheric Administration / National Weather Service (Wetterdienst der USA), [https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/regional\\_monitoring/](https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/regional_monitoring/)

## DOKUMENT 2: DER ZUSAMMENHANG ZWISCHEN HITZEWELLEN UND KLIMAWANDEL

„Im Juni wurden an mehreren Orten in Westeuropa neue Temperaturrekorde aufgestellt. Im Juli wurden erneut Rekorde gebrochen, wenn auch in anderen Regionen. Einmal mehr wurde die Rolle des Klimawandels bei der Entstehung solcher extremer Ereignisse infrage gestellt. [...]

Untersuchungen der Hitzewellen der letzten Jahre in Europa (2003, 2010, 2015, 2017, 2018, 2019) haben gezeigt, dass die Hitzewellen aufgrund des vom Menschen verursachten Klimawandels viel wahrscheinlicher und intensiver (heißer, länger anhaltend) geworden sind.“

2. August 2019

Quelle: Angepasst nach <https://www.worldweatherattribution.org/human-contribution-to-the-record-breaking-july-2019-heat-wave-in-western-europe/>



Schaut euch die Dokumente an und beantwortet die folgenden Fragen:

- ➔ Um welche Art von Dokumenten handelt es sich? Wann wurden sie veröffentlicht?
- ➔ Was sind die Quellen dieser Dokumente? Sind diese Quellen zuverlässig?
- ➔ Welche Art von Extremereignissen wird hier gezeigt? Was geschah 2019 in Australien?
- ➔ Beschreibt die Karte des Dokuments 1: Was könnt ihr beobachten?
- ➔ Lest den Text von Dokument 2 und erklärt, welche Folgen Megafeuer für Ökosysteme und Menschen haben können.
- ➔ Schaut euch die Karten des Dokuments 3 an. Was stellt der rote Kreis dar? Stellt euch vor, dass eine ganze Region von der Größe des Kreises brennt. Könnt ihr beschreiben, wie sich dies auf euch, die Ökosysteme und die Bauernhöfe in der Umgebung eurer Stadt/eures Dorfes auswirken würde?
- ➔ Wie wird sich ein solches Ereignis angesichts steigender Temperaturen auswirken?
- ➔ Habt ihr oder Menschen, die ihr kennt, jemals einen Waldbrand erlebt? Wie habt ihr euch gefühlt? Was habt ihr getan, um euch zu schützen? Erzählt dazu eine Geschichte.

## DOKUMENT 1: ORTE DER BUSCHBRÄNDE IN AUSTRALIEN IM DEZEMBER 2019

Jeder gelbe, orangene und rote Punkt steht für ein Feuer. Während des Megabrandes von 2019-2020 sind durch die Buschbrände in Australien rund 100 000 km<sup>2</sup> Wald (und andere Vegetation) verbrannt.



Quelle: Bildschirmfoto von <https://myfirewatch.landgate.wa.gov.au/> – Dezember 2019

## DOKUMENT 2: AUSTRALIENS BRÄNDE HABEN GROSSE AUSWIRKUNGEN AUF MENSCHEN UND TIERE GEHABT

### „Nach Angaben von Wissenschaftlern wurden bei den verheerenden Buschbränden in Australien im vergangenen Jahr fast drei Milliarden Tiere getötet oder vertrieben.“

Es handelt sich um eine der „schlimmsten Wildtierkatastrophen der modernen Geschichte“, so der World Wide Fund for Nature (WWF), der den Bericht in Auftrag gegeben hat. Im vergangenen Sommer wüteten Großbrände in allen australischen Bundesstaaten, die Buschlandschaft verbrannte und es starben mindestens 33 Menschen. Säugetiere, Reptilien, Vögel und Frösche sind den Flammen zum Opfer gefallen oder haben ihre Habitate verloren.

Im Januar, auf dem Höhepunkt der Krise, schätzten Wissenschaftler, dass allein in New South Wales und Victoria 1,25 Milliarden Tiere umkamen. Neuere Schätzungen umfassen ein größeres Gebiet. Demnach verbrannten von September bis Februar 11,46 Millionen Hektar – eine Fläche vergleichbar mit der Größe Englands.“

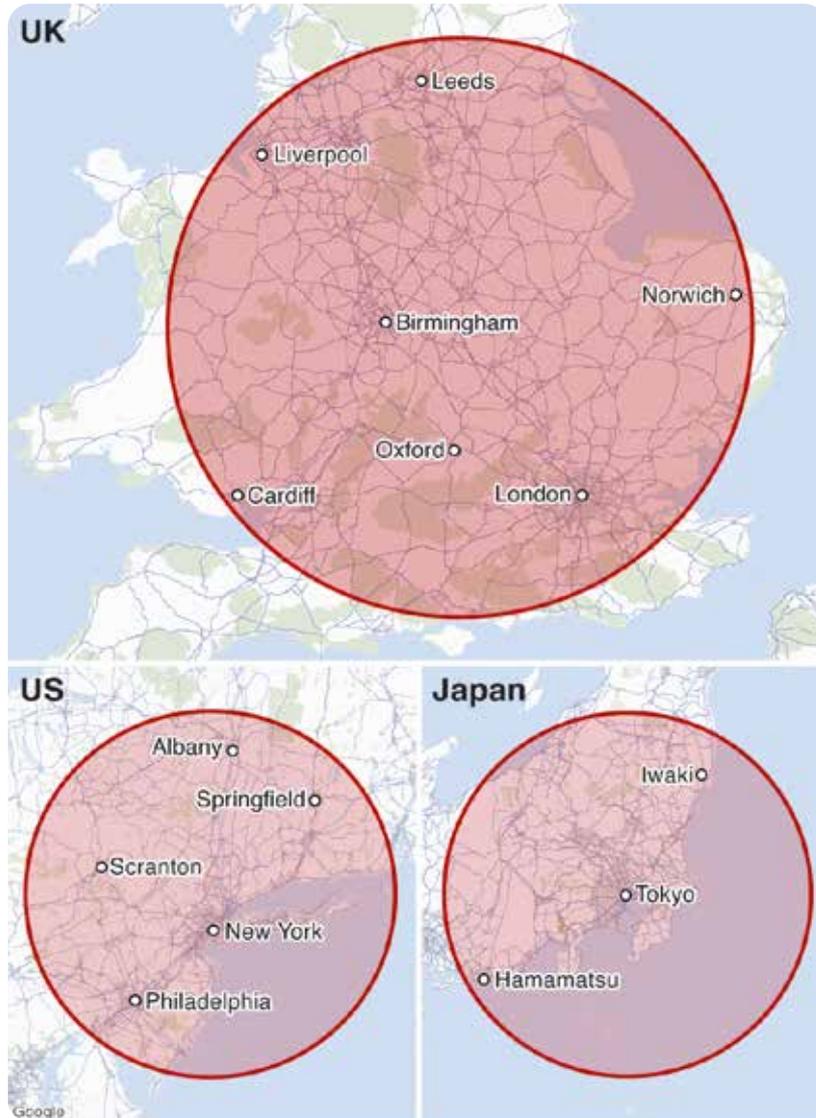
Auszug aus einem Artikel der BBC vom 28.7.2020

Quelle: <https://www.bbc.com/news/world-australia-53549936>



**DOKUMENT 3: KARTEN, DIE VERDEUTLICHEN, WIE GROSS DIE VON DEN WALDBRÄNDEN IN AUSTRALIEN BETROFFENE FLÄCHE WAR**

Wie groß ist die von Waldbränden betroffene Fläche in Australien? Am 1. Juli 2019 schätzungsweise 10 Millionen Hektar (= 100 000 km<sup>2</sup>).



Quelle: BBC – 'Australia fires : A visual guide to the bushfire crisis'  
<https://www.bbc.com/news/world-australia-50951043>

Optional: Wenn ihr einen Internetzugang habt, geht auf die Webseite: <https://www.mapdevelopers.com/draw-circle-tool.php>. Klickt auf der Karte auf die Stadt/das Dorf, in der/dem ihr wohnt, und zeichnet einen Kreis mit einem Radius von 178 km (das entspricht einer Fläche von 100 000 km<sup>2</sup>).



Schaut euch die Dokumente an und beantwortet die folgenden Fragen:

- ➔ Um welche Art von Dokumenten handelt es sich? Wann wurden sie veröffentlicht?
- ➔ Was sind die Quellen dieser Dokumente? Sind diese Quellen zuverlässig?
- ➔ Welche Art von Extremereignis wird hier dargestellt?
- ➔ Schaut euch die beiden Thailand-Karten an (Dokument 1). Wie hoch ist die Bevölkerungsdichte in den überschwemmten Gebieten? Ist das ein Problem für die Städte und die Menschen?
- ➔ Beschreibt das Dokument 2: Was ist für die verschiedenen Gegenden auf der x-Achse und der y-Achse (horizontal und vertikal) aufgetragen? Welche Muster sind zu erkennen? Beschreibt, wie sich die Anzahl der Hochwasserereignisse seit 1950 verändert hat. Ist dieses Muster überall auf der Welt ähnlich? Wo sind die Regionen, in denen die Überschwemmungen am häufigsten sind?
- ➔ Könnt ihr anhand des Dokuments 3 erklären, warum die Anzahl der Überschwemmungen weltweit zunimmt? Was meint ihr, wie sich die Häufigkeit der Überschwemmungen in Zukunft entwickeln wird?
- ➔ Habt ihr oder Menschen, die ihr kennt, jemals eine Überschwemmung erlebt? Wie habt ihr euch gefühlt? Was habt ihr getan, um euch zu schützen? Erzählt dazu eine Geschichte.

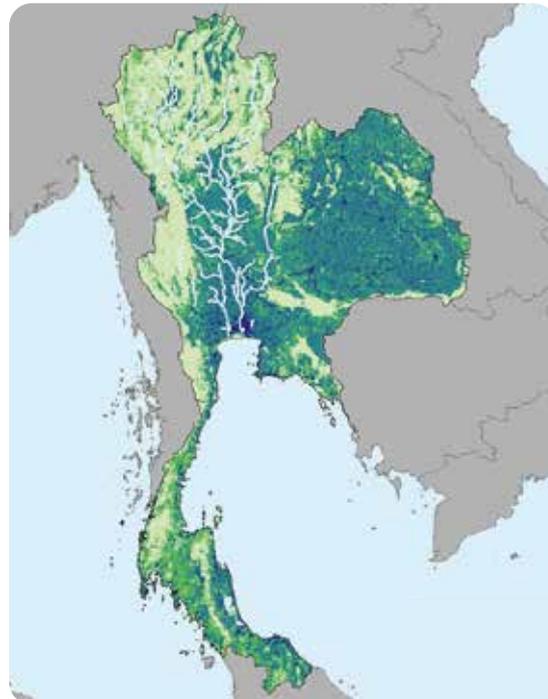
## DOKUMENT 1: ÜBERSCHWEMMUNGEN UND BEVÖLKERUNGSDICHTE IN THAILAND

Von den Überschwemmungen betroffene Gebiete in Thailand (6. September 2019)



● Hauptstädte ● Überschwemmte Gebiete ● Andere Länder

Bevölkerungsdichte in Thailand im Dezember 2016



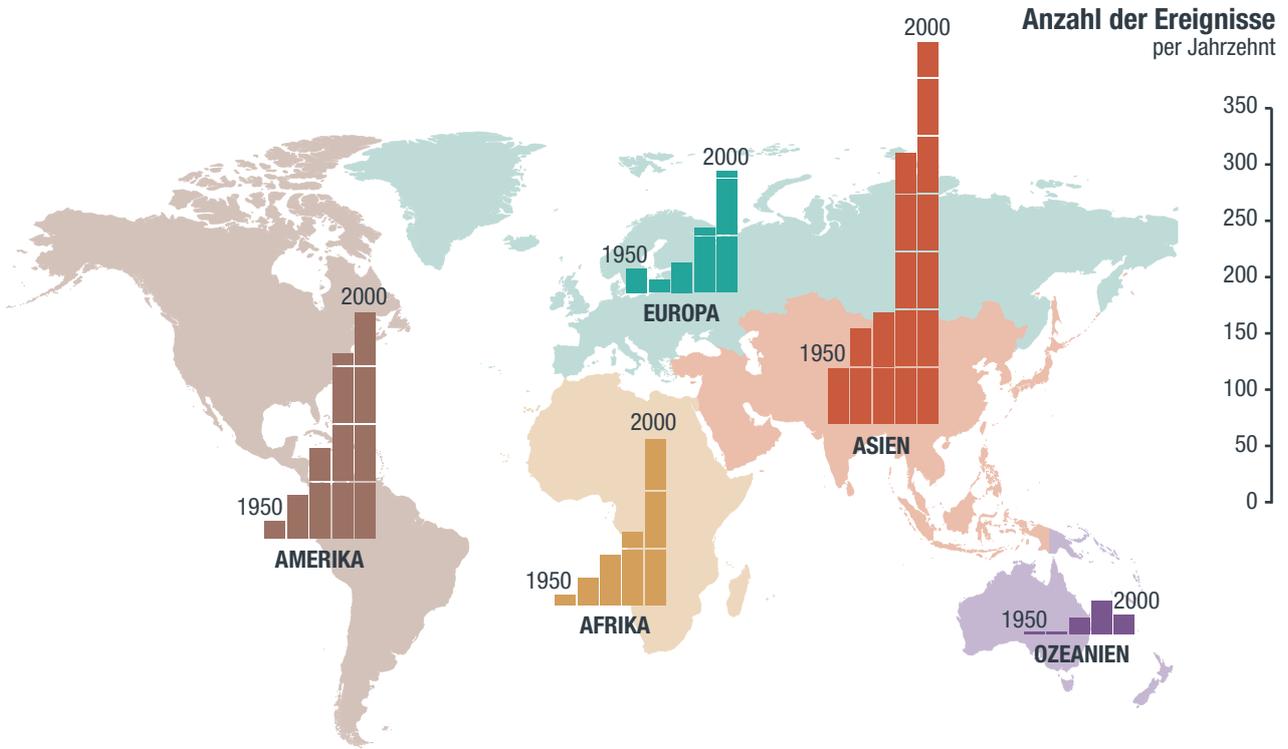
Bevölkerungsdichte: hoch niedrig

Quellen:

- Links: Rotes Kreuz und Roter Halbmond, <https://reliefweb.int/map/thailand/thailand-floods-information-bulletin-6-september-2019>
- Rechts: [https://www.researchgate.net/figure/Thailands-population-density-by-province-in-km-retrieved-from-Thailands-National\\_fig3\\_310064808](https://www.researchgate.net/figure/Thailands-population-density-by-province-in-km-retrieved-from-Thailands-National_fig3_310064808)



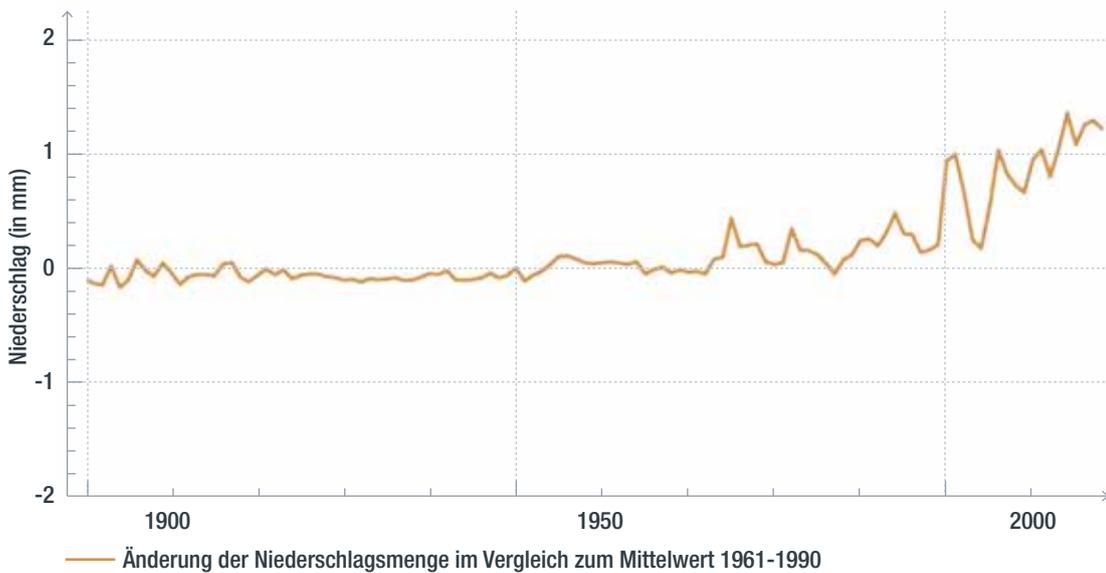
DOKUMENT 2: ANZAHL VON HOCHWASSEREREIGNISSEN VON 1950 BIS 2000



Quelle: Millenium Ecosystem Assessment, <https://www.grida.no/resources/6062>, 2007 (angepasst)

DOKUMENT 3: VERÄNDERUNG DER WELTWEITEN MITTLEREN NIEDERSCHLAGSMENGE PRO TAG IM VERGLEICH ZU EINEM 30-JÄHRIGEN „NORMALWERT“

Die Überschwemmungen hängen mit den Niederschlägen zusammen (Anzahl der Regentage oder Regenintensität).



Quelle: clivebest.com, Daten vom NCDC (National Climatic Data Center) Daily: <http://clivebest.com/blog/?p=8502>, (angepasst)



Schaut euch die Dokumente an und beantwortet die folgenden Fragen:

- ➔ Um welche Art von Dokumenten handelt es sich? Wann wurden sie veröffentlicht?
- ➔ Was sind die Quellen dieser Dokumente? Sind diese Quellen zuverlässig?
- ➔ Welche Art von Extremereignis wird hier dargestellt?
- ➔ Wie wirkt sich die Dürre auf die Bevölkerung aus (Bild im Dokument 1)?
- ➔ Betrachtet die Karte (Dokument 2). Die Sahelzone wird häufig von Dürren heimgesucht. Besonders schlimm war das Jahr 2012. Könnt ihr erklären, warum gerade diese Region häufig von Dürren betroffen ist?
- ➔ Erkundet das Dokument 3: Was ist auf der x-Achse und der y-Achse (horizontal und vertikal) aufgetragen? Wie lauten die Einheiten? Welche Muster sind zu erkennen?
- ➔ Wie hat sich das Muster der Niederschläge in der Sahelzone im Laufe der Jahre verändert? Vergleicht die Niederschlagsmenge in der Sahelzone mit der Niederschlagsmenge über Jakarta oder Berlin. Könnt ihr erklären, wie dies mit der Zunahme der Dürreereignisse in der Sahelzone zusammenhängt?
- ➔ Was meint ihr, wie sich Anzahl und Dauer von Dürren in Zukunft ändern wird, insbesondere im Hinblick auf den Klimawandel?
- ➔ Habt ihr oder Menschen, die ihr kennt, jemals eine Dürre erlebt? Wie habt ihr euch gefühlt? Was habt ihr getan, um euch zu schützen? Erzählt dazu eine Geschichte.
- ➔ Dokument 4 beschreibt das Projekt „Die Große Grüne Mauer“. Worum geht es bei diesem Projekt? Wie wird das der Region helfen?

**DOKUMENT 1: DIE FOLGEN EINER DÜRRE**



„Diese Dürre tötet nach und nach alles“, sagt Mahmoud. „Zuerst hat sie das Land und die Weiden 'weggefegt'; dann hat sie die Tiere 'weggefegt', die erst schwächer und schwächer wurden und schließlich starben. Bald wird sie auch die Menschen 'wegfegen'. Die Menschen sind krank, haben Grippe, Durchfall und Masern. Wenn sie keine Nahrung, kein sauberes Wasser und keine Medikamente bekommen, werden sie sterben wie ihre Tiere.“ Mahmoud Geedi Ciroobay

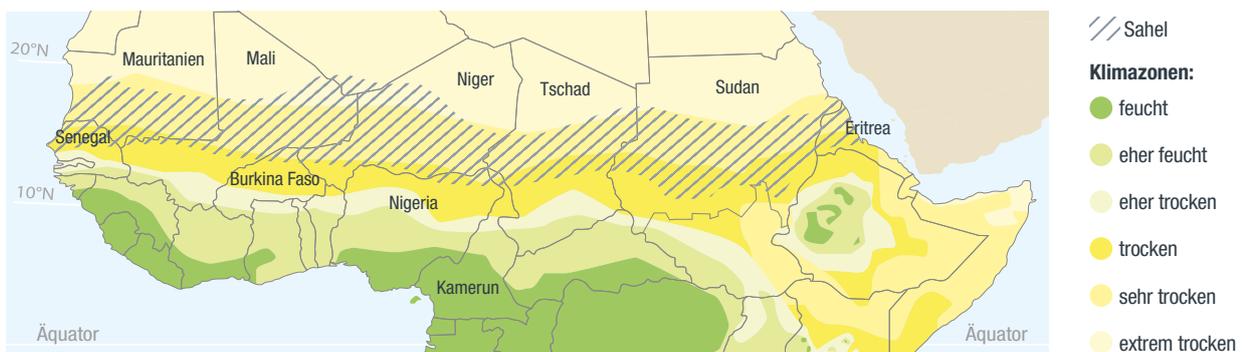
Quelle: Oxfam, <https://www.oxfam.org/en/drought-east-africa-if-rains-do-not-come-none-us-will-survive>

**DOKUMENT 2: DAS KLIMA IN DER SAHELZONE**

Die Karte zeigt die unterschiedlichen Klimazonen in der Sahelzone:

- ➔ Ein arides Klima bedeutet, dass es nur 50 bis 150 mm pro Jahr regnet. Diese Niederschläge fallen saisonal.
- ➔ Ein semiarides Klima ist ebenfalls saisonal, mit bis zu 500 mm Regen pro Jahr.

Zur Veranschaulichung: In Jakarta regnet es etwa 50 bis 300 mm pro Monat, in Berlin 650 mm pro Monat. Die Sahelzone ist also eine besonders trockene Gegend!

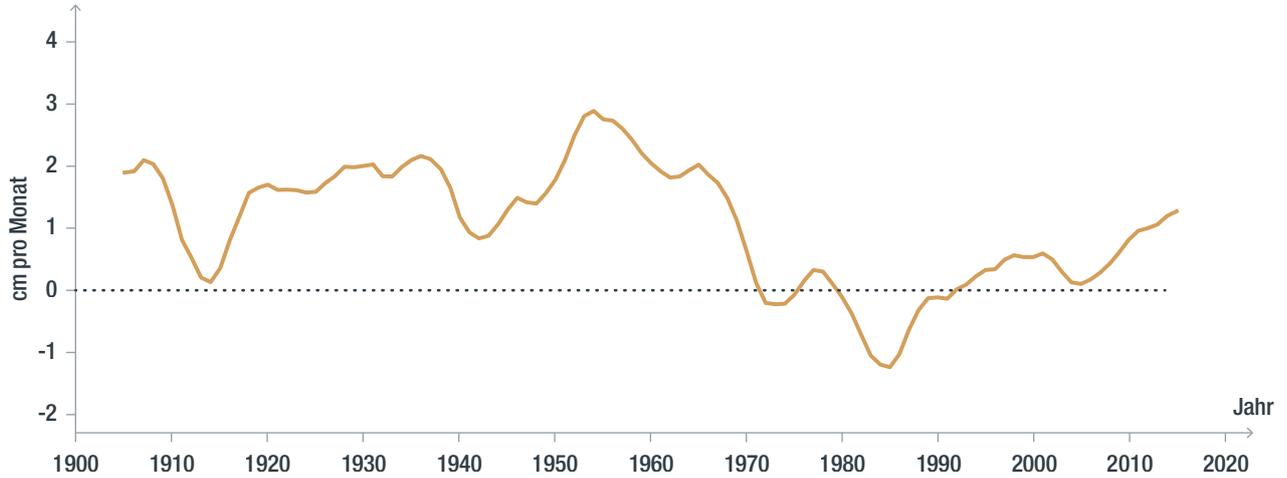


Quelle: Climate and climate change, Regional Atlas on West Africa, chapter 14, SWAC/OECD, West African Studies, Januar 2008, S. 7 (angepasst) <https://www.oecd.org/swac/publications/40121025.pdf>



**DOKUMENT 3: DER NIEDERSCHLAGSINDEX IN DER SAHELZONE (JUNI-OKTOBER)**

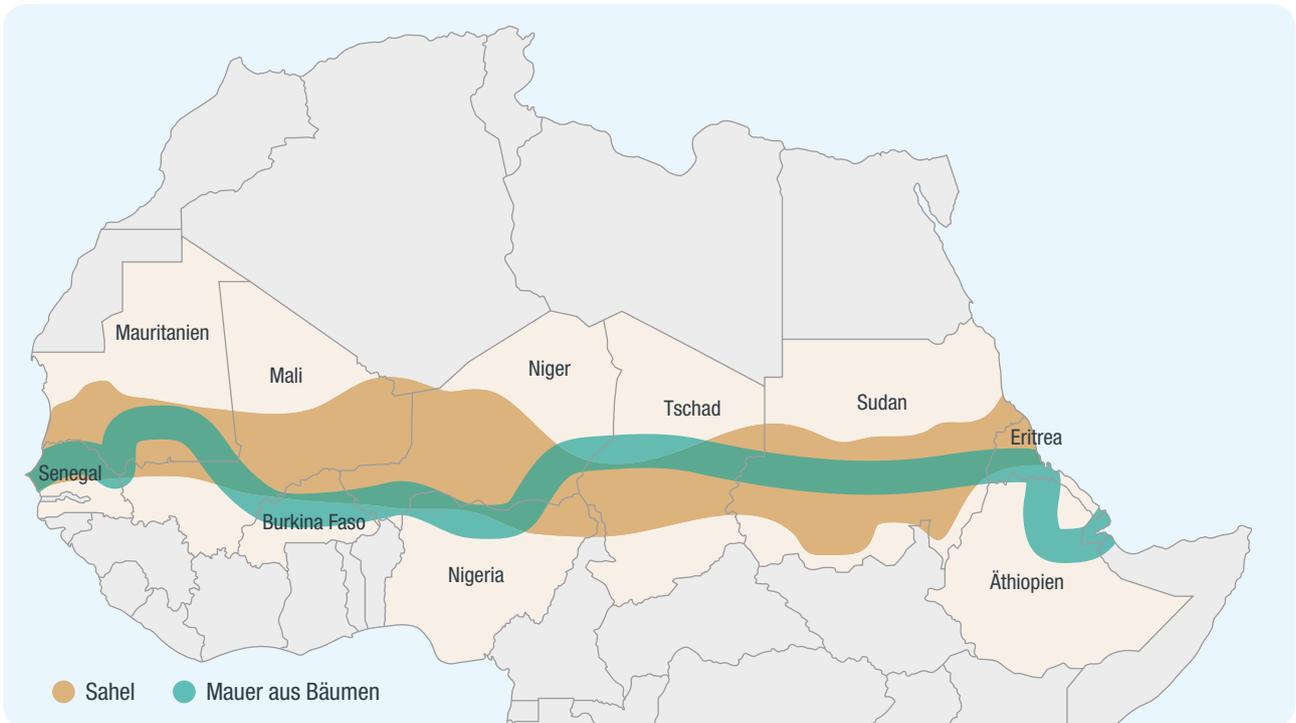
Der Niederschlagsindex ist ein Maß für die Niederschlagsmenge in cm/Monat. Wenn der Index negativ wird, bedeutet das, dass der Boden mehr Feuchtigkeit verliert als er durch Regen gewinnt.



Quelle: Daten von JISAO, 2018

**DOKUMENT 4: DIE GROSSE GRÜNE MAUER**

Die Große Grüne Mauer ist eine Initiative, die in Afrika entstanden ist. Sie verfolgt das ehrgeizige Ziel, eine 8000 Kilometer lange natürliche Mauer aus Bäumen wachsen zu lassen. Da Bäume die Menschen mit Feuchtigkeit und Sauerstoff versorgen und Kohlenstoffdioxid aufnehmen, könnte die Grüne Mauer einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.



Quelle: <https://www.greatgreenwall.org>

# UNTERRICHTSSTUNDE C4

## DER KLIMAWANDEL, DER MENSCH UND DIE BIODIVERSITÄT

### HAUPTFÄCHER

Naturwissenschaften

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 25 Minuten
- ~ Aktivität: 55 Minuten

### ALTER

9-12 Jahre

### LERNZIELE

Mit einem Rollenspiel oder einer Multimedia-Animation erkunden die Schüler:innen verschiedene Nahrungsnetze an Land.

Sie lernen:

- ~ In Ökosystemen interagieren Lebewesen miteinander. Es entstehen Abhängigkeitsverhältnisse.
- ~ Die verschiedenen Arten von Lebewesen sind an bestimmte Klimazonen und Landschaften angepasst.
- ~ Der Klimawandel und menschliche Aktivitäten wirken sich unterschiedlich auf die Land-Biodiversität aus (Arten können migrieren oder verschwinden; manchmal passen sie sich an, indem sie sich – über lange Zeiträume – weiterentwickeln).

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Ökosystem, Nahrungsnetz, Nahrungskette, Beute, Beutegreifer (Räuber), Räuber-Beute-Beziehung

### UNTERRICHTSMETHODE

Rollenspiel, Multimedia-Animation



### VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE

#### Option 1:

1. Wählen Sie ein oder mehrere Nahrungsnetze aus (je nach Niveau Ihrer Schüler:innen) und drucken Sie die entsprechenden Arbeitsblätter aus:
  - **Einsteiger:innen:** „Im Boden“ (C4.2), „Eine Agrarlandschaft“ (C4.6)
  - **Fortgeschrittene:** „In der Savanne“ (C4.3), „Im Tropenwald Guyanas“ (C4.5)
  - **Expert:innen:** „Ein Flussufer in Alaska“ (C4.1), „Ein temperierter Wald“ (C4.4)
2. Schneiden Sie die verschiedenen Arten aus und basteln Sie für jede Art im Nahrungsnetz eine Halskette (Sie können z. B. das Bild auf ein Stück Karton kleben, zwei Löcher hineinstanzen und die Schnur durch die Löcher fädeln). Jede:r Schüler:in verkörpert eine Art und hängt sich das entsprechende Schild um den Hals, sodass seine/ihre Hände frei sind, um die Schnüre halten zu können, die sie mit den anderen Arten verbinden.
3. Überlegen Sie sich im Voraus, welche Rollen die einzelnen Schüler:innen übernehmen sollen und wie das Klassenzimmer für das Spiel umgestaltet werden kann. Am besten ist es, diese Aktivität draußen durchzuführen, dort ist mehr Platz.
4. Machen Sie jeweils einen großen Knoten (oder mehrere) an einem Ende der Schnüre. Der Knoten stellt den Beutegreifer (Räuber) dar.

#### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Das Schnurende mit dem Knoten bestimmt die „Flussrichtung“ – von der Beute zum Beutegreifer (Räuber). In der Animation und in den Lösungen für die Arbeitsblätter ist dies durch Pfeile symbolisiert.

#### Option 2: Verwenden sie die [Online-Animation](#).

#### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Ziel dieser Unterrichtsstunde ist es, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Nahrungsnetze zu erforschen. Es geht nicht um die Nahrungsnetze an sich. Man kann in einer vorbereitenden Unterrichtsstunde einen Einblick in die verschiedenen Arten und ihr jeweiliges Habitat geben.

### VORBEREITUNG 25 MINUTEN

#### MATERIAL

- Schnur (jede:r Schüler:in bekommt um den Hals ein Schild gehängt mit dem Namen einer Art aus den Nahrungsnetzen der Arbeitsblätter.)
- Noch mehr Schnur, um damit die einzelnen Schüler:innen (= Arten) zu „verbinden“. Jedes Stück Schnur sollte mindestens 2 m lang sein, und jede:r Schüler:in sollte mehrere dieser Schnurstücke haben. Es wird also sehr viel Schnur gebraucht.
- Die Multimedia-Animation zu « [Land-Nahrungsnetzen](#) ».



## EINLEITUNG 10 MINUTEN

Besprechen Sie die verschiedenen Auswirkungen des Klimawandels auf das Land. Fragen Sie die Schüler:innen: *Welche Folgen haben die verschiedenen Phänomene des Klimawandels (Extremereignisse, Dürren, Wüstenbildung, Bodendegradation, Erderwärmung usw.) für Tiere und Pflanzen in den verschiedenen Ökosystemen?* Schreiben Sie die Antworten der Schüler:innen an die Tafel.

## DURCHFÜHRUNG 35 MINUTEN

### OPTION 1: ROLLENSPIEL 35 MINUTEN

**1. Das Ökosystem-Spiel:** Geben Sie jedem/jeder Schüler:in ein Schild mit Halskette und mehrere Stücke Schnur. Jede:r Schüler:in stellt eine Art dar, die Teil eines Nahrungsnetzes ist. Auf den Arbeitsblättern sind verschiedene Ökosysteme abgebildet, die unterschiedlich komplex sind. Wählen Sie die Nahrungsnetze aus, die zum Niveau der Schüler:innen, zu ihrem Vorwissen und zu ihrem Wohnort passen.

Ordnen sie jedem/jeder Schüler:in eine Art zu. Beachten Sie dabei die im Folgenden angegebenen relativen Häufigkeiten der Arten.

### Beispiel 1: Nahrungsnetz „Ein Flussufer in Alaska“

#### ARBEITSBLATT C4.1

EXPERT:INNEN 

- 1 Schüler:in für: Braunbär, Elch, Wolf, Fischotter
- 2 Schüler:innen für: Rotlachs, organische Materie, Mineralstoffe, Schmeißfliege, Krill
- Die übrigen Schüler:innen: 1/3 stellen Kieselalgen, 1/3 rote Holunderbeeren, 1/3 Sitka-Fichten dar.

### → TIPP FÜR LEHRENDE

Das Flussufer-Ökosystem birgt ein paar Besonderheiten. Die Schüler:innen, die organische Materie darstellen, dürfen nur dann mit dem Lachs verbunden sein, wenn dieser auch mit dem Braunbären verbunden ist, da die Kadaverreste der Lachse nur dann in organische Materie umgewandelt werden können, wenn der Braunbär sie gegessen hat und die Lachsreste übriggeblieben sind.

Schüler:innen, die Mineralstoffe darstellen, dürfen nur dann mit organischer Materie und der Sitka-Fichte verbunden sein, wenn die organische Materie mit der Schmeißfliege verbunden ist, da diese dafür sorgt, dass sich die organische Materie zersetzt und dabei Mineralstoffe entstehen.

### Beispiel 2: Nahrungsnetz „Im Boden“

#### ARBEITSBLATT C4.2

EINSTEIGER:INNEN 

- 1 Schüler:in für: Wolfsspinne, Maulwurf, Ameise
- 2 Schüler:innen für: Regenwurm, Bakterien, Mykorrhizapilze, Fadenwurm
- Die übrigen Schüler:innen: 1/2 stellen Farn, 1/2 stellen organische Materie dar.

### Beispiel 3: Nahrungsnetz „In der Savanne“

#### ARBEITSBLATT C4.3

FORTGESCHRITTENE 

- 1 Schüler:in für: Löwe, Leopard, Tüpfelhyäne
- 2 Schüler:innen für: Giraffe, Thomson-Gazelle, Kaffernbüffel, Zebra
- Die übrigen Schüler:innen: 1/2 stellen Akazie, 1/2 stellen Pangolagrass dar.

### Beispiel 4: Nahrungsnetz „Ein temperierter Wald“

#### ARBEITSBLATT C4.4

EXPERT:INNEN 

- 1 Schüler:in für: Sperber, Wildschwein
- 2 Schüler:innen für: Blaumeise, Buntspecht, Bockkäfer, Spinne, Eichenprozessionsspinnerraupe
- Die übrigen Schüler:innen: 1/3 stellen Eichenblätter, 1/3 Eicheln und 1/3 Totholz dar.

