

# Treibhauseffekt in der Physik – von der Lebensgrundlage zur Bedrohung

Johannes Fleisch



© by-studio/iStock Getty Images Plus

Der Treibhauseffekt ist Grundlage unseres Lebens, stellt allerdings in Form der globalen Erwärmung auch eine Gefahr dar, die seit Jahren Bestandteil der politischen und öffentlichen Debatte ist. In diesem Unterrichtsmaterial sollen die Schülerinnen und Schüler zwischen natürlichem und anthropogenem Treibhauseffekt differenzieren und die grundlegende Physik dahinter verstehen. In zahlreichen Aufgabenstellungen werden praxisnahe Rechenbeispiele herangezogen, um den Lernenden ein umfangreiches Verständnis für dieses essenzielle Thema zu ermöglichen.

# Treibhauseffekt in der Physik – von der Lebensgrundlage zur Bedrohung

## Mittelstufe, Oberstufe

Johannes Fleisch

<b>Hinweise</b>	<b>1</b>
<b>M1 Grundlegendes zum Treibhauseffekt</b>	<b>3</b>
<b>M2 Strahlungsgleichgewichtstemperatur</b>	<b>12</b>
<b>M3 Idealisieretes Treibhausmodell</b>	<b>14</b>
<b>M4 Szenario: Verdopplung der CO<sub>2</sub>-Konzentration</b>	<b>16</b>
<b>Lösungen</b>	<b>17</b>

### Die Schülerinnen und Schüler lernen:

den allgemeinen Unterschied zwischen dem natürlichen und dem vom Menschen verursachten Treibhauseffekt kennen und stellen fest, welche Bedeutung die beiden Effekte jeweils für das Klima haben. Zudem untersuchen die Schülerinnen und Schüler die wesentlichen Treibhausgase und die physikalische Ursache für den Treibhauseffekt. Mittels sachbezogener Aufgabenstellungen und Rechenbeispielen wird ein Bezug zu den wesentlichen Merkmalen des Treibhauseffekts hergestellt.

## Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt

Thema	Material	Methode
Treibhauseffekt (Grundlagen und Theorie)	M1	AB
Strahlungsgleichgewichtstemperatur	M2	AB
Idealisiertes Treibhausmodell	M3	AB
Szenario: Verdopplung der CO <sub>2</sub> -Konzentration	M4	AB

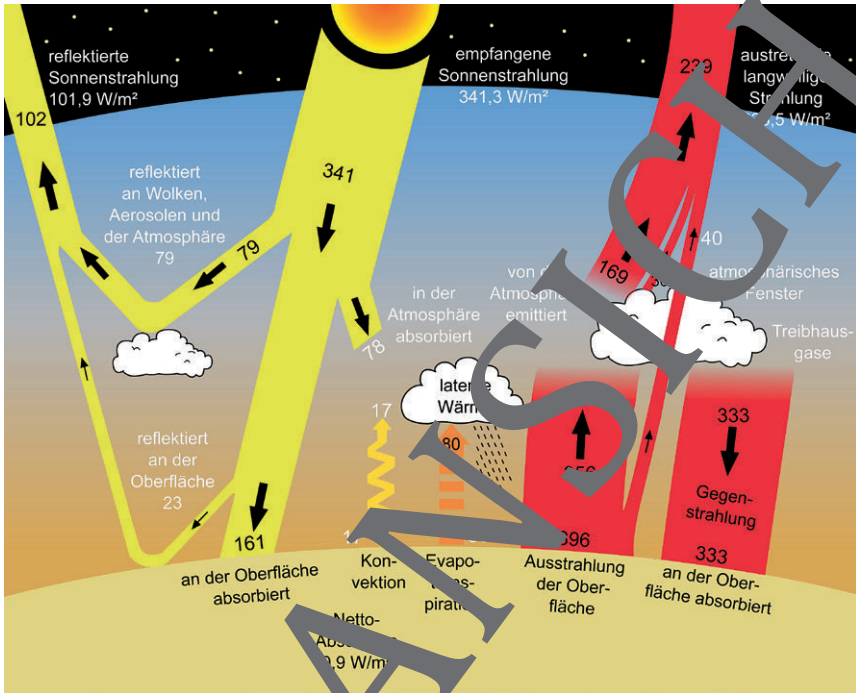
## Kompetenzprofil:

