

4 Was kann man gegen den Klimawandel tun?

4.1 CO₂ aus der Luft herausfiltern – wie funktioniert das?

4.2 Autos, die kein CO₂ ausstossen – was bringt das?

4.3 Mehr Grün in der Stadt – ein Schritt zu einem kühleren Stadtklima?

4.4 Alle Küstenbewohner vor dem Meeresspiegelanstieg schützen – ist das möglich?

4.5 Wie kann ich selbst zum Klimaschutz beitragen?



Schulstufe

Autoren

Jahr

Sekundarstufe 1

Sibylle Reinfried & Ilaria Carlino

2019



4 Was kann man gegen den Klimawandel tun?

4.1 CO₂ aus der Luft herausfiltern – wie funktioniert das?

4.2 Autos, die kein CO₂ ausstossen – was bringt das?

4.3 Mehr Grün in der Stadt – ein Schritt zu einem kühleren Stadtklima?

4.4 Alle Küstenbewohner vor dem Meeresspiegelanstieg schützen – ist das möglich?

4.5 Was kann ich selbst zum Klimaschutz beitragen?

Schulstufe	Sekundarstufe 1
Autoren	Sibylle Reinfried & Ilaria Carlino
Jahr	2019
Angaben zu Titelbild	Möglichkeiten, um auf den Klimawandel zu reagieren (Bildquellen: Bild links oben: © Climeworks; rechts oben: MikesPhotos auf Pixabay_electric-car-1458836-1920.jpg; links unten: © S. Reinfried, GeoEduc; rechts unten: Urheber: Christian Prager, © Kur- und Tourismus-Service Pellworm)

Herausgeber

GLOBE

PHBern

PHLuzern

Hep

Supsi

Uni Bern

SCNAT

BAFU

Link zu Website des Lernmediums

Rechte und www.fair-kopieren.ch

CLIMATE CHANGE EDUCATION
AND SCIENCE OUTREACH [CCESO]

4 Was kann man gegen den Klimawandel tun?

4.1 CO₂ aus der Luft herausfiltern – wie funktioniert das?

Bei diesem Thema geht es um

- eine Methode, mit der man den CO₂-Gehalt der Luft vermindern kann.
- die Verwendungen des CO₂, das man der Luft entnommen hat.

Lernaufgabe 1

1. Studiert den Text und die Abbildungen und schaut euch das Video auf <https://www.youtube.com/watch?v=RD85WhvXeqQ> an.
2. Schreibt anschliessend die wichtigsten Informationen über das Projekt von Climeworks auf Stichwortkärtchen.
3. Stellt dann das Projekt in der Klasse vor. Euer Auftrag lautet: Ihr wollt eine Gruppe von Politikerinnen und Politikern (= eure Klasse) dafür gewinnen, dass mehr Anlagen von Climeworks in der Schweiz gebaut werden. Dies würde den Bund, die Kantone und Gemeinden aber viel Geld kosten. Deshalb muss eure Präsentation überzeugend sein. Sie sollte die wichtigsten Fakten und Vorzüge des Projekts enthalten, seine Nachteile und/oder Probleme aber nicht verschweigen. Für die Präsentation habt ihr 5-8 Minuten Zeit.

Das Projekt der Firma Climeworks

Durch die Verbrennung von grossen Mengen an Holz, Kohle und Erdöl und Erdgas gelangt immer mehr des Treibhausgases CO₂ in die Atmosphäre. Im Gegensatz zu anderen Stoffen, baut sich das CO₂ nicht selber ab. Der CO₂ Gehalt der Luft steigt seit der Industrialisierung in der Mitte des 19. Jahrhunderts an und ist einer der Hauptgründe für die globale Erwärmung.

Um die globale Erwärmung zu begrenzen gibt es zwei Möglichkeiten: Einerseits muss man den CO₂-Ausstoss verringern, andererseits könnte man auch versuchen, einen Teil des CO₂ aus der Luft zu entfernen. Die Schweizer Firma **Climeworks** hat als erste eine Anlage gebaut, die das CO₂ aus der Luft filtert (Abbildung 4.1.1). Die Anlage ist seit 2016 in Hinwil im Kanton Zürich in Betrieb.



Abb. 4.1.1: Die Anlage von Climeworks in Hinwil im Kanton Zürich

Wie funktioniert die Anlage?

Die Luft wird durch einen dafür entwickelten Filter gesaugt (Abbildung 4.1.2). Das CO₂ bleibt im Filter zurück und die CO₂ freie Luft wird wieder abgegeben. Um den Filter zu entleeren, muss man ihn auf ca. 100°C erhitzen. Die benötigte Energie wird dabei klimafreundlich von der in der Nähe gelegenen Kehrlichverbrennungsanlage bezogen. Das CO₂ löst sich vom Filter und liegt nun in hoher Konzentration abgetrennt vor. Anschliessend kann der Filter wiederverwendet werden.

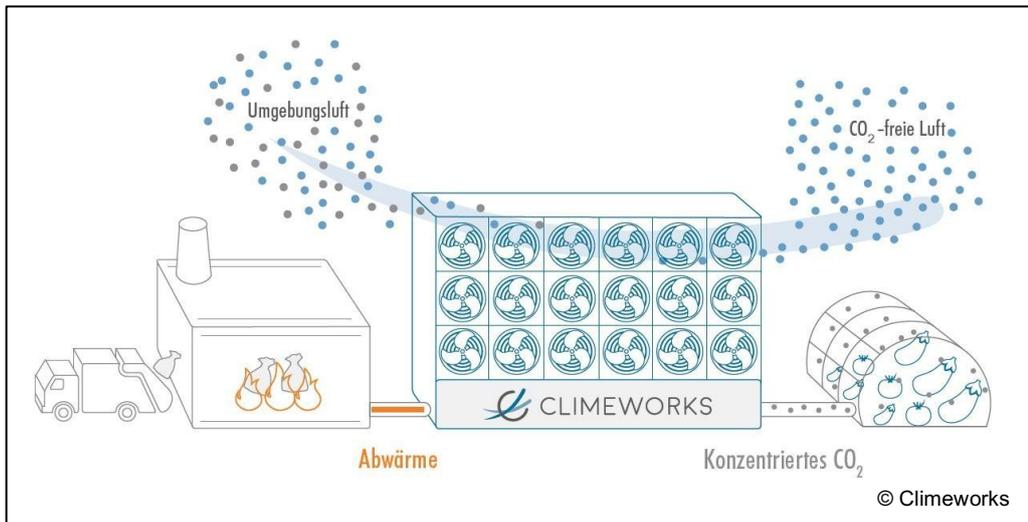


Abb. 4.1.2: Das Funktionsprinzip der Climeworks-Anlage: Die Ventilatoren saugen Luft in den Kollektor, wo das CO₂ herausgefiltert wird.

Doch was geschieht mit dem herausgefilterten CO₂? Climeworks verkauft es an verschiedene Kunden.

