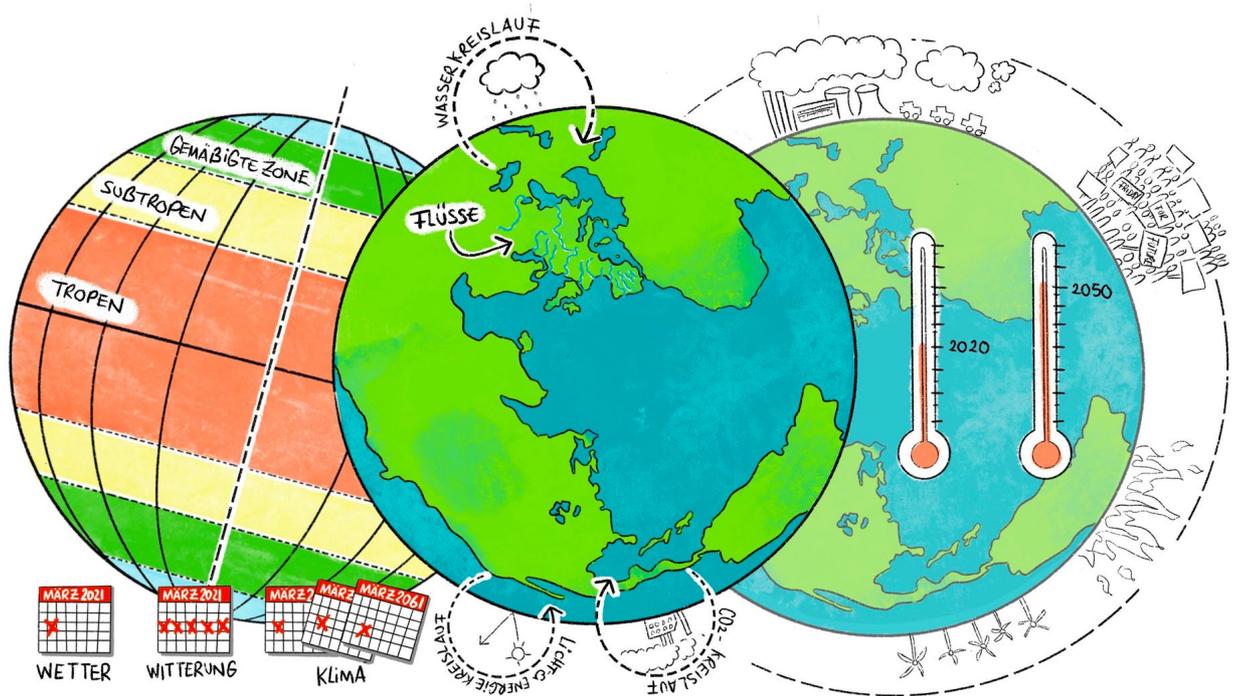


ARBEITSMATERIALIEN FÜR DIE SEK I

WORKBOOK ZUM KLIMAWANDEL



INHALTSVERZEICHNIS

1. Flüsse in Deutschland

1.1 Der Klimawandel und ich

2. Aggregatzustände und Wasserkreislauf

2.1 Wie entstehen Jahreszeiten und Klimazonen?

2.2 Wetter, Witterung, Klima - alles das gleiche?

3. War das Klima früher anders?

3.1 Visualisierung der Erdgeschichte

3.2 CO₂ und Temperatur: Wie hängt das zusammen?

4. Die Atmosphäre unserer Erde und der Treibhauseffekt

4.1 Welche Rolle spielen Kohlenstoff und Kohlenstoffdioxid?

5. Der menschliche Einfluss auf die Erderwärmung

6. Folgen des Klimawandels

6.1 Kann ich den Klimawandel beeinflussen?

6.2 Mit dem Klimawandel leben

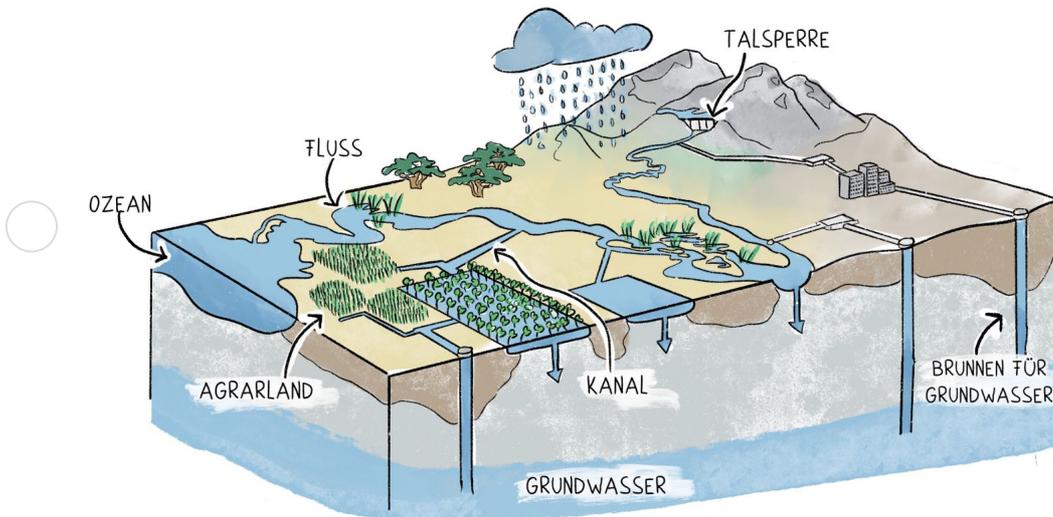


1. FLÜSSE IN DEUTSCHLAND

WAS SIND OBERFLÄCHENWASSER UND GRUNDWASSER?

Unter **Oberflächenwasser** versteht man das Wasser, das sich überhalb der Erdoberfläche befindet. Dazu gehört z.B. das Wasser in den Ozeanen, Flüssen, Seen, Tümpeln und Pfützen.

Wenn sich das Wasser unterhalb der Oberfläche befindet, handelt es sich meist um **Grundwasser**.



Oberflächenwasser und Grundwasser

- ① Arbeite mit einer Landkarte und einem Folienstift.
 - a) Wo sind die Grenzen der Bundesrepublik Deutschland? Zeichne sie mit dem Stift nach.
 - b) Kennst du die ungefähre Lage deiner Heimatstadt? Zeichne sie mit dem Stift ein.
- ② Nimm die Kärtchensammlung „15 Flüsse“. Hier findest du die Namen der wichtigsten Flüsse in Deutschland.
 - a) Suche die 15 Flüsse auf der Karte und zeichne sie mit einem blauen Folienstift nach.
 - b) Lege dann die Kärtchen an den richtigen Flusslauf auf der Karte.
- ③ Nimm die Kärtchensammlung „13 Städte“.
 - a) Lege alle Kärtchen so auf den Tisch, dass die Städtenamen zu sehen sind.
 - b) Ordne die Städtenamen den schwarzen Markierungen auf der Karte zu.
- ④ Vergleiche die Städte miteinander.
 - a) Was haben fast alle eingezeichneten Städte gemeinsam?
 - b) Was könnte der Grund dafür sein? Formuliere eigene Vermutungen.



Material zum Download

Karten „15 Flüsse“
Städtenamen
Landkarten
Hilfestellungen



1.1 DER KLIMAWANDEL UND ICH

Der **Klimawandel** ist heutzutage oft im öffentlichen Diskurs. Er ist Thema im Fernsehen, Zeitungen, Radio und Gegenstand zahlreicher Demonstrationen. Aber was ist Klimawandel? Und was hat das mit dir zu tun?

① Was hat das mit dem Klimawandel zu tun?

- a) Öffne den QR Code und schau dir die Bilder an. Überlege, was die einzelnen Bilder mit dem Klimawandel zu tun haben könnten.
- b) Suche vier Bilder aus und skizziere sie in die Kästen.
- c) Notiere deine Überlegungen zu den einzelnen Bildern.



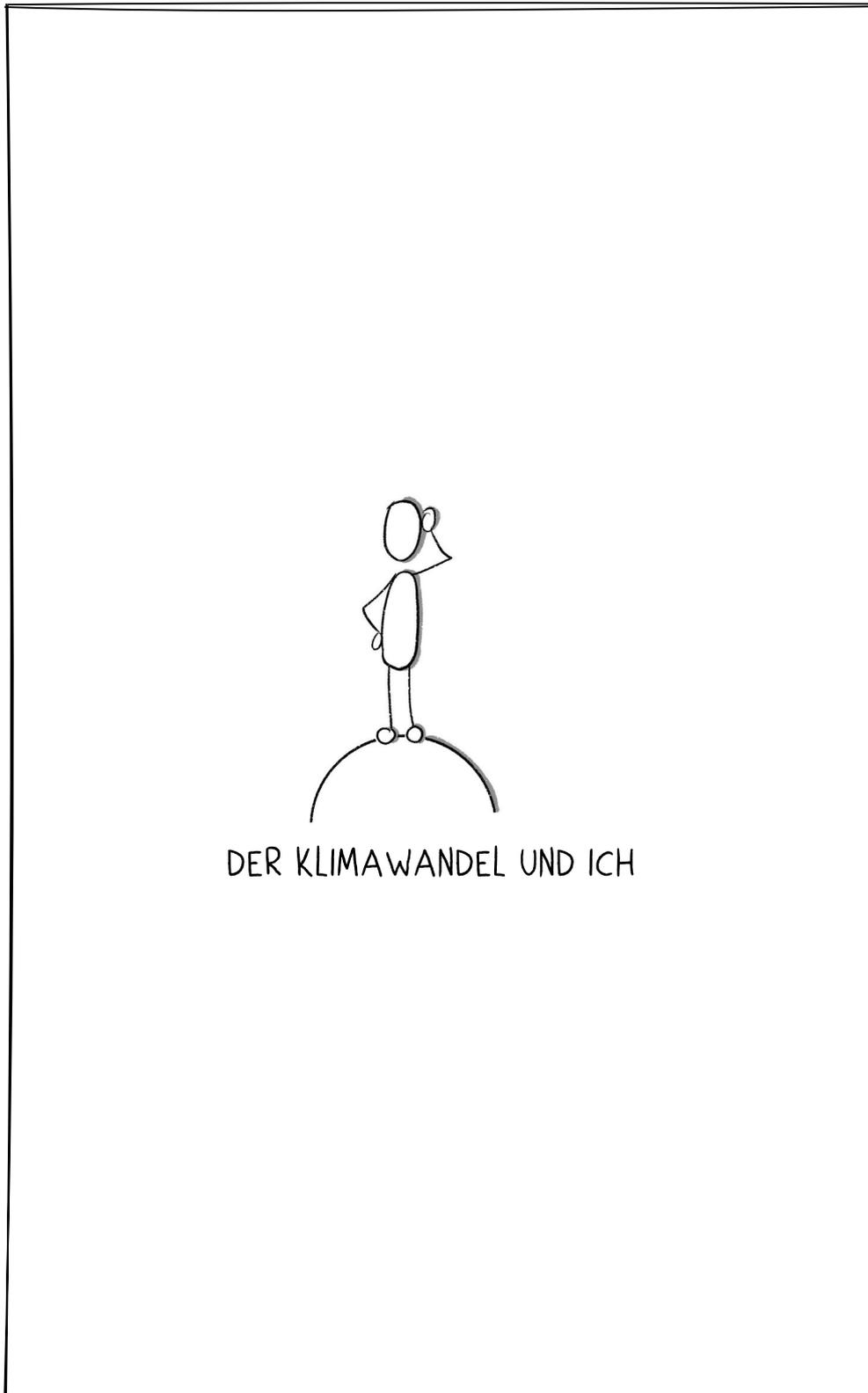
Material zum Download Bilder



○		
○		



- ② Erstelle eine Grafik mit dem Titel „Der Klimawandel und ich“. Beantworte dazu folgende Fragen:
- a) Welche Fragen hast du zum Thema „Klima und Klimawandel“?
 - b) Hast du schon einmal etwas über die Themen "Klima und Klimawandel" gehört? Was ist dir im Gedächtnis geblieben?
 - c) Was wird gegen den Klimawandel unternommen? Und von welchen Instanzen?



2. DIE AGGREGATZUSTÄNDE

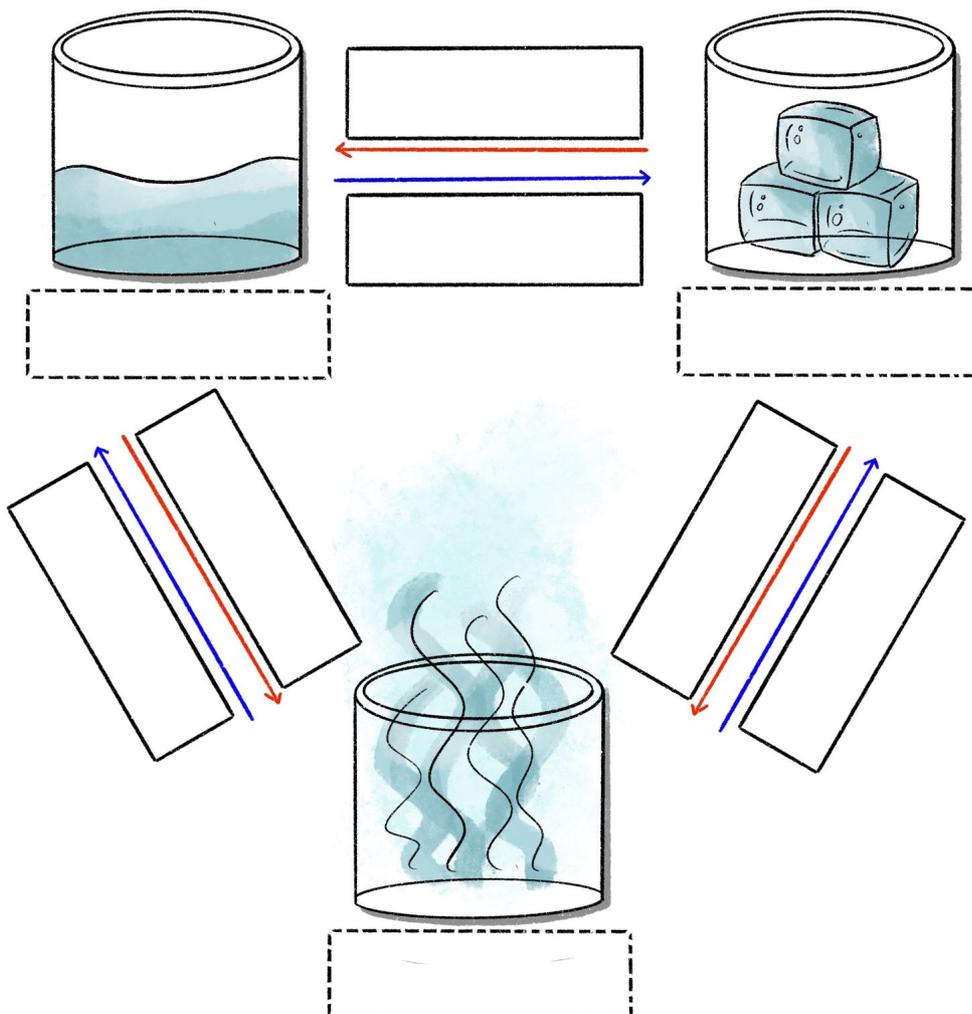
Materie kann in verschiedenen Erscheinungsformen vorliegen. Die verschiedenen Zustände nennt man **Aggregatzustände**.

Aus unserem Alltag unterscheiden wir die drei Aggregatzustände **fest**, **flüssig** und **gasförmig**.

Der Aggregatzustand eines Stoffes kann sich **ändern**, wenn sich die Temperatur oder der Druck verändert. Wie groß die Veränderung sein muss, hängt von den Stoffen ab. Für den Wechsel zwischen den Aggregatzuständen gibt es spezielle Verben. Du findest sie rechts im Kasten.

① Vervollständige die Grafik.

- Ordne den Gläsern die richtigen Aggregatzustände zu.
- Schaue dir das Erklärvideo an.
- Schreibe die passenden Verben in die Kästen. Die roten Pfeile bedeuten „Temperaturanstieg/Erwärmung“, die blauen Pfeile bedeuten „Temperaturabstieg/Abkühlung“.



Fachverben

schmelzen
erstarren
verdampfen
kondensieren
sublimieren
resublimieren



Erklärvideo

die Aggregatzustände



Wissenswert

Wasser ist die einzige chemische Verbindung, die in der Natur in allen drei Aggregatzuständen zu finden ist.

AGGREGATZUSTÄNDE VON WASSER

Hier lernst du mehr über die Aggregatzustände von Wasser. Formuliere zuerst deine Vermutungen. Überprüfe diese anschließend mit dem vorgestellten Experiment.

HYPOTHESE

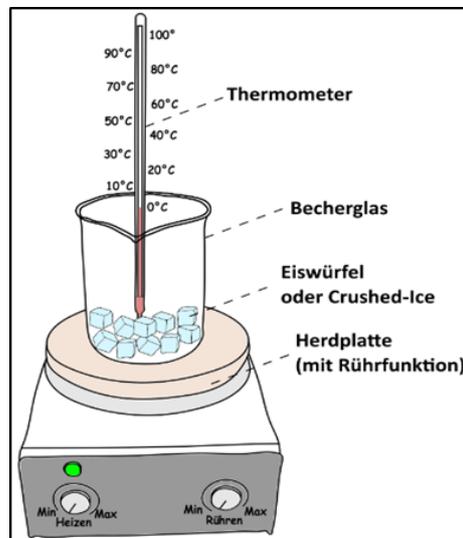
- Bei welcher Temperatur beginnt das Eis zu schmelzen?

- Bei welcher Temperatur beginnt das Wasser zu verdampfen?

MATERIAL

- Becherglas
- Eiswürfel oder Crushed-Ice (Füllhöhe im Becherglas etwa 5 cm)
- Herdplatte mit Rührfunktion
- Thermometer

VERSUCHSAUFBAU



DURCHFÜHRUNG

1. Miss alle 30 Sekunden die Temperatur des Eises bzw. des Wassers.
2. Trage deine Messwerte in die Tabelle ein.
3. Markiere die Temperaturen, bei der das Eis beginnt zu schmelzen.
4. Markiere die Temperaturen, bei der das Wasser beginnt zu verdampfen.
5. Übertrage deine Messwerte aus der Tabelle in das untere Diagramm.
6. Lass nach dem Experiment alles abkühlen.



verdampfen vs. verdunsten

Von **Verdunstung** spricht man, wenn ein Stoff vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht, ohne dabei die Siedetemperatur zu erreichen.



Erklärvideo Experiment



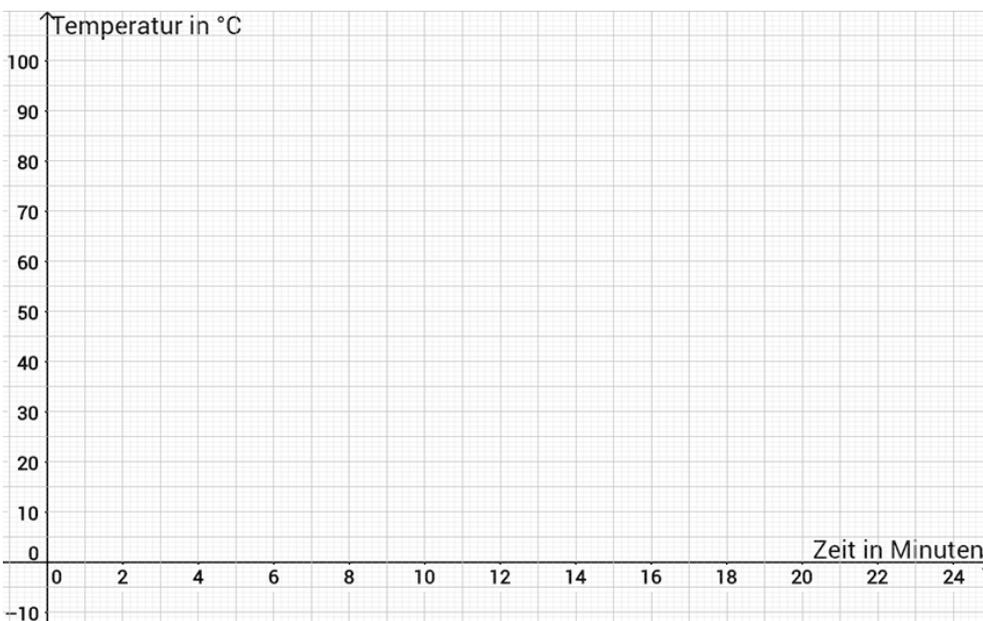
gefördert durch:

WILHELM UND ELSE HERAEUS-STIFTUNG



BEOBACHTUNG I

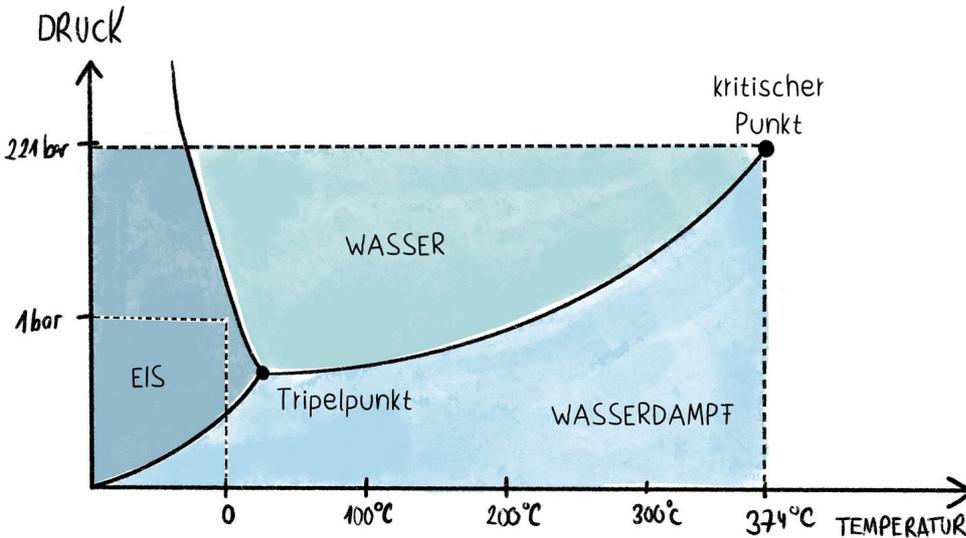
Zeit in min	Temperatur in °C	Zeit in min	Temperatur in °C	Zeit in min	Temperatur in °C
0		8,5		17	
0,5		9		17,5	
1		9,5		18	
1,5		10		18,5	
2		10,5		19	
2,5		11		19,5	
3		11,5		20	
3,5		12		20,5	
4		12,5		21	
4,5		13		21,5	
5		13,5		22	
5,5		14		22,5	
6		14,5		23	
6,5		15		23,5	
7		15,5		24	
7,5		16		24,5	
8		16,5		25	



DAS PHASENDIAGRAMM

Wir haben gelernt, dass der Aggregatzustand eines Stoffes von seiner **Temperatur** abhängt. Gibt es noch weitere Faktoren, die Aggregatzustände beeinflussen?

Neben der Temperatur kann auch die Veränderung des **Drucks** zu einer Veränderung der Aggregatzustände führen. Der Zusammenhang von Temperatur, Druck und Wechsel des Aggregatzustandes ist im unteren **Phasendiagramm** dargestellt.



② Markiere im Phasendiagramm den Punkt, an dem...

- Wasser bei Normaldruck (1bar) erstarzt.
- Wasser bei Normaldruck (1bar) verdampft.

③ Vervollständige die Aussagen.

Je der Druck, desto ist die Siedetemperatur des Wassers.

Je die Temperatur, desto ist der Siededruck des Wassers.

Eierkochen auf dem Mount Everest?



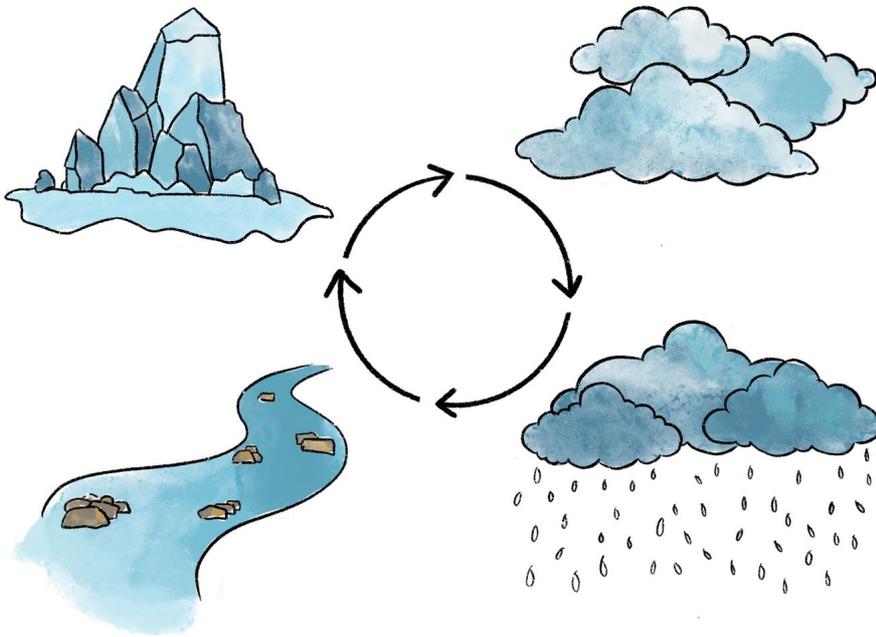
[Teil 1](#)



[Teil 2](#)



FRISCHES WASSER DANK WASSERKREISLAUF



Die Oberfläche unserer Erde ist zu ca. 2/3 mit Wasser bedeckt. 97 Prozent des Wassers befindet sich in Form von Salzwasser in Ozeanen und Meeren. Süßwasser (ca. 2,7 Prozent) ist zum Großteil als Eis in den Gletschern der Arktis und Antarktis gebunden oder befindet sich unter der Erdoberfläche als Grundwasser.

Lediglich 0,3% des gesamten verfügbaren Wassers fließen in Flüssen, Seen oder Staustufen und sind für den Menschen nutzbar.

Lebewesen und Pflanzen benötigen **Süßwasser** für ihren Stoffwechsel. Woher bekommen wir frisches Wasser?

Der Wasserkreislauf sorgt dafür, dass der Vorrat an nutzbarem Wasser ständig aufgefüllt wird. Man kann ihn als eine große **Destillationsanlage** beschreiben, die aus Salzwasser Süßwasser herstellt.

- ④ Für einen besseren Überblick über die Anteile von Wasser auf der Erde sind diese in der folgenden Tabelle dargestellt. Berechne die fehlenden Werte in der Tabelle.

Wasser-vorkommen	Wassermenge in Mio. km ³	Anteil an der gesamten Wassermenge in %
Weltmeere	1348	97,4
Eis und Schnee	27,8	
Grundwasser		0,57
Flüsse und Seen	0,2	
Atmosphäre		0,0001

Video zum Wasserkreislauf



Wissenswert

Die 2,7% Süßwasser liegen zu einem Großteil in Form von Schnee und Eis vor (etwa 78%). Von den 3% Süßwasser sind etwa 0,03% Trinkwasser.