**Inhalt:** natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt, Treibhausgase, idealisiertes Treibhausmodell, Rückkopplungen, Strahlungsbilanz der Erde, Strahlungsgleichgewichtstemperatur, mittlere Oberflächentemperatur, globale Erwärmung

**Medien:** Taschenrechner

**Kompetenzen:** Erklären von Phänomenen unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien (S1), Anwenden bekannter mathematischer Verfahren auf physikalische Sachverhalte (S7), physikalisches Modellieren von Phänomenen, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander bezogen werden (E4), Beurteilen der Eignung von physikalischen Modellen und Theorien für die Lösung von Problemen (E8), zielgerichtetes Recherchieren zu physikalischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien und Auswählen passender Quellen (K1), Entnehmen relevanter Informationen unter Berücksichtigung eigenen Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten sowie Wiedergeben in passender Struktur und angemessener Fachsprache (K3), Reflektieren kurz- und langfristiger, lokaler und globaler Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen (B7)

Wie die einzelnen Strahlungsflüsse mit der Erde und Atmosphäre interagieren, wird in der Strahlungsbilanz festgehalten.



Grafik: © NASA/Wikimedia Commons

Die abgebildete Skizze illustriert ein idealisiertes Bild des physikalischen Mechanismus mit Angabe der jeweiligen Strahlungsflüsse in Watt pro Quadratmeter. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass im Durchschnitt  $341,3 W/m^2$  den Oberrand der Atmosphäre erreichen. Aufgrund der Rotation und Kugelgestalt der Erde entspricht dieser Wert etwa einem Viertel der Solarkonstanten, welche die gesamte solare Strahlung bei voller Intensität angibt und nach dem neuesten wissenschaftlichen Stand auf  $1366 W/m^2$  konstatiert wird. Wie bereits angedeutet, sind diese Strahlungsflüsse Teil des komplexen Erdsystems. Die einfachere Betrachtung des Systems ohne Atmosphäre führt zur Strahlungsgleichgewichtstemperatur.

- c) Man kann annehmen, dass die Erde nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz die abkommende Wärme wieder abstrahlt. Die ausgehende terrestrische Strahlung berechnet sich dann folgendermaßen:

$$F_{\text{aus}} = \sigma \cdot T_S^4$$

$\sigma$  beschreibt dabei die Boltzmann-Konstante ( $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$ ) und  $T_S$  die Strahlungsgleichgewichtstemperatur.

Der Strahlungsfluss ( $S_F$ ) berechnet sich durch  $S_F = F \cdot A$ . Stellen Sie nun eine Bilanz der Strahlungsflüsse auf und berechnen Sie hieraus die Strahlungsgleichgewichtstemperatur der Erde.

**Hinweis:** Geben Sie das Ergebnis in Kelvin (K) an und rechnen Sie anschließend in Grad Celsius um. Nutzen Sie dabei folgende Umrechnung:  $0^\circ\text{C} = 273,15\text{ K}$ .

- d) Interpretieren Sie das Ergebnis physikalisch.
2. Gehen Sie von den zwei möglichen Extremfällen der Albedo aus:  $a = 0$  und  $a = 1$ .
- Berechnen Sie die Strahlungsgleichgewichtstemperatur für diese Szenarien.
  - Erläutern Sie, ob diese Extremfälle realistisch sind.
3. Berechnen Sie die Strahlungsgleichgewichtstemperaturen für drei Oberflächen Ihrer Wahl.

Oberfläche	Albedo in %
Neuschnee	85
Altschnee	55
Eislandschnee	35
Waldland	20
Tropischer Regenwald	15
Wasser bei hochstehender Sonne	10
Wasser bei tiefstehender Sonne	65

# Sie wollen mehr für Ihr Fach?

## Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



**Über 5.000 Unterrichtseinheiten**  
sofort zum Download verfügbar



**Webinare und Videos**  
für Ihre fachliche und  
persönliche Weiterbildung



**Attraktive Vergünstigungen**  
für Referendar:innen mit  
bis zu 15% Rabatt



**Käuferschutz**  
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:  
**www.raabe.de**