

Treibhauseffekt 2 – Den Treibhauseffekt verstehen

Zeitbedarf: 20 Minuten

Informationen für die Lehrperson:

Kompetenzformulierung: Die Lernenden können mit einer einfachen Strahlungsumwandlungsvorstellung den natürlichen Treibhauseffekt auf der Erde beschreiben.



Beschreiben = Sachverhalte oder Zusammenhänge in eigenen Worten unter Berücksichtigung der Fachsprache sprachlich angemessen wiedergeben

Fachliche Key Idea:

Von der Sonne wird permanent Energie vorwiegend in Form von sichtbarem Licht zur Erde transportiert. Dieses wird vom dunklen Erdboden absorbiert, wodurch sich der Erdboden erwärmt und dann seinerseits andauernd (ferne) IR-Strahlung aussendet, für die die Atmosphäre unserer Erde aufgrund der Treibhausgase nur teilweise durchlässig ist. Die Prozesse der Strahlungsabsorption, Erwärmung und Emission laufen ständig ab und passieren gleichzeitig.

Adressierte Schülervorstellung:

Nach der Studie von Schubatzky et al. (2024) gibt es zwei prominente Vorstellungen:

- 1) Reflexionsvorstellung: Sonnenstrahlung (unspezifiziert, kann sichtbares Licht sein, kann IR-Strahlung sein) wird am Erdboden reflektiert. Die Treibhausgase wirken wie ein halbdurchlässiger Spiegel, so dass das reflektierte Sonnenlicht wieder zur Erde reflektiert wird.
- 2) Ozonlochvorstellung: Treibhausgase beschädigen die Ozonschicht in unserer Atmosphäre. Dadurch erzeugen und vergrößern sie das Ozonloch. Durch das Ozonloch kann mehr Sonnenstrahlung den Erdboden erreichen. Dadurch erwärmt sich die Erde zusätzlich.

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.
- Schema-Prozess-Zeichnungen des Treibhauseffekts auf der Erde, etwa: <https://ugc.berkeley.edu/background-content/greenhouse-effect/#heading1>

Hintergrund für die Lehrperson und Anknüpfungspunkt für eine mögliche Weiterarbeit:

Der Treibhauseffekt ist ein Phänomen, das sich auf natürliche Art und Weise auf der Erde aufgrund von in Spuren vorkommenden, durchsichtigen Gasen, und über längere Zeiträume abspielt. Dementsprechend schwierig ist es, den Treibhauseffekt sichtbar oder begreiflich zu machen. Das Treibhaus für Gemüse ist nur ein schwacher Vergleich. Denn zwar haben die Glasscheiben im Treibhaus ähnliche Eigenschaften wie Treibhausgase, lassen also sichtbares Licht durch, IR-Strahlung dagegen überwiegend nicht. Ein weiterer starker Effekt in einem Treibhaus ist jedoch das Unterbinden von Konvektion, also das Verhindern des Austauschs von warmer Luft mit der Umgebung.

Wenn die Erde und ihre Atmosphäre in Summe gleich viel Energie von außen aufnehmen, wie sie wieder abgeben, spricht man von einem dynamischen Energiegleichgewicht und es stellt sich eine durchschnittliche Gleichgewichtstemperatur ein. Aktuell wird dieses Energiegleichgewicht durch menschliche Aktivitäten gestört, indem mehr Treibhausgase in die Atmosphäre freigesetzt werden. Das verstärkt den Treibhauseffekt, man spricht vom anthropogenen Treibhauseffekt (siehe Tutorial 5).

Ab jetzt für die Schüler:innen:

Treibhauseffekt 2 – Den Treibhauseffekt verstehen

Mit diesem Tutorial lernst du, den Treibhauseffekt auf der Erde zu beschreiben.



Beschreiben = Einen Sachverhalt oder Zusammenhang in eigenen Worten unter Berücksichtigung der Fachsprache angemessen wiedergeben

Anchor:



Abbildung 1: Karsten Schwanke erklärt den Treibhauseffekt in „wetter vor acht“ [1].

