

Titel: Atmosphäre 2 – Wasserdampf

Zeitbedarf: 20 Minuten

Informationen für die Lehrperson:

Kompetenzformulierung: Die Lernenden können die Treibhausgase Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid (CO₂) im Hinblick auf ihr mengenmäßiges Vorkommen, ihren Anteil am Gesamttreibhauseffekt und ihre Rolle im Klimasystem vergleichen.



Vergleichen = Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln

Fachliche Key Idea: Wasserdampf ist das Treibhausgas, welches am häufigsten in der Atmosphäre vorkommt, gefolgt von Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Methan (CH₄).

Der natürliche Treibhauseffekt wird je nach Quelle zur Hälfte bis zwei Dritteln von Wasserdampf verursacht. Das liegt daran, dass Wasserdampf das am häufigsten vorkommende Treibhausgas ist.

Die Menge an Wasserdampf in der Atmosphäre ist dabei abhängig von der Temperatur – je höher diese ist, desto mehr Wasser (H₂O) verdampft und desto mehr Dampf kann die Atmosphäre halten. Ein hoher Wasserdampfgehalt ist daher Konsequenz einer globalen Erwärmung, die ihrerseits die globale Erwärmung weitertreibt (positive Rückkopplung).

Adressierte Schülervorstellung: Nach der Studie von Schubatzky et al. (2024) denkt die überwiegende Mehrheit (mehr als zwei Drittel) der untersuchten Schüler:innen, dass Kohlenstoffdioxid (CO₂) das häufigste Treibhausgas auf der Erde sei. Wenige Schüler:innen wählen Methan oder Ozon als häufigstes Treibhausgas, die richtige Lösung Wasserdampf wird kaum ausgewählt.

Belege, Hinweise:

- Schubatzky, T., Wackermann, R., Wöhlke, C., & Haagen-Schützenhöfer, C. (2024). How well do German A-Level Graduates understand the Scientific Underpinnings of Climate Change? Sustainability 16(17), 7264.
- Buis, Alan (2022). Steamy Relationships: How Atmospheric Water Vapor Amplifies Earth's Greenhouse Effect. NASA's Jet Propulsion Laboratory.
<https://climate.nasa.gov/explore/ask-nasa-climate/3143/steamy-relationships-how-atmospheric-water-vapor-amplifies-earths-greenhouse-effect/> [Zugriff: 04.10.2023]
- Umweltbundesamt (2021). Häufige Fragen zum Klimawandel.
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/haeufige-fragen-klimawandel?sprungmarke=wasserdampf#wasserdampf> [Zugriff: 04.10.2023]
- Hausfather, Zecke (2008). The water vapor feedback. Yale Climate Connection.
<https://yaleclimateconnections.org/2008/02/common-climate-misconceptions-the-water-vapor-feedback-2/> [Zugriff: 04.10.2023]

Hintergrund für die Lehrperson und Anknüpfungspunkt für eine mögliche Weiterarbeit:

Wasserdampf spielt eine besondere Rolle im Klimasystem der Erde. Zum einen ist Wasserdampf das Volumen betreffend mit durchschnittlich ca. 0,4 % das häufigste Treibhausgas auf der Erde und damit der stärkste Summand im natürlichen Treibhauseffekt. Gleichzeitig ist Wasserdampf aufgrund der temperaturabhängigen Aufnahmefähigkeit von Wasserdampf durch Luft eher Folge als eine Ursache des Treibhauseffekts. Und schließlich ist der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre der Erde räumlich und zeitlich sehr variabel, und verdampftes Wasser regnet im Mittel nach etwa zehn Tagen wieder aus, sodass viele Darstellungen der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre der Erde sich auf eine imaginär rein trockene Luft beziehen. Natürlich hat Wasserdampf auch eine wichtige Rolle im Wasserkreislauf der Erde und damit für das Leben auf der Erde insgesamt.

Ab jetzt für die Schüler:innen:

Atmosphäre 2 – Wasserdampf

Mit diesem Tutorial lernst du, die Treibhausgase Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid (CO_2) im Hinblick auf ihr mengenmäßiges Vorkommen, ihren Anteil am Gesamttreibhauseffekt und ihre Rolle im Klimasystem zu vergleichen.



