



Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte



Analoges und digitales
Lernmodul



Sek. I und II aller Schulformen



Mittelstufe, Oberstufe



Biologie, Erdkunde, Deutsch



Längere Sequenz (4-6 Schulstunden)



Klassenraum



enthält Schüler*innen-Versuche



vierfach differenziert



Treibhauseffekt, Treibhausgase, Absorption
und Emission von Wärmestrahlung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Universität
zu Köln



Waldklimafonds

Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte

Inhalt

Der Treibhauseffekt

Der **anthropogene Treibhauseffekt** ist die größte Herausforderung für die Menschheit. Werden in den nächsten Jahrzehnten sogenannte Kipppunkte erreicht, wird sich das Klima irreversibel auf der Erde verändern. Der **anthropogene Treibhauseffekt** beruht wesentlich auf der Freisetzung des **Spurengases** Kohlenstoffdioxid (CO₂) aus fossilen Energieträgern. Weitere Treibhausgase sind Wasserdampf, Methan, Schwefeldioxid und Lachgas.

Der **natürliche Treibhauseffekt** beruht auf der Fähigkeit dieser Spurengase einen Teil der von der Erde emittierten langwelligen Wärmestrahlung (Infrarotbereich; Wellenlängenbereich 13 µm bis 17 µm), die sonst in den Weltraum abgegeben würde, zu absorbieren. Die so aufgenommene Strahlungsenergie wird in Teilen zusätzlich zur einfallenden Lichtenergie der Sonne zur Erdoberfläche zurückgeworfen und erwärmt Erde und Atmosphäre. Ohne diese Gase in der Erdatmosphäre läge die Durchschnittstemperatur auf unserem Planeten nicht bei 15°C, sondern bei -18°C. Dieser Umstand wird als **natürlicher Treibhauseffekt** bezeichnet.

Anmerkungen

Zum **Einstieg** in das Thema bietet das Lernmodul einen kurzen Einleitungsfilm „CO₂ und der Treibhauseffekt“ über Gase und ihre Eigenschaft Wärmestrahlung aufzunehmen und abzugeben. In einer **ersten Erarbeitungsphase** wird im Rahmen eines Schüler*innen-Versuchs die Strahlungseigenschaften von Materie vermittelt. Anhand eines Puzzles lernen die Schüler*innen in einer **zweiten Erarbeitungsphase** Namen und Eigenschaften anderer Treibhausgase. Anschließend erarbeiten die Schüler*innen in einer **dritten Phase** die Mechanismen des Treibhauseffekts kleinschrittig mit Hilfe von digitalen Schaubildsequenzen und Begleittexten. Nach einer zusammenfassenden **Sicherung** bietet das Lernmodul zwei Varianten des **Transfers**.

Das Lernmodul Treibhauseffekt dauert voraussichtlich 4 bis 6 Schulstunden (120-270 Minuten).



Differenzierung

- » Das Lernmodul bietet eine vierfache Differenzierung. Grundsätzliche Informationen zur Differenzierung sowie konkrete Informationen zur Differenzierung des Lernmoduls und zu den einzelnen Dateien finden Sie ab S. 11.



Materialien

- » Schere
- » abwaschbare Eddings
- » Wischtücher
- » Tesafilm
- » Klebstift
- » Infrarot-Wärme-Messgerät
- » Styropor, Holz, Metall
- » Falls vorhanden: Halogenlampe/-strahler oder Infrarotleuchte oder starke Sonneneinstrahlung
- » Stativ
- » laminierte Hintergrundlandschaft



Medien

- » Erklärfilme, Apps: Wir empfehlen Tablets für die Durchführung der digitalen Anteile
- » Puzzle
- » Sicherung "Erklärfilm erstellen": Hierzu benötigen die Schüler*innen Handys
- » Stop-Motion-App, z.B. Stop Motion Studio



Schüler*innen-Versuche

- » Absorption und Emission von Wärmestrahlung von Materie

Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte

Lernziele

Hauptziel

Die Schüler*innen erweitern ihr Wissen über die Mechanismen des Treibhauseffektes und erkennen den Unterschied zwischen anthropogenem und natürlichem Treibhauseffekt, indem sie Schüler*innen-Versuche durchführen und interaktive Aufgaben lösen.

