

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt

Akteure: Berater*innen, Mitarbeiter*innen von Behörden, Landwirt*innen, Lehrer*innen, Interessenvertreter*innen, Interessierte

Lernziel: Steuerungsprozesse des (globalen) Klimas sowie Ursache-Wirkungsgefüge von Stoffkreisläufen werden erläutert, sodass Steuergrößen und Einflussfaktoren auf das Klima nachvollzogen werden können.

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt

Ziel des Vortrags

Das globale Klimasystem ist geprägt von vielschichtigen, komplexen Stoff- und Energieströmen. Häufig wird in der Diskussion um den Klimawandel der Fokus auf nur einen Parameter, wie z.B. das CO₂ oder den Treibhauseffekt, gesetzt.

Der Vortrag soll dazu beitragen, ein Verständnis für die Zusammenhänge im System zu erlangen und die wichtigsten Parameter erläutern.

Beschrieben werden das globale Klimasystem und seine themenrelevanten Subsysteme, die wichtigsten Stoffkreisläufe (Wasserkreislauf, Kohlenstoffkreislauf und Stickstoffkreislauf) sowie der Treibhauseffekt.

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

1. Das globale Klimasystem

Das **Klimasystem** setzt sich aus verschiedenen **Subsystemen (Sphären)** zusammen (Abb. 1.2.1), die in gegenseitiger **Wechselwirkung** zueinander stehen.

Diese sind (fett gedrucktes ist thematisch relevant und im Folgenden näher zu betrachten):

- **Atmosphäre**
- **Hydrosphäre**
- **Biosphäre**
- Kryosphäre
- Lithosphäre

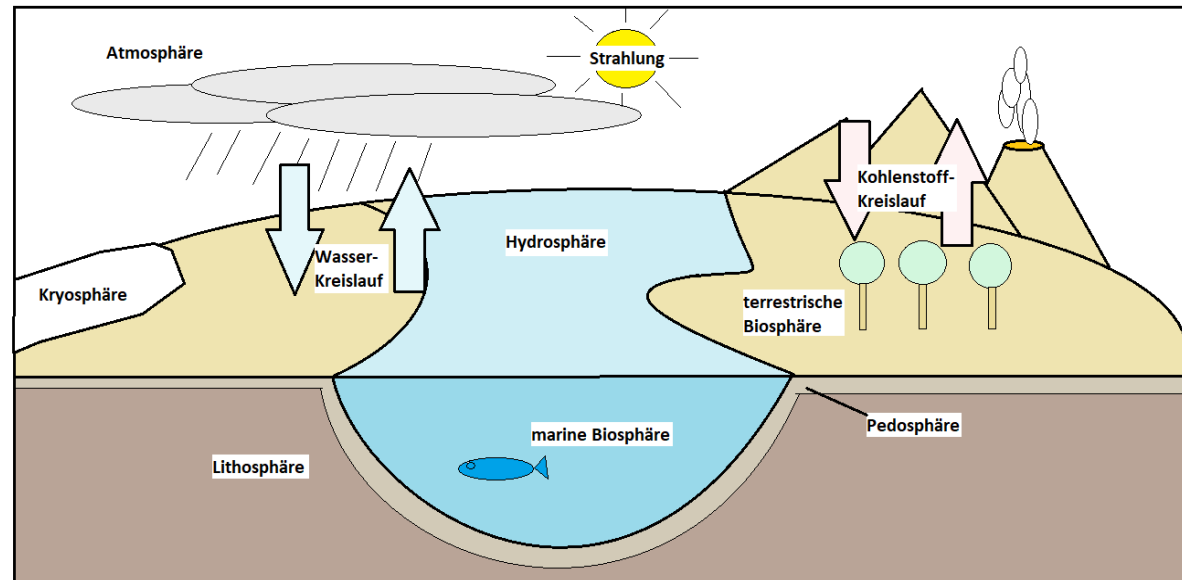


Abb. 1.2.1: Subsysteme im Klimasystem und wichtige Stoffkreisläufe

Es ist ein offenes System, das verändert wird über eine **innere Dynamik** sowie durch **äußere natürliche** als auch **anthropogene Einflüsse** (z.B. Vulkanausbrüche, Schwankungen der Solarkonstante, oder auch Landnutzung und -bedeckung)

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

1. Das globale Klimasystem – Die Atmosphäre

Die **Atmosphäre** ist die „Gashölle“ der Erde. Klima und Wetter werden hier von einem charakteristischen **vertikalen Stockwerkbau** beeinflusst (Abb. 1.2.2). Jeweils herrschen unterschiedliche **chemische, dynamische, thermische und optische Eigenschaften** vor.

