

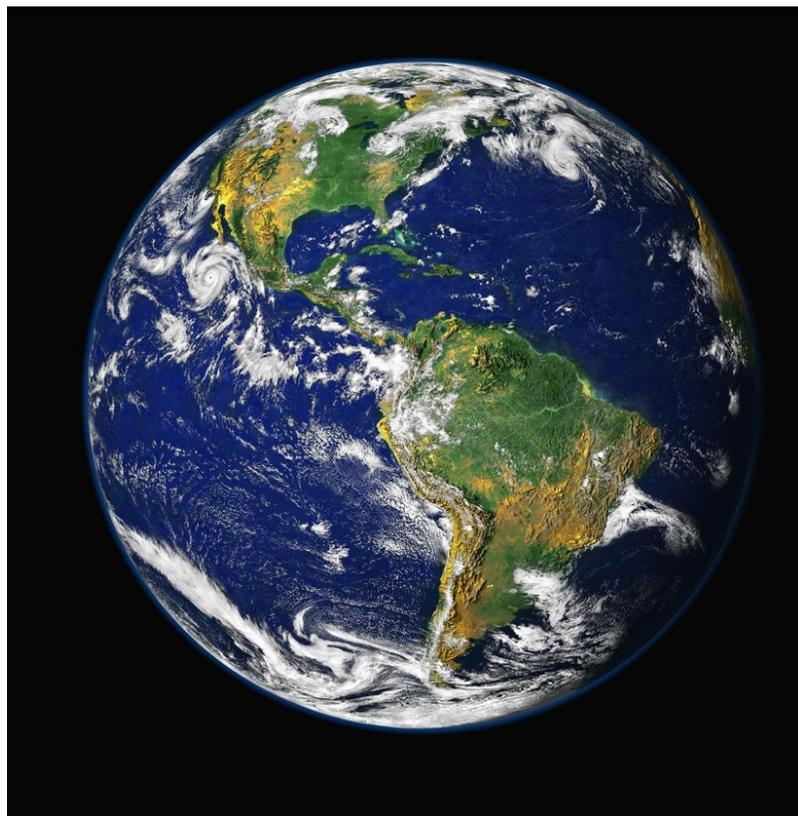
1 Wie funktioniert das Klima?

1.1 Was ist Wetter, was ist Klima?

1.2 Die Erdatmosphäre – eine Wärmedecke?

1.3 Der Wasser- und Kohlenstoffkreislauf

1.4 Das Klimasystem



Schulstufe

Autorin

Jahr

Sekundarstufe 1

Sibylle Reinfried & Evelin Vogler

2019

1.2 Die Erdatmosphäre – eine Wärmedecke?

In diesem Kapitel lernst du

- wie mächtig (= dick) die Lufthülle ist, in der wir leben,
- woraus Luft besteht,
- wieso Luft wie eine Decke warmhalten kann.

Die Mächtigkeit der Atmosphäre und die Zusammensetzung der Luft

Die Abbildung 1.2.1 (nächste Seite) zeigt den Blick eines Astronauten auf die dünne Hülle um die Erde, von der unser Leben abhängt: die Atmosphäre. Die Atmosphäre (Lufthülle) ist ungefähr 600 km mächtig. Genügend Sauerstoff für menschliches und tierisches Leben ist aber nur in den untersten paar tausend Metern vorhanden. Die grössten Höhen, in die Bergsteiger bisher ohne Sauerstoffgeräte aufgestiegen sind, betragen knapp 9 km (Mount Everest, 8848m). In dieser untersten Schicht der Atmosphäre ist 90% der gesamten Luft enthalten und hier findet auch das Wetter statt. Wir Menschen, die wir uns meistens auf der Erdoberfläche aufhalten, leben also am Boden eines Meeres aus Luft. Verglichen mit dem Durchmesser der Erde (= 6378 km) ist die Atmosphäre sehr dünn. Wenn die Erde so klein wäre wie ein Apfel, wäre die Atmosphäre nur so dick wie seine Schale. Die Atmosphäre enthält nicht nur den für uns Menschen wichtigen Sauerstoff, sie umhüllt den Planeten Erde auch wie eine wärmende Decke. Ohne Lufthülle gäbe es kein Leben auf der Erde!