Es wird verwendet

• **in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie**

- für die Herstellung von kohlenstoffhaltigen Getränken. CO₂-Gas ist der Sprudel in den Getränken.
- als Gas, das in Verpackungen von frischem Gemüse (z.B. in Plastiksäckchen mit gerüstetem Salat) oder Fleisch gepumpt wird, damit diese länger frisch bleiben.
- für die Herstellung von Trockeneis, womit Essen tiefgefroren oder gekühlt wird. Trockeneis ist festes CO₂, das bei ca. -78,5°C entsteht.

• **im Gewächshaus**

Das CO₂ wird in ein nahegelegenes Gewächshaus transportiert (Abbildung 4.1.3). Pflanzen sind für ihr Wachstum auf CO₂ angewiesen (Fotosynthese / Zellatmung). Dank dem zusätzlichen CO₂ wachsen die Tomaten, Gurken und Salate im Gewächshaus besser und schneller.

• **für die Herstellung eines grünen Treibstoffs**

Wenn man CO₂-Gas mit Wasser kombiniert, kann man einen synthetischer Treibstoff herstellen, der bei seiner Verbrennung weniger CO₂ freisetzt, als dies bei der Verbrennung von Diesel oder Flugbenzin der Fall ist. Mit dieser Massnahme erreicht Climeworks gleich zwei Ziele: Das in die Luft ausgestossene CO₂ wird zurückgewonnen und eine sauberere Alternative zu herkömmlichen Treibstoffen wird geschaffen. Der grüne Treibstoff steht aber noch nicht für die Allgemeinheit zur Verfügung. Die Technologie befindet sich noch in der Entwicklungsphase.

Bei allen drei Verwendungen von CO₂ gelangt dieses früher oder später wieder in die Luft. Es löst sich aus den kohlenstoffhaltigen Getränken, es wird freigesetzt, wenn die Salatpackungen geöffnet werden, es entsteht, wenn sich Gemüse (Pflanzen!) zersetzen oder verdaut werden und es bildet sich auch bei der Verbrennung des neuen Treibstoffs. Deshalb wäre es besser, wenn man das durch die Climeworks-Technologie gewonnene und hochkonzentrierte CO₂ für immer endlagern könnte.

Nun ist es Climeworks zusammen mit Projektpartnern in Island gelungen, CO₂ in tiefliegende Basaltgesteine zu pumpen (Abbildungen 4.1.4). Dort reagiert das CO₂ mit dem unterirdischen Basalt und verwandelt sich in ein weisses, unschädliches Kalkmineral (Calcit), das die Poren des Gesteins füllt (Abbildung 4.1.5). In nur zwei Jahren wurde das eingeleitete CO₂ dauerhaft und sicher im Gestein fixiert.



Abb. 4.1.3: Durch die Zufuhr von CO_2 wird das Wachstum von Gemüse verstärkt. (Foto: Julia Dunlop)



Abb. 4.1.4: Die Versuchsanlage in Island. (Foto: Arni Saeberg)



Abb. 4.1.5: Basaltgestein (dunkelgrau) mit dem neugebildeten, weissem Kalkmineral (Calcit). (Photo: Sandra O Snaebjornsdottir)

4.2 Autos, die kein CO₂ ausstossen – was bringt das?

Bei diesem Thema geht es um

- Gründe, die für das Umsteigen auf Elektrofahrzeuge sprechen.
- Massnahmen, mit denen die Politik die Autofahrer und Autofahrerinnen zum Umsteigen auf Elektromobilität motivieren will.

Lernaufgabe 1

1. Studiert den Text und die Abbildungen und schaut euch das Video „Wie öko ist ein Elektroauto wirklich?“ <https://www.youtube.com/watch?v=BBdJSfGQibA> an.
2. Schreibt anschliessend die wichtigsten Informationen über die Elektromobilität auf Stichwortkärtchen.
3. Stellt dann die Elektromobilität in der Klasse vor. Euer Auftrag lautet: Ihr wollt eine Gruppe von Politikerinnen und Politikern (= deine Klasse) dafür zu gewinnen, dass die Elektromobilität in der Schweiz schneller vorangetrieben wird. Dies würde den Bund, die Kantone und Gemeinden aber viel Geld kosten. Deshalb muss eure Präsentation überzeugend sein. Sie sollte die wichtigsten Fakten und Vorzüge der Elektromobilität enthalten, ihre Nachteile und/oder Probleme aber nicht verschweigen. Für die Präsentation habt ihr 5-8 Minuten Zeit.

Elektromobilität

Erdöl, Erdgas und Kohle sind Rohstoffe, aus denen Energie gewonnen werden kann. Weil sie vor Millionen von Jahren entstanden sind, spricht man von *fossilen* Energieträgern. Heizöl und die Treibstoffe Benzin, Diesel und Kerosin (Flugbenzin) werden aus Erdöl hergestellt. Wird Heizöl in Heizungen und Benzin, Diesel oder Kerosin in Motoren verbrannt, wird CO₂ freigesetzt. In den letzten 150 Jahren ist der Anteil des CO₂-Gases in der Atmosphäre um mehr als 40% gestiegen, was als einer der Hauptgründe für den Klimawandel gesehen wird. 26.6% des CO₂-Ausstosses der Schweiz stammt von Abgasen aus Heizung von Gebäuden, was bei uns meist mit Heizöl und Erdgas geschieht (Abbildung 4.2.1, links). Ein noch grösserer Anteil des CO₂, nämlich ein Drittel (31.8%), kommt vom Verkehr. Davon stammen 75% von Personenwagen (Abbildung 4.2.1, rechts).