Von unten nach oben gliedert sich die Atmosphäre in: **Troposphäre, Stratosphäre, Mesosphäre, Thermosphäre & Exosphäre**, wobei für das Klima nur die unteren beiden von Bedeutung sind, da sich dort 99 % der Masse der Luft befinden.

In der **Troposphäre** finden außerdem die **für das Wetter- und Klimageschehen wesentlichen Prozesse** der Verdunstung und Kondensation statt (Wasserdampf als Teil des Wasserkreislaufs).

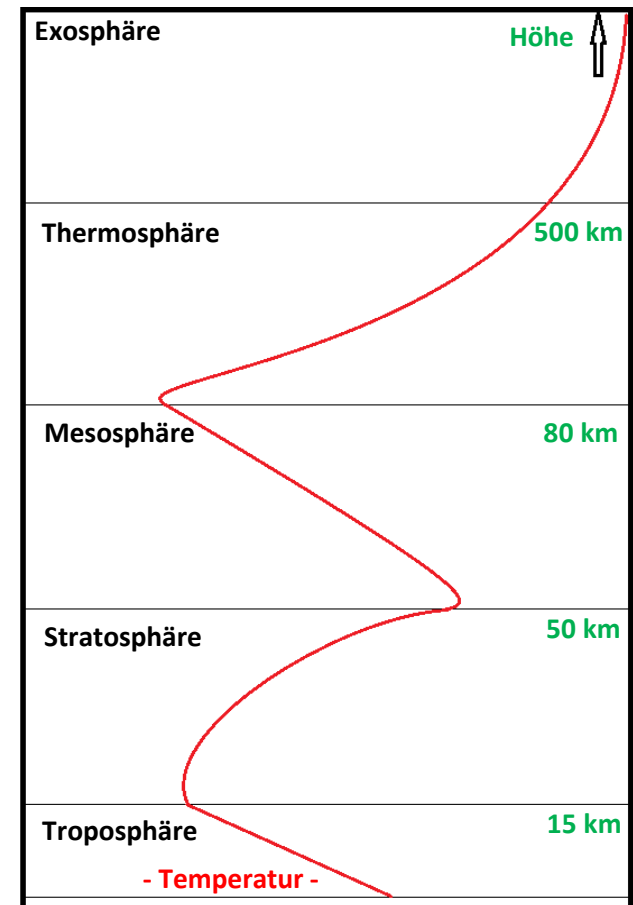


Abb. 1.2.2: Stockwerkbau der Atmosphäre

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

1. Das globale Klimasystem – Die Atmosphäre

Die Atmosphäre **schützt z.B. vor schädlicher UV- oder Röntgenstrahlung**, lässt aber Strahlung im Bereich des **sichtbaren Lichtes durch**. Durch die chemische Zusammensetzung entsteht Luft, die ein **Temperaturregime** ermöglicht, welches eine Grundlage des Lebens darstellt (Abb. 1.2.3)