Indikatoren

Die Schüler*innen ...

- » **messen** die unterschiedlichen Strahlungsabsorptions- und Emissionseigenschaften von Materie am Beispiel verschiedener Feststoffe.

- » **untersuchen** in einem Schüler*innen-Versuch, dass auch Gase Lichtstrahlung unterschiedlich absorbieren und Wärmestrahlung emittieren und vergleichen dazu reine Luft mit CO₂ angereicherter Luft (CO₂ angereicherte Luft ist wärmer).
- » **erschließen** den Mechanismus des natürlichen und anthropogenen Treibhauseffekts mittels Schaubildsequenzen mit Begleittexten und ordnen textliche Aussagen zum Treibhauseffekt Schaubildern zu.
- » **gestalten** einen Film und/oder moderieren einen vorgegebenen Film zum Treibhauseffekt.

Kompetenzbereiche

Umgang mit Fachwissen

Die Schüler*innen...

- » **führen** Schüler*innen-Versuche zur Absorption und Emission von Wärmestrahlung durch
- » **analysieren** die Messergebnisse
- » **benennen** CO₂ als relevantes Treibhausgas und kennen den Mechanismus der Erderwärmung
- » **erschließen** den Mechanismus des natürlichen und anthropogenen Treibhauseffekts mittels Schaubildsequenzen mit Begleittexten
- » **ordnen** Texte Schaubildern zu
- » **benennen** den Strahlungsgang des Treibhauseffekts
- » **erklären** (moderieren) einen Film zum Treibhauseffekt
- » **gestalten** einen eigenen Film zum Treibhauseffekt

Erkenntnisgewinnung

Die Schüler*innen...

- » **erklären** anhand des Schüler*innen-Versuchs, dass Materie Wärmestrahlung absorbiert und emittiert.
- » **führen** die Schüler*innen-Versuche zu den o.g. Themen selbstständig und sachgerecht in ihrer Gruppe durch.
- » **protokollieren** und **analysieren** die gewonnenen Messergebnisse selbstständig und sachgerecht.
- » **ordnen** anhand digitaler Lerninhalte (Apps) Texte Schaubildern zu.

Kommunikation

- » Zusammenhänge **erklären** bzw. **moderieren**

Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte

Sachanalyse

Die Energie der auf die Erde eintreffenden Strahlung steht im Gleichgewicht zu der wieder ans Weltall abgegebenen Strahlung. Die kurzwellige Sonneneinstrahlung wird zu einem Drittel reflektiert; der Rest wird aufgenommen, in Wärme umgewandelt und von der Erde wieder abgegeben. Die Erde gleicht damit die eingehende kurzwellige Strahlung mittels abgehender langwelliger Wärmestrahlung aus (Akademie der Wissenschaften Leopoldina, 2021). Für das reine Strahlungsgleichgewicht wurde die Strahlungsgleichgewichtstemperatur von -18°C für die Erde ermittelt (Riedel, 1994; Baur, 2021).

Aufgrund des Vorhandenseins der Atmosphäre liegt die tatsächliche Mitteltemperatur der Erde aber bei $+15^{\circ}\text{C}$ (Baur, 2021). Innerhalb der Atmosphäre wird die solare Strahlung zunächst durch die Rückstreuung an Wolken und Aerosolen sowie durch die Absorption durch Spurengase vermindert. Treibhausgase vermindern zusätzlich die Abstrahlung der Wärmeenergie, indem sie die langwellige Strahlung absorbieren und in alle Richtungen re-emittieren (Brönnimann, 2018). So wird ein Teil der Strahlung wieder Richtung Erdoberfläche emittiert, die sich als Folge erwärmt. Dieser natürliche Treibhauseffekt ist unabdingbar für das Leben auf der Erde.