DER WASSERKREISLAUF



Abb. 1 – Der Wasserkreislauf

Das Oberflächenwasser **verdunstet**, lässt dadurch das gelöste Salz zurück und steigt als **Wasserdampf** in die Atmosphäre. Dort, wo Sonnenlicht auf die Erdoberfläche trifft, wird die Verdunstung verstärkt. Da es in höheren Luftschichten kälter ist, **kondensiert** der Wasserdampf zu kleinen Wassertropfen. Es entstehen sichtbare **Wolken**. In sehr hohen Luftschichten ist es so kalt, dass sich kleine Eiskristalle bilden.

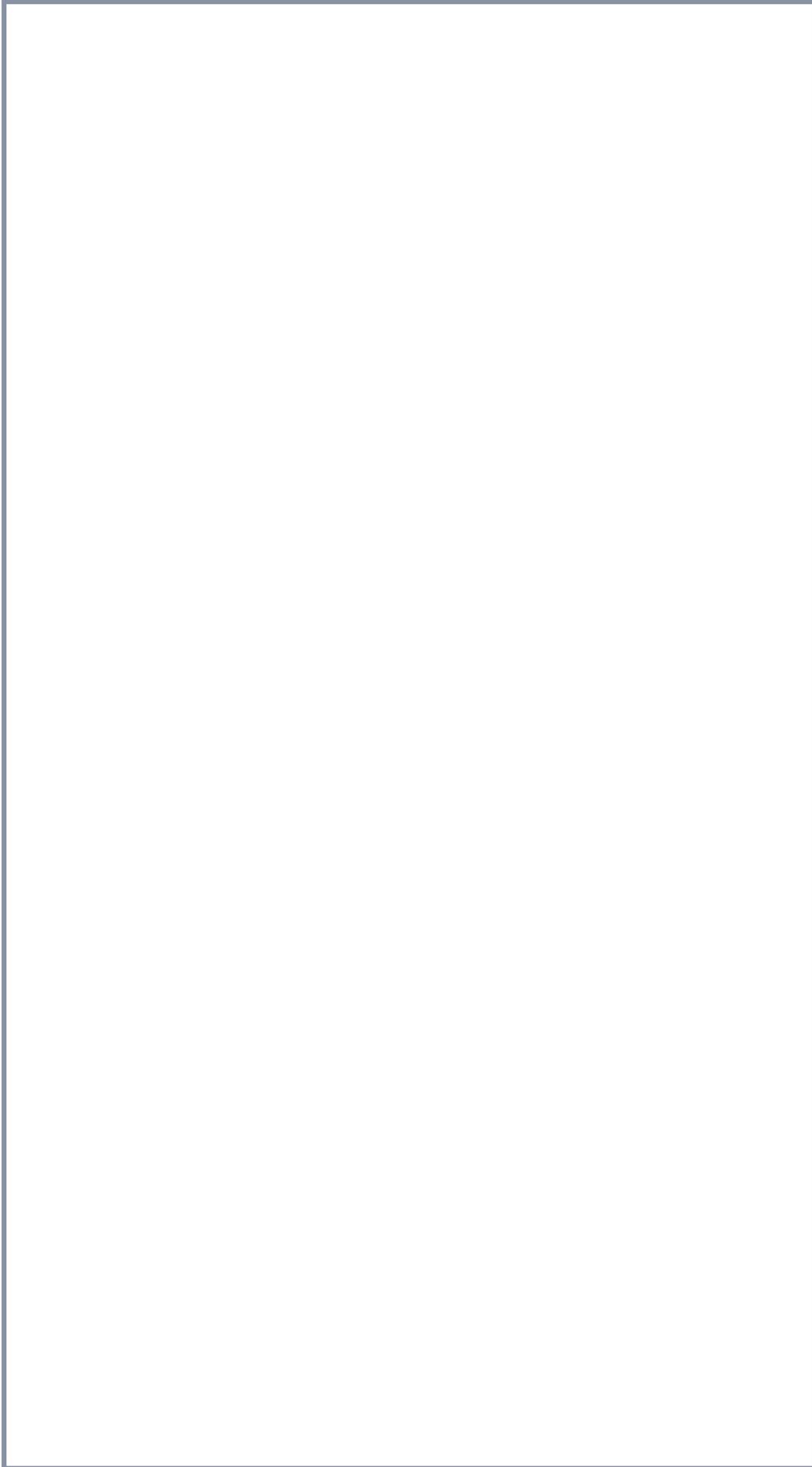
Winde sorgen dafür, dass Wolken kilometerlange Reisen zurücklegen können. Durch Kondensation bilden sich immer größere Wassertropfen oder Eiskristalle. Wenn die Tropfen oder Kristalle zu schwer werden, fallen sie in Form von Regen, Schnee oder Hagel zurück auf die Erde. Man spricht von **Niederschlag**.

Trifft der Niederschlag auf die Erdoberfläche, kann er bei kälteren Temperaturen in gefrorenem Zustand als Schnee über eine längere Zeit liegen bleiben.

Im flüssigen Aggregatzustand wird Wasser vom Boden aufgenommen. Auf diese Weise werden Pflanzen mit Wasser versorgt. Das Wasser fließt durch den Boden, über Flüsse oder Seen zurück in Richtung Ozean.

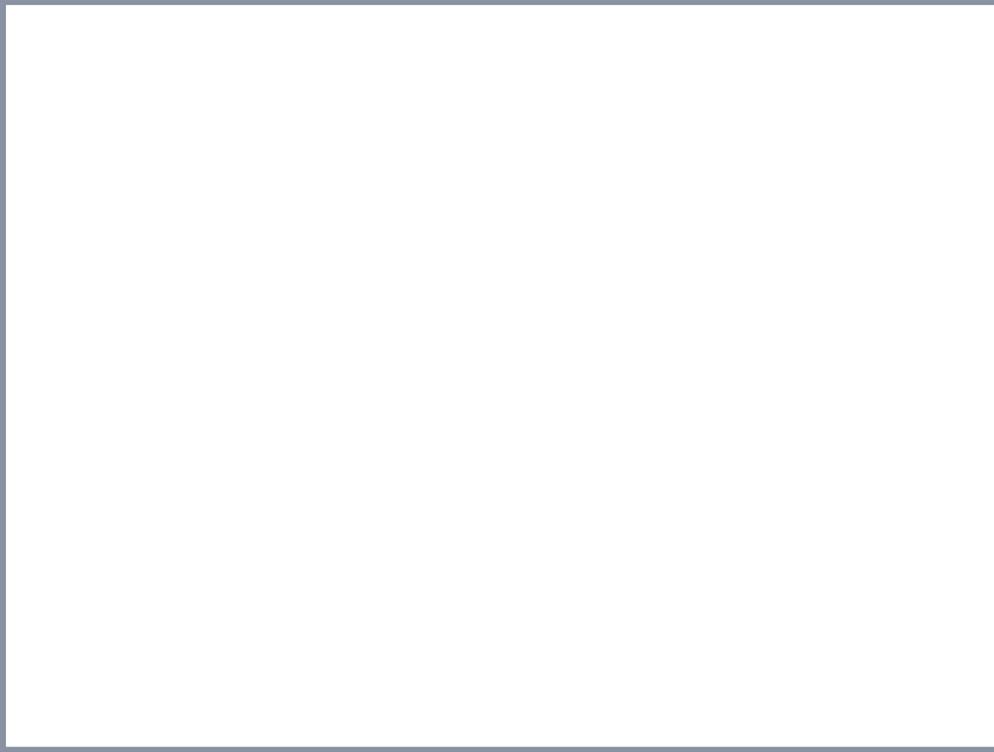
- ⑤ Zeichne einen Wasserkreislauf. Überlege dazu:
- Welche Stationen durchläuft das Wasser?
 - In welchem Aggregatzustand befindet sich das Wasser an diesen Stationen?
 - Warum verändert sich das Wasser an den einzelnen Stationen?

DER WASSERKREISLAUF

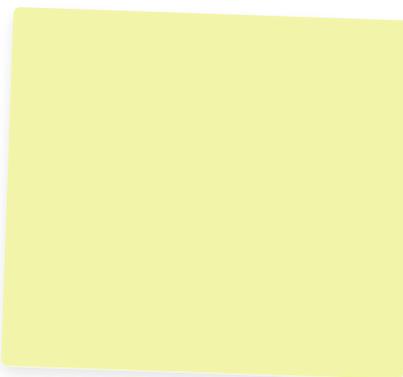
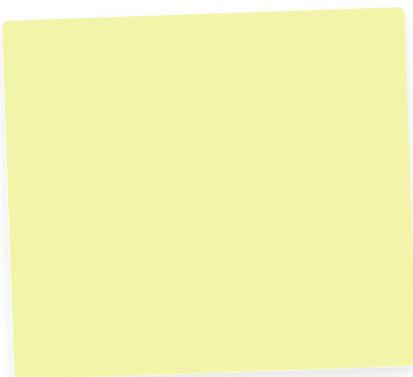
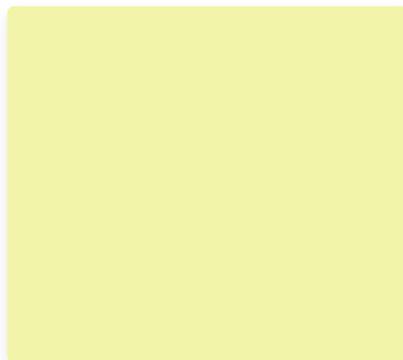


AUSWERTUNG

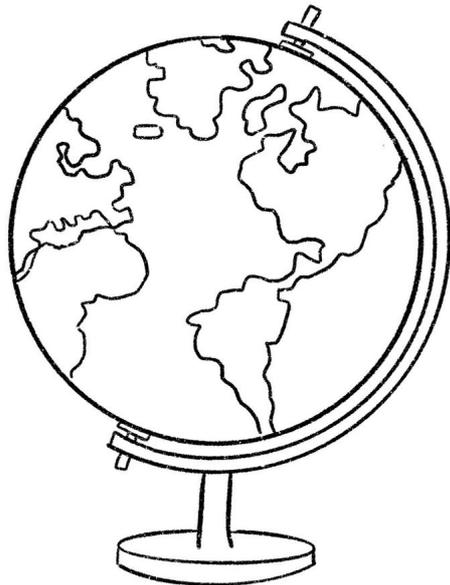
Welche Stationen des Wasserkreislaufs erkennst du im Experiment wieder?
Zeichne den Versuchsaufbau.



⑥ Was hat der Wasserkreislauf mit dem Klima zu tun?
Halte deine Vermutungen fest.



- ② Stell dir vor, die Wärmebildkamera würde direkt nach dem Anschalten der Lampe ein Bild aufnehmen.
- a) Skizziere den Farbverlauf für die oben beschriebene Situation.
 - b) Vergleiche dein Bild mit Abb. 2. Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede stellst du fest?



- ③ Diskutiere mit deiner Sitznachbarin/deinem Sitznachbar, welchen Einfluss die folgenden Faktoren auf die gemessene Temperatur haben.

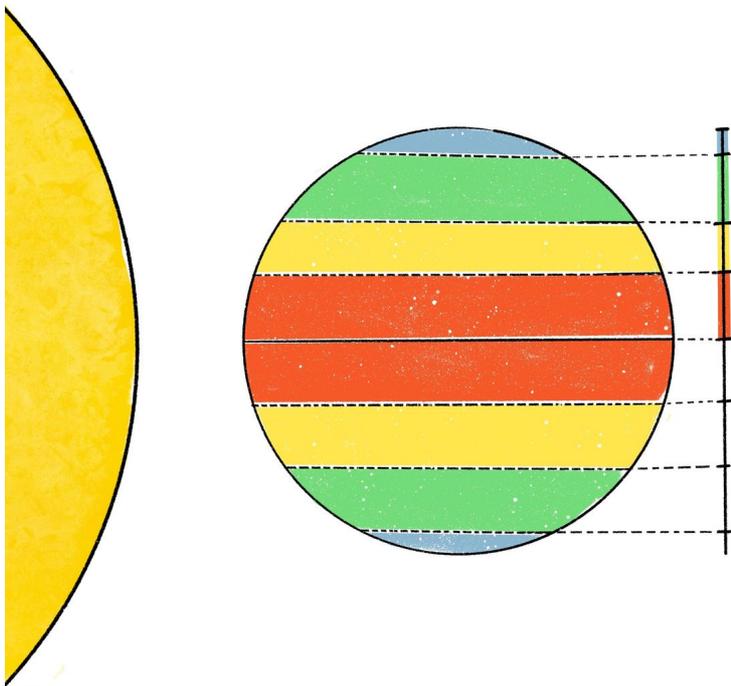
Faktor	Einfluss auf die Temperatur
Entfernung der Lampe	
Zeit der Bestrahlung	
Einfallswinkel des Lichtes auf den Globus	
Helligkeit der Lampe	
Glühbirne oder LED	



ENTSTEHUNG DER KLIMAZONEN

Auf der Erde existieren verschiedene Klimazonen. Während es an den Polen ganzjährig kalt ist, bleibt es am Äquator durchgehend warm.

Auf dem Bild siehst du einen Ausschnitt der Sonne und einen Querschnitt der Erde. Die Erde ist in unterschiedlich farbige Bereiche eingeteilt - **die Klimazonen**.

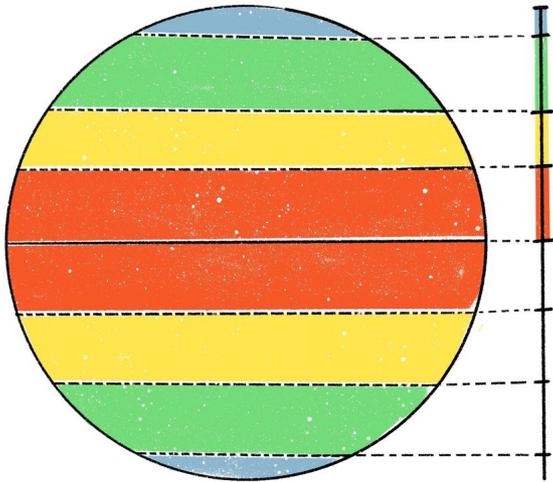


④ Ordne die Klimazonen den Farben zu.

- | | |
|------------------|--------|
| Subtropen ● | ○ blau |
| Kalte Zone ● | ○ grün |
| Gemäßigte Zone ● | ○ gelb |
| Tropen ● | ○ rot |

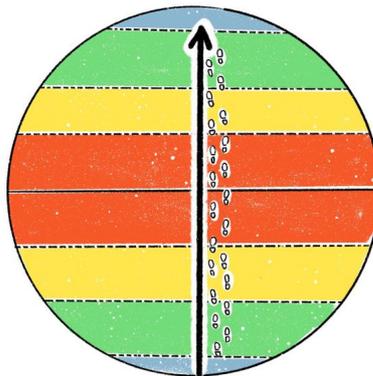
⑤ In dieser Darstellung wurden viele Aspekte vereinfacht dargestellt und nicht maßstabsgetreu abgebildet. Nenne fünf Vereinfachungen.

⑥ Vergleiche die Breite der einzelnen Klimazonen. Was fällt dir auf?



⑦ Eine Person reist vom südlichen Ende einer Klimazone zum nördlichen Ende einer Klimazone. Dabei bewegt sie sich nur nach Norden und weicht nicht nach Westen oder Osten ab.

Vergleiche diese Strecken zwischen den Klimagrenzen auf der Erdoberfläche miteinander. Was fällt dir auf?





- ⑧ In der gemäßigten Zone ist es durchschnittlich kälter als in den Tropen. Julia, Cem und Freya versuchen das zu erklären. Bewertet ihre Aussagen.

"Natürlich ist es in den Tropen viel wärmer, die sind ja auch näher an der Sonne – sieht man doch."

Julia

"Das liegt doch daran, dass in der gemäßigten Zone viel weniger Sonnenstrahlen auftreffen."

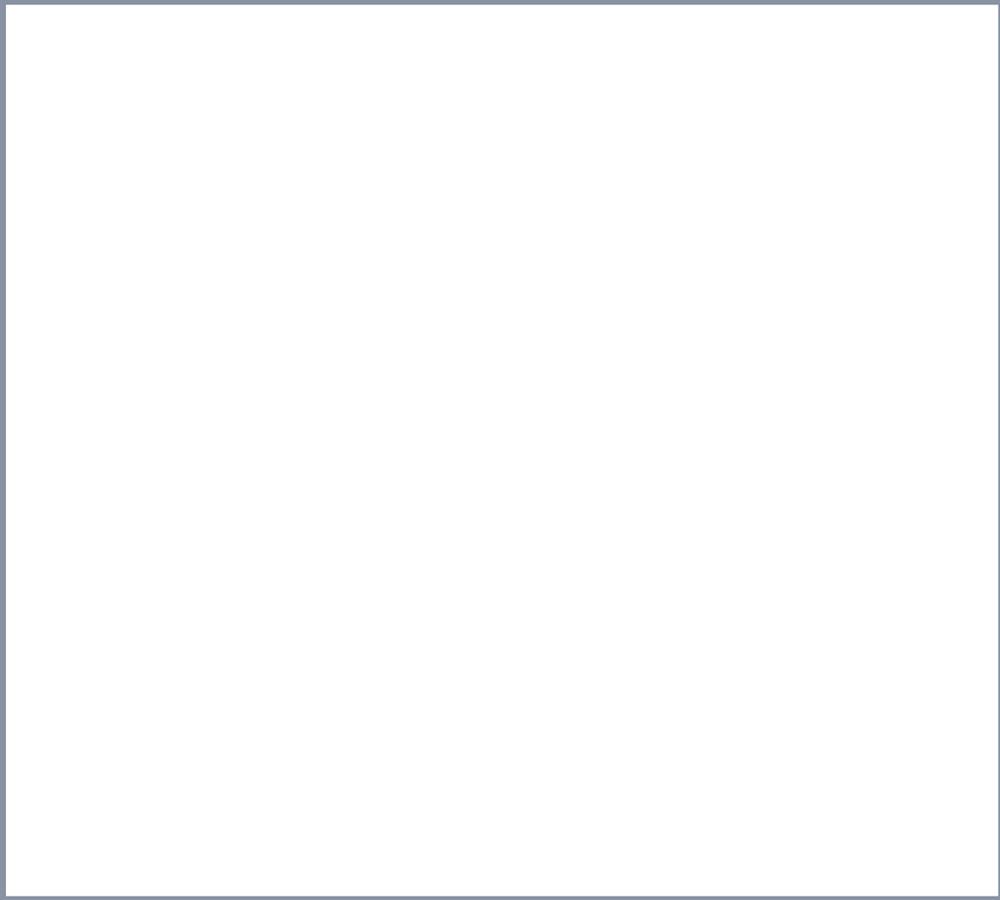
Cem

"Der Winkel spielt hier doch eine Rolle. Wenn die Strahlen schräg einfallen, dann ist es ja kälter. Die gemäßigte Zone steht ja schräger zur Sonne."

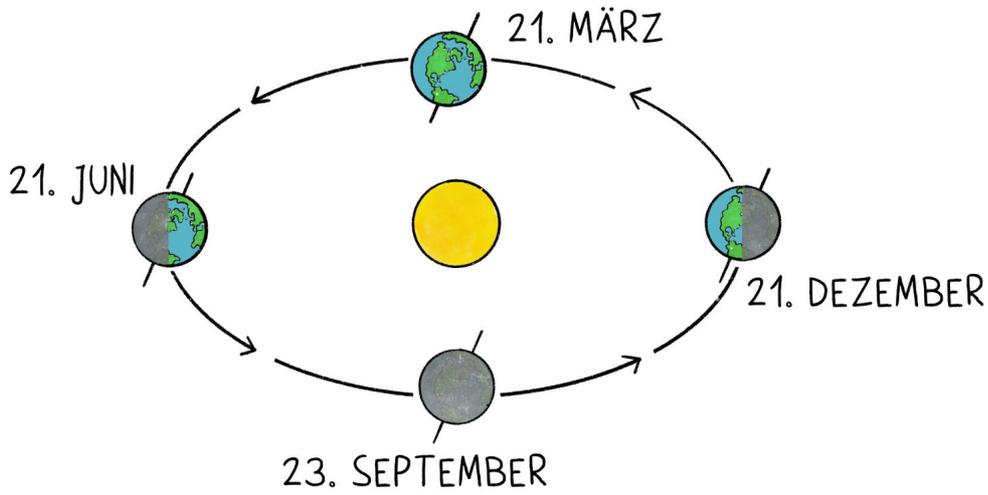
Freya



- ⑨ Warum ist es in manchen Klimazonen wärmer?
a) Formuliere eine Erklärung.
b) Zeichne dazu eine hilfreiche Skizze.

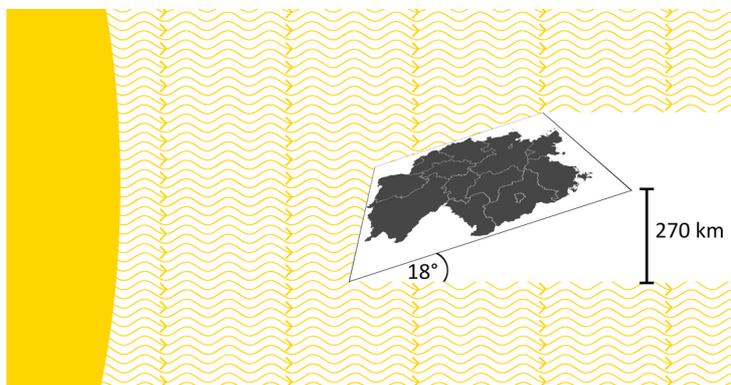
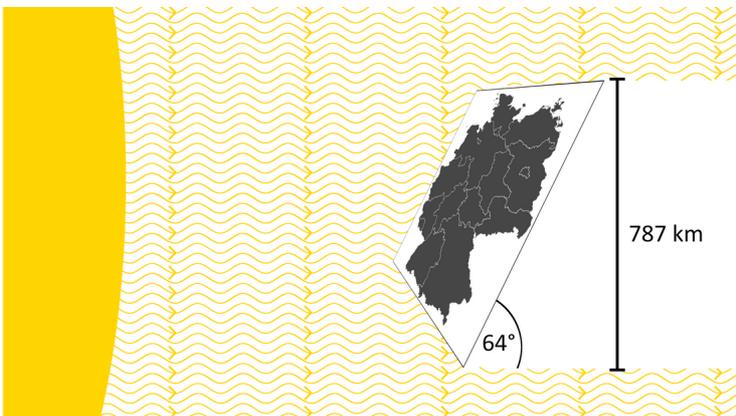


ENTSTEHUNG DER JAHRESZEITEN



10 **Warum gibt es Jahreszeiten?**

- a) Schau dir das Video an.
- b) Überlege dir für beide Bilder eine Überschrift.
- c) Beschrifte die Bilder.



**Erklärvideo
Jahreszeiten**



11 Fülle den Lückentext aus.

Die Erde dreht sich um und um .

Außerdem ist die Erdachse .

Die verschiedenen entstehen dadurch, dass die Erde rund ist. Die Rundung der Erde sorgt dafür, dass die Klimazonen in unterschiedlichen zur Sonne stehen. Die stehen fast senkrecht zu der Sonnenstrahlung. Die steht zur Mitte des Jahres fast parallel zu den Sonnenstrahlen.

Wenn man zwei Klimazonen vergleicht, dann gilt: je stärker die Oberfläche von der Sonne weg geneigt ist, desto ist es.

Die Drehung um sorgt für Tag und Nacht. Auf der sonnenabgewandten Seite ist , weil

Auf der sonnenzugewandten Seite ist , weil

Die Drehung um die Sonne und die gekippte Erdachse sorgen dafür, dass es Jahreszeiten gibt. Ein lang ist die Nordhälfte zur Sonne geneigt, ein lang ist die Südhälfte zur Sonne geneigt.

Wenn die Nordhälfte zur Sonne geneigt ist, dann ist in Mitteleuropa .

Wenn die Südhälfte zur Sonne geneigt ist, dann ist in Mitteleuropa . Im kommt auf der gleichen Fläche weniger Sonnenstrahlung an als im .

Die Temperatur im Sommer ist höher als im Winter, weil mehr

von der Sonne auf Mitteleuropa trifft. Dabei erwärmt die Strahlung

.



Tag
Nacht
die Sonne (2x)
Winkeln
kälter
schräg
sich selbst
Klimazonen
Tropen
Kalte Zone



2.2 WETTER, WITTERUNG, KLIMA - ALLES DAS GLEICHE?

①

- Schneide die Symbole auf der letzten Seite des Kapitels aus.
- Lies die Erklärungen zu „Wetter“, „Witterung“ und „Klima“.
- Erkläre die Begriffe „Wetter“, „Witterung“ und „Klima“. Überlege dir dazu ein Legebild aus den ausgeschnitten Symbolen. Du kannst auch etwas einzeichnen.

WETTER

1. Das **Wetter** ist der Zustand der Luft an einem bestimmten **Ort** zu einem bestimmten **Zeitpunkt**.

2. Typisch für die Beschreibung von Wetter sind **Ortsbeschreibungen** wie „hier“ oder „in Köln“ und **Zeitangaben** wie „heute“ oder „um 12 Uhr“.

Beispiel: Wie ist das Wetter heute in Münster?

WITTERUNG

1. Die **Witterung** ist das Wetter an **einem Ort** über einen **Zeitraum** hinweg (eine Woche bis zu mehreren Monaten).

2. Charakteristisch für die Beschreibung von **Witterung** sind **Ortsangaben** wie „hier“ oder „in Köln“ und **Zeitangaben** wie „in den letzten Wochen“, „im Oktober“ oder „im Herbst“.

Beispiel: Wie ist die Witterung für diesen März in Münster?

KLIMA

1. Das **Klima** beschreibt das Wetter in einem großen **Gebiet** (ein Land, ein Kontinent oder die Erde) über einen **langen Zeitraum** (mindestens 30 Jahre).

2. Charakteristisch für die Beschreibung von **Klima** sind **Ortsangaben** wie „in Deutschland“ oder „global“ und **Zeitangaben** wie „Jahresdurchschnitt“, „in den letzten 30 Jahren“ oder „immer im Frühjahr“.

Beispiel: Das Klima in Südostasien ist überwiegend tropisch und feucht. Im Frühjahr herrscht in weiten Teilen Trockenzeit.

- ② Erkläre deiner Partnerin/deinem Partner den Unterschied zwischen **Wetter**, **Witterung** und **Klima**. Nutze dafür dein Legebild.
- ③ Entwickelt mit euren Legebildern ein Lernplakat, auf dem die Begriffe **Wetter**, **Witterung** und **Klima** erklärt werden.
- ④ **Abschlussquiz: Ist das Wetter, Witterung oder Klima?**
 - Öffnet den QR Code und spielt das Kahoot Quiz.
 - Nach dem Quiz: Müsst ihr noch etwas auf eurem Lernplakat ergänzen?