### Beispiel 5: Nahrungsnetz „Im Tropenwald Guyanas“

#### ARBEITSBLATT C4.5

FORTGESCHRITTENE 

- 1 Schüler:in für: Jaguar, Harpyie, Boa constrictor
- 2 Schüler:innen für: Brüllaffe, Rothand-Tamarin, Kapuzineraffe, Klammeraffe, Tapir, Aguti
- Die übrigen Schüler:innen: 1/2 stellen Balata-Beeren, 1/2 stellen Carapa-Früchte dar.

### Beispiel 6: Nahrungsnetz „Eine Agrarlandschaft“

#### ARBEITSBLATT C4.6

EINSTEIGER:INNEN 

- 1 Schüler:in für: Mensch, Wespenbussard
  - 2 Schüler:innen für: Hummel
  - Die übrigen Schüler:innen: 1/3 stellen Weizen, 1/3 Apfelbäume und 1/3 Wiesenklees dar.
2. Kieselalgen, Beeren, Bäume und Gräser sind die am häufigsten vorkommenden Lebewesen, sie stehen an der Basis jedes Nahrungsnetzes. Sie brauchen zum Wachsen nur Mineralstoffe, Wasser, Kohlenstoffdioxid und Licht. Top-Prädatoren (Raubtiere am oberen Ende des Nahrungsnetzes) kommen weniger häufig vor. Um zu überleben, brauchen sie viele Exemplare der Arten, von denen sie sich ernähren.
  3. Die Schüler:innen sollen sich den Text über ihre Art durchlesen.
  4. Die Schüler:innen müssen herausfinden, welche Arten „ihre“ Art fressen kann, um zu überleben. Sie sollten an der Basis des Nahrungsnetzes anfangen (Kieselalgen, Beeren, Bäume, Gräser und Pflanzen) und sich langsam bis zu den Raubtieren hocharbeiten.

Die Raubtiere halten das verknotete Ende der Schnüre in der Hand – eine Schnur für jede Art, die sie fressen. Die Beuten halten das andere Ende der Schnur in der Hand. Die Schüler:innen sollen der Reihe nach jede „Verbindung“ erklären.

**5.** Sobald das Nahrungsnetz fertiggestellt ist – alle Arten sind miteinander verbunden und alle Schüler:innen sind sich über die Schnur-Verbindungen einig –, sollen sich die Schüler:innen überlegen, welche Störfaktoren ihr Ökosystem aus dem Gleichgewicht bringen könnten. Zusätzlich zu den von den Schüler:innen vorgeschlagenen Störfaktoren können sie einige aus den folgenden Listen auswählen. Wenn eine Art aufgrund eines Störfaktors im Ökosystem stirbt, setzt „sie“ sich auf den Boden und lässt alle Schnüre los, die sie mit ihren Räuber- und Beutearten verbindet. Eine Art kann auch dann sterben, wenn sie keine Nahrung mehr hat (wenn also alle Nahrungsquellen/Beutearten auf dem Boden sitzen). So sieht man auf anschauliche Weise, wie sich das Verschwinden einer Art auf das gesamte Nahrungsnetz auswirkt.

#### TIPP FÜR LEHRENDE

Dieses Spiel ist eine stark vereinfachte Version dessen, was tatsächlich in der Natur passiert: Wenn eine Art verschwindet, gerät das Ökosystem nicht unbedingt völlig aus dem Gleichgewicht.

### Beispiele für klimawandelbedingte und von Menschen verursachte Störfaktoren:

#### Beispiel 1: Nahrungsnetz „Ein Flussufer in Alaska“

- Aufgrund der höheren Temperaturen kommt es zu einer Verschiebung der Jahreszeiten. In Alaska hat dies zu einer Veränderung der Entwicklung der Holunderbüsche geführt: Ihre Früchte erscheinen früher im Jahr (Mitte Juli statt Mitte August), etwa zur Zeit, wenn die Lachse in den Flüssen laichen. Früher gab es im Juli nur Lachse zu fressen.
- Bären fressen lieber Holunderbeeren als Lachse, wahrscheinlich weil sie leichter zu sammeln sind. Daher bleiben weniger Lachskadaver auf dem Boden zurück, und es gibt weniger mit organischen Stoffen angereicherte Abfälle auf den Waldböden.
- Da der Boden immer weniger organische Stoffe enthält, wird er auch immer ärmer an Mineralstoffen.
- Aufgrund des Nährstoffverlustes im Boden wächst die Fichte langsamer. Die kleineren Nadeln sind für Elche weniger attraktiv.

#### Beispiel 2: Nahrungsnetz „Im Boden“

- Aufgrund des Temperaturanstiegs und der häufigeren Dürreperioden in trockenen Regionen werden die Böden (noch) trockener und heißer.

- Diese trockeneren und heißeren Böden erschweren es den Arten, sich zu entwickeln. Weniger Arten bedeutet weniger organische Materie.
- Da organische Materie am Anfang des Nahrungsnetzes steht, wirkt sich der Klimawandel auf alles aus.

#### Beispiel 3: Nahrungsnetz „In der Savanne“

- Der Temperaturanstieg, regelmäßig wiederkehrende Dürreperioden und der Anstieg des CO<sub>2</sub>-Gehalts in der Atmosphäre haben einigen Bäumen, wie zum Beispiel Akazien, bessere Wachstumsbedingungen beschert.
- Gräser verdorren schneller, weil sie empfindlicher auf Schwankungen der Regenmenge reagieren.
- Diese Situation ist für Weidetiere schlimmer als für Tiere, die sich von Blättern ernähren.

#### Beispiel 4: Nahrungsnetz „Ein temperierter Wald“

- Der Klimawandel hat zu einem Anstieg der Temperatur geführt.
- Aufgrund des wärmeren Wetters am Ende des Winters sprießen die Eichenblätter früher.
- Die Raupen sind in der Lage, sich an diese Veränderung anzupassen, Blaumeisen dagegen nicht. Sie finden keine geeignete Nahrung für ihre Jungen: Ihre Bestände gehen langsam zurück.

#### Beispiel 5: Nahrungsnetz „Im Tropenwald Guyanas“

- In den Wäldern Guyanas haben menschliche Aktivitäten verschiedene Auswirkungen: Die industrielle Abholzung hat zu einem Rückgang einiger Baumarten geführt.
- Klammeraffen und Jaguare werden zum Verzehr oder wegen ihres Fells gejagt.

#### Beispiel 6: Nahrungsnetz „Eine Agrarlandschaft“

- Um mehr Nahrung für den Menschen zu produzieren, werden auf Kosten der biologischen Vielfalt Monokulturen – zum Beispiel Weizen – angebaut.
- Der Wiesenklees verschwindet und wird durch Weizen ersetzt. Dadurch stehen den Hummeln weniger Blüten zur Verfügung, aus denen sie Nektar sammeln. Mit dem Verschwinden der Hummeln und ihrer Honigwablen verschwindet auch der Wespenbussard.
- Da die Hummeln auch Bestäuber für Apfelbäume sind, vermehren sich Apfelbäume schlechter.
- Der Mensch erntet mehr Weizen, dafür aber weniger Äpfel.

- 6.** Sie können mehrere Nahrungsnetze durchspielen. Die Schüler:innen sollen erkennen, dass in einem Ökosystem alle Lebewesen miteinander verbunden sind und dass das Gleichgewicht des Ökosystems erhalten bleiben sollte.

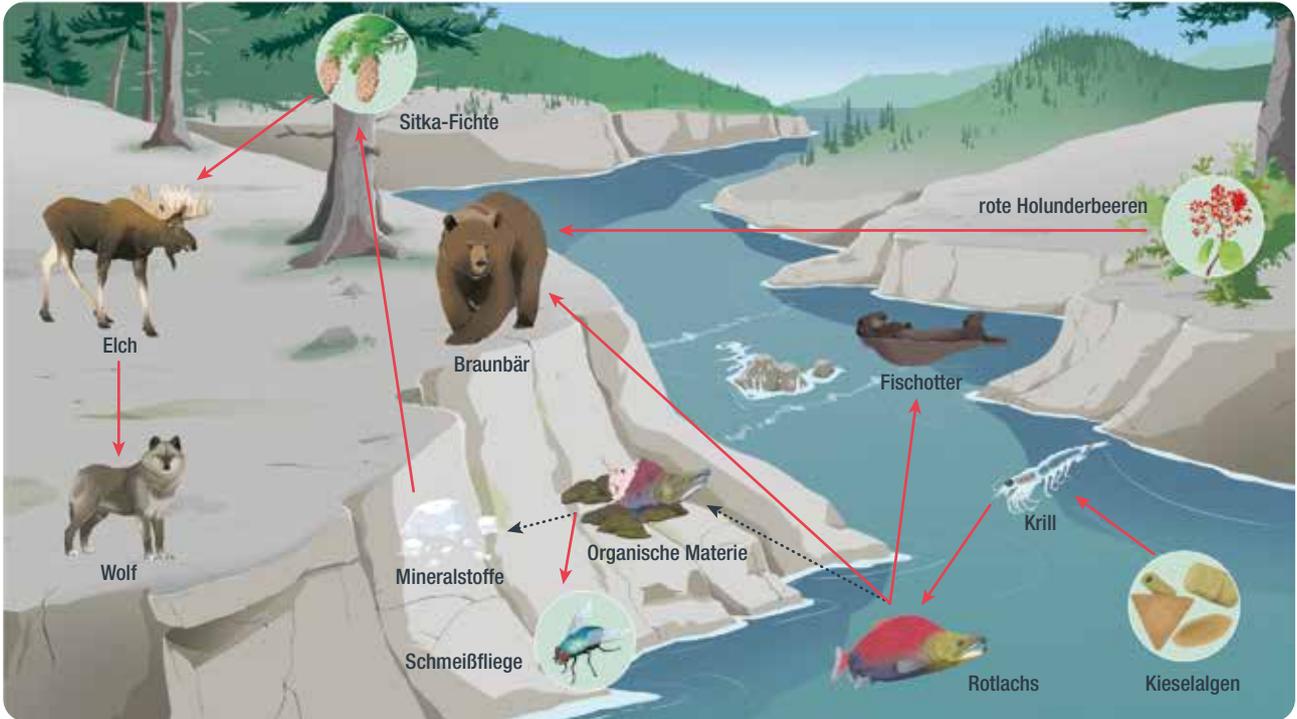


Verknüpfte Schüler:innen im Nahrungsnetz des temperierten Waldes

7. Nachdem das Spiel mit verschiedenen Ökosystemen und Störfaktoren durchgespielt wurde, werden alle Schilder des Rollenspiels (z. B. mit Magneten) an der Tafel befestigt. Die Schüler:innen sollen alle Arten eines Nahrungsnetzes mit Pfeilen verbinden, angefangen mit den Primärproduzenten am unteren Ende des Nahrungsnetzes. Die Pfeile haben die Bedeutung „wird gefressen von“ – der Pfeil ist immer auf ein Raubtier gerichtet.

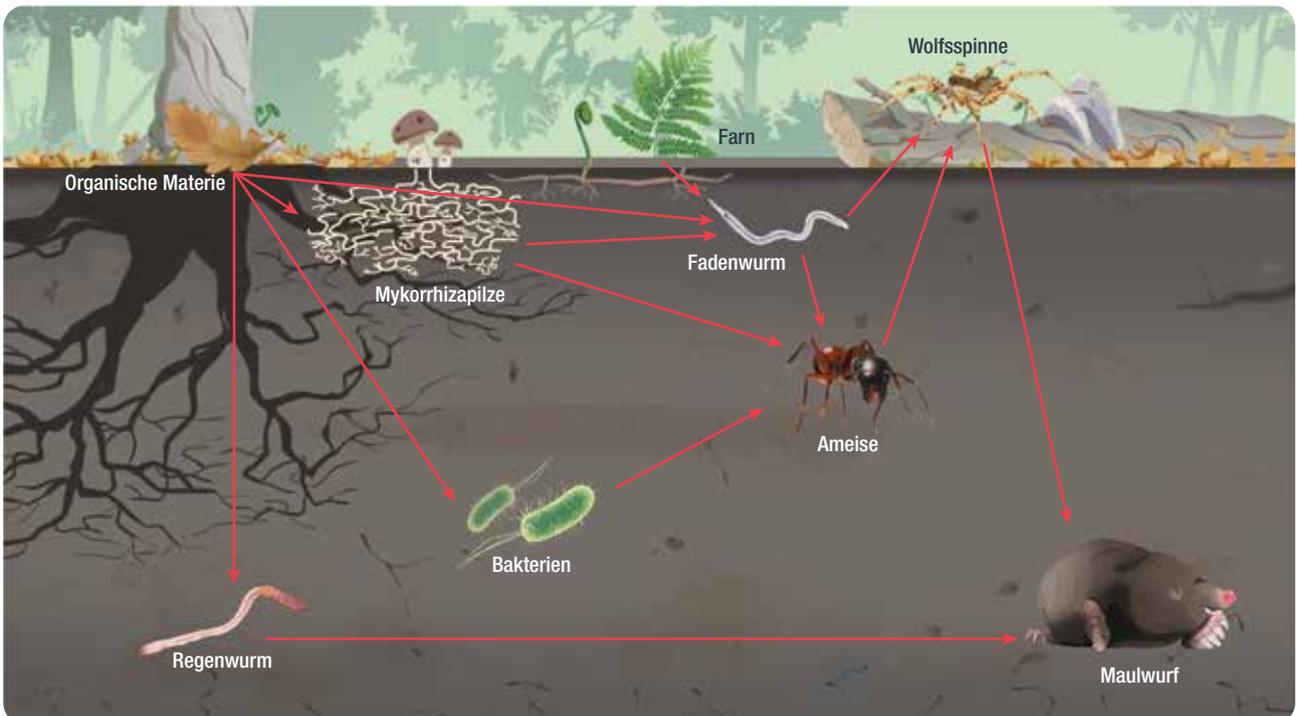
LÖSUNG FÜR DAS ARBEITSBLATT C4.1

Beispiel 1 – Nahrungsnetz „Ein Flussufer in Alaska“



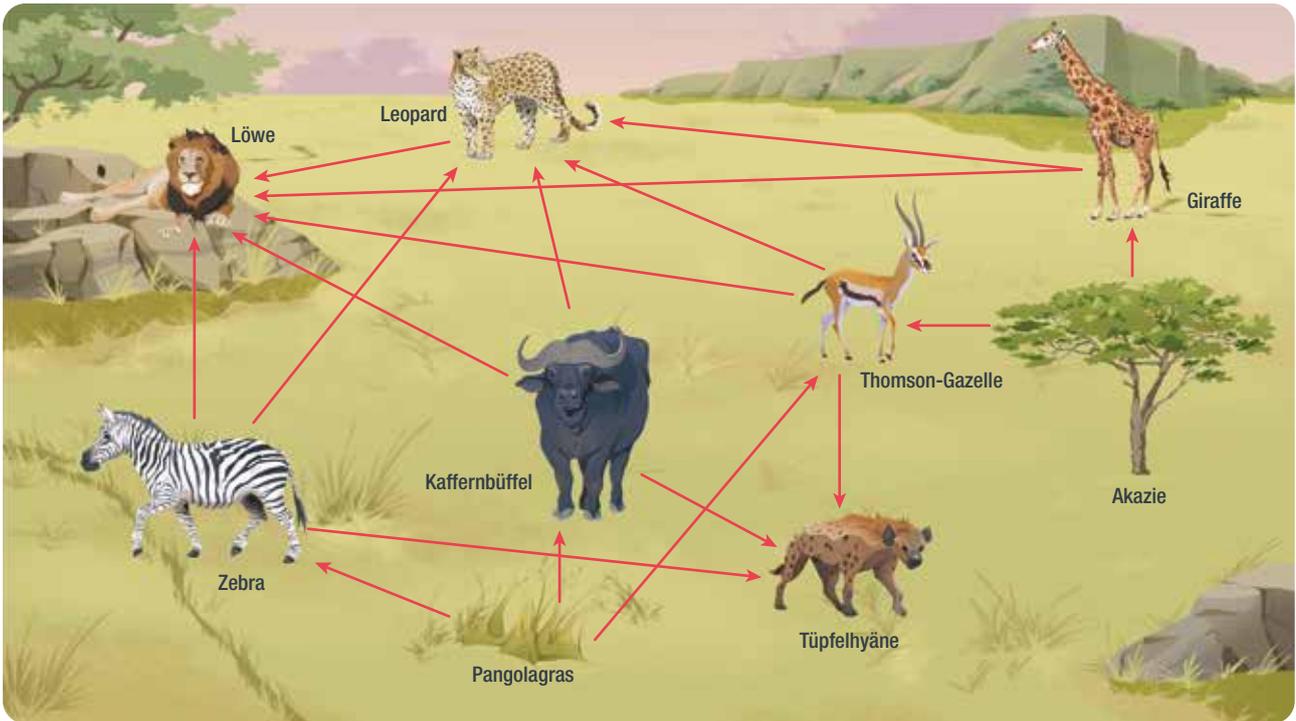
LÖSUNG FÜR DAS ARBEITSBLATT C4.2

Beispiel 2 – Nahrungsnetz „Im Boden“



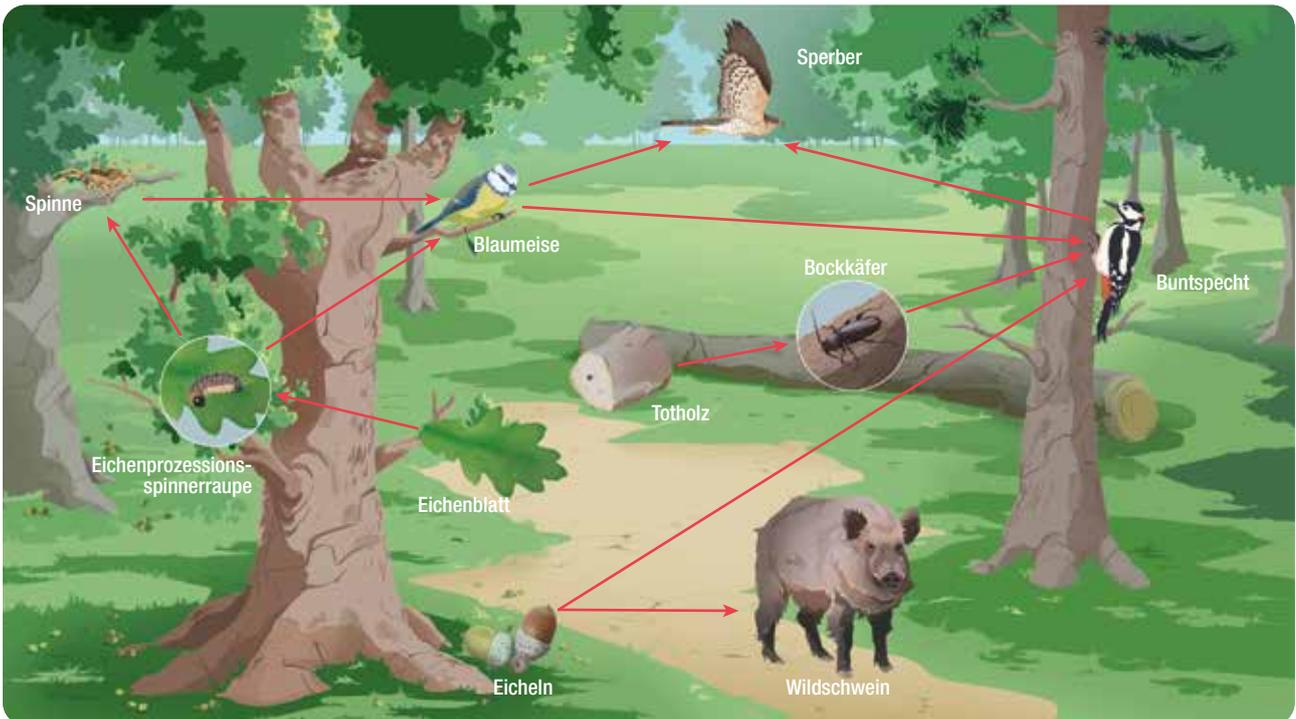
LÖSUNG FÜR DAS ARBEITSBLATT C4.3

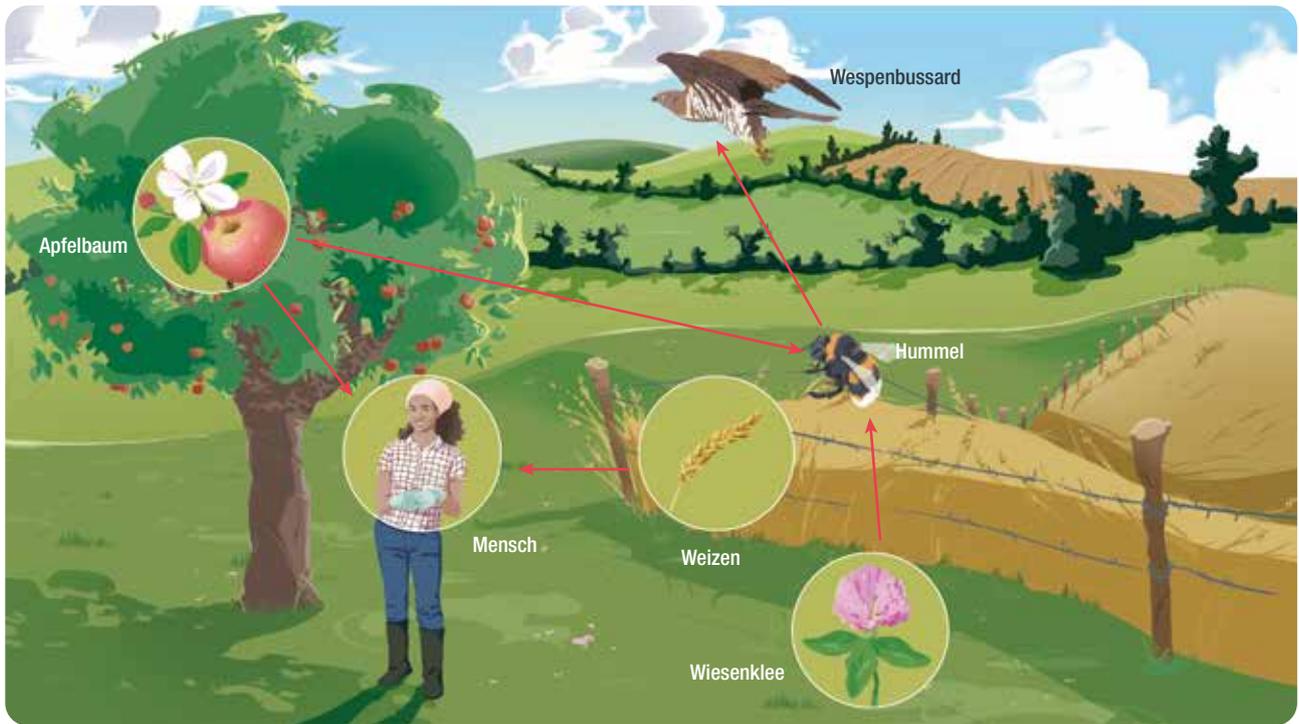
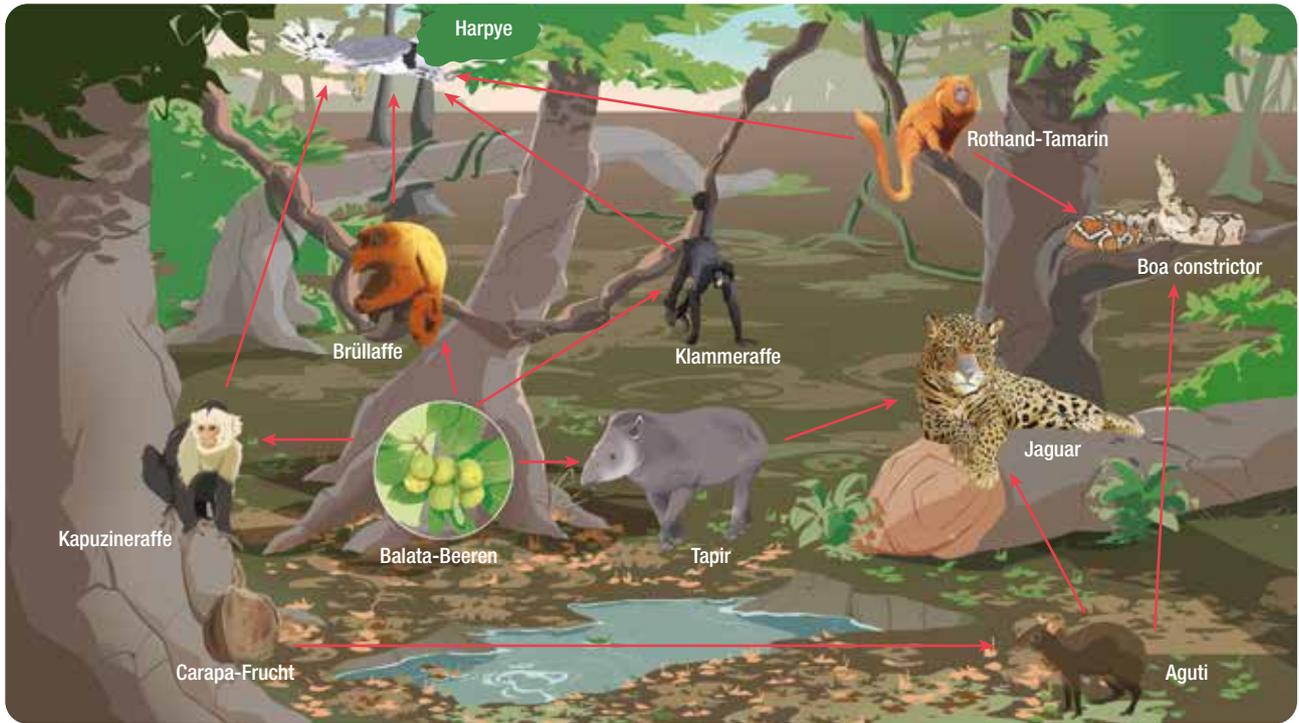
Beispiel 3 – Nahrungsnetz „In der Savanne“



LÖSUNG FÜR DAS ARBEITSBLATT C4.4

Beispiel 4 – Nahrungsnetz „Ein temperierter Wald“





**OPTION 2: MULTIMEDIA-ANIMATION 35 MINUTEN**

Statt über das Rollenspiel können die Schüler:innen die Nahrungsnetze auch mittels einer interaktiven Animation erkunden (<https://www.oce.global/en/resources/multimedia-activities/land-food-webs>).



## ZUSAMMENFASSUNG 10 MINUTEN

In der abschließenden Diskussion können folgende Punkte noch einmal besprochen werden: die gegenseitige Abhängigkeit aller Lebewesen in einem Ökosystem; wie schwierig es ist, das empfindliche Gleichgewicht eines Ökosystems zu erhalten; und was die Folgen für die Menschen sind, wenn ein Ökosystem aus dem Gleichgewicht gerät.

## OPTIONALE ERWEITERUNG 2 STUNDEN – EIN WAND-BILD EINES NAHRUNGSNETZES ERSTELLEN

Jede:r Schüler:in zeichnet auf ein Blatt Papier (A4-Format) eine Art des gewählten Nahrungsnetzes – zusammen mit ihren Räuber- und Beutearten. Innerhalb der Klasse sollte das Verhältnis von Beutegreifern (Räubern) zu Beutetieren eingehalten werden. Die Zeichnungen der Schüler:innen können dann zu einem großen Wandbild zusammengestellt werden.

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

### ÖKOSYSTEM

Die Gesamtheit der Lebewesen einer bestimmten Umgebung bildet mit ihr eine funktionelle Einheit, deren Bestandteile – die Lebewesen (eine **Biozönose** ist eine Gemeinschaft aller Lebewesen) und die **abiotischen Faktoren** (die nicht lebenden Bestandteile wie klimatische Faktoren, Bodenart und chemische Elemente) – miteinander wechselwirken. Der Begriff „**Ökosystem**“ beschreibt diese Gesamtheit. Es gibt eine Vielzahl von Landökosystemen, da es eine große Vielfalt von Landschaften gibt, die jeweils vom örtlichen Klima abhängen und durch eine Reihe von abiotischen Faktoren und Lebewesen charakterisiert sind. Das Landökosystem „Agrarlandschaft“ ist ausschließlich auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen und dient der Nahrungsmittelproduktion.

Während sich Ökosysteme im Laufe der Zeit entwickeln, um einen Zustand des Gleichgewichts zu erreichen, kann dieses Gleichgewicht leicht durchbrochen werden, wenn das Funktionieren des Ökosystems gestört wird, z. B. durch menschliche Aktivitäten oder den Klimawandel.

### NAHRUNGSNETZE

Ein Ökosystem ist durch seine **trophischen Beziehungen** gekennzeichnet: Jedes Lebewesen stellt für ein anderes Lebewesen entweder **eine Beute oder einen Beutegreifer (Räuber)** dar. Diese Beziehungen können als Ketten dargestellt werden, die verdeutlichen, „wer von wem gefressen wird“. Die Realität ist jedoch komplexer, weil die **Nahrungsketten** eigentlich **Nahrungsnetze** sind: Ein Lebewesen kann verschiedene Arten fressen und eine Art kann von verschiedenen Lebewesen gefressen werden.

Autotrophe Lebewesen (in erster Linie Photosynthese betreibende Lebewesen) bilden immer die Basis eines jeden Nahrungsnetzes. Sie können ihre eigene Nahrung mit Hilfe von Licht, Wasser, Kohlenstoffdioxid oder anderen chemischen Verbindungen herstellen und werden daher als „**Primärproduzenten**“ bezeichnet. Autotrophe Lebewesen werden von **primären, sekundären oder tertiären Verbrauchern** gefressen. In der Darstellung eines Nahrungsnetzes symbolisieren die Pfeile üblicherweise „wird gefressen von“.

Weil alle Arten in einem Ökosystem miteinander verbunden sind, kann selbst die geringste Störung in der Population einer Art oder das Verschwinden einer einzelnen Art Auswirkungen auf alle anderen Arten haben.



NHRUNGSNETZ „EIN FLUSSUFER IN ALASKA“



**KIESELALGEN**

Kieselalgen sind winzige Lebewesen, die in der oberen, von der Sonne bestrahlten Schicht des Wassers treiben oder auf dem Grund liegen. Wie Pflanzen betreiben Kieselalgen mithilfe von Sonnenlicht, Wasser, CO<sub>2</sub> und Mineralstoffen Photosynthese und produzieren Kohlenwasserstoffe, von denen sie sich ernähren. Kieselalgen gehören zu den Primärproduzenten und stehen an der Basis des Nahrungsnetzes.



**ROTE HOLUNDERBEEREN**

Holunderbeeren sind die Früchte des Holunders. Die Beeren sind saftig und waren früher Ende August reif. Sie gehören zu den Primärproduzenten und stehen an der Basis des Nahrungsnetzes. Bären fressen Holunderbeeren ganz besonders gern.



**SITKA-FICHTE**

Sitka-Fichten wachsen an der Westküste Nordamerikas. Als Baum benötigt die Sitka-Fichte Sonnenlicht, Wasser, CO<sub>2</sub> und Mineralstoffe, um Photosynthese zu betreiben und zu wachsen. Durch die Zersetzung der Lachsüberreste wird der Boden mit Mineralstoffen angereichert. Dadurch wächst der Baum besser und bildet schmackhafte Nadeln für Elche.



**KRILL**

Krill gehört zum Zooplankton. Er kann einige Zentimeter lang und bis zu 2 g schwer sein. Krill ernährt sich, indem er Kieselalgen aus dem Wasser filtert. Krill wird von Rotlachsen gefressen.



**SCHMEIßFLIEGE**

Die blau schillernde Schmeißfliege ist eine große Fliege (fast 1,5 cm lang). Sie ernährt sich von organischer Materie, die von anderen Lebewesen stammt – z. B. von Lachskadavern und anderen toten Tieren. Die Schmeißfliege legt ihre Eier auf dem Kadaver ab, und die Entwicklung ihrer Larven beschleunigt die Zersetzung des toten Tieres.



**ROTLAGHS**

Rotlachse leben in Seen. Sie ernähren sich von Krill, den sie mit ihren Kiemen aus dem Wasser filtern. Rotlachse werden von Braunbären gefressen und ihre verwesenden Kadaver reichern den Boden mit Nährstoffen an.



NHRUNGSNETZ „EIN FLUSSUFER IN ALASKA“



**FISCHOTTER**

Der Fischotter wiegt normalerweise zwischen 8 und 11 kg. Er kann fast 4 Minuten unter Wasser bleiben und schwimmt mit einer Geschwindigkeit von bis zu 11 km/h. Beim Fischen tun sich oft mehrere Otter zusammen. Der Fischotter ernährt sich hauptsächlich von Lachs.



**BRAUNBÄR**

Ein Braunbär kann bis zu 350 kg schwer und 25 Jahre alt werden. Er ist Allesfresser und ein recht guter Jäger, der Lachse direkt aus dem fließenden Fluss fangen kann. Er ernährt sich von Lachs, frisst aber noch lieber reife Holunderbeeren.



**ELCH**

Der Elch ist die größte Hirschart – seine Schulterhöhe kann 2,30 m erreichen. Als Pflanzenfresser hat er einen sehr guten Geruchssinn, mit dem er die leckersten Fichtennadeln findet.



**WOLF**

Wölfe leben in Rudeln, die im Mittel aus 8 Wölfen bestehen. Sie tun sich zusammen, um zu jagen, ihre Jungen aufzuziehen und ihr Revier zu verteidigen. Wölfe sind Fleischfresser und ernähren sich hauptsächlich von großen Pflanzenfressern wie Elchen.



**ORGANISCHE MATERIE  
KADAVERVERESTE VOM LACHS**

Wenn Bären Lachse jagen und fressen, lassen sie die Kadaver am Flussufer zurück. Schmeißfliegen fressen die verwesenden Reste und legen ihre Eier darauf ab.



**MINERALSTOFFE  
NÄHRSTOFFE IM BODEN**

Mineralstoffe entstehen, wenn sich die Schmeißfliegen von organischen Stoffen wie Lachskadavern ernähren und so den Zersetzungsprozess beschleunigen. Dies führt zu einer Anreicherung des Bodens mit Mineralstoffen, die für das Wachstum der Sitka-Fichte nützlich sind.



NAHRUNGSNETZ „IM BODEN“



**ORGANISCHE MATERIE**

Organische Materie findet man in gemäßigten Wäldern meist unter Bäumen und Pflanzen, in der Bodenschicht (auch Moosschicht genannt).

Der Begriff „organische Materie“ bezeichnet alles, was von toten Tieren oder Pflanzen stammt, also beispielsweise von toten Blättern.



**FARN**

Farne sind blütenlose grüne Pflanzen, die sich nicht durch Samen, sondern durch Sporen vermehren. Viele Farnarten wachsen auf den Stämmen und Ästen von Bäumen. Sie gehen eine symbiotische Beziehung mit Mykorrhizapilzen ein, und ihre Wurzeln werden von Fadenwürmern gefressen.



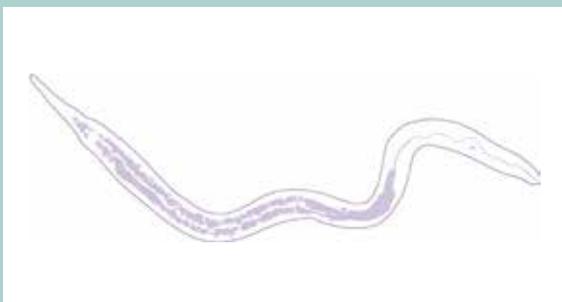
**MYKORRHIZAPILZE**

Mykorrhizapilze entwickeln sich zu einem großen „Wurzelgeflecht“. Diese Pilze interagieren tief im Waldboden mit Baum- oder Farnwurzeln und tauschen mit diesen Nährstoffe aus. Manche Fadenwürmer fressen Mykorrhizapilze.