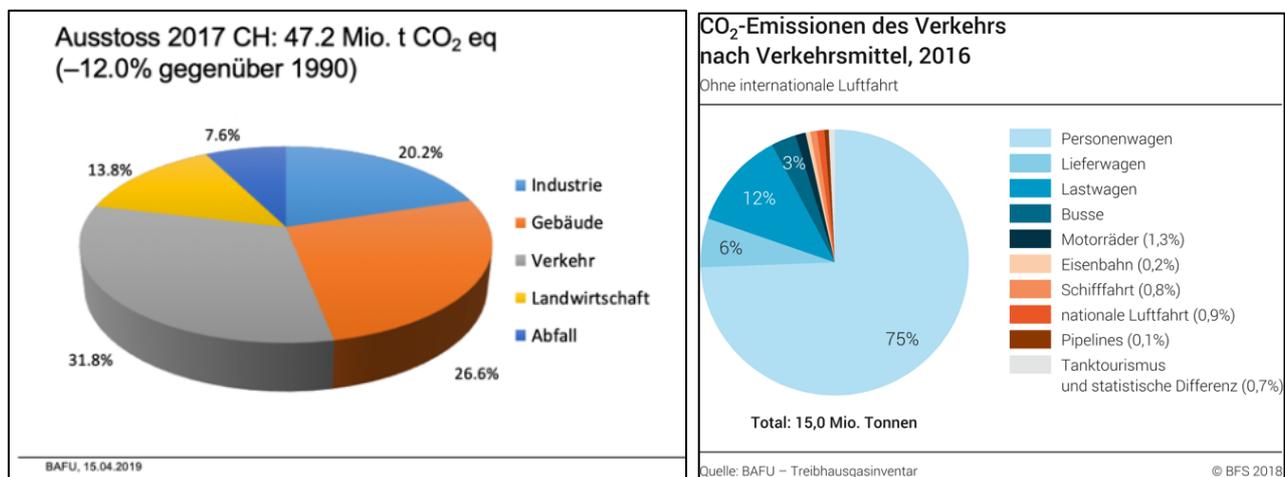


Abb. 4.2.1: Der CO₂-Ausstoss in der Schweiz nach Herkunftsbereichen (links für das Jahr 2017) und nach Fahrzeugen (rechts für das Jahr 2016)

(Quelle BAFU, 2019, Nationales Treibhausgasinventar; © BFS 2019)

Elektrofahrzeuge stossen beim Fahren keine Abgase aus, also auch kein CO₂. Damit sie aber wirklich zur Verminderung des CO₂-Ausstosses beitragen, muss die Energie, mit der sie produziert und betrieben werden, aus *erneuerbaren Energien* kommen, also aus *Wasserkraft, Sonnen- und Windenergie, Meeresenergie, geothermischer Energie oder Bioenergie*. Werden Elektroautos aber mit Strom, der aus Kohlekraftwerken kommt, betrieben, sind sie im Endeffekt sogar umweltschädlicher als Autos, die mit Benzin oder Diesel fahren.

Die Abbildung 4.2.2 zeigt, dass auch Elektroautos, die mit erneuerbaren Energien betrieben werden, geringen Mengen von CO₂ verursachen (17g pro Personenkilometer), die bei der Herstellung der Fahrzeuge entstehen. Autos bestehen aus Stahl und Aluminium, welche verarbeitet und transportiert werden müssen. Hierfür benötigt man Energie, die häufig aus fossilen Energieträgern, zum Beispiel Kohle, stammt. Dasselbe gilt auch für die Herstellung der Batterien. Daraus folgt: Indem man das Tram benutzt, Fahrrad fährt oder zu Fuss geht, kann man den CO₂-Ausstoss, der durch Verkehr produziert wird, am wirkungsvollsten verringern. Das Elektroauto hat neben seiner Klimafreundlichkeit noch andere, sehr geschätzte Vorteile: Es verursacht keinen Lärm und stösst keine gesundheitsschädlichen Abgase aus. Wegen des ständig zunehmenden Stadtverkehrs und der sich stetig verschlechternden Luftqualität haben nämlich viele grosse europäische Städte Fahrverbote für Dieselfahrzeuge eingeführt.

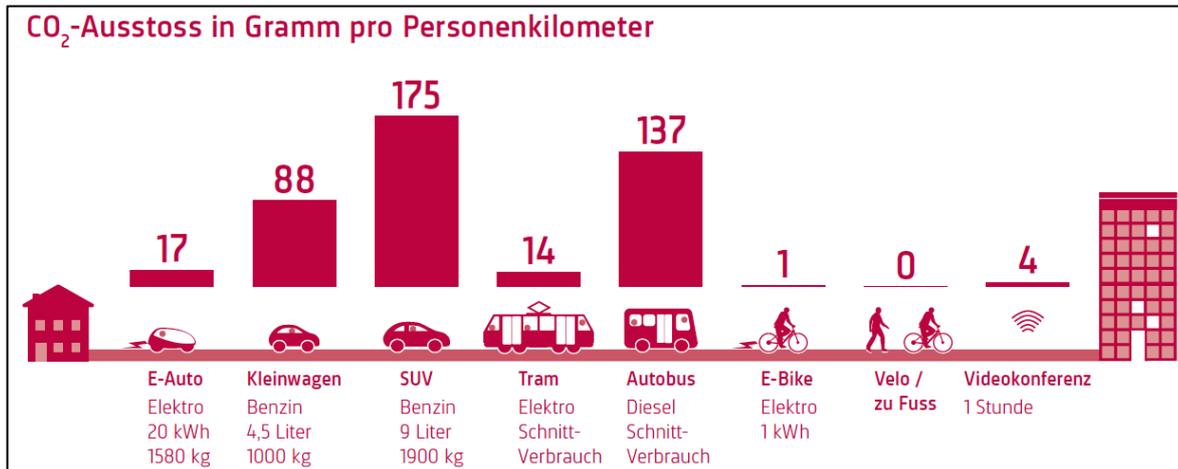


Abb. 4.2.2: CO₂-Ausstoss in Gramm pro Personenkilometer.

(Quelle: ProClim Flash 68, (2018). Klimabewusst pendeln. Daten: mobitool.ch, Bild: Sarah Arnold)

In der Schweiz ist die Anzahl Personenwagen in den letzten 25 Jahren stark gestiegen, nämlich von ca. 3 Mio auf 4,5 Mio (Abbildung 4.2.3). Die meisten dieser Autos stossen CO₂ aus, da der Anteil an Elektroautos bis jetzt noch sehr gering ist.