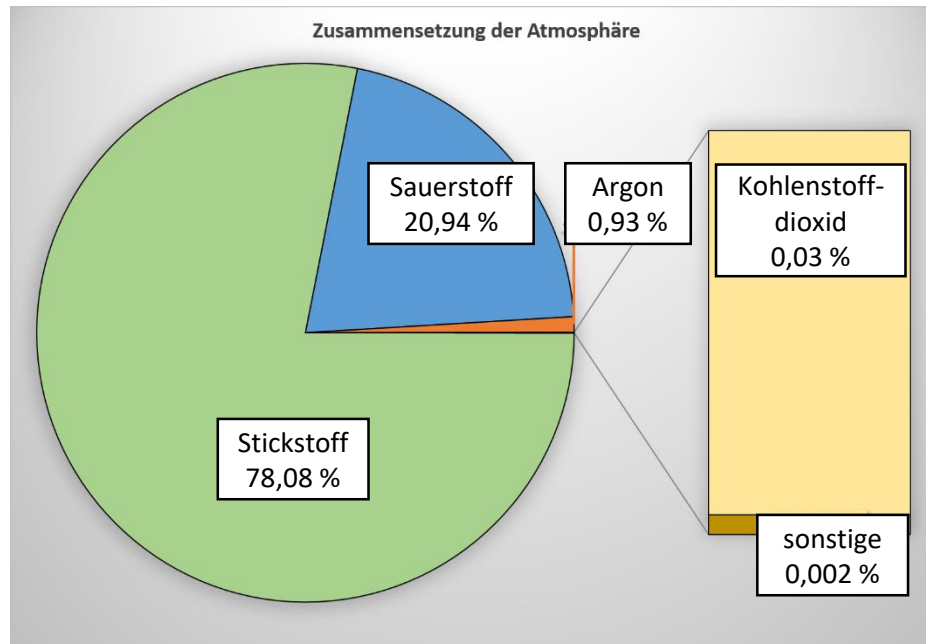


Abb. 1.2.3: Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

1. Das globale Klimasystem – Die Hydrosphäre

Die Hydrosphäre bezeichnet die **Gesamtheit des Wassers** auf der Erde, sowohl im **flüssigen, gasförmigen als auch festen Zustand**. Auch die Hydrosphäre ist entscheidend für das Leben auf der Erde und zudem Steuergröße für Wetter und Klima.

Zur Hydrosphäre gehört das **Wasser in Ozeanen, Seen, Flüssen, im Boden als Grund- und Porenwasser, in Gletschern und Meereis sowie als Wasserdampf** in der Atmosphäre. Sie bildet also keine eindeutig räumlich zu begrenzende Schicht, wie z.B. die Lithosphäre (Gestein) oder Luft (Atmosphäre).

Auf die Dynamik in der Hydrosphäre wird später unter dem Gesichtspunkt des Wasserkreislaufes näher einzugehen sein.

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

1. Das globale Klimasystem – Die Biosphäre

Die Biosphäre ist die **Gesamtheit aller Lebewesen aller besiedelten Sphären** der Erde. Auch die Biosphäre hat direkten **Einfluss auf das Klima**. Beispielsweise haben **Landbedeckung** (z.B. Wald oder Acker) sowie **Landnutzung** (z.B. Forst oder Viehzucht) direkten Einfluss auf Klimaelemente (z.B. Wind). Zudem sind Prozesse im Wasserkreislauf, wie Wasseraufnahme der Bodens, Wasserspeicherung oder Verdunstung abhängig vom Grad der Vegetation.

Auch der **natürliche Treibhauseffekt** steht in **Zusammenhang mit der Biosphäre**, deren Pflanzenwelt durch photosynthetische Aktivität der Atmosphäre und den Meeren Kohlenstoff entzieht und Sauerstoff produziert, wobei dieser Prozess durch die Atmung und bakterielle Aktivitäten umgekehrt wird. So ist z.B. auch der Mensch (Viehzucht) an der Veränderung des Gleichgewichts beteiligt.

Die Biosphäre ist **wesentlicher Treiber der biogeochemischen Rückkopplungsprozesse und Wechselwirkungen**. In diesem Zusammenhang sollen im Folgenden der Wasserkreislauf sowie der Kohlenstoffkreislauf näher erläutert werden.

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2. Wichtige Stoffkreisläufe - Der Wasserkreislauf

Angetrieben von Sonne (**Strahlung**) und **Schwerkraft**, befindet sich das Wasser auf der Erde in einem **ständigen Kreislauf** und durchläuft dabei die **unterschiedlichen Sphären**. Wasser verdunstet aus den Ozeanen und von Land, gelangt als Wasserdampf in die Atmosphäre, kondensiert dort und fällt als Niederschlag (Regen, Hagel oder Schnee) auf die Land- oder Meeresoberfläche zurück. Dies bedeutet also stark vereinfacht:

(Einträge durch) Niederschlag = Abfluss + Verdunstung

Dies ist eine stark **vereinfachte Wasserhaushaltsgleichung**. Genauere Wasserhaushaltsgleichungen müssen durch weitere Parameter ergänzt werden. Diese sind z.B. Zufluss, komplexere Evapotranspirationsvorgänge oder Speicheränderungen.