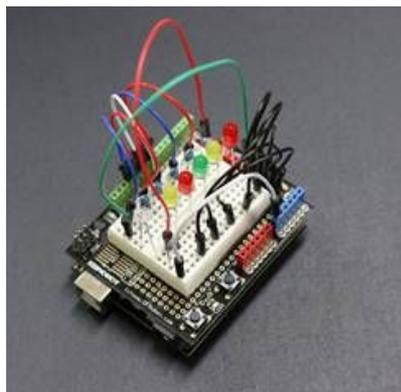
Quiz



Wetterstation bauen mit dem Arduino

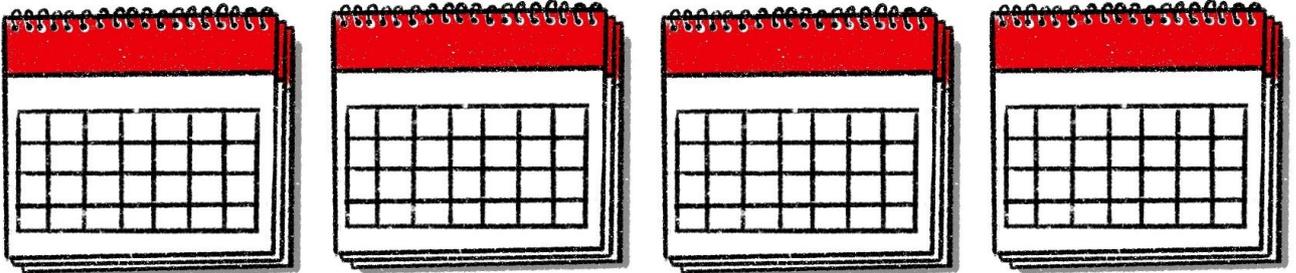
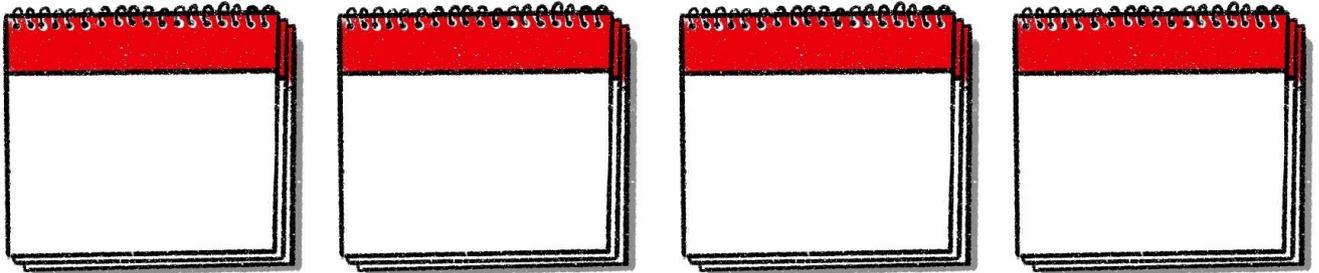
Im QR-Code Link findest du eine Anleitung, um eine Wetterstation zu bauen. Du kannst dir für den Bau der Wetterstation verschiedene Schwierigkeitsstufen aussuchen.

Es gibt eine Materialliste und eine Einführung in die Arbeit mit dem Mikrocontroller.



Bauanleitung





3. WAR DAS KLIMA FRÜHER ANDERS?

- ① Lies den Text über euren Zeitabschnitt. Du findest ihn auf der letzten Seite des Kapitels.
Erstellt einen Steckbrief zu eurem Zeitabschnitt. Beantwortet dazu die folgenden Fragen:
- a) Wann war euer Zeitabschnitt?
 - b) Wie war die Durchschnittstemperatur?
 - c) Wie sah es auf der Erde im Vergleich zu heute aus?

STECKBRIEF ERDE

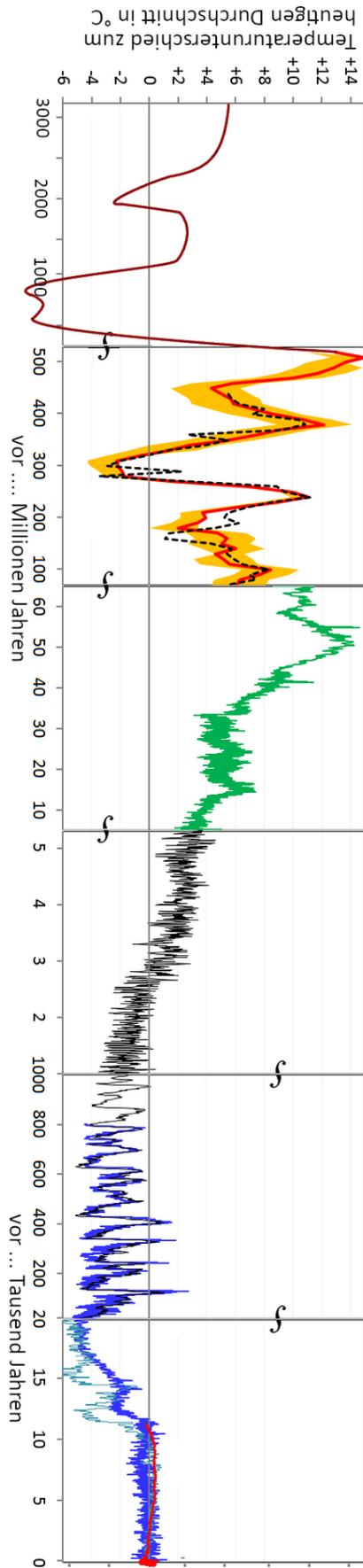
ZEITALTER:

DURCHSCHNITTSTEMPERATUR:

AUSSEHEN DER ERDE:

- ② Vergleicht in der Gruppe eure Steckbriefe. Korrigiert und ergänzt euren Steckbrief.

③ Ordnet euren Abschnitt in das Diagramm ein.



Temperatur der Erde

- ④ Triff dich in Expertengruppen, um euch über eure Zeitabschnitte auszutauschen.
- a) Präsentiert eure Steckbriefe gegenseitig.
 - b) Mache dir Notizen zu den Steckbriefen der anderen Zeitabschnitte.
 - c) Markiere im oberen Diagramm den Zeitraum der anderen Zeitabschnitte.

KREIDEZEIT	LETZTE KALTZEIT
RÖMISCHES OPTIMUM	SCHNEEBALL ERDE



MATERIAL: TEXTE ZU DEN ZEITABSCHNITTEN

DAS RÖMISCHE OPTIMUM

Das römische Optimum beschreibt die Zeitspanne von **etwa 200 Jahren v. Chr. bis 150 Jahre n. Chr.**

In dieser Zeit war es im Mittelmeerraum und auf dem **europäischen Kontinent** ein wenig **wärmer und niederschlagsreicher** als heute.

Dies könnte mehrere Gründe gehabt haben. Auf der einen Seite wäre eine stärkere Sonnenaktivität, ein Vulkanausbruch oder eine Veränderung von Winden und Meeresströmungen denkbar. Auch die von den Römern stark veränderte Landnutzung könnte zu lokalen Veränderungen geführt haben. In anderen Teilen der Welt können Forscher diese Warmzeit nicht nachweisen.

Auf der **britischen Insel wurden Olivenbäume und Weinreben** angebaut. Ägypten, die Kornkammer des römischen Reichs, war besonders fruchtbar und versorgte viele Menschen mit ausreichend Nahrung.

Das Klima hatte einen nicht zu vernachlässigen Effekt auf das römische Reich. Das römische Reich ist gegen Ende dieser Periode unter Kaiser Trajan so weit ausgedehnt und mächtig wie niemals zuvor.

DIE KREIDE

Der Zeitraum von vor **140 Millionen Jahren bis 66 Millionen Jahren** wird Kreide genannt. Die Durchschnittstemperatur auf der Erde lag bei **8,5°C** über der heutigen Durchschnittstemperatur. Es gab kein Eis am Nordpol und am Südpol. Es gab nicht so viel Landmasse wie heute, da der Meeresspiegel höher war.

Die Erde war von verschiedenen Pflanzen bedeckt. Zu Beginn der Kreide gab es vor allem **Bäume und Farn**. Später entwickelten sich Graslandschaften. Sowohl am Nordpol als auch am Südpol war es so warm, dass dort Bäume und andere Pflanzen wachsen konnten.

Die Kreide war ein Zeitalter der **Dinosaurier**. Die größten Dinosaurierarten lebten in der Kreide. Es gab auch einige kleine Säugetiere, die sich jedoch erst mit dem Aussterben der Dinosaurier am Ende der Kreidezeit verbreiten konnten.

Die Kreidezeit endete mit einem globalen Massensterben, bei dem über 70% der auf der Erde lebenden Arten ausgestorben sind. Ausgelöst wurde dieses Massensterben höchstwahrscheinlich von einem Meteoriteneinschlag auf dem Gebiet des heutigen Mexiko. Der Meteoriteneinschlag hatte starke und schnell eintretende klimatische Veränderungen auf der gesamten Erde zur Folge.

DIE LETZTE KALTZEIT

Der Zeitabschnitt zwischen **115 000 und 12 000 Jahren** wird letzte Kaltzeit genannt. Weltweit waren die Durchschnittstemperaturen circa **5-6°C niedriger** als heute. Darum sah die Erde ganz anders aus:

Große Teile Nordeuropas, Nordasiens und Nordamerikas waren mit **Eismassen** bedeckt. Die Eismassen waren stellenweise mehrere Kilometer dick. Sie überzogen ein Drittel der gesamten Landmasse.

Aufgrund des Eises war der **Meeresspiegel 100 Meter niedriger** als heute. Die Nordsee und viele andere Meere lagen trocken. Etliche Inseln konnten zu Fuß erreicht werden, es gab zum Beispiel eine Landverbindung zwischen Frankreich und Großbritannien.

Es gab viel weniger Wald und mehr **Graslandschaften und Steppen**. In dieser Zeit lebten **große Säugetiere und Vögel**, z.B. Mammuts, Wollhaarnashörner und Säbelzahn tiger.

Es gab schon Menschen in Europa, die **Neandertaler**. Sie wohnten nicht an einem Ort. Die Neandertaler waren **Jäger und Sammler**, die durch die Landschaften zogen. In der heutigen Türkei entwickelten sich gegen Ende der letzten Kaltzeit die ersten sesshaften Menschen. Diese zogen nicht mehr durch die Gegend, sondern ernährten sich durch Landwirtschaft und Viehzucht. Sie wurden **sesshaft**.

SCHNEEBALL ERDE

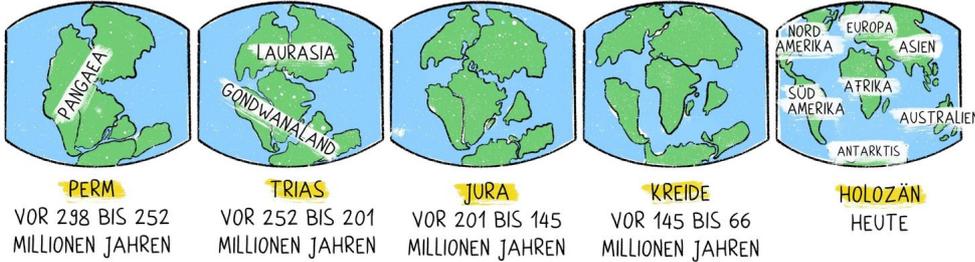
„Schneeball Erde“ beschreibt die Hypothese der globalen Vereisung der Erde in der Zeitspanne von vor **750 Millionen Jahren bis vor 640 Millionen Jahren**. Die Durchschnittstemperatur lag bei **-50°C**.

Zu dieser Zeit existierten keine Tiere oder Pflanzen. Die einzigen Lebewesen waren eine geringe Anzahl an Bakterien, die überwiegend unter der Eisschicht in Ozeanen lebten.

Heftige Vulkanausbrüche beendeten das lebensfeindliche Klima: die Erde begann aufzutauen.

Das genaue Ausmaß der Vereisung ist unklar. Aufgrund der unvollständigen und teilweise widersprüchlichen Datenlage wird die Hypothese „Schneeball Erde“ von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern immer noch diskutiert.

3.1 VISUALISIERUNG DER ERDGESCHICHTE



Es ist schwierig, sich einen Zeitraum von Milliarden Jahren vorzustellen: Deswegen versuchen wir, die gesamte Erdgeschichte im Zeitraum eines Jahres darzustellen!

- Mach dich mit dem Modell vertraut, indem du die jeweiligen Zeiteinheiten zuordnest. Links stehen die Zeiträume aus unserem Modell. Rechts stehen die entsprechenden Zeiträume in der Wirklichkeit.

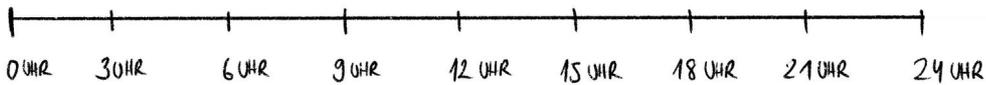
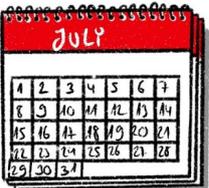
- | | |
|----------------|-------------------------|
| drei Jahre ● | ○ 383,3 Millionen Jahre |
| ein Jahr ● | ○ 4,6 Milliarden Jahre |
| ein Monat ● | ○ 8 752 Jahre |
| eine Woche ● | ○ 146 Jahre |
| ein Tag ● | ○ 85,2 Millionen Jahre |
| eine Stunde ● | ○ seit dem Urknall |
| eine Minute ● | ○ 525 114 Jahre |
| eine Sekunde ● | ○ 12,6 Millionen Jahre |

- Fülle die Tabelle auf der nächsten Seite aus.
 - Recherchiere, in welchem Zeitraum die Ereignisse in der linken Spalte stattgefunden haben.
 - Trage diese Zeiträume in die zweite Spalte ein.
 - Rechne die Zeiträume aus der zweiten Spalte in die Zeiträume in unserem Modell um.
 - Trage die berechneten Zeiträume in die dritte Spalte ein.
 - Füge noch drei weitere Ereignisse mit ihren jeweiligen Zeiträumen in der Wirklichkeit und im Modell in die Tabelle ein.

! Tipp
Aufgabe 1 hilft dir beim Umrechnen.

Ereignis	Zeitraum in der Wirklichkeit	Zeitraum im Modell
Bäume		
das erste Leben		
Dinosaurier		
Säugetiere		
Tiere		
Landgang der Wirbeltiere		
Menschen		
moderne Menschen		
Smartphones mit Touchscreen		
Autos		
die letzte Kaltzeit		
Schneeball Erde		
das römische Optimum		
Mammuts		

③ Trage die einzelnen Ereignisse in den Kalender ein.

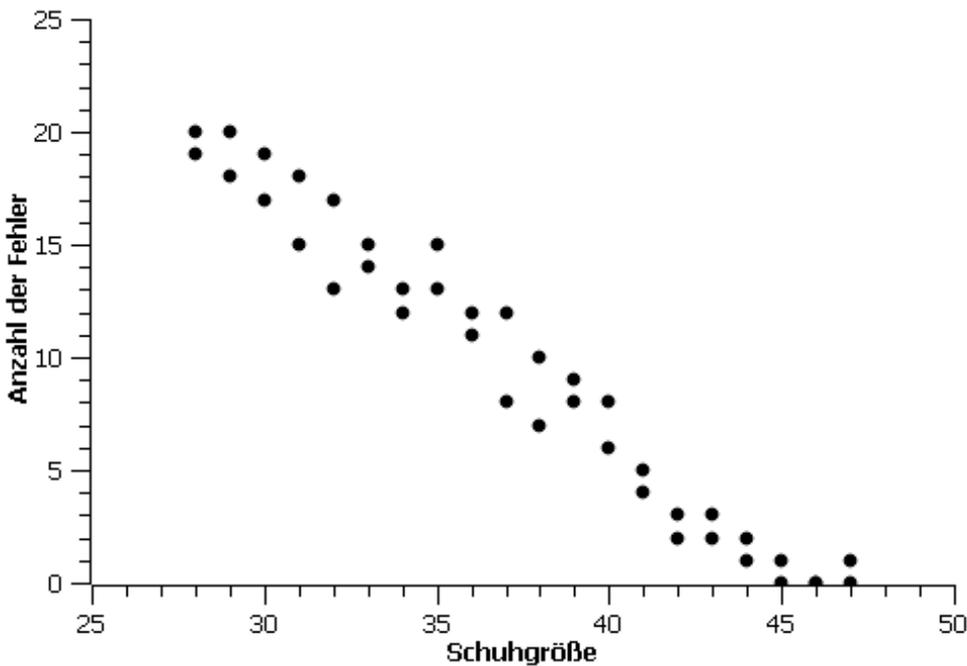


3.2 ZUSAMMENHÄNGE AUS DIAGRAMMEN ERKENNEN UND

Im Folgenden findest du ein erfundenes Gedankenexperiment. Mit dieser Übung sollst du dafür sensibilisiert werden, Daten kritisch zu hinterfragen

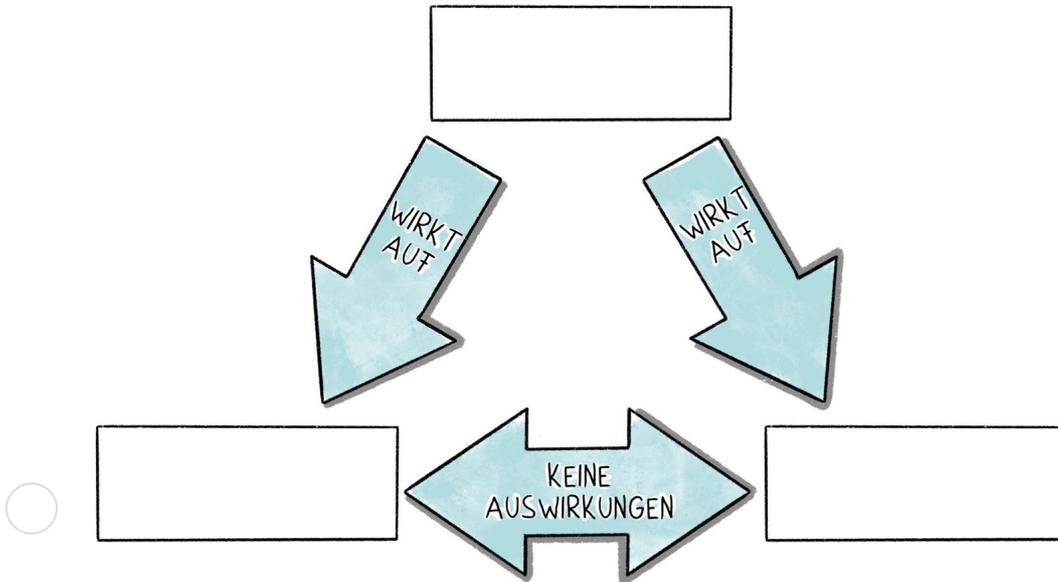
Ein Forscherteam hat herausgefunden, dass es einen Zusammenhang zwischen der Schuhgröße und der Anzahl der Fehler in einem Diktat gibt. Sie haben 40 Personen ein kleines Diktat schreiben lassen und ihre Schuhgröße gemessen. Die Forscher schreiben dazu:

"Jeder Punkt in der Grafik stellt eine Person dar. Wir haben herausgefunden, dass es einen Zusammenhang zwischen der Schuhgröße und der Anzahl von Fehlern im Diktat gibt. Die Personen mit einer größeren Schuhgröße machen weniger Fehler als die Personen mit einer kleineren Schuhgröße."



① Stelle eine Hypothese auf, wie die Schuhgröße und die Anzahl der Fehler in einem Diktat zusammenhängen können.

② Ordne die Begriffe in die Kästen.



Alter
Schuhgröße
Fehler im Diktat

③ In einer anderen Klasse diskutieren Fatih, Vladimir und Anna ihre Ideen. Bewerte die Aussagen der drei.

"Das ist doch ganz klar, du hast ein größeres Gehirn, weil du größere Füße hast."

Fatih

"Ne, das ist andersherum: Du hast größere Füße, weil du besser bist im Diktat."

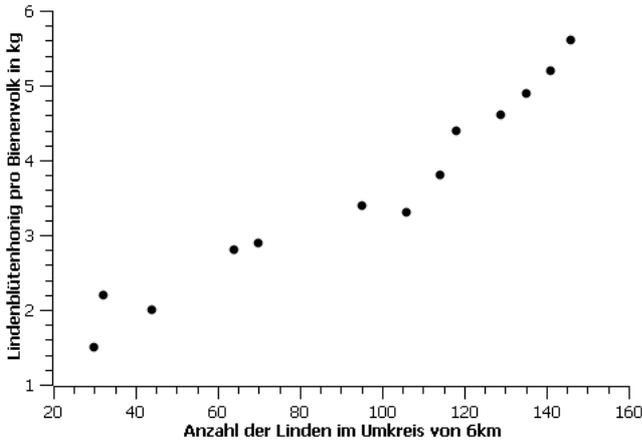
Vladimir

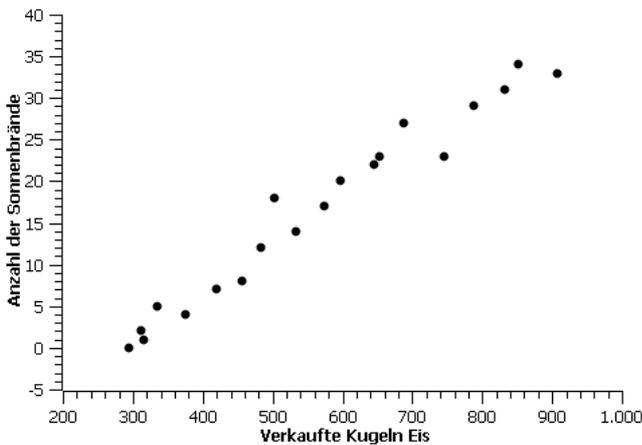
"Ach was, das ist doch sowieso alles nur Zufall. Ich habe kleine Füße, aber bin trotzdem gut in Diktaten."

Anna

④ Betrachte die Diagramme.

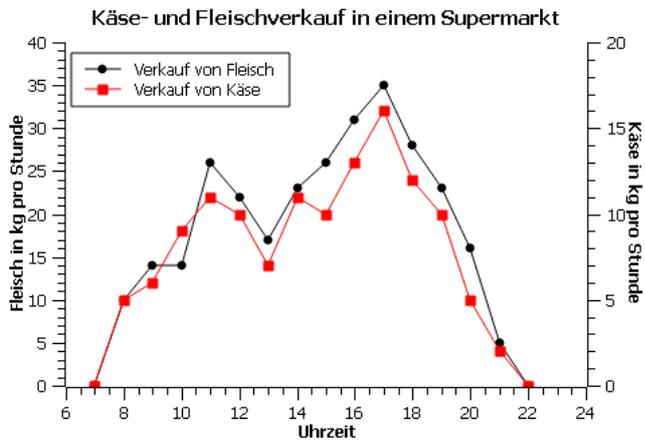
- a) Beschreibe, welche Zusammenhänge die Diagramme darstellen.
- b) Stelle Vermutungen an, was die Ursachen und die Wirkungen betreffen.
- c) Manchmal gibt es auch eine dritte Ursache, die beide Eigenschaften beeinflusst (wie bei der Schuhgröße und den Fehlern im Diktat). Welche Ursache könnte das sein?

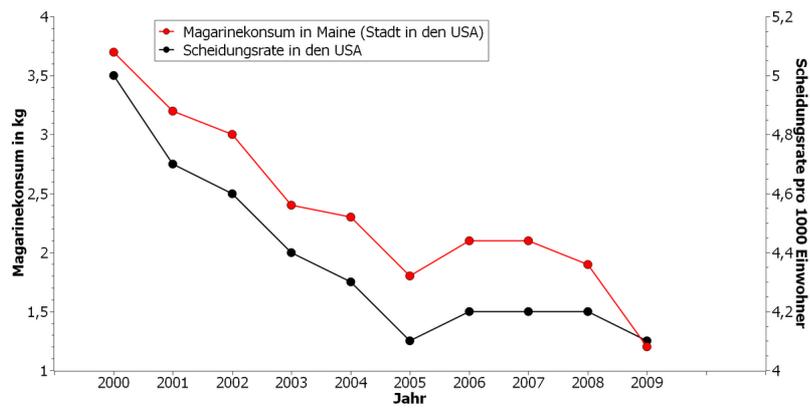




Oft sind Ursache und Wirkung nicht eindeutig. Manchmal ist der Zusammenhang einfach nur Zufall...

- ⑥ Betrachte beide Liniendiagramme.
- Welche Zusammenhänge stellen die beiden Diagramme jeweils dar?
 - Überlege, was die Ursache und Wirkung sein kann.
 - Überlege, was eine gemeinsame Ursache sein könnte.

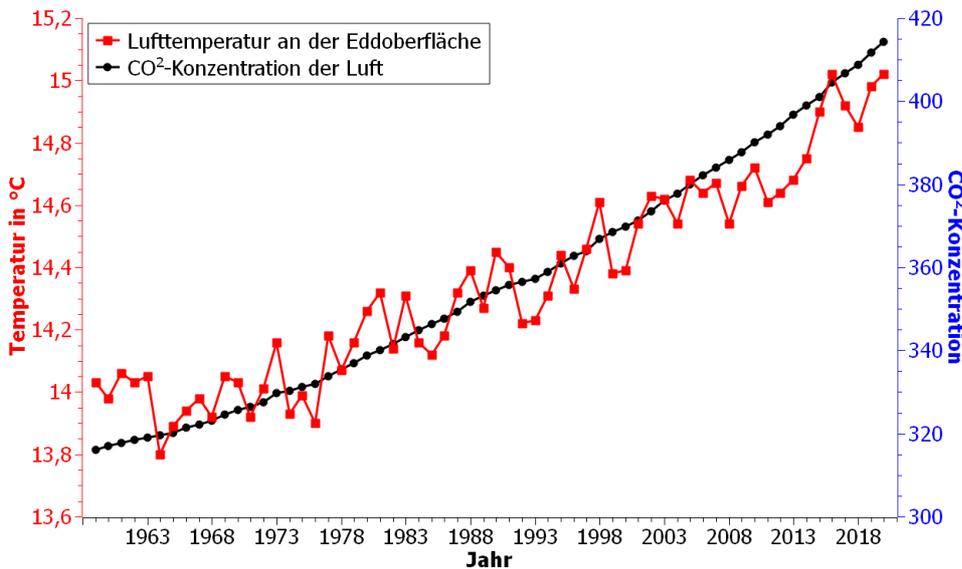




KANNST DU DIAGRAMME LESEN?

Um den Klimawandel zu verstehen, muss man viele Diagramme lesen und verstehen.