**BAKTERIEN**

Bakterien sind mikroskopisch kleine (für das Auge unsichtbare) Lebewesen, die meistens aus nur einer Zelle bestehen. Bakterien spielen eine wichtige Rolle bei der Zersetzung organischer Materie und ernähren sich von Fadenwürmern und Ameisen.



**FADENWURM**

Fadenwürmer werden auch Nematoden genannt. Es gibt mehr Nematoden auf der Welt als jedes andere mehrzellige Lebewesen. Sie ernähren sich von Pflanzenwurzeln, Bakterien und Pilzen und werden von Spinnen oder Insekten (z. B. Ameisen) gefressen.



**AMEISE**

Ameisen sind soziale Insekten, die in Kolonien leben. Es gibt eine Königin, Arbeiterinnen und Männchen. Die Königin ist die einzige, die Eier legen kann. Die Arbeiterinnen sind für die Versorgung der Kolonie mit Nahrung wie Pilzen, Fadenwürmern oder Bakterien zuständig.



NAHRUNGSNETZ „IM BODEN“



**WOLFSSPINNE**

Wolfsspinnen heißen so, weil ihre Jagdweise derjenigen von Wölfen ähnelt: Sie warten, bis ihre Beute in der Nähe ist, und stürzen sich dann auf sie, um sie zu töten. Wolfsspinnen leben am Waldboden und fangen Insekten (z.B. Ameisen) sowie Fadenwürmer.



**MAULWURF**

Maulwürfe sind kleine Säugetiere mit einem dunkelgrauen Pelz. Ihr schlechtes Sehvermögen gleichen sie durch ihren scharfen Geruchs- und Tastsinn aus. Sie haben kräftige Krallen, mit denen sie sich durch den Boden graben können, um ihre Beute zu finden – hauptsächlich Regenwürmer.



**REGENWURM**

Regenwürmer leben in feuchten, lockeren Böden oder in der Moosschicht des Waldes. Sie spielen eine wichtige Rolle in den Waldökosystemen, weil sie den Boden „durchlüften“ und mit ihren mineralischen Ausscheidungen anreichern. Sie ernähren sich hauptsächlich von verwesender organischer Materie.



NHRUNGSNETZ „IN DER SAVANNE“



**AKAZIE**

Akazien sind Bäume. Sie wachsen, indem sie mithilfe von Sonnenlicht, Wasser, CO<sub>2</sub> und Mineralstoffen Photosynthese betreiben. Sie haben verschiedene Verteidigungstechniken gegen pflanzenfressende Raubtiere (wie Giraffen oder Gazellen) entwickelt: Sie haben Dornen, produzieren chemische Stoffe und ziehen Ameisen an.



**PANGOLAGRAS**

Pangolagrass gehört zu den Süßgräsern und ist in der afrikanischen Savanne weit verbreitet. Es betreibt mithilfe von Sonnenlicht, Wasser, CO<sub>2</sub> und Mineralstoffen Photosynthese. Es gehört daher zu den Primärproduzenten und steht an der Basis des Nahrungsnetzes. Pflanzenfressende grasende Tiere wie Zebras oder Büffel ernähren sich von Pangolagrass.



**THOMSON-GAZELLE**

Die Thomson-Gazelle ist die am häufigsten vorkommende Gazelle in Ostafrika. Diese kleine Antilope kann extrem schnell rennen, bis zu etwa 80 km/h, um ihren Feinden, meist Löwen und Leoparden, zu entkommen. Sie ernährt sich von Akazienblättern und Gräsern.



**GIRAFFE**

Giraffen sind die größten lebenden Landtiere der Welt – ein erwachsenes Männchen kann bis zu 5,5 m hoch werden. Mit ihren langen Hälsen erreichen und fressen Giraffen die Blätter von Akazien. Giraffen werden von Leoparden gefressen.



**KAFFERNBÜFFEL**

Der Kaffernbüffel ist kräftig gebaut und kann bis zu 1000 kg wiegen. Es gibt nur wenige Raubtiere, die es mit ihm aufnehmen. Löwen, Leoparden und Hyänen schaffen es manchmal, kranke und junge Büffel zu erlegen. Kaffernbüffel ernähren sich von Gräsern. Sie sind die am weitesten verbreiteten grasenden Tiere in Afrika.

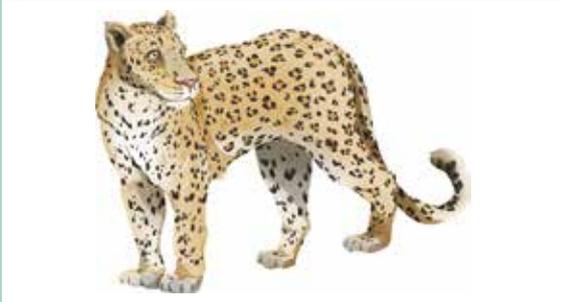


**ZEBRA**

Zebras sehen aus wie Pferde, aber ihr schwarz-weiß gestreiftes Fell ist einzigartig: Jedes Zebra hat sein eigenes Muster. Als Pflanzenfresser ernähren sie sich von Gräsern. Zebras leben in großen Herden, oft zusammen mit Gnus. Sie werden von Hyänen, Löwen und Leoparden gefressen.



NAHRUNGSNETZ „IN DER SAVANNE“



**LEOPARD**

Der Leopard ist eine nachts jagende Raubkatze. Er kann bis zu 60 km/h schnell rennen. Leoparden sind Einzelgänger, die auf Bäume klettern und von dort aus ihrer Beute auflauern – z. B. Giraffen, Zebras und Gazellen. Das erbeutete Tier verstecken sie in einem Baum, damit es ihnen nicht von Hyänen und Löwen weggefressen wird.



**LÖWE**

Löwen sind die größten Landraubtiere Afrikas und die einzigen Raubkatzen, die in Rudeln leben. An der Jagd sind meistens nur die Weibchen beteiligt. Zu ihren Beutetieren gehören Giraffen, Gazellen, Zebras und Büffel.



**TÜPFELHYÄNE**

Tüpfelhyänen leben in großen Gruppen, die bis zu 130 Tiere umfassen können. In diesen Gruppen haben die Weibchen das Sagen. Tüpfelhyänen jagen ihre Beute selbst, sind aber auch Aasfresser und ernähren sich zum Beispiel von den Kadavern von Zebras, Gazellen und Büffeln.



NHRUNGSNETZ „EIN TEMPERIERTER WALD“



**EICHENBLATT**

Eine ausgewachsene Eiche ist etwa 30 m hoch. Sie ist ein Laubbaum und verliert im Herbst ihre Blätter. Eichen betreiben über ihre Blätter mithilfe von Sonnenlicht, Wasser, CO<sub>2</sub> und Mineralstoffen Photosynthese. Sie stehen dadurch an der Basis des Nahrungsnetzes.



**EICHELN**

Eichenbäume beginnen im Alter von etwa 20 Jahren mit der Eichelproduktion. Ein ausgewachsener Baum kann bis zu 10 000 Eicheln pro Jahr produzieren. Eicheln sind Nüsse, die jeweils einen einzelnen Samen enthalten. Für Buntspechte und Wildschweine sind Eicheln ein wichtiger Bestandteil ihrer Nahrung.



**EICHENPROZESSIONSSPINNERRAUPE**

Eichenprozessionsspinnerraupe sind parasitäre Schädlinge, die fast ausschließlich an Eichen gedeihen. Sie schlüpfen im Frühjahr und ernähren sich von Eichenblättern, wobei sie den Baum nach und nach entlauben. Sie werden von Blaumeisen gefressen.



**BOCKKÄFER  
(GROSSER EICHENBOCK)**

Der große Eichenbock ist ein Insekt aus der Familie der Bockkäfer. Er ernährt sich hauptsächlich von totem Holz. Auch seine Larven entwickeln sich auf dem Holz unter der Rinde. Bockkäfer werden von Buntspechten gefressen.



**SPINNE**

Spinnen gehören nicht zu den Insekten, da sie vier Beinpaare haben. Sie sind recht gute Jäger und spinnen Netze, um ihre Beute zu fangen. In temperierten Wäldern ernähren sie sich von Eichenprozessionsspinnerraupe.



**BLAUMEISE**

Blaumeisen sind weit verbreitete Singvögel, die in temperierten Breiten in Europa und Asien leben. Sie sind sehr nützlich, da sie Schädlinge vernichten. Wenn im Frühjahr die Raupe schlüpfen, nutzen Blaumeisen sie als Futter für ihre Jungen.



NHRUNGSNETZ „EIN TEMPERIERTER WALD“



**BUNTSPECHT**

Buntspechte haben ein schwarz-weißes Federkleid mit einem roten Fleck auf dem Unterbauch und am Kopf. Sie picken Löcher in Baumstämme und holen sich dann mit ihrer langen Zunge Insekten oder sogar die Küken anderer Vögel (z. B. Blaumeisen). Buntspechte fressen auch Eicheln.



**SPERBER**

Sperber sind kleine Raubvögel. Sie fressen vor allem kleine Vögel, die im Wald, oder aber auch in Städten und Stadtgärten leben. Sperber jagen Blaumeisen und Buntspechte.



**WILDSCHWEIN**

Das Wildschwein ist ein nachtaktives Tier. Als Allesfresser kann es sowohl pflanzliche als auch tierische Nahrung zu sich nehmen. Wildschweine lieben Eicheln.



**TOTHOLZ**

Totholz ist das, was übrigbleibt, wenn Bäume absterben. Totholz spielt in Wäldern eine wichtige Rolle, da es vielen Insekten, darunter den Bockkäfern, als Lebensraum und Nahrung dient.



NHRUNGSNETZ „IM TROPENWALD GUYANAS“



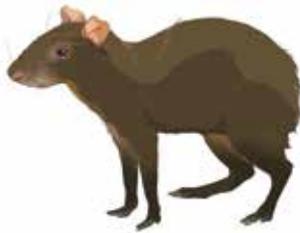
**BALATA-BEEREN**

Der Balata-Baum produziert einen milchigen Saft, der zu Gummi verarbeitet werden kann. Wie andere Bäume auch, betreibt er mittels Sonnenlicht, Wasser, CO<sub>2</sub> und Mineralstoffen Photosynthese. Die Beeren des Balata-Baums werden von vielen Arten gefressen, zum Beispiel von Tapiren, Kapuzineraffen, Klammerraffen und Brüllaffen.



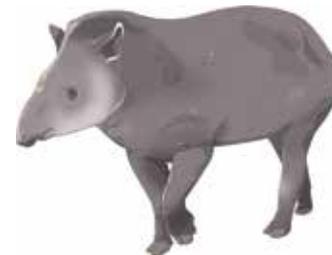
**CARAPA-FRUCHT**

Der Carapa-Baum kommt vor allem im nördlichen Südamerika vor. Aus seinen Früchten (Nüssen) wird das Carapaöl gewonnen, das in der traditionellen Medizin und zur Mückenabwehr verwendet wird. Mittels Sonnenlicht, Wasser, CO<sub>2</sub> und Mineralstoffen betreibt der Carapa-Baum Photosynthese. Agutis fressen seine Früchte und Blätter.



**AGUTI**

Das Aguti ist ein Nagetier, das in den Regenwäldern Mittel- und Südamerikas lebt. Es sieht aus wie ein großes Meerschweinchen. Das Aguti hat scharfe Schneidezähne. Die Nüsse und Blätter des Carapa-Baums sind ein wichtiger Bestandteil seiner Nahrung.



**TAPIR**

Tapire sind nachtaktive Tiere, die gern viel Zeit im Wasser verbringen und ihre Schnauze sogar als Schnorchel benutzen können. Sie sind Pflanzenfresser und ernähren sich hauptsächlich von den Blättern und Beeren des Balata-Baums.



**BRÜLLAFFE**

Brüllaffen gehören zu den größten Affen der Neuen Welt, und sie sind definitiv die lautesten. Man vermutet, dass das Brüllen der Kommunikation zwischen Gruppen von Brüllaffen dient sowie der Verteidigung ihres Territoriums. Brüllaffen bewegen sich langsam und ernähren sich von den Blättern und Beeren des Balata-Baums. Sie werden von Harpyien gejagt.



**ROTHAND-TAMARIN**

Rothand-Tamarine sind kleine Affen, die besonders gern auf Bäume klettern. Sie springen aus fast 20 Metern Höhe vom Baum auf den Boden, ohne sich zu verletzen. Sie ernähren sich sowohl von Pflanzen als auch von Insekten. Ihr größter Feind ist die Harpyie.



NHRUNGSNETZ „IM TROPENWALD GUYANAS“



**KAPUZINERAFFE**

Kapuzineraffen sind tagsüber aktiv: Sie leben und bewegen sich in den Bäumen. Da sie Werkzeuge benutzen, gelten Kapuzineraffen als die intelligentesten Affen der Neuen Welt. Sie sind Allesfresser und ernähren sich unter anderem von den Beeren des Balata-Baums. Sie werden von Harpyien gejagt.



**KLAMMERAFFE**

Klammeraffen benutzen ihre langen Arme mit hakenartigen Händen und ihren Greifschwanz, um Bäume hinaufzuklettern und sich an den Ästen festzuhalten. Die Beeren des Balata-Baums sind eine ihrer Lieblingspeisen. Sie werden von Harpyien gejagt.



**BOA CONSTRICTOR  
(KÖNIGSBOA)**

Die Boa constrictor ist eine kräftige Schlange. Sie lauert ihrer Beute auf und verschlingt sie dann als Ganzes. Sie frisst gern Agutis und Tamarine.



**HARPYIE**

Die Harpyie gehört zu den stärksten und schwersten Adlern der Welt. Harpyien benutzen ihre kräftigen Krallen, um Beute zu fangen, wie Kapuzineraffen, Klammeraffen, Tamarine und Brüllaffen.



**JAGUAR**

Jaguare sind die drittgrößten Raubkatzen der Welt. Sie können sehr gut schwimmen und auch auf Bäume klettern. In den Wäldern Guyanas jagen sie Agutis und Tapire.



## NHRUNGSNETZ „EINE AGRARLANDSCHAFT“



**WEIZEN**

Weizen ist eine Kulturpflanze, die zur Familie der Süßgräser gehört. Weizen betreibt mittels Sonnenlicht, Wasser, CO<sub>2</sub> und Mineralstoffen Photosynthese. Weizen wird in vielen Ländern angebaut und als Grundnahrungsmittel verwendet.



**APFELBAUM**

Apfelbäume werden angebaut, um den Menschen mit Nahrung zu versorgen. Damit sie Früchte produzieren, müssen die Blüten des Apfelbaums bestäubt werden – zum Beispiel von Hummeln. Der Blütennektar dient den Hummeln im Gegenzug als Nahrungsquelle.



**WIESENKLEE**

Der Wiesenklee gehört wie die Erbse zur Familie der Leguminosen. Die kleinen krautigen Pflanzen haben dreifiedrige Blätter. Die Blüten dienen den Hummeln als Nahrungsquelle. Im Gegenzug bestäuben die Hummeln den Wiesenklee.



**HUMMEL**

Wie bei den Honigbienen, haben die Hummelkönigin, die Drohnen und die Arbeiterinnen ganz bestimmte Aufgaben. Die Arbeiterinnen sammeln Pollen und Nektar, z. B. von Wiesenklee- oder Apfelblüten. Der Nektar dient den Hummeln als Nahrung.



**WESPENBUSSARD**

Der Wespenbussard ist ein Raubvogel und Langstreckenzieher (zwischen Europa und Afrika). Er ernährt sich hauptsächlich von den Larven und Nestern von Wespen und Hummeln.



**MENSCH**

Der Mensch ernährt sich von Lebewesen, wie Pflanzen und Tiere. Der Mensch hat zu seiner Ernährung zahlreiche Tier- und Pflanzenarten domestiziert, zum Beispiel Weizen und Apfelbäume.

## UNTERRICHTSEINHEIT D

# WAS KÖNNEN WIR TUN?

Haben wir die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landsysteme begriffen, und erkannt, was wirklich auf dem Spiel steht, dann fehlt nur noch ein Schritt, bevor wir zur Tat schreiten können: **Wir müssen für das, was gerade geschieht, Verantwortung übernehmen.** Das ist das Ziel dieser letzten Unterrichtseinheit. Die Schüler:innen werden zunächst erkunden, wie sie selbst, ihre Familien und ihr Land zum Klimawandel beitragen. **Sie sollten bei dieser Thematik genügend Zeit bekommen, über ihre Gefühle zu reden.** Anschließend befassen sie sich mit den

klimawandelbedingten sozialen Ungleichheiten und dem Begriff der Klimagerechtigkeit. Sie werden feststellen, dass bereits viele Menschen an vielen Orten der Welt Anpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen ergreifen. **Sie können dann entscheiden, was sie selbst tun können bzw. wollen, um die Situation zu verbessern.**

Diese Unterrichtseinheit ist stark in den Sozialwissenschaften verwurzelt und soll die Schüler:innen dazu bringen, über die reinen Umwelt- und Selbsterhaltungsaspekte des Klimawandels hinaus zu denken.

### LISTE DER UNTERRICHTSSTUNDEN

☉ Kern-Unterrichtsstunde ○ optionale Unterrichtsstunde

☉	D1	9-15 Jahre	<b>Unser CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b> Sozialwissenschaften, Naturwissenschaften, Technik Die Schüler:innen verwenden einen CO <sub>2</sub> -Rechner, um ihren CO <sub>2</sub> -Fußabdruck abzuschätzen. Sie diskutieren darüber, was sie tun könnten, um diesen zu verringern.	Seite 202
☉	D2	9-15 Jahre	<b>Klimawandel und Emotionen</b> Sozialwissenschaften, Philosophie, Kunst, schriftlicher Ausdruck In dieser Unterrichtsstunde setzen sich die Schüler:innen mit ihren Gefühlen auseinander. Welche Gefühle löst bei ihnen die Klimawandelthematik aus, und die Vorstellung, dass die Welt in Zukunft eine ganz andere sein könnte?	Seite 205
○	D3	9-12 Jahre	<b>Klimagerechtigkeit</b> Sozialwissenschaften, Geografie Über ein Rollenspiel entdecken die Schüler:innen die Wohlstandsunterschiede zwischen den Ländern. Sie erkennen, welche Länder am meisten zum Klimawandel beitragen und welche besonders vulnerabel sind.	Seite 213
○	D4	9-12 Jahre	<b>Weltweite Anpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen</b> Sozialwissenschaften, Geografie Die Schüler:innen lernen, dass es bereits viele Lösungen für mehr Klimaschutz bzw. für Anpassungsmaßnahmen gibt, und dass sehr viele Akteur:innen schon jetzt aktiv sind.	Seite 222

# UNTERRICHTSSTUNDE D1 UNSER CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK

## HAUPTFÄCHER

Sozialwissenschaften, Naturwissenschaften, Technik

## DAUER

- ~ Vorbereitung: 5 Minuten
- ~ Aktivität: 1 Stunde

## ALTER

9-15 Jahre

## LERNZIELE

Die Schüler:innen verwenden einen CO<sub>2</sub>-Rechner, um ihren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck abzuschätzen. Sie diskutieren darüber, was sie tun könnten, um diesen zu verringern.

Sie lernen:

- ~ Wir hinterlassen alle einen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, können aber zum Klimaschutz beitragen, indem wir unsere eigenen Treibhausgasemissionen reduzieren.
- ~ Jedes Land, jede Person hat einen eigenen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck.
- ~ Unser CO<sub>2</sub>-Fußabdruck setzt sich zusammen aus dem persönlichen Beitrag und einem gemeinschaftlichen Beitrag (der Region, des Landes).

## SCHLÜSSELBEGRIFFE

CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, Treibhausgasemissionen

## UNTERRICHTSMETHODE

Sammeln von Daten

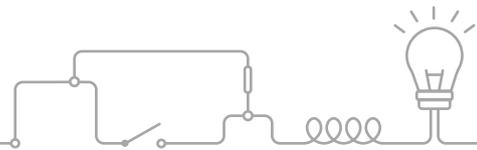
## ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Wenn sich die Klasse für ein Klimaschutzprojekt entscheidet (siehe Teil 2 des Unterrichtsplans), sollte sie unbedingt vorab diese Unterrichtsstunde durchgenommen haben. Diese Stunde ist aber auch als Auftakt für ein Anpassungsprojekt sinnvoll.

## VORBEREITUNG 10 MINUTEN

### MATERIAL

- Das **ARBEITSBLATT D1.1** und/oder ein interaktiver Online-Fragebogen
- Computer (mindestens einen pro Schülerpaar)
- Ein CO<sub>2</sub>-Rechner



## VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE

1. Drucken Sie das **ARBEITSBLATT D1.1** aus (eins pro Schüler:in).
2. Der CO<sub>2</sub>-Rechner kann sowohl online als auch offline verwendet werden (Sie können ihn vor der Unterrichtsstunde herunterladen). Wenn in der Schule keine Computer zur Verfügung stehen, kann diese Einheit auch als „unplugged“-Aktivität (mit einem ausgedruckten Arbeitsblatt) oder zu Hause durchgeführt werden (falls die Schüler:innen zu Hause einen Internetanschluss haben).

## EINLEITUNG 10 MINUTEN

Um die eigenen Treibhausgasemissionen effizient zu reduzieren, muss man wissen, welche Verhaltensweisen im täglichen Leben die meisten Treibhausgasemissionen verursachen. Dafür sollte man seinen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck berechnen.

Setzen Sie zu Beginn der Unterrichtseinheit das **ARBEITSBLATT D1.1** ein. Diskutieren Sie mit Ihren Schüler:innen über ihre Vorstellungen von den relativen Treibhausgasmengen, die durch die verschiedenen alltäglichen Aktivitäten verursacht werden. Da sie wahrscheinlich noch keine Idee von den Größenordnungen haben, können Sie ihnen als Anhaltswert mitgeben, dass ein Auto 180 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Kilometer ausstößt.

## DURCHFÜHRUNG 30 MINUTEN

1. Erklären Sie den Zweck der Aktivität und wie wichtig es ist, alle Fragen ehrlich zu beantworten (es geht nicht darum, wer die geringsten Emissionen hat, sondern darum, zu verstehen, was jede Person tun kann).
2. Verteilen Sie das **ARBEITSBLATT D1.1**. Um das Arbeitsblatt ausfüllen zu können, müssen die Schüler:innen zunächst den interaktiven Online-Fragebogen ausfüllen. Ist das getan, können sie die Ergebnisse innerhalb ihrer Gruppe diskutieren.

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

Ein **CO<sub>2</sub>-Fußabdruck** ist in der Regel definiert als die Gesamtmenge an CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen, die von einer Person, einem Land, einer Aktivität oder einem Produkt emittiert wird. Sie wird in Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalent (CO<sub>2</sub>eq oder CO<sub>2</sub>äq) für eine bestimmte Aktion und/oder einen bestimmten Zeitraum angegeben.

CO<sub>2</sub>eq ist ein Maß, das auf dem Treibhauspotenzial (Erderwärmungspotenzial) der einzelnen Treibhausgase beruht. Es berücksichtigt, dass unterschiedliche Treibhausgase die Erde unterschiedlich stark erwärmen. Das Treibhauspotenzial eines Treibhausgases entspricht der CO<sub>2</sub>-Menge, die die gleiche Erwärmung hervorruft.

Im Falle eines Produkts, wie zum Beispiel eines Kleidungsstücks, ist die CO<sub>2</sub>eq-Angabe ein Maß für die Wirkung der verschiedenen Treibhausgase, die während des gesamten Lebenszyklus dieses Produkts emittiert werden – etwa bei der Produktion, dem Transport, der Nutzung und der Entsorgung/dem Recycling.

Die Berechnung des Fußabdrucks hilft herauszufinden, welche Aktivitäten am meisten CO<sub>2</sub>eq erzeugen und mit welchen man sich daher zuerst befassen sollte. Sinnvoller als eine exakte Schätzung der einzelnen Beiträge zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ist eine grobe Schätzung der relativen Beiträge: Welche Aktivitäten verursachen die größten Emissionen? An welcher Stelle sollte man die Emissionen möglichst schnell reduzieren?

3. Nachdem sie die Ergebnisse verglichen und besprochen haben, können sie sich überlegen, welche Maßnahmen zu einer Verkleinerung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von Einzelpersonen, Schulen, Familien usw. führen würden.

alles auf dieser Ebene gelöst werden kann. Vieles muss von Städten oder Regierungen umgesetzt werden. Die Schüler:innen können darüber diskutieren, welche Gesetze sie erlassen würden, wenn sie Teil der Regierung ihres Landes wären.

### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Beachten Sie, dass die in dieser Unterrichtsstunde angegebenen Werte für die Treibhausgasemissionen nur Richtwerte sind, da sie von zahlreichen Faktoren abhängen, z. B. vom jeweiligen Land, dem Verhalten jeder Person, dem Jahr (war der Winter kalt?) usw. Wenn Sie möchten, können Sie versuchen, genauere Werte für Ihr eigenes Land/Ihre Region zu ermitteln.

### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck berücksichtigt nur einen Aspekt, wie wir unsere Umwelt verändern, nämlich unsere Treibhausgasemissionen. Es sollte klar sein, dass unser Waren- und Dienstleistungskonsum noch andere Auswirkungen auf die Umwelt hat – Auswirkungen, die die Schüler:innen vielleicht zusammen mit der Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen mitdenken wollen bzw. sollten. Sie können sich zum Beispiel die Frage stellen: Wurden für das gekaufte Produkt Bäume gefällt? Wurden dabei Schadstoffe freigesetzt? Haben die Landwirte einen fairen Preis erhalten?

## ZUSAMMENFASSUNG 20 MINUTEN

Die Schüler:innen können den durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Klasse mit dem durchschnittlichen Fußabdruck verschiedener Länder vergleichen. Sprechen Sie darüber, wie wichtig es ist, die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf der ganzen Welt zu reduzieren – also insbesondere in Ländern, in denen die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf hoch sind. Andere Länder können bzw. sollten den Schwerpunkt auf Anpassungsmaßnahmen legen. Betonen Sie an dieser Stelle, dass man durch Verhaltensänderungen zwar an Stellschrauben im persönlichen Umfeld drehen kann, bzw. auf der Ebene der Familie oder Gemeinde, dass aber nicht



## → Übertrage deine Ergebnisse in das folgende Textfeld.

Dein CO<sub>2</sub>-Fußabdruck: .....

Der Bereich, in dem dein CO<sub>2</sub>-Fußabdruck am größten ist: .....

Der Bereich, in dem dein CO<sub>2</sub>-Fußabdruck am kleinsten ist: .....

Die CO<sub>2</sub>-Menge, die emittiert werden würde, wenn alle Erdbewohner:innen die gleichen Gewohnheiten hätten wie du: .....

.....

Ideen, wie du deinen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck verringern könntest: .....

.....

### Zum Vergleich...

#### SMARTPHONE

→ Bei der Herstellung, dem Transport, der Nutzung und der Entsorgung/Wiederverwertung eines Smartphones entstehende Emissionen (einige Beispiele nach Herstellerangaben<sup>1</sup>):

SMARTPHONE-MODELL	EMISSIONEN IN KG CO <sub>2</sub> eq
iPhone 16 Pro (128 GB)	66
iPhone 15 (128 GB)	56
iPhone 14 (128 GB)	61
iPhone SE (3rd generation, 128GB)	50
Samsung Galaxy S24	46
Samsung Galaxy Z Fold 6	61
Samsung Galaxy M15 5G	48
Samsung Galaxy A15 5G	65
Fairphone 5	48 <sup>2</sup>

- Laut Angaben der Smartphone-Hersteller wird durch die Benutzung eines Smartphones etwa 20 kg CO<sub>2</sub>eq erzeugt (grober, mittlerer Richtwert für die gesamte Lebensdauer des Smartphones).
- Zum Vergleich: Eine Stunde Video Streaming erzeugt 36 g CO<sub>2</sub>eq.<sup>3</sup>

#### TRANSPORT<sup>4</sup>

Die folgenden Werte gelten pro Passagier und für eine mittlere Besetzung der verschiedenen Verkehrsmittel.

- Ein Auto emittiert im Schnitt 162 g CO<sub>2</sub>eq pro km.
- Ein Flugzeug emittiert auf einem Inlandflug im Schnitt 271 g CO<sub>2</sub>eq pro km.
- Ein Fernbus emittiert im Mittel 37 g CO<sub>2</sub>eq pro km.
- Die Bahn emittiert im Fernverkehr im Mittel 46 g CO<sub>2</sub>eq pro km.

Die Verkehrsmittel mit dem größten CO<sub>2</sub>-Fußabdruck sind daher das Flugzeug und das Auto. Wenn im Auto mehr Passagiere mitfahren, verringern sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf entsprechend. Genauso ist es beim Bus, und im geringeren Maße auch beim Flugzeug. Allerdings: Je mehr Masse transportiert werden muss, desto mehr Energie wird benötigt.

#### ERNÄHRUNG<sup>5</sup>

- 1 kg Rindfleisch (bio) = 21,7 kg CO<sub>2</sub>eq = 134 km Autofahrt
- 1 kg Hühnerfleisch = 5,5 kg CO<sub>2</sub>eq = 34 km Autofahrt
- 1 kg Butter = 9,0 kg CO<sub>2</sub>eq = 56 km Autofahrt
- 1 kg Tofu = 1,0 kg CO<sub>2</sub>eq = 6,2 km Autofahrt
- 1 kg Kartoffeln = 0,2 kg CO<sub>2</sub>eq = 1,2 km Autofahrt

#### EINE TONNE CO<sub>2</sub>eq ENTSPRICHT...

- einem Hinflug für eine Person von London (Großbritannien) nach Chicago (USA);<sup>6</sup>
- einer knapp 6200 km langen Fahrt mit dem Auto;<sup>7</sup>
- dem durchschnittlichen Energieumsatz für Raumwärme pro Person in einem Jahr in der Schweiz (in privaten Haushalten);<sup>8</sup>
- in etwa der CO<sub>2</sub>-Menge, die eine 50 Jahre alte Eiche in ihrem Leben absorbiert hat.<sup>9</sup>

1 Quelle: [https://www.samsung.com/sec/sustainability/policy-file/AYTB\\_UTKGcQALyDu/LCA%20Results%20for%20Smartphones.pdf](https://www.samsung.com/sec/sustainability/policy-file/AYTB_UTKGcQALyDu/LCA%20Results%20for%20Smartphones.pdf), <https://www.apple.com/uk/environment/>

2 Die Zahl setzt sich folgendermaßen zusammen: Produktion: 32,7 kg CO<sub>2</sub>eq, Transport: 2,8 kg CO<sub>2</sub>eq, Nutzung (3 Jahre): 6,6 kg CO<sub>2</sub>eq, Entsorgung: 0,04 kg CO<sub>2</sub>eq (<https://www.fairphone.com/wp-content/uploads/2024/06/Fairphone-2023-Impact-Report-.pdf>)

3 <https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines> (2020)

4 Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/bild/vergleich-der-durchschnittlichen-emissionen-0> (Auslastungen: Auto: 1,4 Personen; Flugzeug (Inland): 51%; Bus (Fernverkehr): 42%; Bahn (Fernverkehr): 31%)

5 Quelle: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/6232/dokumente/ifeu\\_2020\\_oekologische-fussabdruecke-von-lebensmitteln.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/6232/dokumente/ifeu_2020_oekologische-fussabdruecke-von-lebensmitteln.pdf)

6 Quelle: [https://co2.myclimate.org/de/flight\\_calculators/new](https://co2.myclimate.org/de/flight_calculators/new)

7 Siehe „Transport“.

8 [https://waermeinitiative.ch/wp-content/uploads/sites/3/2021/08/FESS\\_WIS\\_Fokusstudie\\_Waerme.pdf](https://waermeinitiative.ch/wp-content/uploads/sites/3/2021/08/FESS_WIS_Fokusstudie_Waerme.pdf) (Wert für 2016)

9 <https://www.fortomorrow.eu/de/post/co2-baum>

# UNTERRICHTSSTUNDE D2

## KLIMAWANDEL UND EMOTIONEN

### HAUPTFÄCHER

Sozialwissenschaften, Philosophie, Kunst, schriftlicher Ausdruck

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 10 Minuten
- ~ Aktivität: zwischen 55 Minuten und 1 Stunde 50 Minuten

### ALTER

9-15 Jahre

### LERNZIELE

In dieser Unterrichtsstunde setzen sich die Schüler:innen mit ihren Gefühlen auseinander. Welche Gefühle löst bei ihnen die Klimawandelthematik aus, und die Vorstellung, dass die Welt in Zukunft eine ganz andere sein könnte?

Sie lernen:

- ~ Der Klimawandel kann unterschiedliche Gefühle und Emotionen hervorrufen. Die Gefühle der Hilflosigkeit oder Hoffnungslosigkeit werden auch als „Öko-Angst“ bezeichnet.
- ~ Durch das Verknüpfen verschiedener Fächer, wie Kunst, Philosophie und Schreiben, lassen sich Gefühle ausdrücken.
- ~ Man kann die Wissenschaft kurz beiseitelegen und tiefer in die eigenen Gefühle, persönlichen Projektionen und persönlichen Geschichten eintauchen.
- ~ Man kann lernen, mit diesen Emotionen umzugehen, und sich an Aktionen zum Klimaschutz beteiligen.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

Emotionen, Öko-Angst

### UNTERRICHTSMETHODE

Debatte, persönlicher Ausdruck

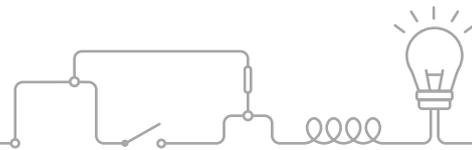
## VORBEREITUNG 10 MINUTEN

### MATERIAL

- Das **ARBEITSBLATT D2.1** (eins pro Schüler:in)
- Klebezettel (eins pro Schüler:in)
- Das **ARBEITSBLATT D2.2**
- Ein großes Blatt Papier, um sich während der Debatte Notizen machen zu können

### VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE

Diese Unterrichtsstunde kann in zwei separaten Teilen durchgeführt werden. Im ersten Teil liegt der Schwer-



punkt auf dem Wortschatz, der benötigt wird, um Emotionen auszudrücken. Im zweiten Teil geht es dann darum, wie Bilder zum Thema Klimawandel emotionale Reaktionen auslösen können. **Wenn Ihre Schüler:innen über einen ausreichenden Wortschatz verfügen, um ihre Emotionen in Worte fassen zu können, können Sie gleich zum zweiten Teil übergehen.**

1. **Am Vortag:** Bitten Sie Ihre Schüler:innen für den nächsten Tag einen Artikel, ein Bild, einen Film, ein Kunstwerk usw. mitzubringen, den sie mit dem Klimawandel assoziieren und der sie besonders beeindruckt hat. Sie sollten das Mitgebrachte präsentieren und die Quelle zitieren können.
2. Die Schüler:innen können auch Bilder und/oder Videos zur Kommunikation über den Klimawandel mitbringen. Oder sie wählen einige aus dem **ARBEITSBLATT D2.2** aus. Die Idee ist, eine Sammlung von etwa zehn verschiedenen Texten, Bildern usw. zu haben.
3. Drucken Sie genügend Exemplare des **ARBEITSBLATTES 2.1** aus.



Beispiele von Fotos, die die Schüler:innen mitgebracht haben

## TEIL 1: EMOTIONEN 1 STUNDE

### EINLEITUNG 10 MINUTEN

Dieser erste Teil dient dazu, Ihre Schüler:innen mit dem Wortschatz vertraut zu machen, mit dem man Emotionen beschreiben kann. Erklären Sie zu Beginn der Stunde, dass wir alle unterschiedlich auf Informationen,

Ereignisse und schwierige Situationen reagieren. Vermitteln Sie die wichtigsten Botschaften: Jeder Mensch hat Gefühle (Emotionen) und alle Gefühle sind wichtig und in Ordnung. In dieser Unterrichtsstunde geht es speziell um die Gefühle, die durch den Klimawandel ausgelöst werden, und darum, diese Gefühle auszudrücken.