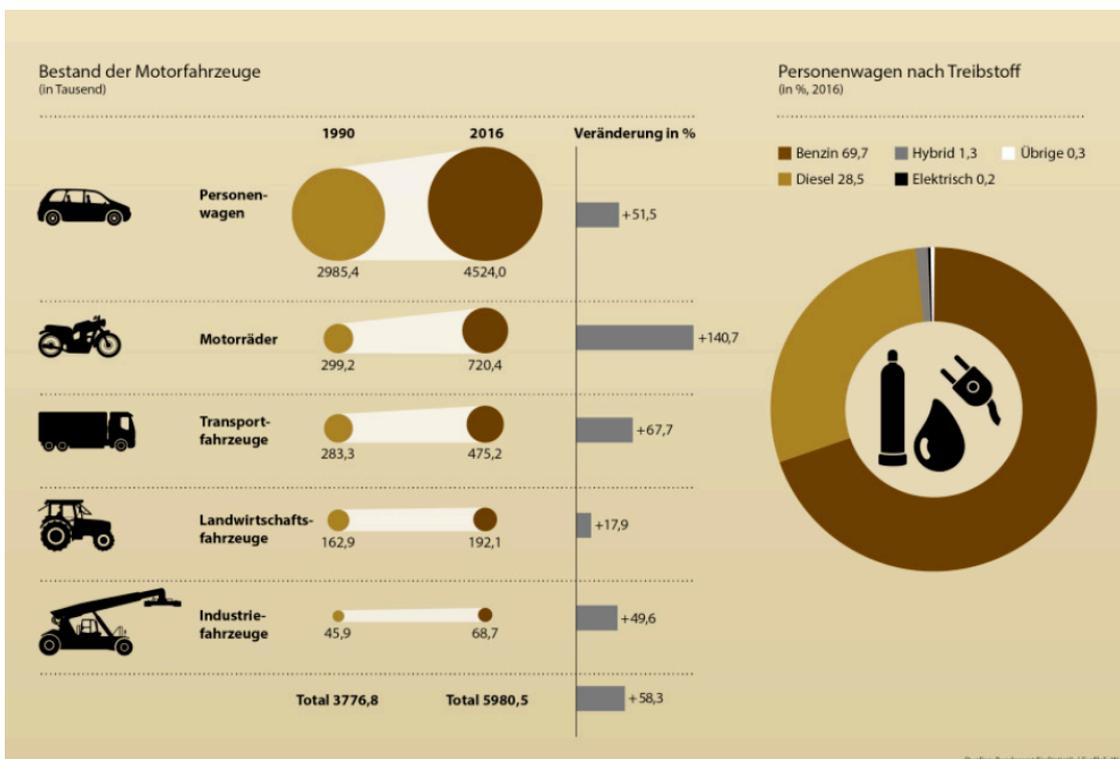


Abb. 4.2.3: Bestand der Motorfahrzeuge in der Schweiz und die von ihnen verwendeten Treibstoffe

(Quelle: Daten: BFS, ASTRA – Strassenfahrzeugbestand (MFZ); Darstellung: Finanz und Wirtschaft, www.fuw.ch)

An der Klimakonferenz der Vereinten Nationen in Paris Ende 2015 haben sich 196 Staaten, darunter auch die Schweiz, dazu verpflichtet, ihren Treibhausgas-Ausstoss zu vermindern. Ziel ist es, die durchschnittliche globale Erwärmung, die in Zukunft erwartet wird, auf deutlich unter 2° C zu begrenzen. Die Schweiz hat das Übereinkommen von Paris am 6. Oktober 2017 in Kraft gesetzt. Sie sagt damit zu, ihren Ausstoss (= Emissionen) an Treibhausgasen bis zum Jahr 2030 um die Hälfte (50%) gegenüber 1990 zu vermindern. Bis 2050 soll der Treibhausgas-Ausstoss um 70 bis 85% gegenüber 1990 verringert werden. Damit dies gelingt, sollen bis 2022 15% der neu zugelassenen Autos Elektrofahrzeuge sein.

Der Bund will den Elektrofahrzeugen zum Durchbruch verhelfen, indem er finanzielle Anreize (= Pull-Massnahmen) schafft, die dazu motivieren sollen, ein Elektrofahrzeug zu kaufen:

- **Keine Automobilsteuer:** Sie muss nur bezahlt werden, wenn man benzingetriebenen Autos kauft, und entspricht 4% des Fahrzeugpreises.
- **Keine Mineralölsteuer:** Da E-Autos keine fossilen Treibstoffe benötigen, müssen sie keine Mineralölsteuer bezahlen. Sie beträgt je Liter Benzin 73 Rappen. Besitzer von Benzin- und Dieselaautos bezahlen jährlich im Schnitt beim Tanken etwa 800 Franken Mineralölsteuer.
- **Keine oder geringere Motorfahrzeugsteuer** (auch Verkehrssteuer oder Verkehrsabgabe genannt): Mehrere Kantone gewähren eine verminderte Motorfahrzeugsteuer oder verzichten ganz auf eine Besteuerung.

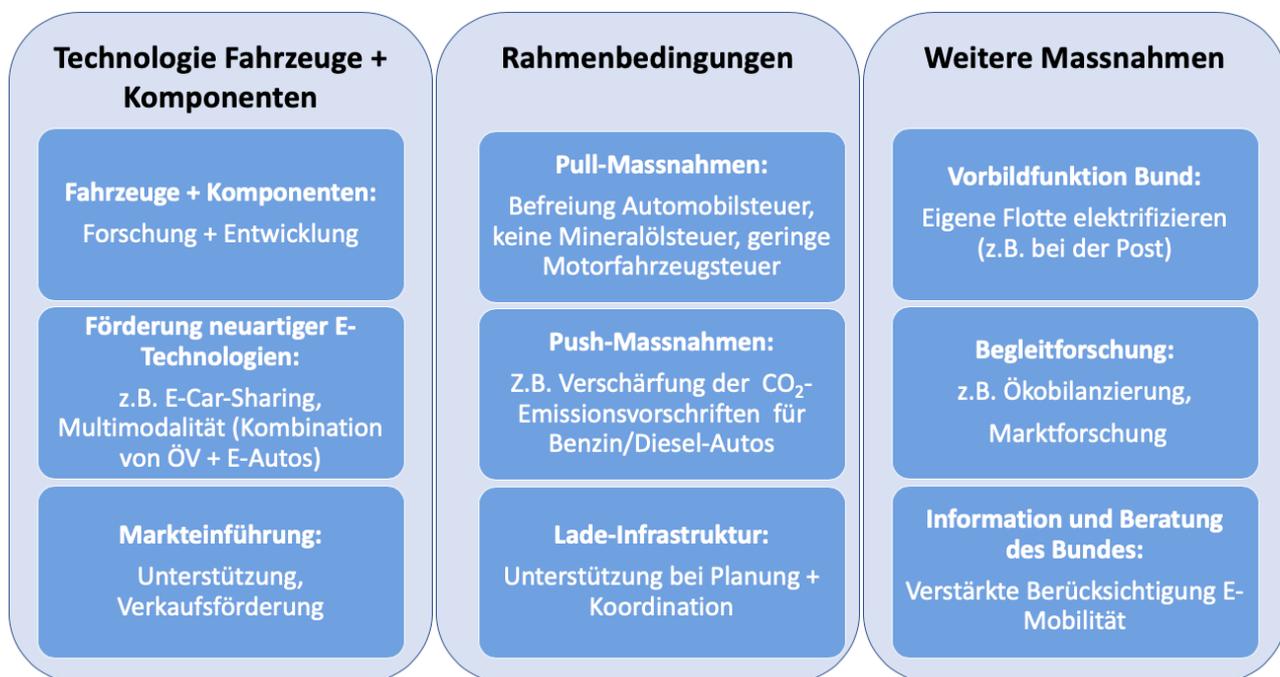


Abb. 4.2.4: Massnahmen des Bundes zur Förderung der Elektromobilität. Pull-Massnahmen dienen als Anreize, Push-Massnahmen der Abschreckung.