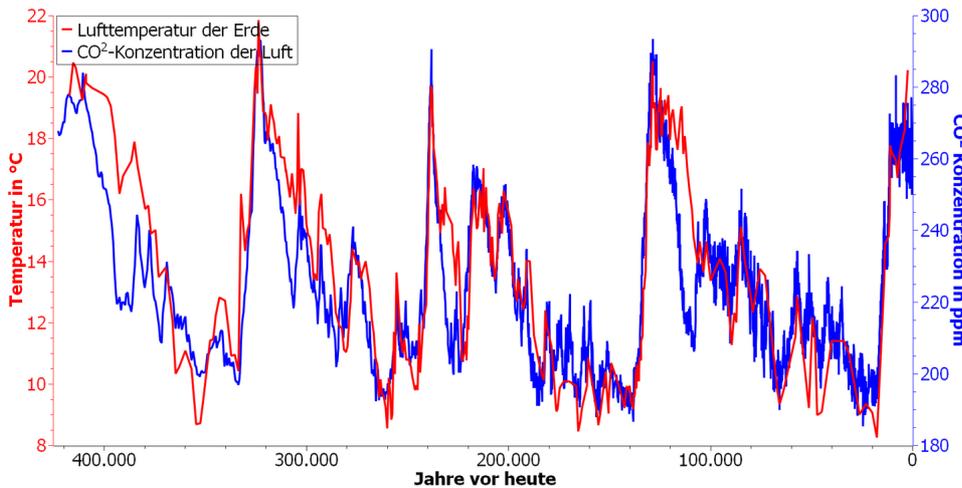
- ⑦ Die nächsten Diagramme zeigen die Entwicklung der Temperatur und die Entwicklung der CO₂-Konzentration auf der Erde.
 - a) Beschreibe die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Diagramme.
 - b) Formuliere drei verschiedene Möglichkeiten, wie sich Temperatur und die CO₂-Konzentration beeinflussen könnten.
 - c) Bewerte, welche Zusammenhänge für dich am wahrscheinlichsten scheinen.



ppm
parts per million
 wörtlich übersetzt
 „Anteile pro Million“

Ein Millionstel steht für die Zahl 10⁶

Temperatur und CO₂-Konzentration der letzten 63 Jahre



Temperatur und CO₂-Konzentration der letzten 500 000 Jahre

4. DIE ATMOSPHÄRE UNSERER ERDE

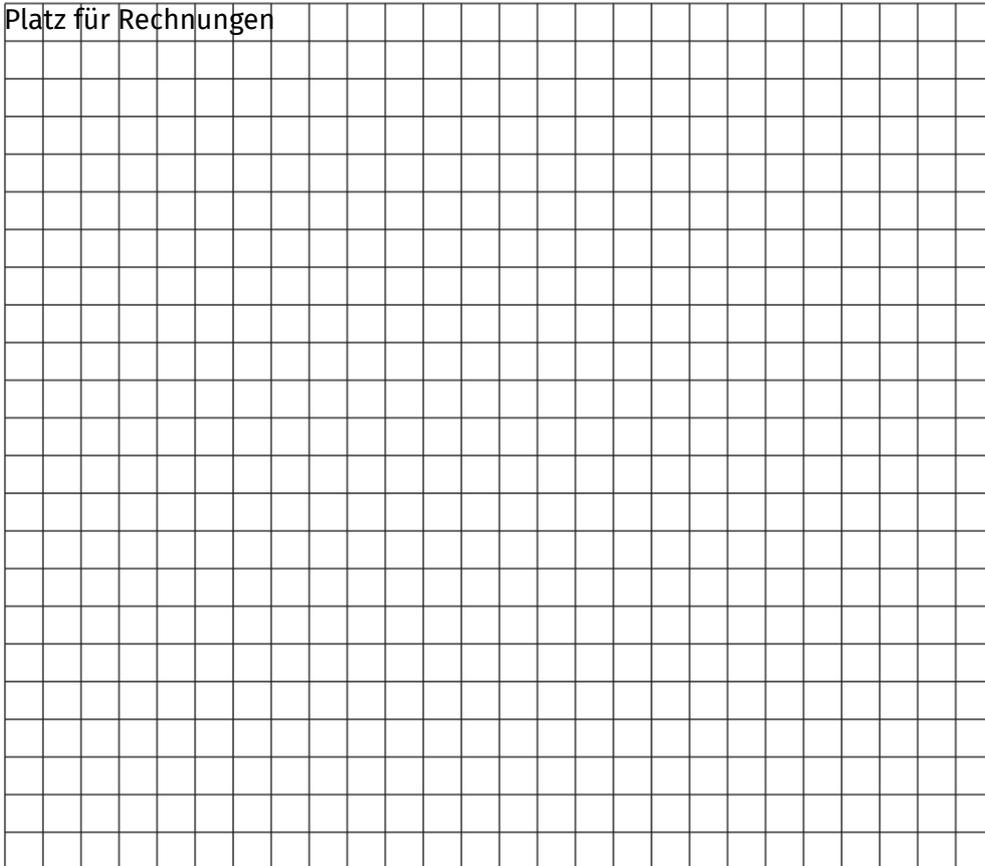
Die Erde hat einen **Durchmesser** von **12.742 km**. Sie ist von einer Gasschicht umgeben, die vor allem aus Stickstoff (78%) und Sauerstoff (21%) besteht: die **Atmosphäre**.

Der **Druck** in der Atmosphäre nimmt mit steigender Höhe ab. Interessant: Trotz des geringen Drucks in hohen Atmosphärenschichten heizen sich beispielsweise Meteoriten oder im „Landeanflug“ begriffene Raumschiffe beim Eintritt in die Atmosphäre durch ihre Geschwindigkeit und die einsetzende Reibung soweit auf, dass sie anfangen zu glühen. Meteoriten, die in der Atmosphäre verglühen, kann man als **Sternschnuppen** von der Erde aus sehen.

① **Atmosphäre zeichnen** Zeichne mit einem blauen Buntstift eine 100 km breite Atmosphäre maßstabsgetreu ein.

- Einen Teil der Erdoberfläche siehst du am rechten Bildrand. Der Maßstab beträgt **1 : 10.000.000**.

Platz für Rechnungen



Umrechnung

1 mm auf dem Blatt entsprechen 10.000.000 mm in der Realität. Wie viel km sind das?



Wissenswert

In der Raumfahrt liegen die Eintrittswinkel in die Atmosphäre für eine sichere Landung bei 6° und 7°. Bei einem zu flachen Eintritt wird das Raumschiff wieder aus der Atmosphäre herausgedrückt, bei einem zu steilen Winkel würde es sich zu sehr erhitzen und zu stark abgebremst.

Die Erdoberfläche





KANN MAN ELEKTRO- MAGNETISCHE WELLEN SEHEN?

Unter Strahlung versteht man alle Formen von **elektromagnetischen Wellen**. Strahlung begegnet uns in vielen Bereichen des Alltags z.B. in Form von Mikrowellen, mobilen Telefonnetzen und Radio- oder Röntgenwellen.

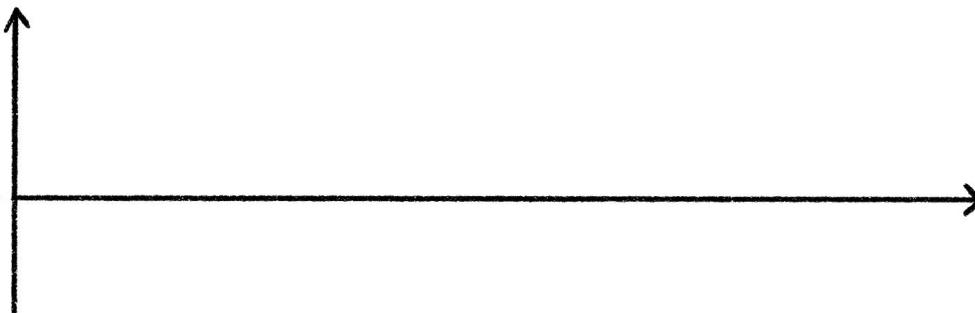
Obwohl das menschliche Auge in der Lage ist, verschiedene Wellenlängen des Lichts wahrzunehmen, werden für Detektion vieler anderer elektromagnetischer Wellen spezielle Messgeräte benötigt.

Elektromagnetische Wellen haben Eigenschaften wie Wasserwellen: Sie besitzen eine **Höhe (Amplitude)** und eine **Wellenlänge**. Die Länge kann man zwischen zwei Wellenbergen messen.



⑤

- Zeichne eine gleichmäßige Welle in das Diagramm.
- Zeichne die Wellenhöhe (Amplitude) und -länge ein.



WAS HAT DAS MIT DEM KLIMA ZU TUN?

Wärmestrahlungen (**Infrarotlicht**) sind elektromagnetische Wellen. Wenn wir ein Sonnenbad genießen, vor einer Wärmelampe (Infrarotlampe) sitzen oder unsere Hand nahe an eine warme Tasse Tee halten, spüren wir die Wärme auf unserer Haut: Infrarotstrahlung verfügt über eine **längere Wellenlänge als sichtbares Licht** und ist für das menschliche Auge zwar nicht zu sehen, aber für die Wärmerezeptoren unserer Haut wahrnehmbar.



Die Augen von Tieren und Menschen sind **Sensoren** für elektromagnetische Wellen. Dabei reagieren die einzelnen Sensoren auf unterschiedliche Wellen. **Bienen** können ultraviolette Strahlung (UV-Strahlung) sehen. Diese Strahlung kann das menschliche Auge nicht wahrnehmen. Die Farbe Rot ist für die Bienen allerdings unsichtbar und erscheint für sie schwarz.



Das elektro-
magnetische
Spektrum

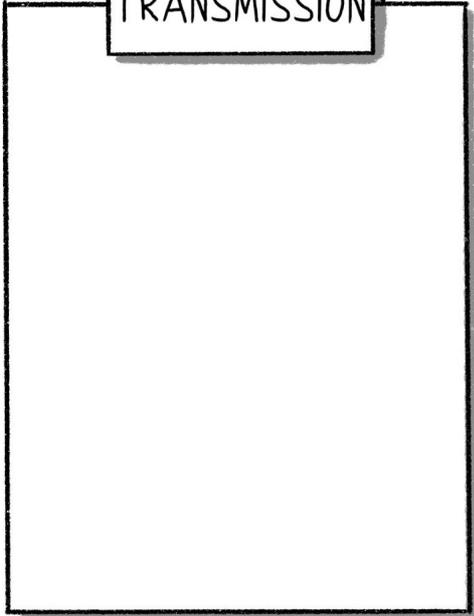
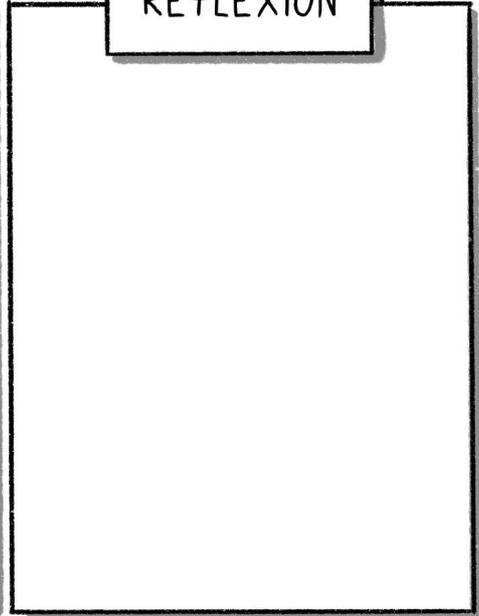
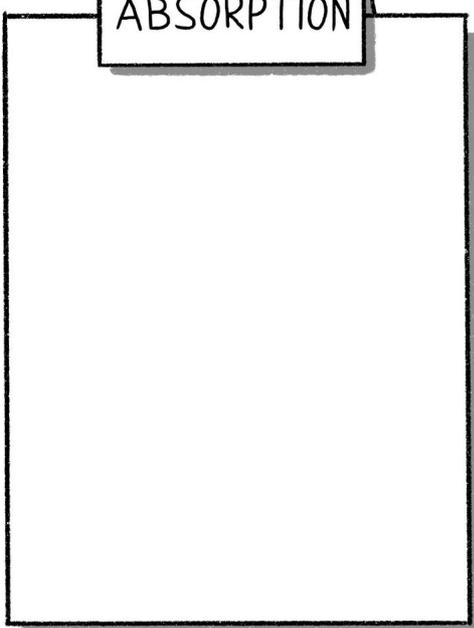
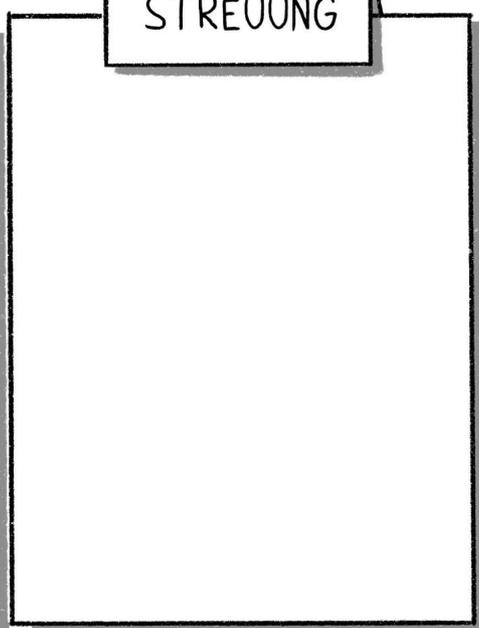


TRANSMISSION, REFLEXION, ABSORPTION UND STREUUNG: PHYSIK DEUTSCH - DEUTSCH PHYSIK

Unsere Hand kann also Infrarotstrahlung wahrnehmen und damit **absorbieren**.

Wenn elektromagnetische Strahlung auf ein Hindernis trifft, kann sie **transmittiert**, **reflektiert**, **absorbiert** oder **gestreut** werden. Was bedeutet das?

- ⑥ Recherchiere und definiere die Begriffe Transmission, Reflexion und Absorption und fertige Skizzen an.

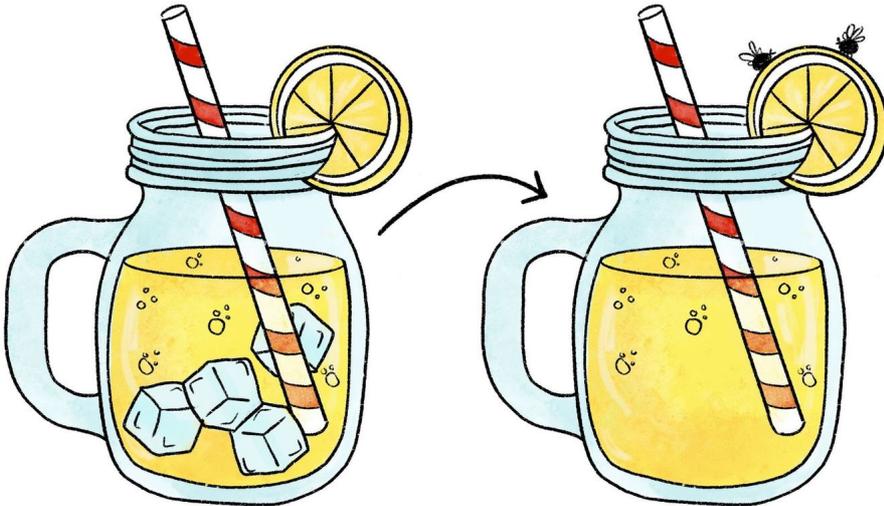
<p>TRANSMISSION</p> 	<p>REFLEXION</p> 
<p>ABSORPTION</p> 	<p>STREUUNG</p> 

 Zeichenhilfe



gefördert durch:

WAS IST EIN ENERGIEGLEICHGEWICHT?



Wenn wir im Sommer ein kaltes Getränk in der Sonne stehen lassen, wird es nach einiger Zeit ziemlich warm. Der Grund dafür ist, dass Sonnenstrahlung **Energie** transportiert:

Wenn die **elektromagnetischen Wellen** der Sonne auf einen Gegenstand treffen, dann **geben** die elektromagnetischen Wellen **Energie** in Form von Wärme an diesen **ab**. Die unsichtbare Infrarotstrahlung der Sonne wird also in Wärmeenergie umgewandelt und der betreffende Gegenstand folglich erwärmt.

PLANTEN IM ENERGIEGLEICHGEWICHT

Ähnlich wie unser Getränk nehmen beispielsweise auch Planeten Energie der Sonnenstrahlen in Form von Wärme auf, die sie in Form von Wärmestrahlung wieder abgeben. Würden sie das nicht tun, würden sie sich kontinuierlich aufheizen.

Wenn Planeten genau so viel Wärme abgeben können, wie sie aufnehmen, entsteht in diesem Gleichgewicht die sogenannte **Gleichgewichtstemperatur**.

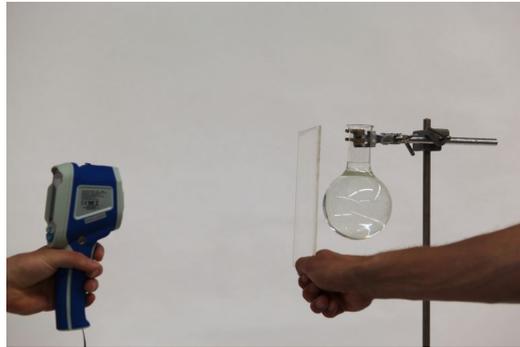
⑦ Fertige eine Skizze zu dem Infotext **Planten im Energiegleichgewicht** an.

PLEXIGLAS IM STRAHLENGANG

Könnt ihr euch noch an das Experiment mit der Wärmebildkamera und dem Globus erinnern? Wir erweitern den Versuchsaufbau mit einer Plexiglasscheibe. An Stelle des Globus benutzen wir einen Kolben mit warmem Wasser. Dieser gibt eigene Wärmestrahlung ab. Versuchsaufbau und -durchführung kannst du dir im Experimentiervideo anschauen.

Material

Aufbau



Experimentier-
video



Durchführung

Dokumentation

Halte das Ergebnis mit einer beschrifteten Zeichnung fest.



DIE ZUSAMMENSETZUNG UNSERER ATMOSPHÄRE

Unsere Atmosphäre besteht aus unterschiedlichen Gasen. Ihre tieferen Lagen, also letztlich unsere Atemluft, ist ein **Gasgemisch**. Jedes Gas hat unterschiedliche physikalische Eigenschaften.

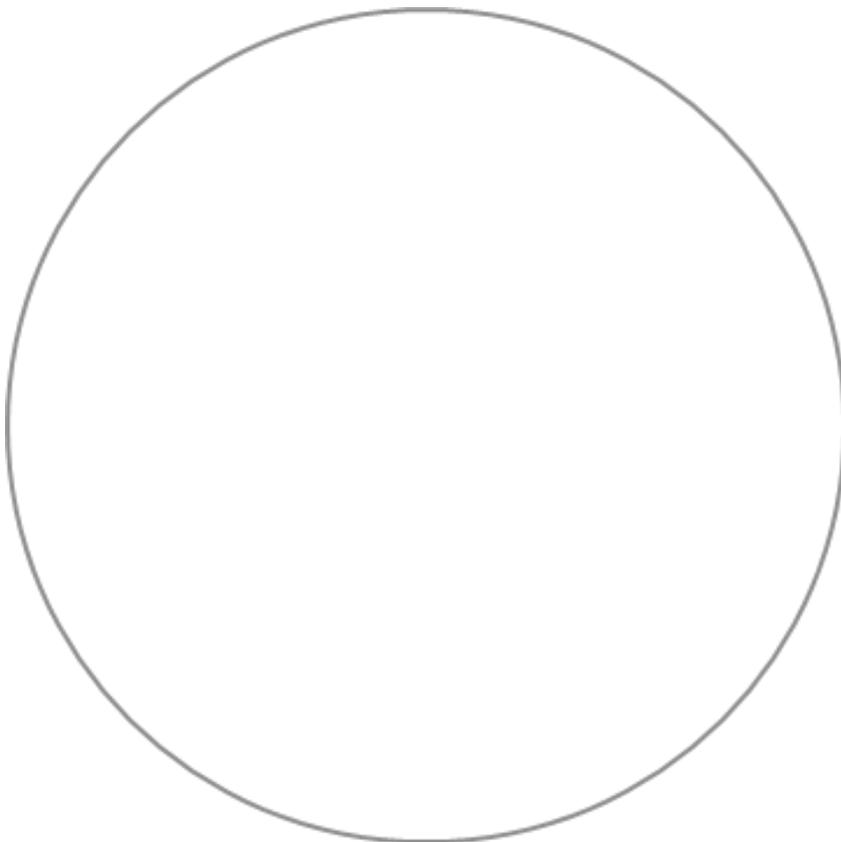
Stickstoff 78%
Sauerstoff 21%
Argon 0,93%

Kohlendioxid 0,04%
Neon 0,0018%
Helium 0,0005%
Methan 0,00018%
Krypton 0,00011%

Die letzten fünf Gase werden als **Spurengase** bezeichnet.

⑧

- Zeichne die drei wesentlichen Bestandteile der Luft (Stickstoff, Sauerstoff und Argon) als Tortendiagramm in den Kreis.
- Nutze unterschiedliche Farben zur Visualisierung.



Im **Lindeverfahren** kann man unter hohem Druck und extrem niedrigen Temperaturen die Bestandteile der Luft voneinander trennen. Dazu nutzt man die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der einzelnen Gase. Je nach Druck und Temperatur verflüssigen bzw. verdampfen die Gase.



KLEINE GASE – GROSSE WIRKUNG

Jedes Gas in der Atmosphäre hat andere physikalische Eigenschaften. Um herauszufinden, wie die unterschiedlichen Gase auf **elektromagnetische Strahlung** reagieren, schauen wir uns die **Absorptionswellenlängen** der verschiedenen Gasmoleküle an.

Wenn elektromagnetische Strahlung auf die Gasteilchen trifft, wird sie absorbiert. Das bedeutet, dass die Gasteilchen die gesamte Strahlungsenergie aufnehmen. Absorbiert ein Molekül die elektromagnetische Strahlung, erwärmt es sich und strahlt diese Wärme **in alle Richtungen** ab.

Besonders entscheidend für das Treibhausgasmodell ist, welche Gase Wärmestrahlung absorbieren. Die Moleküle, die infrarote Strahlung absorbieren können, nennt man **IR-aktiv**.

IR-aktiv	nicht IR-aktiv
Wasserdampf	Stickstoff
Kohlenstoffdioxid	Sauerstoff
Methan	Argon

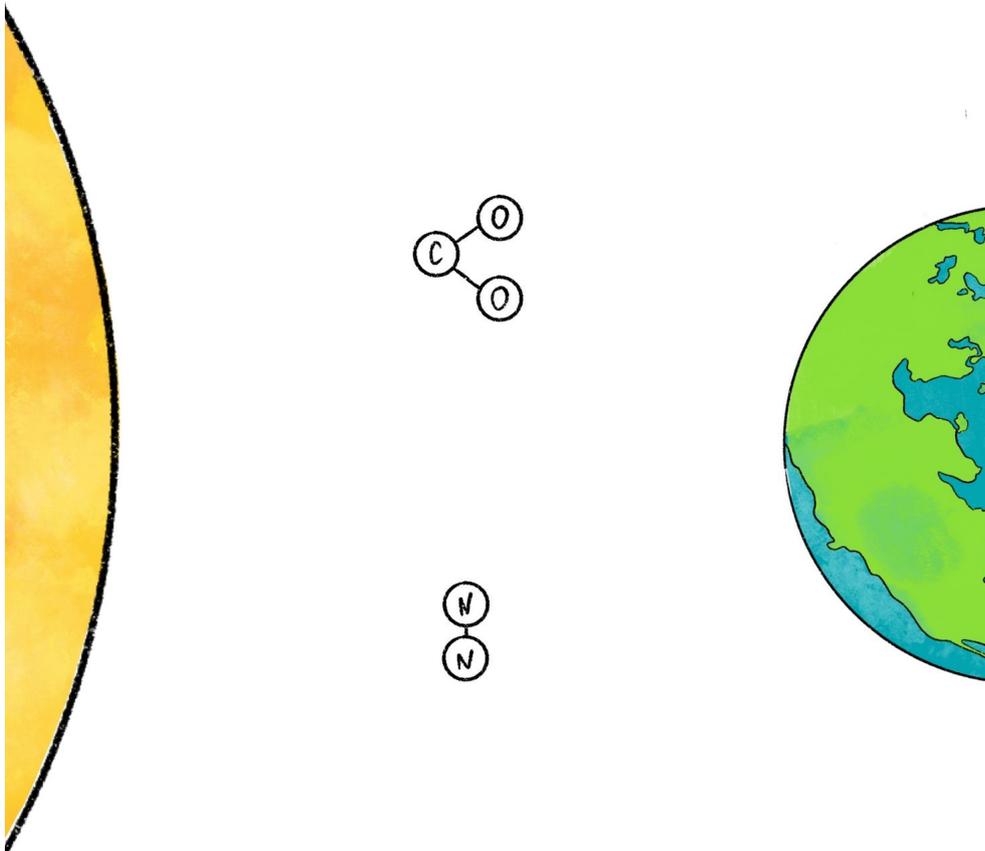
Übersicht über IR-aktive und nicht aktive Gase.



IR steht für Infrarotstrahlung

⑨ **Vervollständige die Skizze.** Beachte die Sonnenstrahlung, die Wärmestrahlung der Erde und die Strahlung der Moleküle.

- Kohlenstoffdioxid absorbiert einen Teil des Lichtes und einen Teil der Wärmestrahlung.
- Stickstoff absorbiert fast keine Strahlung.



Erinnerung:

C= Kohlenstoff

O= Sauerstoff

N= Stickstoff

CO₂= Kohlenstoffdioxid

N₂= Distickstoff

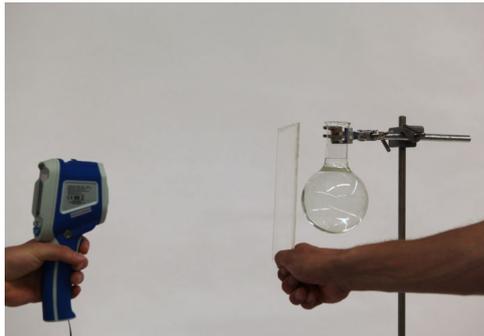
MATERIALIEN IM STRAHLENGANG

Welche Materialien absorbieren Wärmestrahlung?
 Durch welche Materialien kann Wärmestrahlung transmittieren?

Materialien

- Wärmebildkamera
- warmer/heißer Gegenstand, z.B. heißes Wasser
- Plexiglasscheibe/Glasscheibe
- Klarsichtfolie
- Krepppapier
- Folien
- weitere Materialien eurer Wahl
- CO₂

Versuchsaufbau



Durchführung

Klarsichtfolie

Vermutung:

Beobachtung:

Plexiglas

Vermutung:

Beobachtung:

Krepppapier

Vermutung:

Beobachtung:

Kohlenstoffdioxid

Vermutung:

Beobachtung:

Vermutung:

Beobachtung:

Ergebnisse



ZUSAMMENFASSUNG

⑩ Fülle die Lücken aus.

Die besteht aus verschiedenen Gasen. Manche Gase können absorbieren - andere nicht. Sichtbares Licht wird fast nie von Gasteilchen absorbiert. Licht kann unsere Atmosphäre fast ungehindert . Wärmestrahlung wird zu einem großen Teil und dann von den einzelnen Molekülen in alle Richtungen

.

⑪ Auf Seite 3 hast du dein eigenes Modell der Atmosphäre gezeichnet. Das wollen wir nun erweitern.

