



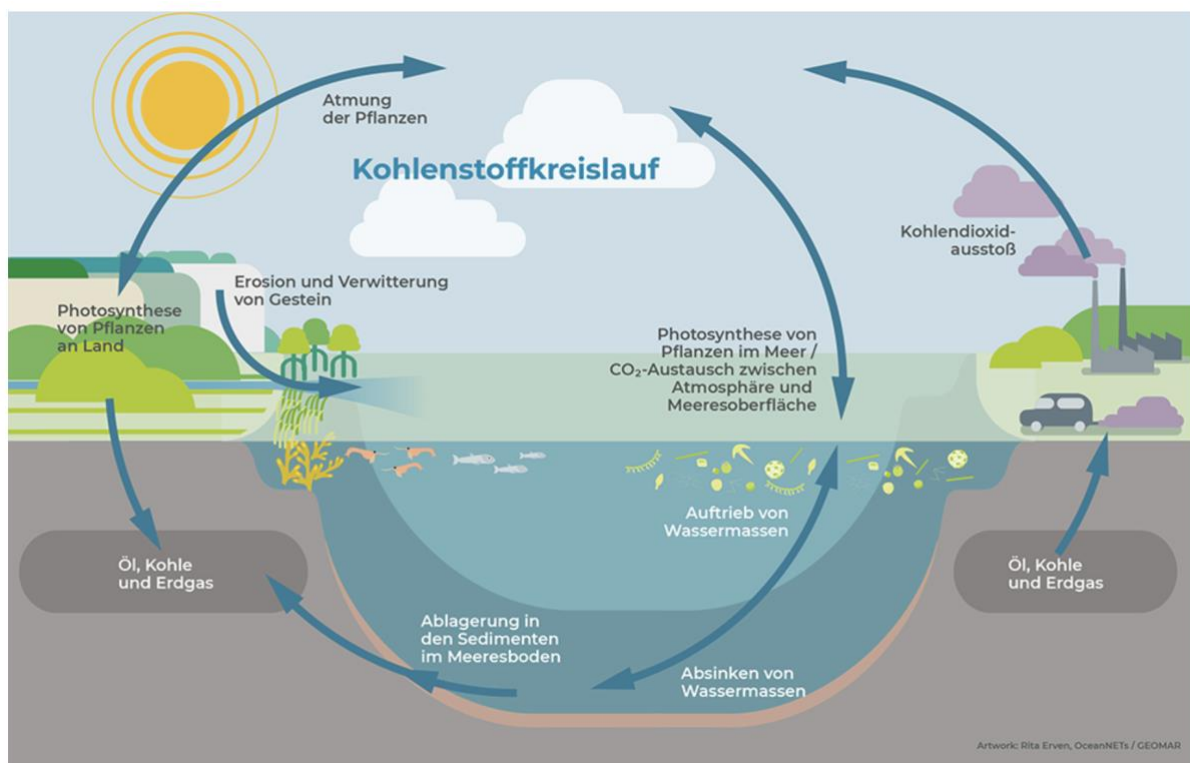
JOHANNES GUTENBERG
UNIVERSITÄT MAINZ

NaT|Lab

für Schülerinnen und Schüler

Klima im Wandel

-Der Kohlenstoffkreislauf-



Bildquelle: <https://www.ardalpha.de/wissen/umwelt/klima/klimawandel/kohlenstoffkreislauf-meer-infografik-100.html>