#### DURCHFÜHRUNG 30 MINUTEN

- Schreiben Sie die folgenden Fragen an die Tafel:
  - Was bedeutet für euch der Begriff „Klimakrise“?
  - Wie fühlt ihr euch, wenn ihr dieses Wort hört oder lest? (Schreiben Sie auch die Antworten an die Tafel.)
- Bitten Sie die Schüler:innen anhand des **ARBEITSBLATTES D2.1** jeweils drei bis fünf Karten auszuwählen, die ihren momentanen Gefühlen entsprechen. Sie sollen diese Gefühle auf ihren Klebezettel schreiben.
- Bitten Sie anschließend eine:n Schüler:in, ein Wort von seiner Liste vorzulesen. Hat noch jemand das gleiche Gefühl? Wenn ja, können diese Schüler:innen ihren Klebezettel an die Tafel kleben. Nun liest ein:e andere:r Schüler:in „sein/ihr“ Gefühl vor, und so weiter und so fort. Hängen alle Klebezettel an der Tafel, wird deutlich: Einige Gefühle kommen häufig vor. Es können nun auch Verbindungen zwischen den Gefühlen hergestellt werden.

Schlüsselfragen für die Diskussion:

- Was könnt ihr über diese Wörter sagen?
  - Welche Wörter kommen am häufigsten vor?
  - Ist es möglich, einige Emotionen zu gruppieren?
- Wenn Sie eine visuellere Methode nutzen möchten, um herauszufinden, welche Emotionen am häufigsten vorkommen, können Sie mit Ihren Schüler:innen eine Wortwolke erstellen (in einer Suchmaschine das Stichwort „Wortwolke“ eingeben).



Die Schüler:innen betrachten oder lesen die Dokumente, bevor sie ihre Gefühle ausdrücken.

#### ZUSAMMENFASSUNG 20 MINUTEN

Besprechen Sie mit Ihren Schüler:innen anhand der Wörter, die an der Tafel oder in der Wortwolke stehen, wie der Klimawandel verschiedene Gefühle auslösen kann (sowohl positive als auch negative) und betonen Sie, dass diese Gefühle völlig normal sind.

#### TEIL 2: PHILOSOPHISCHE DEBATTE 55 MINUTEN

##### → TIPP FÜR LEHRENDE

In dieser Unterrichtsstunde soll eine „philosophische Debatte“ geführt werden.<sup>1</sup> Wenn Sie mit dieser Art von Aktivität nicht vertraut sind, können Sie vorab mit einem „leichteren“ Thema üben. Sie sollten in dieser Stunde nur Fragen stellen – oder noch besser: Ihre Schüler:innen einander Fragen stellen lassen – und so wenig wie möglich eingreifen. Dazu können Sie zum Beispiel einigen Schüler:innen für die erste Hälfte der Debatte verschiedene Rollen zuweisen. Nach der Hälfte der Debatte bekommen andere Schüler:innen diese Rollen. Die Schüler:innen mit „Sonderrollen“ nehmen nicht direkt an der Debatte teil:

- **Der/die Präsident:in** erteilt den Debattierenden das Wort und achtet auf Wortmeldungen.
- **Der/die Reformulierer:in** formuliert gegebenenfalls eine Aussage neu, um sie klarer zu machen. Es kann sinnvoll sein, mehreren Schüler:innen diese Rolle zuzuordnen.
- **Der/die Zusammenfasser:in** macht sich Notizen und zeichnet zum Beispiel eine zusammenfassende Mindmap, um das Gesagte festzuhalten.

Es geht nicht darum, zu einer bestimmten Schlussfolgerung zu kommen oder festzustellen, was wahr oder falsch ist, sondern darum, dass die Schüler:innen ihre Gefühle ausdrücken und anschließend darüber nachdenken, was sie tun könnten. Die Wissenschaft und die Fakten liefern Denkanstöße – sie können nicht gelehrt werden –, aber die Emotionen und die Motivation zum Handeln sind etwas ganz Persönliches.

In dieser Unterrichtsstunde können die Schüler:innen über ihre Gefühle sprechen. Wichtig ist, dass Sie ihnen einen sicheren Raum bieten, um auch „heikle“ Themen anzusprechen.

#### EINLEITUNG 5 MINUTEN

Je größer ein Wort in der Wolke ist (oder je mehr Klebezettel mit dem gleichen Wort an der Tafel hängen), desto öfter wurde es gewählt. *Was sagt diese Wortwolke über eure Klasse aus? Taucht euer eigenes Gefühl darin auf?* Damit soll sichergestellt werden, dass sich jede:r Einzelne vertreten fühlt.

1 Siehe zum Beispiel: <https://www.sonntaler.net/denken/teil1/argumentieren/gleich-verschieden.html>

## DURCHFÜHRUNG 40 MINUTEN

1. Die Schüler:innen sitzen auf ihren Stühlen oder auf dem Boden in einem Kreis. Der/die Lehrer:in, der/die Präsident:in, der/die Reformulierer:in und der/die Zusammenfasser:in können außerhalb des Kreises bleiben, wenn sie sich nicht an der Debatte beteiligen möchten.

2. Die Regeln der Debatte:

- Erläutern Sie die Rollen von Präsident:in, Reformulierer:in und Zusammenfasser:in. Fragen Sie, ob es Freiwillige für diese Rollen gibt.
- Jeder kann seine Gefühle äußern. Er/sie hebt die Hand und wartet ab, bis der/die Präsident:in ihm/ihr das Wort erteilt.
- Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten.

- Niemand darf sprechen, solange eine andere Person spricht.
- Niemand darf über die sprechende Person ein Urteil abgeben oder sich über sie lustig machen. Jeder muss zuhören und die Ideen der anderen respektieren.
- Niemand ist verpflichtet, etwas zu sagen; er/sie kann auch einfach nur beobachten bzw. zuhören.

### → TIPP FÜR LEHRENDE

Es ist wichtig, dass die Schüler:innen das Gefühl haben, sich in einem sicheren Raum zu befinden, der sie ermutigt, zu sprechen, zu reflektieren und ihre Gefühle zu teilen. Daher ist es wichtig, dass sie in einem Kreis sitzen, sodass sich alle sehen können.

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

Es ist eine bekannte und gut untersuchte Tatsache, dass der Klimawandel starke (negative) Gefühle und Emotionen hervorrufen kann. Diese werden als „**Öko-Angst**“ bezeichnet. Auch wenn bisher der Schwerpunkt auf den wissenschaftlichen Aspekten des Klimawandels lag, haben Sie vielleicht bereits in den vorangegangenen Unterrichtsstunden einige Emotionen Ihrer Schüler:innen aufgeschnappt, wie z. B. Angst, Ablehnung oder Beklemmung. Vielleicht haben auch Sie selbst sich so gefühlt. Die häufigsten Gefühle zur Klimawandelthematik sind Hilflosigkeit, Hoffnungslosigkeit, Wut, Angst und Distanzierung, was manchmal zu Untätigkeit führt.

**Es reicht nicht aus, einfach nur die Fakten über den Klimawandel darzulegen, da es sich um ein sehr emotionsgeladenes Thema handelt.** Die Auseinandersetzung mit diesen Emotionen macht es einem leichter, mit all den beunruhigenden Informationen umzugehen. Solche Gefühle sind völlig normal. Sie zu akzeptieren macht „einem bewusst, dass man nicht ‚seltsam‘ ist, was einem ebenfalls hilft, sich dem Klimawandel zu stellen, anstatt vor ihm wegzulaufen“. <sup>1</sup> Manchmal kommen unsere Abwehrme-

chanismen, wie die Verleugnung des Klimawandels, an die Oberfläche, um uns vor der harten Realität zu schützen.

Eine Strategie zur Bewältigung der mit dem Klimawandel verbundenen Emotionen besteht also in erster Linie darin, unsere Gefühle zu akzeptieren. <sup>2</sup> Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass man mit anderen in Verbindung bleibt und das Alleinsein vermeidet. Bürgerengagement ist auch eine Möglichkeit, aktiv zu werden und so Teil der Lösung zu sein und Grund zur Hoffnung zu finden.

Ein letzter wichtiger Punkt: **Wir sind nicht alle gleich, was die Handhabung der eigenen Emotionen angeht.** Häufig können Frauen ein viel größeres Maß an Besorgnis zum Ausdruck bringen als Männer, insbesondere wenn es um Umweltthemen geht – das führt zu einem höheren Engagement von Frauen. <sup>3</sup> Man kann das mit der Erziehung erklären: Frauen werden häufiger zu „Fürsorgenden“ erzogen, die ihre Umgebung bewusst wahrnehmen und sich kümmern. Männer werden dagegen häufig dazu erzogen, ihre Emotionen zu unterdrücken, sodass es ihnen weniger leicht fällt, ihre Gefühle auszudrücken.

1 <https://www.yaleclimateconnections.org/2019/04/scientists-dont-ignore-peoples-emotions/>

2 <https://www.yaleclimateconnections.org/2019/09/im-having-a-hard-time-coping-with-scary-climate-news-what-should-i-do>

3 <https://keep.lib.asu.edu/items/155254>



Schüler:innen sitzen im Kreis während einer philosophischen Debatte.

3. Hängen Sie die Debatte an eines der mitgebrachten Bilder, Texte usw. auf, oder nutzen Sie die Bilder und Texte des **ARBEITSBLATTES D2.2**. Die Schüler:innen sollen die Bilder in einem ersten Schritt beschreiben bzw. den Text zusammenfassen, und anschließend ihre damit verbundenen Gefühle zum Ausdruck bringen.

Fragen für die Diskussion:

- Was sind eure Gefühle zu diesem Bild/Text? Warum?
- Welches Bild/welcher Text motiviert euch zu handeln? Warum?
- Hat ein:e Schüler:in ein Bild oder Text mitgebracht, können Sie fragen: Warum hast du dieses Bild/diesen Text mitgebracht? Was fühlst du dabei?

#### → TIPP FÜR LEHRENDE

Es kann sein, dass einige Schüler:innen Schwierigkeiten haben, ihre Gefühle mitzuteilen. Zwingen Sie niemanden, über seine Gefühle zu reden, wenn er/sie dies nicht möchte. Weisen Sie einfach darauf hin, dass solche Gefühle völlig normal sind. Wenn Sie Ihre eigene Besorgnis in puncto Klimawandel zum Ausdruck bringen, können Sie den Schüler:innen helfen, sich sicherer zu fühlen.

4. Bitten Sie am Ende der Debatte den/die Zusammenfasser:in, eine kurze Zusammenfassung der Debatte zu geben, und lassen Sie jede:n einen letzten Kommentar/Eindruck abgeben, wenn er/sie dies möchte.

#### ZUSAMMENFASSUNG 10 MINUTEN

Ermutigen Sie Ihre Schüler:innen, nach der Debatte eine Zeichnung anzufertigen, einen Brief zu schreiben<sup>2</sup> oder auf andere Weise ihre Gefühle in Bilder und Worte zu fassen. *Wie fühlt ihr euch jetzt? Unterscheiden sich eure Gefühle von denen, die ihr am Anfang hattet?* Lassen Sie die Schüler:innen formulieren, was sie in dieser Unterrichtsstunde über sich selbst und über die anderen gelernt haben. Betonen Sie, wie wichtig es bei so einem emotionalen Thema ist, mit sich selbst und anderen Zwiesprache zu halten. Fragen Sie sie abschließend, ob sich ihre Einstellungen zu Klimaschutzmaßnahmen geändert haben, und wenn ja, warum. Sie können direkt eine Diskussion über mögliche Projekte anschließen.

#### → TIPP FÜR LEHRENDE

Am Ende dieser Stunde ist es wichtig, dass Sie als beruhigende Figur da sind: Sie können dann „wieder“ die Lehrkraft sein und ihre Schüler:innen ermutigen, etwas gegen die Angst zu unternehmen, die nach einer solchen Stunde aufkommen kann. Das stellt auch einen guten Übergang zum zweiten Teil des Unterrichtsplans dar: ‚Wir Handeln‘.



Gebt mir mein Meereis zurück!

2 Auf dieser Website finden sich Briefe, die von Wissenschaftler:innen und Schüler:innen zum Thema Klimawandel geschrieben wurden: <https://www.isthishowyoufeel.com/>



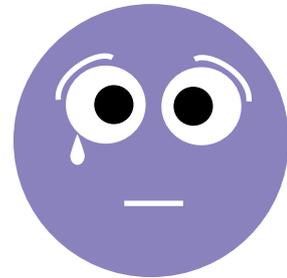
EMOTIONSKARTEN



DEMOTIVIERT



ZUFRIEDEN



BERÜHRT



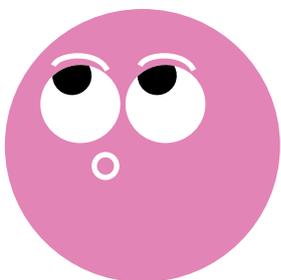
DEPRIMIERT



GELASSEN



OPTIMISTISCH



UNINTERESSIERT



HIN-  
UND HERGERISSEN



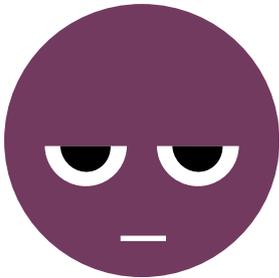
ANGESpanNT

Bemerkung: Diese Karten wurden entwickelt, um Schüler:innen zu helfen, ihre Gefühle auszudrücken. Sie können an das jeweilige Sprachniveau angepasst werden.

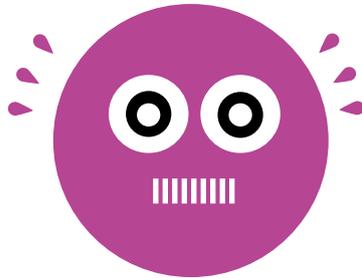
Quelle: Das Design beruht auf den "Feelin' cartes", herausgegeben von SVJ; Quelle der „inspiriert“-Karte: Alvaro\_cabrera / Freepik.



EMOTIONSKARTEN



BESORGT



GESTRESST



ZUVERSICHTLICH



MOTIVIERT



FRUSTRIERT



BEGEISTERT



WÜTEND



TRAURIG



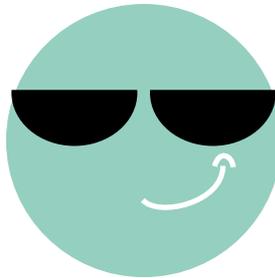
POSITIV



EMOTIONSKARTEN



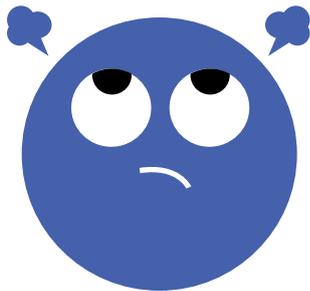
FRÖHLICH



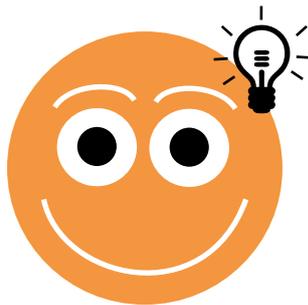
STOLZ



MACHTLOS



ENTNERVT



INSPIRIERT



Korallenbleiche am Great Barrier Reef in Australien



Fridays for Future – Klimastreik in Bonn



Überschwemmungen nach einem Hurrikan in New Orleans (USA) 2017



Die Klimaaktivistin Greta Thunberg mit ihrem Schild „Schulstreik für das Klima“ vor dem schwedischen Parlament



Klimawandel???... Fake news!



„Ihr werdet wegen eures hohen Alters sterben, wir werden am Klimawandel sterben“



„Je mehr ihr redet, desto mehr versinken wir – lasst uns jetzt handeln“



# UNTERRICHTSSTUNDE D3 KLIMAGERECHTIGKEIT<sup>1</sup>

## HAUPTFÄCHER

Sozialwissenschaften, Geografie

## DAUER

- ~ Vorbereitung: 15 Minuten
- ~ Aktivität: 2 Stunden

## ALTER

9-12 Jahre

## LERNZIELE

Über ein Rollenspiel entdecken die Schüler:innen die Wohlstandsunterschiede zwischen den Ländern. Sie erkennen, welche Länder am meisten zum Klimawandel beitragen und welche besonders vulnerabel sind.

Sie lernen:

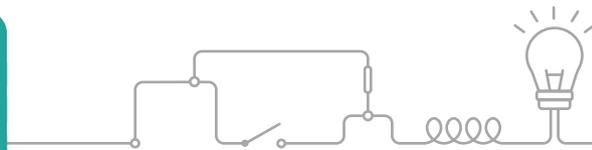
- ~ Nicht alle Länder stoßen die gleiche Menge an Treibhausgasen aus und sind auch nicht in gleichem Maße durch die Auswirkungen des Klimawandels gefährdet.
- ~ Die reichsten Länder stoßen die größten Mengen an Treibhausgasen aus.
- ~ Dürren, Stürme und Überschwemmungen, die durch den Klimawandel noch verschärft werden, betreffen vor allem Menschen in Entwicklungsländern, die am wenigsten zum Klimawandel beigetragen haben.
- ~ Die Mehrheit der Weltbevölkerung lebt in sich rasch entwickelnden Ländern, was sich auf die künftigen Treibhausgasemissionen auswirken wird.
- ~ Das Bewusstsein für die Notwendigkeit dringender und umfassender Klimaschutzmaßnahmen und zum Schutz der am meisten gefährdeten Menschen wächst.
- ~ Die Wissenschaft kann die Mechanismen des Klimawandels erklären. Es hängt jedoch am Verhalten und der Lebensweise jedes einzelnen Menschen und an der Gesetzgebung eines Landes, ob tatsächlich etwas für den Klimaschutz geschieht.

## SCHLÜSSELBEGRIFFE

Klimawandel, Treibhausgase, Verantwortung, Vulnerabilität, Ungleichheit, Klimagerechtigkeit

## UNTERRICHTSMETHODE

Rollenspiele



## VORBEREITUNG 15 MINUTEN

### MATERIAL

- Die **ARBEITSBLÄTTER D3.1, D3.2** (oder Spielzeugautos), **D3.3, D3.4**
- Papierbögen oder Aufkleber
- Optional: eine Weltkarte
- Schilder für die Kontinente: Afrika, Asien, Europa, Lateinamerika, Nordamerika, Ozeanien (die Namen der Kontinente können auch auf den Boden geschrieben werden)

### VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE

Diese Unterrichtsstunde besteht aus zwei unabhängigen Aktivitäten, die Sie unabhängig voneinander durchführen können.

#### Aktivität 1

- Im Raum sollte es einen (und nur einen) Stuhl pro Schüler:in geben.
- Drucken Sie das **ARBEITSBLATT D3.1** aus.
- Besorgen Sie kleine Spielzeugautos (ein Auto pro Schüler:in). Alternativ können Sie auch das **ARBEITSBLATT D3.2** ausdrucken (ein Exemplar für die ganze Klasse).
- Platzieren Sie die Schilder für die Kontinente an verschiedenen Stellen im Raum (entweder auf dem Boden oder an die Wand).

#### Aktivität 2

Drucken Sie die **ARBEITSBLÄTTER D3.3, D3.4** und **D3.5** aus (eins für jede Gruppe von 6 Schüler:innen).

## EINLEITUNG 20 MINUTEN

Die Schüler:innen haben etwas über den Treibhaus-effekt und die Folgen des Klimawandels gelernt. Sie haben gesehen, dass der Klimawandel die Verfügbarkeit zahlreicher Rohstoffe und Ökosystemdienstleistungen beeinträchtigt. Starten Sie eine Diskussion

<sup>1</sup> Diese Unterrichtsstunde wurde von der Unterrichtseinheit 4 des „*Creating Futures*“-Moduls inspiriert, das als Teil der „*Education for a Just World*“-Initiative von Trócaire und dem *Centre for Human Rights and Citizenship Education* (Dublin City University, Irland) entwickelt wurde. Das OCE dankt den Autor:innen. Es beruht ebenfalls auf der Unterrichtsstunde 2.1 des von *La main à la pâte* entwickelten Unterrichtsmoduls „*Mein Haus, mein Planet und ich*“. Auch hier dankt das OCE den Autor:innen.

mit der Klasse: *Sind alle Menschen auf der Welt gleichermaßen für den Klimawandel verantwortlich? Sind alle Menschen gleichermaßen vom Klimawandel betroffen (jetzt oder in der Zukunft)?*

## DURCHFÜHRUNG 1 STUNDE 20 MINUTEN

### AKTIVITÄT 1: WER TRÄGT AM MEISTEN ZUM KLIMAWANDEL BEI? 45 MINUTEN

#### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Sie können diese Aktivität auch mit kleinen Figuren auf einem Tisch durchführen, anstatt Stühle zu verwenden.



1. Die Schüler:innen bilden einen Stehkreis: Sie repräsentieren die 8 Milliarden Erdbewohner:innen. Um die Grundidee dieser Aktivität zu erklären, können Sie die Schüler:innen fragen, welcher Anteil der Welt männlich und welcher Anteil weiblich gelesen wird. Die Schüler:innen teilen sich entsprechend auf. Die 8 Milliarden Menschen auf der Erde lassen sich grob in 4 Milliarden Frauen und 4 Milliarden Männer einteilen. Die Hälfte der Klasse sollte also auf der einen Seite des Raumes stehen und die andere Hälfte der Klasse auf der anderen Seite – unabhängig vom tatsächlichen Geschlecht.



Schüler:innen in einem Stehkreis auf dem Schulhof

2. Die Schüler:innen sollen wieder einen großen Kreis bilden und die Bevölkerung der sechs Kontinente abschätzen. Anschließend verteilen sie sich auf die Kontinente – und zwar entsprechend der von ihnen geschätzten Einwohnerzahlen.

3. Verraten Sie nun anhand der ersten Tabelle aus dem **ARBEITSBLATT D3.1** die tatsächliche Verteilung der Bevölkerung über die Kontinente. Einige Schüler:innen werden daraufhin den Kontinent wechseln müssen. Jede:r Schüler:in stellt eine bestimmte Anzahl von Menschen auf einem bestimmten Kontinent dar. In Ozeanien wohnen im Vergleich zu den anderen Kontinenten so wenige Menschen, dass es dort nicht einmal eine:n „ganze:n“ Schüler:in gibt. Für den Rest dieser Aktivität vertritt jede:r Schüler:in seinen/ihren Kontinent. Diskutieren Sie mit der Klasse über die Verteilung der Bevölkerung auf der Erde.

4. Jede:r Schüler:in nimmt sich nun einen Stuhl und stellt diesen auf „seinen/ihren“ Kontinent. Erklären Sie, dass die Stühle den gesamten Reichtum auf der Erde darstellen. Die Schüler:innen diskutieren in ihren Gruppen darüber, wie ihrer Meinung nach die Stühle (der Reichtum) auf die Menschen der verschiedenen Kontinente verteilt sind. Die Klasse entscheidet dann gemeinsam, ob einige Stühle auf einen anderen Kontinent verschoben werden müssen. Es ziehen nur die Stühle um, die Schüler:innen bleiben auf ihrem Kontinent.



Schüler:innen in Afrika sitzen zu viert auf einem Stuhl.



Europäer:innen können ihre Füße auf einem zweiten Stuhl ablegen.

5. Geben Sie den Schüler:innen nun die Zahlen für die Verteilung des Reichtums – siehe die zweite Tabelle des **ARBEITSBLATTES D3.1**. Einige Stühle werden nun nach Bedarf auf andere Kontinente gestellt. Die Schüler:innen sollen sich auf die Stühle setzen, ohne ihren Kontinent zu verlassen. Auf einigen Kontinenten werden einige Schüler:innen keinen Sitzplatz haben bzw. müssen sich einen Stuhl teilen, während es auf anderen Kontinenten überzählige Stühle gibt.

6. Fragen Sie die Schüler:innen, wie sich diese Verteilung der Stühle anfühlt und was gerade demonstriert wurde. Sie können auch über Konflikte, Migration, Gerechtigkeit und Ungleichheit reden.

7. Die Schüler:innen bleiben mit der ihnen zugewiesenen Anzahl von Stühlen auf ihren Kontinenten und beginnen nun, in ihren Gruppen darüber zu diskutieren, ob jede:r Erdbewohner:in die gleiche Menge an Treibhausgasen ausstößt. *Auf welchen Kontinenten stoßen die Menschen mehr und auf welchen weniger Treibhausgase aus?*

8. Die Spielzeugautos (oder die Papierautos aus dem **ARBEITSBLATT D3.2**) stellen die durchschnittliche Menge an Treibhausgasen dar, die in einem Jahr ausgestoßen wird. Geben Sie jeder Gruppe die Anzahl Autos, die den durchschnittlichen Treibhausgasemissionen auf ihrem jeweiligen Kontinent entspricht (siehe die dritte Tabelle des **ARBEITSBLATTES D3.1**). *Wie viele Autos pro Person gibt es auf den einzelnen Kontinenten?*

Diskutieren Sie über die Treibhausgasemissionen in Bezug auf die Bevölkerungszahl oder/und den Wohlstand eines Kontinents. Die Treibhausgasemissionen pro Kopf sind nicht auf allen Kontinenten gleich hoch. *Was wird passieren, wenn immer mehr Menschen auf der Welt den Lebensstil der Menschen in Europa und Nordamerika übernehmen? Stößt jeder Mensch auf einem bestimmten Kontinent die gleiche Menge an Treibhausgasen aus? (Vergleichen Sie die Anzahl der Schüler:innen mit der Anzahl der Autos auf den verschiedenen Kontinenten).*



Die Schüler:innen können die Bevölkerung, den Wohlstand und die Treibhausgasemissionen auf einer Karte verteilen. Die abgebildete Karte entspricht der Verteilung im Jahr 2023.

## AKTIVITÄT 2 : WER IST DURCH DEN KLIMAWANDEL AM VULNERABELSTEN? 35 MINUTEN

9. Nachdem die Klasse darüber diskutiert hat, wer am meisten zum Klimawandel beigetragen hat bzw. beiträgt, soll sie nun herausfinden, wer durch den Klimawandel am meisten gefährdet ist. Teilen Sie die Klasse in Gruppen von bis zu sechs Schüler:innen auf und weisen Sie jedem Mitglied der Gruppe eine andere Rolle zu – siehe die Rollenkarten des **ARBEITSBLATTES D3.3**.

10. Die Schüler:innen sollen sich in einer Reihe in der Mitte des Raumes aufstellen und ihre Rollenkarte so halten, dass die anderen ihre Rolle sehen können. Lesen Sie die „Vorwärts- und Rückwärts“-Aussagen des **ARBEITSBLATTES D3.4** vor und bitten Sie die Schüler:innen:

- für jede der ersten Aussagen einen Schritt nach vorne zu machen, wenn sie auf ihre Rolle zutrifft;
- für jede der zweiten Aussagen einen Schritt zurück zu machen, wenn sie auf ihre Rolle zutrifft.



Vor und zurück mit dem Klimawandel

11. Diskutieren Sie mit den Schüler:innen, wer auf der Erde durch den Klimawandel am meisten gefährdet (am vulnerabelsten) ist und warum.

## ZUSAMMENFASSUNG 20 MINUTEN

Schließen Sie die Stunde mit einer Frage ab: *Haltet ihr den Klimawandel – angesichts dessen, was ihr darüber gelernt habt, wer ihn hauptsächlich verantwortet und wer am meisten gefährdet ist – für „gerecht“?* Die Themen Wohlstand, Treibhausgasemissionen und Unterschiede in der Exposition (das bedeutet: dem Klimawandel ausgesetzt sein) und der Vulnerabilität sollten diskutiert werden. Die wohlhabendsten Länder sind die größten Treibhausgasemittenten pro Kopf, sind aber den Auswirkungen des Klimawandels am wenigsten ausgesetzt und in der Regel an wenigsten vulnerabel. Dies ist in den meisten Fällen auf ihre geografische Lage zurückzuführen, und auf die Ressourcen, die ihnen zur Verfügung stehen, um sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen und mit seinen Auswirkungen zurechtzukommen.

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

**Die derzeitigen Treibhausgasemissionen sind nicht gleichmäßig über die Länder verteilt.** Obwohl China der größte Emittent ist, sind die Pro-Kopf-Emissionen niedriger als in den USA, die zwar eine Milliarde Einwohner weniger haben, in denen aber ein Mensch im Durchschnitt mehr emittiert als ein Mensch in China.

Schaut man in die Vergangenheit, stellt man fest, dass es hauptsächlich die Industrieländer sind, die durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe für die aktuelle CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre verantwortlich sind: In den 100 Jahren zwischen 1880 und 1980 haben die USA und Europa jeweils 30% zur kumulierten CO<sub>2</sub>-Menge in der Atmosphäre beigetragen. Auch heute noch sind die Industrieländer die größten Emittenten von Treibhausgasen. Der Anstieg des Beitrags Chinas und Indiens begann um das Jahr 2000, als der Industrialisierungsprozess und die Bevölkerung dort sprunghaft zunahmen.

Nicht alle Länder tragen in gleichem Maße zu den globalen Treibhausgasemissionen bei, und

nicht alle Länder sind in gleichem Maße von den Folgen des Klimawandels betroffen; häufig sind die am stärksten Betroffenen nicht die Hauptverantwortlichen. Bei der Berücksichtigung der **Klimagerechtigkeit** einer bestimmten Maßnahme müssen verschiedene Faktoren abgewogen werden, darunter Wohlstand, Treibhausgasemissionen, Energiebedarf usw.

Die Wissenschaft kann und muss die Fakten und Beweise liefern, ihre Prognosen verbessern, die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten bestimmter Ereignisse abschätzen – so gut es geht – und rationale Schlussfolgerungen ziehen und diese in für alle verständlicher Form verbreiten. **Die Wissenschaft allein kann jedoch weder die notwendigen Regeln für die zu ergreifenden Maßnahmen aufstellen, noch sagen, was gerecht ist, oder beweisen, dass es in der globalen Solidarität Gerechtigkeit gibt. Bei solch komplexen und globalen Fragen sind letztendlich die ethischen und moralischen Werte jedes Einzelnen und der Gesellschaft insgesamt Ausgangspunkt für Urteile und Entscheidungen.**



## ARBEITSBLATT D3.1

KONTINENT	BEVÖLKERUNG IM JAHR 2023 IN %	ANZAHL DER SCHÜLER:INNEN PRO KONTINENT BEI EINER KLASSENSTÄRKE VON ...															
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Afrika	18%	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Asien	59%	9	10	10	11	11	12	12	13	14	15	15	16	16	17	18	18
Europa	9%	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Lateinamerika	8%	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Nordamerika	5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Ozeanien	1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 1: Verteilung der Weltbevölkerung über die sechs Erdteile. Insgesamt leben Mitte 2023 auf der Erde 8,008 Milliarden Menschen.  
Quelle: <https://www.dsw.org/laenderdatenbank>

KONTINENT	VOLKSWIRTSCHAFTLICHER REICHTUM (BNE* 2023) IN %	ANZAHL DER STÜHLE PRO KONTINENT BEI EINER KLASSENSTÄRKE VON ...															
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Afrika	5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Asien	48%	7	8	8	9	10	10	10	10	11	12	12	13	13	14	14	14
Europa	22%	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7
Lateinamerika	7%	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Nordamerika	17%	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Ozeanien	1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 2: Verteilung des volkswirtschaftlichen Reichtums auf der Erde  
\* BNE = Bruttonationaleinkommen, auf die Kaufkraft korrigiert (es wurden die Zahlen für das BNE per capita für 2023 mit den Bevölkerungszahlen von Mitte 2023 aus Tabelle 1 multipliziert). Quelle: <https://www.dsw.org/laenderdatenbank>

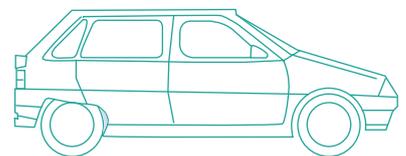
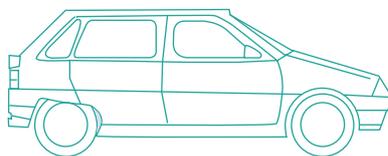
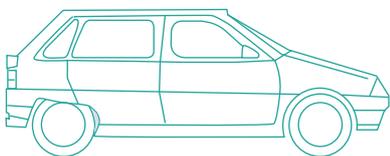
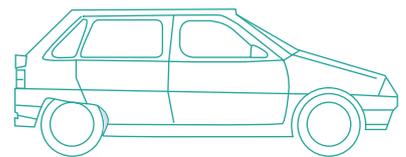
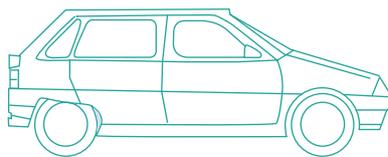
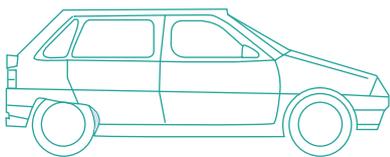
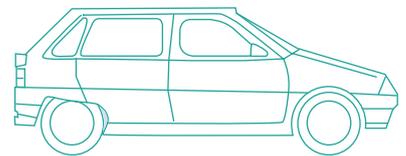
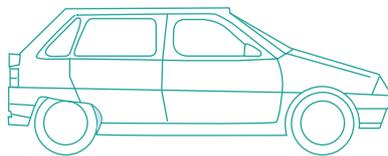
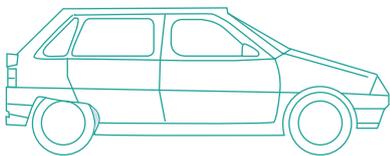
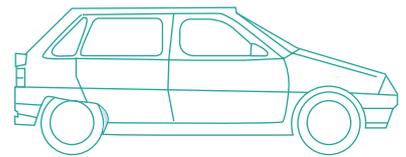
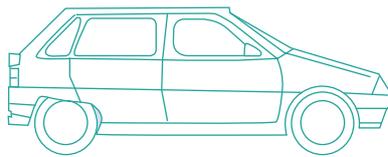
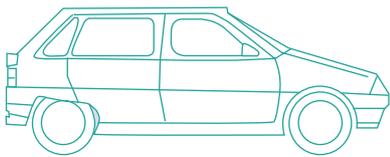
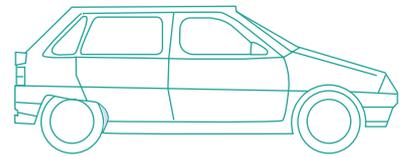
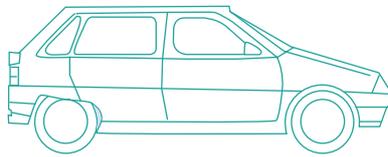
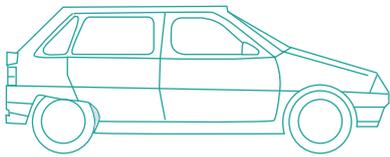
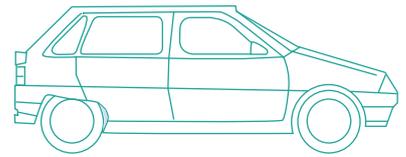
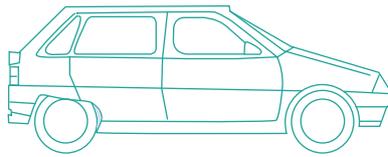
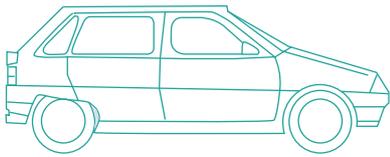
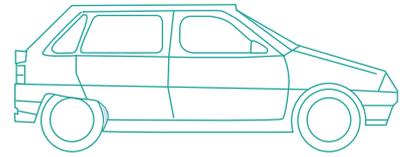
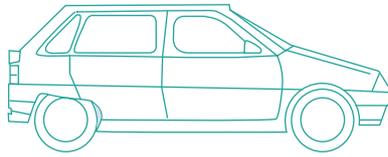
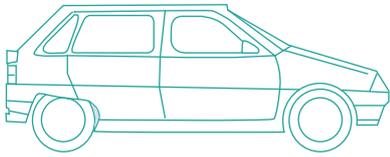
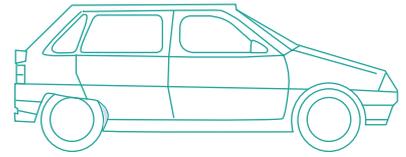
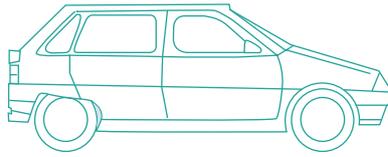
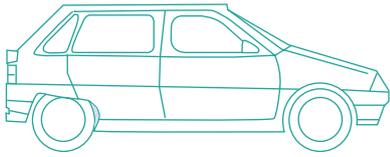
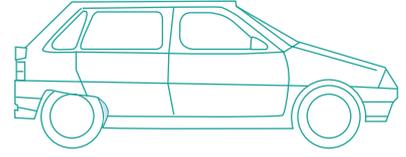
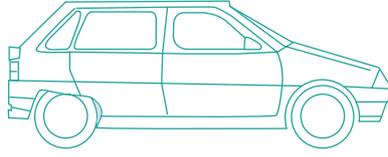
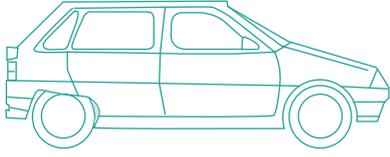
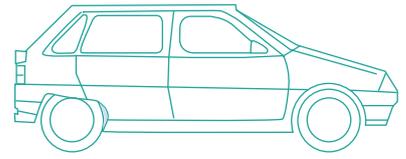
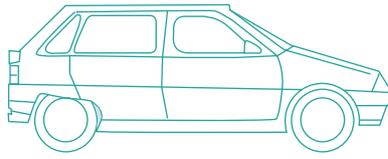
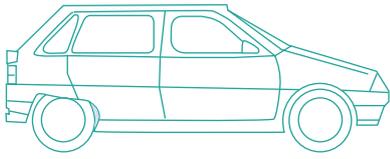
KONTINENT	TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN IN %	ANZAHL DER AUTOS PRO KONTINENT BEI EINER KLASSENSTÄRKE VON ...															
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Afrika	4%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asien	59%	9	10	10	10	11	12	13	13	14	14	14	15	16	17	18	18
Europa	14%	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Lateinamerika	7%	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Nordamerika	15%	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5
Ozeanien	1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 3: Verteilung der jährlichen Treibhausgasemissionen auf der Erde (2023)  
Quelle: <https://ourworldindata.org/grapher/annual-co2-emissions-per-country>



## ARBEITSBLATT D3.2

---



**JIAO-LONG AUS CHINA**

Ich heiße Jiao-Long und bin 10 Jahre alt. Ich wohne mit meiner Mutter in einer kleinen Wohnung ganz oben in einem 40-stöckigen Gebäude in Shanghai. Meine Mutter sagt, Shanghai sei von der Einwohnerzahl her die drittgrößte Stadt der Welt.