- a) Zeichne mit einem gelben Stift das sichtbare Licht und mit einem roten Stift die Wärmestrahlung ein.
- b) Zeichne viel Licht (mehrere Pfeile) und etwas Wärmestrahlung (wenige Pfeile), die von der Sonne auf die Erde treffen.
Achtung: Wo enden die Pfeile?
- c) Die erwärmte Erde gibt Wärmestrahlung ab. Zeichne sie ein.
Achtung: Was passiert mit der Wärmestrahlung in der Atmosphäre?

⑫ Erkläre warum...

- a) ... es auf der Erde ohne Atmosphäre -18°C kalt wäre.
- b) ... es auf der Erde wärmer wäre, wenn mehr IR-aktive Gase in der Atmosphäre vorhanden wären.



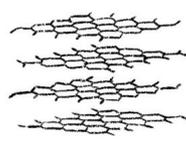
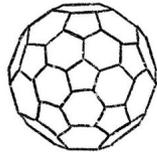
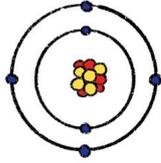
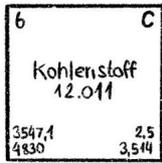
Atmosphäre absorbieren Wärmestrahlung durchdringen abstrahlen

13

- a) Erstelle eine Mind-Map mit den wichtigsten Informationen aus diesem Kapitel.
- b) Diskutiert in eurer Gruppe, welche Inhalte auf jeden Fall in die Mind-Map gehören.
- c) Vervollständige deine Mind-Map entsprechend.



4.1. WELCHE ROLLE SPIELT KOHLENSTOFF?



Wenn man über den Klimawandel spricht, fallen häufig die Begriffe **CO₂** und **Kohlenstoffdioxid**. Wofür genau steht eigentlich das „C“ in CO₂?

Hinter dem „C“ versteckt sich der Begriff **Kohlenstoff**. Genauso wie die Elemente Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) ist auch der Kohlenstoff (C) für viele Strukturen in unserer Umwelt verantwortlich. Kohlenstoff kann über 1,5 Millionen verschiedene chemische Verbindungen eingehen und ist damit eines der vielfältigsten Element im Periodensystem.

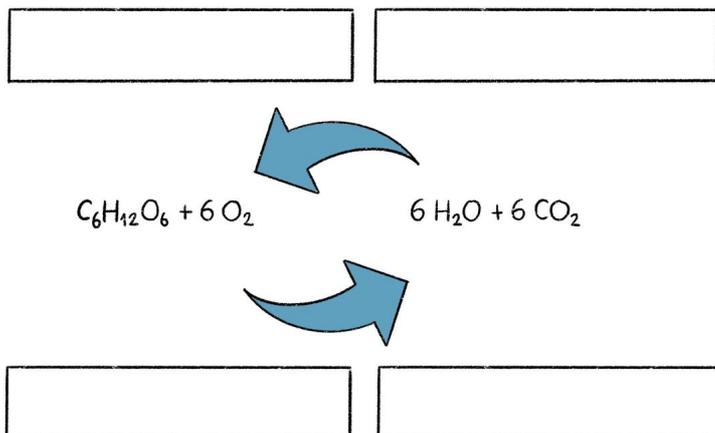
Wir kennen Kohlenstoff z.B. in Form von **Kohle**, **Öl** und **Gas**. Diese Bodenschätze besitzen eine hohe **Energiedichte**, sind reichlich verfügbar und verhältnismäßig einfach zu fördern. Sie haben in vielen Gesellschaften zu **Wohlstand** geführt.

Kohlenstoff ist an der **Energieumwandlung** und **Energiespeicherung** in Pflanzen beteiligt. Bei der **Photosynthese** können mithilfe von Kohlenstoff energiereichere Moleküle hergestellt werden.

① Verbinde die Kohlenstoffverbindungen mit ihrer chemischen Formel.

- | | |
|---------------------------|--|
| Glucose ● | ○ CH ₄ : Hauptbestandteil von Erdgas |
| Kohlenstoffdioxid ● | ○ C ₆ H ₁₂ O ₆ : Endprodukt der Photosynthese |
| Reiner Kohlenstoff ● | ○ CaCO ₃ : Kalkstein |
| Methan ● | ○ C: Diamant und Graphit |
| Calciumcarbonat ● | ○ CO ₂ : Endprodukt der Zellatmung |
| Natriumhydrogencarbonat ● | ○ NaHCO ₃ : Backtriebmittel |

② Vervollständige die Darstellung. Schreibe die fehlenden Begriffe in die Kästchen.

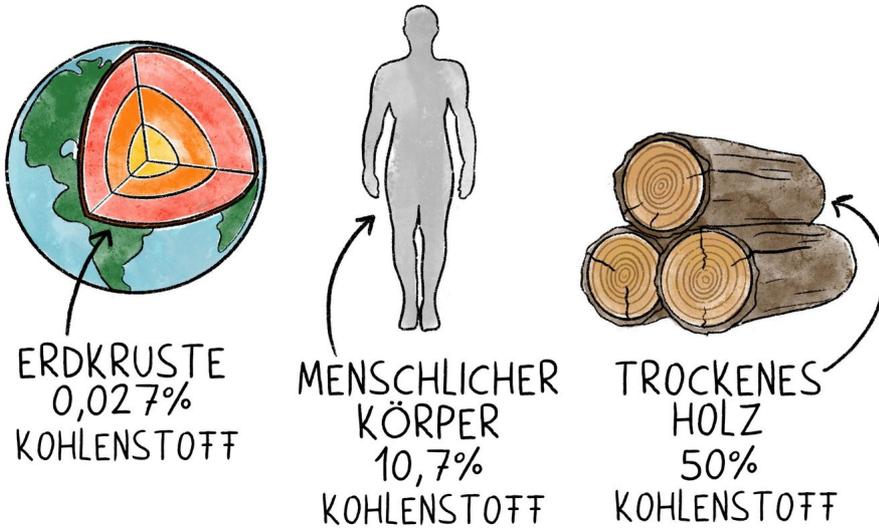


Nice to know
Reinen Kohlenstoff kennen wir in Form von Diamanten und Graphit.



Photosynthese
Zellatmung
Energieaufnahme
Energieabgabe

WIE VIEL KOHLENSTOFF GIBT ES?



Die **Erdkruste** besteht zu 0,027% aus Kohlenstoff. Der **menschliche Körper** besteht zu 10,7% aus Kohlenstoff. Bei trockenem **Holz** macht Kohlenstoff sogar einen Masseanteil von ca. 50% aus.

- ③ Schätze, wie viel CO₂ bei ...
- ... der Atmung eines ruhenden Menschen innerhalb einer Stunde entsteht.
 - ... der Fahrt eines PKW mit 100 km/h innerhalb einer Stunde entsteht.
 - ... der Stromerzeugung eines Kohlekraftwerks innerhalb einer Stunde entsteht.

Atmung _____

PKW _____

Kohlekraftwerk _____



Tipps:

- Pro Atemzug atmet ein ruhender Mensch etwa 0,05g CO₂ aus.
- Ein Liter Benzin setzt durch Verbrennung etwa 2,2kg CO₂ frei.
- Ein Gaskraftwerk mit der gleichen Leistung wie ein Kohlekraftwerk setzt etwa 400t CO₂ pro Stunde frei.



Lösungen
findest du auf Seite 6!

WOHER KOMMT DER KOHLENSTOFF?



Auf unserer Erde gibt es viele Dinge, die Kohlenstoff **abgeben** oder **aufnehmen**. Elemente, die Kohlenstoff freisetzen, nennt man **Kohlenstoffquellen**.

Aufnahme bedeutet, dass Kohlenstoff aus Atmosphäre und Ozeanen z.B. von Pflanzen, Böden oder Gestein, so genannten **Kohlenstoffsenken**, gebunden und der Kohlenstoffgehalt so gesenkt wird. Meistens wird kein reiner Kohlenstoff aufgenommen, sondern das Molekül **Kohlenstoffdioxid** (CO_2).

Aufgabe und Abgabe finden gleichzeitig statt - darum ist die Menge an CO_2 in der Atmosphäre und in den Ozeanen normalerweise konstant. Die Konzentration schwankt nur in jahreszeitlichen Zyklen: Dieses Phänomen nennt man **Kohlenstoffgleichgewicht**.

④ **Kohlenstoffquellen oder Kohlenstoffsenken?** Ordne die Begriffe ein.

- Humus
- Wald
- der Menschliche Organismus
- Tiere
- Moor
- Waldbrand
- Meere und Ozeane
- Finde eigene Beispiele!

Kohlensstoffquellen	Kohlenstoffsenken



KOHLNSTOFFKREISLÄUFE

Kohlenstoff wird durch die verschiedensten Prozesse und in sehr unterschiedlichen Zeitskalen aufgenommen und abgegeben.

Diese Vorgänge lassen sie sich danach ordnen, wie lange es dauert, bis der Kohlenstoff einmal gebunden und wieder abgegeben wird.

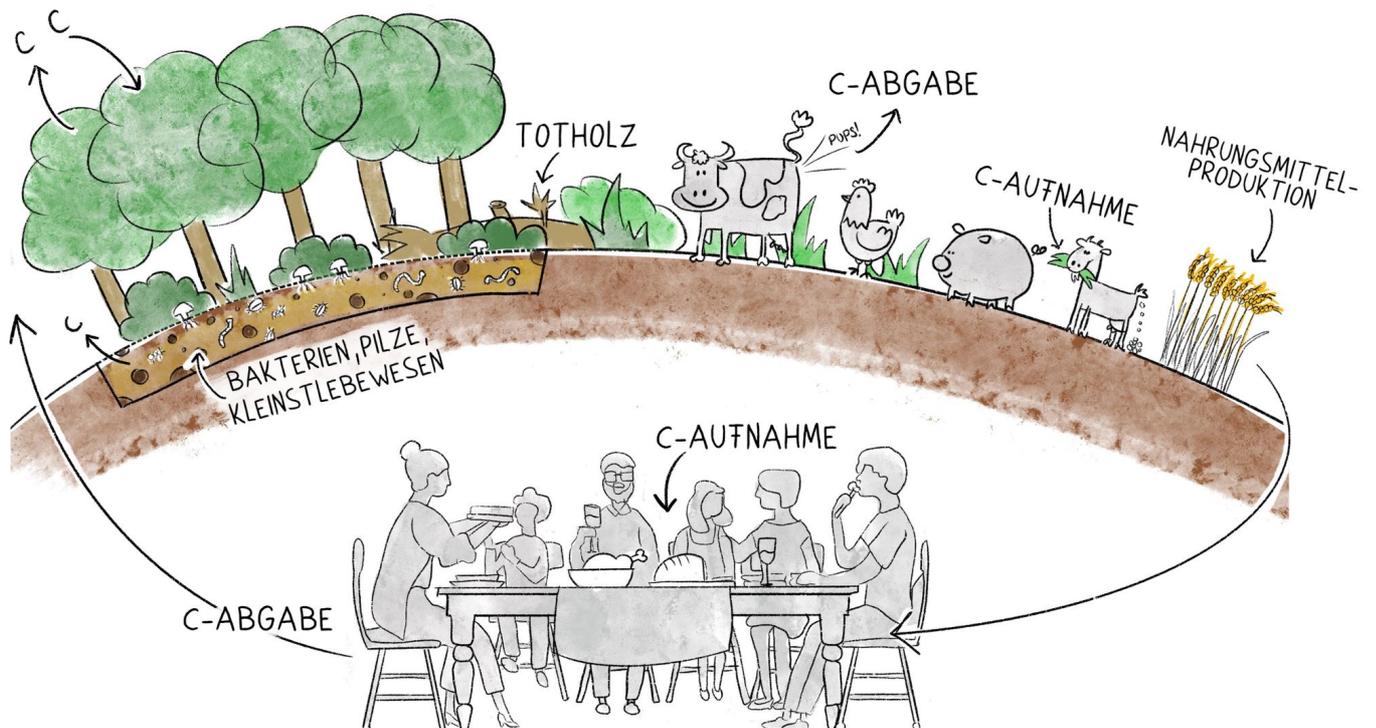
In der Geologie unterteilt man die Reise des Kohlenstoffs in drei Kreisläufe:

1. **Leben und Sterben**
2. **fossile Brennstoffe**
3. **anorganischer Kreislauf**

KOHLNSTOFFKREISLAUF 1 Leben und Sterben

ZEITSKALA

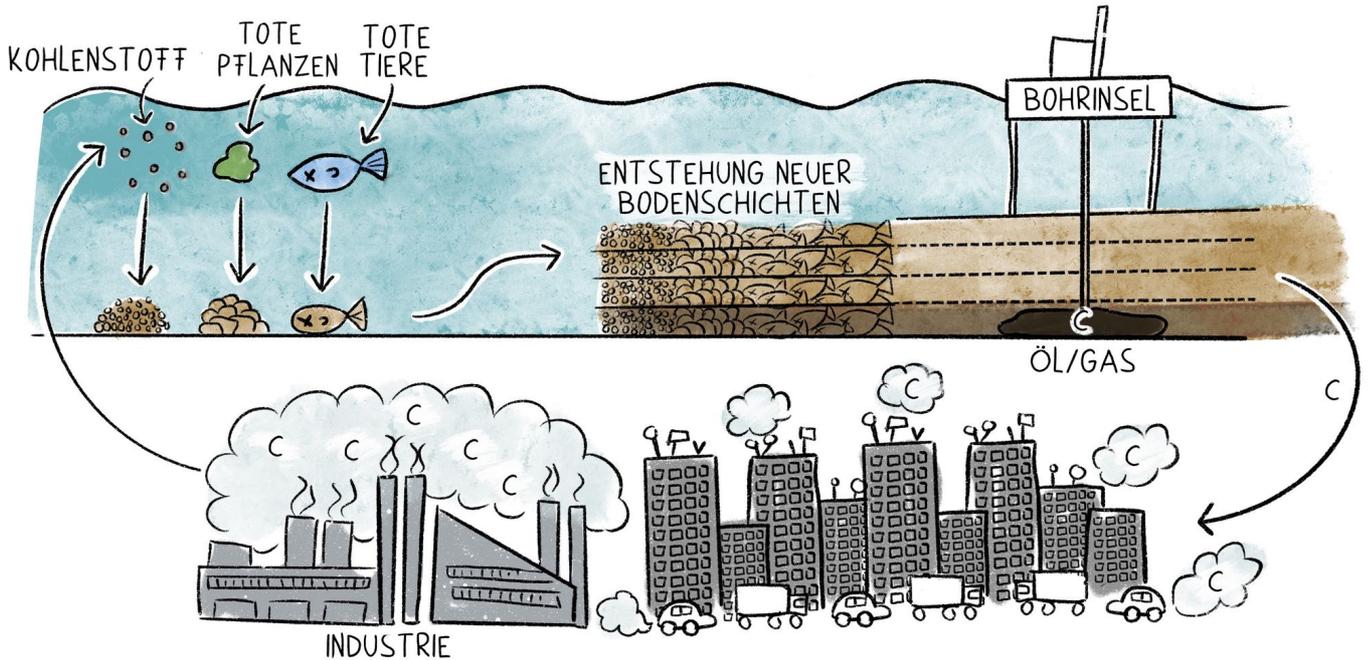
Stunden, Tage, Wochen ...



KOHLENSTOFFKREISLAUF 2 fossile Brennstoffe

ZEITSKALA

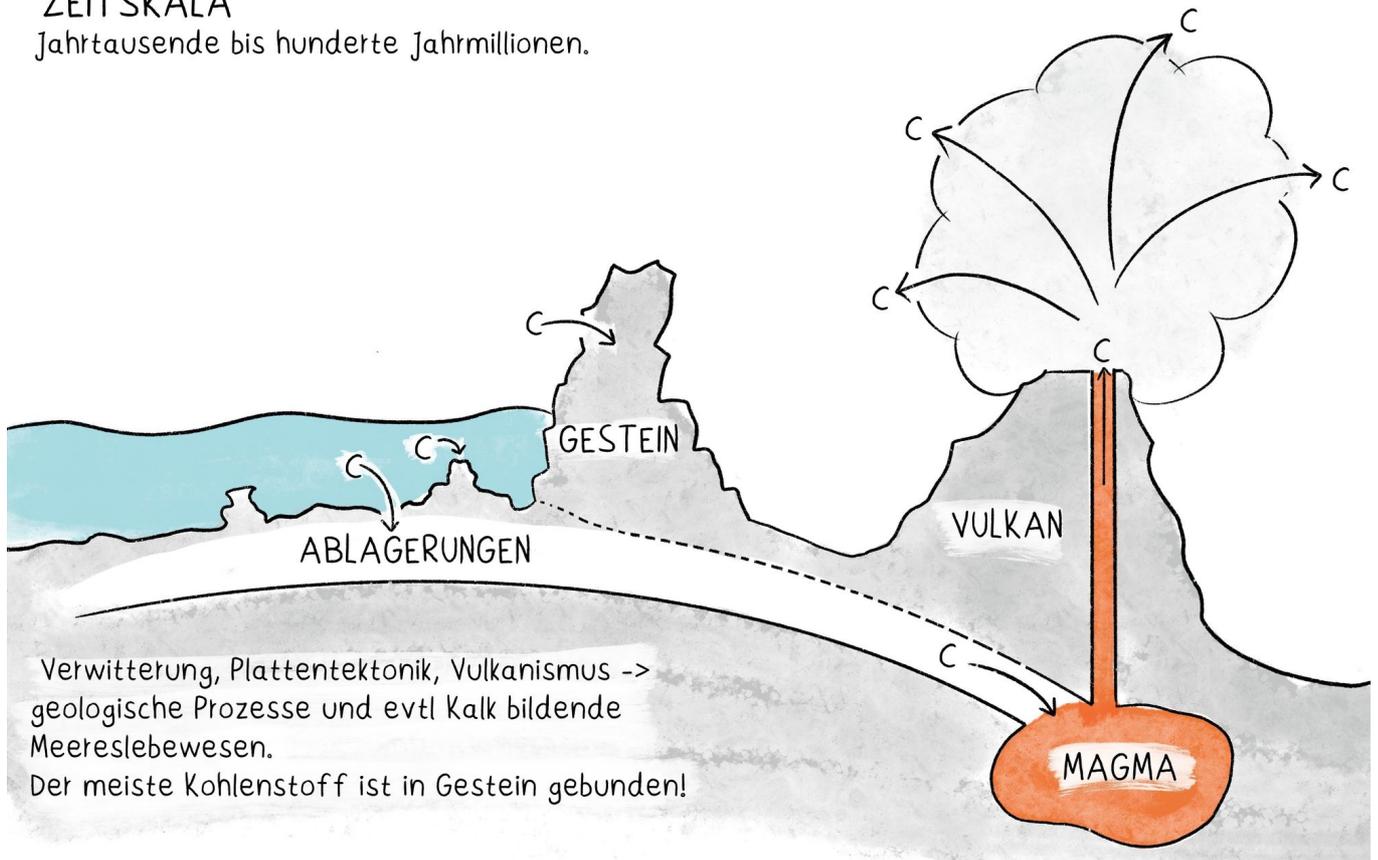
10 bis 300 Millionen Jahre



KOHLENSTOFFKREISLAUF 3 anorganischer Kreislauf

ZEITSKALA

Jahrtausende bis hunderte Jahrmillionen.



gefördert durch:

WILHELM UND ELSE
HERAEUS-STIFTUNG



⑤ Ordne die Kohlenstoffvorräte und die Kohlenstoffumsätze den einzelnen Kreisläufen zu.

Vorkommen	Menge	Kreislauf	Bedeutung für den Klimawandel	Beeinflussbar durch den Menschen
Anorganisch im Gestein der gesamten Lithosphäre gebunden	70.000.000 Gt C			
Organisch gebunden im Gestein in Form von Ölschiefer oder Bitumen	15.000.000 Gt C			
Gashydrate in Ozeanen und Tundra	10.000 Gt C			
Kohle, Öl, Erdgas	>5000 Gt C			
Torf, Humus	1500 Gt C			
Gelöst in den Ozeanen	40.000 Gt C			
Lebende Biomasse	600 Gt C			
C in Form von CO ₂ in der Luft	875 Gt C (3200 Gt CO ₂)			

Kohlenstoffvorrat

Art des Umsatzes	Menge	Kreislauf	Bedeutung für den Klimawandel	Beeinflussbar durch den Menschen
Natürliche Emissionen durch Vulkanismus	0,05 Gt C/Jahr			
Bindung durch Sedimentation, Verwitterung	0,5 Gt C/Jahr			
Anthropogene, also zusätzliche Emissionen von verbranntem fossilem Kohlenstoff und aus Waldrodungen	10 Gt C/Jahr			
Umsatz in der Biosphäre (inkl. Ozeane) = Wachstum, Atmung, Verrotten	60 Gt C/jahr			
Gasaustausch zwischen Atmosphäre und Ozeanen	>90 Gt C/Jahr			

Kohlenstoffumsatz

- ⑥ Bewerte bei jedem *Kohlenstoffvorrat* und jedem *Kohlenstoffumsatz*, was dieser für eine Bedeutung für den Klimawandel hat.
- ⑦ Beurteile bei jedem *Kohlenstoffvorrat* und jedem *Kohlenstoffumsatz*, ob dieser sich durch den Menschen beeinflussen lässt.



die Lithosphäre
Bis zu 1200m tiefe Gesteinshülle der Erde.

der Ölschiefer
Sedimentgesteine, die **Kerogen** enthalten, eine Vorstufe von **Erdöl**

das Bitumen
Kohlenwasserstoff-Gemisch, das als zähe Masse im Straßenbau verwendet wird

das Gashydrat
In festem Aggregatzustand vorliegende Einschlussverbindungen

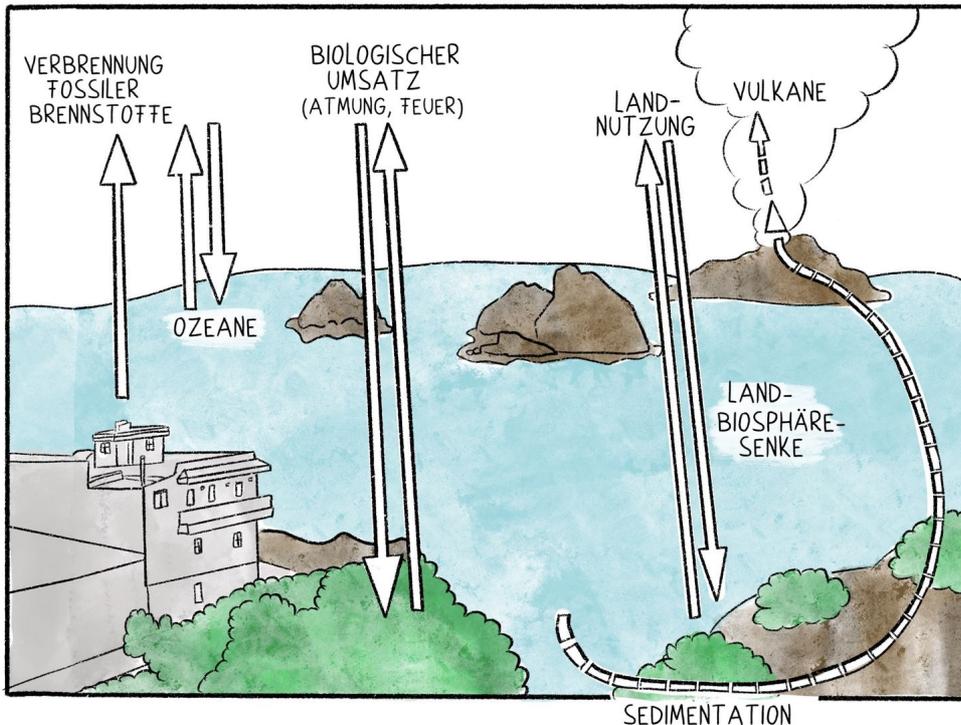
Lösung der CO₂ Schätzaufgabe:

1. Atmung Mensch pro Stunde: ca. 50g CO₂
2. PKW bei 100km/h pro Stunde: ca. 15 kg
3. großes Kohlekraftwerk: pro Stunde: über 1000t CO₂

gefördert durch:

WAS PASSIERT MIT DEM KOHLENSTOFF?

KOHLENSTOFF-FLÜSSE IN Gt/JAHR



- ⑧ Im folgenden Text sind Kohlenstoffmengen angegeben.
- Ordnet die Kohlenstoffmenge den Pfeilen in der Graphik zu.
 - Schreibt die Mengenangaben mit Bleistift neben die Pfeile.

Neben der Atmosphäre verfügt die Erde noch über drei weitere Sphären: die Hydrosphäre, Lithosphäre und Biosphäre.

ATMOSPHÄRE

Hier finden vor allem Transportvorgänge statt. Der Wind sorgt für eine ständige Durchmischung und Verteilung der Kohlenstoffkonzentration in der Luft. Nur an windgeschützten Orten kann sich CO_2 am Boden ansammeln, z.B. in Höhlen oder Bergwerken.

HYDROSPHÄRE

Wasser und somit in erster Linie die Ozeane nehmen Kohlenstoff auf und geben Kohlenstoff ab. Jährlich werden etwa 92,5 Gt C vom Ozean aufgenommen und 90 Gt C abgegeben. Ein kleiner Teil des Kohlenstoffs lagert sich im Laufe der Zeit am Grund des Ozeans ab.



die Atmosphäre

Die die Erde umgebende Luftschicht.

die Hydrosphäre

Die Gesamtheit des Wassers auf der Erde.

die Biosphäre

Gesamtheit aller Lebensräume auf der Erde.

LITHOSPHERE

Sedimentation: Schwerlösliche organische und anorganische Stoffe sinken langsam zu Boden. Etwa 0,5 Gt C werden so jährlich langfristig gebunden.

Diagenese: Langfristige Verfestigung loser Sedimente in physikalischen, chemischen und biotischen Umwandlungen. (z.B. Kalkskelette -> Kalkgestein). Es entstehen Kohle, Graphit und Erdöl, ca. 0,2 Gt C/Jahr.

Durch **Vulkanismus** gelangen jedes Jahr durchschnittlich 0,05 Gt C aus der Lithosphäre in die Atmosphäre.

BIOSPHERE

Pflanzen binden jährlich ca. 123 Gt C. Davon geben sie 60 Gt C direkt wieder in die Atmosphäre ab. Den Rest lagern sie als **Biomasse**.

Durch bakterielle Zersetzung im Boden werden ca. 60 Gt C wieder freigesetzt.



Durch das Verbrennen fossiler Energieträger und die Zementherstellung durch den Menschen werden jährlich etwa 10 Gt C aus der Lithosphäre freigesetzt.

ABLAUFENDE PROZESSE IN DEN SPHEREN

Im Folgenden werden einige Prozesse genannt, die dazu führen, dass Kohlenstoff in den unterschiedlichen Sphären umgesetzt wird. Da es sehr viele Prozesse gibt, sind nur einige aufgelistet.

a) Informiert euch über einen der folgenden Prozesse:

- Photosynthese
- Geologische Verwitterung
- Absorption von CO₂ in kaltem Wasser
- Sedimentation von Kalkskeletten,
- Kalkbildung
- Bildung von Ölschiefer
- Bitumen
- Erdöl und Kohle
- Vulkanismus
- Zellatmung



b) Ergänzt weitere Beispiele, die relevant für den Kohlenstoffumsatz sind.



