

## Überblick – Doppelstunde 4

Im ersten Teil der Doppelstunde wird im Rahmen eines einfachen Modells aus Energiebilanzen das Strahlungsgleichgewicht thematisiert, wobei der Zusammenhang zum Prinzip der Energieerhaltung diskutiert wird. Schließlich wird die Verschiebung des Strahlungsgleichgewichts als Folge des menschengemachten Treibhauseffekts besprochen und anhand der Energiebilanzen veranschaulicht.

Im zweiten Teil werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Menschen (Klimafakt 6), die Pflanzen (Klimafakt 7) und das Extremwetter (Klimafakt 8) anhand zweier Videoausschnitte untersucht und im Klimafakten-Heft gesichert.

### Verständnisschwierigkeiten und Schüler:innen-Vorstellungen

Die Darstellung des Treibhauseffekts im Energiebilanzen-Modell ist vereinfacht und vernachlässigt z.B. die Streuung von Strahlung an Wolken. Ebenfalls kann es zu Verständnisschwierigkeiten bei der Absorption der Wärmestrahlung durch die Atmosphäre kommen. Diese wird so dargestellt, dass ein großer Pfeil vom Boden in Richtung Atmosphäre zeigt, darüber ein kleinerer Pfeil

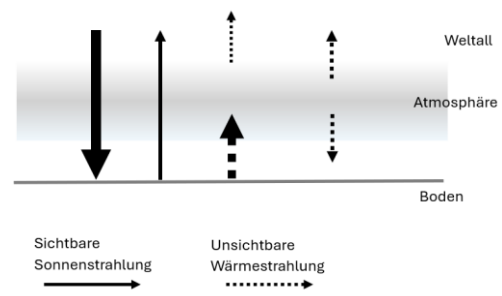


Abb. 1: Energiebilanzen-Modell

von der Atmosphäre ins Weltall. Durch die zweidimensionale Darstellung kann ebenfalls die Emission von Wärmestrahlung von der Atmosphäre in alle Richtungen schwieriger nachzuvollziehen sein (siehe Abb. 1).

Bei der Betrachtung der Energiebilanzen kann es zu einer Verwechslung oder Gleichsetzung von Energieform und Energieträger kommen. Schüler:innen setzen dann die Strahlungsenergie mit der Sonnenstrahlung gleich, anstatt die Sonnenstrahlung als Träger der Strahlungsenergie zu beschreiben. Das Strahlungsgleichgewicht als Konsequenz der Energieerhaltung kann ebenfalls eine Herausforderung für Lernende darstellen. Eine für das Verständnis hinderliche Schüler:innen-Vorstellung in diesem Zusammenhang ist die Verbrauchsvorstellung: Die Strahlungsenergie wird von der Erde absorbiert und ist dann verbraucht bzw. verloren. Die Erde sendet „neue“ Wärme aus. Der qualitative und quantitative Zusammenhang zwischen der absorbierten und emittierten Energie bleibt unverstanden.

Hinsichtlich des menschengemachten Treibhauseffekts kann es zu Verständnisschwierigkeiten beim Übergang zu einem dynamischen Strahlungsgleichgewicht kommen. Denn im Modell der Energiebilanzen verändern sich nicht nur die Pfeile für die Wärmestrahlung vom Erdboden in Richtung Atmosphäre und von der Atmosphäre in Richtung Erdboden, sondern alle vier Pfeile, welche die Wärmestrahlung repräsentieren (siehe Abb. 1). Gelingt den Lernenden der Übergang zu einer dynamischen Vorstellung nicht, beschreiben sie den menschengemachten Treibhauseffekt entweder durch weniger Abstrahlung von der Erde oder mehr Einstrahlung durch Sonnenlicht oder Wärmestrahlung.

## **Empfehlungen und mögliche Fallstricke**

Bei der Erarbeitung der Energiebilanzen als einfaches Modell für den Treibhauseffekt und als Veranschaulichung des Strahlungsgleichgewichts kann es zu Schwierigkeiten bei der Unterscheidung der Energieformen und der Energieträger kommen. Daher werden vor der Bearbeitung des AB6 gemeinsam den Unterschied zwischen der sichtbaren Sonnenstrahlung als Energieträger der Strahlungsenergie und der unsichtbaren Wärmestrahlung als Energieträger der Wärme zu betonen.