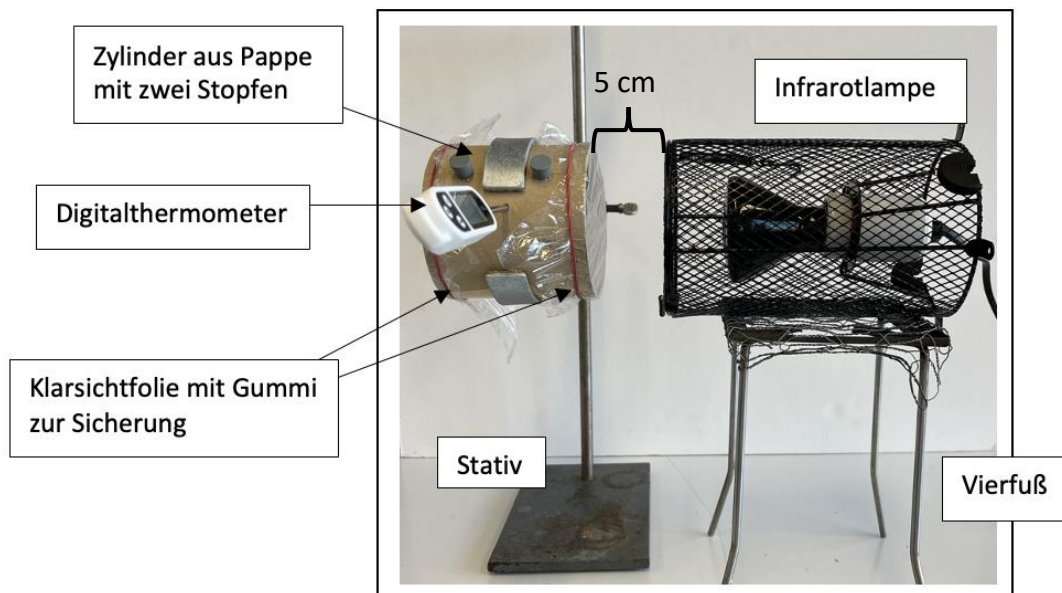
Dieses Skript gehört: _____

Versuch 1: Treibhauseffekt

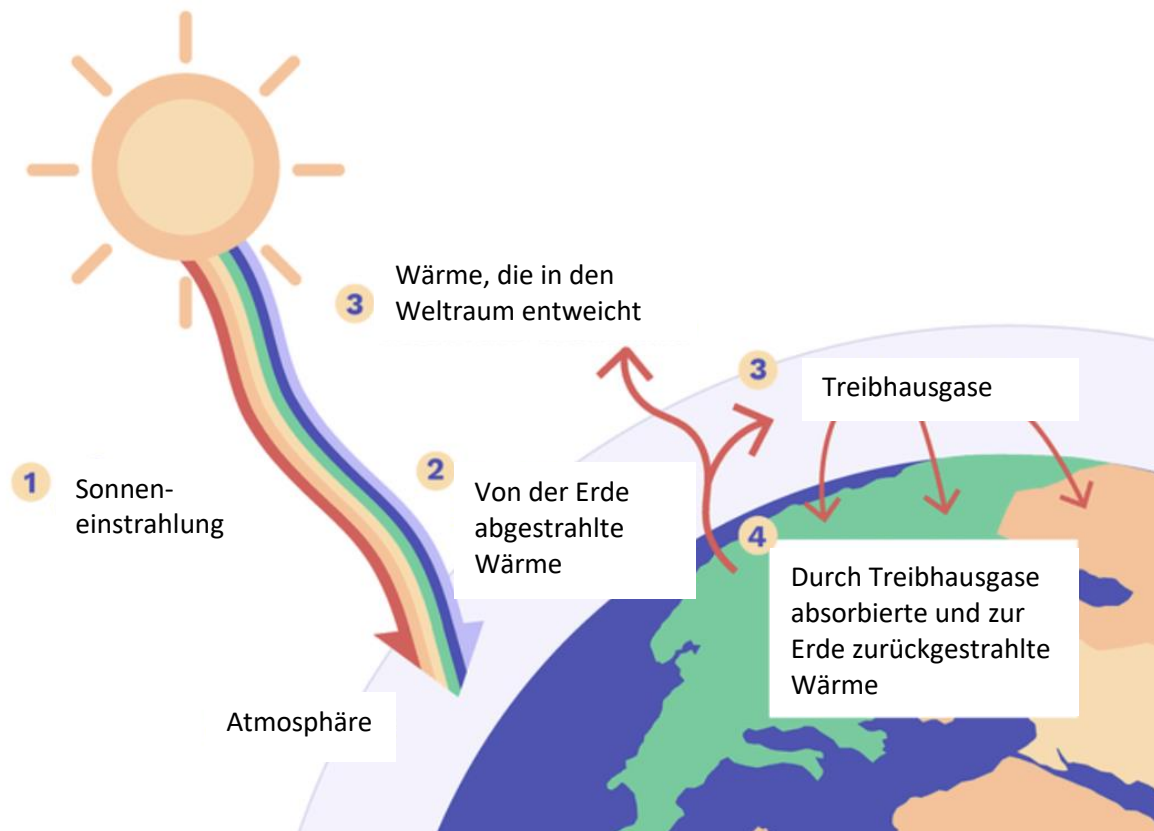
Materialien	Chemikalien
200 ml Erlenmeyerkolben Stopfen mit Übergangsstück und Schlauch Pappzylinder mit Stopfen Klarsichtfolie, 2 Gummibänder Digitalthermometer Infrarotlampe Vierfuß (Draht), Stativ, große Klemme, Muffe Messzylinder 30 ml Teelöffel	Natron Zitronensäure  destilliertes Wasser