Expertenaufgabe



DIE ROLLE DER OZEANE

Ozeane speichern sehr viel CO₂: 40 000 Gt C bzw. 147 Gt CO₂.

Ozeane und Luft tauschen ständig CO₂ aus: jährlich bis zu 90 Gt C bzw. 330 Gt CO₂. Die Ozeane nehmen dabei mehr CO₂ aus der Luft auf als sie abgeben.

Forschungsfrage:

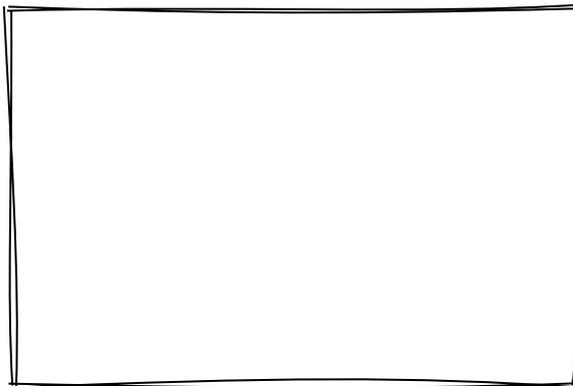
Nehmen heißes und kaltes Wasser unterschiedlich viel CO₂ auf?

Vermutung

Materialien:

- Trinkwassersprudler
- Zwei Flaschen
- kaltes Leitungswasser
- warmes Leitungswasser

Versuchsaufbau:



Durchführung:

1. Sprudle Wasser mit unterschiedlichen Temperaturen für die gleiche Zeit im Trinkwassersprudler auf.
2. Beobachte das Wasser in den Flaschen.
3. Koste beide Wasserproben.

Beobachtung:

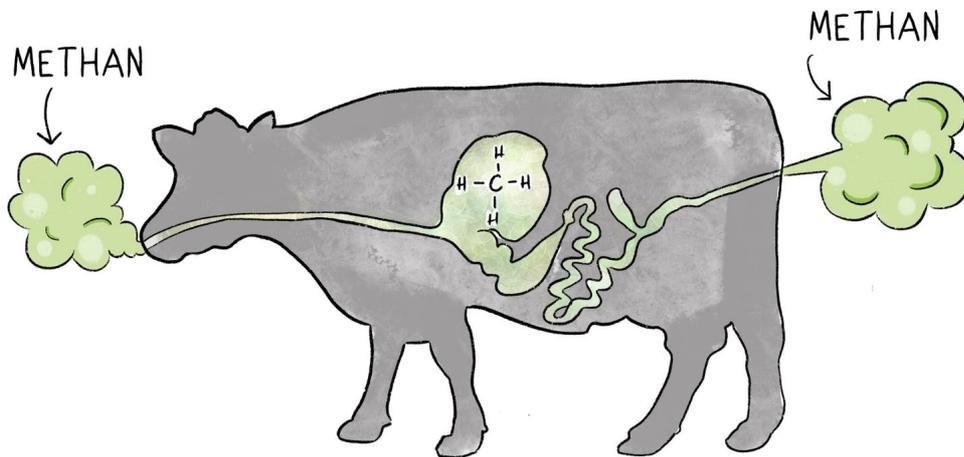


Wissenswert

In den Gaskartuschen von Trinkwassersprudlern befindet sich nichts anderes als CO₂. Wird dieses in Leitungswasser geleitet, löst sich ein Großteil des Gases im Wasser. Ein kleiner Teil verbindet sich mit dem Wasser zu Kohlensäure (H₂CO₃).

gefördert durch:

5. DER MENSCHLICHE EINFLUSS



Methan gehört zu den Treibhausgasen und entsteht z. B. im Verdauungstrakt von Nutztieren.

Auf den Straßen fahren Autos, in den Häusern brennt Licht und in den Fabriken rattern die Motoren. Im Alltag benötigt der Mensch viel **Energie**. Diese Energie gewinnen wir durch die **Verbrennung** von Kohle, Öl oder Gas. Dabei entsteht unter anderem das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (CO_2). Die Waldflächen, in denen das CO_2 gespeichert wird, schrumpfen. Sie weichen für **Ackerland**, damit wir Nahrungsmittel anbauen können - und Futter für unser Vieh. Auch unser **Fleischkonsum** ist ein Klimafaktor: die Rinder und Schweine geben über ihren Verdauungstrakt Methan in die Luft ab. Vor allem Wiederkäuer haben einen extrem hohen CO_2 -Ausstoß. Pro Kilo Rindfleisch werden ca. 13,3 Kilo CO_2 freigesetzt. Das Methan lagert sich auch in der Gülle ab und wird wieder freigesetzt, wenn diese als Dünger auf die Felder kommt.

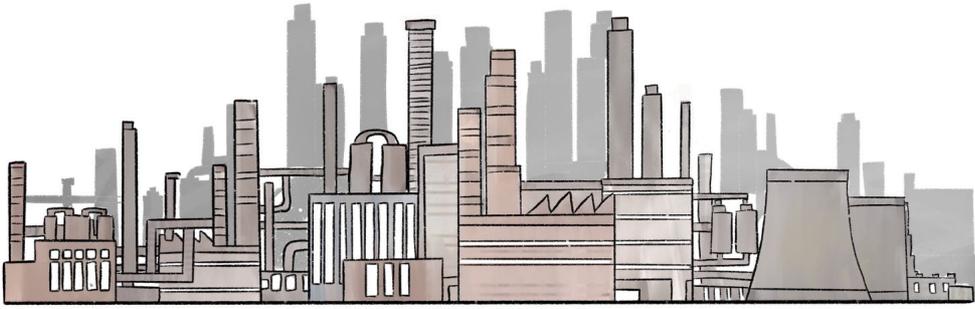
① Einfluss auf die Kohlenstoffkreisläufe

- Nenne und skizziere die drei Kohlenstoffkreisläufe.
- Beschreibe in eigenen Worten, wie der Mensch in die einzelnen Kreisläufe eingreift.

② Bewerte, wie problematisch die Eingriffe in die Kreisläufe sind.



HÖHER, SCHNELLER, WEITER



Mitte des 18. Jahrhunderts begann das **Industrielle Zeitalter**. Die Menschen nutzen seitdem fossile Brennstoffe. Die Industrialisierung führte dazu, dass sich die **Lebensweise** und der **Lebensraum** der Menschen stark veränderte.

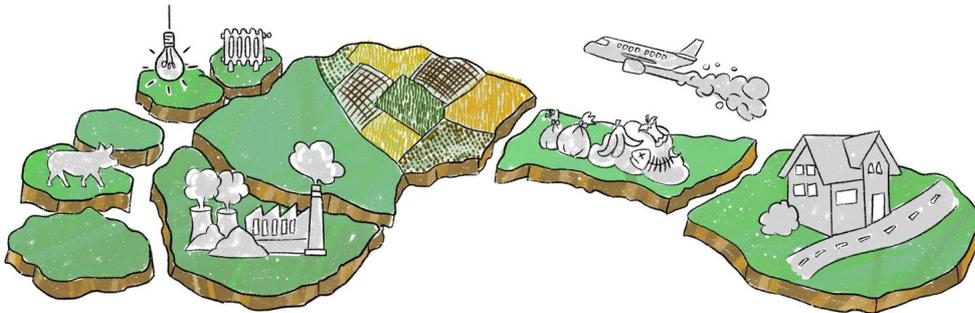
Der Prozess der Industrialisierung findet bis heute statt. Jahr für Jahr steigt der Energiebedarf und die Anzahl und Vielfalt technischer Anwendungen. Dabei spielt der **Wohlstand** eine entscheidende Rolle. Man kann sagen: je wohlhabender die Gesellschaft, desto größer der Energiebedarf.

③ Energie im Alltag

In welchen Alltagssituationen nutzt du Energie?
Trage die Beispiele in die Tabelle ein.

Energieform	Anwendungsbeispiel

DEIN ÖKOLOGISCHER FUSSABDRUCK



Der **ökologische Fußabdruck** (auch CO₂-Fußabdruck genannt) ist ein Nachhaltigkeitsindikator, der die individuellen Treibhausgasemissionen eines Menschen angibt.

- ⑤ In vielen alltäglichen Produkten und Prozessen steckt Energie. Schauen wir uns das einmal an einem Beispiel an:

CHECK: EIN SCHNITZEL IN DER PFANNE BRATEN

Hierfür untersuchen wir den Weg des Herdes, des Schnitzels und des Stroms.

- Suche dir einen der drei Wege aus.
- Lies den Text und markiere die Stellen, die die Energienutzung beschreiben.

DER WEG DES SCHNITZELS

Wir beginnen unsere Reise in Brasilien. Hier stand vor einigen Jahren noch Regenwald. Jetzt sind hier Sojaplantagen, denn Soja ist ein wichtiges Futtermittel. Drei Viertel des angebauten Sojas wird als Tierfutter verwendet.

Das Soja wird aus Brasilien mit dem Schiff nach Europa gebracht. Dort kommt es an einem der großen Häfen der Nordsee an, z.B. in Hamburg oder Amsterdam. Das Soja wird auf LKWs oder Züge verladen und zu großen Futtermittelproduzenten transportiert. Dort wird das Soja mit Getreide oder Mais gemischt und zu Tierfutter verarbeitet, das anschließend mit Lastkraftwägen zu einzelnen Landwirten gefahren wird.

Schweine werden größtenteils in Betrieben mit über 1000 anderen Tieren gehalten. In Deutschland stehen diese Großbetriebe meist in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. In den engen Ställen können sich die Schweine nur schlecht bewegen. Sie bekommen viele Medikamente, damit sich keine Krankheiten ausbreiten.

Ein Schwein lebt ca. 300 Tage und nimmt in dieser Zeit fast 100kg an Körpergewicht zu. Später werden die Schweine mit dem LKW zu einem Schlachthof gebracht. Dort werden sie geschlachtet, zerlegt und verpackt. Von hier aus kommt das Fleisch in den Supermarkt, zum Metzger oder wird ins Ausland exportiert (fast die Hälfte des Fleisches wird exportiert). Von dort wird das Fleisch dann mit dem Auto in den heimischen Kühlschrank transportiert.



DER WEG DES HERDS

Ein Herd besteht aus verschiedenen Metallen. Um Metalle zu produzieren, muss metallhaltiges Gestein (Erz) abgebaut werden. Das meiste Erz wird in Australien abgebaut. Dafür werden mit sehr großen Maschinen riesige Löcher in den Boden gegraben. Die Löcher sind so groß, dass sie vom Weltraum aus zu sehen sind. Das Erz wird zur Küste transportiert und von dort aus nach China geschifft.

In China wird Metall aus dem Erz herausgearbeitet. Dafür wird das Erz sehr stark erhitzt, indem Kohle verbrannt wird. Durch die starke Hitze wird das Metall im Erz flüssig und lässt sich von den Steinen trennen.

Das gewonnene Metall wird auf verschiedenste Weisen weiterverarbeitet und dann in die ganze Welt verkauft.

Haushaltsgeräte werden meistens in Ländern hergestellt, in denen wenig Lohn gezahlt werden muss, z.B. in China oder Osteuropa. Gehen wir mal davon aus, dass unser Herd in China produziert wird. Im Betrieb müssen noch einige Einzelteile hergestellt und alles zusammengesetzt werden. Hierfür werden andere Materialien wie Farben, Kunststoffe oder Glas genutzt. Anschließend wird der fertige Herd zu einem Hafen gebracht und per Schiff nach Deutschland geliefert. Dort wird er mit dem LKW in ein Geschäft geliefert, wo er dann mit dem Auto in die Wohnung gebracht wird.

DER WEG DES STROMS

Der Strom, der den Herd erwärmt, kommt aus unterschiedlichen Quellen. Über die Hälfte des Stroms wird aus Erdgas, Windenergie und Kohle gewonnen. Ein Teil der Kohle (Braunkohle) wird in Deutschland abgebaut und verbrannt. Ein anderer Teil (Steinkohle) wird vor allem in Russland gewonnen und nach Deutschland transportiert. Auch das Erdgas wird überwiegend aus Russland importiert.

Im Kraftwerk werden die fossilen Energieträger verbrannt, um Wasser zu erhitzen. Das Wasser verdampft und treibt Turbinen an. Die Turbinen sind mit Stromgeneratoren verbunden, die die Drehbewegung in elektrischen Strom umwandeln.

Der Strom wird in das Stromnetz geleitet. Manche Stromkabel kann man an großen Masten aufgespannt sehen. Die meisten Kabel sind unterirdisch verlegt. Auf diese Weise kommt der Strom in unser Haus. Allein um dieses Stromnetz zu betreiben benötigt man ca. 6% des Stroms.

Erneuerbare Energien wie Windkraft und Photovoltaik sind meistens näher an den Verbrauchern lokalisiert. Ein Vorteil ist, dass dadurch weniger Energie zum Betreiben des Stromnetzes benötigt wird. Ein Windkraftwerk nutzt die Strömung des Windes, um mit einem Generator Strom zu generieren. Eine Photovoltaikanlage nutzt die Sonnenstrahlung.

Wofür wird die Energie genutzt	Energieform

- ⑥ Du hast deinen Text gelesen. Trage jetzt die Energieformen und Nutzungsformen in die Tabelle ein.
- ⑦ Finde für deinen Weg Möglichkeiten, wie man Energie einsparen könnte. Beschreibe deine Überlegungen.
- ⑧ Bildet Dreiergruppen, sodass jeweils alle drei Wege in einer Gruppe vertreten sind.
 - a) Beschreibt euch gegenseitig eure Wege und eure Ideen zur Energieeinsparung.
 - b) Sammelt Gemeinsamkeiten und Unterschiede, die ihr interessant findet.

Gemeinsamkeiten	Unterschiede

⑩ Untersuche anhand der Gleichung, welche Faktoren Einfluss auf den Energieverbrauch bei Warmwasser und Raumwärme haben.

⑪ Stelle Hypothesen auf, wie man am besten Energie beim Warmwasser und bei der Raumwärme einsparen kann.







STICKSTOFFHALTIGE DÜNGER (TEXT)

WARUM IST STICKSTOFF WICHTIG?

Das Element Stickstoff (N) ist in Organismen und im menschlichen Körper unverzichtbar: es ist notwendig für den Aufbau von Biomolekülen, z.B. DNA oder Proteine. Der Mensch nimmt Stickstoff nicht über die Luft auf, sondern über die Nahrung. Stickstoff spielt also eine wichtige Rolle in unseren Nahrungsmitteln.

WIE KOMMT STICKSTOFF IN DIE UMWELT?

Pflanzliche, tierische und menschliche Überreste werden von Mikroorganismen im (Acker-)Boden zersetzt. Einige Mikroorganismen wandeln das zugeführte Material in Ammonium (NH_4^+), andere wandeln es in molekularen Stickstoff (N_2) um, der zurück in die Luft abgegeben wird.

WIE NEHMEN WIR STICKSTOFF AUF?

Obwohl 78% der Luft aus Stickstoff besteht, können Pflanzen ihn nicht aufnehmen: der Stickstoff in der Luft ist sehr stabil und reaktionsträge. Wie wir nun wissen, wandeln bestimmte Bakterien im Boden Stickstoff aus der Luft zu Ammonium (NH_4^+) um, das von Pflanzen über die Wurzeln aufgenommen und für ihren Stoffwechsel verwendet werden.

WARUM WERDEN FELDER GEDÜNGT?

Pflanzen benötigen (neben passenden klimatischen Bedingungen und Lichtverhältnissen) hauptsächlich Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Über Boden und Luft sind diese Elemente leicht verfügbar. Auf den Feldern wird häufig Gülle verteilt, um den Boden mit Stickstoff anzureichern. Zudem wird in Fabriken Stickstoff aus der Luft entnommen, verflüssigt und zu Kunstdünger verarbeitet. So werden die Pflanzen mit Stickstoff versorgt.

IST STICKSTOFF EIN TREIBHAUSGAS?

Unsere Luft besteht zu 78% aus nicht IR-aktivem Stickstoff. Es gibt jedoch mehrere Stickstoffverbindungen, die IR-aktiv sind, z.B. Distickstoffmonoxid (N_2O), auch bekannt als Lachgas. Es wird von Bakterien im Stickstoffkreislauf freigesetzt. Problematisch ist: Je mehr Bakterien mit Stickstoffdünger „gefüttert“ werden, desto mehr Lachgas produzieren sie. Der Stickstoffanteil in stickstoffhaltigen Düngern wird in der Regel aus der Luft entnommen. Das bedeutet, dass dem Gesamtsystem kein „fossiler“ Stickstoff hinzugefügt wird. Trotzdem messen Forscher*innen eine Zunahme des Lachgasanteils in der Luft. Das liegt daran, dass durch den Düngeprozess Stickstoff zu Lachgas umgewandelt wird.

PROBLEME DURCH STICKSTOFFHALTIGEN DÜNGER?

Zur Herstellung einer Tonne stickstoffhaltigen Düngers wird etwa die Energie benötigt, die beim Verbrennen von zwei Tonnen Öl gewonnen werden kann. Alleine dadurch wird der Treibhauseffekt verstärkt. Außerdem führt die Überdüngung des Bodens dazu, dass die Artenvielfalt abnimmt, da nur bestimmte Pflanzenarten in einem Boden mit hohem Stickstoffanteil leben können.

STICKSTOFFHALTIGE DÜNGER (AUFGABEN)

⑫ Lies den Text und beantworte anschließend die folgenden Fragen:

Wieso ist stickstoffhaltiger Dünger für die Landwirtschaft so wichtig?

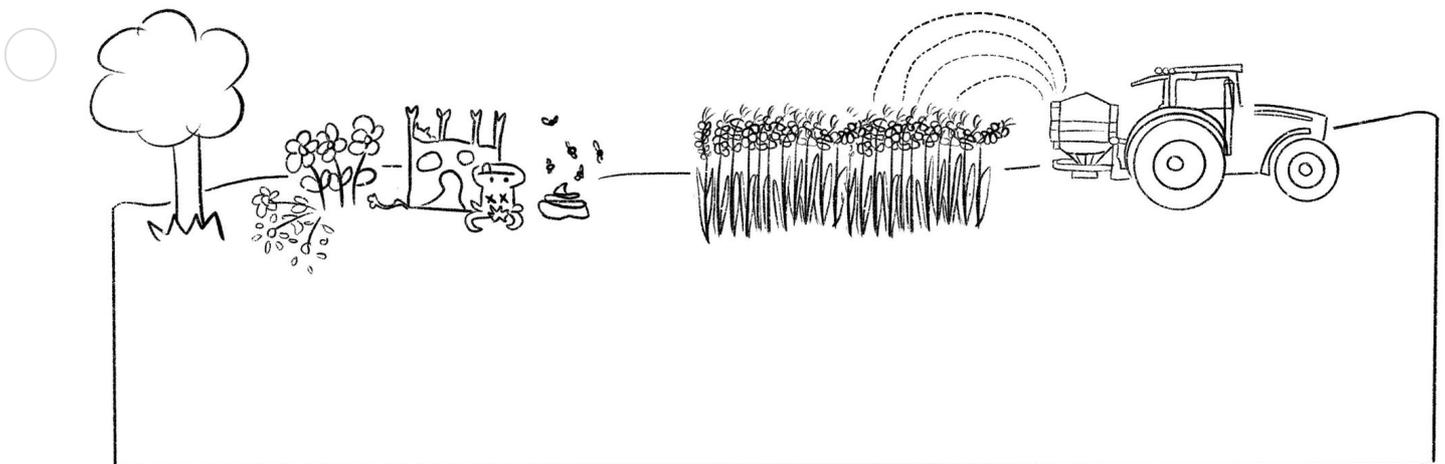
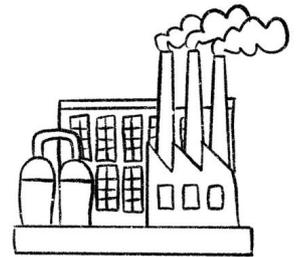
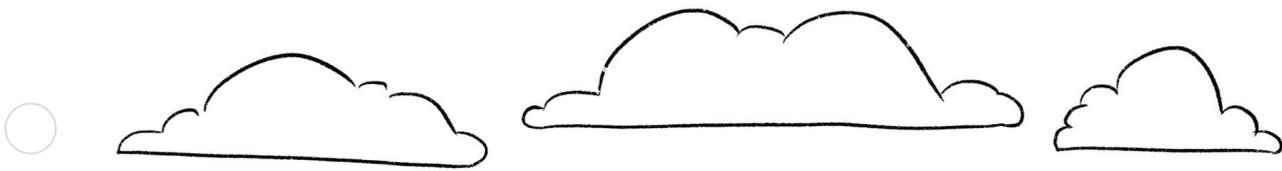


Welche Lebewesen spielen eine entscheidende Rolle im Stickstoffkreislauf?



13) Vervollständige den Stickstoffkreislauf.

- Zeichne Pfeile in die Abbildung und beschrifte sie.
- Wo liegt Stickstoff als N_2 vor?
- Wo liegt Stickstoff als N_2O (Lachgas) vor?



⑭ Es gibt noch viele weitere menschliche Einflüsse auf das Erdklima. Einige sind im Folgenden aufgelistet. Ihr könnt euch ein Thema aussuchen und in eigenständiger Rechercharbeit ein Kurzreferat erstellen.

- Zementherstellung
- Partikel und Stäube
- Wald und Waldrodung
- Trockenlegung von Feuchtgebieten
- Fluorierte Gase
- Bewässerung und Stauhaltung
- ...



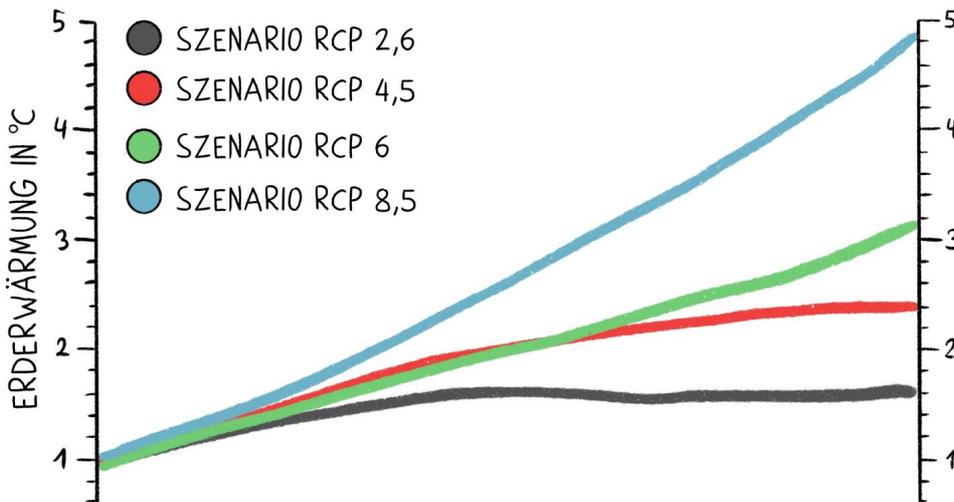
Für Experten!



6. FOLGEN DES KLIMAWANDELS

Jedes Jahr beschäftigen sich viele Forscherteams mit Untersuchungen zum Klimawandel. Um die Ergebnisse zu bündeln, haben die Vereinten Nationen einen internationalen Ausschuss gegründet. Dieser Ausschuss (IPCC) veröffentlicht alle 5-7 Jahre einen großen Bericht über den aktuellen Stand der Forschung.

Ein zentraler Bestandteil dieser Berichte sind die **Klimaprojektionen**. Das sind Vorhersagen, wie sich das Klima in den nächsten 100 Jahren entwickeln könnte. Die unterschiedlichen Möglichkeiten der Entwicklung werden in einzelnen Szenarien zusammengefasst.



RCP Szenarien

Die Zahl hinter RCP steht für den sogenannten **„Strahlungsantrieb“** (englisch: „Stratospheric adjusted Radiative Forcing“ – RF), der in Watt pro Quadratmeter (W/m^2) angegeben wird. „Strahlungsantrieb“ meint die Strahlungsenergie, die pro Sekunde und pro Quadratmeter den Erdboden erreicht.

- ① Lies den Text über dein Szenario.
- ② Beschreibe, ...
 - a) ... wie sich die CO_2 Emissionen entwickeln könnten.
 - b) ... wie sehr auf den Klimaschutz geachtet wird.
 - c) ... wie realistisch das jeweilige Szenario ist.

SZENARIO RCP 2,6

Dieses Szenario ergibt sich bei einem sehr starken Klimaschutz. Dafür müssten die CO₂-Emissionen ab sofort rapide sinken und bis zum Jahr 2050 null erreichen. Anschließend müsste der Atmosphäre mehr CO₂ entzogen werden als ihr hinzugefügt wird. Da die CO₂-Emissionen aber seit Jahren kontinuierlich steigen, wird das Eintreten dieses Szenarios als sehr unwahrscheinlich angesehen: Es ist jedoch technisch umsetzbar und langfristig sogar wirtschaftlich sinnvoll, scheitert aber überwiegend am politischen Willen. Im Rahmen dieses Szenarios würde die Erderwärmung auf unter 2°C begrenzt, trotzdem würde beispielsweise der Meeresspiegel weiterhin ansteigen, im globalen Mittel etwa um 0,4m.

SZENARIO RCP 4,5

Dieses Szenario ergibt sich bei einem starken Klimaschutz. Hierbei müssen die CO₂-Emissionen noch vor 2050 sinken und bis zum Jahr 2100 stark zurückgehen. Die Erderwärmung im Jahr 2100 läge im Vergleich zur vorindustriellen Zeit bei knapp unter 3 °C, die Erde würde sich aber bei diesem Szenario auch nach dem Jahr 2100 weiter erwärmen. Der Meeresspiegel stiege nach 2100 im globalen Mittel um etwa 0,5m an. Die aktuellen Klimaschutzziele der Länder führen zu höheren CO₂-Emissionen als dieses Szenario erlaubt, trotzdem wäre es technisch und wirtschaftlich gut umsetzbar.

SZENARIO RCP 6,0

Dieses Szenario ergibt sich bei mäßigem Klimaschutz. Hierbei müssen die CO₂-Emissionen erst nach dem Jahr 2080 sinken: Die Erderwärmung im Jahr 2100 läge im Vergleich zur vorindustriellen Zeit bei über 3°C. Die Erde würde sich nach diesem Szenario auch nach dem Jahr 2100 weiter erwärmen und der Meeresspiegel nach 2100 im globalen Mittel um über 0,5m ansteigen. Anders als im Szenario RCP 4,5 führen aktuellen Klimaschutzziele zu CO₂ Emissionen, die RCP 6,0 als realistischer Einschätzung entsprechen: Unsicher aber ist, ob alle Länder in der Lage sind, ihre gesetzten Ziele einzuhalten. Technisch und wirtschaftlich ist dieses Szenario gut zu realisieren.