(Eigene Darstellung; Datenquelle: <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/55160.pdf>)

Die Abbildung 4.2.4 zeigt verschiedene Massnahmen des Bundes zur Förderung der Elektromobilität. So werden zum Beispiel Gelder in die Forschung und Entwicklung von Elektrofahrzeugen gesteckt, insbesondere von Batterien mit längeren Reichweiten. Damit sich Elektrofahrzeuge durchsetzen, müssen auch genügend Ladestationen (Lade-Infrastruktur) vorhanden sein und die Bevölkerung muss die Möglichkeit haben, sich auch zuhause eine Ladestation zu einem vernünftigen Preis einzurichten. Die Befürworter der Elektromobilität gehen davon aus, dass bei einem schnelleren Umstieg auf Elektrofahrzeuge, der CO₂ Ausstoss bis 2050 im Transportsektor halbiert werden kann.

4.3. Mehr Grün in der Stadt – ein Schritt zu einem kühleren Stadtklima?

Bei diesem Thema geht es darum,

- wie sich der Klimawandel auf das Stadtklima auswirkt.
- welche Bedeutung Bäume für ein gutes Stadtklima haben und welche Folgen der Klimawandel für die Stadtbäume hat.
- welche Massnahmen getroffen werden können, um Städte trotz Klimawandel kühl zu halten.

Lernaufgabe 1

1. Studiert den Text und die Abbildungen und schaut euch das auf <https://www.youtube.com/watch?v=QhcDkbWxDug> an. Im Video werden zwar Klimaprobleme und ihre Lösungen in der Stadt Bochum in Deutschland vorgestellt, sie gelten aber ebenso für die Schweizer Städte.
2. Schreibt anschliessend die wichtigsten Informationen über die Stadtbegrünung auf Stichwortkärtchen.
3. Stellt dann die Stadtbegrünung in der Klasse vor. Euer Auftrag lautet: Ihr wollt eine Gruppe von Politikerinnen und Politikern (= deine Klasse) dafür gewinnen, dass die Stadtbegrünung in der Schweiz schneller vorangetrieben wird. Dies würde die Gemeinden aber viel Geld kosten. Deshalb muss eure Präsentation überzeugend sein. Sie sollte die wichtigsten Fakten und Vorzüge der Stadtbegrünung enthalten, ihre Nachteile und/oder Probleme aber nicht verschweigen. Für die Präsentation habt ihr ca. 5-8 Minuten Zeit.

Der Temperaturanstieg, der durch den Klimawandel verursacht wird, ist auch in der Schweiz messbar. Seit 1864 ist die Durchschnittstemperatur laut Angaben von Meteo Schweiz um 2°C gestiegen. Für die Zukunft rechnet das Schweizer Bundesamt für Umwelt mit einer weiteren Erwärmung, wenn keine Klimaschutzmassnahmen ergriffen werden. Dies wird sich im Sommer besonders in den Städten auswirken.

Ein Grund für die erhöhte Temperatur in Städten ist, dass der grösste Teil der Flächen von dunklen Materialien wie Asphalt und Beton bedeckt ist. Sie nehmen mehr Sonnenenergie auf als helle Flächen und strahlen diese als Wärme wieder ab (= Albedo Effekt; siehe Zusatzmaterial Kap. 1.4 Klimasystem). Dadurch erwärmt sich die direkte Umgebung, auch in der Nacht, wenn die Sonne nicht scheint. Bei dichter Bebauung und vielen riegelartigen Gebäuden, die die Luftzirkulation einschränken, kann die Hitze nachts nicht gut abgeführt werden. Deshalb kann es im Sommer in der Stadt mehrere Grad heisser sein als ausserhalb (siehe Abbildung 4.3.2). Dies bekamen die Menschen in den Städten im Hitzesommer 2003, der mehrere zehntausend Todesopfer gefordert hat, zu spüren. In den Städten Frankreichs wurden beispielsweise Temperaturen von über 40°C verzeichnet.

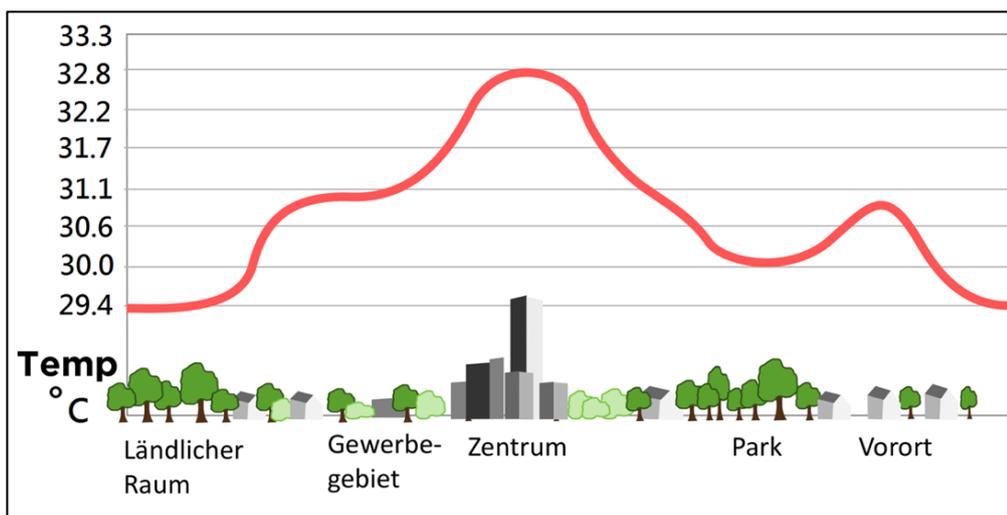


Abb. 4.3.2: Das Temperaturprofil einer Stadt mit dem typischen Hitze-Insel-Effekt.

(Bildquelle: TheNewPhobia (2011). Urban_heat_island.svg licensed with PD-USGov-NOAA; <https://de.wikipedia.org/wiki/Stadtklima>; Legende ins Deutsche übersetzt durch S. Reinfried)

Indem man die Städte begrünt, kann man einiges für ein kühleres Stadtklima tun und es gibt bereits viele Städte, die Projekte zur Stadtbegrünung verfolgen. Zu den Massnahmen gehört nicht nur, dass Bäume gepflanzt werden, sondern auch Dächer und Fassaden begrünt werden und der Asphalt aufgebrochen oder mit Grün überdeckt wird (Abb. 4.3.3 und 4.3.4).



Abb. 4.3.3: Fassadenbegrünung in Singapore (Foto: © S. Reinfried, GeoEduc)



Abb. 4.3.4: Stadtbegrünung in Zürich mit Pflanzencontainern (Foto: © S. Reinfried, GeoEduc)

Bäume erfüllen in der Stadt eine Vielzahl von Funktionen, die zu einer guten Lebensqualität beitragen. Sie sind Schattenspender, Lebensraum für Tiere (z. B. Vögel, Insekten, Eichhörnchen) und Pflanzen (z. B. Moose und Flechten), Staubfilter und Wasserspeicher. Sie tragen zur Kühlung des Stadtklimas bei, weil ihr Blattwerk am Tag bis zu 500 Liter Wasser verdunstet. Für die Verdunstung wird Energie benötigt, die der Umgebung entzogen wird. Deshalb kühlt sich bei der Verdunstung das direkte Umfeld ab. Zusätzlich zur Abkühlung der Umgebung verbessert das städtische Grün die Luftqualität und der Luft wird CO_2 entnommen.