Durchführung

1. Baue den Versuch entsprechend der Abbildung auf.



2. Schalte die Infrarotlampe an und warte, bis sich die Temperatur circa eine Minute nicht mehr ändert. (Dauer der Aufwärmzeit: etwa 15 Minuten)
3. Interpretiere das Bild auf Seite 2. Benenne die Bestandteile des Bildes, die in dem Experiment modelliert werden.
4. Gib in den Erlenmeyerkolben je 1 ½ Teelöffel Zitronensäure und Natron.
5. Nimm die Stopfen aus dem Pappzylinder. Fülle 100 ml Wasser (Abmessen mit Hilfe des Messzylinders) in den Erlenmeyerkolben und verschließe diesen **ZÜGIG**. Schieb den Schlauch durch ein Loch in den Pappzylinder und befülle ihn eine Minute mit Kohlenstoffdioxid. Schließe anschließend den Pappzylinder mit den Stopfen.
6. Notiere alle 30 Sekunden die Temperatur, bis sich diese circa eine Minute nicht mehr verändert.



Quelle: <https://climatescience.org/de/advanced-greenhouse-effect>

3.1 Das Experiment soll den in dem Bild gezeigten Vorgang modellieren. Das Experiment zeigt jedoch nur einen Teil: An welcher Stelle des Bildes beginnt unser Experiment? Benenne die Bestandteile des Bildes, die die Infrarotlampe, die von der Infrarotlampe abgegebene Wärmestrahlung und der Pappzylinder im Experiment darstellen.

3.2 Beschreibe den Vorgang des sogenannten **natürlichen Treibhauseffekts** in eigenen Worten.

Info: Der sogenannte **anthropogene Treibhauseffekt** resultiert aus menschlicher Aktivität, die für einen zusätzlichen Ausstoß von Treibhausgasen sorgt.

Beobachtung

Die Temperatur, die sich nach dem Erhitzen der Luft im Pappzylinder einstellte, nennt sich **Gleichgewichtstemperatur**.