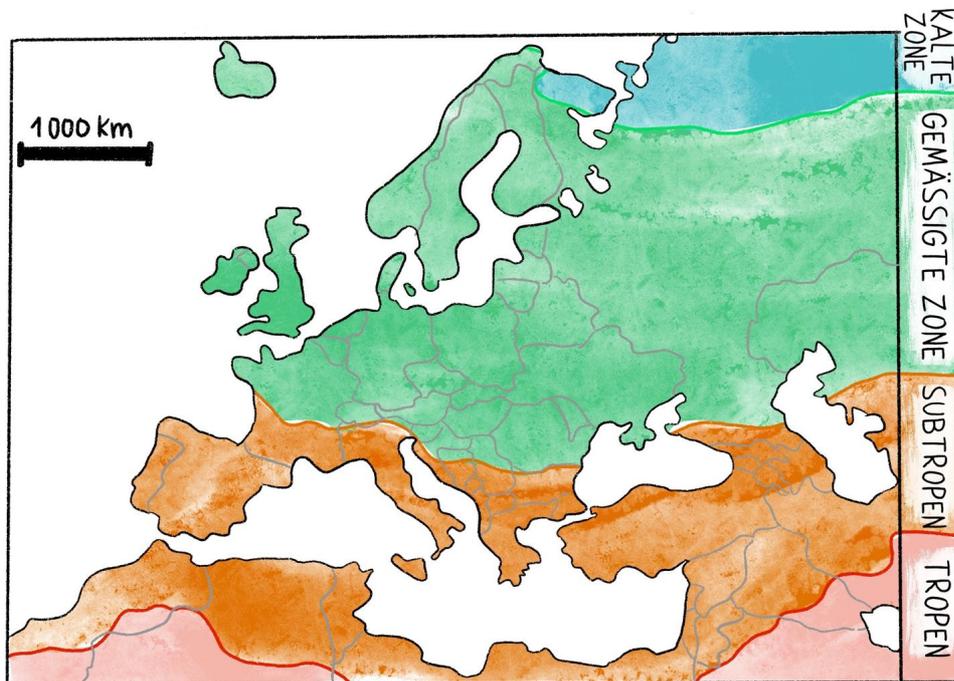
SZENARIO RCP 8,5

Dieses Szenario ergibt sich bei sehr geringem Klimaschutz. Hierbei steigen die CO₂-Emissionen ohne nennenswerten globalen Klimaschutz ähnlich wie in der Vergangenheit weiter an. Dieses Szenario beschreibt die Fortführung bisheriger Entwicklung. Die Erderwärmung im Jahr 2100 läge im Vergleich zur vorindustriellen Zeit bei über 4°C, im Inneren der Kontinente sogar bei eher 6°C, und würde sich weiterhin kontinuierlich fortsetzen. Der Meeresspiegel stiege nach 2100 im globalen Mittel um über 0,6m an. RCP 8,5 beschreibt das sogenannte „worst-case-scenario“ und kann durch die Einhaltung der Klimaziele verhindert werden - Sollte die Umsetzung aber dramatisch scheitern, ist RCP 8,5 als realistische Einschätzung bezüglich der Erderwärmung bis 2120 einzuordnen.

WIE WANDELT SICH DAS KLIMA?

Der Wandel des Klimas wird dazu führen, dass sich die Klimazonen verschieben. Stark vereinfacht gesagt: die Klimazonen verschieben sich um 150 km pro Grad Celsius Erderwärmung in Richtung der Pole.

- ③ Zeichne die Klimazonen für das Jahr 2100 nach deinem Szenario in die untere Karte ein.



UND WO GEHT DIE GANZE WÄRME HIN?

Die Erde erwärmt sich - das steht fest. Grund dafür ist unter anderem, dass der Erde in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich mehr Wärmeenergie zugeführt wird als sie abgeben kann.

Gibt man die Erderwärmung in Zahlen an, nimmt man häufig dafür die durchschnittlich Erwärmung der Luft direkt oberhalb der Erdoberfläche. Aber nicht nur Luft nimmt Wärmeenergie auf, sondern auch Wasser- und Landmassen, die sich in der Folge immer weiter erwärmen.

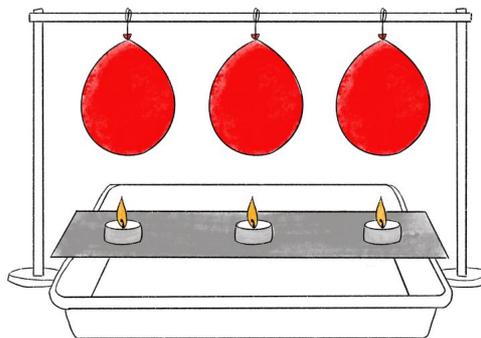
Was nimmt am meisten Wärmeenergie auf? Die Luft, das Wasser oder das Land?

Vermutung

Materialien

- 3 Luftballons
- Sand
- Wasser
- 3 Teelichter
- Feuerzeug
- Schnur
- Stativ-Material
- Brett
- Wanne

Versuchsaufbau



Durchführung

1. Baue das Stativ-Material so auf, dass genügend Platz für drei hängende Ballons ist.
2. Lege mittig unter das Stativ eine Wanne.
3. Platziere das Brett auf der Wanne direkt unter dem Stativ.
4. Fülle einen Luftballon mit etwas Wasser und einen Luftballon mit etwas Sand.
5. Fülle dann alle drei Luftballons so mit Luft, dass sie gleich groß sind.
6. Hänge die Luftballons an das Stativ. Achte darauf, dass du zwischen den Luftballons genügend Platz lässt.
7. Platziere die Teelichter auf dem Brett unter den Ballons.
8. Ziehe das Brett unter den Ballons vor.
9. Zünde die Kerzen an.
10. Schiebe das Brett zurück unter die Luftballons.

DIE FOLGEN IM DETAIL - RECHERCHEARBEIT IN GRUPPEN

Der Klimawandel hat viele unterschiedliche Folgen. Wir betrachten hier einige dieser Folgen genauer.

- ⑦ Lies die Infokästen zu den einzelnen Themen. Suche dir eine der beschriebenen Konsequenzen aus, über die du mehr erfahren möchtest.
- ⑧ Recherchiere in deiner Gruppe zu deinem gewählten Thema.
- ⑨ Erstellt gemeinsam eine Präsentation, mit der ihr eure Mitschülerinnen und Mitschüler über die von euch gewählten Themen und deren Folgen informiert.

Anstieg des Meeresspiegels

Der Meeresspiegel steigt mit der globalen Erwärmung. Die Gründe dafür sind ebenso wie Berechnungen zum tatsächlichen Anstieg komplex. Welche Konsequenzen kann der Anstieg der Meeresspiegel für das Leben auf der Erde haben?

Stürme, Überschwemmungen und Dürren

Die Anzahl starker Wetterphänomene wie Hurrikane, Dürren und Überschwemmungen hat in den letzten Jahrzehnten zugenommen. Wie hängen diese Wetterveränderungen mit dem Klimawandel zusammen? Was können wir in Zukunft erwarten?

Kippelemente

Ein Kippelement als ein sich selbst verstärkender Prozess sorgt für einen starken Klimawandel, wenn der Kipp-Punkt überschritten wurde. Welche Kippelemente gibt es? Wo sind ihre Kipp-Punkte und welche Folgen können sie haben?

Tiere und Pflanzen

Wenn sich das Klima weiter wandelt, wird sich die Flora und Fauna unseres Planeten stark verändern. Für viele Tiere und Pflanzen wird der Lebensraum verschwinden. Welche Arten werden weiterziehen, sich verändern oder sogar aussterben?

Gesundheit

Der Klimawandel kann große Auswirkungen auf Gesundheit und Lebensgewohnheiten der Menschen haben. Dürren durch steigende Hitze und daraus resultierend Hunger und Flucht sind nur einige Beispiele direkter Konsequenzen für die Bevölkerung der Erde. Welche Folgen der Klimawandels auf den Menschen sind noch denkbar?

Meeresströmungen

Die großen Ströme der Ozeane regulieren das globale Klima. Welche Auswirkungen könnte der Einfluss steigender Temperaturen auf ein Phänomen wie den Golfstrom mit sich bringen?

6.1 KANN ICH DEN KLIMAWANDEL BEEINFLUSSEN?



Verhindern lässt sich die Erderwärmung nicht, aber wir sind immer noch in der Lage, großen Einfluss darauf auszuüben. Durch unser Handeln in Zukunft können wir mitbestimmen, wie stark die Folgen des Klimawandels sein werden.

Maßnahmen zum Klimaschutz können in vier Kategorien eingeteilt werden:

1. Verbote

Einige Technologien wie beispielsweise Verbrennungsmotoren in Kraftfahrzeugen könnten verboten oder anders reglementiert werden. Für deren Abgasemissionen könnten zusätzlich CO₂-Grenzwerte eingeführt werden.

2. Anreize und Steuern

Es könnten finanzielle Anreize geschaffen werden, um Infrastruktur mit geringerem CO₂ Ausstoß zu unterstützen, z.B. Kaufprämien für Solaranlagen. Ineffizienterer Verbrauch fossiler Rohstoffe könnte höher besteuert werden.

3. CO₂ einfangen

Um CO₂-Konzentrationen in unserer Atmosphäre zu senken könnten Baumbestände als Kohlenstoffsinken geplant und gepflanzt werden.

4. freiwillige Verhaltensänderungen

Durch persönliche Umstellung in Ernährung, Verkehr und Transport könnten Menschen nachhaltiger und umweltschonender leben.

- ① Welche Maßnahmen würdest du für deine Stadt ergreifen, wenn du alleinig bestimmen könntest? Schreibe Sie auf.



- ② Hier sind Maßnahmen zum Klimaschutz aufgeführt. Ordne diese einer der vier folgenden Ansätze zu:
1. Verbote **2. Anreize**
3. CO₂ einfangen **4. freiwillige Verhaltensänderungen**

Kohleausstieg

Es wird gesetzlich festgelegt, dass keine Kohlekraftwerke mehr betrieben werden dürfen. Kohlekraftwerke produzieren bei der Gewinnung von Energie hohe Mengen CO₂. durch den Wechsel auf erneuerbare Energien wie Wind- und Solarkraft (Wind, Solar, Wasser etc.) wird nicht nur der CO₂-Ausstoß verringert, sondern auch andere schädliche Emissionen, die beim Verbrennen von Kohle entstehen.

Ansatz: _____

Fahrradwege (aus-)bauen

Der Ausbau nötiger Infrastruktur ermöglicht mehr Menschen, statt eigenen Kraftfahrzeugen und öffentlichen Verkehrsmitteln mit Verbrennungsmotor häufiger Fahrräder zu nutzen. Damit wird nicht nur im Straßenverkehr anfallendes CO₂ reduziert, sondern auch die eigene Gesundheit berücksichtigt.

Ansatz: _____



Subvention

Unter einer Subvention versteht man Geld, was der Staat Unternehmen oder Einzelpersonen für bestimmte Investitionen (z.B. Solaranlagen) erlässt. Das Produkt wird dann vom Staat subventioniert.

Investitionen in grüne Forschung

Der Staat kann Geld in die Forschung zu erneuerbaren Energien und sparsame Technologien investieren.

Ansatz: _____

Subventionen für Windkraftanlagen

Es können Subventionen für Windkraftanlagen vergeben werden, damit es sich wirtschaftlich lohnt, diese zu betreiben.

Ansatz: _____

Regenwälder schützen

Die Regenwälder der Erde speichern gewaltige Mengen an CO₂. Doch die Regenwälder (vor allem in Brasilien) werden abgeholzt und abgebrannt, um Ackerfläche zu schaffen. Das Abbrennen führt einerseits zu CO₂-Emissionen, andererseits verschwindet dadurch wertvolle Wälder, die als wichtige Kohlenstoffsenken CO₂ aus der Atmosphäre binden können.

Ansatz: _____

Moore schützen

Natürliche Moorlandschaften sind in der Lage noch mehr CO₂ aus der Atmosphäre zu binden als die Regenwälder. Dieser Prozess funktioniert aber nur mit ausreichend vorhandenen Wassermengen: Die Entwässerung von Mooren könnte also durch Schaffung neuer Gesetze gestoppt werden, oder Wasser könnte bewusst in die Gebiete zurückgeführt werden.

Ansatz: _____

④ Bestimme Stärken und Schwächen der Ansätze.

Ansatz	Stärken	Schwächen
Verbote		
Anreize		
CO2 Einfangen		
freiwillige Verhaltensänderungen		



Möglichkeiten, sich einzubringen	Ansätze	Stärken	Schwächen
an Demonstrationen teilnehmen			
in der Familie darüber reden			



6.2 MIT DEM KLIMAWANDEL LEBEN

Konsequenzen des Klimawandels werden nicht nur in Zukunft spürbar sein, sondern sind es auch heute: In den Artikeln am Ende dieses Kapitels werden einige der Folgen näher beschrieben.

- ① Ordne die verschiedenen Artikel anhand ihrer Überschriften den im letzten Kapitel beschriebenen Konsequenzen zu. Achte darauf, dass es nicht zu jeder der Folgen einen eigenen Artikel gibt, und dass ein Artikel auch mehreren Konsequenzen zugeordnet werden kann.

Folge	Artikel
Anstieg des Meeresspiegels	
Stürme, Überschwemmungen und Dürren	
Kippelemente	
Tiere und Pflanzen	
Gesundheit	
Flucht und Krieg	
Meeresströmungen	

Artikel:

- Bangladesch zwischen Hitzetoten und Zyklonen (Deutschlandfunk)
- Dürre und Unwetter. Klima frisst Äcker. (Zeit.de)
- Höhere Deiche gegen höhere Pegel. Nah am Wasser gebaut. (Deutschlandfunk)
- Informationen und Tipps zum Klimawandel. (Deutschlandfunk)
- Wie Kuba gegen den Klimawandel kämpft. (Blickpunkt-Lateinamerika.de)

② Suche dir einen Artikel aus. Beantworte nach dessen Lektüre die folgenden Fragen:

a) Welches Problem wird beschrieben?

b) Welche Region wird beschrieben?

c) Was ist besonders an dieser Region?

d) Welche Anpassungsstrategien werden beschrieben?

e) Sind die vorgestellten Strategien für andere Regionen der Welt realisierbar?



- ③ Bildet eine Gruppe mit den Mitschüler:innen, die sich den gleichen Artikel ausgesucht haben.
- ④ Vergleicht eure Antworten aus Aufgabe 2.
- ⑤ Erstellt gemeinsam einen Steckbrief der zu den Anpassungsstrategien.

STECKBRIEF

▶ NAME DER STRATEGIE

▶ FOLGE DES KLIMAWANDELS

▶ REGIONEN, WO DIE STRATEGIE ANGEWENDET WERDEN KANN



▶ INHALTE DER STRATEGIE



MATERIAL:

ARTIKEL ZUM UMGANG MIT DEM KLIMAWANDEL

BANGLADESCH ZWISCHEN HITZETOTEN UND ZYKLONEN

Zuletzt sah es so aus, als könnte Bangladesch mit Dämmen und Deichen Zyklonen und Überschwemmungen trotzen. Diese Hoffnung zerrinnt, seit der Klimawandel nicht nur das Land, sondern auch die Gesundheit bedroht. Doch Bangladesch lebt seit jeher mit dem Wasser. Vielleicht gelingt es auch diesmal, sich anzupassen.

„Im Westen versuchen wir uns gerade auszumalen, wie unsere Welt mit zwei oder drei Grad mehr aussehen wird. In Bangladesch können sie den Klimawandel längst spüren.“

Der Klimawandel sei die größte Bedrohung für die Gesundheit im 21. Jahrhundert, hört man seit geraumer Zeit. Aber stimmt das denn wirklich? Vielleicht können sich die Gesellschaften anpassen und irgendwie zurechtkommen.

„Seit einigen Jahren häufen sich die Wirbelstürme und bedrohen das Leben der Einwohner.“ Ein Land, in dem die Menschen schon immer mit dem Wasser leben, ist Bangladesch. Für Überschwemmungen und Monsunregen haben sie Lösungen gefunden. Die Lebenserwartung liegt heute bei 72 Jahren und bei der Säuglingssterblichkeit hat sich Bangladesch im weltweiten Vergleich von den hintersten Plätzen auf Rang 45 vorgearbeitet. Jetzt trifft sie der Klimawandel.

Temperaturanstieg begünstigt Krankheitserreger

Die Temperaturen in Bangladesch sind im letzten Jahrhundert um fast ein Grad gestiegen. Gleichzeitig werden die Regenfälle extremer. Diese Kombination bietet für viele Krankheitsüberträger beste Bedingungen. Kurze, starke Regenfälle erzeugen Millionen Brutstätten von Moskitos.

2019 erlebte Bangladesch den schlimmsten Dengue-Ausbruch seit Beginn der Aufzeichnungen. 20.000 Menschen wurden infiziert, vorher waren es selten mehr als 3.000. Plötzliche, kurze Regenfälle trafen die Stadt völlig unvorbereitet. Auch die Malaria dringt weiter ins Landesinnere vor.

Und selbst eine Krankheit, die man in Bangladesch seit Jahrzehnten erbittert bekämpft, verzeichnet einen neuen Anstieg: die Cholera. Sie lauert vor allem in Ritzen und Spalten der Slums. Weniger als ein Fünftel der Abwässer der 20-Millionen-Metropole Dhaka wird gereinigt. Während des Monsunregens schwemmen die Wassermassen die gefährlichen Darmerreger aus und verteilen sie. Bis zu 250.000 Menschen infizieren sich in Bangladesch jedes Jahr damit, mehr als 4.500 Menschen sterben daran – mehr als 100 Mal so viele wie in den stärksten Überschwemmungen zuletzt ertrunken sind.

„Wir bekommen eine doppelte Belastung. Wir haben Diabetes, Bluthochdruck, Krebs und andere Probleme. Mit dem Klimawandel kommt so etwas wie Hitzestress hinzu. Das wird ein großes Problem vor allem für die Städte und es leben ja immer mehr Menschen in den Städten.“

Planungen werden auf den Klimawandel angepasst

Atiq Rahman sieht durchaus die Erfolge seines Landes, die der Klimawandel jetzt gefährdet:

„Die Kinder- und Muttersterblichkeit wurde signifikant reduziert, die Lebenserwartung ist gestiegen, alles zeigt, dass uns heute besser geht. Aber die niedrigsten Früchte sind die einfachsten. Wir haben jetzt die einfachsten Maßnahmen getroffen, etwa die medizinische Versorgung ausgeweitet.“

Dem Klimawandel zu begegnen ist komplexer. Rahman fordert daher ein radikales Umdenken, in allen Bereichen:

„Der Klimawandel muss Teil der Bildung werden, Teil der Sozialplanung, Teil unseres ganzen Denkens. Und wir haben keine Wahl, denn der Klimawandel wird morgen nicht vorbei sein.“

Die Politik weiß um die Veränderungen, die das Land und das Leben in Bangladesch jetzt und in der Zukunft umkrempeln. Bangladesch ist seit 2005 das erste Land, das einen nationalen Aktionsplan gegen den Klimawandel beschlossen hat. Gerade wird er zum zweiten Mal aktualisiert. Fast alles wird nun auf den Klimawandel angepasst. Neue Straßen sind gleichzeitig als Dämme geplant, alle neuen Schulgebäude auf dem Land sind gleichzeitig Hochwasserbunker.

Gleichzeitig hat sich die Politik der vergangenen Jahre völlig verändert. Früher hat Atiq Rahman das ganze Land mit Deichen durchzogen, sie sollten die Katastrophen wie Überflutung vermeiden. Heute geht es darum, flexibel zu sein. Wenn Trinkwasser fehlt, sollen die Bewohner mehr Regenwasser sammeln. Wenn Reis nicht funktioniert, ermutigt man die Leute, ihr Auskommen mit anderem Getreide, Früchten oder Hühnchen zu bestreiten.

Krankenhaus-Schiffe versorgen die Inseln im Flussdelta

Der Klimawandel führt zu Armut und Armut gefährdet die Gesundheit. Über diese komplexen Zusammenhänge gefährdet der Klimawandel ein gesundes Leben. Kinder mit Klumpfüßen können nie richtig laufen, werden nie vollends auf den Feldern arbeiten, ältere Menschen sehen nicht mehr gut genug, um der Familie zu helfen. Einfache Eingriffe könnten das ändern, doch auf den Chars gibt es so gut wie keine Ärzte mehr.

In den Trockenmonaten ist der Boden porös, das Wasser nagt stetig daran. Sobald der Fluss wegen der Gletscherschmelze oder Regenfällen anschwillt, reißt das Wasser die Erde und ganze Inseln mit sich. In den vergangenen Jahrzehnten bedeutete das auch das Ende von schätzungsweise 15.000 Gesundheitseinrichtungen. Die Regierung hat die Menschen im Grunde aufgegeben.

Patienten warten vor dem Friendship-Krankenhausschiff (Mathias Tertilt)

Sie mussten für jede Diagnose immer aufs Festland – immerhin: Hier in Kurigramm hat sich das geändert. Dr. Shafiu Azams weißer Kittel geht im dichten Nebel fast unter. Der Boden schwankt ganz leicht. Er steht auf seiner Ambulanz, einem Krankenhausschiff – das trotz der Fluten die medizinische Versorgung gewährleisten soll. Die bangladeschische NGO „Friendship“ betreibt mehrere solcher Schiffe in den vulnerablen Regionen.

„120 bis 160 Patienten sehen wir hier jeden Tag. Das ist eine neue Anlegestelle. Das Boot liegt hier seit 15 Tagen, daher sind noch nicht so viele Leute da. Die Menschen kommen mit dem Boot von den anderen Inseln.“

Enge Beziehung zum Wasser

Fortpflanzungsmedizin, Augen-OPs, Röntgengeräte und ein vollausgestattetes Labor – mittlerweile ist die medizinische Versorgung weitaus umfangreicher als in den meisten Dörfern auf dem Festland. Von Deck blickt Azam auf mehrere Wellblechhütten, die am Ufer errichtet wurden. Hier können Patienten übernachten, wenn sie nach Eingriffen, etwa der Operation eines Grauen Stars, für mehrere Stunden oder Tage beobachtet werden müssen. Es sind einfache Konstruktionen, denn sie müssen mobil sein.

Dr. Shaiful Azam auf dem Krankenhausboot (Mathias Tertilt)

Je nach Wetter, Wasserstand und Erosion ziehen die Helfer weiter. Auch das Ufer, das steil aus dem Wasser ragt, zeigt erste Risse. Obwohl das Schiff nur wenige Tage hier angelegt hat. Dass sie hier lange ankern, ist nicht gesagt.

„Wir sollen mindestens zwei Monate an Ort und Stelle bleiben. Das versuchen wir zumindest. Es klappt nicht immer.“

Mehr als 80.000 Patienten behandelt das Ärzteteam auf den Schiffen jedes Jahr.

Die Methode hat sich bewährt. Und so ist es überall in Bangladesch: die Leute suchen nach Lösungen und oft finden sie welche. Sie halten den Naturgewalten stand, haben noch immer eine enge Beziehung zum Wasser, das Bangladesch ernährt.

Nachtrag: Die Recherche zu dieser Reportage fand Ende 2019 statt. Im Mai traf Super-Zyklon Amphan auf Bangladesch. Mehr als fünf Millionen Menschen wurden evakuiert oder verkrochen sich in Schutzbunkern. In den darauffolgenden Wochen stiegen die Corona-Fallzahlen stark an. Mitte Juli hat Bangladesch nach offiziellen Angaben eine höhere Infektionsrate pro Einwohner als alle Nachbarländer.

Quelle:

https://www.deutschlandfunk.de/klimawandel-und-gesundheit-bangladesch-zwischen-hitzetoten.740.de.html?dram:article_id=480669 [2020]

DÜRRE UND UNWETTER: KLIMA FRISST ÄCKER

Im Nordosten kämpfen sie gegen Flammen, die ihre Getreidefelder verschlingen, im Süden stürzen Wassermassen vom Himmel. Hier wochenlange Trockenheit, Waldbrände und lodernde Felder, dort Sturzfluten, Erdbeben und Überschwemmungen. Die Wetterextreme nehmen zu. Und die deutschen Bauern müssen sich dafür wappnen.

Es habe wenig Sinn, bei jedem starken Regen zu fragen, ob der vom Klimawandel komme, "aber die Wahrscheinlichkeit für Gewitter in Deutschland ist im Zuge der Klimaerwärmung gestiegen", sagt Stefan Rahmstorf vom Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung. Für die kommenden Jahrzehnte sei mit einer weiteren Zunahme zu rechnen (Journal of Geophysical Research: Mohr et al., 2015).

Auch der Deutsche Wetterdienst (DWD) bestätigt, dass extreme Wetterlagen zunehmen: In den vergangenen 15 Jahren gab es häufiger Starkregen. Und allein in den zwei Wochen zwischen Ende Mai und Anfang Juni 2018 gab der DWD mehr als 3.000 Unwetterwarnungen heraus. Eine bislang unerreichte Zahl.

Die Modelle von Klimaforscherinnen und -forschern haben schon vor Jahren vorhergesagt, dass kurzzeitige lokale Unwetter zunehmen würden (Reviews of Geophysics: Westra et al., 2014). Solche Sturzregen lassen kaum Zeit, sich zu schützen. Zu größeren Überschwemmungen innerhalb kurzer Zeit kam es etwa 2016 im fränkischen Braunsbach, dieses Jahr in Wuppertal und im niedersächsischen Gremshausen.

Den Unwettern und Starkregen stehen andernorts Dürre und Trockenheit gegenüber. In den vergangenen zwei Monaten hielt sich stabil sehr warmes Wetter. Das liegt daran, dass die sommerlichen Westwinde in unseren Breiten schwächer werden – auch eine Folge steigender Temperaturen in der Arktis (Science: Coumou et al., 2015). Sturmfronten mit kühlerem Wetter bleiben aus. Im ersten Halbjahr 2018 trocknete vor allem der Nordosten Deutschlands aus:

Seit 1901 haben Dürren in Deutschland stetig zugenommen. Und die Klimamodelle rechnen in Zukunft mit noch mehr heißen Tagen und Hitzeperioden. "Wir erleben in vergangenen Jahren eine Häufung klimatologischer Rekorde, die sich in der Summe nur mit dem Klimawandel erklären lassen", sagt Paul Becker, Vizepräsident des Deutschen Wetterdienstes. "Damit nehmen aber auch Extremereignisse zu. Dies erfordert von uns allen intensivere Anpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen."

Vor allem Bauern und Förster müssen sich wappnen. Hitze und Trockenheit schaden dem Getreide, Baumarten wie Fichte und Kiefer leiden besonders. Selbst produziertes Futter wird knapper. Milde Winter, Hitzestress und häufigerer Kahlfrost (also Minusgrade ohne schützende Schneedecke) setzen den Äckern zu. Von milden Wintern profitieren Schädlinge und Unkräuter. Und wärmere Frühjahre lassen die Kulturen früher wachsen und blühen. Kommt dann der Winter noch einmal zurück, erfrieren massenweise Blüten – wie im April 2017, als in Süddeutschland durch Spätfröste hohe Schäden im Obst- und Weinbau entstanden.