Concept Cartoon

Drei Schüler*innen schauen sich zusammen „wetter vor acht“ an. Darin erklärt Karsten Schwanke, wie der Treibhauseffekt funktioniert (Abbildung 1). Die drei Schüler:innen haben selbst Ideen für eine Erklärung:



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. Anstieg der Durchschnittstemperatur



Durch den anthropogenen Treibhauseffekt (= Verstärkung des Treibhauseffekts durch menschlichen Einfluss) steigt die globale Durchschnittstemperatur, wie Abbildung 2 zeigt.

Anstieg der Oberflächentemperatur

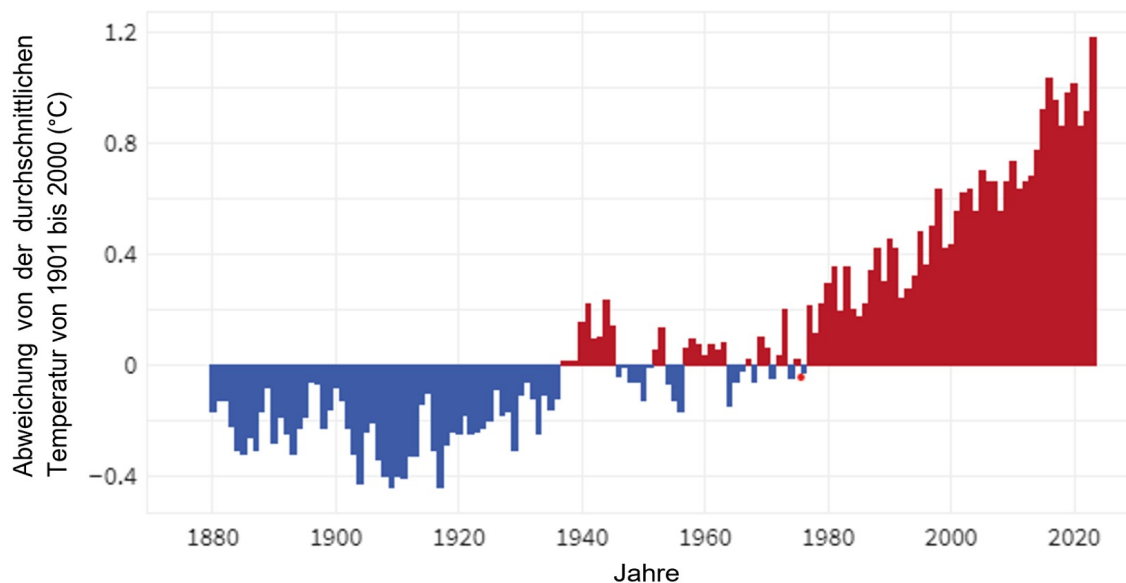
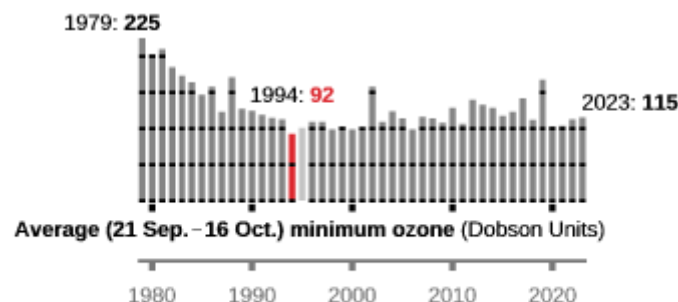


Abbildung 2: Abweichung der Oberflächentemperatur vom Durchschnitt der Jahre 1901-2000. Blaue Balken stehen für Jahre, die kälter als der Durchschnitt waren; rote Balken stehen für Jahre, die wärmer als der Durchschnitt waren [2].

Gleichzeitig erholt sich die Ozonkonzentration. Abbildung 3 zeigt die jährlich gemessene minimale Ozonkonzentration.



Note: No data were acquired during the 1995 season

Abbildung 3: Minimale jährliche Ozonkonzentration über der Antarktis von 1980-2022. Die Dobson-Einheit ist ein Maß für die Konzentration von Spurengasen wie Ozon in der Atmosphäre. Das vermeintliche „Ozonloch“, eigentlich ein starker Rückgang der Ozonkonzentration, entwickelte sich in den 1980ern und erreichte seinen Höhepunkt in den 1990ern und 2000ern. Seither ist die Ozonkonzentration stabil geblieben, mit einer leichten Erholung in den letzten Jahren [3].