Ich liebe die ganzen Lichter der Hochhäuser, Autos und Werbetafeln in den großen Straßen bei Nacht. Ich esse am liebsten Nudeln mit Hühnchen. Ich hätte gern einen Bruder, um mit ihm alle meine Videospiele zu spielen. Wir könnten zusammen zur Technikmesse gehen, das wäre ein großer Spaß.

Meine Mutter bringt mich jeden Morgen zur Schule. Wir nehmen die U-Bahn. Ich fahre gern U-Bahn, aber manchmal sind mir da zu viele Menschen und ich fühle mich eingeengt. In meiner Stadt sind immer und überall viele Menschen. Manchmal wünsche ich mir, es wären weniger Menschen, so wie im Dorf meines Opas – dort kann ich überall herumrennen. Meine Mutter sagt, dass es in unserer Stadt jedes Jahr mehr Menschen gibt, weil das Leben auf dem Land immer härter wird und die Menschen ein besseres Leben suchen.

**MAHLET AUS ÄTHIOPIEN**

Mein Name ist Mahlet. Ich bin 13 Jahre alt und lebe mit meiner Familie in einem kleinen Dorf im Norden Äthiopiens. Meine Schwester heißt Hewitt und mein Bruder Samuel. Ich gehe gern zur Schule. Mein Lieblingsfach ist Biologie. Wenn ich groß bin, will ich Ärztin werden.

Meine Familie baut auf unserem Land Gemüse an. Wir bauen Mais, Hirse, Kartoffeln und Tomaten an. Einen Teil des Gemüses essen wir selbst und einen Teil verkaufen wir auf dem Markt, um Geld zu verdienen. Von dem Geld kaufen wir Samen, Schulbücher und Dinge für unser Haus.

Als mein Vater klein war, gab es genug Regen und das Gemüse wuchs gut. Heute regnet es nicht immer genug. Meine Familie und unsere Nachbarn sind bereit, die Saat auszubringen, aber der Boden ist zu trocken. Wir bauen gemeinsam ein Bewässerungssystem: eine lange Leitung, mit der wir das Wasser von weit herholen. Dann kann das Gemüse wachsen.

**ARIANNE AUS DEN PHILIPPINEN**

Mein Name ist Arianne. Ich wohne mit meinen Eltern und meinem jüngeren Bruder in einem Haus. Als ich klein war, wohnten wir in einem schönen Haus direkt am Strand. Ich habe gern mit Muscheln gespielt und zugesehen, wie die Schildkrötenbabys aus ihren Eiern schlüpfen und zum Meer wandern. Mir gefiel, dass ich vom Fenster unseres Hauses aus sehen konnte, wann mein Vater nach einem langen Tag auf dem Meer mit seinem Fischerboot zurückkam.

Eines Tages kam das Meer höher den Strand hinauf als normalerweise, und unser Haus wurde überschwemmt. Ich erinnere mich daran, es war ein sehr stürmischer Tag.

In den darauffolgenden Monaten kam das immer häufiger vor. Wir beschlossen umzuziehen, und jetzt wohnen wir in einem neuen Haus, ein bisschen weiter weg vom Meer. Es steht auf Pfählen, damit es in Zukunft nicht überschwemmt wird. Wir fühlen uns hier viel sicherer. Ich wohne wirklich gern in Strandnähe, und ich hoffe, dass wir nicht bald noch weiter landeinwärts ziehen müssen.



**RORY AUS IRLAND**

Mein Name ist Rory und ich bin acht Jahre alt. Ich wohne mit meinen Eltern und meinem Bruder Eoin in einem kleinen Dorf. Zur Schule fahren wir in ein anderes kleines Dorf bei Downpatrick.

Mir gefällt die Schule, besonders gern mag ich Sport und Musik. Ich spiele Gaelic Football. Da es in Irland so viel regnet, wird das Training oft abgesagt, weil es zu nass zum Spielen ist. Im letzten Frühling, als der Fluss über die Ufer trat, war die Zufahrt zu unserem Haus überschwemmt, und wir konnten weder rein noch raus.

Fast jedes Jahr bekommen wir ein paar Tage schulfrei, weil zu viel Schnee liegt. Mir gefällt es, schulfrei zu haben, dann können wir auf dem Hügel neben unserem Haus Schlitten fahren. Es macht großen Spaß. Wir bauen auch immer einen Schneemann im Garten.

In den letzten Sommerferien sind wir nach Spanien geflogen, weil es dort sonnig und heiß ist. Manchmal wünschte ich mir, dass das Wetter hier schöner wäre, aber Mama sagt, dass Irland dann nicht als Smaragdinsel bekannt wäre.

**RENATA AUS CHILE**

Ich heiße Renata. Ich bin neun Jahre alt und lebe in Valparaíso – mit meiner Mutter, meinem Bruder, meiner Schwester und meinem Hund Gasparín. Ich sehe meinen Vater nicht jeden Tag, weil er in den Minen im Norden Chiles arbeitet. Ab und zu kommt er für ein Wochenende nach Hause. Dann bringt er mir und meinen Geschwistern immer Süßigkeiten mit.

In den Sommerferien fahren wir mit unserem Onkel und unseren Cousins aufs Land, in ein sehr schönes Holzhaus in den Bergen. Gasparín ist dort sehr glücklich, weil er viel herumtollen kann. Mein Bruder geht gern mit meinem Onkel angeln. Meine ältere Schwester kommt nicht immer mit, weil sie lieber in der Stadt bleibt und mit ihren Freunden ausgeht oder im Internet Videos anschaut.

Die alten Menschen, die hier leben, erzählen, dass früher auf den Bergen Schnee lag, der auch im Sommer nicht weggeschmolzen ist. Heute sehe ich fast nie Schnee.

**WESTON AUS DEN USA**

Mein Name ist Weston, ich bin 11 Jahre alt. Ich wohne mit meinen Eltern und meinen Schwestern Anna und Melissa in Boston. Wir leben in einem Haus in einer schönen Gegend, wo ich viele Freunde habe. Meine Eltern fahren uns jeden Tag zur Schule.

Ich spiele gern Baseball. Meine Freunde und ich sind in der Mannschaft unseres Viertels. Nach unserem Samstagsspiel gehen wir oft in einem großen Einkaufszentrum mexikanisch essen. Wenn wir kein Spiel haben, bleiben wir zu Hause und spielen Videospiele.

Jedes Jahr fliegen wir in den Sommerferien mit der Familie nach Kalifornien. Ich liebe den Strand. Im Strandrestaurant gibt es immer riesige Burger. Letzten Sommer haben wir Silicon Valley besichtigt. Ich wünschte, ich könnte dort in einer der Technologie-Firmen arbeiten, wenn ich groß bin.

Letzte Woche habe ich in den Nachrichten gehört, dass in den Wäldern in Kalifornien riesige Brände wüten. Das macht mich traurig. Ich verbringe wirklich gern meine Ferien in Kalifornien.





### VORWÄRTS UND RÜCKWÄRTS MIT DEM KLIMAWANDEL

Manche Menschen tragen mehr zum Klimawandel bei als andere.

Manche Menschen sind vom Klimawandel mehr betroffen als andere.

Die Schüler:innen sollen sich mit einem der Kinder aus dem **ARBEITSBLATT D3.3** identifizieren und darüber nachdenken, wie sie zum Klimawandel beitragen.

#### AUSSAGEN – TEIL 1

Gehe einen Schritt nach vorn, wenn die Familie deiner Person ...

- ein Auto hat;
- mit dem Flugzeug in den Urlaub fliegt;
- genug Geld hat, um für die ganze Familie Essen zu kaufen;
- so oft Fleisch isst, wie sie will;
- sich an den Klimawandel angepasst hat;
- in einem Land lebt, dessen Regierung ihr bei der Anpassung an den Klimawandel hilft;
- im täglichen Leben viele technische Geräte verwendet.

#### AUSSAGEN – TEIL 2

Gehe einen Schritt zurück, wenn die Familie deiner Person ...

- zum Überleben auf selbst angebaute Lebensmittel angewiesen ist;
- wegen des Meeresspiegelanstiegs von Hochwasser betroffen sein könnte;
- wegen steigender Temperaturen unter Dürren leidet;
- bei einer Dürre Gefahr läuft, hungern zu müssen;
- eines Tages vielleicht nicht mehr genügend Trinkwasser zur Verfügung hat, wenn die Gletscher weiter schmelzen.

# UNTERRICHTSSTUNDE D4

## WELTWEITE ANPASSUNGS- UND KLIMASCHUTZMASSNAHMEN

### HAUPTFÄCHER

Sozialwissenschaften, Geografie

### DAUER

- ~ Vorbereitung: 10 Minuten
- ~ Aktivität: 1 Stunde

### ALTER

9-12 Jahre

### LERNZIELE

Die Schüler:innen lernen, dass es bereits viele Lösungen für mehr Klimaschutz bzw. für Anpassungsmaßnahmen gibt, und dass sehr viele Akteur:innen – Einzelpersonen, Gemeinschaften, Organisationen – schon jetzt aktiv sind. Die Schüler:innen wählen ein Anpassungs- oder Klimaschutzprojekt aus, das sie selbst durchführen können.

- ~ Wir müssen uns an die Auswirkungen des Klimawandels anpassen und unser Bestes tun, um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren.
- ~ Viele Menschen, Gemeinschaften und Organisationen auf der ganzen Welt setzen bereits Lösungen zur Anpassung und zum Klimaschutz um. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, aktiv zu werden.
- ~ Anpassungen helfen uns kurzfristig, während Klimaschutz langfristig wirkt. Beide müssen zusammen gedacht werden.
- ~ Anpassungsmaßnahmen helfen, die Vulnerabilität und/oder die Exposition zu verringern und so das Risiko negativer Auswirkungen zu reduzieren.
- ~ Wir können Maßnahmen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels ergreifen.
- ~ Wir alle haben einen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Wir können aber trotzdem etwas für den Klimaschutz tun, indem wir unsere Treibhausgasemissionen senken.

### SCHLÜSSELBEGRIFFE

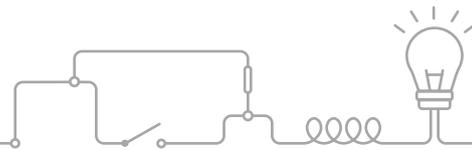
Anpassung, Klimaschutz, Vulnerabilität, Exposition

### UNTERRICHTSMETHODE

Dokumentenanalyse

### ➔ TIPP FÜR LEHRENDE

Diese Unterrichtsstunde ist eine Überleitung zu Teil 2 des Unterrichtsplans. Daher ist es wichtig, dass Sie sich bereits mit Teil 2 beschäftigt haben und Beispiele für Projekte, die Sie in Ihrer Schule oder Gemeinde durchführen könnten, im Hinterkopf haben.



### VORBEREITUNG 10 MINUTEN

#### MATERIAL

- Ein Beamer und ein Computer mit Internetanschluss
- Die Multimedia-Animation: „Wie können wir handeln?“
- Ist kein Internetanschluss vorhanden, verteilen Sie das **ARBEITSBLATT D4.1** (ein Exemplar pro Schüler:in).



#### VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE

Selbstverständlich können auch andere Materialien verwendet werden, um Anpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen vorzustellen. Gut wäre es, Maßnahmen vorzuschlagen, die in der Umgebung der Schüler:innen umgesetzt wurden (in ihrer Region oder ihrem Land).

### EINLEITUNG 10 MINUTEN

Die Schüler:innen wiederholen kurz, was sie über die verschiedenen Auswirkungen des Klimawandels auf die Landsysteme sowie über die damit einhergehenden Folgen für die Ökosysteme und die menschlichen Gesellschaften gelernt haben. Anschließend denken sie darüber nach, welche Maßnahmen sie ergreifen könnten, um mit diesen Problemen fertig zu werden.

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

Um die Auswirkungen des Klimawandels auf menschliche Gesellschaften und die Ökosysteme der Erde zu verringern, gibt es zwei Aktionslinien: **Klimaschutz** und **Anpassung**. Auf den Seiten 17 bis 19 des wissenschaftlichen Überblicks werden beide ausführlich beschrieben.

Diese beiden sich ergänzenden Strategien müssen auf verschiedenen Ebenen betrachtet werden: Einzelpersonen, Gruppen vor Ort (z. B. Schulen), Städte, nationale oder regionale Einrichtungen und internationale oder globale Akteure (Vereinte Nationen, internationale Abkommen). Alle Ebenen können beitragen, auch wenn ihre relative Wirkung unterschiedlich ist. Beide Strategien setzen Wissen, technologische Innovationen und gesellschaftliche Veränderungen voraus. Selbst ein kleines Projekt (eine Aktion in der Schule) hat kurzfristige und langfristige Auswirkungen, deren Folgen berücksichtigt werden sollten.

## DURCHFÜHRUNG 40 MINUTEN

1. Die Schüler:innen sollen ihre Lösungsvorschläge präsentieren. Schreiben Sie die Vorschläge an die Tafel, ohne sie zu kommentieren. Es sollten alle Aktionen sein, die die Schüler:innen allein, mit ihren Familien oder in kleinen Gemeinschaften durchführen können (Schule, Dorf usw.). Auf diese Weise werden Diskussionen über Maßnahmen vermieden, was andere (Regierungen, Industrie usw.) tun sollten/könnten.
2. Sobald ein paar Ideen zusammengekommen sind, sollen die Schüler:innen überlegen, wie man diese ordnen könnte. Sortierkriterien könnten sein:
  - Klimaschutz/Anpassung: einige Aktionen führen zu einer Verringerung der Treibhausgasemissionen, was die Erderwärmung bremst, andere mildern die Auswirkungen der Erderwärmung auf unsere Gesellschaft ab.
  - Individuell/gemeinsam
  - Zu Hause/in der Schule/im Supermarkt/im Verkehr usw.

3. Lassen sie die Schüler:innen die Relevanz der jeweiligen Aktionen diskutieren (und die Gründe für die Maßnahmen). Manchmal gibt es Schwierigkeiten bei der Einordnung einer Aktion. Sie ist dann zum Beispiel wichtig für die Anpassung an den Klimawandel, ist aber gleichzeitig schlecht für den Klimaschutz. Beispiel: Klimaanlage sind für die Anpassung gut, weil man Räume kühlen kann, die zu warm sind. Allerdings sind sie aus der Klimaschutzperspektive betrachtet schädlich, weil sie Energie verbrauchen.

4. Nachdem alle Aktionen diskutiert und kategorisiert wurden, können sich die Schüler:innen eventuell mit der Multimedia-Animation befassen oder das **ARBEITSBLATT D4.1** bearbeiten. Sie können dadurch verschiedene Initiativen entdecken, die es bereits gibt.

5. Erklären Sie, dass sie versuchen sollten, etwas Konkretes zu tun, und helfen Sie ihnen, eine Aktion auszuwählen, die sie auch umsetzen können (in der Klasse, in der Schule, oder vielleicht sogar in der Gemeinde).

## ZUSAMMENFASSUNG 10 MINUTEN

Die Klasse legt fest, welches Projekt sie durchführen will. Im Folgenden sind einige Beispiele aufgeführt.

### → TIPP FÜR LEHRENDE

Da diese Unterrichtsstunde eine Überleitung zu Teil 2 des Unterrichtsplans ist, kann es auch länger als eine Stunde dauern, bis Sie sich mit der Klasse auf ein durchführbares Projekt geeinigt haben.



## LANDWIRTSCHAFT UND NAHRUNG

### Permakultur (Atitlan-See, Guatemala)

An den Ufern des Atitlan-Sees informiert das Mesoamerikanische-Permakultur-Institut die lokale Bevölkerung über Permakultur – eine Anbauweise, die bereits von ihren Maya-Vorfahren praktiziert wurde. Permakultur ist eine Technik, bei der verschiedene Kulturpflanzen zusammen auf derselben Anbaufläche angepflanzt werden. In solch einer Mischkultur stärken sich die Pflanzen gegenseitig. Die Permakultur hat eine hohe Produktivität, benötigt keine umweltschädlichen synthetischen Düngemittel und trägt zum Erhalt der Artenvielfalt bei.



## ENERGIE

### Fahrradfahren (Amsterdam, Niederlande)

Amsterdam ist die Hauptstadt der Fahrradfahrer. Es gibt dort (zum Teil) zweispurige Fahrradwege und kostenlose Fahrradparkplätze. Autofahren wird dagegen unattraktiv gemacht. Das führt dazu, dass in der Stadt, die fast eine Million Einwohner zählt, mehr als 60% der Wege mit dem Fahrrad zurückgelegt werden.

Fahrradfahren ist nicht teuer, verursacht keine Treibhausgase, trägt nicht zur Luftverschmutzung bei und man treibt ganz nebenbei (leichten) Sport, was der Gesundheit zugutekommt. Außerdem ist das Fahrrad in der Stadt eines der schnellsten Verkehrsmittel.



## ENERGIE

### Fußball (Spanien)

Diese Jugendlichen, die in Spanien auf der Straße Fußball spielen, ahnen wahrscheinlich nicht, dass sie Energie sparen (und das ist wahrscheinlich auch nicht ihr Ziel). Lesen, draußen spielen oder Sport treiben und Freunde treffen – all das ist viel besser für die Umwelt als nur am Bildschirm eines Computers oder Smartphones zu sitzen. Außerdem ist es besser für die Gesundheit und fördert soziale Kontakte.

Das Internet, die Rechenzentren und die Nutzung von Computer/Smartphone verbrauchen sehr viel Energie: ungefähr so viel wie der weltweite Flugverkehr. Warum also nicht einfach mal ab und zu den Stecker ziehen?



**ENERGIE****Repair-Café (Quimper, Frankreich)**

Wegwerfen? Auf keinen Fall! In unserer Wegwerfgesellschaft, in der Produkte oft mit Absicht nur eine begrenzte Haltbarkeit haben, wünschen sich manche Leute einen nachhaltigeren Konsum.

Repair-Cafés schießen wie Pilze aus dem Boden. Es gibt sie auf allen Kontinenten – in Schulen, Gaststätten, Cafés, Stadthallen usw.

In Quimper (Frankreich) gibt es zum Beispiel an einem Freitag pro Monat „Do it yourself“-Workshops. Die Leute können in diesen Workshops unter Anleitung Alltagsgegenstände reparieren, wie zum Beispiel ihr Fahrrad, ihre Kaffeemaschine, ihren Computer oder ihr Lieblingsspielzeug. Die Workshops richten sich auch an Jugendliche, die dort lernen können, wie man ein Gerät auseinandernimmt und wieder zusammensetzt, oder wie man es zu etwas anderem umfunktionieren kann. Das spart Energie, Rohstoffe ... und Geld!

**WOHNEN****Bioklimatisch und low-tech bauen (Burkina Faso)**

Anders als andere Schulen in Burkina Faso ist diese Grundschule in Gando nicht aus Zement gebaut, sondern aus Lehm. Lehm ist ein sehr günstiges Baumaterial. Es muss nicht verarbeitet werden und kommt aus der Gegend, muss also nicht weit transportiert werden. Lehm sorgt für ein sehr angenehmes Raumklima und lässt sich zu 100% recyceln.

Lehmziegel, Stampflehm, Lehmwellerbauweise – diese Techniken gibt es schon seit Tausenden von Jahren, und sie kommen gerade wieder in Mode. Der Einsatz von Lehm kennt fast keine Grenzen: Es werden Häuser, Schulen, Bahnhöfe usw. gebaut.

In der bioklimatischen Architektur werden die lokalen Gegebenheiten berücksichtigt. In den wassersparenden und energieeffizienten Häusern lässt es sich angenehm und funktional wohnen. Manche Gebäude sind sehr ausgeklügelt, andere (wie diese Schule) verwenden altbekannte, kostengünstige Materialien und Techniken.

**WOHNEN****Solarkocher (Sudan)**

Wenn man zum Kochen Holz sammeln muss, ist das sehr zeitaufwändig. Außerdem ist die Verwendung von Holz als Brennstoff in einigen Ländern eine der Ursachen der Entwaldung.

Mit Solarkochern kann man diese Probleme umgehen. In einem Solarkocher wird das Licht der Sonne an Spiegeln reflektiert und im Kochtopf konzentriert. Die entstehende Hitze reicht in sonnigen und warmen Gegenden zum Garen der Speisen. Beim Kochen mit einem Solarkocher werden keine Treibhausgase oder andere Schadstoffe emittiert. Die Luft ist dadurch sauberer. Mit dem Solarkocher kann man auch Wasser abkochen, sodass man es gefahrlos trinken kann.

Im Sudan verteilen NGOs Solarkocher an die Bevölkerung. Das trägt zum Schutz der Wälder und des Klimas bei, sowie zur Verbesserung der Gesundheit der Menschen.





### RESILIENTE STÄDTE

#### Stadt Begrünung (Brisbane, Australien)

In Städten wurden jahrzehntelang Bäume und Wiesen durch Gebäude, Beton und Asphalt ersetzt. Inzwischen wünschen sich die Stadtbewohner wieder mehr Natur und mehr Grün in ihrer Umgebung. In Brisbane (Australien) haben die Behörden die Wiederbegrünung des Stadtzentrums gefördert: Es wurden Bäume gepflanzt und Wiesen angelegt. Das sieht nicht nur schön aus, sondern erhöht auch die Artenvielfalt (besonders Vögel sind jetzt wieder häufiger zu sehen). Die Begrünung hat noch weitere Vorteile: Die Luftqualität wird besser und die Stadt heizt sich im Sommer weniger auf (Vermeidung des Wärmeinsel-Effekts). Die Stadt ist somit besser gegen die Auswirkungen des Klimawandels gewappnet.

Es gibt inzwischen in vielen Städten Renaturierungsprojekte. Manchmal sind sogar Schulen die Initiatoren.



### ÖKOSYSTEME

#### Korallen anpflanzen (Malaysia)

Korallenriffe bedecken weniger als 0,1% des Meeresbodens, beherbergen aber 30% der weltweiten Artenvielfalt. Korallenriffe sind sehr wichtig für die in ihrer Nähe wohnenden Menschen: Sie sorgen für genügend Nahrung und verhindern Küstenerosion.

Zwischen den 1980er Jahren und 2019 verschwanden ca. 30% der Korallenriffe (laut Roter Liste gefährdeter Arten). Um dem entgegenzuwirken, tun sich viele NGOs, Firmen und Wissenschaftler mit den Menschen vor Ort zusammen, um Korallenriffe wieder zu besiedeln – zum Beispiel auf Pulau Tioman in Malaysia. Einige dieser Projekte werden durch freiwillige CO<sub>2</sub>-Abgaben finanziert. Denkt daran, wenn ihr das nächste Mal fliegt!



### SENSIBILISIERUNG

#### Felix und „Plant-for-the-Planet“ (Deutschland)

2007 hielt Felix Finkbeiner, ein 9-jähriger Junge aus Bayern, vor seiner Klasse ein Referat über den Klimawandel. Seinen ersten Baum pflanzte er zusammen mit seinen Mitschüler:innen. Daraufhin beschloss er, das Projekt „Plant-for-the-Planet“ zu gründen. Im Alter von 10 Jahren sprach Felix im Europäischen Parlament, mit 13 hielt er eine Rede vor der Hauptversammlung der Vereinten Nationen.

Zehn Jahre später setzt sich Felix immer noch freiwillig für „Plant-for-the-Planet“ ein. Die Organisation hat inzwischen 130 Angestellte und 70 000 Mitglieder in 67 Ländern. Bis 2019 wurden fast 14 Milliarden Bäume gepflanzt. Im Schnitt nimmt jeder Baum ca. 10 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr auf – ein Baum in den Tropen nimmt sogar ein Vielfaches davon auf.





## ÖKOSYSTEME

### Sandwatch-Initiative (Trinidad und Tobago)

Wie viele andere Schulen weltweit macht die Mayaro-Grundschule bei der Sandwatch-Initiative mit. Die Schüler:innen „adoptieren“, überwachen und beschützen den Strand in der Nähe ihrer Schule. Sie führen regelmäßige Müllsammelaktionen durch, untersuchen, wie sich „ihr“ Strand entwickelt, und erkunden die Artenvielfalt, die Strömungen und die Gezeiten. Sandwatch hat an vielen Orten dazu geführt, dass Schüler:innen, Eltern und die Gemeinde ihr Küstenökosystem „Strand“ anders wahrnehmen.

Viele ehemalige Schüler:innen der Mayaro-Grundschule beteiligen sich später an Umweltstudien und -aktivitäten. Das Projekt hat allen gezeigt, dass Bildung über die vier Wände des Klassenzimmers hinausgeht.



## SENSIBILISIERUNG

### Schule in Amazonien (Brasilien)

Brasilien beherbergt die größte Artenvielfalt unserer Erde. Gleichzeitig gehört der Amazonas-Regenwald zu den am meisten bedrohten Wäldern. Der Präsident einer ökologischen Stiftung und zwei Biologen haben 2002 die „Escola da Amazônia“ (Schule in Amazonien) gegründet, um die brasilianische Jugend zu sensibilisieren.

Im Rahmen des Projektes „Ein Tag im Wald“ machen junge Menschen zwischen 11 und 14 Jahren einen Ausflug in den Amazonas-Regenwald und beobachten dort die Fauna und Flora. Ältere Jugendliche (15-19 Jahre) nehmen an Workshops teil: zu Ökotourismus, nachhaltiger Tierhaltung, sozioökonomischer Entwicklung usw.

Durch ein Twinning-Projekt werden städtische Schulen mit Schulen in der Nähe des Regenwaldes vernetzt.



## LANDWIRTSCHAFT UND NAHRUNG

### Eco-school (Mauritius)

Das Loreton College in Mauritius ist Teil des „Eco-schools“-Netzwerks, dem weltweit über 50 000 Schulen angehören. Die Loreton-Schüler:innen haben eine Miniatur-Aquaponik-Farm gebaut, die den Anbau von Salat mit Fischzucht kombiniert. Die Fischexkrememente liefern Nährstoffe für die Pflanzen; diese filtern dafür das Wasser im Aquarium. Aquaponik ist eine effektive und nachhaltige Art, Nahrung herzustellen, besonders in städtischen Gebieten.

Die Foundation for Environmental Education (FEE) verleiht einer Schule das Eco-school-Label, wenn die Schüler:innen in der Schule oder der Gemeinde ökologische und nachhaltige Projekte auf die Beine stellen. Eco-school-Projekte gibt es in den Bereichen Artenvielfalt und Natur, Klimawandel, Energie, weltweites Bürgerengagement, Gesundheit und Wohlbefinden, Müll, Meer und Küste, Schulgelände, Transport, Abfall und Wasser. Geschichten über erfolgreiche Projekte findet ihr hier: <https://www.ecoschools.global/stories-news>



# WAS WIR BISHER GELERNT HABEN



**HAUPTFÄCHER**

Naturwissenschaften, Geografie, Physik und Chemie

**DAUER**

- ~ Vorbereitung: 25 Minuten
- ~ Aktivität: 1 Stunde 30 Minuten

**ALTER**

9-15 Jahre

**LERNZIELE**

Die Schüler:innen konstruieren ein Diagramm, das die wissenschaftlichen Konzepte im Zusammenhang mit dem Klimawandel und seinen Auswirkungen auf die Landsysteme und Ökosystemdienstleistungen miteinander verknüpft. In diesem Diagramm werden die Ursachen und Folgen der verschiedenen Klimawandelbedingten Phänomene herausgearbeitet.

Sie lernen:

- ~ eine systemische Sichtweise auf das Thema zu entwickeln;
- ~ Verbindungen zwischen den vier Systemen der Erde, den sogenannten Sphären, herzustellen: Hydrosphäre (Wasser), Atmosphäre (Luft), Geosphäre (Land) und Biosphäre (Lebewesen);
- ~ ihr Wissen zum Thema Klimawandel zusammenführen.

**SCHLÜSSELBEGRIFFE**

Klimawandel, Ökosystemdienstleistungen, komplexe Systeme, menschliche Aktivitäten, Landsysteme

**UNTERRICHTSMETHODE**

Darstellung und Verknüpfung von Konzepten

**→ TIPP FÜR LEHRENDE**

Diese Unterrichtsstunde hat zwei Hauptziele:

- die Zusammenhänge zwischen Klimawandel und Landsystemen, die in den vorangegangenen Unterrichtsstunden untersucht wurden, zu wiederholen und
- zu verstehen, wie sich diese Zusammenhänge auf die Landökosysteme und die Lebensgrundlagen der Menschen auswirken werden.

Wählen Sie die Kästchen aus, die dem Niveau Ihrer Schüler:innen und den bisher bearbeiteten Themen entsprechen. Sie können einen Satz Kästchen nach dem anderen verteilen oder alle auf einmal.

**EINLEITUNG 20 MINUTEN**

Die Schüler:innen sollen zunächst über die in den vorherigen Stunden besprochenen Auswirkungen des Klimawandels auf die Landsysteme nachdenken. *Inwieweit sind wir von Veränderungen der Landsysteme betroffen? Welche Folgen könnten sie für Menschen und andere Lebewesen haben?* Schreiben Sie die Antworten – als Konzepte – an die Tafel. Einige der vorgeschlagenen Konzepte sollten mit den Kästchen der **ARBEITSBLÄTTER 1** und **2** übereinstimmen.

**→ TIPP FÜR LEHRENDE**

Ein „Konzept“ entspricht einer einfachen Aussage, die die Schüler:innen mitnehmen sollen. Eine Aussage ist keine Anfangsvorstellung und sie muss von der Wissenschaftlergemeinschaft bestätigt sein. Ein Konzept = ein Satz. Es ist weder ein Stichwort noch eine Frage und auch kein „Begriff“. Beispiel für ein Konzept: „Die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre nimmt zu.“

**VORBEREITUNG 25 MINUTEN**

**MATERIAL**

- Die **ARBEITSBLÄTTER 1** und **2**
- Ein großes Blatt Papier pro Gruppe (um die Klebezettel darauf zu kleben)
- Kleber und/oder Klebezettel

**VOR DER UNTERRICHTSSTUNDE**

1. Drucken Sie die **ARBEITSBLÄTTER 1** und **2** aus, ein Exemplar für jede Gruppe von 3 bis 4 Schüler:innen.
2. Schneiden Sie die verschiedenen Kästchen aus und sortieren Sie sie nach Farbe.

**DURCHFÜHRUNG 40 MINUTEN**

1. Teilen Sie die Klasse in Gruppen auf und geben Sie jeder Gruppe die Liste der Konzepte, die für den ersten Teil des Konzeptdiagramms benötigt werden (Klebezettel zur Klimaphysik, **ARBEITSBLATT 1**).

Wenn einige der von den Schüler:innen vorgeschlagenen Konzepte relevant sind, aber nicht in der Liste stehen, können neue Klebezettel beschriftet werden.

2. Die Schüler:innen sollen die Klebezettel in eine logische Reihenfolge bringen und durch Pfeile miteinander verbinden. Ein Pfeil könnte zum Beispiel „führt zu“ oder „ist zurückzuführen auf“ bedeuten.

3. Wenn sie alle „Klimaphysik“-Klebezettel in eine logische Reihenfolge gebracht haben, können sie mit den „Wasser“-Klebezetteln des **ARBEITSBLATTES 1** weitermachen usw.

4. Die neuen Klebezettel werden mit den vorhandenen Klebezetteln verbunden.

5. Jede Gruppe stellt ihr Konzeptdiagramm vor.

### ZUSAMMENFASSUNG 30 MINUTEN

Vergleichen und diskutieren Sie die verschiedenen Konzeptdiagramme. Gehen Sie darauf ein, wie sich der Klimawandel auf viele Bereiche unseres Lebens und auf andere Lebewesen auswirkt. Sie können auch über die Folgen des Klimawandels für die Gesellschaft diskutieren. Die Anpassungsfähigkeit verschiedener Bevölkerungsgruppen hängt von den zur Verfügung stehenden Mitteln, der Bildung usw. ab. Manche Menschen werden aufgrund des Klimawandels auswandern müssen, sie werden zu Klimaflüchtlingen.

Sie können die Diskussion abschließen, indem Sie die Schüler:innen auffordern, Lösungen zur Verringerung der Auswirkungen des Klimawandels zu finden. Beispiel: Änderungen beim Kauf und Verbrauch von Lebensmitteln hat Auswirkungen auf das Ausmaß der Entwaldung.