Doch höhere Temperaturen und mehr CO₂ in der Luft können auch positive Effekte für die Landwirtschaft mit sich bringen. Pflanzen wachsen besser und es wird leichter, neue Kulturpflanzen wie Soja oder Hartweizen anzubauen. Allerdings scheinen die negativen Auswirkungen durch Dürre, Überschwemmungen, Hagel und Spätfröste schwerer zu wiegen. Allein für dieses Jahr rechnen Versicherungsexperten mit mehr als zwei Milliarden Euro Schäden in der Landwirtschaft.

Was Landwirte tun können? Multikulti statt Monokultur

Die Mehrheit der Bauern und Betriebe ist schlecht auf die Klimaveränderungen vorbereitet. Im November 2017 trafen sich auf Einladung des Umweltbundesamtes Expertinnen und Experten in Berlin, um Strategien für die deutsche Landwirtschaft zu diskutieren. Das freundlich formulierte Fazit: Bei den meisten Betrieben gebe es noch großes Potenzial, sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen.

Multikulti statt Monokultur ist ein vielversprechender Ansatz. Die Fruchtfolgen, also der schrittweise Anbau von zwei, drei, vier oder mehr verschiedenen Ackerfrüchten, müssen noch abwechslungsreicher und länger werden. Auch Mischkulturen, also der gleichzeitige Anbau mehrerer Kulturen auf einem Feld, etwa Hülsenfrüchte und Getreide, erhöhen die Vielfalt auf dem Acker.

Bodenpflege ist aufwendig, schützt aber vor Ausfällen

"Als Schutz gegen Erosion durch Starkregen sollte der Ackerboden möglichst das ganze Jahr durch bedeckt sein", sagt Thilo Streck, Agrarexperte und Professor am Institut für Bodenkunde der Universität Hohenheim. Pflanzen wie Ackersenf, Weidelgras oder die als Bienenweide bekannte Phacelia können als Zwischenfrüchte nach der Getreide- oder Maisernte angebaut werden. Später werden sie dann gemulcht oder untergepflügt, was den Kohlenstoffanteil im Boden erhöht und im Frühjahr den Ertragspflanzen zugutekommt. Ähnlich wirken Untersaaten, etwa Klee in einem Weizenfeld oder Gras, das unter Maispflanzen wächst. Die Untersaat hält Feuchtigkeit und Humus im Boden, bindet Stickstoff und lässt sich darüber hinaus noch als Futter oder Biogassubstrat verwenden. Gerade auf leichten Böden können Untersaaten helfen, mehr Wasser zu speichern.

Um Böden zu pflegen, käme auch die Mulchsaat infrage, bei der kein Pflug mehr den Acker umwälzen muss. Winterhärtere Sorten oder Kulturen – zum Beispiel Roggen statt Weizen – oder neue, wärmeliebende und trockenheitsresistente Arten wie Sorghumhirsen können angebaut werden. Und auch eine geschickte Mischung von früh-, mittel- und spätreifen Sorten kann helfen, Ernteausfälle zu vermeiden. Auf den Äckern muss sich etwas tun. Mehr Hecken, Bäume und Sträucher statt großflächig einheitlicher Anbauflächen fördern die Vielfalt von Pflanzen- und Tierarten, schützen den Boden und verbessern das Mikroklima. "Eine nachhaltige und klimaangepasste Bewirtschaftung muss aber immer auch ökonomisch nachhaltig sein, sonst funktioniert das nicht", sagt Streck. Für die bäuerlichen Betriebe sei das eine enorme Herausforderung, bei der sie auf die Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten, Behörden und Verbänden angewiesen seien.

Noch scheuen viele den Zeit- und Kostenaufwand

Die deutschen Äcker zukunftssicher zu machen, ist weder trivial noch billig: Resistenterer Sorten etwa beim Weizen liefern weniger Ertrag und auch andere Maßnahmen bedeuten oft mehr Arbeit bei geringerer Ernte. Teuer wird es auch für Betriebe, die sich direkt gegen Trockenheit und Starkregen schützen wollen. Neue Bewässerungssysteme, Hagelschutznetze oder Versicherungen gegen Dürre und andere Wetterextreme müssen erst mal bezahlt werden. Staatliche Förderung kann helfen, und Verbraucher können die regionale Landwirtschaft beim Einkauf unterstützen.

All diese Umstellungen könnten sich langfristig auszahlen – doch sie müssten bald angepackt werden. Dann hätten nicht nur die Bauern etwas davon. Denn die meisten der Anpassungen an den Klimawandel wirken sich auch positiv auf wilde Tiere und Pflanzen aus, schonen Gewässer und sorgen für mehr Vielfalt in der Landschaft.

Quelle:

<https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2018-07/klimawandel-erderwaermung-anpassung-biodiversitaet-landwirtschaft/komplettansicht>

HÖHERE DEICHE GEGEN HÖHERE PEGEL: NAH AM WASSER GEBAUT

Ein Drittel der Niederlande liegt unter dem Meeresspiegel. Der Klimawandel lässt das Wasser steigen. Wie ein Land sich gegen den Untergang rüstet.

Dass die Niederlande, deren Gebiet zu einem Drittel unter Normalnull liegt, versinken könnten, nun ja: müssen, wenn der Meeresspiegel deutlich steigt, ist jedem klar, der das Land einmal besucht hat. Und erst recht natürlich den Menschen, die hier leben. Diese gefährlich niedrige Lage hat ein solches Maß an Expertise hervorgebracht, dass niederländische Wasseringenieure als die besten der Welt gelten. Wie reagiert man also auf die unheilvollen Berichte von immer schneller steigenden Weltmeeren?

Einen guten Eindruck vermittelt das wohl ikonischste aller hiesigen Wasserschutz-Bauwerke: der afsluitdijk (Abschlussdeich), ein 32 Kilometer langer Damm zwischen den Provinzen Noord-Holland und Friesland, erbaut zwischen 1927 und 1932, der die zuvor tief ins Land einschneidende Zuiderzee von der Nordsee abtrennte und daraus das IJsselmeer machte. Der Deich, über den heute eine Autobahn führt, ist eine Lebensversicherung für die Anrainer-Provinzen – eine, die sogar vom All aus sichtbar ist. Seit April ist der Abschlussdeich eine Baustelle. Nach gut 85 Jahren ist es an der Zeit, das Bauwerk zu verstärken, findet die Infrastruktur-Behörde Rijkswaterstaat. Bis zum Jahr 2022 wird die gesamte Außenseite neu verkleidet. Jeweils zwei Sielschleusen und Pumpwerke werden installiert, um Wasser aus dem IJssel- ins Wattenmeer ablassen oder pumpen zu können. „Die Renovierung hat drei Gründe“, erläutert Joost van de Beek, der Programmmanager. „Das Alter des Deichs, das Steigen des Meeresspiegels und unsere Sicherheitsnormen: Als er gebaut wurde, gab es noch keine. Jetzt werden sie immer strenger.“

„Wenn die Eiskappen schmelzen, bleibt von uns nicht viel übrig“

„Bei einem Supersturm käme das Wasser bis hierher“ – Joost van de Beek weist auf die halbe Höhe des Deich-Modells. „Wäre diese Fläche glatt, würde das Meer darüber schlagen.“

Die Animationen an der Wand des Büroraums zeigen, welche Register in diesem Land gezogen werden, um das Wasser hinter den Deichen zu halten. Natürlich macht so etwas selbstsicher. „Wir sind diese Umstände seit Jahrhunderten gewohnt. Und alle zwölf Jahre werden die Deiche gesetzlich überprüft“, so van de Beek, der in Lelystad wohnt. Die Hauptstadt der Provinz Flevoland wurde einst dem IJsselmeer abgerungen und nach dem Wasserminister Cornelis Lely benannt, der als Vater des Abschlussdeichs gilt.

Lelys Nachkommen verfolgen heute einen Ansatz namens „adaptives Deltamanagement“. „Wir gehen schrittweise vor: erst machen wir den Deich bis 2050 beständig, danach schätzen wir die Lage neu ein. Das meteorologische Institut geht bis dahin von 35 Zentimeter Seespiegelanstieg aus“, erklärt van de Beek. „Sollten es 50 Zentimeter werden, müssen wir den Deich anpassen.“ Und wenn diese Strategie in Zukunft nicht mehr ausreicht? „Wir haben genug Wissen, um die Deiche weiter zu erhöhen. Technisch ist alles möglich. Wobei die Kosten natürlich steigen werden.“

Freilich teilen nicht alle dieses Vertrauen. Im Februar fragt Lammert van Raan, Abgeordneter der Partei für die Tiere, im Parlament in Den Haag, wie die Regierung sich auf einen möglichen schnelleren Anstieg vorzubereiten gedenke. Anlass: eine Fernsehreportage über die Oosterscheldekering, ein Sperrwerk im Südwesten des Landes und Teil der legendären Delta-Werke. Ingenieur Frank Spaargaren bekennt dort, sein Bauwerk sei für einen 40 Zentimeter höheren Meeresspiegel konzipiert: „Bei einem Meter Anstieg kann man es vergessen.“

Ein paar Wochen später empfangen die Abgeordneten einen Brief von Cora van Nieuwenhuizen, der Ministerin für Infrastruktur und Wasser. Der Inhalt ist ambivalent: Die Niederlande seien „das sicherste Delta der Welt“, dank des gesetzlich vorgeschriebenen Küstenschutzes, dem „Delta-Programm“ samt angeschlossenem Investitionsfonds. Zugleich räumt sie ein, ein schnellerer Anstieg werde erst nach 2050 sichtbar. Was die langfristige Perspektive betrifft, gebe es „extrem große Unsicherheiten“, die es zu reduzieren gelte – gerade hinsichtlich der Entwicklungen in der Antarktis.

Der Glaziologe Michiel Helsen, Dozent an der Hochschule Rotterdam, hat berufsbedingt einiges an Einblick in diese Thematik. Sein Fazit ist nicht beruhigend. Im Winter gehörte er zu jenen Wissenschaftlern, die in der Zeitschrift *Vrij Nederland* kritisieren, die Niederlande hätten „keinen Plan B“, falls das Wasser schneller steige. Helsen wird dort zitiert: „Ist es noch verantwortlich, unter Normalnull zu wohnen? Langfristig ist es möglich, dass wir den Westen der Niederlande nicht halten können.“ Er plädierte für eine Debatte, „an welchen Teile des Landes man zu welchem Preis festhält“.

Gefragt nach einem Ort, an dem seine Warnung anschaulich wird, schlägt Helsen die Maeslantkering vor, ein Sperrwerk bei Hoek van Holland, unweit des Rotterdamer Hafens gelegen. Es ist der nördlichste Teil der Delta-Werke, die nach der Flut-Katastrophe von 1953 zum Schutz der Provinzen Zuid-Holland und Zeeland errichtet wurden: zwei gigantische und computergesteuerte Türen, je 210 Meter breit, 22 Meter hoch und 15 Meter tief, die bei einem Wasserstand von 3 Metern geschlossen werden. Einer Million Menschen im Metropolengebiet sollen sie im Fall einer Flut die Füße trocken halten.

Michiel Helsen ist kein finsterner Untergangs-Prophet, sondern ein jugendlich wirkender Wissenschaftler von Anfang 40, der einst aus Faszination für Eis und Gletscher sein Fachgebiet wählte. Warum drängt er in solch drastischen Worten zu einer Diskussion darüber, einen Teil der Niederlande aufzugeben? „Die Dringlichkeit kommt daher, dass wir viel über Klimaschutz-Maßnahmen reden, weil die Niederlande sehr niedrig liegen. Aber es wird kaum darüber gesprochen, dass es schiefgehen kann, etwa weil wir die Ziele des Pariser Klima-Abkommens nicht einhalten.“

Aus der Fensterfront des Besucherraums fällt der Blick auf die riesigen Flügeltüren, zwischen denen der Nieuwe Waterweg, die Verlängerung des Rheins, die letzten Meter zur Nordsee zurücklegt. Entworfen wurde das Sperrwerk für eine Periode von 100 Jahren. Als es in den 1990ern gebaut wurde, erwartete man, dass es einmal in zehn Jahren in Funktion trete. Tatsächlich war dies bisher zweimal der Fall, 2007 und 2018. Bei einem höheren Meeresspiegel käme das viel häufiger vor: dreimal im Jahr bei einem Anstieg von einem Meter, 30-mal bei anderthalb Metern. Was schwerwiegende Folgen hätte: „Wohin dann mit dem Wasser aus dem Fluss, das nicht zur See abfließen kann?“, gibt der Wissenschaftler zu bedenken. „Man bekäme einen Staudammeffekt, aber auf der falschen Seite.“

Es ist ein unwirkliches Ambiente: Da springt eine Grundschulklasse fröhlich zwischen den Info-Tafeln umher, eine neue Generation Niederländer, die aufwachsen werden mit dieser Bedrohung, die immer im Konjunktiv gedacht wird. Und Michiel Helsen sagt: „Wenn die Erde sich weiter aufwärmt, wenn die großen Eiskappen schmelzen, so gut wie alles Eis auf Grönland und einen Großteil der Westantarktis, kann das einen Anstieg von zehn Metern verursachen. Dann bleibt von den Niederlanden nicht viel übrig. Gerade vom Westen, wo die meisten Menschen wohnen und die Wirtschaft ist.“

Was, wenn der Meeresspiegel nach 2050 viel heftiger steigt, als derzeit prognostiziert? Helsen hält das für durchaus möglich: „Eiskappen haben eine komplizierte Dynamik. Wenn Eis, wie es in der Antarktis oft der Fall ist, ins Meer strömt oder ins Treiben gerät, kann es viel schneller schmelzen als an Land, vor allem, wenn das Wasser wärmer ist. Weil diese Prozesse so komplex sind, ist die Entwicklung schwer vorherzusagen. Aber wir sehen, dass Prognosen den Berichten des Weltklimarats bisher meist zu vorsichtig waren und korrigiert wurden.“

An der Rotterdamer Hochschule, wo Helsen für die Ausbildung von Geografie-Lehrern zuständig ist, gibt er derzeit einen Kurs namens „Global Change“ zum Thema Klimawandel. Auch die prekäre Situation der Niederlande kommt dort zur Sprache. In der Vergangenheit hat er sich gewundert, wenn Studenten die Gefährdung nicht als konkret wahrnahmen. In diesem Frühjahr habe sich dies geändert. „Sie realisieren nun, dass dies sie selbst betreffen wird.“

<https://taz.de/Hoehere-Deiche-gegen-hoehere-Pegel/!5600620/>

INFORMATIONEN UND TIPPS ZUM UMGANG MIT DEM KLIMAWANDEL

Angesichts zunehmender Wetterextreme hat die Bundesregierung ein Website zum Thema Klimawandel gestartet. Das Klimavorsorgeportal bietet staatlich geprüfte und aktuelle Informationen sowie ganz konkrete Tipps zur Vorsorge gegen Klimaschäden – und will ein möglichst breites Publikum ansprechen. Das soeben vorgestellte Klimavorsorgeportal richtet sich ausdrücklich auch an interessierte Bürger, die sich über den Klimawandel und die Auswirkungen auch in Deutschland informieren wollen. Es soll also nicht nur Behörden oder Unternehmen ansprechen. Es geht zudem auch um passgenaue Informationen, die bei Bedarf auch bestimmte Regionen hierzulande in den Fokus rücken.

Die Bundesregierung hat bereits 2008, vor zehn Jahren, die Deutsche Anpassungsstrategie beschlossen. Auch hier geht es darum, Wege zu finden, wie mit den Veränderungen umzugehen ist und auch, wie künftig Schäden zu vermeiden sind. Dieses fundierte, gebündelte Fachwissen wird nun im Klimavorsorgeportal ebenfalls aufbereitet.

Konkrete Empfehlungen zum Umgang mit dem Klimawandel

Susanne Hempen ist im Bundesumweltministerium die Koordinatorin für diese Anpassungsstrategie. Sie sagt, auch interessierte Bürger würden hier auf jeden Fall fündig: „Die Informationen des Klimavorsorgeportals werden aktuell gehalten. Veraltete Informationen fallen raus. Der Bürger kann beispielsweise etwas über die Hitzewarn-App erfahren. Wie kann man diese herunterladen? Er bekommt zudem Handlungsempfehlungen, was er selbst tun kann, um sich gegen Hitze zu wappnen: Das kann Gesundheitsaspekte betreffen, es geht aber auch um die Frage, wie man baulich – am eigenen Haus – etwas verändern kann.“

Für das federführende Bundesumweltministerium ist klar: Der Klimawandel sei inzwischen auch in Deutschland angekommen. Extremwetterereignisse, die früher noch die großen Ausnahmen gewesen seien, würden heutzutage mehr und mehr zum Normalfall werden, sagt Bundesumweltministerin Svenja Schulze (SPD). Vorsorge und Anpassung seien deshalb notwendig – in vielen Bereichen, beispielsweise in der Landwirtschaft. Auch hier soll das Portal die wesentlichen Informationen liefern.

„Die Landwirte müssen sich auf zunehmende Trockenheit einstellen. Sie müssen ihre Bodenbewirtschaftung verändern. Wir haben deshalb gemeinsam mit dem Landwirtschaftsministerium Schulungen angestoßen, die Landwirten auch Hilfestellungen geben. Sie bekommen Informationen zu den Gefahren des Klimawandels und eben auch ganz konkrete Empfehlungen: Welche Pflanzensorten oder auch Tierarten kommen mit den veränderten Bedingungen besonders gut zurecht? Welche Bewässerungstechniken, welche Ackerbausysteme sind wassersparend? Was kann man da nach vorne bringen?“

Daten vom Deutschen Wetterdienst

Die verwendeten Daten stammen unter anderem natürlich vom Deutschen Wetterdienst, aber auch sehr viele Analysen, etwa des Umweltbundesamtes, sind eingeflossen. In einem aber zeigte sich Paul Becker, Vizepräsident des Deutschen Wetterdienstes, sicher: Auch wenn noch kein einzelner Sommer ein wissenschaftlicher Beleg für Klimaveränderungen darstellt – die Langzeitbetrachtungen der Experten lassen inzwischen doch Schlussfolgerungen zu. Paul Becker mit seiner Bilanz des Deutschen Sommers 2018:

„Im Zeitraum April bis August 2018 lag die Mitteltemperatur in Deutschland bei 17,3 Grad Celsius. Das sind 3,6 Grad über dem langjährigen Mittel. Ein solches Temperatur-Plus hat es für diesen Zeitraum in Deutschland seit Aufzeichnungsbeginn im Jahr 1881 noch nie gegeben. Und im gleichen Zeitraum fiel in Deutschland verglichen mit dem vieljährigen Durchschnitt 150 Liter Regen pro Quadratmeter zu wenig. Nur 1911 war das Minus mit 160 Liter pro Quadratmeter noch größer.“

Auch diese Daten findet man natürlich auf dem Klimavorsorgeportal. Und es werden Erfahrungen weitergegeben: Welche Maßnahmen wurden bereits von einzelnen Kommunen veranlasst? Susanne Hempen erwähnt hier beispielsweise die Anstrengungen der Stadt Solingen, auf künftige Hochwassersituationen besser reagieren zu können. Für Stadtplaner oder Architekten anderswo könnte dies von Interesse sein.

„Da geht es um ganz konkrete Handlungsanweisungen, was die Kommunen vor Ort schon gemacht haben. Aber auch, welche Schwierigkeiten sie hatten. Daraus kann man lernen. Man hat hier zum Beispiel ein Konzept entwickelt, welches das Wasser zum einem nicht verbannt aus der Stadt, sondern es auch nutzt. Sodass man beispielsweise bei Hitze auch die Verdunstungskälte des Wassers

Quelle:

https://www.deutschlandfunk.de/klimavorsorgeportal-informationen-und-tipps-zum-umgang-mit.697.de.html?dram:article_id=429027 [2018]

WIE KUBA GEGEN DEN KLIMAWANDEL KÄMPFT (INTERVIEW)

Der Klimawandel trifft Kuba hart. Es drohen schwere Dürren und die Umsiedelung von ganzen Gemeinden. Anisley Morejón, die Chefin der Studiengruppe zu Umwelt und Gesellschaft (GEMAS), erklärt im Interview, wie sich der Karibikstaat dagegen zu wehren versucht.

Anisley Morejón, hat einen Doktor in Philosophie und ist Chefin der Studiengruppe zu Umwelt und Gesellschaft (GEMAS) am Institut für Philosophie in Havanna, einer Art Think tank des kubanischen Ministeriums für Wissenschaft, Technologie und Umwelt, kurz CITMA. Morejón beschäftigt sich dort mit der sozialen Dimension des Klimawandels. Von dem ist Kuba als Insel in der Karibik besonders betroffen ist.

Blickpunkt Lateinamerika: Frau Morejó, inwiefern ist Kuba vom Klimawandel betroffen?

Anisley Morejón: Die Auswirkungen sind vielfältig. Da ist der Anstieg des Meeresspiegels, der es nötig machen wird, bestimmte Orte an der Küste umzusiedeln. Dürren werden zunehmen und länger anhalten. Die Böden werden durch Erosion und Versalzung stark beeinträchtigt – mit Auswirkungen für Landwirtschaft und Ackerbau. Dies wird die Art der Bewirtschaftung verändern. Eine weitere Auswirkung ist die Verfügbarkeit von Wasserressourcen. Sie wird uns vor die Frage stellen, wie wir das verfügbare Trinkwasser bewahren können. Aufgrund des Klimawandels werden sich extreme Wetterereignisse wie Hurrikane und tropische Stürme verstärken. Hinzu kommen gesundheitliche Auswirkungen durch den Temperaturanstieg, weil der menschliche Organismus auf bestimmte Klimaveränderungen nicht vorbereitet ist.

Mit Tarea Vida(Aufgabe Leben) hat die kubanische Regierung 2017 ein ambitioniertes Programm zur Bekämpfung des Klimawandels verabschiedet. Was beinhaltet dieser Regierungsplan?

Tarea Vida ist ein staatlicher Plan zur Anpassung an den Klimawandel auf nationaler Ebene. Er wurde vom Umweltministerium ins Leben gerufen und besteht aus fünf grundlegenden Maßnahmen und elf Aufgaben. Die grundlegenden Maßnahmen sind: keine neuen Bauvorhaben in den am meisten gefährdeten Küstengebieten. Zweitens: Neubauten sollten resistent oder an den Meeresspiegelanstieg angepasst sein. Drittens betrifft die landwirtschaftlichen Aktivitäten: Das heißt, es soll Saatgut eingesetzt werden, das gegen hohe Temperaturen resistent ist. Die vierte Maßnahme lautet: Pflanzungen in Küstennähe sollen vermieden werden, sowohl wegen der Versalzung als auch wegen des Eindringens von Meerwasser. Und schließlich darf man in Küstengebieten nicht nur nicht neu bauen, es muss innerhalb der staatlichen Fünf-Jahres-Pläne auch ein Budget für die Gemeinden geben, die ins Landesinnere verlegt werden müssen.

Zu den elf zugeordneten Aufgaben gehören die Wiederherstellung und der Erhalt der Strände, Mangrovenwälder und Korallenriffe; die Stärkung des Hurrikan-Frühwarnsystems; die Sicherstellung der Verfügbarkeit von Wasser; sowie der Ausbau erneuerbarer Energien. Bis zum Jahr 2030 möchte Kuba den Anteil regenerativer Energien an der Stromversorgung von derzeit vier auf 25 Prozent ausbauen.

Wie wurde der Plan bisher umgesetzt?

Besonders wichtig sind Projekte zur Nahrungsmittelsicherheit: Da wir stark von Dürre betroffen sein werden und in Kuba bereits 60 Prozent der Böden unter Erosion, Dürre und Versalzung leiden, müssen wir Projekte zur Nachhaltigkeit der Ernährung fördern. Es gibt mit BASAL (Projekt der Umweltgrundlagen für die Nachhaltigkeit lokaler Lebensmittel) ein emblematisches Projekt, das sich mit Bodenmanagement, Dürremanagement und der Umstellung von landwirtschaftlichen Fincas zu agrarökologischen Fincas befasst. Wesentliche Komponenten sind zudem die nachhaltige Reisproduktion und die Anpassung des Viehbestandes und der Landwirtschaft an die Auswirkungen des Klimawandels.

Welche Rolle spielt die Zivilgesellschaft?

Tarea Vida arbeitet nicht nur aus dem staatlichen Bereich, den Ministerien, sondern auch mit mehr als 30 Organisationen der Zivilgesellschaft zusammen. Mit unserem Institut für Philosophie können wir von einer sozialen Dimension her einwirken, indem wir die Wahrnehmung und das Wissen sowie die Partizipation der Bevölkerung schulen. Damit es nicht nur bei staatlichen Plänen bleibt, die von oben herab entworfen werden, sondern in den Gemeinden selbst Projekte entwickelt werden und sich selbstverwaltete Projekte artikulieren, um den Auswirkungen des Klimawandels entgegenzutreten

Kubas Wirtschaft hängt zu sehr vom (Massen-)Tourismus ab, nicht gerade eine „grüne“ Industrie. Kann dieser Widerspruch gelöst werden und wie?

Ich werde Ihnen von der Philosophie her antworten. In der Philosophie werden Widersprüche nicht aufgelöst, Widersprüche werden vorausgesetzt. Man muss eine höhere Stufe erreichen, um einen Widerspruch zu überwinden; das heißt, man kann einen Widerspruch in der Wirtschaft oder der Umwelt nicht auflösen, ohne die Entwicklung zu berücksichtigen. Kuba braucht Tourismus, Massentourismus, um all seine sozialen Projekte fördern zu können. Und gleichzeitig hat es eine Projektion, die Umwelt zu schonen und zu schützen. Konzipiert wird ein nachhaltiger Tourismus, um die Auswirkungen des Reiseverkehrs und die Umweltbelastung so wenig aggressiv wie möglich zu halten.

Kuba befindet sich in einer sehr komplizierten wirtschaftlichen Situation. Sehen Sie die Gefahr, dass die wirtschaftlichen Notwendigkeiten Umwelt- oder soziale Themen überlagern?

Trotz der Auswirkungen der US-Blockade, trotz der derzeitigen COVID-19-Krise, werden die Aktionen im Kampf gegen den Klimawandel verstärkt, vom Umweltministerium, von den Tarea Vida-Projekten. Die spiegeln sich in der neuen Verfassung [2019 in Kraft getreten, Anm.] oder im Nationalen Programm für wirtschaftliche und soziale Entwicklung 2030 wider. Durch den Dialog zwischen Regierung und Wissenschaft wurde erreicht, dass wir verstehen, dass wir keine Lösungen für den Umgang mit Dürren, Nahrungsmittelprobleme, die Nachhaltigkeit der Böden oder die Viehzucht finden werden, wenn wir den Klimawandel nicht auf dem Schirm haben. Es gibt ein Verständnis dafür, dass, wenn wir den Kampf gegen den Klimawandel nicht in den Vordergrund stellen, egal wie viele Projekte, egal wie viel Sozialpolitik wir machen, wir nicht in der Lage sein werden, Grundbedürfnisse wie Nahrung oder Wasserversorgung zu erfüllen.

<https://www.blickpunkt-lateinamerika.de/artikel/wie-kuba-gegen-den-klimawandel-kaempft-interview/>
[2021]