Vergleichen = Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln

Anchor:

Das Nachrichtenmagazin Focus veröffentlichte auf seiner Website am 31.12.2015 den Artikel „So leugnen Skeptiker den Klimawandel“, in dem es heißt: „Vielleicht ist auch der natürliche Wasserdampf der Grund für die Erderwärmung, glauben Klimaskeptiker.“ [1]



Abbildung 1: Wasserdampf bei einer Thermalquelle in Chile [4].

Concept Cartoon

Drei Schüler:innen lesen den Artikel und unterhalten sich darüber.



Was meinst Du? Welcher Aussage/welchen Aussagen stimmst du zu? Welcher Aussage/welchen Aussagen stimmst du nicht zu? Notiere deine Antwort, begründe sie und besprich sie mit deiner/deinem Sitznachbar:in.

1. Welches Treibhausgas kommt am häufigsten in der Atmosphäre vor?

Zusammensetzung der Atmosphäre

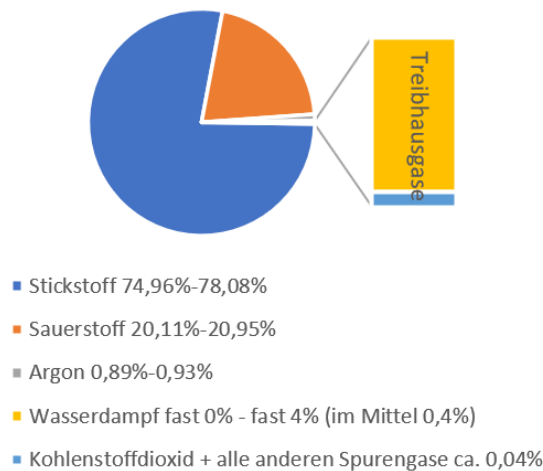


Abbildung 2: Zusammensetzung der Atmosphäre. Wasserdampf ist fast immer in der Atmosphäre vorhanden und macht zwischen fast 0% (in Wüstenregionen, wenn trockener Wind weht) und 3% (an extrem heißen Tagen mit hoher Luftfeuchtigkeit) aus. In tropischen Klimazonen sind sogar bis zu knapp 4% möglich. Im Mittel beträgt der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre ca. 0,4% [5].



Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid (CO₂) und weitere Spurengase gehören zu den sogenannten Treibhausgasen, weil sie von der Erde ausgesandte IR-Strahlung aufnehmen und in alle Richtungen wieder aussenden. Stickstoff (N₂), Sauerstoff (O₂) und Argon (Ar) haben diese Eigenschaft nicht und gehören daher nicht zu den Treibhausgasen.



Gib mithilfe von Abbildung 2 an, welches Treibhausgas am häufigsten in der Atmosphäre vorkommt:



Treibhausgase kommen demnach in unterschiedlichen Mengen in der Atmosphäre vor. Außerdem wirken sie verschieden stark. Das deutsche Klimakonsortium gibt zum Einfluss von Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid (CO₂) auf den natürlichen Treibhauseffekt folgende Informationen an:

„Wasserdampf ist das wichtigste Treibhausgas in der Erdatmosphäre. Der Beitrag von Wasserdampf zum natürlichen Treibhauseffekt gegenüber dem von Kohlendioxid (CO₂) [...], kann [...] als ungefähr zwei- bis dreimal größer betrachtet werden.“ [2]



Gib anhand des Textes an, welches Gas demnach den **natürlichen** Treibhauseffekt hauptsächlich verursacht:

(Klärung der richtigen Antwort mit der Lehrperson/Musterlösung.)

Hinweis: Wenn du mehr zur CO₂-Konzentration in der Atmosphäre wissen möchtest, kannst du Tutorial 2 bearbeiten.

2. Rückkopplung



Im eingangs zitierten Artikel auf focus.de heißt es in der Erklärung [3]:

Wasserdampf ist tatsächlich ein wichtiges Treibhausgas. Er ist aber nicht der Grund für die Erwärmung, sondern die Folge. Denn die Temperatur bestimmt, wie viel Wasserdampf in der Atmosphäre ist [...].