#### → TIPP FÜR LEHRENDE

In dieser Unterrichtsstunde können Sie den Lernerwerb der Schüler:innen bewerten. Fehler oder Wissenslücken bieten die Gelegenheit, die entsprechenden Konzepte zu vertiefen, um logische Verknüpfungen herzustellen, die möglicherweise nicht vollständig verstanden wurden. Es gibt hier nicht nur eine richtige Lösung. Die Konzeptdiagramme können alle unterschiedlich sein. Wichtig ist das Verständnis, das bei der Organisation und Verknüpfung der Konzepte erlangt wurde. Wichtig ist auch, dass die Schüler:innen miteinander diskutieren und sich gegenseitig erklären, was sie über das Thema verstanden haben. Sie sollen frei diskutieren können, ohne Angst, Fehler zu machen.

#### MÖGLICHE ERWEITERUNG

Arbeiten Sie mit dem/der Kunstlehrer:in zusammen und lassen Sie die Schüler:innen ein Wandgemälde über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landsysteme erstellen.



Präsentation vor der ganzen Klasse

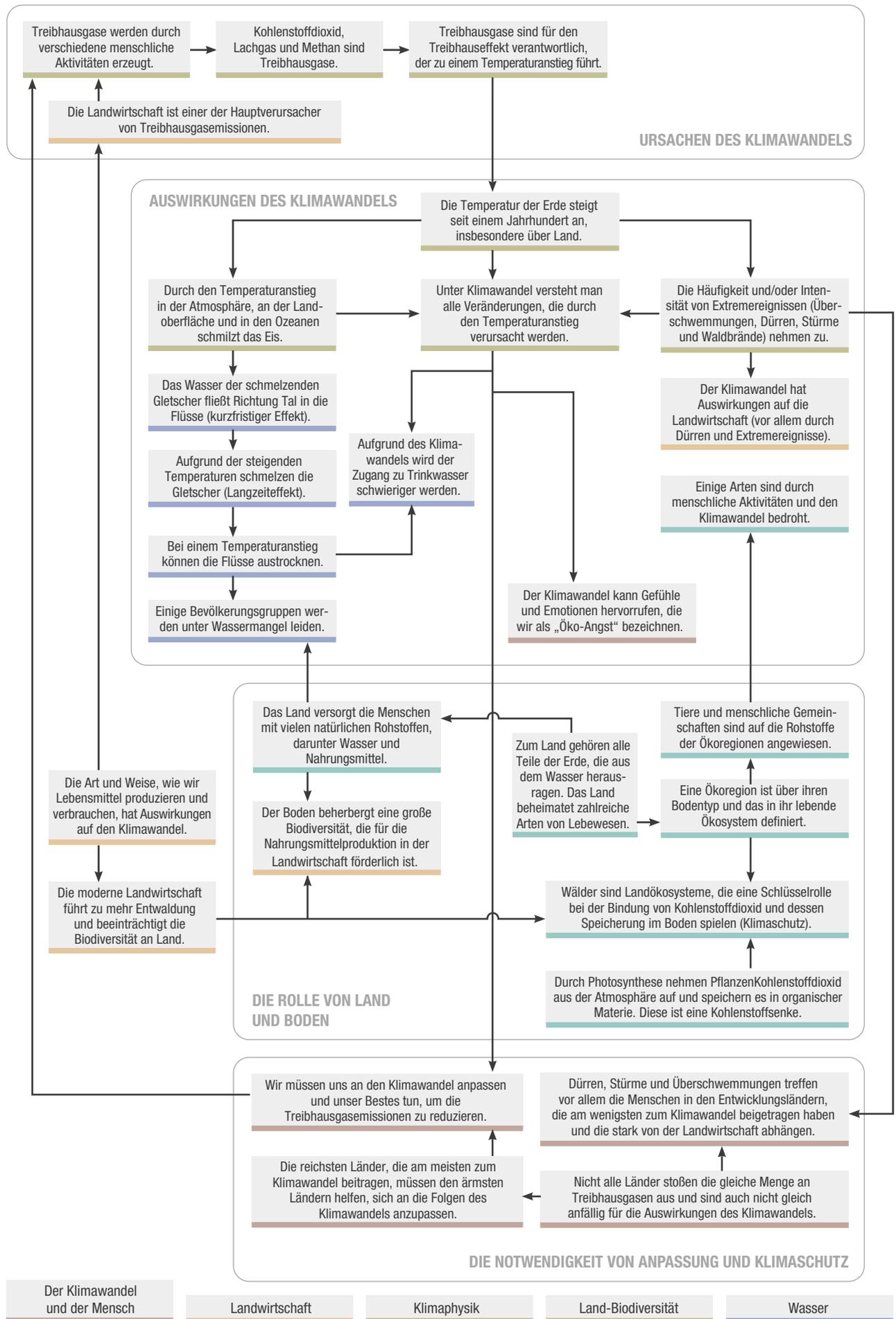
### HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRENDE

In dieser Unterrichtsstunde geht es darum, ein Diagramm zu erstellen, in dem die grundlegenden Konzepte zum Thema Klimawandel stehen und in einfachen und klaren Sätzen formuliert sind. Die Konzepte sollen logisch miteinander verknüpft werden („dieses verursacht jenes“). So bekommen die Schüler:innen einen Überblick und können die in den vorangegangenen Unterrichtsstunden behandelten Themen wiederholen.

Zum Konzeptdiagramm:

- Es handelt sich um eine Liste wissenschaftlicher Konzepte, die durch logische Verknüpfungen organisiert sind.
- Die Konzepte sind in kurzen, einfachen Sätzen beschrieben, die in einer schülergerechten Sprache formuliert sind.
- Das Konzeptdiagramm kann verwendet werden, um zum Abschluss dieses Teils des Handbuchs eine Mindmap zu erstellen.

**BEISPIEL FÜR EIN KONZEPTDIAGRAMM**





# ARBEITSBLATT 1

## KLIMAPHYSIK

Kohlenstoffdioxid, Lachgas und Methan sind Treibhausgase.



Unter Klimawandel versteht man alle Veränderungen, die durch den Temperaturanstieg verursacht werden.



Treibhausgase sind für den Treibhauseffekt verantwortlich, der zu einem Temperaturanstieg führt.



Die Häufigkeit und/oder Intensität von Extremereignissen (Überschwemmungen, Dürren, Stürme und Waldbrände) nehmen zu.



Durch den Temperaturanstieg in der Atmosphäre, an der Landoberfläche und in den Ozeanen schmilzt das Eis.



Treibhausgase werden durch verschiedene menschliche Aktivitäten erzeugt.



Die Temperatur der Erde steigt seit einem Jahrhundert an, insbesondere über Land.



## WASSER

Das Wasser der schmelzenden Gletscher fließt Richtung Tal in die Flüsse (kurzfristiger Effekt).



Bei einem Temperaturanstieg können die Flüsse austrocknen.



Einige Bevölkerungsgruppen werden unter Wassermangel leiden.



Aufgrund des Klimawandels wird der Zugang zu Trinkwasser schwieriger werden.



Aufgrund der steigenden Temperaturen schmelzen die Gletscher (Langzeiteffekt).



## DER KLIMAWANDEL UND DER MENSCH

Der Klimawandel kann Gefühle und Emotionen hervorrufen, die wir als „Öko-Angst“ bezeichnen.



Wir müssen uns an den Klimawandel anpassen und unser Bestes tun, um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren.



Die reichsten Länder, die am meisten zum Klimawandel beitragen, müssen den ärmsten Ländern helfen, sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen.



Nicht alle Länder stoßen die gleiche Menge an Treibhausgasen aus und sind auch nicht gleich anfällig für die Auswirkungen des Klimawandels.



Dürren, Stürme und Überschwemmungen treffen vor allem die Menschen in den Entwicklungsländern, die am wenigsten zum Klimawandel beigetragen haben und die stark von der Landwirtschaft abhängen.





## ARBEITSBLATT 2

### LAND UND BIODIVERSITÄT

Wälder sind Landökosysteme, die eine Schlüsselrolle bei der Bindung von Kohlenstoffdioxid und dessen Speicherung im Boden spielen (Klimaschutz).



Durch Photosynthese nehmen Pflanzen Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre auf und speichern es in organischer Materie. Diese ist eine Kohlenstoffsenke.



Zum Land gehören alle Teile der Erde, die aus dem Wasser herausragen. Das Land beheimatet zahlreiche Arten von Lebewesen.



Einige Arten sind durch menschliche Aktivitäten und den Klimawandel bedroht.



Eine Ökoregion ist über ihren Bodentyp und das in ihr lebende Ökosystem definiert.



Das Land versorgt die Menschen mit vielen natürlichen Rohstoffen, darunter Wasser und Nahrungsmittel.



Tiere und menschliche Gemeinschaften sind auf die Rohstoffe der Ökoregionen angewiesen.



### LANDWIRTSCHAFT

Die moderne Landwirtschaft führt zu mehr Entwaldung und beeinträchtigt die Biodiversität an Land.



Der Boden beherbergt eine große Biodiversität, die für die Nahrungsmittelproduktion in der Landwirtschaft förderlich ist.



Die Art und Weise, wie wir Lebensmittel produzieren und verbrauchen, hat Auswirkungen auf den Klimawandel.



Der Klimawandel hat Auswirkungen auf die Landwirtschaft (vor allem durch Dürren und Extremereignisse).



Die Landwirtschaft ist einer der Hauptverursacher von Treibhausgasemissionen.





# WIR HANDELN #PROJEKTE

Dieser Teil des Handbuchs ist projektbasiert und legt den Schwerpunkt auf Lösungen. Er widmet sich der Planung und Umsetzung von Projekten, die Schüler:innen die Möglichkeit bieten, zum Klimaschutz und zur Klimaforschung beizutragen und sie für das Thema zu sensibilisieren.

Je nach lokalem Kontext, verfügbarer Zeit und Ressourcen können unterschiedliche Projekttypen in Betracht gezogen werden. Wir schlagen im Folgenden verschiedene Projekte vor, die bereits an Schulen unter Beteiligung von Schüler:innen, Lehrenden, Expert:innen, Familien, Künstler:innen usw. stattgefunden haben. Diese Projekte sind für Ihren Kontext vielleicht nicht unbedingt die geeignetsten, aber sie sollen Ihnen eine Vorstellung davon vermitteln, welche Art von Projekt Sie mit Ihren Schüler:innen durchführen könnten. In der Unterrichtsstunde D4 aus Teil 1 wurden bereits zahlreiche Klimaschutzprojekte vorgestellt, die in verschiedenen Gegenden der Welt umgesetzt werden.

## MACHT EUER EIGENES PROJEKT!

Jedes Projekt folgt im Allgemeinen den gleichen Schritten. Lediglich die Projektdauer hängt vom gewählten Thema ab.

Daten untersuchen und Informationen sammeln



Das Problem eingrenzen und definieren



Brainstorming und Lösungsvorschläge



Was für ein Budget wird benötigt?



Suche nach Akteur:innen



Welche Ergebnisse werden erwartet?



Projektplanung



Präsentation und Bewertung

Wenn Sie und/oder Ihre Klasse sich für ein bestimmtes Projekt entschieden haben, müssen Sie einen

Zunächst stellen wir das Prinzip des „Klimathons“ vor, eine Methode, die Ihren Schüler:innen bei der Wahl und Planung eines eigenen Projekts helfen soll. Sie wirken dabei unterstützend. Die Schüler:innen können an unterschiedlichen Projekttypen mitwirken – vom Klimaschutz über die Anpassung bis hin zur Sensibilisierung.

Anschließend werden verschiedene Projekte vorgestellt, darunter solche zur Anpassung (OASIS, Gemüsegärten), zum Klimaschutz (Biogasanlagen, Aquaponik), Citizen-Science-Projekte (Eichen schützen) und Sensibilisierungsprojekte (ORBIS). Ein eigenes Projekt kann einen oder mehrere dieser vier Aspekte abdecken. Viele Klimaschutzprojekte sind oft auch Anpassungsprojekte (z. B. kann eine bessere Gebäudedämmung helfen, Hitzewellen besser durchzustehen (Anpassung) und gleichzeitig dazu führen, dass weniger Treibhausgase ausgestoßen werden, weil weniger Klimaanlage nötig sind (Klimaschutz).

„Fahrplan“ entwerfen, um einen klaren Überblick über die Ziele, die verschiedenen Akteur:innen, die wichtigsten Schritte und die Projektdauer zu bekommen. Ihr Fahrplan kann einige der folgenden Fragen beantworten, das Ziel des Projekts definieren und klären, was das Ergebnis für Sie als Lehrer:in, für die Schüler:innen und für die Schule sein wird.

- *Handelt es sich um ein Projekt, das über mehrere Jahre laufen wird (wie die Projekte Nr. 3 und Nr. 6)*
- *Handelt es sich um ein Projekt, das die Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen (z. B. Forschungsinstitute wie bei Projekt Nr. 6 oder Gemeinden wie bei Projekt Nr. 2) und damit ein gewisses Maß an Berichterstattung erfordert?*
- *Wird das Projekt einer Jury vorgestellt (Projekt Nr. 7)?*
- *Handelt es sich um ein Projekt, das Familien und Gemeinden mit einbezieht (Projekte Nr. 4 und Nr. 5)?*

Diese Fragen führen alle zu ähnlichen oder unterschiedlichen Möglichkeiten, ein Projekt zu beenden und mit verschiedenen Interessengruppen darüber zu kommunizieren.

Der unten dargestellte Aktionsplan für Nachhaltigkeitsprojekte kann als Leitfaden für die Gestaltung Ihres eigenen Projekts dienen.

### AKTIONSPLAN ZUR GESTALTUNG EINES NACHHALTIGKEITSPROJEKTS<sup>1</sup>

VISION	JETZTZUSTAND		VERÄNDERUNGSKOMPONENTEN
Was wollt ihr für eure Schule erreichen?	Wie sieht es in eurer Schule jetzt aus?		Was müsst ihr ändern, um eure Vision zu verwirklichen?
HÜRDEN UND HERAUSFORDERUNGEN	AKTEURE	BETREIBER DES WANDELS & MEINUNGSFÜHRER	HILFSMITTEL
Was steht euch im Weg?	Wer ist betroffen?	Wer kann euch helfen, Dinge zu ändern?	Welche Abläufe könnt ihr nutzen?
KURZFRISTIG	MITTELFRISTIG		LANGFRISTIG
Was werdet ihr in den nächsten Wochen tun?	Was werdet ihr in den nächsten Monaten tun?		Was werdet ihr in den nächsten Jahren tun?

## EVALUATION

Vor Beginn des Projekts sollten Sie festlegen, wie bewertet werden soll – entweder eine Bewertung der Schüler:innen – etwa nach der Präsentation ihres Projekts –, oder eine Bewertung des Projekts durch die Schüler:innen.

Eine gute Möglichkeit, ihre Gefühle, Fähigkeiten und Motivationen zu bewerten, besteht darin, die Schüler:innen vor Projektbeginn ihre Beweggründe darlegen zu lassen (z. B. am Ende des ersten Tages des Klimathons, Projekt 1). Sie können diesen Tag in einem schriftlichen Bericht zusammenfassen, oder Fotos machen. Die Schüler:innen sollten am Ende ihres Projekts ein Referat halten, in dem sie ihre Aktionen und die Ergebnisse beschreiben. Es kann ein offizieller Tag für dieses Ereignis veranschlagt werden, zu dem Familien und andere Akteure eingeladen werden. Die Schüler:innen können ihre Liste von Vorsätzen wieder zur Hand nehmen: Wo waren sie

erfolgreich und wo hatten sie Schwierigkeiten bzw. wie haben sie diese überwunden?

Es gibt weitere Möglichkeiten, die Schüler:innen anzuregen, ihr Projekt zu reflektieren. Sie können darüber berichten, mit Interviews, Fotos und/oder Videoaufnahmen, Pressemitteilungen usw. Dieser Prozess der Berichterstattung wird sie dazu bringen, ihr Wissen über ihr Thema sowie ihre eigenen Erfahrungen und Fähigkeiten abzurufen, die sich im Laufe der Zeit dank des Projekts möglicherweise verändert haben.

Sie können die Auswirkungen des Projekts auf die Schule oder die Gemeinde auch bewerten, indem Sie zum Beispiel vor und nach dem Projekt eine Umfrage durchführen. So können Sie u. a. feststellen, ob sich einige eingefahrene Gewohnheiten geändert haben.

<sup>1</sup> Inspiriert von Redman (2013): Opportunities and challenges for integrating sustainability education into K-12 schools: case study phoenix, az. Journal of Teacher Education for Sustainability **15** (2) S. 5-24.

## LISTE VON PROJEKTEN

<p><b>#1 Klimathon</b>  <b>Methodik</b>          Es wird ein spezieller Tag anberaumt, an dem es um ein Thema mit lokalem Kontext geht, das mit dem Klimawandel zu tun hat. Den ganzen Tag über nehmen die Schüler:innen an Sitzungen teil, führen Experimente durch und diskutieren mit Expert:innen. Sie arbeiten in Teams, um Ideen für ihr eigenes Projekt zu entwickeln. Am Ende des Tages präsentieren sie eine konkrete Idee für ein Projekt, das sie im Laufe des Schuljahres durchführen möchten.</p>	<p><u>Seite 237</u></p>
<p><b>#2 Oasis – Innenhöfe als Oasen</b>  <b>Anpassung</b>          Dies ist ein Beispiel für ein großes koordiniertes Projekt zur Anpassung der Schulhöfe an Hitzewellen. In Paris ist es besonders wichtig und wird von der Stadtverwaltung geleitet, die die Schulen auffordert, die „Begrünung“ und „Verwilderung“ ihres Schulhofes zu fördern. Dies ist ein effizienter Weg, um die Schulumgebung an die städtischen Hitzeinseln anzupassen.</p>	<p><u>Seite 239</u></p>
<p><b>#3 Aquaponik</b>  <b>Klimaschutz und Anpassung</b>          Richtet in der Schule eure eigene Fisch- und Gemüsezucht ein! In der Aquaponik nutzt man die Wechselwirkung zwischen Fischen, Bakterien und Pflanzen. Das Projekt bietet die Gelegenheit, an einem wissenschaftlichen und technologischen Projekt zu arbeiten, das dazu beitragen kann, den Energie- und Flächenverbrauch in der Landwirtschaft zu reduzieren. Aquaponik gehört zu den Lösungen für eine Lebensmittelproduktion in städtischen Gebieten.</p>	<p><u>Seite 241</u></p>
<p><b>#4 Biogasanlage</b>  <b>Klimaschutz</b>          In Biogasanlagen wird Gas produziert, das zum Kochen genutzt werden kann. In diesem Projekt wird aufgezeigt, wie Familien ihre Kochgewohnheiten ändern und nachhaltiger machen können. Dieses Klimaschutzprojekt ist ein gutes Beispiel dafür, dass Kinder im Unterricht etwas tun können, das im Alltag positive Auswirkungen hat.</p>	<p><u>Seite 243</u></p>
<p><b>#5 Gemüsegärten</b>  <b>Klimaschutz und Anpassung</b>          Bei diesem Projekt legen Schüler:innen zu Hause Gärten an. Damit tragen sie konkret zur (regionalen) Lebensmittelproduktion bei. Außerdem werden Wissen über Lebensmittel und Essgewohnheiten weitergegeben. Es wird die gesamte Gemeinschaft einbezogen. Es zeigt auch, wie Projekte zu Hause begonnen und weiterverfolgt werden können.</p>	<p><u>Seite 245</u></p>
<p><b>#6 Baum-Leibwächter</b>  <b>Citizen Science</b>          Wir wissen, dass sich der Klimawandel auf Ökosysteme auswirkt, aber es bleiben offene Fragen. Forscher:innen entdecken ständig neue Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität, sie sind dabei aber auf Daten und Beobachtungen der Bürger:innen angewiesen. In diesem Citizen-Science-Projekt betreiben die Schüler:innen echte Forschung zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Raupenfraß.</p>	<p><u>Seite 247</u></p>
<p><b>#7 Orbis</b>  <b>Sensibilisierung</b>          Dieses von Schüler:innen durchgeführte Kunstprojekt gewann 2021 beim „Festival der Berufe“ den ersten Preis. Das Festival fördert Projekte, die für einen besseren Umgang mit unserem Planeten sorgen. An diesem Sensibilisierungsprojekt waren sowohl die Schule als auch professionelle Künstler:innen beteiligt. Das Projekt wurde komplett von den Schüler:innen initiiert und durchgeführt.</p>	<p><u>Seite 249</u></p>

# #1 METHODIK

## KLIMATHON

### THEMA

Eine klimawandelbedingte Herausforderung mit lokalem Kontext

### ALTER

8-18 Jahre

### AKTEUR:INNEN

Lehrende, Gemeinden, Expert:innen vor Ort



Ein Klimathon (Klima + Hackathon) ist eine Initiative, die von der Organisation Climate-KIC<sup>1</sup> (<https://www.climate-kic.org/>) ins Leben gerufen wurde. Im Rahmen einer projektbasierten Pädagogik durchlaufen die Schüler:innen über mehrere Monate zwei große Etappen: **Am Klimathon-Tag wird nach Lösungen für eine klimawandelbedingte Herausforderung mit lokalem Kontext gesucht, und an einem weiteren sogenannten Feedback-Tag beschäftigen sich die Schüler:innen mit den Rückmeldungen zum Projekt.**

In Straßburg (Frankreich) wurden 2021 drei Klimathon-Tage veranstaltet, und ein weiterer in Freiburg (Deutschland) – organisiert von einer „Maison pour la science“ (Haus für die Wissenschaft) im Elsass, dem OCE und einigen sehr motivierten Lehrer:innen. An jeder Schule befassten sich etwa 30 Schüler:innen mit einem bestimmten Thema.

- **Mobilität:** Entwicklung alternativer Schulwege, um den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu verringern.
- **Wärmeinsel-Effekt in der Stadt:** Wie kann der Wärmeinsel-Effekt in der Nachbarschaft der Schule reduziert werden?
- **Sensibilisierung für den Klimawandel:** Wie können Schüler:innen für den Klimawandel sensibilisiert werden?
- **Kantinenessen:** Wie lässt sich der ökologische Fußabdruck der Schulkantine verringern?

Während des Klimathons konnten die Schüler:innen mit Expert:innen aus verschiedenen Bereichen (Klimawissenschaft, Städtebau, Mobilität usw.) reden. Nachmittags wurde in Teamarbeit über verschiedene Lösungen und deren Umsetzung nachgedacht: *Wer wird beteiligt sein? Wie viel wird es kosten? Welche Schritte könnten folgen?*

### ERFAHRUNGSBERICHT

PAUL KOPP, BIOLOGIELEHRER

*Wir haben schon öfter Nachhaltigkeits-Aktionen initiiert und unsere Schule hat dafür auch ein Label bekommen. Wir haben schon mehrmals einen oder zwei Partner für eine bestimmte Aktivität eingeladen, aber noch nie so viele Partner an einem Tag [dem Klimathon-Tag].*

Am Ende dieses ersten Klimatages haben einige Schulen eine Jury über die beste Lösung abstimmen lassen: Um das Problem des städtischen Wärmeinsel-Effekts zu lösen, wurde ein Wettbewerb zur Begrünung von Balkonen veranstaltet, bei dem die Bewohner:innen aufgefordert wurden, ihre Balkone zu bepflanzen.

Der nächste Schritt bestand darin, das Projekt tatsächlich durchzuführen, mit oder ohne Beteiligung verschiedener Akteur:innen, um die Ergebnisse am Feedback-Tag (am Ende des Schuljahres) zu präsentieren.



Schüler:innen arbeiten an einem Experiment zum Treibhauseffekt.

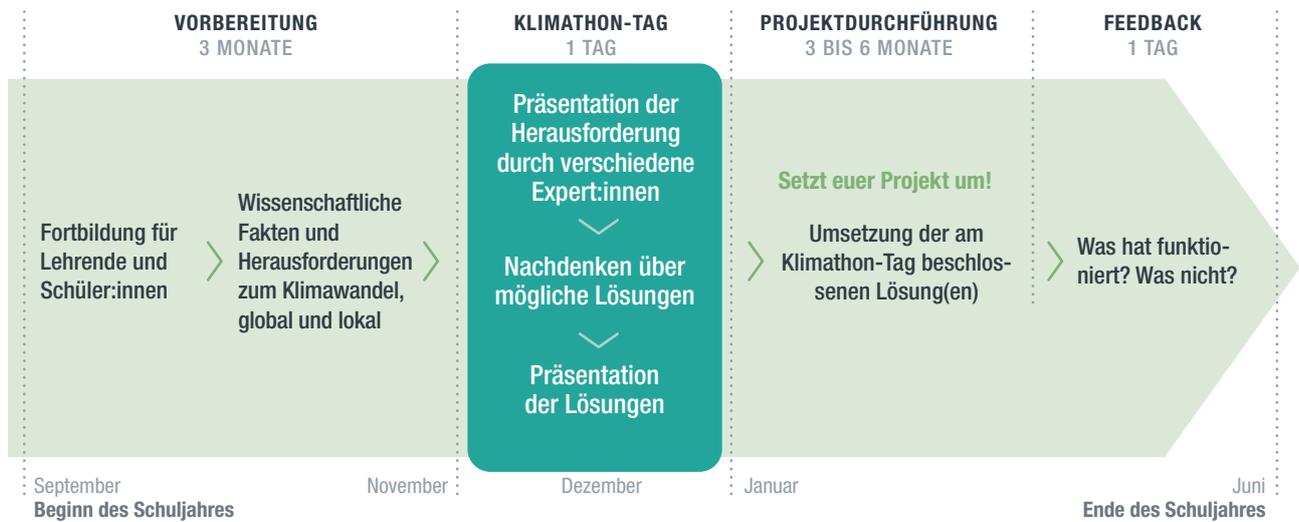
1 KIC steht für Knowledge and Innovation Communities (Wissens- und Innovationsgemeinschaften).



### ERFAHRUNGSBERICHT OLIVIER DORVAUX, PHYSIKER

Wir hatten mit den Schüler:innen eine interaktive Fragestunde. Sie haben wirklich gut mitgespielt. Nachmittags bin ich mit ihnen auf das Thema des Kohlenstoffdioxid-Fußabdrucks eingegangen: Gibt es Möglichkeiten, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern, und Möglichkeiten der Sequestrierung? Wenn es uns gelingt, alle Treibhausgase, die bei der Energieerzeugung freigesetzt werden, abzuscheiden, ist dann das Problem gelöst? Die Antwort lautet ja. Jetzt müssen wir herausbekommen, wie man das CO<sub>2</sub> einfangen könnte, ob das funktionieren würde und ob es wirksam wäre. Es gibt tatsächlich verschiedene Möglichkeiten, CO<sub>2</sub> einzufangen. Auf jeden Fall hatte ich das Gefühl, dass ich mich als Wissenschaftler nützlich machen konnte.

## ZEITPLAN



## #2 ANPASSUNG

# OASIS – INNENHÖFE ALS OASEN

### THEMEN

Spielplätze, Natur in der Stadt, städtische Wärmeinseln, Extremereignisse

### ALTER

6-12 Jahre

### AKTEUR:INNEN

Lehrende, Gemeinden, Familien, Architekt:innen, Stadtplaner:innen



Eine Folge des Klimawandels ist, dass Hitzewellen häufiger, länger und wärmer werden. In vielen Städten kommen die dichte Bebauung und die vielen Betonflächen auf Kosten von Grünflächen noch verschärfend hinzu. Schulgelände in europäischen Großstädten sind üblicherweise als große Betonflächen mit wenig Vegetation angelegt. Es gibt höchstens ein paar Büsche und Bäume. Seit einigen Jahren werden auf Initiative von Rathäusern oder Vereinen Projekte zur Neugestaltung von Schulgeländen durchgeführt, **um den Beton zu entfernen und mehr Grün hineinzubringen.**

Das macht zum Beispiel das **Projekt „Oasis“** (Oasis ist das französische Wort für Oase) in Paris. Eine Gruppe von Stadtplaner:innen und Architekt:innen kam mit Lehrenden verschiedener Schulen zusammen und schlug vor, gemeinsam mit den Schüler:innen den Schulhof neu zu gestalten. Es wurden im Unterricht zahlreiche Workshops durchgeführt, damit die Schüler:innen **die Probleme der Raumplanung, die klimawandelbedingten Aspekte und die Notwendigkeit der Umgestaltung von Schulhöfen verstehen konnten.** Die Schüler:innen konnten ihre eigenen Vorschläge einbringen, die dann von den Architekt:innen aufgegriffen und bearbeitet wurden, bis die endgültige Gestaltung des Schulgeländes feststand. So wurden die Schüler:innen während des gesamten Prozesses einbezogen.

Im Rahmen eines Projektes in der Region um Lyon haben Schulen Kontakt zu Forscher:innen aus den Bereichen Klimatologie und Stadtplanung aufgenommen. Sie haben untersucht, **welches in den verschiedenen ausgestatteten Innenhöfen die beste Art der Temperaturregulierung ist.** Die Schüler:innen hatten also die Möglichkeit, experimentell zu forschen und auf der Grundlage ihrer Ergebnisse ein Anpassungsprojekt in die Praxis umzusetzen.

Diese Schulhofprojekte, die vordergründig dazu dienen, Hitzewellen besser zu überstehen, hatten noch weitere positive Auswirkungen: Die Schüler:innen haben zum Beispiel Gemüse- und Obstgärten angelegt, wodurch sie sich mit der **Nahrungsmittelproduktion** auseinandergesetzt haben, oder sie haben **degradierte Böden vorgefunden und diese saniert.**

Es profitieren letztendlich auch häufig die Bevölkerung und die Familien der Schüler:innen von diesen Projekten: Sie können sich auch außerhalb des Schuljahres an den naturbelassenen Flächen erfreuen.



In kleinen Ecken sind die Schüler:innen in Kontakt mit der Natur.



Die nackte Erde des Schulhofes wurde mit einer Mulchschicht bedeckt.



## #3 KLIMASCHUTZ UND ANPASSUNG

# AQUAPONIK

### THEMEN

Energie, Landwirtschaft, Wasserkreislauf

### ALTER

8-18 Jahre

### AKTEUR:INNEN

Lehrende, Forscher:innen, Ingenieur:innen, Laien, Student:innen, Schüler:innen usw.



In einer Aquaponikfarm werden **Fischzucht und der Anbau von Kräutern oder Gemüse miteinander verknüpft**. Die Pflanzen filtern das Wasser für die Fische und ernähren sich von den Nährstoffen aus dem Fischkot. Die Fische wiederum profitieren von sauberem Wasser, aus dem die Pflanzen die toxischen Stoffe herausgefiltert haben. In Schulen können kleine Aquaponikfarmen gebaut werden, die echten Ökosystemen nachempfunden sind.

Aquaponik bietet sich für projektbasierten Unterricht in naturwissenschaftlichen und technischen Fächern an. Dabei wird gleichzeitig die Autonomie der Schüler:innen gefördert. Zahlreiche Schulen weltweit, von der Grundschule bis zum Gymnasium, haben Aquaponik-Projekte unterschiedlicher Größe durchgeführt – von einem kleinen Becken mit Goldfischen und essbaren Kräutern bis hin zu Becken, die mehrere hundert Liter Wasser umfassen.

Am Albert-Camus-Gymnasium in Clermont-Ferrand (Frankreich) wurde im Rahmen eines fächerübergreifenden Projekts, an dem mehrere Klassen beteiligt waren, **ein 600-Liter-Aquaponik-Tank für die Aufzucht von ein bis zwei Dutzend Forellen** entwickelt. Auf den Inseln Saint-Pierre und Miquelon haben mehrere Schulen Becken für den Anbau von Salat und Tomaten angelegt. Auf diesen vor der Nordostküste

Kanadas liegenden Inseln ist die Aquaponik-Zucht eine gute Lösung, da dort die klimatischen Bedingungen für die Landwirtschaft schwierig sind.



© Guillaume Rech

### ERFAHRUNGSBERICHT

SÉBASTIEN BARON, LEHRER

*Dieses Projekt gibt dem Lernen einen Sinn, indem es die in den Natur- und Humanwissenschaften erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten in einen Kontext stellt. Die Studierenden lernen zu kooperieren und ein gemeinsames Ziel zu verfolgen. In kleinem Maßstab, finden sie eine Lösung zur Anpassung an den Klimawandel.*

Aufgrund des geringen Platzbedarfs und Wasserverbrauchs und der hohen Eiweißproduktion ist die Aquaponik ein landwirtschaftliches System, mit dem viele der Herausforderungen des Klimawandels bewältigt werden können: **Der Druck der Landwirtschaft auf die Böden wird verringert und die lokale landwirtschaftliche Produktion gefördert**, auch in Regionen mit geringer Produktivität. Dadurch werden u. a. die mit dem Transport von Nahrungsmitteln verbundenen Treibhausgasemissionen reduziert.

Die Projekte werden häufig in Zusammenarbeit mit Wissenschaftler:innen und/oder Aquaponik-Fachleuten initiiert. **Der Bau eines einfachen Systems ist auch für eine Gruppe von Lehrer:innen machbar**. Die laufenden Kosten sind relativ gering, die Investitionskosten für ein großes System betragen allerdings ca. 2 000 €.

Ziel des Projekts ist es, **die Schüler:innen in die Entwicklung, die Herstellung und die Beobachtung des Systems mit einzubeziehen**.



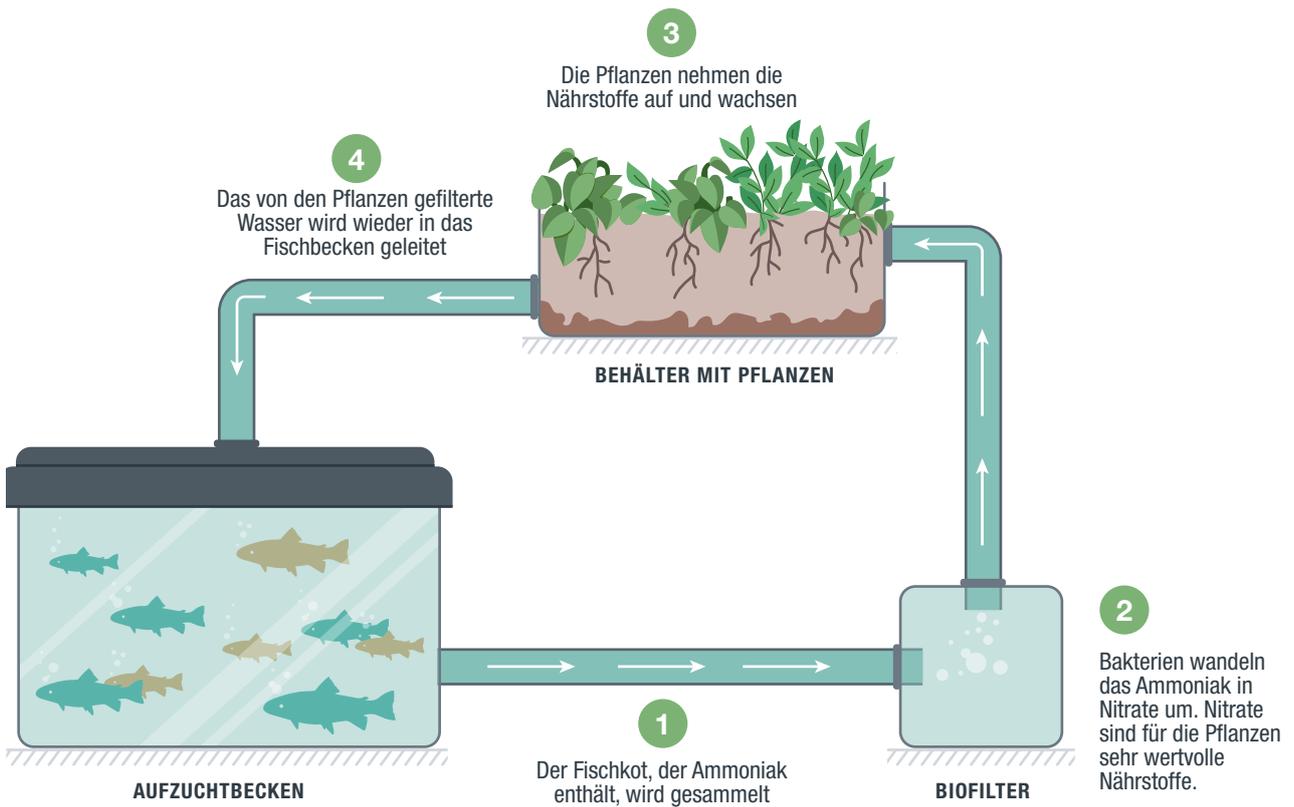
Schüler:innen der Julienne-Farenc-Sekundarschule in Dombasle-Sur-Meurthe bei der Untersuchung der Wasserqualität und des pH-Werts im Rahmen eines Aquaponik-Projekts in Saint-Pierre und Miquelon. Sie werden von einem Wissenschaftler (Fabrice Teletchea, auf dem Foto links) und einem Biologielehrer (Maxime Aubert) unterstützt.