--

Zeit [min]	Temperatur [°C]
0:00	
0:30	
1:00	
1:30	
2:00	
2:30	
3:00	

Zeit [min]	Temperatur [°C]
3:30	
4:00	
4:30	
5:00	
5:30	
6:00	
6:30	

Auswertung

1. Beschreibe die Auswirkungen einer höheren Kohlenstoffdioxid- Konzentration in der Atmosphäre

2. Was genau passiert, wenn die Infrarotstrahlung auf ein Kohlenstoffdioxidmolekül trifft? Scan hierfür den QR-Code!

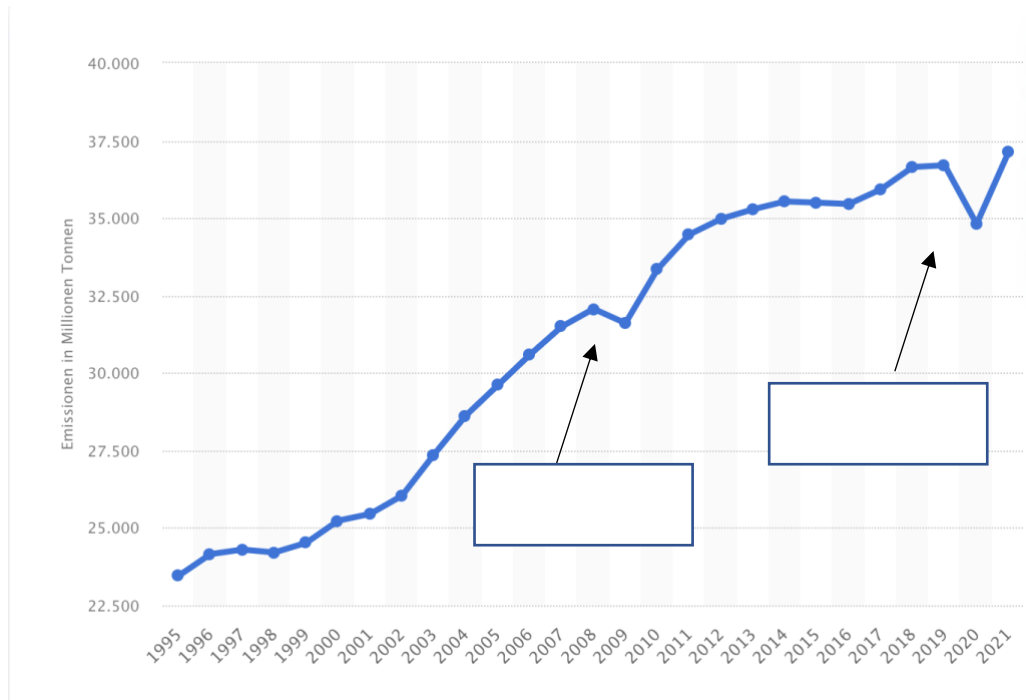


3. Nenne außer Kohlenstoffdioxid noch andere Treibhausgase. Überprüfe dies ebenfalls mit Hilfe des QR-Codes!

--

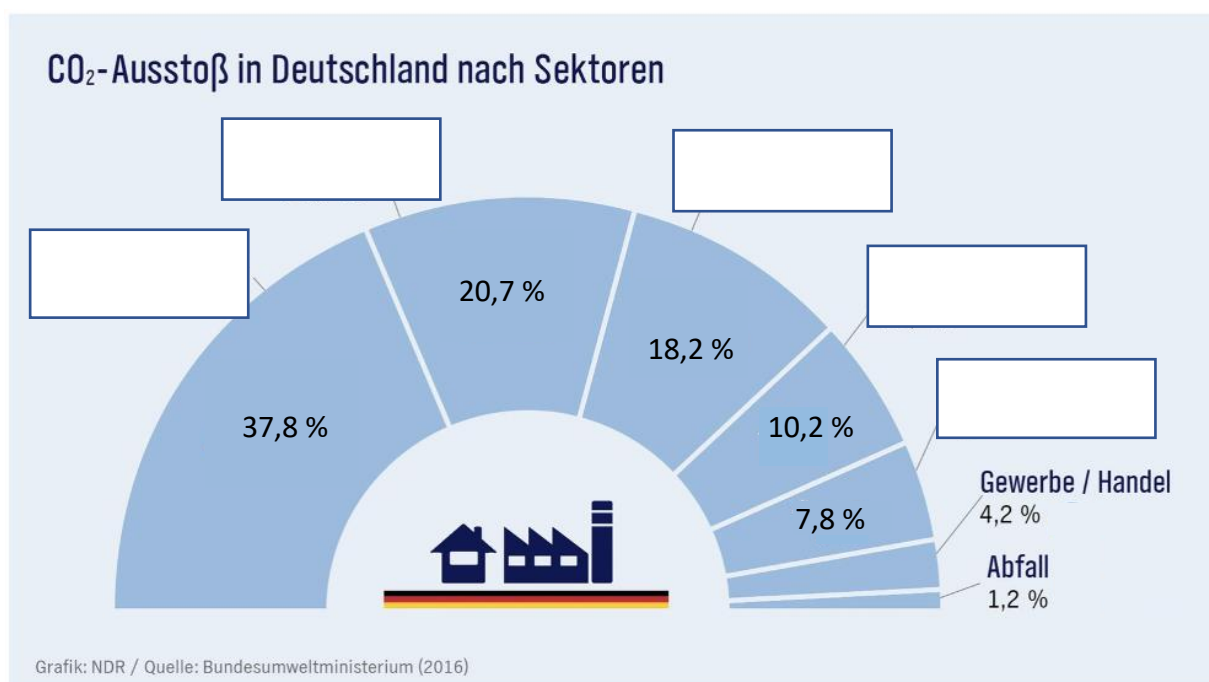
Versuch 2: Kohlenstoffdioxidquellen

1. Schaut euch in eurer Gruppe gemeinsam die nachfolgende Grafik über die weltweite Kohlenstoffdioxidemission an. Überlegt euch Gründe für die Einbrüche in dem Kurvenverlauf beispielsweise in den Jahren 2010 und 2020.



Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/208750/umfrage/weltweiter-co2-ausstoss/>

2. Ordne die verschiedenen Sektoren (Verkehr, Energiewirtschaft, Industrie, Landwirtschaft, Haushalte) den prozentualen Anteilen der CO₂-Emission in Deutschland zu.



Quelle: <https://www.ndr.de/ratgeber/klimawandel/CO2-Ausstoss-in-Deutschland-Sektoren,kohlendioxid146.html>

3. Woher kommt das Kohlenstoffdioxid?

Materialien	Chemikalien
Petrischale Abdampfschale Glaspipette Messzylinder 30 ml Tiegelzange Holzspieß Feuerzeug Schwarzes Tonpapier	n-Heptan     Kalkwasser  

Im Abzug arbeiten!

Durchführung

1. Lege unter die Petrischale die schwarze Pappe.