Im Jahr 1860 wurden durch den Physiker John Tyndall Wasserdampf und CO_2 als dafür verantwortliche Spurengase identifiziert (Rahmstorf & Schellnhuber, 2018). Bei diesen klimawirksamen Gasen handelt es sich um die so genannten Treibhausgase. Dabei beruht die Wirkung der Treibhausgase auf ihrer Eigenschaft Infrarotstrahlung (Wellenlängenbereich $13\text{ }\mu\text{m}$ bis $17\text{ }\mu\text{m}$) im Gegensatz zu sichtbarem Licht zu absorbieren (Riedel, 1994). Die bedeutendsten Treibhausgase sind Wasserdampf (H_2O), gefolgt von Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O).

„In den letzten 10.000 Jahren lag die CO_2 -Konzentration relativ stabil bei 250 bis 275 ppm. Seit der industriellen Revolution Mitte des 18. Jahrhunderts und der damit verbundenen Nutzung fossiler Energieträger (...) sind die

Konzentrationen von CO_2 und CH_4 (Methan) weit über den natürlichen Schwankungsbereich der letzten 800.000 Jahre angestiegen (...). Im März 2021 hat sie (CO_2 Konzentration) mit 417 ppm einen neuen Höchstwert erreicht.“ (Akademie der Wissenschaften Leopoldina, 2021).

In den 1950er Jahren begann Charles Keeling auf dem Mauna-Loa in Hawaii die erste kontinuierliche Messung der CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre. Die Keeling-Kurve zeigt neben den jahreszeitlichen Schwankungen einen kontinuierlichen Aufwärtstrend der atmosphärischen CO_2 -Konzentration.

Damit konnte bewiesen werden, dass die Verbrennung fossiler Stoffe mit der steigenden CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre zusammenhängt. Die Verbrennung fossiler Brennstoffe ist tatsächlich zu 90% für die Erderwärmung verantwortlich (Rahmstorf & Schellnhuber, 2018). Die Erdoberfläche hat sich seit dem 19. Jahrhundert bereits um $1,2^{\circ}\text{C}$ erwärmt. Dabei gibt es regionale Unterschiede. In Deutschland ist das Jahresmittel der Temperatur bis 2019 bereits um 2°C gestiegen (Akademie der Wissenschaften Leopoldina, 2021).

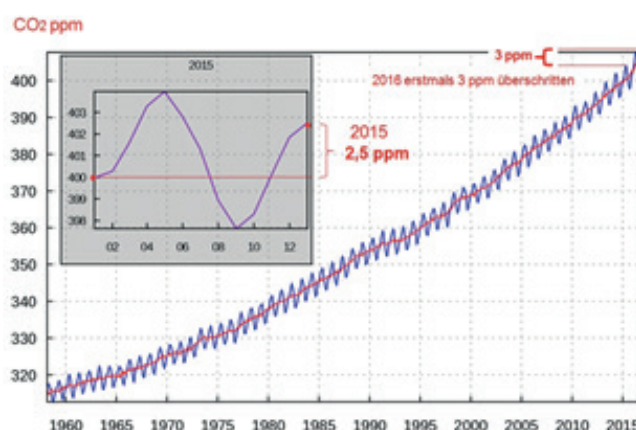


Abbildung 1: Keeling Kurve (<https://de.wikipedia.org/wiki/Keeling-Kurve>)

Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte

Begründung des didaktischen Vorgehens

Der Klimawandel hat nicht nur eine hohe Gegenwartsbedeutung, sondern spielt auch für die Zukunft der Schüler*innen eine wichtige Rolle und ist in den Kernlehrplänen aller Bundesländer verankert. Neben den Auswirkungen des Klimawandels ist die Kenntnis des Mechanismus des **natürlichen und anthropogenen Treibhauseffektes** zum Verständnis der aktuellen Klimaproblematik von zentraler Bedeutung.

Nach einem kurzen Einleitungsfilm „CO₂ und der Treibhauseffekt“ über Gase und der Eigenschaft, dass Materie, ob fest, flüssig oder gasförmig, Lichtstrahlung aufnimmt und Wärmestrahlung abgibt, vertiefen die Schüler*innen diesen Aspekt in einem Schüler*innen-Versuch. Dabei verknüpfen sie ihre Alltagserfahrungen mit dem Grundlagenwissen zum Verständnis des Treibhauseffekts. Neben der fachwissenschaftlichen Auseinandersetzung wird das selbstständige Experimentieren und das Verständnis über XY-Diagramme gefördert.

Mit Hilfe eines Puzzles lernen die Schüler*innen anschließend die Namen und Eigenschaften anderer Treibhausgase kennen. Für den Einsatz in heterogenen Lerngruppen steht die Aufgabe Puzzle differenziert für drei Lernniveaus zur Verfügung.

Anhand von drei digitalen Schaubildersequenzen mit Begleittexten können die Schüler*innen den Mechanismus des **anthropogenen und natürlichen Treibhauseffekts** kleinschrittig nachvollziehen. Zur Sicherung beschreiben die Schüler*innen die Strahlengänge in einer Graphik, die in dieser Form häufig in der Unterrichtsliteratur zur Erläuterung des Treibhauseffekts verwendet wird. Für den

abschließenden Transfer bietet das Lernmodul (i) die Möglichkeit einen Film zum Mechanismus des Treibhauseffekts zu moderieren oder (ii) in Gruppen nach der Methode „Lernen durch Lehren“¹ einen eigenen Erklärfilm zum Treibhauseffekt zu erstellen.

Die Schüler*innen **erkennen**

- (1) anhand eines Schüler*innen-Versuchs, dass jegliche Materie (Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase) Wärmestrahlung aufnehmen und abgeben kann;
- (2) dass die Fähigkeit zur Aufnahme und Abgabe von Wärmestrahlung vom jeweiligen Material abhängig ist und es dementsprechend unterschiedlich starke Treibhausgase gibt;
- (3) die Bedeutung des wichtigsten Treibhausgases (Kohlenstoffdioxid) für den Treibhauseffekt;

Die Schüler*innen **lernen**

- (4) den Unterschied zwischen **anthropogenen und natürlichen Treibhauseffekt** kennen.

¹Martin, J. P. (2007). Wissen gemeinsam konstruieren: weltweit. Lehren und Lernen. Zeitschrift für Schule und Innovation in Baden-Württemberg, 33(1), 29–30.

Rummmler, K. (2017). Lernen Mit Online-Videos – Eine Einführung. Medienimpulse. Beiträge zur Medienpädagogik 55 (2 Digitale Grundbildung). <https://doi.org/10.21243/mi-02-17-09>.

Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte

Literatur

Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2021). Klimawandel: Ursachen, Folgen und Handlungsmöglichkeiten. Halle (Saale).

Baur, B., (2021). Naturschutzbiologie. Haupt Verlag, Bern.

Brönnimann, S., (2018). Klimatologie. Haupt Verlag, Bern.

Rahmstorf, S. & Schellnhuber, H. J., (2018). Der Klimawandel: Diagnose, Prognose, Therapie (8. Aufl.). München, Verlag C. H. Beck Literatur – Sachbuch – Wissenschaft.

Riedel, E. (1994). Allgemeine und anorganische Chemie. De Gruyter, Berlin, New York.

Glossar

anthropogen

von Menschen gemacht (altgr. *ánthrōpos* „Mensch“ und gen- „entstehen“)

fossile Energieträger

abgestorbene Biomasse, die im Laufe der Erdgeschichte zu Kohle, Erdöl und Erdgas abgebaut wurde (lat. fossilis= ausgegraben)

Infrarotstrahlung

oft gleichgebräuchlich mit Wärmestrahlung/Teil des Spektrums

Emissionen

Freisetzung von Stoffen in die Atmosphäre (lat. *emittere* = aussenden)

Atmosphäre

Gashölle um einen Planeten (altgr. *atmós* = Dampf)

Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte

Stundenverlauf

Einstieg



Die Lehrperson (LP) fragt nach dem Vorwissen der Schüler*innen zum Thema Treibhauseffekt und zeigt den **Einleitungsfilm „CO₂ und der Treibhauseffekt“**

Medien: Beamer, Einleitungsfilm



Erarbeitung



Gruppengröße entsprechend der Materialverfügbarkeit

Die LP leitet den **Schüler*innen-Versuch** zu „Aufnahme und Abgabe von Wärmestrahlung am Beispiel von Feststoffen“ ein. Die Schüler*innen führen den Schüler*innen-Versuch durch und lernen, dass unterschiedliche Stoffe Wärme unterschiedlich gut absorbieren und emittieren.