Speicher sind z.B. Ozeane, Gletscher-, oder Meereis, Grundwasser oder die Atmosphäre.

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2. Wichtige Stoffkreisläufe - Der Wasserkreislauf

Während die **Ozeane den größten Wasserspeicher** darstellen (ca. 97 %), ist der **Wasserdampf in der Atmosphäre die treibende Kraft** klimatischer Prozesse. Obwohl in der Atmosphäre nur 0,001 % des Gesamtvolumens enthalten sind, spielt diese bei der Umverteilung von Speichern die zentrale Rolle.

Die **Temperatur regelt die Wasseraufnahmekapazität**. Warme Luft kann prinzipiell mehr Wasser aufnehmen als kalte. Demzufolge ist die Konzentration von Wasserdampf global unterschiedlich verteilt. Gleiches gilt somit auch für die Verbreitung der Wolken und damit auch des Niederschlags.

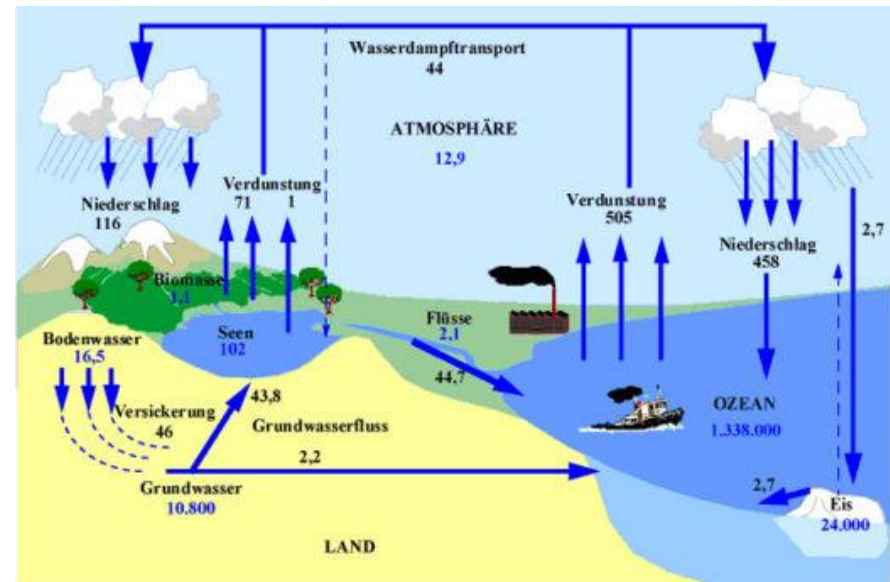


Abb. 1.2.4: Globaler Wasserkreislauf (blau: Speicher in 1.000 km³, schwarz Flüsse in 1.000 km³/a) Quelle: bildungsserver.de, 2018

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2. Wichtige Stoffkreisläufe - Der Wasserkreislauf

Während der Wasserkreislauf **hauptsächlich von natürlichen Faktoren, wie geographische Lage, Exposition, Temperatur oder Vegetation gesteuert** wird, gibt es zudem **anthropogene Faktoren**, die Einfluss ausüben. Diese sind hauptsächlich:

- **Veränderungen von Gewässermorphologien** (Flussbegradigungen, Staudämme, Kanäle)
- **Versiegelungen** (Urbane Räume, Straßenbau) und damit verbundene veränderte Grundwasserneubildung
- **Land- und Forstwirtschaft** (Speicherveränderung durch Wasserentnahme zur Bewässerung, Veränderter Oberflächenabfluss durch Rodung, damit verbundene erhöhte Erosionsdisposition)

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2. Wichtige Stoffkreisläufe - Der Kohlenstoffkreislauf

Im Kontext des Klimawandels wird wohl keinem Kompartiment so viel Aufmerksamkeit geschenkt, wie dem Kohlenstoffkreislauf. Dabei spielt das Gas **Kohlenstoffdioxid** eine **besondere Rolle**. Durch seine **hohe Verweildauer** in der Atmosphäre hat es aktiven Einfluss sowohl auf den natürlichen, als auch auf den anthropogenen **Treibhauseffekt**.