Die Luft setzt sich aus den folgenden Gasen zusammen:

- | | |
|-------------------------------------|--------|
| - Stickstoff N ₂ | 78% |
| - Sauerstoff O ₂ | 21% |
| - Argon Ar | 0.9 % |
| - Kohlenstoffdioxid CO ₂ | 0.04% |
| - übrige Gase | 0.06 % |

Ein besonderer Bestandteil der Luft ist auch Wasserdampf (H₂O). Wasserdampf ist das einzige Gas in der Atmosphäre, welches unter natürlichen Bedingungen auch in andere Zustandsformen übergehen kann – von fest (Eis) zu flüssig (Wasser) zu gasförmig (Wasserdampf). Der Anteil von Wasserdampf in der Atmosphäre kann je nach Ort und Zeit sehr unterschiedlich sein. Deshalb wurde der Wasserdampf bei den Angaben zur Zusammensetzung der Luft weggelassen. Durchschnittlich besteht die Luft aber ungefähr aus 2.6% Wasserdampf.

Lernaufgabe 1

Mit einem Kreisdiagramm kann man gut erkennen, wie gross der Anteil der verschiedenen Gase in der Luft ist. Stelle die Zusammensetzung der Luft in einem Kreisdiagramm dar und beschrifte die einzelnen Sektoren. Stellst sich dir bei der Darstellung der Werte ein Problem?

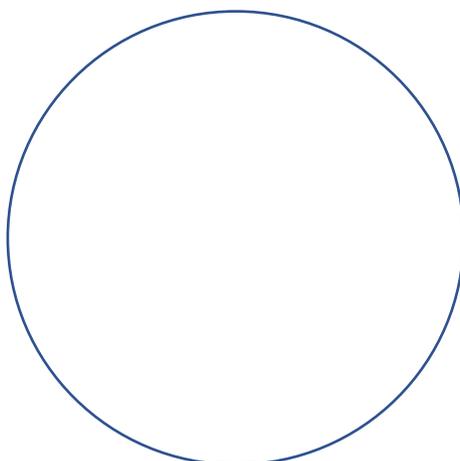




Abb. 1.2.1: Südamerika aus dem Weltall mit der Atmosphäre und dem Mond .

(Bildquelle: Steven Schmidt (2018). *Earth-Thin Blue Atmosphere-Moon image*;
https://www.greenpolicy360.net/w/File:Earth-Thin_Blue_Atmosphere-Moon_image_-_NASA.jpg; lizenziert unter Creative
Common 4.0 International licence https://www.greenpolicy360.net/w/Look_at_how_thin_our_atmosphere_is)

Die Menge an Kohlenstoffdioxid CO_2 in der Luft von 0.04% ist sehr gering. Sie wird oftmals auch mit der Einheit „ppm“ angegeben. Die Einheit „ppm“ bedeutet „parts per million“, oder auf Deutsch übersetzt „Teile pro Million“. Das bedeutet: Auf eine Million Luftteilchen (Luftmoleküle) kommen 400 Kohlenstoffdioxid-Teilchen (= Kohlenstoffdioxid-Moleküle). Das ist sehr wenig! CO_2 -Moleküle kommen von Natur aus in der Atmosphäre vor, entstehen aber auch bei der Verbrennung von Benzin/Heizöl und Kohle. Die Menschen haben in den letzten 150 Jahren für die Warenproduktion, den Verkehr und das Wohnen (Heizen/Kühlen) immer mehr Energie benötigt, die sie aus der Verbrennung von Kohle und Benzin/Heizöl gewonnen haben. Deshalb ist der CO_2 -Gehalt der Atmosphäre stark gestiegen.