Medien: Schüler*innen-Versuch, Arbeitsblätter 1: Der Mechanismus des Treibhauseffekts



Die LP stellt die Frage, ob neben Feststoffen und Flüssigkeiten, Gase auch Wärme absorbieren und emittieren können. Sie verknüpft den Schüler*innen-Versuch mit der Aussage: wenn „unterschiedliche Feststoffe unterschiedlich gut Wärme auf und abgeben können, dann können das auch Gase unterschiedlich gut“ und leitet die Arbeitsblätter 2: **Puzzle** Treibhausgase ein.

Sicherung: Ergebnispräsentation im PL

Medien: Arbeitsblätter 2: Puzzle Treibhausgase, dreifach differenziert



Die Schüler*innen lernen kleinschrittig den Mechanismus des Treibhauseffekts mittels digitalen **Schaubildsequenzen mit Begleittexten** kennen. (App 1) Erde ohne Atmosphäre, (App 2) Erde mit Atmosphäre und (App 3) der anthropogene Treibhauseffekt. Die Schüler*innen starten die Apps via QR-Codes, die in der Arbeitsblätter 3 enthalten sind.

Differenzierung Erweiterung: Für Schüler*innen im oberen Leistungsniveau steht die Zusatzaufgabe „Warum ist die Venus so heiß?“ zur Verfügung (**Zusatzaufgabe 3.4** zu Arbeitsblätter 3, Differenzierungsstufe Erweiterung).

Medien: iPad, Arbeitsblätter 3: Der Treibhauseffekt auf der Erde, Zusatzaufgabe 3.4

Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte

Stundenverlauf (Fortsetzung)

Ergebnissicherung



Die LP leitet den **Erklärfilm** ein „Woher kommt der Begriff Treibhauseffekt?“

Medien: Erklärfilm



Schüler*innen überprüfen anhand der **Grafik „Strahlengang“**, ob sie die einzelnen Schritte des Treibhauseffekts richtig benennen und erklären können.

Medien: Arbeitsblatt 4: Treibhausgase: Zusammenfassung, Zusatzaufgabe: Warum ist die Venus so heiß?

Transfer

Das Lernmodul bietet zwei verschiedene Varianten für den Sicherung/Transfer an:



1. Schüler*innen können freiwillig **einen Erklärfilm moderieren**.

Die LP könnte fragen: Wer traut sich zu, den Erklärfilm „Wie funktioniert der Treibhauseffekt?“ mit eigenem Text zu moderieren?

Medien: Erklärfilm „Wie funktioniert der Treibhauseffekt?“



2. Die Schüler*innen **drehen ihren eigenen Erklärfilm** über den Mechanismus des Treibhauseffekts.

Vorbereitung: Hintergrundlandschaft laminieren

Medien: Handy/iPad, App: Stop-Motion (z.B. Stop Motion Studio), Hintergrundlandschaft (laminiert)

Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte

Anmerkungen zum Versuch "Wärmeaufnahme/-abgabe"