Kohlenstoff tritt zudem in allen anderen Sphären in unterschiedlichen Formen und Konzentrationen auf. Er ist **Grundbestandteil jeglicher organischen Verbindung**.

Das Durchlaufen **verschiedener Quellen und Senken** ist eine weitere bedeutende Triebkraft des globalen Klimasystems.

Im Folgenden sollen der natürliche Kohlenstoffkreislauf sowie anthropogene Veränderungen der Speicher und Flüsse als maßgebliche Faktoren des Klimawandels erläutert werden.

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2. Wichtige Stoffkreisläufe - Der Kohlenstoffkreislauf



Die Abbildung (1.2.5) zeigt den globalen Kohlenstoffkreislauf mit seinen **Reservoiren** (in Gigatonnen [Gt]) und **Flüssen**.

Die grünen Pfeile repräsentieren natürliche Austauschprozesse und Flüsse. Rot dargestellt sind die anthropogenen Flüsse und Speicheränderungen seit dem Beginn der Industrialisierung.

Obwohl in der **Atmosphäre** nur ein **geringer Teil des globalen Kohlenstoffs gespeichert** ist, spielt diese **als Austauscher** zwischen den Reservoiren eine **zentrale Rolle**.

Zwar unterläuft der CO₂ Anteil der Atmosphäre im Verlauf der Erdgeschichte ständigen Schwankungen, jedoch bleibt diese Konzentration seit den letzten 10.000 Jahren relativ konstant (bei etwa 280 ppm).

Abb. 1.2.5: Der Kohlenstoffkreislauf mit Reservoiren und Flüssen
Quelle: bildungsserver.de, 2018

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2. Wichtige Stoffkreisläufe - Der Kohlenstoffkreislauf

Der **anthropogene Einfluss** auf den Kohlenstoffkreislauf findet hauptsächlich in zwei Bereichen statt. Dies sind die **Atmosphäre und die Biosphäre**, welche heute beide **Kohlenstoffsenken** darstellen, also eine positive Kohlenstoffbilanz aufweisen. Dabei resultiert der anthropogene Einfluss insbesondere aus zwei **Hauptquellen**; der **Verbrennung fossiler Energieträger** und der **Veränderung der Landnutzung** und -bedeckung.

Die anthropogenen Emissionen betragen jährlich ca. 9,9 Gt Kohlenstoff, wobei über 80 % auf die Verbrennung fossiler Rohstoffe zurück geht. Der Rest entfällt hauptsächlich auf nicht nachhaltige Landnutzung. Die durch den Menschen verursachten **Emissionen** liegen zwar deutlich unter den natürlichen Emissionen (ca. 120 Gt), verändern aber **nachhaltig das Gleichgewicht und die Umsatzrate und -geschwindigkeit der Quellen und Senken**. So verbleiben seit der Mitte des 20sten Jahrhunderts über 60 % des emittierten Kohlenstoffs als Treibhausgas in der Atmosphäre. Die Folgen für den Stoffumsatz (insbesondere in der Biosphäre [für Pflanzen, Hitze- und Wasserstress]) sind schwierig vorhersagbar (und werden Bestandteil von Informationsvortrag 1.4 sein).

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3. Der Treibhauseffekt

Die **Atmosphäre** besteht aus einem Gasmisch, das die **Sonnenstrahlung im kurzwelligen Bereich** hindurch lässt, die im **langwelligen Bereich (Wärmestrahlung)** aber absorbieren kann und damit das System erwärmt (Abb. 1.2.7). Die Gase die zur Erwärmung beitragen werden **Treibhausgase** genannt. Die wichtigsten Treibhausgase sind Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas. Dieser natürliche Effekt ist **für das Leben auf der Erde zwingend nötig**, da sonst die bodennahe Lufttemperatur der Erde nicht bei 15 °C sondern deutlich darunter, bei etwa -18 °C liegen würde.