Begründe mithilfe der beiden Abbildungen 2 und 3 und der Diskussion darüber, warum das vermeintliche „Ozonloch“ nicht für den Treibhauseffekt verantwortlich sein kann. Notiere deine Antwort und besprich sie mit deiner/deinem Sitznachbar:in.

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

2. Erde ohne Atmosphäre

Wie funktioniert der Treibhauseffekt dann? Von der Sonne ausgesendete Energie kommt vor allem in der Form von sichtbarem Licht auf der Erdoberfläche an. Abbildung 4 zeigt, was mit der ständig einfallenden Sonnenstrahlung passieren würde, wenn die Erde keine Atmosphäre hätte. Das kurzwellige sichtbare Licht ist hier gelb dargestellt, die langwellige IR-Strahlung orange.

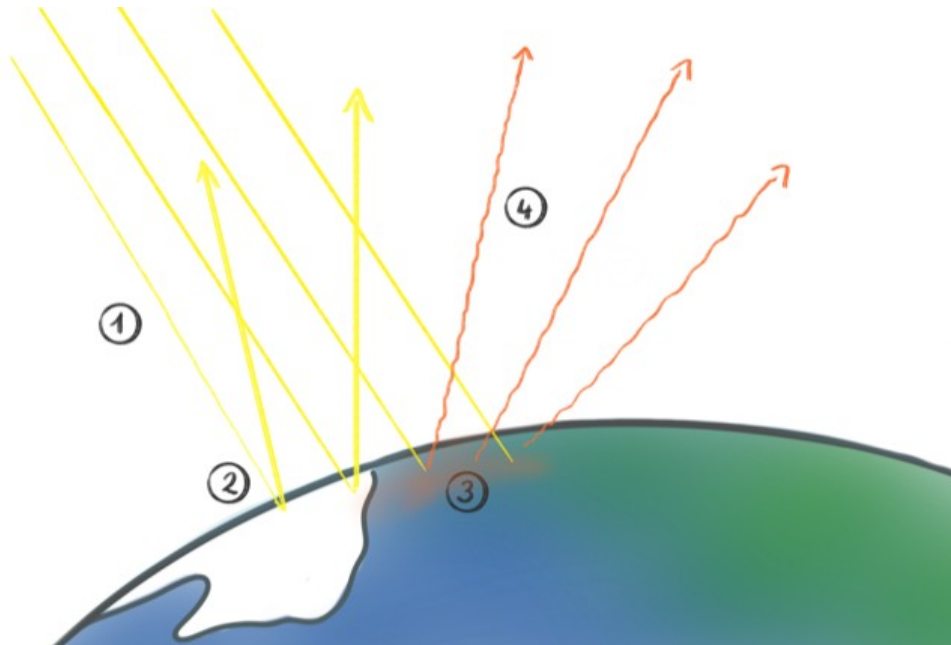


Abbildung 4: Erde und Strahlung ohne Atmosphäre [4].



Beschreibe, was mit dem sichtbaren Licht passiert, wenn es auf die Erdoberfläche trifft. Unterscheide zwischen hellen Oberflächen (Eis) und dunklen Oberflächen (Wasser, Land). Notiere deine Antwort und besprich sie mit deiner/deinem Sitznachbar:in.



Die Erde nimmt also Teile des einfallenden sichtbaren Lichts auf. Man sagt auch, sie absorbiert das sichtbare Licht. Dadurch erwärmt sie sich. Weil sich die Erde aber nicht immer weiter erwärmt, gibt sie ständig Energie ab – und zwar in Form von IR-Strahlung.

3. Treibhauseffekt auf der Erde

Bisher fehlt in der Abbildung 4 aber noch die Atmosphäre. In Abbildung 5 ist auch die Atmosphäre dargestellt. Eigentlich ist die Atmosphäre viel weniger hoch, hier ist sie vergrößert dargestellt.