**ERFAHRUNGSBERICHT**  
**FABRICE TELETCHÉA, FORSCHER**

*Aquaponik ist ein innovatives System, das die ganzjährige Produktion von Fischen, Pflanzen und Gemüse ermöglicht (außerhalb von Seen, Flüssen und Meeren). Dieses System eignet sich daher besonders für städtische Gebiete (z. B. leerstehende Räume, Keller) und in Regionen, in denen die Freilandhaltung kompliziert ist (ungünstiges Klima, schlechter Boden). Darüber hinaus ist es ein großartiges pädagogisches Instrument, um verschiedene Konzepte der Pflanzen- und Fischbiologie, der Ökosysteme und ganz allgemein der lokalen Entwicklung und der Kreislaufwirtschaft zu vermitteln.*

**BAU EINER AQUAPONIKFARM**



## #4 KLIMASCHUTZ

# BIOGASANLAGE

### THEMEN

Entwaldung, erneuerbare Energie, Recycling, Gesundheit

### ALTER

12-18 Jahre

### AKTEUR:INNEN

Lehrende, Gemeinschaften, Expert:innen vor Ort



Dieses Projekt wurde von Schüler:innen **einer Sekundarschule in San Francisco Tetlanohcan im mexikanischen Bundesstaat Tlaxcala** durchgeführt. Viele Familien kochen dort nach wie vor auf offenen Holzfeuern. Der dabei in den Häusern entstehende Rauch führt zu Gesundheitsproblemen, insbesondere zu chronischen Atemwegserkrankungen (Lungenentzündungen bei Kleinkindern und Lungenemphyseme bei älteren Menschen), sowie zu Augenerkrankungen (Netzhautablösungen) und Krebs. Für das Holz werden Wälder abgeholzt, und durch die Verbrennung von Holz wird  $\text{CO}_2$  emittiert. Die letzten beiden Gründe machen deutlich, dass diese Praxis zum Klimawandel beiträgt. Diese Art des Kochens ist immer noch weit verbreitet, da der Gaspreis bei einem durchschnittlichen Einkommen recht hoch ist.

Die Schüler:innen luden zu Workshops ein und gaben Informationen und Ratschläge zu **holzsparenden Öfen und Biogasanlagen**, die aus regionalen, wiederverwerteten Materialien gebaut und an die Bedürfnisse der einzelnen Familien angepasst sind.

In einer Biogasanlage wird brennbares Gas erzeugt (insbesondere Methan,  $\text{CH}_4$ ). Dies geschieht durch bakterielle Fermentation: In einer anaeroben Umgebung (einem geschlossenen Behälter ohne Sauerstoff) werden organische Stoffe zersetzt. In der Biogasanlage wird Rindermist in **erneuerbare Energie umgewandelt, wodurch Treibhausgasemissionen vermieden werden. Das schützt das Klima und ist außerdem der Gesundheit der Familien zuträglich.**

Das 2017 begonnene Projekt deckt mindestens vier der 17 Nachhaltigkeitsziele ab: **Gesundheit und Wohlergehen, bezahlbare und saubere Energie, nachhaltige Städte und Gemeinden, Klimaschutz.**

Der pädagogische Ansatz dieses Projektes ist das problemorientierte Lernen. Es folgt acht Schritten:

- 1 Identifizierung und Eingrenzung des Themas oder Problems**  
Die Frauen leiden an Atemwegserkrankungen, weil sie beim Kochen am offenen Holzfeuer den Rauch einatmen. Gas kommt wegen der hohen Preise als Brennstoff nicht in Frage. Das Kochen mit Brennholz führt zur Abholzung der Wälder.
- 2 Sammlung, Suche und Analyse von Informationen**  
Die Schüler:innen führen Umfragen durch, um herauszufinden, wie viele Familien ihre Tortillas kaufen oder noch selbst herstellen; wie viele Familien Feuerholz, Gas oder beides für die Herstellung verwenden; wie oft (pro Tag) die Familien Gas verbrauchen; und wie hoch der gestiegene Gaspreis im Verhältnis zum staatlichen Mindestlohn ist.
- 3 Definition des Ziels**
- 4 Suche und Auswahl von Alternativen**  
Es werden zwei Ofenmodelle verglichen und bestimmt, welcher Typ für welche Situation am geeignetsten ist.
- 5 Planung**  
Die Schüler:innen stellen die Kosten, die benötigten Materialien sowie den Zeitplan auf.
- 6 Durchführung des Projektes**
- 7 Bewertung**  
Nachdem sie festgestellt haben, dass Ofen und Biogasanlage ordnungsgemäß funktionieren, führen die Schüler:innen eine erneute Umfrage durch. Sie wollen herausfinden, wie oft die Familien – die nun einen Ofen haben, der kein Feuerholz benötigt – noch Gasflaschen kaufen. Es zeigt sich, dass der Gasverbrauch tatsächlich erheblich gesunken ist.
- 8 Kommunikation**  
Nach der Bewertung wird für den Ofen Werbung gemacht und andere Klassen und Eltern werden eingeladen. Die Schüler:innen stellen vor, wie sie das Projekt geplant und durchgeführt haben und zeigen, wie der Holz sparende Ofen funktioniert. Es wird ein mittelfristiges Ziel festgelegt: Die Frauen sollen beim Bau ihres eigenen Ofens und ihrer eigenen Biogasanlage unterstützt werden.



**ERFAHRUNGSBERICHT**  
**ISIS FLORES, LEHRERIN**

*Ich muss zugeben, dass die Schüler:innen es anfangs einfach als eine Schulaktivität sahen, als Hausaufgabe oder, in diesem Fall, als Teilnahme an einer Vorführung. Sobald sie jedoch die Erfahrung gemacht hatten, anderen die Ergebnisse ihrer Forschung zu zeigen und diese zu veröffentlichen, änderte sich die Perspektive für sie und auch für mich, da ich zu diesem Zeitpunkt erst seit knapp zwei Jahren Lehrerin war. Wir entdeckten, dass ein Projekt wie dieses nicht einfach im Klassenzimmer bleiben sollte, sondern dass es über die Schule hinaus in die Gemeinschaft getragen werden sollte, damit die Schüler:innen einen tieferen Sinn darin fanden, und genau das geschah. Als wir anfangen ‚Lärm zu machen‘, wollte die Gemeinde, dass wir zu ihnen nach Hause kommen, und die Schule wurde zur Keimzelle vieler Projekte, die allen zugutekommen.*

**MATERIAL**

Mit dem gewählten Holzofen-Modell können verschiedene Materialien verwendet werden, um den Ofen zu heizen. Dadurch wird weniger oder kein Holz eingesetzt. Wenn das Holz durch Biogas ersetzt wird, hält sich die Wärme im Ofen länger.

Die Materialien für den **Bau des Ofens** sind: Ziegel, Sand, Zement und Lehm. Für die Wärmespeicherung wird in den Ofen Kies, Sand, Glas, Salz, Asche, Röteln und/oder Kreide gefüllt.

Für die **Biogasanlage** braucht man einen großen Behälter, Kupferrohre, Gasschläuche, Dung, Wasser und Klebeband.



Bau des Sockels für Ofen und Biogasanlage aus Ziegeln und Zement

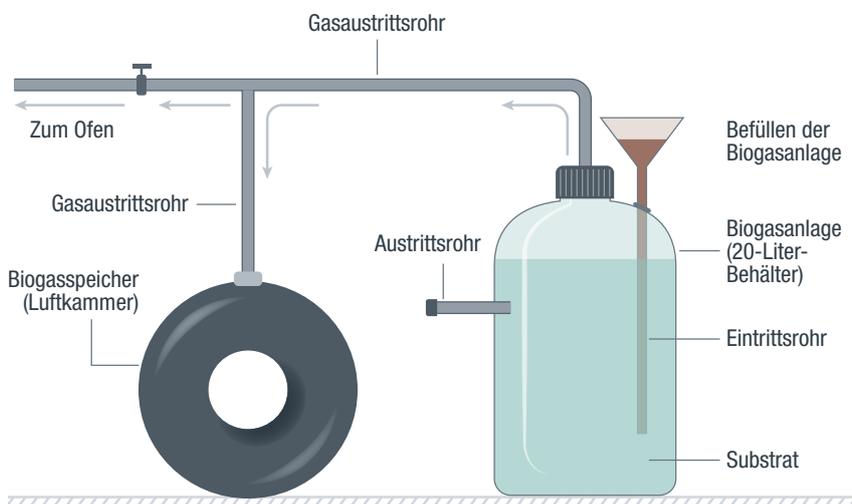


Schülerinnen beim Bau der Biogasanlage



Ein traditionelles Gericht, das in dem Ofen zubereitet wurde

**BAU EINER BIOGASANLAGE**



Selbstgebaute Biogasanlage

## #5 KLIMASCHUTZ UND ANPASSUNG GEMÜSEGÄRTEN

### THEMA

Landwirtschaft

### ALTER

12-18 Jahre

### AKTEUR:INNEN

Lehrende, Gemeinschaften, lokale Behörden



Während der COVID-19-Pandemie waren viele Schulen geschlossen, und die Schüler:innen blieben zu Hause bei ihren Familien. Überall auf der Welt wurden dank der Kreativität und des Einsatzes der Lehrenden innovative pädagogische Instrumente eingeführt.

Im Rahmen des Projekts **Huerto Challenge** forderten die Lehrenden die Schüler:innen während des Lockdowns auf, **Gärten anzulegen, die sich nach den Ernährungsgewohnheiten ihrer Familie richteten und nach dem, was sie traditionell verzehrten**, also insbesondere Gemüse wie Salat und Kürbis, Kräuter wie Koriander sowie einige Getreidesorten und Bohnen. Ursprünglich wurde das Projekt von siebzig Familien in Tetlanohcan (Tlaxcala, Mexiko) durchgeführt. Nach einigen Monaten stieg diese Zahl auf neunzig Familien, und die Gemeinde beschloss, das Projekt auszuweiten und noch mehr Familien die Möglichkeit zu bieten, Gemeinschaftsgärten anzulegen.

Das Saatgut wurde hauptsächlich aus den Lebensmitteln selbst gewonnen (Kürbis, Tomaten, Bohnen). Später versorgten die Lehrenden die Schüler:innen mit Setzlingen, die mit dem Geld aus dem Verkauf der Schulgartenprodukte gekauft wurden. **Die Schüler:innen lernten, ihren eigenen Kompost herzustellen und Bewässerungssysteme zu entwerfen**, die eine effiziente Nutzung der Ressourcen ermöglichten.



Die Pflanzen wachsen aus lokalem Saatgut, das von den Schüler:innen gesammelt wurde.

Dieses Projekt fördert die Eigenständigkeit und die Initiative der Schüler:innen. Das Thema Ernährungsgewohnheiten einer Familie und der lokale Kontext sind **eine wunderbare Möglichkeit, die gesamte Gemeinschaft mit einzubeziehen und die Schüler:innen und ihre Familien gemeinsam an einem Projekt arbeiten zu lassen**.

Das unmittelbare Ergebnis dieses Projektes ist **eine mit der Ernährung zusammenhängende Verringerung der Treibhausgasemissionen, weil ein Großteil der Transportwege wegfallen und auch weniger (künstliche) Düngemittel eingesetzt werden**. Es ist ebenfalls eine gute Möglichkeit, traditionelles und lokales Wissen über die Produktion und den Konsum von Nahrungsmitteln zu erweitern und nachhaltige Ernährungsgewohnheiten weiterzugeben.

### ERFAHRUNGSBERICHT ISIS FLORES, LEHRERIN

*Es war schon immer meine Ansicht, dass Gartenarbeit ein hervorragendes pädagogisches Instrument ist, weil sie nicht wertend ist und außerdem eine ausgezeichnete Beschäftigungstherapie darstellt. Die Arbeit in den Familiengärten ermöglicht es den SchülerInnen, verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen, zu forschen und Kreativität zu entwickeln, da sie alle unterschiedliche Bedürfnisse und Umgebungen haben und mit unterschiedlichen Problemen konfrontiert sind, die jede:r Schüler:in mit seiner/ihrer Familie lösen muss. Darüber hinaus erleichtert dieses Projekt wissenschaftliche Aktivitäten: Mathematik, Forschung, Berichterstattung über alles, was in einem Garten passiert.*



**ERFAHRUNGSBERICHT**  
**PAOLA PLUMA, SCHÜLERIN**

*Wegen des Lockdowns konnten wir im Rahmen dieses Projektes zu Hause verschiedene Gemüsesorten anbauen. Ich habe Kohl, Rettich, Mangold, Brokkoli, Tomaten, Salat und lila Salat gepflanzt. Durch dieses Projekt konnten wir Stress abbauen, es nahm uns unsere Ängste und wir haben uns ein wenig bewegt, da wir ja so viel Zeit zu Hause verbringen mussten.*



Von den Schüler:innen und ihren Familien angelegte Gemüseärten

## #6 CITIZEN-SCIENCE

# BAUM-LEIBWÄCHTER

### THEMEN

Biodiversität, Citizen Science, Versuchsprotokolle

### ALTER

8-18 Jahre

### AKTEUR:INNEN

Forscher:innen, Lehrende



In der Klimawissenschaft werden jedes Jahr neue Erkenntnisse über die Ursachen, Auswirkungen und Mechanismen des Klimasystems gewonnen. Für manche wissenschaftliche Studien braucht man jedoch, um ein gutes Verständnis des Phänomens zu bekommen, eine große Anzahl an Beobachtungen. Das gilt zum Beispiel für die Erforschung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität. Warum sollten wir bei Arten, die wir in Städten und in der Umgebung von Schulen finden können, nicht die Schüler:innen als Wissenschaftler:innen einbinden, um Daten zu sammeln? Citizen-Science-Projekte in Schulen sind eine gute Möglichkeit, an zusätzliche Daten zu kommen. Die Schüler:innen lernen durch dieses Projekt nicht nur etwas über das Klima, sondern auch wie man mit wissenschaftlichen Protokollen arbeitet.

**Das Projekt „Baum-Leibwächter“ untersucht, wie das Klima die Wechselwirkungen zwischen Bäumen, Pflanzenfressern (Raupen) und deren Fressfeinden beeinflusst.** Es wird versucht vorherzusagen, wie sich **der Klimawandel auf die Überlebensfähigkeit eines Baumes bzw. auf seine Fähigkeit auswirkt, sich gegen Pflanzenfresser zu verteidigen.** In diesem Citizen-Science-Projekt arbeiten Lehrende mit Wissenschaftler:innen zusammen. Seit dem Start des Projekts im Jahr 2018 haben rund 53 Wissenschaftler:innen und 96 Lehrende in 17 Ländern kooperiert. Insgesamt haben mehr als 90 Schulklassen mitgemacht (Stand 2022).

**Sowohl die Wissenschaftler:innen als auch die Schüler:innen wenden das gleiche Protokoll an** (siehe weiter unten). Es wurde entwickelt, um zu untersuchen, wie **Raubtiere den Schaden verringern können, den Pflanzenfresser an Bäumen anrichten.** Die Studie wird an einer einzigen Baumart durchgeführt, der Stieleiche (*Quercus robur*), deren Verbreitungsgebiet von Spanien bis Finnland und von Großbritannien bis Russland reicht.

### ERFAHRUNGSBERICHT

ANJA NEUDÖRFLER, LEHRERIN

*Es ist ein sehr wichtiges Gefühl zu verstehen, dass man Teil von etwas Großem sein kann, dass man die Welt verändern kann. Das ist eine der Dinge, die dieses Projekt den Kindern beibringt – zu erkennen, dass jeder an der Gestaltung unserer Zukunft mitwirken kann. Es gibt meinen Schüler:innen die Möglichkeit, schon in jungen Jahren wissenschaftliche Forschung zu betreiben.*

Die Rückmeldungen der Lehrenden und Schüler:innen zu diesem Projekt waren sehr positiv. Ihnen gefällt besonders, dass sie das Gefühl haben, an „echter“ Forschung teilzuhaben. Dennoch mag es für einige enttäuschend erscheinen, dass es keine endgültige richtige oder falsche Antwort auf die gestellte Forschungsfrage gibt. Die einzige Antwort, die wir bisher haben, lautet: **„Wir wissen es noch nicht, aber wir arbeiten daran!“** Das ist ein Teil dessen, was Forschung ausmacht.

Die Wissenschaftler:innen müssen vermitteln, woher sie wissen, was „da draußen“ vorgeht, und wie sie den aktuellen Wissensstand und die Unsicherheit nutzen können, um Vorhersagen zu treffen. Es ist wichtig, die Menschen dazu zu bringen, der Wissenschaft zu vertrauen. Andernfalls könnten viele Klimaschutzmaßnahmen missverstanden oder sogar in Frage gestellt werden. Forschung kostet Zeit, Energie und ist mit Kosten verbunden. Es gibt keine sofortige und einfache Antwort auf äußerst komplexe ökologische Fragen. **Wenn Schüler:innen aus erster Hand erfahren, wie Forschung funktioniert, können sie besser verstehen, was Wissenschaft ist** und warum man der Wissenschaft vertrauen sollte.



In diesem Projekt sind **die Lehrenden wichtige Vermittler:innen** zwischen Schüler:innen und Wissenschaftler:innen. Sie helfen bei der effizienten und korrekten Datenerfassung und geben Rückmeldung zu den Lernergebnissen.

#### PROTOKOLL

Im Frühjahr werden aus grüner Knetmasse Raupenattrappen hergestellt, die an tiefhängenden Eichenästen befestigt werden. Raubtiere werden getäuscht: Sie greifen diese falschen Raupen an, als wären sie echte Nahrung, und hinterlassen dabei Schnabel-, Zahn- und Kieferabdrücke in der Knetmasse. Anschließend wird einfach die Anzahl der falschen Raupen mit Fraßspuren gezählt. Das sagt uns, wie effizient Raubtiere die Eichen vor echten Pflanzenfressern schützen können. Weiterhin werden Eichenblätter gesammelt und die von den Raupen gefressene oder beschädigte Blattfläche abgeschätzt.

Die Datenerhebung findet zwischen Mai und Anfang Juli statt. Während des Sommers, wenn Schüler:innen und Lehrende Ferien haben, verarbeiten die

#### ERFAHRUNGSBERICHT BASTIEN CASTAGNEYROL, FORSCHER

*Ich bin oft verärgert darüber, dass die Leute Ökologie nur als eine Art Philosophie oder Kaufargument in der Werbung ansehen. Das ist nicht falsch, aber das ist nur ein Teil der Geschichte. Ich wollte den Schüler:innen – und ihren Lehrer:innen – zeigen, dass Ökologie auch eine Wissenschaft ist und dass man keine riesigen und sehr teuren Maschinen braucht, um gute Wissenschaft zu betreiben: Ein Stück Knete und ein Netzwerk motivierter Akteur:innen reichen manchmal aus.*

Wissenschaftler:innen die Daten, um die Schäden durch Pflanzenfresser mit der Aktivität der Raubtiere zu verknüpfen und die Ergebnisse auf europäischer Ebene zu kartieren.

#### WEITERGEHENDE INFORMATIONEN

Siehe die Webseite „Oak bodyguards“.



Mit Knete eine Raupenattrappe basteln



Die falsche Raupe wurde von einem Raubtier angegriffen.



Schülerin und Forscher beim Anbringen von Raupenattrappen an Bäumen



## #7 SENSIBILISIERUNG

# ORBIS

### THEMEN

Tanz, Kunst, Ausdruck, Sensibilisierung

### ALTER

8-18 Jahre

### AKTEUR:INNEN

Lehrende, Gemeinschaften (Familien)



Bürger:innen zu mobilisieren, einzeln oder als Gemeinschaft, ist ein zentraler Punkt, um gegen die Erderwärmung zu kämpfen. Sensibilisierung für Umweltthemen ist daher eine sehr sinnvolle Art, wie sich Schüler:innen engagieren können. Projekte zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit (andere Schüler:innen, die Schulgemeinschaft, Familien oder die breitere Öffentlichkeit) können über einen längeren oder kürzeren Zeitraum in der Schule durchgeführt werden. Diese Projekte sind oft **multidisziplinär**, da sie sowohl wissenschaftliche Kenntnisse über das Thema als auch **künstlerische, technische und/oder Schreibfähigkeiten** erfordern.

Dieses Projekt wurde im Rahmen des **Wettbewerbs „Les Fairiades“ (Festival der Berufe)** in Frankreich entwickelt. Schüler:innen der Sekundarstufe und Auszubildende arbeiteten das ganze Jahr über an dem Thema „SOS Planet in Gefahr: Mobilisiert eure Talente, um ihn zu retten!“ Der Jury unter dem Vorsitz von Etienne Klein (Wissenschaftsphilosoph und Physiker) gehörten Bildungsfachleute, Wissenschaftler:innen und Journalist:innen an. Die pädagogischen Ziele des Wettbewerbs waren:

- **Interdisziplinären Ansätze** fördern
- Den Schüler:innen beibringen, im Geiste bürger-schaftlichen Engagements **zusammenzuarbeiten**
- **Neue Wege erfinden**, um Schüler:innen bei der Suche nach ihren Berufungen zu helfen
- **Schüler:innen zusammenbringen**, indem man Menschen aus verschiedenen Berufen zusammenbringt
- Über gemeinnützliche Projekte **das Engagement der Schüler:innen fördern**.

*Orbis* ist ein dreieinhalbminütiger Kurzfilm. Es ist eine choreografierte Geschichte, in der eine Parallele zwischen der Gewaltanwendung gegen Frauen und den menschengemachten Schäden, die wir unserem Planeten zufügen, gezogen wird. **Der Film entstand im Rahmen einer interdisziplinären Zusammenarbeit, von Wissenschaft bis zu bildender Kunst.** Für die Dreharbeiten haben die Schülerinnen, mit der Unterstützung verschiedener Lehrer:innen mit einem Aufnahmestudio und professionellen Tänzer:innen zusammengearbeitet. Die gesamte audiovisuelle Ausrüstung wurde von der Schule zur Verfügung gestellt.

**Die Schüler:innen haben sich dieses Projekt nach einer Diskussion innerhalb der Klasse ausgedacht.** Sie haben sich die Aufgaben geteilt und den filmischen Teil des Projekts in Zusammenarbeit mit Lehrenden organisiert sowie mit Fachleuten, zu denen sie Kontakt aufgenommen hatten. Das Schreiben des Manuskripts, die Proben, die Dreharbeiten und der Filmschnitt fanden **innerhalb eines Schuljahres** statt.

Die Schüler:innen haben in Gruppenarbeit Ideen ausgetauscht, insbesondere im Hinblick darauf, dass der Film von möglichst vielen Menschen gesehen werden sollte. Die Schüler:innen mussten lernen, Zugeständnisse zu machen, um das Projekt zum Erfolg zu führen. Sie haben während des gesamten kreativen Prozesses selbstständig gearbeitet, und haben dadurch die Realität des Schreibens, Drehens und Schneidens erfahren. Obwohl ein solches Projekt in erster Linie künstlerischer Natur ist, mussten sich die Schüler:innen das Thema aneignen und über Emotionen einen poetischen Zugang schaffen. Indem der Film die Zuschauer:innen emotional berührt, kann er sie zum Umdenken anregen und zum Handeln bewegen.

Mit dem Preisgeld in Höhe von 1000 Euro werden die Schüler:innen die audiovisuelle Ausrüstung an ihrer Schule erweitern können.



**ERFAHRUNGSBERICHT**  
**LYDIE LESCARMONTIER,**  
**MITGLIED DER FESTIVALJURY**

*Orbis hat sich durch seine starke künstlerische Komponente von den anderen eingereichten Projekten abgehoben. Die Jury war sich bei der Wahl der Gewinner:innen einig. Das Filmformat sowie der persönliche Ausdruck der Schüler:innen angesichts der Herausforderungen des Klimawandels stachen heraus.*



**ERFAHRUNGSBERICHT**  
**SOPHIE FUEYO, LEHRERIN**

*Am Anfang stand der Wunsch, ein Projekt in seiner Gesamtheit umzusetzen, vom Drehbuch bis zum Schnitt. Da Ökologie das Thema des Wettbewerbs war, fühlten sich die Schüler:innen angesprochen, zumal sie bereits an verschiedenen Veranstaltungen, zum Beispiel den Demonstrationen von Fridays for Future, teilgenommen hatten, und sie dieses Thema wirklich motivierte.*



Schüler:innen, Dargesteller:innen und Tänzer:innen bei den Filmaufnahmen

**WEITERE INFORMATIONEN**

Siehe den Kurzfilm Orbis (auf Französisch).





## RUND UM DAS BUCH

# ZUSÄTZLICHE MULTIMEDIA-MATERIALIEN

## WEBSITE

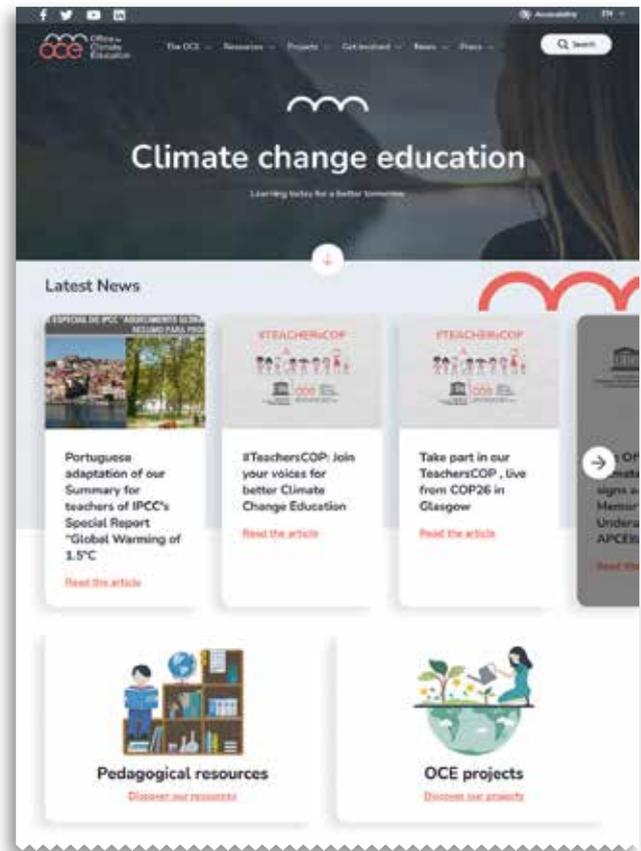
Die Website des Office for Climate Education bietet zahlreiche Bildungsmaterialien zum Thema Klimawandel:

- Zusammenfassungen der IPCC-Berichte für Lehrende
- Aktivitäten für den Unterricht
- Multimedia-Animationen und Videos für den Einsatz im Unterricht
- Materialien für die berufliche Entwicklung

Alle Materialien sind unter CC-BY-NC-SA-Lizenz veröffentlicht (sie dürfen frei genutzt und angepasst werden, allerdings nicht für kommerzielle Zwecke).



<https://www.oce.global/en>



## VIDEOS

Einige der Videos und Multimedia-Animationen wurden speziell zur Begleitung dieses Lehrerhandbuchs „Das Klima in unseren Händen – Klimawandel und Landsysteme“ entwickelt. In jedem der folgenden

Videos spricht ein:e Expert:in über ein bestimmtes Thema aus dem Bereich Klimawandel und Land, Landwirtschaft oder Lebensmittel.



### LEBENSMITTELSEKTOR UND KLIMAWANDEL

Prajal Pradhan forscht über Klimawandel und nachhaltige Ernährung am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Deutschland

Etwa ein Drittel der anthropogenen Treibhausgasemissionen stammen aus dem Lebensmittelsektor. Der daraus resultierende Klimawandel hat Auswirkungen auf unsere Nahrungsmittelsysteme und auf die Ernährungssicherheit. Um unser Klima zu schützen, müssen wir die Treibhausgasemissionen der Nahrungsmittelsysteme verringern. Viele Klimaschutzmaßnahmen sind auch gleichzeitig für unsere Gesundheit förderlich.



**LAND UND KLIMA**

Claire Fyson, Politikanalystin, Climate Analytics, Deutschland

Land kann in der Vegetation und im Boden viel Kohlenstoff speichern und trägt so zum Klimaschutz bei. Das Land versorgt uns mit Nahrungsmitteln, Fasern und Ökosystemdienstleistungen und daher ist es wichtig, dass die Böden und Ökosysteme gesund und widerstandsfähig bleiben. Doch der Klimawandel und die Landnutzung durch den Menschen gefährden die Landökosysteme.

**LANDNUTZUNG UND BIOGAS**

Frank Hofmann, Internationaler Berater, Fachverband Biogas, Deutschland

In der Tierhaltung fallen große Mengen an Methan an, das ein sehr starkes Treibhausgas ist. Eine Möglichkeit, die Auswirkungen auf das Klima zu vermeiden, besteht darin, die anfallenden organischen Stoffe (Exkrememente) zu sammeln, sie in luftdichten Behältern einzuschließen und das entstehende Biogas als Energiequelle zu nutzen.

**WÄLDER UND KLIMAWANDEL**

Jens Schröder, Waldökologe, Hochschule für nachhaltige Entwicklung, Eberswalde, Deutschland

Überall auf der Welt stehen die Wälder unter zunehmendem Stress. Sie müssen mit immer mehr Waldbränden, Hitze, Trockenheit und Überschwemmungen fertig werden. Sie können aber auch mächtige Verbündete beim Klimaschutz sein, indem sie die katastrophalen Folgen des Klimawandels abschwächen.

**BÖDEN UND PERMAKULTUR**

Mette Fraurud, Permakulturistin in Berlin, Deutschland

Permakultur ist eine neue Art der Landwirtschaft, die auf der Beobachtung der Natur und der Nachahmung ihrer Systeme beruht. Sie wird zunehmend eingesetzt, um einige der Probleme zu lösen, die durch die konventionelle Landwirtschaft verursacht werden, wie z. B. das Pflügen. Der Schutz von Land und Boden ist eine Möglichkeit, das Klima zu schützen.

**ERDE – EIN NACHHALTIGER BAUSTOFF**

Henri van Damme, ehemaliger Forscher an der École supérieure de physique et chimie industrielle, Frankreich

Erde ist nicht nur die Grundlage für den Anbau von Nahrungsmitteln, sondern auch das weltweit am häufigsten verwendete Baumaterial – in Form von Ziegeln, getrocknetem Schlamm, mit Stroh vermischt usw. Es ist eine ökologische Nutzung eines Stoffs, der überall vorhanden ist, direkt unter unseren Füßen.

**KLIMAMIGRATION**

François Gemenne, Politikwissenschaftler, Sciences Politiques Paris, Frankreich

Der Klimawandel ist heutzutage zu einer der Hauptursachen für Migration und Vertreibung in der Welt geworden, sei es aufgrund des steigenden Meeresspiegels, der Landdegradation oder von Naturkatastrophen. In den letzten Jahren wurden große Fortschritte bei der Organisation dieser Migrationen und dem Schutz der migrierenden Menschen erzielt.



**INDIGENE VÖLKER UND KLIMAWANDEL**

Sabah Rahmani, Journalistin und Anthropologin, Frankreich

Weltweit gibt es etwa 370 Millionen Indigene, die eine sehr starke Verbindung zur Natur bewahrt haben. Doch ihr Territorium, von dem ihr Überleben abhängt, ist durch die Ausbeutung durch Staaten und Großunternehmen sowie durch den Klimawandel bedroht. Sie finden allerdings zunehmend Gehör bei Wissenschaftler:innen, die auf ihr Wissen zurückgreifen.

**PERMAFROST UND KLIMAWANDEL**

Antoine Séjourné, Geowissenschaftler, Université Paris Saclay, Frankreich

Permafrost ist dauerhaft gefrorener Boden – in Tiefen, die von einigen Zentimetern bis zu einem Kilometer reichen. Er bindet große Mengen an Kohlenstoff (in Form von organischem Material), der aufgrund des Klimawandels möglicherweise in die Atmosphäre gelangen wird.

**LANDWIRTSCHAFT UND KLIMAWANDEL**

Vincent Chaplot, Agrarwissenschaftler, Sorbonne Universität, Frankreich

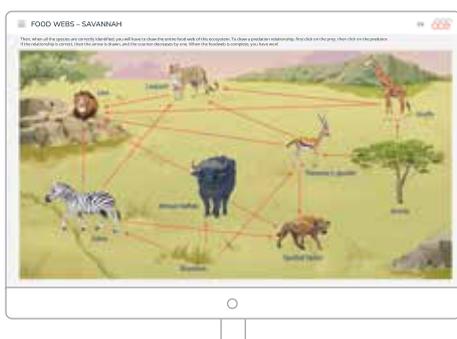
Der Agrarsektor ist für einen großen Teil der Treibhausgasemissionen verantwortlich, und der Trend geht in Richtung einer Intensivierung der derzeitigen landwirtschaftlichen Praktiken. Es gibt aber viele Lösungen, um sich an den gesellschaftlichen Wandel anzupassen und gleichzeitig die Auswirkungen zu begrenzen.

**MULTIMEDIA-ANIMATIONEN**

Die folgenden Multimedia-Animationen bieten den Schüler:innen die Möglichkeit, interaktiv verschiedene Klimawandel-Themen zu erkunden.

**DER KOHLENSTOFFKREISLAUF**

In dieser Animation geht es um den Kohlenstoffkreislauf, der sowohl natürliche als auch menschengemachte Komponenten umfasst. Die Schüler:innen können die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Umwelt und die Entwicklung der Kohlenstoffdioxidkonzentration in der Atmosphäre untersuchen.

**NAHRUNGSNETZE AN LAND**

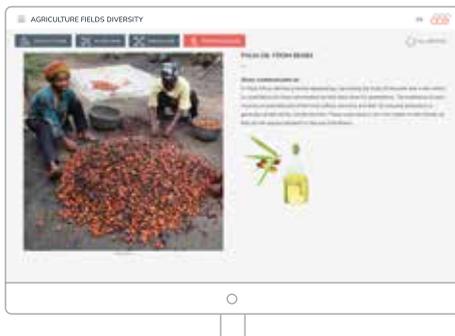
Die Schüler:innen erkunden sechs Nahrungsnetze: „Ein Flussufer in Alaska“, „Ein temperierter Wald“, „Im Tropenwald Guyanas“, „In der Savanne“, „Im Boden“, „Eine Agrarlandschaft.“ Die Schüler:innen können in der Animation u. a. die Auswirkungen des Klimawandels und menschlicher Aktivitäten auf diese Nahrungsnetze erkunden.