2. Befülle die Petrischale mit 100 ml Kalkwasser und stelle die Abdampfschale in die befüllte Petrischale.
3. Gib nun fünf Pipettenfüllungen Heptan in die Abdampfschale.
4. Zünde ein Holzspieß an und halte ihn vorsichtig in die Abdampfschale, sodass sich das Heptan entzündet.
5. Wenn das Heptan vollständig verbrannt ist, nimm die Abdampfschale mit Hilfe der Tiegelzange aus der Petrischale heraus.

Beobachtung

Auswertung

1. Formuliere die Reaktionsgleichung der Reaktion, die bei der Verbrennung von Heptan abläuft.
2. Formuliere die Reaktionsgleichung der Nachweisreaktion mit dem Kalkwasser (Calciumhydroxid-Lösung).
3. Berechne die Menge an Kohlenstoffdioxid, die bei dem Verbrennen von 4 g Heptan (entsprechen etwa 5 Pipettenfüllungen) ausgestoßen wird.

Tipp:

Nutze die Formel:

$$M = \frac{m}{n} \Leftrightarrow n = \frac{m}{M} \Leftrightarrow m = n \cdot M$$

M molare Masse, n Stoffmenge, m Masse

1. Schritt: Berechne die Molare Masse von Heptan. ($M(C) = 12 \frac{g}{mol}$)
2. Schritt: Berechne die Stoffmenge von Heptan und anschließend die Stoffmenge von Kohlenstoffdioxid.
3. Schritt: Berechne die Molare Masse von Kohlenstoffdioxid. ($M(O) = 16 \frac{g}{mol}$)
4. Schritt: Berechne die Masse von Kohlenstoffdioxid.

- 3.1 Mit welchem Faktor muss die Masse des Heptans multipliziert werden, um ungefähr die Masse des Verbrennungsprodukts Kohlenstoffdioxid zu berechnen?

Versuch 3: Wasserstoffauto als Alternative?