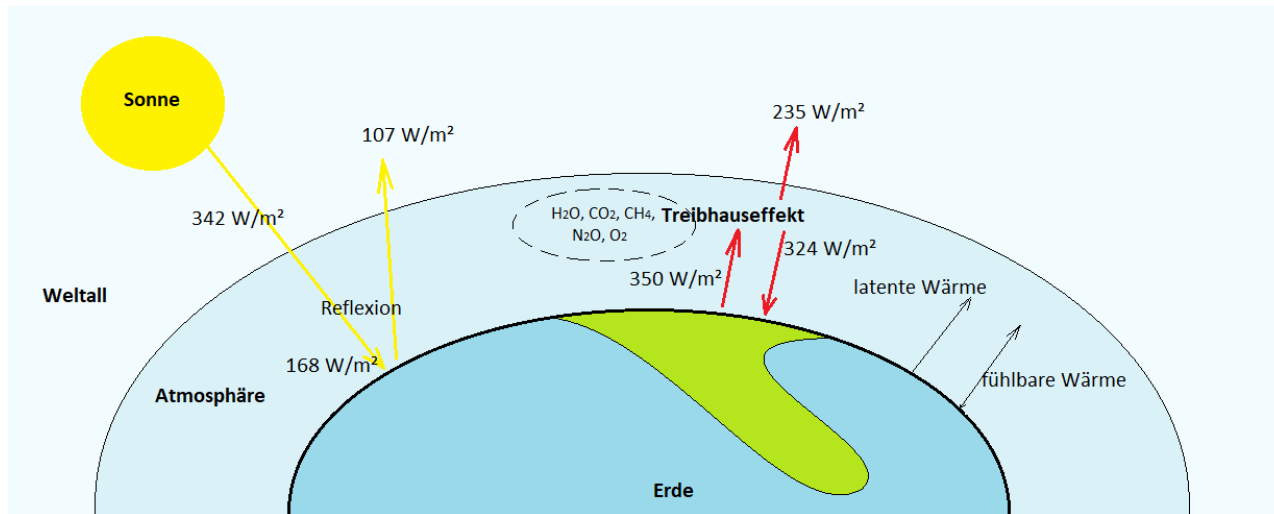


Abb. 1.2.7: Der Treibhauseffekt mit stark vereinfachter Strahlungsbilanz
Verändert nach bildungsserver.de, 2018

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3. Der Treibhauseffekt

Wird die Konzentration jener **Treibhausgase** (welche die Wärmestrahlung absorbieren) erhöht, verringert sich die in den Weltraum abgegebene Menge der Wärmestrahlung. Diese bleibt im System und **erhöht so die Temperatur der Atmosphäre**. Beim natürlichen Treibhauseffekt ist dabei Wasserdampf der entscheidende Faktor. Die Atmosphäre kann abhängig von der Temperatur allerdings nur eine **begrenzte Menge an Wasserdampf aufnehmen**. Steigt allerdings die mittlere globale atmosphärische Temperatur, kann auch mehr Wasserdampf aufgenommen werden und es kommt zu einem positiven **Rückkopplungsprozess** – einem sich selbst verstärkendem Prozess.

Anders verhält sich dies beim CO₂. Der CO₂ Gehalt der Atmosphäre steigt seit Beginn der Industrialisierung überproportional schnell an. Eisbohrkerne zeigen eine Bandbreite der CO₂ Konzentration der letzten 650.000 Jahre von 180 – 300 ppm [parts per million] und einer Konzentration von etwa 280 ppm vor 1750 (vor der Industrialisierung). Im Jahr 2008 liegt die CO₂ Konzentration bei über 400 ppm (Abb. 1.2.8 - nächste Folie).