Wasserdampf wirkt wie ein Verstärker. Im Gegensatz zum Kohlendioxid bleibt er meist nur wenige Tage in der Atmosphäre – und kehrt dann als Regen auf die Erdoberfläche zurück. Je wärmer allerdings die Atmosphäre ist, umso mehr Wasserdampf kann sie aufnehmen. Damit spielt der Wasserdampf tatsächlich eine sehr große Rolle beim natürlichen Treibhauseffekt. Die Wasserdampf-Moleküle in der Erdatmosphäre können wiederum IR-Strahlung absorbieren und die Temperatur so weiter erhöhen.



Markiere im Text, wovon es abhängt, wie viel Wasserdampf die Atmosphäre aufnehmen kann.



Durch den menschenverursachten Kohlenstoffdioxid- (CO_2 -) Ausstoß wird der Treibhauseffekt in der Erdatmosphäre verstärkt und die Erde und ihre Atmosphäre erwärmen sich weiter.

Beschreibe, was das für die Menge an Wasserdampf in der Atmosphäre bedeutet. Bedenke auch die Verdunstung. Notiere deine Antwort und besprich sie mit deiner/deinem Sitznachbar:in.

(Klärung der richtigen Antwort mit der Lehrperson/Musterlösung.)

3. Vergleich



Vergleiche Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid (CO₂) anhand der vorgegebenen Kategorien, indem du jeweils die richtige Antwort auswählst und wo nötig erklärst. Notiere deine Antwort und besprich sie mit deiner/deinem Sitznachbar:in.

- Welches Gas ist ein Treibhausgas?
 - ☐ Wasserdampf
 - ☐ Kohlenstoffdioxid
 - ☐ beide
- Wie groß ist der Wasserdampfanteil in der Atmosphäre im Vergleich zum Kohlenstoffdioxid- (CO₂-) Anteil?
 - ☐ Im Durchschnitt über zehnmal so groß
 - ☐ Im Durchschnitt 1/10
 - ☐ Im Durchschnitt ungefähr gleich groß
- Wie groß ist der Beitrag von Wasserdampf zum gesamten natürlichen Treibhauseffekt im Vergleich zum Beitrag von Kohlenstoffdioxid (CO₂)?
 - ☐ Ungefähr gleich groß
 - ☐ Ungefähr 2-3-mal so groß
 - ☐ Ungefähr 2-3-mal kleiner
- In welchem Zusammenhang steht Wasserdampf mit der globalen Erwärmung? Er ist...
 - ☐ Eine Ursache
 - ☐ Eine Folge
 - ☐ Beides

Erkläre deine Antwort:

- In welchem Zusammenhang steht Kohlenstoffdioxid (CO₂) mit der aktuellen globalen Erwärmung? Es ist...
 - ☐ Eine Ursache
 - ☐ Eine Folge
 - ☐ Beides

Erkläre deine Antwort:

(Klärung der richtigen Antwort mit der Lehrperson/Musterlösung.)

4. Zurück zum Anfang



Geh zurück zum Concept Cartoon. Beurteile deine ursprüngliche Einschätzung mithilfe der Informationen aus diesem Tutorial. Notiere deine Antwort, begründe sie und besprich sie mit deiner/deinem Sitznachbar:in. (*Think-Pair-Share*)

Literaturverzeichnis

- [1] https://www.focus.de/wissen/klima/die-zehn-thesen-der-klimaskeptiker-diskussion_id_2183965.html [Zugriff: 11.7.2023]
- [2] <https://www.deutsches-klima-konsortium.de/de/klimafaq-8-1.html>, [Zugriff: 17.7.2023]
- [3] https://www.focus.de/wissen/klima/die-zehn-thesen-der-klimaskeptiker-diskussion_id_2183965.html [Zugriff: 11.7.2023]

Abbildungsverzeichnis

- [4] Abbildung 1 <https://pxhere.com/de/photo/677098> [Zugriff: 11.7.2023]
- [5] Abbildung 2 <https://www.noaa.gov/jetstream/atmosphere> [Zugriff: 13.7.2023] und Roedel, W. (1994). *Physik unserer Umwelt*, Springer, Heidelberg.).

[Tutorials in Climate Change](#) © 2024 by The Engaging Collaboration are licensed under [CC BY-NC-SA 4.0](#)