1. Da Leuchtmittel, die auch Wärme abstrahlen, im Handel nicht mehr erhältlich sind und die Wärmeleistung einer LED-Leuchte sehr gering ist, haben wir für den Schüler*innen-Versuch eine Infrarotleuchte verwendet. Im Gegensatz zu anderen Leuchtmitteln strahlt eine Infrarotleuchte kein gleichmäßiges Licht aus, so dass es bei der Bestrahlung von Oberflächen lokal zu erheblichen Temperaturunterschieden kommt (s. Abb. 1). Daher empfehlen wir für den Schüler*innen-Versuch zwei Materialien mit großer unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit zu verwenden: Styropor mit einer geringen Wärmeleitfähigkeit lässt sich gut mit anderen Materialien (Holz, Metall) vergleichen.
 - » Tipp: Falls vorhanden, ist für den Schüler*innen-Versuch ein Hallogenstrahler, eine Tageslicht Terrarienleuchte mind. 150 Watt oder starke Sonneneinstrahlung der Infrarotlampe vorzuziehen.
2. Aufgrund der großen lokalen Temperaturunterschiede, die eine Infrarotleuchte erzeugt, empfiehlt es sich die Temperaturbestimmung immer an derselben Stelle des Materials, mit Hilfe einer Markierung, zu bestimmen. Damit bei der Messung immer der gleiche Abstand zur Oberfläche eingehalten wird, dient ein mit Klebeband als Abstandshalter an dem Infrarotmessgerät befestigter Stift (s. Abb. 2).



Abb. 1: Lichtkegel einer Infrarotlampe



Abb. 2: Infrarot-Wärme-Messgerät mit Stift als Abstandshalter

Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte

Anmerkungen Sicherung/Transfer

Die PDF-Dateien Sicherung/Transfer 1 (Erklärfilm moderieren) und Sicherung/Transfer 2 (Erklärfilm drehen) bieten zwei Möglichkeiten: Die Schüler*innen können einen Erklärfilm über den Mechanismus des Treibhauseffekts vor der Klasse moderieren und/oder ein eigenes Erklärvideo erstellen. Für die Erstellung eines eigenen Erklärvideos bietet das Lernmodul eine Laminiervorlage Hintergrundlandschaft.

Erklärfilm unter:



Vorbereitung Erklärfilm drehen:

Hintergrundlandschaft für Schüler*innen laminieren

Das Erstellen eigener Lernvideos durch Schüler*innen folgt dem Prinzip „Lernen durch Lehren“ (Rummler, 2017) und fördert den von der KMK 2016 geforderten Umgang mit digitalen Medien. „Das eigene Erstellen von Erklärvideos durch Schüler*innen kann unabhängig von den Rezipienten als eine vertiefende Lernstrategie verstanden werden. Um ein Erklärvideo zu erstellen, muss man das

zu Erklärende zum einen selbst verstanden haben, man muss sich darüber hinaus aber auch mit verschiedenen Grundfragen des Erklärens auseinandersetzen“ (Wolf & Kulgemeyer, 2022). Es bietet zudem die Möglichkeit des kooperativen Lernens (besonders gewinnbringend für heterogene Lerngruppen) (Johnson & Johnson, 2005) und fördert die Kompetenzen: Erschaffen, Erproben, Analysieren, Anwenden, Verstehen, Erinnern (nach Bloom, 1976; Remmler, 2017).

Bloom, Benjamin Samuel; Engelhart, Max D. (Hg.) (1976). Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. 5. Aufl. Weinheim: Beltz (Beltz-Studienbuch, 35).

Johnson, David W.; Johnson, Roger T.; Holubec, Edythe Johnson (2005). Kooperatives Lernen, kooperative Schule. Tipps - Praxishilfen - Konzepte. Mülheim an der Ruhr: Verl. an der Ruhr.

KMK (2016). Bildung in der digitalen Welt - Strategie der Kultusministerkonferenz

Rummler, K. (2017). Lernen Mit Online-Videos – Eine Einführung. Medienimpulse. Beiträge Zur Medienpädagogik 55

Wolf, K. D.; Kulgemeyer, C. (im Erscheinen). Lehren und Lernen mit Erklärvideos im Fachunterricht. In: G. Brägger/ H.-G. Rolff (Hrsg.): Lernen mit digitalen Medien. Weinheim: Beltz, 472-485.

Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte

Grundsätzliche Informationen zum differenzierten Unterrichtsmaterial des MINT-Bildungsprojekts unserWaldKlima

Ziel des MINT-Bildungsprojekts **unserWaldKlima** ist, Lehrkräften für heterogene Lerngruppen differenziertes Unterrichtsmaterial zur Verfügung zu stellen, um möglichst vielen Schüler*innen Teilhabe zu ermöglichen.