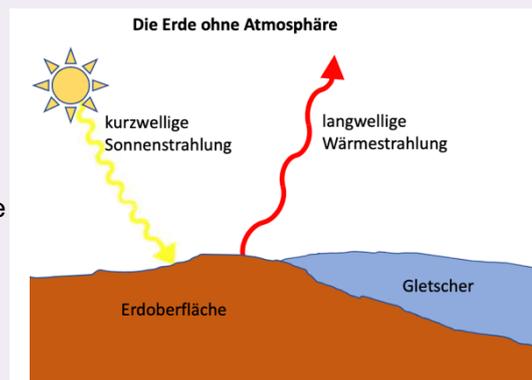
Wieso verhält sich die Lufthülle wie eine Wärmedecke?

Lernaufgabe 2

a) Hast du schon einmal bemerkt, dass dunkle Flächen, zum Beispiel asphaltierte Plätze, in Sommernächten wärmer sind als ihre Umgebung? Und woher kommt es, dass man sich vom Schnee geblendet fühlt? Überlegt zu zweit, was die Gründe für diese Beobachtungen sein könnten und macht euch Notizen.

b) Lest nun den folgenden Text und studiert die Abbildung:

Wir alle wissen, dass die Sonne Licht liefert. In der Wissenschaft sagt man, dass die Sonne „kurzwellige Sonnenstrahlen“ ausstrahlt. Diese Sonnenstrahlen gelangen relativ ungehindert durch die Atmosphäre. Wenn die Sonnenstrahlen auf die Erdoberfläche treffen - also auf Gestein, Ackerboden, Wasserflächen - erwärmen sie diese. Die erwärmten Materialien geben die Wärme wieder an die Luft ab. Diese Wärme ist aber eine andere Art von Strahlung, als die kurzwellige Sonnenstrahlung. Sie heisst „langwellige Wärmestrahlung“. Sonnenstrahlung wird also an der Erdoberfläche in Wärmeenergie umgewandelt.

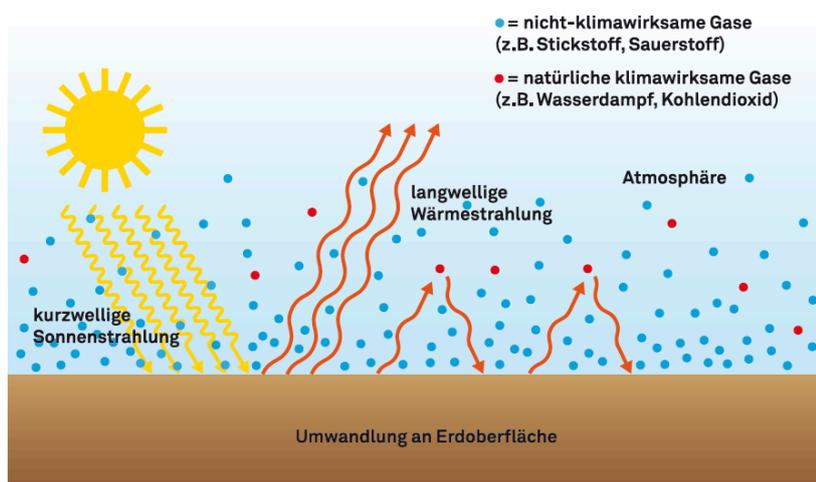


Wir kennen alle den Effekt, dass sich dunkle Oberflächen erwärmen, wenn sie von der Sonne beschienen werden. Manchmal spürt man sogar, dass sie Wärme abstrahlen, obwohl die Sonne schon untergegangen ist, zum Beispiel nachts auf asphaltierten Plätzen. Die Erdoberfläche „schluckt“ (absorbiert) aber nicht das ganze Sonnenlicht. Ein kleiner Teil der Sonnenstrahlen wird auch zurückgeworfen (reflektiert), beispielsweise wenn die Sonnenstrahlen auf Schnee- oder Eisflächen oder Wolken treffen.

c) Stimmen eure Erklärung oben mit den Aussagen im Text überein? Wenn nicht, korrigiert sie entsprechend.