Viele heutige Stadtbäume, wie die Rosskastanie oder der *Bergahorn*, werden aber durch den Klimawandel geschwächt (Bilder dieser Bäume siehe: <https://de.wikipedia.org/wiki/Rosskastanien>; <https://de.wikipedia.org/wiki/Berg-Ahorn>). Sie vertragen die zunehmende Trockenheit und die höheren Temperaturen im Stadtklima nicht und leiden im Sommer unter Trockenheits- und Hitzestress. Schädlinge, die dem Baum schaden, vermehren sich schneller. Deshalb will man in Zukunft andere Baumarten anpflanzen, die mit den veränderten Klimabedingungen zurechtkommen. In Frage kommen Bäume, die bei uns heimisch sind, wie z. B. bestimmte Eichen-Arten (Abbildung 4.3.5), aber man testet auch, ob sich Baumarten aus Süd- und Osteuropa, China und Japan als Ersatz für die einheimischen Bäume eignen. Kürzlich hat die Stadt Zürich 76 junge Ginko-Bäume gepflanzt. Der Ginko stammt aus China (Abbildung 4.3.6). Er verträgt das trockene Stadtklima gut und ist widerstandsfähig gegenüber Luftverschmutzung.



Abb. 4.3.5: Die immergrüne Eiche und ihre Blätter

(Bildquellen: LiskaK, 2017, https://de.wikipedia.org/wiki/Quercus_%C3%97_turneri#/media/Datei:QuercusturneriGestalt.jpg, CC BY-SA 4.0; <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BlattQuercusturneri.jpg>, CC BY-SA 4.0)



Abb. 4.3.6: Ginko-Baum und Ginko-Blätter

(Bildquellen: Baum: Foto: © S. Reinfried, GeoEduc; Blätter: THOR 2009; <https://de.wikipedia.org/wiki/Ginkgo#/media/File:GinkgoLeaf.jpg>, [Creative-Commons-Lizenz](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GinkgoLeaf.jpg), CC BY 2.0)

4.4 Alle Küstenbewohner vor dem Meeresspiegelanstieg schützen – ist das möglich?

Bei diesem Thema geht es um

- künstliche Schutzmassnahmen gegen den Anstieg des Meeresspiegels.
- umweltfreundliche Möglichkeiten des Küstenschutzes.
- die bedrohliche Situation in Bangladesch.

Lernaufgabe 1

1. Studiert den Text und die Abbildungen und schaut euch das Video auf <https://www.youtube.com/watch?v=FqpwjbsZFkl> an.
2. Schreibt anschliessend die wichtigsten Informationen über den Meeresspiegelanstieg und Küstenschutz auf Stichwortkärtchen.
3. Stellt dann das Thema in der Klasse vor. Euer Ziel ist es, eine Gruppe von Politikerinnen und Politiker (= deine Klasse) dafür zu gewinnen, dass die Schweiz sich mehr in Entwicklungsländern wie Bangladesch für den Küstenschutz engagiert. Dies würde den Bund allerdings viel Geld kosten. Deshalb muss eure Präsentation überzeugend sein. Sie sollte die wichtigsten Fakten und Vorzüge des Küstenschutzes, wie er in den Niederlanden betrieben wird, enthalten, seine Nachteile und/oder Probleme aber nicht verschweigen. Für die Präsentation habt ihr ca. 5-8 Minuten Zeit.

Der Meeresspiegelanstieg wird zur Überflutung vieler Küsten führen. Der Hauptgrund dafür ist das Abschmelzen der Gletscher auf den Landmassen, so in Grönland, in der Antarktis und in den Hochgebirgen der Kontinente. Berechnungen haben ergeben, dass durch das Abschmelzen aller Hochgebirgsgletscher der Meeresspiegel bis zur Jahrhundertwende um ca. 0,5 m ansteigen wird. Das vollständige Abschmelzen der Eismassen auf Grönland würde den Meeresspiegel um 7 m, das Abschmelzen der Eismassen in der Antarktis um 60m erhöhen. Ein höherer Meeresspiegel führt dazu, dass die Küsten erodiert werden, dass viele Flachküsten dauerhaft unter Wasser liegen werden und dass Sturmfluten in der gemässigten Zone und Wirbelstürmen in der Tropenzone zu schwereren Überschwemmungen führen.

Zwei Regionen, welche durch ihre geografische Lage besonders betroffen sind, sind die Niederlande und Bangladesch (Abbildung 4.4.1).