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:
Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:

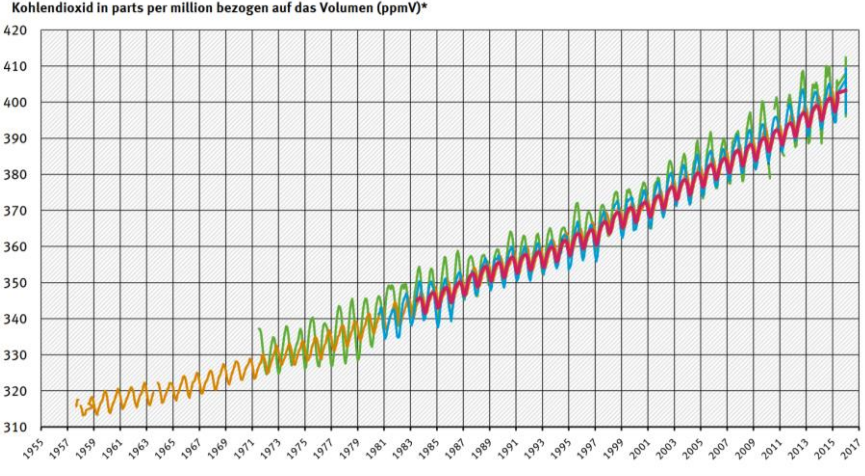


Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

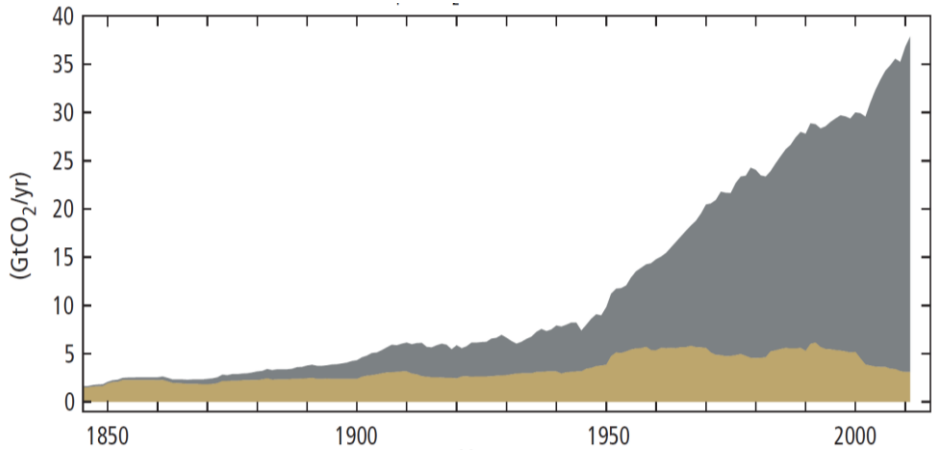
3. Der Treibhauseffekt

Die Abbildung (1.2.8) zeigt einen **einheitlichen, kontinuierlichen Anstieg der CO2 Konzentration** in der Atmosphäre im Monatsmittel seit der Mitte des 20. Jahrhunderts an verschiedenen Orten auf der Welt. Parallel dazu entwickeln sich die **anthropogenen CO2 Emissionen** (Abb. 1.2.9).



- Schauinsland-
- Zugspitze-
- Mauna Loa, Hawaii-
- Welttrend (WMO)-

Abb. 1.2.8: CO2 Konzentration in der Atmosphäre (Quelle: Umweltbundesamt, 2018 nach IPCC, 2014)



- Fossile Brennstoffe, Zement-
- Forst und andere Landnutzung-

Abb. 1.2.9 Anthropogene CO2-Emissionen in Gt/Jahr (Quelle: IPCC, 2014)

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3. Der Treibhauseffekt

Wird das **Klimaelement „Temperatur“** gesondert betrachtet, kann festgestellt werden, dass sich die mittlere globale Temperatur in Bodennähe **zwischen 1906 und 2005 um 0,74 °C erhöht hat**. Dabei sind sich Klimawissenschaftler mit einer **„sehr hohen Wahrscheinlichkeit“ von > 90 %** sicher, dass diese Erwärmung in **Zusammenhang mit erhöhten Treibhausgasemissionen** steht. Diese Zunahme kann zweifelsfrei festgestellt werden.