Der natürliche Treibhauseffekt

Wenn die gesamte langwellige Wärmestrahlung wieder in den Weltraum gelangen würde, wie oben bei Lernaufgabe 2 gezeichnet, wäre es auf der Erde bitterkalt: durchschnittlich minus 18°C ! Bei solchen Temperaturen wäre auf der Erde kein Leben möglich. Heute liegt die Durchschnittstemperatur bei ungefähr plus 15°C . Der Grund dafür sind die sogenannten Treibhausgase in der Atmosphäre, wie Kohlenstoffdioxid CO_2 , Wasserdampf und andere (s. Abbildung 1.2.2). Sie lassen die langwellige Wärmestrahlung, die von der Erdoberfläche kommt, nicht durch, sondern werfen sie zur Erde zurück (man nennt das „Gegenstrahlung“), wodurch sich die Atmosphäre und die Erdoberfläche zusätzlich erwärmen. Die Wirkung der Treibhausgase wird manchmal mit einem Glasdach in einem Treibhaus verglichen – deshalb nennt man sie auch so. Den Einfluss der Treibhausgase auf die Temperatur der Erde nennt man „Treibhauseffekt“. Ohne den Einfluss des Menschen befinden sich Ein- und Ausstrahlung für lange Zeit im Gleichgewicht.



Was sind Treibhausgase?

Treibhausgase sind Gase in der Atmosphäre, die den sogenannten Treibhauseffekt verursachen.

Beispiele von Treibhausgasen sind:

- Wasserdampf (H₂O)
- Kohlenstoffdioxid, auch Kohlendioxid genannt (CO₂)
- Methan (CH₄)

Verglichen mit Stickstoff und Sauerstoff sind diese Gase nur in sehr kleinen Mengen in der Atmosphäre vorhanden – ihre Wirkung ist jedoch sehr gross.

Abbildung 1.2.2: Der natürliche Treibhauseffekt durch das Zusammenwirken von Sonnenstrahlung, Wärmestrahlung und Treibhausgasen (Quelle: Projekt CCESO, 2019).

Lernaufgabe 3

Im Zusatzmaterial zu 1.2: Treibhauseffekt findet ihr eine Skizze und dazu passende Stichwörter. Schreibt die Begriffe direkt in die Skizze. Vergleicht anschliessend mit dem Text „Der natürliche Treibhauseffekt“ S. 10 und der Abbildung 1.2.2 oben. Habt ihr alles richtig gemacht? Wenn nicht, korrigiert eure Arbeit.

2 Ursachen des Klimawandels

2.1 Der menschengemachte Treibhauseffekt

2.2 Fakten über den Klimawandel

2.3 Wieviel CO₂ produziere ich selbst?



Schulstufe
Autoren
Jahr

Sekundarstufe 1
Sibylle Reinfried
2019

2 Ursachen des Klimawandels

2.1 Der menschengemachte Treibhauseffekt

2.2 Fakten über den Klimawandel

2.3 Wieviel CO₂ produziere ich selbst?



Schulstufe
Autoren
Jahr

Sekundarstufe 1
Sibylle Reinfried
2019

2 Ursachen des Klimawandels

2.1 Der menschengemachte (anthropogene) Treibhauseffekt

Andreas sagt, dass der Mensch für die gegenwärtige weltweite Erwärmung der Erdatmosphäre verantwortlich sei. Er hat in der Wikipedia gelesen, dass der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre steige und dass dieser Anstieg vom Menschen verursacht werde. Dadurch würde der natürliche Treibhauseffekt verstärkt werden.

Überlege:

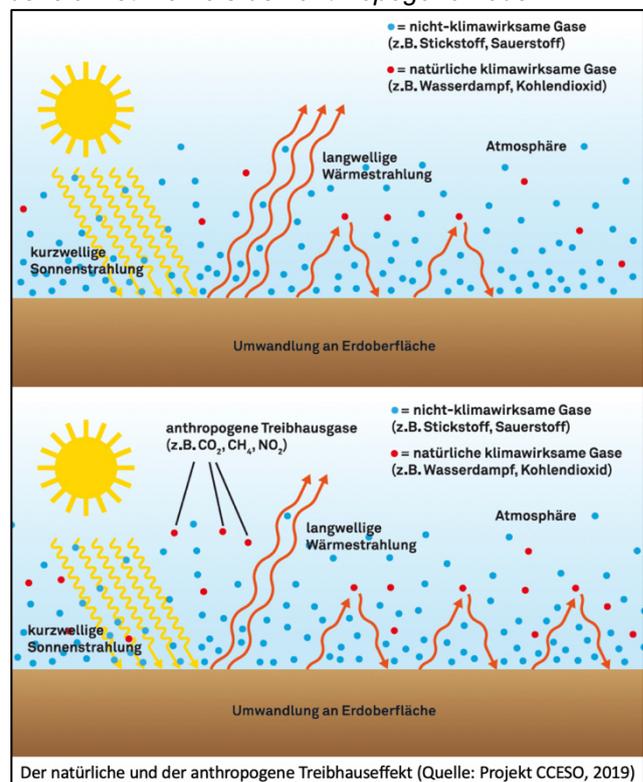
- Wie beurteilst du Andreas' Aussagen. Hat er recht?
- Wenn ja, woher kommt das zusätzliche CO₂?
- Wieso soll der steigende CO₂-Gehalt in der Atmosphäre den Treibhauseffekt verstärken? Kannst du das erklären?
- Lies' anschliessend die Informationen in der nachfolgenden Box und vergleiche sie mit den beiden eingefügten Graphiken „Der natürliche und anthropogene Treibhauseffekt“.

Der menschengemachte Treibhauseffekt

Seit Beginn der Industrialisierung vor etwa 150 Jahren beeinflusst der Mensch das natürliche Gleichgewicht der Atmosphäre in dem er Treibhausgase freisetzt. Dies bezeichnet man als den *anthropogenen* oder «menschgemachten» Treibhauseffekt. Das mit Abstand am häufigsten vom Menschen freigesetzte Treibhausgas ist das CO₂, das bei der Verbrennung der fossilen Brennstoffe Kohle, Erdöl und Erdgas für die Stromerzeugung, den Verkehr oder das Heizen entsteht. Auch bei der Herstellung von Waren, wie Autos, Kleider oder elektronischen Geräten, oder bei der Nahrungsmittelproduktion wird CO₂ frei.

Zu Beginn der Industrialisierung betrug der CO₂-Gehalt der Atmosphäre 280 ppm (0,028%), heute sind es 400 ppm (0,04%). Jährlich nimmt er um 0,5% zu. Die zusätzlichen CO₂-Moleküle bremsen die Wärmeabstrahlung der Erdatmosphäre ins Weltall. Deshalb steigt die globale Durchschnittstemperatur. Die Erwärmung, die man in den letzten 30 Jahren messen konnte, erfolgte rascher als alle bekannten Erwärmungsphasen der letzten 66 Millionen Jahre. Der Anstieg des Treibhausgas-Gehalts in der Luft in den letzten 100 Jahren führte zu einem Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur um fast 1°C. Man spricht von *globaler Erwärmung*. Sie ist mit zahlreichen Folgen verbunden, die zur Veränderung der Lebensräume von Menschen, Tieren und Pflanzen führen.

Der anthropogene Treibhauseffekt funktioniert wie der natürliche Treibhauseffekt (Kap. 1.2, Seite 10-11). Dadurch aber, dass der Mensch immer mehr Treibhausgase in die Atmosphäre einbringt, wird weniger langwellige Wärmestrahlung ins Weltall abgestrahlt und mehr langwellige Wärmestrahlung wieder zur Erdoberfläche zurückgestrahlt. Die Erde erwärmt sich und die globale Erwärmung nimmt ihren Lauf.



Überlege: Die Atmosphäre der Venus besteht zu 96% aus CO₂. Welche Auswirkungen dürfte dies auf die Oberflächentemperatur der Venus haben?

Informationen zur Venus findet ihr auf <https://lexikon.astronomie.info/venus/>

2.2 Fakten über den Klimawandel

Lernaufgabe 2.2

Arbeitet zu zweit:

1) Die Wissenschaft kennt eine Reihe von Tatsachen, an denen man den Klimawandel erkennen kann. Du bist eingeladen, für eure Schülerzeitung auf einer Doppelseite eine Reportage mit dem Titel „Tatsachen über den Klimawandel“ zu schreiben. Erwartet wird, dass die Reportage Informationen in Form von Schlagzeilen, Bildern, Tabellen, Graphiken und kurzen Texte enthält. Damit die Reportage verständlich ist, muss sie Antworten geben auf die Fragen «**Was?**» (Was ist das Thema?), «**Wie?**» (Wie zeigt sich das Problem?), «**Wo?**» (Wo / in welcher Region wird das Problem sichtbar?).

