

## Klimasystem 1 – Die Wolken

Zeitbedarf: 20 Minuten

### Informationen für die Lehrperson:

**Kompetenzformulierung:** Die Lernenden beurteilen auf Grundlage eines einfachen Treibhauseffektmodells den Beitrag von Wolken zur Erderwärmung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Effekte.

Einfaches Treibhauseffektmodell: (A) Helle Oberflächen reflektieren Sonnenstrahlung zurück ins Weltall. Dadurch nimmt dieser Teil der Sonnenstrahlung nicht am Treibhauseffekt teil. (B) Wasserdampf ist ein Treibhausgas. Durch Absorption und Reemission von IR-Strahlung trägt er zum Treibhauseffekt in der Erdatmosphäre bei.



*Beurteilen* = zu Sachverhalten ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen

### Fachliche Key Idea:

Wolken nehmen durch unterschiedliche physikalische Phänomene Einfluss auf den Treibhauseffekt. Einerseits reflektieren sie einfallende Sonnenstrahlung zurück ins Weltall und haben dadurch einen kühlenden Effekt. Andererseits bestehen sie zu einem großen Teil aus Wasserdampf, einem Treibhausgas, und tragen daher zum Treibhauseffekt bei. Welcher der beiden Effekte überwiegt, ist nicht so einfach zu entscheiden. Die Wolkenrückkopplung ist unter anderem deshalb seit Jahrzehnten und immer noch Gegenstand naturwissenschaftlicher Forschung.

### Adressierte Schülervorstellung:

Nach der Studie von Schubatzky et al. (2024) meint der größte Teil der Schüler:innen, dass Wolken klar zur Erderwärmung beitragen. Weniger Schüler:innen meinen, dass Wolken keinen Einfluss auf die Erderwärmung haben bzw. dass Wolken die Erderwärmung dämpfen.

### 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.

Im folgenden Interviewausschnitt erklärt Professor Siebesma, ein Atmosphärenphysiker aus den Niederlanden, dass es drei Arten gibt, wie Wolken die Temperatur der Erde beeinflussen können – und dass hohe und kalte Wolken, wie z.B. Kondensstreifen von Flugzeugen, eine wärmende Wirkung haben:

#### ***“What role do clouds play in the climate?”***

*The primary reason we are interested in clouds from a climate point of view is because they interact with sunlight. At its simplest, the more clouds you have, the more sunlight they reflect and that dampens global warming. But clouds also interact with the infrared radiation that is emitted by the Earth in different ways too, which has a warming effect. They absorb infrared radiation and then re-emit a portion of it back into space and back towards the (Earth's) surface. This varies depending on the height of the cloud and the type of cloud. [L1]”*

**Hintergrund für die Lehrperson und Anknüpfungspunkt für eine mögliche Weiterarbeit:** <https://www.cambridge.org/core/books/clouds-and-climate/7B47159F7B050B71625111E40795D182#fndtn-information>

Zum Verständnis des Treibhauseffekts gibt es *Tutorial 4*. Mit der solaren Einstrahlung beschäftigt sich *Tutorial 3*.

---

**Ab jetzt für die Schüler:innen:**

## Klimasystem 1 – Wolken

Mit diesem Tutorial lernst du, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Effekte den Beitrag von Wolken zur Erderwärmung zu beurteilen.



*Beurteilen* = zu Sachverhalten ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen

### Anchor:

Das Online-Magazin *Welt der Physik* der Deutschen Physikalischen Gesellschaft veröffentlichte am 12.5.2010 folgenden Artikel [1]:

#### **Schattenspender und Wärmedecke – die Rolle der Wolken im Klimasystem**

von Johannes Quaas, 12.5.2010

[S]penden [Wolken] mehr kühlenden Schatten – oder verstärken sie vielleicht die Erwärmung? Solche Fragen stellen sich Wissenschaftler[:innen], die sich mit einer der wichtigsten Unbekannten in der Klimaforschung auseinandersetzen: der Wolkenrückkopplung. [...]



Abbildung 1: Wolken am Himmel [3].

## 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? Wie wirken sich Wolken auf die Erderwärmung aus? Notiere deine Antwort, begründe sie und besprich sie mit deiner/deinem Sitznachbar:in.

## 1. Wolken als Schattenspender

Wie beeinflussen Wolken die auf der Erde ankommende sichtbare Sonnenstrahlung? Abbildung 2 zeigt, was mit der einfallenden sichtbaren Sonnenstrahlung an Wolken passiert.