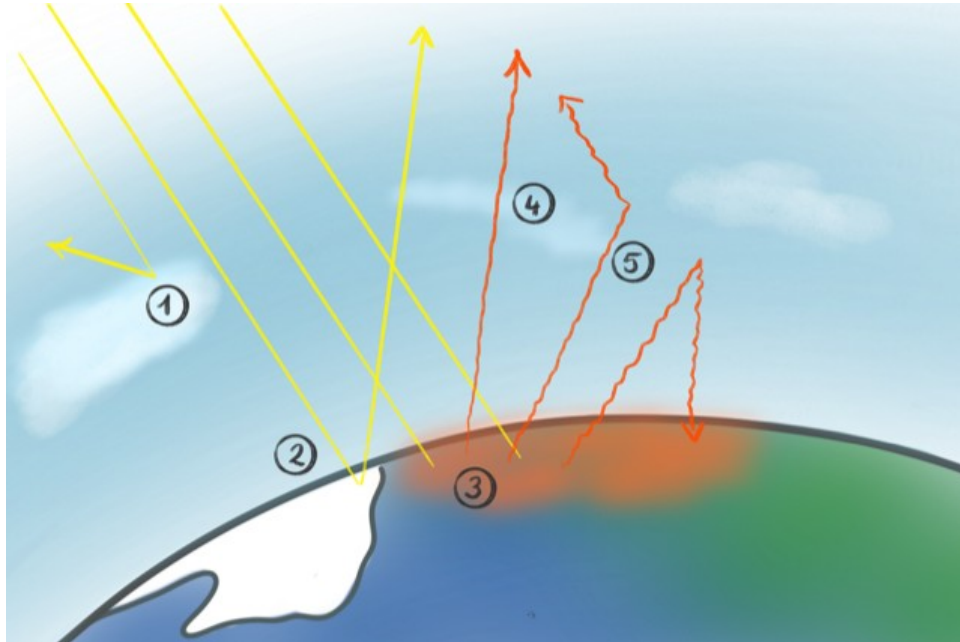


Abbildung 5: Der Treibhauseffekt auf der Erde [5].



Beschreibe mithilfe von Abbildung 5, was mit dem reflektierten sichtbaren Licht passiert, wenn Atmosphäre da ist. Notiere deine Antwort und besprich sie mit deiner/deinem Sitznachbar:in.



Beschreibe mithilfe von Abbildung 5, was mit der IR-Strahlung, die andauernd von der erwärmten Erde ausgesendet wird, weiter passiert, wenn Atmosphäre da ist. Notiere deine Antwort und besprich sie mit deiner/deinem Sitznachbar:in.

(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*)

(Plenum (Lehrperson steuert). Klärung der richtigen Antwort.)



Du weißt jetzt, Energie von der Sonne in Form von sichtbarem Licht gelangt durch die Atmosphäre und den Erdboden. Von der Erdoberfläche ausgesendete Energie in Form von wird von den Treibhausgasen in unserer Atmosphäre aufgenommen. Die Treibhausgase senden wiederum Energie in Form von IR-Strahlung aus, unter anderem in Richtung der Erdoberfläche. Dadurch erwärmt sich die Erde zusätzlich. Das ist der Treibhauseffekt auf der Erde.

(*Think-Pair-Share oder gleich im Plenum*)



Zusatzinformation: Wenn die Erde und ihre Atmosphäre in Summe gleich viel Energie aufnehmen, wie sie abgeben, spricht man von einem Energiegleichgewicht.

Abbildungsverzeichnis

- [1] Abbildung 1 <https://www.daserste.de/information/nachrichten-wetter/wetter/videos/wie-funktioniert-der-treibhauseffekt-100.html> [Zugriff: 24.4.2023]
- [2] Abbildung 2 abgeändert nach <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature> [Zugriff: 16.9.2024]
- [3] Abbildung 3 <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/> [Zugriff: 16.9.2024]
- [4] Abbildung 4 Heinicke, Susanne; Wackermann, Rainer (2021). Modelle des Treibhauseffekts. Kritische Betrachtung von Visualisierungen und Modellexperimenten zum Treibhauseffekt. In: Naturwissenschaft im Unterricht Physik (183). S. 28-32
- [5] Abbildung 5 Heinicke, Susanne; Wackermann, Rainer (2021). Modelle des Treibhauseffekts. Kritische Betrachtung von Visualisierungen und Modellexperimenten zum Treibhauseffekt. In: Naturwissenschaft im Unterricht Physik (183). S. 28-32

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