Materialien	Chemikalien
Wasserstoffauto: - Grundgerüst - 2 Kammern mit Gaskammer - Brennstoffzelle mit zwei kurzen Gummischläuchen - 2 längere Gummischläuche 2 Kabel (rot und schwarz) UV-Lampe Halterung Lampe, Stativ, Muffe, Klemme Solarzelle	destilliertes Wasser

Durchführung

1. Fülle die beiden Kammern bis zur Null- Markierung mit destilliertem Wasser. Hierbei sollte keine Luft mehr in den inneren Gaskammern vorhanden sein.
2. Verbinde die Brennstoffzelle mit Hilfe der Gummischläuche mit der Spitze der Gaskammern. Achte auf die richtige Zuordnung nach den Farben schwarz und rot.
3. Verbinde die Solarzelle mit der Brennstoffzelle mithilfe der Kabel. Achte auch hier auf die richtige Zuordnung.
4. Beleuchte die Solarzelle mit der Lampe. Nutze hierfür die Halterung und ein Stativ. Der Abstand zur Lampe sollte hierbei höchstens 10 cm sein. (Dauer des Aufladens: ca. 5 Minuten)
5. Räume den Labortisch leer und verbinde die am Auto befestigten Kabel mit der Brennstoffzelle. Achte auf die richtige Zuordnung.

Beobachtung

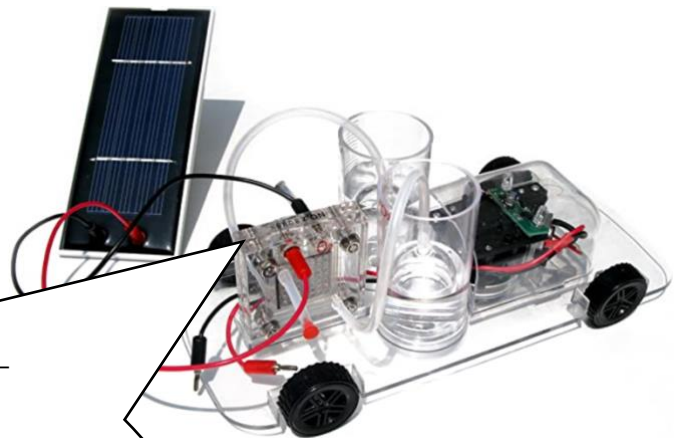
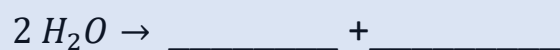
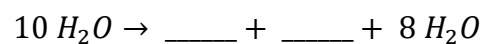
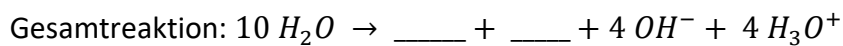
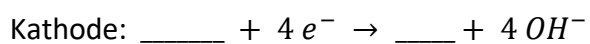
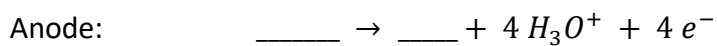
Auswertung

1. Aufladen

Formuliere die Teil- und Gesamtreaktionsgleichung, die in der Brennstoffzelle während des Aufladens ablaufen.

Tipp:

Die Brennstoffzelle ist mit Wasser gefüllt. An der Anode zerfällt das Wasser in Sauerstoff und Hydroniumionen und gibt vier Elektronen ab. Die Elektronen wandern zur Kathode und dort zerfällt das Wasser in Wasserstoff und Hydroxidionen. Dieser Vorgang wird **Elektrolyse** genannt.



2. Entladen

Bei dem Entladen findet eine kalte Verbrennung statt und das Wasserstoffauto fährt. Benenne die drei Produkte, die beim Entladen entstehen.

- 1.
- 2.
- 3.

Tipp:

- Schaue dir die Rückrichtung der Reaktion des Aufladens an.
- Fällt dir etwas an der Brennstoffzelle auf?

3. Diskutiert in der Gruppe Vor- und Nachteile eines Wasserstoffautos.

Vorteile	Nachteile

Versuch 4: Das Meer als Kohlenstoffdioxidspeicher

Das Meer speicherte von 1994 bis 2007 etwa 31% des menschengemachten Kohlenstoffdioxids der Atmosphäre.