Zur Erarbeitung der Auswirkungen des Klimawandels werden zwei Videoausschnitte angesehen. Das Video „Risiken des Klimawandels für Deutschland“ des Umweltbundesamts wird dabei ganz, von dem Video „7 Fakten zum menschengemachten Klimawandel“ von Terra X wird nur der 6. Fakt gezeigt (Minute 12:59 – 15:39). Je nach Internetzugang und Ausstattung mit Kopfhörern, ist zu empfehlen, die Videos im Plenum zu schauen. Dies verhindert auch eine Divergenz in der Bearbeitungsgeschwindigkeit innerhalb der Klasse. Allerdings ist ein individuelles Lerntempo dann schwieriger umsetzbar.

## **Stundenverlauf: Mögliche Änderungen und Abbruch-Punkte**

Für die Erarbeitung und Diskussion des dynamischen Strahlungsgleichgewichts (die Phasen 1-3) sind etwa 50 bis 60 Minuten vorgesehen. Für die Erarbeitung der Auswirkungen des Klimawandels und der globalen Erwärmung (die Phasen 4-6) sind ca. 30 bis 40 Minuten eingeplant.

Falls die Zeit nicht reicht, um alle Phasen durchzuführen, könnte die Phase 5. *Sicherung und Diskussion* an den Beginn der fünften Doppelstunde verlegt werden.

Falls am Ende der Unterrichtsstunde noch Zeit bleibt, könnte im Klimafakten-Heft die letzte Seite zu „Es gibt Hoffnung - There's hope!“ gelesen und besprochen werden sowie konkrete Handlungsempfehlungen für Schüler:innen recherchiert und diskutiert werden.

## Verlaufsplan

Aktivitäten			Kommentar	
Phase und Form	Lehrkraft (L)	Schüler:innen (S:S)	Didaktik	Methodik und Materialien
1. Einstieg (L-Vortrag)  <b>Folie 1-2</b>	L stellt Stundenziele vor: - Das Strahlungsgleichgewicht erklären können - Auswirkungen des Klimawandels nennen L stellt Wiederholungsaufgabe vor	S:S verstehen den Ablauf der Stunde. S:S wiederholen die Unterschiede zwischen der Sonnenstrahlung und der Wärmestrahlung.	Transparenz des Unterrichts schaffen Vorwissen aktivieren	
2. Selbstständige Erarbeitung (Einzelarbeit/ Partnerarbeit)  <b>Folie 3</b>	L stellt Energiebilanzen als einfaches Modell für den Treibhauseffekt vor. L unterstützt bei Problemen.	S:S bearbeiten das AB6.	Die Aufgaben sind hinsichtlich ihres Schwierigkeitsgrads gestaffelt, um ein schnelles Kompetenzerleben zu ermöglichen und zu motivieren. Zur qualitativen Differenzierung dienen Hilfe-Kärtchen.	Abbildung Strahlungsgleichgewicht AB6 Hilfe-Kärtchen
3. Sicherung und Diskussion (Unterrichtsgespräch)  <b>Folie 3</b>	L moderiert Vorstellung und Diskussion. L ergänzt ggf. die Lösungen und beantwortet Rückfragen.	S:S stellen ihre Lösungen im Plenum vor.	Die Diskussion des Strahlungsgleichgewichts und die Verschiebung des Strahlungsgleichgewichts wird anhand der zugehörigen Abbildung visualisiert.	Abbildung Strahlungsgleichgewicht

4. Selbstständige Erarbeitung (Gruppenarbeit)  <b>Folie 4</b>	L unterstützt bei Problemen.	S:S schauen 2 Videos zu den Auswirkungen des Klimawandels.  S:S notieren Hintergrundinformationen zu den Klimafakten 6,7 und 8.	Die Videos können im individuellen Tempo geschaut werden.  Die Videos können auch gemeinsam im Plenum angesehen werden (ggf. zweimal).	Video UBA <sup>1</sup> Video Terra X <sup>2</sup>  Klimafakten-Heft
5. Sicherung und Diskussion (Unterrichtsgespräch)  <b>Folie 4</b>	L moderiert Vorstellung und Diskussion.  L ergänzt ggf. die Lösungen und beantwortet Rückfragen.	S:S stellen die Hintergrundinformationen zu den Auswirkungen des Klimawandels und der globalen Erwärmung (Klimafakten 6,7 und 8) vor.		Klimafakten-Heft
6. Ausblick (L-Vortrag)  <b>Folie 5</b>	L stellt das Thema der nächsten Stunde vor: - Die Techniken der Wissenschafts-Leugnung nennen können - Klima-Mythen widerlegen können	S:S vollziehen das Thema der nächsten Stunde nach.	Transparenz des Unterrichts schaffen  Metaperspektive auf Unterrichtseinheit darstellen	

<sup>1</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=UZCioYoqINI>

<sup>2</sup> <https://youtu.be/7jCMcqA41Kk?t=779>