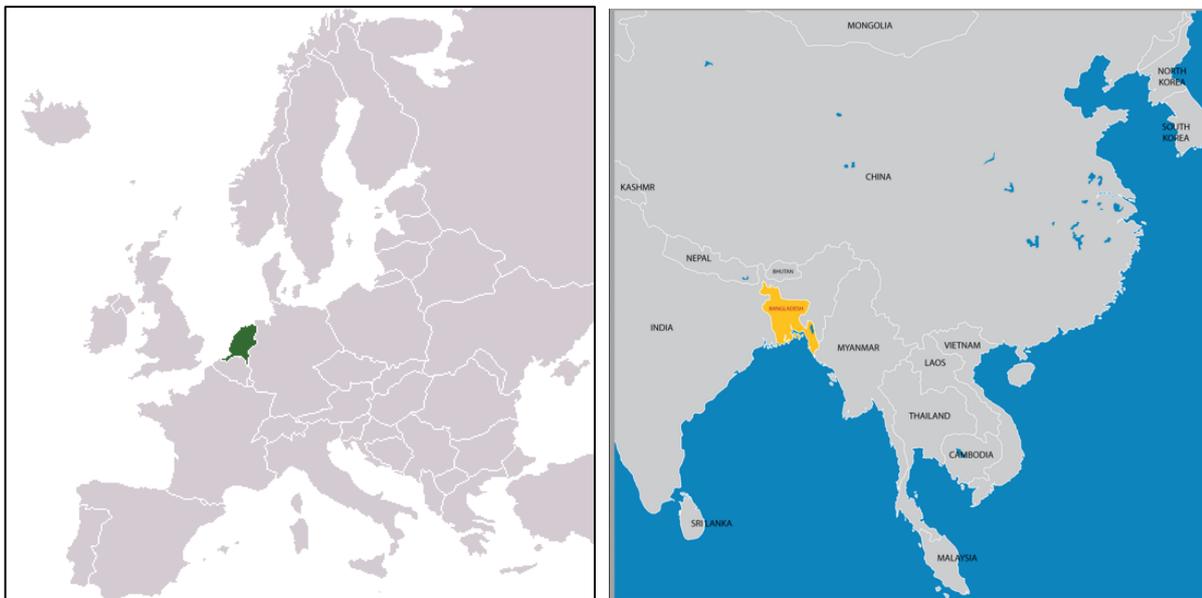


Abb. 4.4.1: Die geographische Lage der Niederlande und von Bangladesch

(Quellen: links: http://www.mygeo.info/landkarten_niederlande.html, GNU Free Documentation License <https://www.fsf.org/>; rechts: worldfish, <https://www.worldfishcenter.org/content/enhanced-coastal-fisheries-bangladesh-ecofish-bd>; beide besucht am 03.07.2019; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Geht auf die Webseite <http://www.floodmap.net/>. Tragt dort links oben in das erste Feld die Hauptstadt der Niederlande *Amsterdam* ein und klickt auf „Locate“. Füge dann in das Feld darunter nacheinander die Werte 1, 7 und 60 (danach jeweils auf „Set“ klicken) für den steigenden Meeresspiegel ein. Die Karte zeigt dir die überfluteten Flächen. Gehe anschliessend genau gleich vor für *Dhaka*, die Hauptstadt von Bangladesch. Was stellst du fest?

Die Karten auf <http://www.floodmap.net/>, wie auch die Tabelle 4.4 zeigen, dass bereits ein Anstieg von 1m gravierende Folgen hat. Man nimmt an, dass mit jedem Zentimeter, um den der Meeresspiegel steigt, das Wasser um einen Meter weiter ins Landesinnere vordringt.

	Niederlande	Bangladesch
Bisheriger Meeresspiegelanstieg	20 cm in den letzten 100 Jahren	20 cm in den letzten 100 Jahren
Erwartender Meeresspiegelanstieg bis 2100	durchschnittlich 60 cm	durchschnittlich 100 cm (die Küstenregion sinkt dort zusätzlich ab)
Gefährdete Bevölkerung (bei 1m Anstieg)	5 Mio Menschen	10 -15 Mio Menschen
Gefährdete Fläche (bei 1m Anstieg)	20'277 km ²	30'000 km ²
	Vergleichswert Fläche Schweiz: 41'285 km ²	

Tabelle 4.4: Folgen des Meeresspiegelanstiegs in den Niederlanden und in Bangladesch

(Eigene Darstellung; Datenquellen: <http://germanwatch.org/de/download/1818.pdf>, http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Meeresspiegelanstieg_in_Europa;)

Schutzmassnahmen in den Niederlanden

Küstenschutz hat eine lange Tradition in den Niederlanden. Die ersten Deiche (= Küstendämme) bauten die Menschen schon vor rund 1'000 Jahren. Seit einer verheerenden Sturmflut im Jahre 1953 haben die Niederlande vermehrt Geld in den Küstenschutz investiert. Durch ihre lange Erfahrung, das nötige Fachwissen und genügend Geld ist es ihnen heute möglich, Land, Menschen, Tiere und Infrastruktur vor dem Wasser zu schützen. Eine häufig angewendete Schutzmassnahme ist der Bau von Deichen (Abbildung 4.4.2) So liegt die Stadt Rotterdam mit dem grössten Hafen Europas schon heute 2m unterhalb des Meeresspiegels, wird aber durch Deiche geschützt.



Abb. 4.4.2: Beispiel für einen Deich (Foto: Christian Prager, © Kur- und Tourismus-Service Pellworm)

Viele Deiche müssen heute wegen des Meeresspiegelanstiegs erhöht werden. Auch gute Warnsysteme sind von grosser Bedeutung, damit die Menschen genug früh vorgewarnt und im schlimmsten Fall auch evakuiert werden können. Deswegen wird das Wetter durch moderne Satellitentechnologie beobachtet. Eine weitere Schutzmassnahme ist das Errichten grosser Sperrwerke, welche Flüsse und Buchten abriegeln, wenn Gefahr, z.B. eine Sturmflut, droht (Abbildung 4.4.3 und 4.4.4).



Abb. 4.4.3: Das Maeslant-Sturmflutsperrwerk in den Niederlanden, Tore offen (Bildquelle: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=326351>, CC BY 2.5)



Abb. 4.4.4: Das Maeslant-Sturmflutsperrwerk, Tore geschlossen (Bildquelle: Foto: Quistnix <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=353716>, CC BY 2.5)

Die Kosten für alle diese baulichen Massnahmen sind hoch. In den vergangenen Jahren wurden in den Niederlanden bereits über 7 Milliarden Franken für den Hochwasserschutz ausgegeben. Trotzdem ist man sich nicht sicher, ob die Massnahmen in Zukunft genügen. Dazu kommt, dass viele Massnahmen grosse Eingriffe in die Natur darstellen. Das neueste Projekt sind schwimmende Häuser, auch Amphibienhäuser genannt. Ein Video hierzu erklärt, wie sie funktionieren: <https://www.youtube.com/watch?v=FqpwjbsZFkl>

Schutzmassnahmen in Bangladesch

In Bangladesch, dem am dichtesten besiedelten Land der Welt, leben 150 Millionen Menschen knapp über dem Meeresspiegel (Abbildung 4.4.5). Die Küste wird regelmässig durch tropische Wirbelstürme überflutet. Massnahmen, die in den reichen Ländern funktionieren, können in ärmeren Ländern wie Bangladesch nicht umgesetzt werden. Dort fehlt es an Geld, Technik und der notwendigen Organisation (z.B. Notfallplanung). Wegen den Überschwemmungen verlieren die Menschen nicht nur ihr Zuhause, es geht auch viel fruchtbares Ackerland verloren. Umsiedlungen sind wegen der dichten Besiedlung des Landes kaum möglich. Das Video <https://www.youtube.com/watch?v=plD5Ke2N-Uk> gibt euch einen Eindruck von den Problemen, mit denen die Menschen in Bangladesch wegen des Klimawandels zu kämpfen haben.



Abb. 4.4.5: 10% der Landesfläche von Bangladesch liegen nur ca. 1 m über dem Meeresspiegel (Bild: blue-sky-3659106_1920_imroseras el auf Pixabay.jpg)

Bangladesch hat damit begonnen, sich dem Klimawandel anzupassen. Schwimmende Gärten stellen sicher, dass die Menschen auch während den Zeiten von Überschwemmungen anbauen und ernten können. Zum Kochen werden tragbare Lehmherde auf Flöße montiert, so dass die Nahrung auch bei Überschwemmungen zubereitet werden kann. Wohnhäuser und Saatgutspeicher werden auf Lehmpodeste gesetzt, um sie vor dem Wasser zu schützen. Um die Opferzahlen bei Fluten zu senken, erlernen die Kinder das Schwimmen, was in Bangladesch nicht selbstverständlich ist.