Ihr habt gelernt, dass sich durch den Treibhauseffekt die Meere erwärmen. Wie wirkt sich diese Erwärmung auf die Speicherung von Kohlenstoffdioxid aus? Stelle eine Hypothese auf:

Materialien	Chemikalien
2 Trinkgläser (A und B) 1 große Kristallisierschale Heizplatte 400 ml Becherglas Messer Petrischale Edding	Wasser Brausetablette

Durchführung:

1. Fülle das Becherglas mit mindestens 200 ml Wasser und erhitze es auf der Heizplatte.
2. Fülle das Trinkglas A randvoll mit kaltem Wasser und befülle die Kristallisierschale ebenfalls zu einem Drittel mit Wasser.
3. Viertel die Brausetablette mit einem Messer.
4. Lege die Petrischale auf das Glas, drehe es um und stelle alles in die mit Wasser befüllte Kristallisierschale.
5. Lege nun eine Brausetablette **ZÜGIG** unter das umgedrehte Glas.
6. Markiere nun den Wasserpegel mit einem Edding.
7. Führe Schritt 2-6 mit Trinkglas B und warmem Wasser durch.

Beobachtung:

Auswertung:

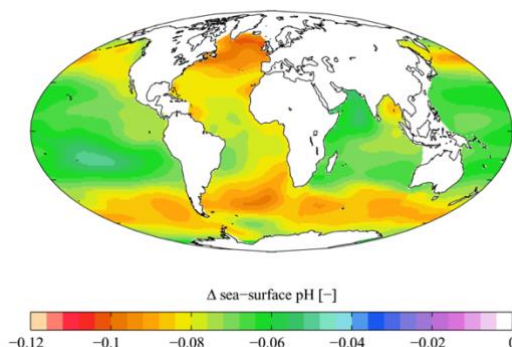
1. Beschreibe die Folgen für die Speicherung des Kohlenstoffdioxids durch die Erwärmung der Meere
2. Stelle die Reaktionsgleichung für die Speicherung des Kohlenstoffdioxids im Wasser auf. Benenne das entstandene Produkt.
3. Diskutiert in der Gruppe die Folgen der Speicherung des Kohlenstoffdioxids in den Meeren für den Treibhauseffekt.
4. Diskutiert in der Gruppe die Folgen der Speicherung des Kohlenstoffdioxids in den Meeren mit Blick auf die Flora und Fauna der Meere.



<https://pixabay.com/de/photos/meer-hülse-muschel-ozean-muscheln-1162744/>



<https://pixabay.com/de/photos/fische-aquarium-meer-korallenriff-288988/>



Geschätzte Verringerung des pH-Werts an der Meeresoberfläche durch anthropogenes Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre

Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Versauerung_der_Meere

Versuch 5: Kipppunkte und Kippelemente

1. Schaue dir das Video an und fülle anschließend den folgenden Lückentext aus.



Hier geht's
zum Video!

Der Punkt, an dem Prozesse nicht mehr umkehrbar (irreversibel) sind, bezeichnet man als _____. Ist dieser erreicht, ist die Erderwärmung unumkehrbar und der _____ würde sich auch ohne menschliches Zutun fortsetzen oder verstärken. Beispiele für Kippelemente, die einen solchen Kipppunkt auslösen können, sind _____ oder _____.