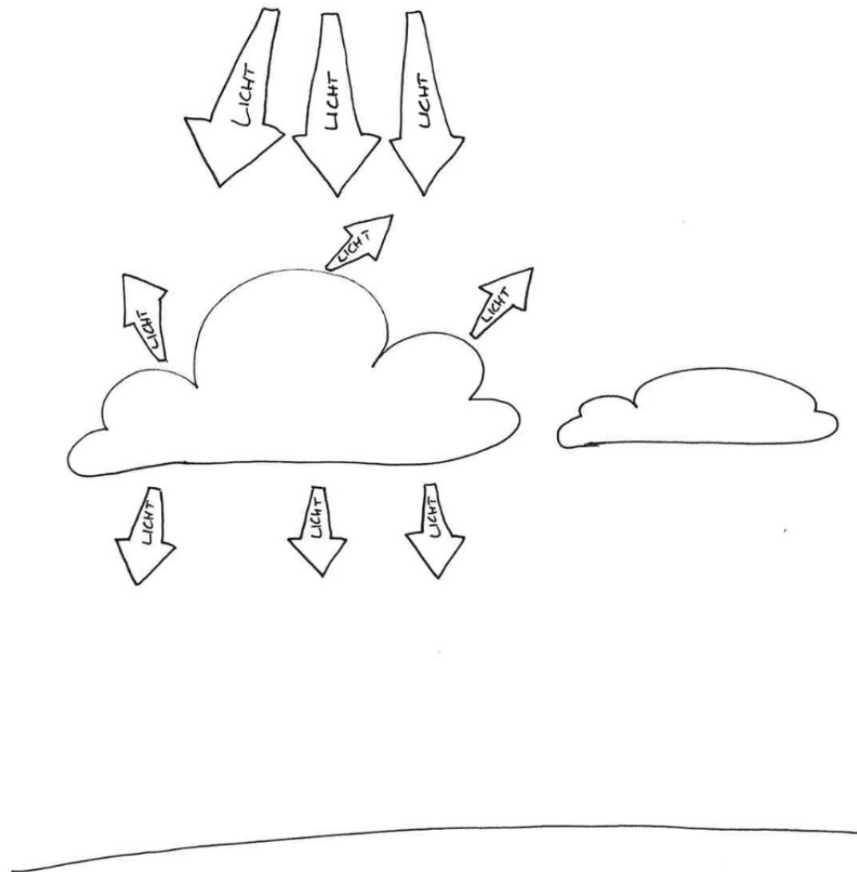


Abbildung 2: Sichtbare Sonnenstrahlung (Licht) trifft auf Wolken.