Hier findest du hilfreiche Informationen für deine Reportage:

Die Webseite <https://www.klimafakten.de/meldung/klimawandel-eine-faktenliste> enthält viele Tabellen und Graphiken, die sich für deine Arbeit eignen.

Besuche auch die Webseite <http://energieinitiative.org/die-beweise-fuer-den-klimawandel/>

Unter «1. Teil: Die Beweise für den Klimawandel» findest du Fotos mit kurzen Erklärungen. Mit den Bildern kannst du deine Reportage schön illustrieren.

2) Hängt eure Reportagen im Schulzimmer auf, studiert sie und gebt euch gegenseitig eine Rückmeldung zu eurer Arbeit.

a) Beurteilt, ob die gesteckten Ziele erreicht wurden. Für dieses Feedback nehmt ihr verschiedenfarbigen Klebepunkte: Für das «**Was?**» nehmt ihr einen roten Klebepunkt, für das «**Wie?**» einen gelben Klebepunkt und für das «**Wo?**» einen blauen Klebepunkt.

Wenn eine Reportage nicht alle Ziele erreicht hat, überlegt gemeinsam, wie man sie verbessern könnte.

b) Beurteilt, welchen Eindruck (Hoffnungslosigkeit, Angst, „Geht mich nichts an“, „Ist alles nicht so schlimm“, usw.) die Reportagen vermitteln?

2.3 Wieviel CO₂ produziere ich selbst?

Ökologischer Fussabdruck

Alle Menschen müssen wohnen und essen und haben das Bedürfnis, sich fortzubewegen. Dafür benötigen sie Energie, Rohstoffe, Boden und Wasser (= natürliche Ressourcen). Die Energie wird zumeist durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe gewonnen. Tagtäglich entstehen dadurch grosse Mengen an CO₂-Gasen, so zum Beispiel beim Autofahren, Fliegen, Heizen, Kochen, Arbeiten mit dem Computer oder Benutzen des Mobiltelefons. Auch für die Herstellung unserer Kleidung, elektronischen Geräte und Nahrung und ihr Transport zu uns, ist Energie nötig. Auch dabei entsteht CO₂.

Um anzugeben, wie viele natürliche Ressourcen wir mit unserem Lebensstil verbrauchen und welche Auswirkungen dies auf die Umwelt hat, wurde der ökologische Fussabdruck entwickelt. Mit einem Fussabdruck-Rechner kann man die Menge an CO₂-Gasen, die durch die persönliche Lebensweise entstehen, berechnen. Dies geschieht so, dass verschiedene Faktoren zu einem einzigen Messwert, dem globalen Flächenverbrauch in Hektaren (gha), zusammengefasst werden. Mit diesen globalen Hektaren ist die Fläche gemeint, die für die Produktion der von uns benötigten Ressourcen notwendig ist.

Die meisten wohlhabenden Länder verbrauchen für ihren Lebensstil, hochgerechnet auf die gesamte Weltbevölkerung, eine Fläche, die mehr als zwei Erden umfasst. Die ärmeren Länder, wie Indien und viele

Länder Afrikas, verbrauchen hingegen weniger als eine Erde. Der schweizerische Pro-Kopf-Fussabdruck lag im Jahr 2018 bei 2.9 Erden. Wenn alle Menschen so lebten würden wie wir, wären also fast drei Erden notwendig, um unseren Ressourcenverbrauch nachhaltig zu ermöglichen.

Berechne deinen ökologischen Fussabdruck. Deine Lehrerin oder dein Lehrer sagen dir, mit welchem Fussabdruck-Rechner (Footprint-Rechner genannt) ihr arbeitet.

1) In welchem Bereich (Wohnen, Mobilität, Ernährung, Konsum) verbrauchst du am meisten CO₂?

2) Wo und wie könntest du CO₂ einsparen?