Arme Entwicklungsländer wie Bangladesch tragen kaum zum Klimawandel bei, leiden aber mehr darunter als die reichen Länder, die viel CO₂ in die Luft blasen. Deshalb müssen die Lasten im Kampf gegen den Klimawandel fairer verteilt werden. Die reichen Länder, darunter auch die Schweiz, müssen ihren CO₂-Ausstoss senken und die armen Länder in ihrem Kampf unterstützen.

4.5 Wie kann ich selbst zum Klimaschutz beitragen?

In der Lerneinheit 2 *Ursachen des Klimawandels* hast du deinen ökologischen Fussabdruck berechnet und gesehen, in welchen Bereichen du viel CO₂ produzierst und zum Klimawandel beiträgst. Hier geht es nun darum zu überlegen, was *du* selbst für das Klima tun kannst.

Lernaufgabe 1

Arbeitet zu zweit: Lest die drei untenstehenden Fragen zum Klimaschutz:

1) Was können wir *verbessern*? (Dinge, Situationen, Produkte anders, besser machen, entwickeln, produzieren, gebrauchen)

2) Was können wir *ändern*, ohne auf für uns wichtige Dinge zu verzichten?

3) Was können wir *vermeiden*? Worauf können wir *verzichten*?

Sucht nach Antworten, indem ihr euch überlegt, wie ihr die Fragen für folgende Bereiche beantworten könntet:

- Wohnen und Heizen
- Unterwegssein
- Freizeit / Ferien
- Schule
- Kochen und Essen
- Kleidung und Kosmetik
- elektronische Geräte
- Wasser
- Abfall und Wiederverwertung

Schreibt eure Überlegungen in die Tabellenspalten.

Was können wir verbessern?	Was können wir ändern, ohne auf für uns wichtige Sachen zu verzichten?	Was können wir vermeiden? Worauf können wir verzichten?

Lernaufgabe 2

In der Tabelle unten sind Situationen aus dem Alltag aufgelistet. Schätzt ab, wie klimafreundlich oder klimaschädlich die Situationen sind und vergebt grüne bzw. rote „Klimataler“ (maximal 5 Taler pro Situation). Ein Klimataler ist eine Bewertung der Wirksamkeit einer Situation. Je mehr grüne Taler, desto klimafreundlicher ist das, was getan wird. Je mehr rote Taler, desto klimaschädlicher ist das, was getan wird. **An zwei Beispielen wird euch in der Tabelle unten gezeigt, wie ihr vorgehen sollt.**

Wenn ihr damit fertig seid, vergleicht mit dem Lösungsschlüssel auf der nächsten Seite. Dort sind Richtwerte für die Klimataler angegeben. **Überrascht es euch, dass manche Situationen klimaschädlicher sind als ihr gedacht habt? Diskutiert diese Fälle in der ganzen Klasse.**

	Klimataler (Richtwerte)
Wohnen	
Zuhause heizt ihr mit Heizöl.	●●●●●
Wenn du im Winter lüftest, kippst du das Fenster bei laufender Heizung.	
Wenn du die Playstation nicht nutzt, lässt du sie im Stand-by-Modus, so dass noch das Lämpchen leuchtet.	
Wenn du im Winter lüftest, öffnest du das Fenster weit auf, aber nur für etwa 2 Minuten.	
Zuhause nutzt ihr Energiesparlampen oder LED-Lampen.	●●
Wenn du deinen Computer nicht nutzt, fährst du ihn herunter und steckst ihn aus.	
Ernährung	
Du isst Zürcher Geschnetzeltes. (Rösti mit Kalbfleisch und Pilzsauce).	
Du isst Tiefkühlprodukte wie z.B. Pommes Frites.	
Du isst Raclette mit frischen Kartoffeln aus der Region.	
Du isst ein vegetarisches Zürcher Geschnetzeltes mit Tofu.	
Du isst deine Geburtstagstorte.	
Du isst Spaghetti mit einer Sauce aus frischen Tomaten aus der Region.	
Unterwegs sein	
Deine nächsten Ferien verbringst du zehn Tage lang auf einem Kreuzfahrtschiff.	
Du machst Ferien in Island. Du fliegst mit dem Flugzeug dorthin.	
Zum Einkaufen fahrt ihr immer mit dem Auto.	
Du machst Ferien in Lissabon. Du reist mit dem Zug dorthin.	
Bei schlechtem Wetter fährst du mit dem ÖV zur Schule.	
Zum Training fährst du immer mit dem Velo.	

Lösungsschlüssel

Die CO₂-Bilanz wird für jeden Bereich anders angegeben: Wohnen in kg CO₂/Jahr, Ernährung in kg CO₂/kg Lebensmittel, Unterwegssein in kg CO₂/Jahr und 1000km.

Die Taler werden nicht nur nach der CO₂-Bilanz vergeben, sondern auch im Vergleich zu anderen Situationen. Beispiel: Stosslüften erzeugt zwar viele kg CO₂/Jahr, es sollte aber im Vergleich zum Kipplüften grüne Klimataler erhalten, um die positive Wirkung des Stosslüftens gegenüber dem Kipplüften zu betonen. Die Anzahl der Klimataler sind Richtwerte.

Wohnen	Klimataler	kg CO ₂ /Jahr
Ölheizung	●●●●●	4680
Gasheizung	●●●●	3650
Kipplüften	●●	1400
Stosslüften	●	800
Stand-by-Modus Play-Station	●	750
Holzpellet-Heizung	●●	710
Wärmepumpe mit Erdsonde	●●●●	380
Energiesparlampen oder LED-Lampen	●●	2

Ernährung	Klimataler	kg CO ₂ /kg Lebensmittel
Eingeflogenes Rindfleisch	●●●●●●	24
Rindfleisch aus der Region	●●●●	13
Eingeflogenes und nicht saisonales Gemüse	●●●●	10
Eingeflogene und nicht saisonale Früchte	●●●●	11
Käse	●●●	8.5
Pommes Frites	●●●	6
Eier	●●	2
Gemüse aus dem Treibhaus	●●	1.5
Tofu	●	1.1
Milch	●	0.9
Nudeln	●●	0.9
Kuchen	●●	0.9
Brot	●●●	0.6
Früchte aus der Region und saisonal	●●●●	0.4
Gemüse aus der Region und saisonal	●●●●●	0.15

Unterwegs sein	Klimataler	kg CO ₂ /Jahr und 1000km
10 Tage Kreuzfahrt (mittelgrosses Schiff 1000-2000 Passagiere)	●●●●●	2900 kg CO ₂ /Person 290 kg CO ₂ /Person & Tag
Flugzeug Mittelstrecke (etwa 2000km)	●●●●	220
Flugzeug Langstrecke (ab 2000 km)	●●●●●	150 (nach Flugstrecke aber mehr CO ₂ Ausstoss als Mittelstrecke)
Auto	●●	140
Zug	●●●	100
Bus	●●●	60
Tram	●●●●	50
Velo, Scooter, zu Fuss	●●●●●	0 (ohne Herstellung)