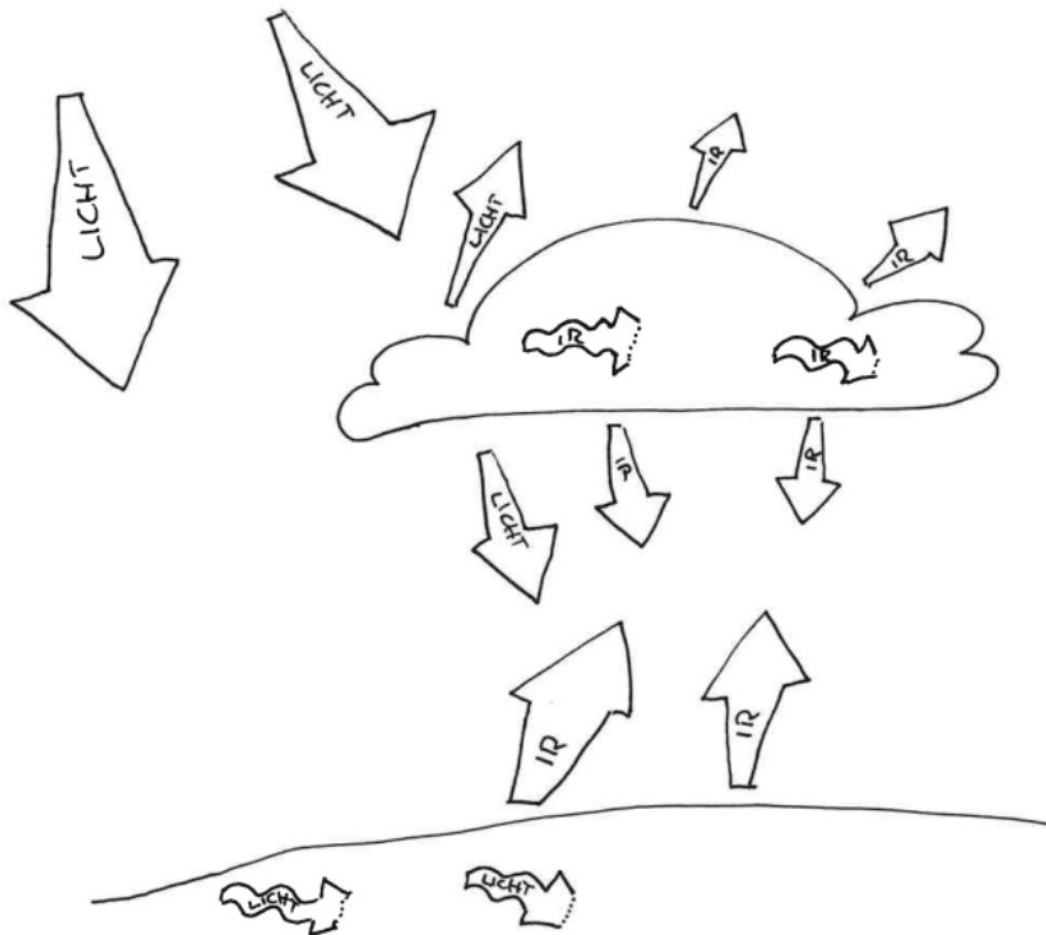


Beschreibe mithilfe von Abbildung 2, was mit dem sichtbaren Licht der Sonne passiert, wenn es in der Atmosphäre auf Wolken trifft. Vergleiche die Wolke mit einem Sonnenschirm. Notiere deine Antwort und besprich sie mit deiner/deinem Sitznachbar:in.

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

## 2. Wasserdampf, ein Treibhausgas

Wolken bestehen aus Wasser (Wassertropfen und auch sehr viel Wasserdampf). Wasserdampf ist ein Treibhausgas und Treibhausgase absorbieren IR-Strahlung. Wie beeinflussen daher Wolken die von der Erde ausgesandte IR-Strahlung?



Beschreibe mithilfe von Abbildung 3, was mit der IR-Strahlung der Erde passiert, wenn sie in der Atmosphäre auf Wolken trifft. Notiere deine Antwort und besprich sie mit deiner/deinem Sitznachbar:in.

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

### 3. Das große Ganze

#### a. 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*)

#### b. Zitat Prof. Dr. Pier Siebesma, Atmosphärenphysiker aus den Niederlanden



“The primary reason we are interested in clouds from a climate point of view is because they interact with sunlight. At its simplest, the more clouds you have, the more sunlight they reflect and that dampens global warming. But clouds also interact with the infrared radiation that is emitted by the Earth in different ways too, which has a warming effect. They absorb infrared radiation and then re-emit a portion of it back into space and back towards the (Earth's) surface. This varies depending on the height of the cloud and the type of cloud.”



Übersetzung: „Der Hauptgrund, warum wir uns aus klimatischer Sicht für Wolken interessieren, ist ihre Wechselwirkung mit Sonnenlicht. Vereinfacht ausgedrückt: Je mehr Wolken es gibt, desto mehr Sonnenlicht reflektieren sie, und das dämpft die globale Erwärmung. Wolken interagieren aber auch auf unterschiedliche Weise mit der von der Erde abgegebenen IR-Strahlung, was einen Erwärmungseffekt hat. Sie absorbieren IR-Strahlung und strahlen dann einen Teil davon wieder in den Weltraum und zurück zur Erdoberfläche. Dies variiert je nach Höhe und Art der Wolke.“ [2]



**Unterstreiche** im Text zwei wichtige Auswirkungen von Wolken auf das Klima.



Jetzt weißt du, dass Wolken gegenläufige Effekte auf das Klima haben. In der Klimawissenschaft werden Wolken oft als „Climate Science's Greatest Challenge“ betrachtet. Nimm Stellung zu dieser Einschätzung.

## Literaturverzeichnis

- [L1] Gray, Richard (2020). Q&A: Why clouds are still 'one of the biggest uncertainties' in climate change. Horizon. The EU Research & Innovation Magazine <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/qa-why-clouds-are-still-one-biggest-uncertainties-climate-change> [Zugriff: 03.10.2023]
- [1] <https://www.weltderphysik.de/gebiet/erde/atmosphaere/klimaforschung/wolken/> [Zugriff: 7.8.2023]
- [2] Pier Siebesma, Holland aus Gray, Richard (2020). Q&A: Why clouds are still 'one of the biggest uncertainties' in climate change. Horizon. The EU Research & Innovation Magazine <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/qa-why-clouds-are-still-one-biggest-uncertainties-climate-change> [Zugriff: 03.10.2023]
- Flagge Deutschland Gerd Eichmann, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flagge\\_Deutschland.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flagge_Deutschland.jpg)
- Flagge Großbritannien Gerd Eichmann, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flagge\\_Grossbritannien.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flagge_Grossbritannien.jpg)

## Abbildungsverzeichnis

- [3] Abbildung 1 [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wolken\\_%C3%BCber\\_Boksee.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wolken_%C3%BCber_Boksee.jpg) [Zugriff: 24.5.2023]
- Abbildung 2 Selbst erstellt
- Abbildung 3 Selbst erstellt

*Tutorials in Climate Change* © 2024 by The Engaging Collaboration are licensed under [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)