Die verschiedenen Differenzierungsstufen erkennen die Lehrkräfte und Schüler*innen an dem Symbol „Blätteranzahl“ in der Kopfzeile des Arbeitsmaterials bzw. in der Kopfzeile bei Hilfekarten und Zusatzaufgaben:

Blätter-Icons



Für Schüler*innen, die mehr Unterstützung benötigen, bieten wir Ihnen Unterrichtsmaterial in zwei verschiedenen Differenzierungsstufen an: Hierbei weichen einzelne Aufgabenstellungen von dem Unterrichtsmaterial der Differenzierungsstufe Basis ab.

» **Differenzierungsstufe Grundlagen Förderung+**



» **Differenzierungsstufe Grundlagen**



Das Unterrichtsmaterial der **Differenzierungsstufe Basis** ist für ein Lernniveau entwickelt, das von den meisten Schüler*innen bearbeitet werden kann. Das Unterrichtsmaterial der Differenzierungsstufe Basis dient als Grundbaustein aller Unterrichtsmaterialien.



Für Schüler*innen im oberen Leistungsniveau werden Zusatzaufgaben oder alternativ Materialien der **Differenzierungsstufe Erweiterung** angeboten. Hierbei ergänzen einzelne Aufgabenstellungen als Zusatzaufgaben das Unterrichtsmaterial Differenzierungsstufe Basis.

Anmerkungen zur Differenzierung

Zur Differenzierung in heterogenen Lerngruppen stehen Ihnen zusätzlich zu den Arbeitsblättern der Differenzierungsstufe Basis für die Aufgabe 2 (Puzzle Treibhausgase) Arbeitsblätter für die Differenzierungsstufen Grundlagen und Grundlagen Förderung zur Verfügung. Sie finden die jeweiligen Arbeitsblätter im ZIP-Ordner des Lernmoduls auf der Lernplattform www.waldklima.uni-koeln.de

im Ordner Differenzierungsstufe Grundlagen und dem Ordner Differenzierungsstufe Grundlagen Förderung.








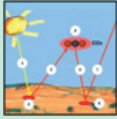
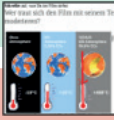

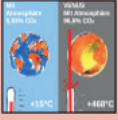
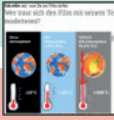
Für Schüler*innen im oberen Leistungsniveau bietet das Lernmodul die Zusatzaufgabe 3.4 „Warum ist die Venus so heiß?“.

Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte



Grafischer Stundenverlauf + Differenzierungs-Optionen

	Einstieg	Versuch	Aufgabe	Aufgabe	Aufgabe	Film	Sicherung	Transfer
	Film	Wärmestrahlung	Klimagase Hilfekarten/Lösung	Mechanismus Lösung	Venus	Warum Begriff THE?	Strahlengang Hilfekarten + Lösung	Film erstellen Film moderieren
Grundlagen Förderung+ 								
Grundlagen 								
Basis 								
Erweiterung 								



Der Treibhauseffekt

Handreichung für Lehrkräfte

Impressum

Herausgeber

Universität zu Köln

Institut für Biologiedidaktik
Herbert-Lewin-Str. 2
50931 Köln
biologiedidaktik.uni-koeln.de

Geographisches Institut
Albertus-Magnus-Platz
50923 Köln
geographie.uni-koeln.de

Autor*innen: Dr. Andreas Schwarz, Wibke Niels

Projektleitung: Prof. Dr. Kirsten Schlüter, Prof. Dr. Jörg Großschedl, Prof. Dr. Karl Schneider, Dr. Meike Mohnke

Redaktion: Wibke Niels

Bildnachweise: Dr. Andreas Schwarz, Lea van Wezenbeek

Layout: Simone Kroll, Anne Germund, Florian Roth



Gefördert durch: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft + Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Die Weiterverwendung und Vervielfältigung von einzelnen Abbildungen aus dieser Handreichung für Lehrkräfte ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht gestattet.



50° 55' 39" N
6° 56' 10" E
Geographisches Institut
Universität zu Köln



Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft
 Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