2. Schaut euch das Modell zu den Kipppunkten an.

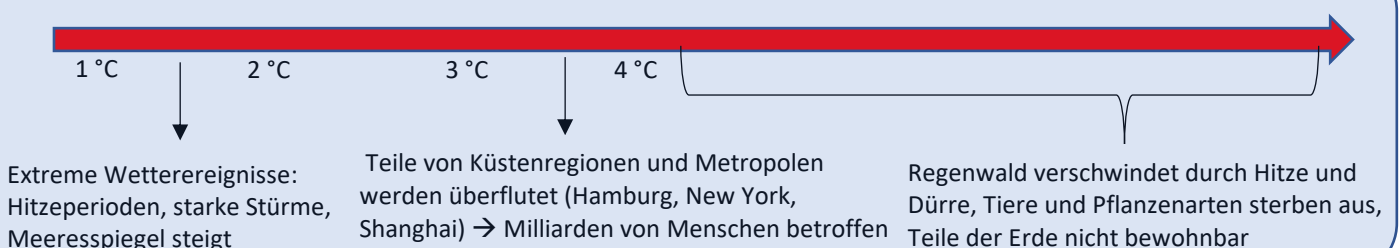
Tipp: Jede Mutter, die in das Tütchen gelegt wird, entspricht dem Ausstoß von 40 Gigatonnen Kohlenstoffdioxid, dem weltweiten Ausstoß aufgrund fossiler Brennstoffe pro Jahr. Der Wert auf der Skala entspricht der Erhöhung der Durchschnittstemperatur der Erde.

- 2.1 Stelle eine Hypothese auf, wie viele Muttern in die Tüte gegeben werden können, bis der Ball auf die andere Seite rollt.

- 2.2 Gib zunächst fünf Muttern in die Tüte und nimm drei wieder heraus. Beobachte den Temperaturunterschied.

- 2.3 Überprüfe deine Hypothese. Wie viele Jahre bis zum Erreichen des Kipppunktes liegen laut dem Modell noch vor uns? Welche Temperaturerhöhung wird erreicht?

Was macht ein Temperaturunterschied denn eigentlich aus?



Versuch 6: Abschlussdiskussion: Was können wir tun?

„Das Wenige, das du tun kannst,
ist viel [...]“ (Albert Schweitzer)

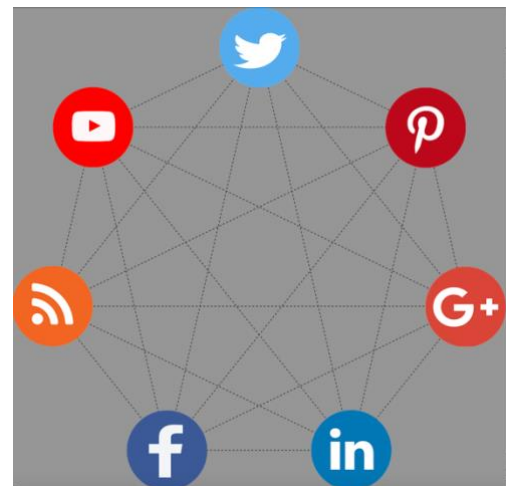
Überlegt euch als Gruppe, was ihr gegen das Fortschreiten des Klimawandels tun könntet?



<https://pixabay.com/de/illustrations/schulweg-schulbeginn-schulstart-7385699/>



<https://pixabay.com/de/vectors/flugzeug-reisen-flug-jet-307909/>



<https://pixabay.com/de/vectors/soziale-das-netzwerk-video-symbol-3314312/>



<https://pixabay.com/de/vectors/recycling-symbol-pfeile-grün-159694/>



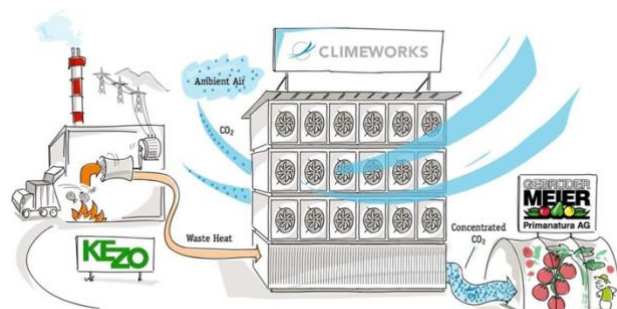
<https://www.tierwohl-staerken.de/einkaufshilfen/tierschutzbund>



<https://pixabay.com/de/vectors/flohmarkt-trödel-markt-verkauf-ebay-151190/>



<https://pixabay.com/de/vectors/erneuerbare-energie-solar-panel-6272343/>



<https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/co2-filter-ein-kescher-fuers-treibhausgas-a-1066890.html#bild-42403062-0001-0004-0000-000000932233>