### DIE AUSWIRKUNGEN UNSERER ERNÄHRUNG

Die Schüler:innen sortieren anhand eines Kartenspiels Lebensmittel nach drei Kriterien: dem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck (Treibhausgasemissionen), dem Wasserverbrauch und dem Bodenflächenbedarf. Sie vergleichen den ökologischen Fußabdruck verschiedener Lebensmittel.



### VIelfALT DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN PRAKTIKEN

Die Schüler:innen entdecken die Vielfalt der landwirtschaftlichen Praktiken auf der ganzen Welt, indem sie Luftaufnahmen von Feldern und Bauernhöfen aus der Vogelperspektive betrachten. Sie können verschiedene Arten der Produktion von Rindfleisch, Mais, Palmöl und Tomaten vergleichen. Sie erfahren auch, wie sich die verschiedenen landwirtschaftlichen Praktiken auf das Klima auswirken.



### CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK

Die Schüler:innen schätzen ihren eigenen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ab. Dies hilft ihnen zu erkennen, wie sehr unsere täglichen Handlungen oder Gewohnheiten zu den Treibhausgasemissionen beitragen und wie wir diese reduzieren können.



### WIE KÖNNEN WIR HANDELN?

Diese Animation beschreibt rund 30 konkrete Anpassungs- und/oder Klimaschutzmaßnahmen auf der ganzen Welt. Die „Lösungen“ umfassen die Bereiche Landwirtschaft und Ernährung, Energie, Wohnen, Resilienz der Städte, Ökosysteme, Forschung und öffentliches Bewusstsein.



# LITERATUR UND NÜTZLICHE LINKS

## DEUTSCHSPRACHIGE SEITEN

Deutsche Koordinierungsstelle des IPCC: [Deutsche Übersetzungen zum IPCC-Sonderbericht „Klimawandel und Landsysteme“](#)

Deutscher Bildungsserver: [Zahlreiche Seiten \(mit sehr vielen Diagrammen\) zum Thema Klimawandel](#)

Deutscher Wetterdienst: [Klima und Umwelt](#)

Deutsches Klima-Konsortium: [Fakten und Hintergründe zum Klima](#), [Klima-FAQ](#), [Klimasimulationen einfach erklärt](#) und [Plakat „Wie arbeitet der IPCC?“](#)

Informationsportal Klimawandel der ZAMG (Österreichische Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik)

IPCC-Sonderbericht „1,5°C globale Erwärmung“ – Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (IPCC – Deutsche Koordinierungsstelle)

KEEP COOL: [Brettspiel zum Klimawandel](#). Auch als Online-Version: [KEEP COOL online](#)

KlimafolgenOnline: Portal des Umweltbildungsprojekts PIKee am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung. Auf dieser interaktiven Seite kann man die Folgen des Klimawandels in Deutschland visualisieren.

KlimaLounge: [Allgemeinverständlicher Wissenschaftsblog über die aktuellen Erkenntnisse zum Klimawandel](#)

MeteoSchweiz: [Klimawandel](#)

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung: [Leitfaden für die Vermittlung des Themas Klimawandel im Bildungskontext](#)

Skeptical Science: [Wissenschaftlicher Blog, in dem typische Argumente von Klimaskeptikern widerlegt werden](#)

Umweltbundesamt: [Klimafolgen und Anpassung](#)

Warnsignal Klima – [Wissenschaftler informieren direkt \(Uni Hamburg\)](#)

[Ziele für nachhaltige Entwicklung](#)

## ENGLISCHSPRACHIGE SEITEN

[Build your own Earth](#)

California Academy of Sciences: [Natural Resources Bingo](#)

Climate-ADAPT (European Climate Adaptation Platform): [Examples of adaptation measures](#)

Climate Interactive: [Agritopia – Agriculture Policy Simulation Game](#)

Climate Interactive: [EN-ROADS – Climate Change Solutions Simulator](#)

Creating Futures by Education for a Just World, Trócaire and the Centre for Human Rights and Citizenship Education, Dublin City University, Institute of Education, Ireland

[Eco-Schools – Stories and news about sustainability projects conducted in schools](#)

Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO): [The state of food and agriculture \(2021\)](#) and [Discovering Forests – Teaching Guide](#)

[Global Land Outlook of the UN Convention to Combat Desertification \(UNCCD\)](#)

[Global Soil Biodiversity Atlas](#)

Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES): [Assessment Report on Land Degradation and Restoration](#)

[IPBES – Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services](#)

[IPCC-Special Report „Climate Change and Land“](#)

[NASA Climate Kids](#)

[NASA – Global Climate Change: Graphics and Multimedia](#)

[New Shores – A game for democracy](#)

[The Conversation: What is a pre-industrial climate and why does it matter?](#)

TROP ICSU (Trans-disciplinary Research Oriented Pedagogy for Improving Climate Studies and Understanding): [Resources for teachers with concrete examples](#)

## MATERIALIEN DES OCE

IPCC-Berichte – Zusammenfassungen für Lehrerinnen und Lehrer  
<https://www.sonntaler.net/ipcc/>

Das Klima in unseren Händen – Ozean and Kryosphäre  
<https://www.sonntaler.net/ipcc/ozean-kryosphaere/>

Für englisch-, französisch- und spanischsprachige Materialien siehe die Homepage des OCE: <https://www.oce.global/>

# GLOSSAR

## AGRARÖKOLOGIE

Eine Form der nachhaltigen Landwirtschaft, die ökologische Konzepte und Prinzipien in der Landwirtschaft anwendet.

## AGROFORSTWIRTSCHAFT

Landwirtschaftliche Produktionsmethode, bei der auf einer landwirtschaftlichen Fläche sowohl Bäume als auch Feldfrüchte angebaut sowie eventuell zusätzlich Nutztiere gehalten werden.

## ALBEDO

Albedo bedeutet „Weiße“ und beschreibt das Reflexionsvermögen eines Objekts oder einer Oberfläche. Eis und Neuschnee haben eine hohe Albedo von 40% bis 80%: Sie reflektieren 40% bis 80% der einfallenden Sonnenstrahlung. Bäume sind viel dunkler – ihre Albedo reicht von 9% für Nadelbäume (Koniferen) bis 18% für Laubbäume.

## ANPASSUNG

Die Anpassung an bestehende oder zu erwartende Auswirkungen des Klimawandels. In menschlichen Systemen zielt die Anpassung darauf ab, Risiken zu reduzieren, Widerstandsfähigkeit zu erhöhen oder durch den Klimawandel bedingte günstige Gelegenheiten auszunutzen. Der Mensch kann in natürliche Systeme eingreifen und auf diese Weise die Anpassung an zu erwartende Auswirkungen des Klimawandels erleichtern.

## ANTHROPOGENE TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Durch menschliche Aktivitäten verursachte Treibhausgasemissionen.

## AUFFORSTUNG

Das Anpflanzen oder Aussäen von Bäumen auf einer Landfläche, die seit langem nicht mehr oder noch nie bewaldet war.

## BIODIVERSITÄT

Biodiversität, auch biologische Vielfalt genannt, bezeichnet die Vielfalt der Arten (Tiere, Pflanzen, Pilze usw.), die auf der Erde bzw. in einem bestimmten Ökosystem leben. Man unterscheidet zwischen drei Ebenen der Biodiversität: intraspe-

zifische Biodiversität (Unterschiede zwischen Mitgliedern der gleichen Art), interspezifische Biodiversität (Unterschiede zwischen den Arten) und die Vielfalt der Ökosysteme (die Umwelt und die darin lebenden Arten).

## BIOM (ODER ÖKOREGION)

Die Gesamtheit von Flora und Fauna in einer bestimmten Region.

## BIOMASSE

Organische Materie, die als Treibstoff in einem Kraftwerk verbrannt werden kann, um Elektrizität zu produzieren.

## BODENDEGRADATION

Der Verlust von Ackerland als Folge von Wassererosion, Küstenerosion, Winderosion, Versalzung, Verlust organischer Stoffe, Rückgang der Fruchtbarkeit, Bodenversauerung usw.

## BROWNING

Systematischer Rückgang des Pflanzenwachstums oder Absterben der Vegetation. Browning führt zu einem Verlust der landwirtschaftlichen Produktivität.

## CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK

Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck (angegeben in CO<sub>2</sub>-eq) ist definiert als die Gesamtmenge der Treibhausgase, die direkt oder indirekt durch menschliche Aktivitäten erzeugt werden. Er kann für eine Person, ein bestimmtes Ereignis, ein Produkt oder eine Organisation berechnet werden.

## CO<sub>2</sub>-SEQUESTRIERUNG

Alle Prozesse, die zur Entfernung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre beitragen. CO<sub>2</sub> kann sich zum Beispiel im Meerwasser auflösen oder es kann von Pflanzen aufgenommen werden (durch Photosynthese) und anschließend im Boden gespeichert werden.

## DÜRRE

Eine Dürre ist ein Ereignis, bei dem die Wasserversorgung über einen längeren Zeitraum knapp ist. Eine Dürre kann Monate oder Jahre dauern oder bereits nach fünfzehn Tagen ausgerufen werden.

## EISSCHILD

Eine sehr große und dicke Schicht aus mehrjährigem Eis auf einem Kontinent. Es gibt zwei Eisschilde auf unserem Planeten: der Antarktische Eisschild und der Grönländische Eisschild.

## ENTWALDUNG

Zerstörung von Wäldern, meistens mit dem Ziel, die Waldflächen in landwirtschaftliche Flächen umzuwandeln.

## ERDRUTSCH

Eine Fels- und Erdmasse, die sich plötzlich und schnell einen steilen Abhang hinunter bewegt.

## ERNÄHRUNGSSYSTEM

Das Ernährungssystem umfasst alle Schritte, die unsere Nahrungsmittel vom Bauernhof bis auf den Tisch durchlaufen: Produktion, Verarbeitung, Lagerung, Vertrieb, Verbrauch/Verzehr und Recycling.

## EVAPOTRANSPIRATION

Durch Evapotranspiration wird Wasser von der Landoberfläche an die Atmosphäre abgegeben – einerseits durch die Wasserverdunstung von Boden und Wasseroberflächen, und andererseits durch die Transpiration der Pflanzen.

## EXPOSITION

Wie stark eine Bevölkerung einer bestimmten Klimagefahr ausgesetzt ist, beispielsweise aufgrund ihrer geografischen Lage. Beispiel: Niedrigliegende Regionen sind dem Anstieg des Meeresspiegels eher ausgesetzt als bergige Regionen.

## EXTREME EREIGNISSE

Ungewöhnliche natürliche Ereignisse, die sich negativ auf Mensch und Ökosysteme auswirken: Wirbelstürme, Stürme, Erdbeben, Waldbrände, Dürren und Hitzewellen.

## GÄRUNG (FERMENTATION)

Die Gärung ist eine chemische Reaktion, die in einigen pflanzlichen und tierischen Stoffen auf natürliche Weise abläuft. Die Gärung findet nur unter Beteiligung sehr kleiner Lebewesen wie Bakterien, Pilze oder Hefe statt.

Auch der Mensch nutzt die Gärung, um Methan, Milchsäure (in Joghurts) und Alkohol (in Wein oder Bier) zu erzeugen.

### GLEICHHEIT

Gerechtigkeit, Fairness – wenn alle die gleichen Chancen haben, auf Bildung, Gesundheit, Rechte usw.

### GLETSCHER

Eine große Eismasse an Land, die sich langsam bergab bewegt.

### Globale Erwärmung

Siehe Klimawandel.

### GREENING

Zunahme der Produktivität der Vegetation – Bäume, Sträucher, krautige Pflanzen und Bodendecker – über einen bestimmten Zeitraum.

### HITZEWELLE

Ein Zeitabschnitt mit ungewöhnlich heißem Wetter, mit hohen Tagestemperaturen und nur wenig oder keiner Abkühlung in der Nacht. Eine Hitzewelle kann mehrere Wochen andauern.

### INDIGENES WISSEN

Der Lebensstil indigener Gemeinschaften beruht oft auf einer komplexen und wichtigen Beziehung zu ihrer unmittelbaren Umgebung mit nur geringen Auswirkungen auf diese und das Klima. Ihr Wissen über Naturmanagement und Landwirtschaft ist wichtig für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel.

### INDUSTRIELLE REVOLUTION

Historischer Zeitabschnitt zwischen 1760 und den 1840ern. Er kennzeichnet den Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft. Die industrielle Revolution begann in Europa und den Vereinigten Staaten und führte zu einer schnellen Entwicklung der Produktivität, der Technologie, der Dienstleistungen und der Wissenschaft. Das führte zu einem Bevölkerungswachstum und einer damit verbundenen Erhöhung der Treibhausgasemissionen.

### INFRAROTSTRAHLUNG

Die Infrarotstrahlung ist der unsichtbare Teil des Lichts, den wir als Wärme wahrnehmen. Sie spielt beim Treibhauseffekt eine wichtige Rolle.

### KLIMA

Ein durchschnittliches Muster von Wetterbedingungen – Temperatur, Niederschlag,

Feuchtigkeit, Wind, Luftdruck – in einer bestimmten Region über einen langen Zeitraum hinweg (Monate, Jahre, Jahrzehnte, Jahrhunderte oder mehr).

### KLIMAGERECHTIGKEIT

Dieser Begriff beschreibt die soziale und politische Dimension der mit dem Klimawandel verbundenen Herausforderungen, anstatt nur ihre ökologischen Aspekte zu betrachten. Es geht dabei um die Unterschiede zwischen den Menschen und Ländern, die stärker zum Klimawandel beitragen, und denjenigen, die verstärkt von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind – also insbesondere um die soziale und ökologische Gerechtigkeit.

### KLIMASCHUTZ

(englisch: mitigation)

Menschliches Eingreifen, um die Erderwärmung einzudämmen. Ziel ist es, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und Treibhausgasenken zu vergrößern.

### KLIMAWANDEL

Der Klimawandel bezeichnet Veränderungen des globalen Klimasystems: Veränderungen der Temperatur und des Niederschlags, extreme Ereignisse, Anstieg des Meeresspiegels und Ozeanversauerung. Der Begriff wird vor allem verwendet, um den menschengemachten Klimawandel zu beschreiben, der mit Beginn der industriellen Revolution (etwa 1850) eingesetzt hat. Der Klimawandel verursacht die Erderwärmung. Es werden auch die Begriffe „globale Erwärmung“ oder „Erderwärmung“ benutzt.

### KLIMAZONEN

Gebiete mit unterschiedlichem Klima, die anhand verschiedener Parameter wie Temperatur, Niederschlag usw. klassifiziert werden können.

### KOHLENSTOFFDIOXID (CO<sub>2</sub>)

Ein Gas, das bei der Verbrennung von Kohlenstoff (z. B. fossilen Brennstoffen) entsteht. Es wird auch von Lebewesen beim Atmen produziert. CO<sub>2</sub> trägt zum Treibhauseffekt bei.

### KOHLENSTOFFDIOXID-DÜNGUNG

Von CO<sub>2</sub>-Düngung spricht man, wenn durch die höhere CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre die Photosyntheserate der Pflanzen größer wird.

### KOHLENSTOFFKREISLAUF

Kohlenstoff ist ein chemisches Element, das in vielen Molekülen vorkommt, sowohl

in Lebewesen als auch in nicht lebenden Materialien. Kohlenstoff wird auf der Erde in großen Mengen in sogenannten „Reservoirs“ gespeichert. Die wichtigsten Kohlenstoffreservoirs sind die Ozeane und die Böden. Der Kohlenstoff in diesen Reservoirs bleibt jedoch nicht für immer dort, sondern wandert zwischen den Reservoirs: Diese Bewegungen werden als „Flüsse“ bezeichnet. Die natürlichen Flüsse sind ausgeglichen, was zu einem Kohlenstoffkreislauf führt.

### KOHLENSTOFFSENKE

Natürliches Reservoir, in dem kohlenstoffhaltige Materie dauerhaft gespeichert wird. Kohlenstoffsenken tragen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Menge in der Atmosphäre bei. Böden – sie sind die größte Kohlenstoffsenke – und der Ozean sind Beispiele für Kohlenstoffsenken. Zu den Kohlenstoffsenken gehören auch Pflanzen an Land und im Wasser sowie das Phytoplankton: Durch Photosynthese wandeln sie atmosphärisches CO<sub>2</sub> in Kohlenstoffverbindungen um.

### KOMPLEXES SYSTEM

Ein System (wie das Klimasystem), das von vielen Faktoren reguliert wird, die miteinander wechselwirken und sich gegenseitig beeinflussen, wie zum Beispiel Atmosphäre, Ozean, Land und Biosphäre.

### KONTINENTALEIS

Das gesamte Eis an Land. Kontinentaleis entsteht durch die Ansammlung und Verdichtung von Schnee über einen langen Zeitraum hinweg.

### LANDDEGRADATION

Vorübergehender oder dauerhafter Verlust von Ackerland als Folge von Wassererosion, Küstenerosion, Winderosion, Versalzung, Verlust an organischer Materie, Rückgang der Bodenfruchtbarkeit, Bodenversauerung usw.

### MEERESSPIEGELANSTIEG

Der weltweite Anstieg des mittleren Meeresspiegels, verglichen mit dem Meeresspiegel in vorindustrieller Zeit. Aufgrund des Klimawandels ist der mittlere globale Meeresspiegel zwischen 1900 und 2018 um etwa 15 cm gestiegen. Die derzeitige Anstiegsrate liegt zwischen 3 und 4 mm pro Jahr. Je nachdem, wie viel Treibhausgase wir ausstoßen, wird der Meeresspiegel bis zum Ende dieses Jahrhunderts voraussichtlich um weitere 20 cm oder sogar bis über einen Meter ansteigen.

## NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

Eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der Gegenwart gerecht wird, ohne zukünftigen Generationen die Möglichkeit zu rauben, ihre eigenen Bedürfnisse zu erfüllen.

## NAHRUNGSNETZ

Ein Nahrungsnetz stellt die Verknüpfungen zwischen Beute und Raubtier in einem Ökosystem dar. Der Begriff Nahrungsnetz beschreibt die Verhältnisse besser als der Begriff Nahrungskette, da ein Lebewesen mehrere Arten fressen kann und eine Art von mehreren Lebewesen gefressen werden kann.

## NATÜRLICHE VARIABILITÄT

Variationen im Klimasystem, die nicht auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen sind. Zum Beispiel ist ‚El-Niño‘ ein Phänomen, das alle paar Jahre auftritt, während der Wechsel zwischen Kalt- und Warmzeiten auf einer Zeitskala von Jahrtausenden geschieht.

## ÖKO-ANGST

Der Klimawandel kann unterschiedliche Gefühle und Emotionen hervorrufen. Manche lassen uns hilflos oder hoffnungslos fühlen. Dies wird als „Öko-Angst“ bezeichnet.

## ÖKOREGION

Siehe Biom.

## ÖKOSystem

Ein Ökosystem ist die Gesamtheit aller Lebewesen in einer bestimmten Umgebung plus diese Umgebung selbst. Alle Bestandteile eines Ökosystems hängen voneinander ab und wechselwirken miteinander.

## ÖKOSystemDIENSTLEISTUNGEN

Menschen profitieren direkt und indirekt von Ökosystemen. Ökosystemdienstleistungen werden in vier Kategorien eingeteilt: bereitstellende, regulierende, unterstützende und kulturelle Ökosystemdienstleistungen. Ökosysteme produzieren zum Beispiel Sauerstoff (durch Photosynthese) und Nahrung, und versorgen uns mit Rohstoffen. Ökosysteme erhalten die Bodenfruchtbarkeit, sorgen für die Befruchtung von Pflanzen und schützen die Küsten.

## PERMAFROST

Boden, Gestein und Sediment, die ständig gefroren sind (in mindestens zwei aufeinanderfolgenden Jahren).

## PERMAKULTUR

Entwicklung eines landwirtschaftlichen Ökosystems, das nachhaltig und autark ist.

## PHOTOSYNTHESE

Pflanzen können bei Tageslicht aus Kohlenstoffdioxid, Wasser und Mineralstoffen organische Materie produzieren und dadurch wachsen.

## PRIMÄRPRODUKTION

Primärproduktion ist der Prozess, bei dem Primärproduzenten (wie zum Beispiel Pflanzen) ihre eigenen Nährstoffe produzieren. Zum Beispiel produzieren Pflanzen durch Photosynthese aus Licht, CO<sub>2</sub>, Wasser und Mineralstoffen organische Materie.

## RÜCKKOPPLUNG

Eine Rückkopplungsschleife kann sich positiv oder negativ (Teufelskreis) auswirken: Manche Ereignisse oder Prozesse verstärken (positive Rückkopplung) oder verringern (negative Rückkopplung) eine oder mehrere Ursachen der globalen Erwärmung.

## SANDSTURM

Sand und Staub, die in extrem trockenen Gebieten (wie Wüsten) durch starke Winde aufgewirbelt und fortgetragen werden.

## TREIBHAUSEFFEKT

Sonnenstrahlung durchquert die Atmosphäre, wird von der Erdoberfläche absorbiert und erwärmt diese. Die aufgenommene Sonnenstrahlung wird in Infrarotstrahlung (Wärme) umgewandelt. Ein Teil dieser Infrarotstrahlung wird bei ihrem Weg in Richtung Weltall von Treibhausgasen eingefangen und zurück zur Erdoberfläche geschickt. Dadurch wird die Erdoberfläche noch weiter erwärmt. Das erklärt die Erderwärmung, die wir seit etwa anderthalb Jahrhunderten beobachten: Je mehr Treibhausgase in der Atmosphäre sind, desto stärker ist der Treibhauseffekt.

## TREIBHAUSGAS

Treibhausgase verursachen den Treibhauseffekt. Die wichtigsten Treibhausgase sind Wasserdampf (H<sub>2</sub>O), Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und Ozon (O<sub>3</sub>).

## TREIBHAUSPOTENZIAL

Das Treibhauspotenzial von CO<sub>2</sub> ist per Definition 1, unabhängig vom betrachteten Zeitintervall. CO<sub>2</sub> verbleibt sehr lange in der Atmosphäre, bis zu Tausenden von Jahren. Das Treibhauspotenzial von Methan (CH<sub>4</sub>) beträgt über ein Zeitintervall von 100 Jahren 28-36. Heute ausgestoßenes CH<sub>4</sub> verbleibt im Mittel ungefähr 10 Jahre in der Atmosphäre, also viel weniger lang als CO<sub>2</sub>. Allerdings absorbiert CH<sub>4</sub> mehr Strahlung als CO<sub>2</sub>. Das Treibhauspotenzial spiegelt den

Nettoeffekt der kürzeren Verweildauer in der Atmosphäre und des höheren Absorptionsvermögens wider. Über ein Zeitintervall von 100 Jahren ist das Treibhauspotenzial von Lachgas (N<sub>2</sub>O) 265-298 Mal größer als das von CO<sub>2</sub>. Heute ausgestoßenes N<sub>2</sub>O bleibt im Mittel 100 Jahre in der Atmosphäre.

## TROCKENGEBIET

Trockengebiete sind Gebiete, in denen Wassermangel herrscht. Zu den Trockengebieten gehören Agrarland, Buschland, Grasland, Savannen, Halbwüsten und echte Wüsten.

## VULNERABILITÄT

Die Empfindlichkeit einer Bevölkerung oder menschlicher Infrastruktur gegenüber den Gefahren des Klimawandels. Beispiel: Eine niedrigliegende Region mit gutem Küstenschutz ist weniger vulnerabel gegenüber dem Meeresspiegelanstieg als eine niedrigliegende Region ohne Küstenschutz (bzw. ohne finanzielle Mittel für Küstenschutz).

## WALDBRAND

Ein Feuer, das stark und unkontrolliert auf einer Gras- oder Waldfläche brennt.

## WÄRMEINSEL-EFFEKT

Ein städtisches Gebiet, in dem die Durchschnittstemperatur höher ist als in seiner ländlichen Umgebung, weil Gebäude und Straßen mehr Wärme aufnehmen und speichern, und durch menschliche Aktivitäten mehr Wärme erzeugt wird.

## WETTER

Der Zustand der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort. Das Wetter wird durch zahlreiche Variablen beschrieben, wie etwa die Temperatur, der Niederschlag, die Wolkendichte oder die Windstärke und -richtung.

## WIEDERAUFFORSTUNG

Das Anpflanzen von Bäumen auf einer Landfläche, die früher bewaldet war, dann aber für eine andere Nutzung umgewandelt wurde.

## WÜSTENBILDUNG

Durch Menschen verursachte oder klimabedingte Landdegradation in ariden und semi-ariden Gegenden.

# DANKSAGUNGEN

Dieses Bildungsprojekt ist das Ergebnis einer intensiven Zusammenarbeit zwischen dem Team des Office for Climate Education und vielen Partnern aus den Bereichen Wissenschaft und Bildung.

Die Autor:innen danken:

Allen Expert:innen, die das OCE unterstützen, die beim Verfassen der wissenschaftlichen und pädagogischen Hintergrundinformationen mitgewirkt haben und die dank ihrer kritischen Anmerkungen und Vorschläge zur Entwicklung der pädagogischen Aktivitäten beigetragen haben: **Juan Carlos Andrade, Apurva Barve, Badin Borde, Jean-Philippe Cassar, Sarah Connors, Caroline Côté, Nicolas Demarthe, Sanny Djohan, Randy Fananta, Dulce Yaahid Flores Renteria, Étienne Guyon, Catherine Jean, Pramod Kumar Sharma, Mélodie Majidi, Benjamin Mallon, Ghislain de Marsily, Maria Martin, Claudia Martinez, Cliona Murphy, Minal Pathak, Prajal Pradhan, Laurine Quesney, Pilar Reyes, Anwar Rumjaun, Edith Saltiel, Jenny Schlüppmann, Henri van Damme, Virginie Vitse und Gabrielle Zimmermann.**

Lehrerinnen und Lehrern, die die Aktivitäten mit ihrer Klasse ausprobiert haben: **Isabelle Aubry, Catherine Broch, Manuella Cany, Patricia Dollet, Marina Drouot-Kort, Françoise Ferchal, Laurence und François Flament, Paul Frommer, Solen Goareguer, Stevens Sven Guyon, Sandra Jost, Françoise Junod, Karine Krembel, Katia Leroy, Garcia Maisonnier, Guillaume Pages, Nathalie Pasquet, Audrey Poiseau-Grand, Olivier Ragueneas, Lola Seeman, Nathalie Tinet, Mme Trassaert und Marie-Laure Zippert.**

Den folgenden Organisationen, die uns erlaubt haben, Inhalte ihrer Publikationen zu nutzen: **California Academy of Sciences, Trócaire and the Centre for Human Rights and Citizenship Education, Dublin City University Institute of Education** ('Creating Futures').

Den Expert:innen, die an der Entwicklung der interaktiven Animationen und Videos mitgewirkt haben: **Bastien Castagnyrol, Simon Chamailié-James, Isabelle Chuine, Denis Couvet, Gwendal Drouelle, Pierre-Michel Forger und Romain Juillard.**

Den Grafiker:innen, die zur Benutzerfreundlichkeit und der ansprechenden Gestaltung dieses Handbuchs beigetragen haben: **Dorothee Adam, Romain Garouste, Claire Mazard und Mareva Sacoun.**

Den Personen, Lehrer:innen oder Expert:innen, die uns Berichte zu „Wir handeln-Projekten“ zur Verfügung gestellt haben: **Raphaëlle Thiollier und Brigitte Vallet** (OASIS-Projekt), **Éloïse Detcheverry, Sébastien Baron, Mathieu Missonier und Fabrice Teletchea** (Aquaponik-Projekt), **Bastien Castagnyrol** (Eichen-Bodyguard-Projekt), **Sophie Fueyo** (ORBIS-Projekt), **Guillaume Chevalier, Elise Lachat, Paul Kopp, Claudia Graziani, Stephane Pax, Claire-Lise Zeller, Caroline Finance, Julie Joffrey, Ikram Lalouch, Béatrice Calderon, Julien Baudry, Stéphanie Demaretz, François Bordier und Emmanuel Baroux** (Climathon-Projekt) **sowie Isis Flores** (Huertos Challenge, holzsparende Öfen und Biodigestoren-Projekt).

Schließlich möchte das OCE den folgenden Organisationen danken, deren wissenschaftliche, betriebliche und finanzielle Unterstützung wesentlich für die Erstellung dieses Handbuchs war: **ADEME, AXA, CASDEN, Dublin City University, Educación en ciencias basada en la indagación (ECBI), Freie Universität Berlin, Frankreichs Bildungsministerium und Ministerium für den ökologischen Übergang und territorialen Zusammenhalt, Foundation for Environmental Education, Innovec, IPCC-Arbeitsgruppen I, II und III, IPCC Technical Support Units, Institut Pierre Simon Laplace, Institut de Recherche pour le Développement, Investissements d'avenir, Fondation Ginkgo, Fondation La main à la pâte, Fondation Luciole, Mauritius Institute of Education, Météo France, Association Météo et Climat, Fondation Prince Albert II de Monaco, Pôle Régional pour l'Enseignement de la Science et de la Technologie, Siemens Stiftung, Sorbonne-Universität und UNESCO.**

# BILDNACHWEISE

- Seite 8 Lydie Lescarmontier  
Seite 11 Tom Fisk via Pexels  
Seite 12 Patty Jansen via Pixabay  
Seite 22 Bill Wegener via Unsplash  
Seite 23 Daian Gan via Unsplash  
Seite 30 Isabelle Aubry  
Seite 35 Kévin Faix  
Seite 36 NASA/Earth Observatory  
Seite 40 Unbekannt via Pixabay  
Seite 41 W. O. Field, Bruce F. Molina/USGS  
Seite 42 Nikolas Noonan via Unsplash  
Seite 43 Unbekannt via Pixabay  
Seite 44 Bruce Detorres via Flickr  
Seite 46 OCE  
Seite 72 Académie de Nantes  
Seite 78 Juliana e Mariana Amorim via Unsplash  
Seite 81 Hilde Demeester via Unsplash  
Seite 86 Simon Klein  
Seite 98 Christopher Michel via Flickr  
Seite 103 Jörg Vieli via Pixabay  
Isaac Bursey via Pixabay  
Seite 104 Leopold Corey via Wikimedia Commons  
Greg Hume via Wikimedia Commons  
Seite 105 Bjørn Christian Tørrisen via Wikimedia Commons  
Yathin S Krishnappa via Wikimedia Commons  
Seite 106 Factumquintus via Wikimedia Commons  
Tom Fisk via Pexels  
Seite 107 David Sedlmayer via Wikimedia Commons  
Tamara Gomez  
Seite 108 Jonatan Pie via Unsplash  
Lydie Lescarmontier  
Seite 109 NASA/Astronaut Photography of Earth  
strichpunkt via Pixabay  
Seite 114 Simon Klein  
Seite 117 Jonathan Kemper via Unsplash  
Seite 123 Jeremy Kemp via Wikimedia Commons  
Ellen Larsson via Wikimedia Commons  
Seite 139 Isabelle Aubry  
S. 142, 143 Peter Menzel/Cosmos – aus dem Buch  
*Hungry Planet: What the World Eats*  
Seite 158 Google Earth  
Bruno Kelly/Greenpeace  
Perlinkinso via Wikimedia commons  
Terre-net Média  
Seite 159 Google Earth  
Lufa Farms via Flickr  
Gica  
Jonas Bendiksen  
Seite 160 Google Earth  
Co'ox Mayab  
Serge Bahuchet und Jean-Marie Betsch  
F. Grudet via Wikimedia Commons  
Seite 161 Google Earth  
LandSat  
CNES  
Chandni Navalkha via Mongabay  
slpu9945 via iStock  
grain.org  
Seite 164 Kim and Drew Westcott für ABC  
Seite 167 Simon Klein  
Seite 172 Bertconcepts via Flickr  
Seite 181 Petterik Wiggers für Oxfam  
Seite 186 Katia Leroy  
S. 205, 206 Catherine Broch  
Seite 208 La main à la pâte  
Catherine Broch  
Seite 212 Nico Smit via Unsplash  
Mika Baumeister via Unsplash  
CAN Europe via Flickr  
Anders Hellberg via Wikimedia Commons  
Markusszy via Wikimedia Commons  
Markus Spiske via Pexels  
Public domain via PxHere  
Kai Stachowiak via PublicDomainPictures  
Seite 214 La main à la pâte  
Véronique Delachienne  
Seite 215 Sonnentaler  
Christine Barbier  
Seite 219 Hitesh Choudhary via Pexels  
Unbekannt via Trócaire  
Peter O'Doherty via Trócaire  
Seite 220 Trócaire  
Motonguis via Flickr  
KeithJJ via Pixabay  
Seite 224 Mark Harpur via Unsplash  
Alfredo Borba via Wikimedia Commons  
Moosa Moseneke via Unsplash  
Seite 225 Les petits débrouillards  
GandolT via Wikimedia Commons  
NASA  
Seite 226 Yaelstav via Wikimedia Commons  
Profmauri via Wikimedia Commons  
Victoria Kolbert via Wikimedia Commons  
Seite 227 Melissa.s via Wikimedia Commons  
Silvio Marchini via Whitley Fund for Nature  
Eco-schools, LCC GO Green Eco Club Loreto  
Loreto College, Curepipe, Mauritius  
Seite 229 La main à la pâte  
Seite 237 Simon Klein  
Seite 239 CAUE 75 für das OASIS-Projekt  
Seite 241 Guillaume Rech  
Seite 242 ALB für La1ere  
S. 244-246 Isis Flores  
Seite 248 Bastien Castagneyrol  
Seite 250 Sophie Fueyo

We would be grateful if you could take a moment  
to provide us with your feedback  
on this guidebook.





**Das Klima in unseren Händen** ist eine Sammlung von Bildungsmaterialien für Schulen der Primar- und Sekundarstufe, erstellt vom Office for Climate Education und seinen Partnern.

Dieser zweite Band „**Klimawandel und Landsysteme**“ bietet einen fertig ausgearbeiteten Unterrichtsplan, der Schülerinnen und Schülern den Zusammenhang zwischen Klimawandel und Land in seiner wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Dimension, auf lokaler und globaler Ebene näherbringt, ihr logisches Denken fördert und sie darin begleitet, konkrete Maßnahmen zum Klimaschutz und/oder zur Anpassung an den Klimawandel in ihren Schulen und Gemeinden umzusetzen.

Der Weltklimarat hat festgestellt:

- **Land ist da, wo wir leben.**
- **Der menschengemachte Druck auf das Land wächst.**
- **Das Land ist ein Teil der Lösung.**
- **Aber das Land kann nicht alles lösen.**

Dieses Handbuch:

- richtet sich an 9- bis 15-jährige Schülerinnen und Schüler (Ende der Grundschule und Sekundarstufe I);
- enthält wissenschaftliche und pädagogische Hintergrundinformationen, Unterrichtspläne, Vorschläge für Aktivitäten, Arbeitsblätter sowie Verweise auf externe Materialien (Videos und Multimediaaktivitäten);
- ist interdisziplinär – die Unterrichtseinheiten umfassen Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften, Kunst und Sport;
- fördert eine aktive Pädagogik: forschend-entdeckendes Lernen, Rollenspiele, Debatten und projektbasiertes Lernen.



UNDER THE AUSPICES OF UNESCO  
AND THE FOUNDATION LA MAIN À LA PÂTE

UNTER DER  
SCHIRMHERRSCHAFT  
VON



Under the auspices of  
**UNESCO**

United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE

Das 2018 auf Initiative der Stiftung *La main à la pâte* und der Klimawissenschaftler:innen-Community gegründete Office for Climate Education (OCE) hat sich zum Ziel gesetzt, weltweit die Klimabildung zu fördern und Lehrende zu unterstützen. Seit 2020 ist das OCE ein Zentrum unter der Schirmherrschaft der UNESCO.

GRÜNDUNGSMITGLIEDER



MIT DER  
UNTERSTÜTZUNG  
VON



SIEMENS | Stiftung



ISBN 978-2-491585-21-1



9 782491 585211