Im komplexen Klimasystem können also **Treibhausgase** und der damit verbundene **Treibhauseffekt** als **eine Treibkraft des Klimawandels** interpretiert werden.

Das dieser natürliche Prozess anthropogen beschleunigt wird ist Gegenstand von Informationsvortrag 1.3 – Anthropogene Einflüsse auf den Treibhauseffekt + Landwirtschaft und Klima

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Zusammenfassung und Themenbezug

- Globales Klimasystem besteht aus verschiedenen miteinander in Wechselwirkung stehenden Subsystemen/Sphären (Atmosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre, Kryosphäre, Lithosphäre)
- In der Atmosphäre finden die dabei die wichtigsten Austausch und Transportvorgänge statt
- Boden im Klimasystem insbesondere Austauscher (von Treibhausgasen, vor allem Kohlenstoffdioxid, aber auch Lachgas und Methan relevant)
- Wasserdampf ist treibende Kraft klimatischer Prozesse
- Wasserkreislauf ist hauptsächlich durch natürliche Faktoren gesteuert, jedoch üben auch anthropogene Faktoren Einfluss aus (veränderte Gewässermorphologie, Versiegelung, Landnutzung)
- Ähnliches gilt für Kohlenstoffkreislauf - ist ein natürlicher Prozess, der anthropogen verändert wird (Quellen, Senken und Flüsse)
- Insbesondere Verbrennung fossiler Energieträger und nicht nachhaltige Landnutzung setzen Treibhausgase frei (CO₂)
- Anthropogener Treibhauseffekt trägt (durch erhöhte Treibhausgasemission) zu höherer Wärmeaufnahmekapazität bei (nach Industrialisierung höhere CO₂ Gehalte und höhere Temperatur der Atmosphäre)

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt

Fragen

- Welche Sphären interagieren im globalen Klimasystem?
- Welche für das Wetter und Klimageschehen maßgeblich verantwortlichen Prozesse spielen sich in der Troposphäre ab?
- Woraus besteht die Luft in der Atmosphäre? % angeben und mit Gasen ausfüllen lassen
- Welche natürlichen Prozesse treiben den globalen Wasserkreislauf an?
- Was sind die Faktoren einer einfachen Wasserhaushaltgleichung?
- Wie greift der Mensch in den globalen Wasserkreislauf ein?
- Warum ist der Kohlenstoffkreislauf wichtig zum Verständnis des Klimawandels?
- Was sind die größten Reservoirs, Quellen und Senken im Kohlenstoffkreislauf?
- Welchen Einfluss haben anthropogene CO₂ Emissionen?
- Worin besteht der Zusammenhang zwischen Treibhausgasen und bodennaher Temperatur?

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Quellen und weiterführende Links:

BR (2018): Wie Gase unser Klima aufheizen. <www.br.de/klimawandel/treibhauseffekt-atmosphaere-kohlendioxid-klimaerwaermung-100.html> (Stand: September 2014)

Brunotte, E. (Hrsg.)(2002): Lexikon der Geographie (4 Bd). Spektrum. Heidelberg.

Häckel, H. (2006⁵): Meteorologie. Ulmer-UTB. Stuttgart

Intergovernmental Panel on Climate Change:

IPCC (2012): Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 582 pp.

Umweltbundesamt (2018): Wie funktioniert der Treibhauseffekt? <www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/wie-funktioniert-der-treibhauseffekt>, (Stand: August 2013)

CO2-Rechner des Umweltbundesamtes im Internet:
uba.co2-rechner.de/de_DE/consumption#panel-calc

Die Informationsvorträge sind Teil des Weiterbildungsangebotes im Rahmen des Projektes:
BIKASA – Bildungsmodule zur Klimaanpassung für den Agrarsektor Sachsen-Anhalts

Herausgeber:
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Geowissenschaften und Geographie
Von-Seckendorff-Platz 4
06120 Halle (Saale)

Patrick Illiger | Dr. Detlef Thürkow | Dr. Gerd Schmidt | Dr. Anne-Kathrin Lindau | Christopher Krause

Informationsvortrag 1.2

Themenkomplex Klimawandel

Thema 2:

Das globale Klimasystem und der
Treibhauseffekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages