

Erstelle eine Powerpoint-Präsentation zum Thema „Der natürliche und der anthropogene Treibhauseffekt“ (max. 7 Folien + „Deckblatt“)

Die Powerpoint-Präsentation soll **informierend** sein und **Antworten auf die folgenden Themen beinhalten**: (1-3 für alle + ein Auswahlthema)

- 1) Einfluss der Treibhausgase auf den Energiehaushalt der Atmosphäre.
- 2) Ursachen für die Reflexion der Sonneneinstrahlung.
- 3) Der zunehmende Gehalt an Treibhausgasen in der Atmosphäre führt zur Verstärkung des Treibhausgasen in der Atmosphäre führt zur Verstärkung des Treibhauseffektes. Welche Gefahren sind damit verbunden?
- 4) Wähle aus:
 - i) Erläutere den Einfluss eines Treibhausgases deiner Wahl genauer. (Siehe angehängte Texte)
 - ii) Vergleiche den Einfluss von CO₂ und Wasserdampf (H₂O) als Treibhausgase in Bezug auf ihre Absorptionsfähigkeit (Material M1-M3)

Nutze als Informationsquellen die beiliegenden Texte, dein Chemiebuch (S. 84/85) oder Onlinequellen.

Achtung: Gib am Ende auf einer Extrafolie deine Quellen an!

Die Gestaltung ist dir frei überlassen. Fragen kannst du gerne per Mail oder in unserer gemeinsamen Stunde stellen.

Sende die Präsentation bis Donnerstag, 14.05.2020 an
sernau.schule@gmail.com

Das Klima auf der Erde wird durch die Lufthülle, die Atmosphäre bestimmt. Sie bildet mit der Hydrosphäre, der Biosphäre und der Lithosphäre ein System. Veränderungen, die dieses System beeinflussen, führen zu Schwankungen des Klimas und beeinflussen dadurch die Lebensbedingungen auf der Erde. Man unterscheidet *natürliche* Veränderungen und *anthropogene* Effekte, d.h. durch den Menschen hervorgerufene Veränderungen.

Der natürliche Treibhauseffekt.

Für das Klima der Erde verantwortlich ist die Energie der Sonne, die in Form von Strahlung die Erde erreicht und vom Erdboden und der Atmosphäre absorbiert wird. Die aufgenommene Energie strahlt die Erde wieder in den Weltraum ab. Dabei ist die ausgestrahlte Energie gleich der eingestrahnten Energie, sonst würde die Erde ständig wärmer.

Die Strahlung, die die Erdoberfläche aufnimmt, wird von ihr in Form von Wärmestrahlung wieder abgegeben. Die Abgabe in den Weltraum wird allerdings durch einige Luftbestandteile verzögert, z.B. durch Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan und Ozon. Diese Gase sind zwar in der Atmosphäre nur zu einem geringen Anteil vorhanden (Spurengase), sie absorbieren jedoch einen Teil der von der Erde abgegebenen Wärmestrahlung zurückhält. Man nennt daher die zusätzliche Erwärmung der Atmosphäre den Treibhauseffekt. Die danach benannten Treibhausgase sind in unterschiedlichem Maße an dieser Erwärmung beteiligt.

Ohne den natürlichen Treibhauseffekt läge die mittlere Temperatur auf der Erdoberfläche bei ca. -18°C und nicht bei der heute herrschenden mittleren Temperatur von ca. $+15^{\circ}\text{C}$. Der durch den Treibhauseffekt hervorgerufene Temperaturunterschied in der Atmosphäre beträgt also ca. 33°C .

Die eingestrahlte Sonnenenergie wird zu ca. 70% absorbiert, 30% wird unmittelbar in den Weltraum reflektiert. Etwa zur Hälfte tragen Wolken und Schwebeteilchen in der Luft zur Reflexion bei, weiterhin Wüsten sowie Eis- und Wasserflächen.

Der anthropogene Treibhauseffekt.

Gase, die sich auf den Treibhauseffekt auswirken, werden auch durch menschliche Aktivitäten erzeugt. So entstehen z.B. beim Verbrennen von Kohlenstoffverbindungen neben Kohlenstoffdioxid und Wasser auch Stickstoffoxide und andere Gase, die Einfluss auf den Strahlungshaushalt der Erde haben. Seit der Industrialisierung im 19. Jhd. hat die Konzentration der Treibhausgase ständig zugenommen. Der Gehalt an Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre stieg von 0,028% auf 0,039% im Jahr 2012, der Methangehalt stieg sogar auf mehr als das Doppelte. Die mittlere Konzentration des Spurengases Ozon, dessen Bildung u.a. durch Stickstoffoxide gefördert wird, hat sich in der Troposphäre¹ über Europa in den vergangenen 100 Jahren verdreifacht und wächst derzeit auf der Nordhalbkugel jährlich um etwa 1%.

Verantwortlich für die Zunahme der Konzentrationen der Treibhausgase sind zu 50% die Energieerzeugung durch die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas. 20% trägt die Industrie, 30% die Landwirtschaft bei. So erzeugen der Nassreisanbau und die Rinderhaltung das Treibhausgas Methan (ein ausgewachsenes Rind kann bis zu 400l Methan pro Tag

¹ Bis etwa 12km. Diese Schicht enthält fast 80% der gesamten Luftmasse, weil der Luftdruck nach außen geringer wird.

abgeben), auch die Stickstoffdüngung und die Rodung der Tropenwälder haben Einfluss auf den Treibhauseffekt.

Spurengas		Volumenkonzentration		Beitrag zum natürlichen Treibhauseffekt
		vor 1750	2012	
Wasserdampf	H ₂ O	2 bis 3 %	2 bis 3 %	60 %
Kohlenstoffdioxid	CO ₂	0,028 %	0,039 %	26 %
Methan	CH ₄	0,000 07 %	0,000 18 %	3 %
Distickstoffmonoxid	N ₂ O	0,000 027 %	0,000 032 %	4 %
Ozon	O ₃	0,000 002 5 %	0,000 003 4 %	7 %

B4 Spurengase in der Atmosphäre und ihr Beitrag zum Treibhauseffekt

Treibhauseffekt und Kohlenstoffdioxid.

Vor allem der steigende Kohlenstoffdioxidanteil verhindert zunehmend die Wärmeabstrahlung der Erde. In den natürlichen Kreisläufen wird vom Boden und den Ozeanen etwa so viel Kohlenstoffdioxid gebunden wie in die Atmosphäre abgegeben wird. Der Austausch des Kohlenstoffdioxids zwischen Atmosphäre und Biosphäre bzw. dem Oberflächenwasser der Ozeane erfolgt relativ schnell. Er ist verantwortlich für die jährlichen Schwankungen des CO₂-Gehalts der Atmosphäre. Durch Brandrodung von Waldflächen und ihre anschließende landwirtschaftliche Nutzung greift der Mensch in diesen biosphärischen Kreislauf ein; der Kohlenstoffdioxidanteil in der Atmosphäre wird erhöht.

Der Austausch des in Sedimenten (Kalk), Tiefenwasser der Ozeane sowie Kohle, Erdöl und Erdgas gespeicherten Kohlenstoffs erfordert dagegen lange Zeiträume. Auch in diesen Kreislauf greift der Mensch ein, indem er z.B. die gespeicherten Kohlenstoffverbindungen als Brenn- und Treibstoffe nutzt. Durch diese Aktivitäten ist die Emission von Kohlenstoffdioxid etwa 60-mal so groß wie beim natürlichen Austausch.

Kohlenstoffdioxidgehalt und Erwärmung.

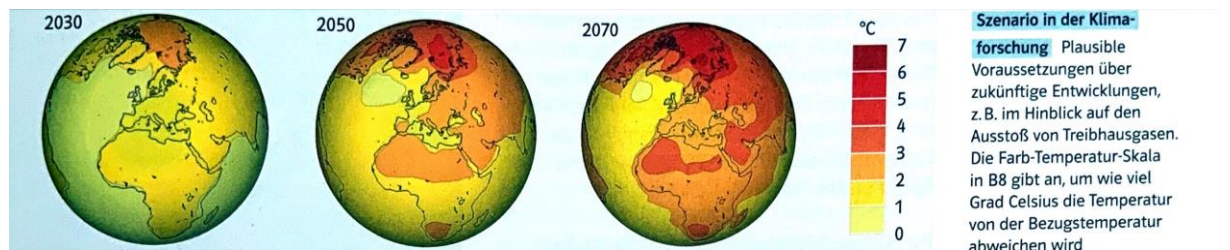
Klimaforscher fanden heraus, dass der größte Teil der in den letzten 50 Jahren beobachteten Erwärmung vom Menschen verursacht wurde. Ohne Maßnahmen zur Reduzierung der Kohlenstoffdioxidemission könnte bereits Mitte des Jahrhunderts eine Verdoppelung der CO₂-Konzentration gegenüber dem vorindustriellen Wert von 0,028 % erreicht werden. Bei einem Anwachsen des CO₂-Gehalts der Atmosphäre auf 0,080 %, der unter diesen Umständen etwa 2100 erreicht sein könnte, wäre ein Anstieg der globalen Mitteltemperatur um 4°C wahrscheinlich.

Die globale Mitteltemperatur wird aus vielen Temperaturmessungen in allen Teilen der Welt berechnet. In Klimastationen misst man die Temperatur in einer Höhe von 2m über dem Boden. In den Ozeanen werden Meeresoberflächentemperaturen bestimmt. Die erhaltenen Werte mittelt man über große Flächen und Zeiträume, die Datensätze von Land und Ozean werden zusammengefasst. Eine Zunahme der globalen Mitteltemperatur bedeutet demnach nicht, dass die Temperatur überall auf der Welt um diesen Wert steigt, es kann vielmehr an einigen Orten wärmer, an anderen dagegen kälter werden.

Auswirkungen auf das Erdklima.

Der Anstieg der globalen Mitteltemperatur durch den anthropogenen Treibhauseffekt kann sich in unterschiedlicher Weise auswirken. Mit Klimamodellen berechnet man mögliche Veränderungen. Die Modelle zeigen, dass durch eine Erhöhung der Temperatur der Atmosphäre die Luftdruckgegensätze größer werden. Man erwartet daher häufigere und stärkere Stürme. In den Ozeanen können Veränderungen der Temperaturverhältnisse den Verlauf der Meeresströmungen beeinflussen. So sagen einige Modelle voraus, dass eine Erwärmung der Atmosphäre über dem Nordatlantik zu einem Abschmelzen des Eises in der Arktis führt. Wenn dann der Salzgehalt des Meerwassers vor Grönland sinkt, würden die Dichteverhältnisse im Nordatlantik verändert. Dies könnte zum Erliegen des Golfstroms führen. Da er das Klima in Europa wesentlich mitgestaltet, würden einschneidende Klimaveränderungen die Folge sein. Ferner würde die Vergrößerung des Meerwasservolumens durch Erwärmung und Schmelzen des in Grönland gebundenen Eises den Meeresspiegel ansteigen lassen und tiefer gelegene Küstenregionen würden versinken. Man vermutet, dass ca. im Jahr 2100 die Arktis im Spätsommer eisfrei ist, wenn die Konzentration der Treibhausgase weiter ansteigt. Die Erwärmung der Nordhalbkugel fiele wegen der größeren Landmassen größer aus als die der Südhalbkugel. Daher nimmt man an, dass in den Monsungebieten Asiens und in den mittleren Breiten der Nordhalbkugel die Niederschläge zunehmen. Zudem könnten sich die Gegensätze zwischen Feucht- und Trockengebieten verstärken, was wiederum zu Dürren und Unwettern führen kann.

In den vergangenen 150 Jahren beobachtet man ein immer schnelleres Ansteigen der globalen Mitteltemperatur. Dies ist nach Aussagen von Klimaforschern nicht mehr nur auf natürliche Klimaschwankungen zurückzuführen. Wenn es zu einer Klimakatastrophe kommt, sind die Menschen mit ihrem Ausstoß klimaschädlicher Gase mitverantwortlich.



Felssturz am Eiger Ursache Gletscherschwund?

Juli 2006. Etwa 500 000 Tonnen Gestein sind im Juli von der Ostflanke des Eigers in den Schweizer Alpen ins Tal gestürzt. Dieses Volumen entspricht ungefähr dem eines 40- bis 50-stöckigen Hochhauses. Man schätzt, dass weitere Abgänge in dieser Größenordnung einige Tage später noch folgen werden. Zum Glück liegen in Reichweite der abstürzenden Felsmassen keine Häuser.

Natürlich kommt es in den Alpen und anderen Gebirgen immer wieder zu Erdrutschen. Bei diesem tippen die Fachleute allerdings auf einen Zusammenhang, der die Sache brisant macht: Man glaubt, dass der Rückzug des unteren Grindelwaldgletschers aufgrund der Klimaerwärmung das Felsmassiv zum Rutschen gebracht hat. Wenn das Eis schmilzt, wird der Druck vom Fels genommen. Das Schmelzwasser dringt außerdem in die Spalten des Felsens ein und macht ihn zusätzlich brüchig. Nach einer Studie der Universität Zürich könnten die Alpen bis zum Ende dieses Jahrhunderts eisfrei sein, wenn die Entwicklung so weitergeht.

Schneeferner-Gletscher verliert täglich 35 Millionen Liter Wasser

August 2006. Vor 150 Jahren bedeckte der Schneeferner-Gletscher auf der Zugspitze noch rund 3 Quadratkilometer Fläche. Inzwischen sind es etwas weniger als 0,3 Quadratkilometer. An jedem heißen Sommertag verliert der Gletscher bis zu 35 Millionen Liter Schmelzwasser. Das entspricht etwa dem Tagesverbrauch der Stadt Augsburg.

Treibhausgas CO₂ auf höchstem Stand

Dezember 2005. Die Analyse eines Eisbohrkerns aus der Antarktis hat ergeben, dass in der Atmosphäre momentan die größte Menge an Kohlenstoffdioxid seit über 650 000 Jahren enthalten ist.

Dieses Ergebnis hat ein internationales Forscherteam in der Wissenschaftszeitschrift „Science“ veröffentlicht. In den Eisbohrkernen findet man zwischen den Eiskristallen eingeschlossen winzige Luftbläschen. Sie stammen aus der Zeit, in der der Schnee gefallen ist und sich daraus das Gletschereis gebildet hat.

Klimawandel: Frühling kommt immer früher!

August 2006. Forscher haben in einer groß angelegten Untersuchung festgestellt, dass der Frühling in Europa während der letzten 30 Jahre sich immer weiter nach vorne verschoben hat. Die Forscher führen das mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auf die Klimaerwärmung durch den Treibhauseffekt zurück.

Ausgewertet worden sind dazu 125 000 Zeitreihen von über 500 Pflanzenarten aus 21 Ländern Europas zwischen 1971 und dem Jahr 2000. Ausgewertet hat man Angaben, wann bestimmte Pflanzen austreiben, wann sie zu blühen beginnen oder wann sich im Herbst die Blätter verfärben.

Das Ergebnis: Der Frühlingsbeginn hat sich jedes Jahrzehnt um rund zweieinhalb Tage nach vorne verschoben. Heute beginnt der Frühling also rund eine Woche früher als vor etwa 30 Jahren.

Lachgas

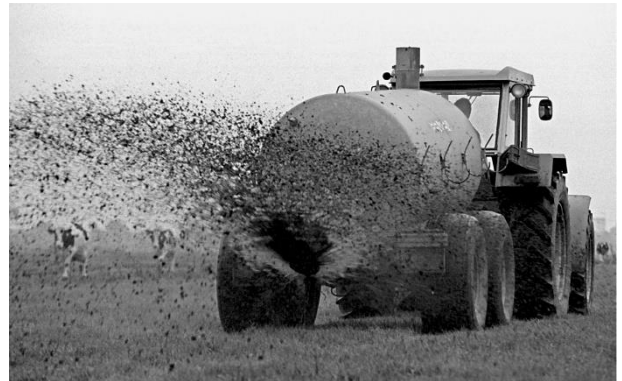
Lachgas (N_2O) ist ein um etwa 300-fach stärkeres Treibhausgas als Kohlenstoffdioxid. Es wird in deutlich geringeren Mengen produziert als Kohlenstoffdioxid, verbleibt allerdings mit etwa 120 Jahren ungefähr ebenso lange in der Atmosphäre wie Kohlenstoffdioxid.

Es wird zu einem großen Teil aus Stickstoffdüngern, die in der Landwirtschaft eingesetzt werden, freigesetzt. Bestimmte Bakterien im Boden wandeln Stickstoffverbindungen im Dünger zu Distickstoffmonoxid um. Da immer mehr Dünger für die ausgelaugten Böden eingesetzt werden müssen, um die Nahrungsproduktion für die Weltbevölkerung zu sichern, steigt damit auch die Lachgasproduktion.

Außerdem steigt die Menge an Lachgas aufgrund der immer größer werdenden Viehhaltung. Die Exkremente der Tiere werden durch Bakterien zersetzt, wobei ebenfalls Lachgas entsteht. Lach-

gas entsteht außerdem bei der Verbrennung fossiler Energieträger beispielsweise beim Autofahren. Durch den Katalysator im Auto wird zwar der Schadstoffausstoß verringert, aber trotzdem gelangen hier Lachgas und andere Schadstoffe in geringen Mengen in die Luft.

Ein weiterer Entstehungsort für Lachgas sind Moore und Sümpfe. In diesen wird durch Bakterien organisches Material zersetzt und es bildet sich neben Kohlenstoffdioxid und Methan auch Lachgas. Auf der Erde gibt es einige Permafrostregionen, die normalerweise immer mit einer Eisschicht bedeckt sind. Aufgrund der heute schon existierenden Erwärmung der Erde tauen diese Permafrostregionen auf und es kommt zur Ausbildung einer neuen Vegetation. Dies trägt zu einer weiteren Produktion von Lachgas bei, da in diesen Gebieten ebenso wie in Mooren und Sümpfen Bakterien organisches Material unter Freisetzung von Treibhausgasen zersetzen. Dadurch entsteht ein Kreislauf der Erwärmung durch weitere Treibhausgase.



Methan

Methan ist ein um 21-fach stärkeres Treibhausgas als Kohlenstoffdioxid. Es wird in deutlich geringeren Mengen produziert als Kohlenstoffdioxid und verbleibt bis zu etwa 15 Jahren in der Atmosphäre. Kohlenstoffdioxid dagegen hat eine Verweildauer von etwa 120 Jahren in der Atmosphäre.

Methan wird auf Mülldeponien, in Faultürmen von Klärwerken, in der Erdgasförderung und bei der Massentierhaltung freigesetzt. Ein Entstehungsherd für Methan ist die immer größere Zahl an Rinderherden für den wachsenden Fleischkonsum. Die Rinder scheiden Methan in großen Mengen aus. Hierbei sind eigentlich Bakterien im Magen der Rinder für die Bildung des Methans verantwortlich. Sie produzieren Methan beim Zersetzen der Nahrung.

Außerdem entsteht Methan in Wäldern, Mooren, Sümpfen und auf den überfluteten Reisfeldern in Asien.

Bestimmte Bakterien erzeugen Methan bei der Zersetzung organischen Materials. Aber auch auf dem heimischen Komposthaufen wird es bei der Verrottung von Biomasse von den im Boden ansässigen Bakterien erzeugt. Verallgemeinert entsteht immer dort Methan, wo Biomasse unter Sauerstoffausschluss (anaerob) von methanogenen Bakterien zersetzt wird.

Methan ist zudem ein beliebter Energieträger. Der fossile Energieträger Erdgas besteht hauptsächlich daraus und wird überwiegend zum Heizen verwendet. Daneben werden damit auch Autos betrieben. Da die Vorkommen der fossilen Energieträger immer weiter abgebaut werden, wurde nach neuen Quellen für Methan gesucht. Dabei fanden Forscher große Vorkommen an festen Methanhydraten auf dem Meeresboden, die möglicherweise die weitere Versorgung an Methan absichern können. Methanhydrat zerfällt bei Erwärmung in Methan und Wasser. Es sind erste Förderversuche für Methanhydrate unternommen worden. Ungewiss ist, ob der Abbau ungefährlich für das Klima ist.



M1 | Strahlung der Sonne

Die elektromagnetische Strahlung der Sonne, die die Erdoberfläche erreicht, umfasst einen Wellenlängenbereich von etwa 300 nm bis 2500 nm. Nur die Strahlung, deren Wellenlängen im Bereich von ca. 380 bis 780 nm liegen, ist mit unseren Augen wahrnehmbar; in diesem Bereich hat die Sonnenstrahlung auch die höchste Intensität. (Weder der kurzwelligere Anteil der Sonnenstrahlung [UV-Strahlung] noch der langwelligere Anteil [Infrarotstrahlung, umgangssprachlich oft auch als Wärmestrahlung bezeichnet] ist für uns sichtbar.)

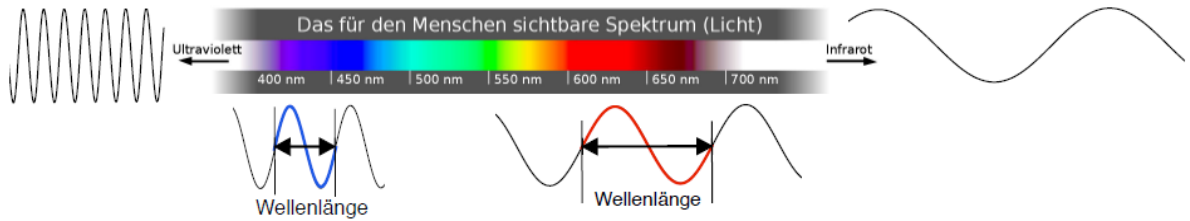


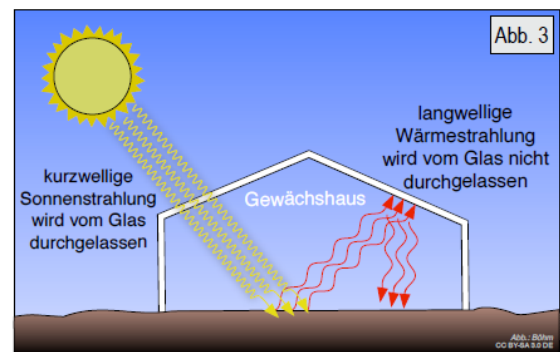
Abb. verändert nach https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electromagnetic_spectrum_de_c.svg; von Horst Frank, CC BY-SA 3.0

M3 | Treibhauseffekt: Wenn Wärmestrahlung nicht entweichen kann

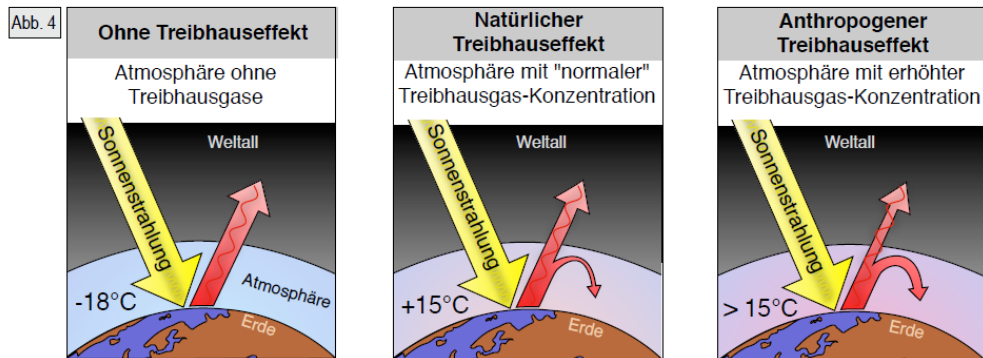
Infrarotstrahlung (IR-Strahlung) ist elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge zwischen 780 nm und 1.000.000 nm. Man unterscheidet im Infraroten drei Bereiche:

- IR A: 780 nm bis 1.400 nm
- IR B: 1.400 nm bis 3.000 nm
- IR C: 3.000 nm bis 1.000.000 nm (=1 mm)

Fensterglas lässt sichtbares Licht und das kurzwelligste IR-Licht durch, nicht jedoch IR-Strahlung von Gegenständen, deren Temperatur im Bereich zwischen 20 und 100°C liegt. Solche Körper senden IR-Strahlung mit einer Wellenlänge zwischen ca. 8000 und 100.000 nm aus.



M4 | Treibhaus Erde: Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt



Die Abbildung zeigt die Intensitäten der Strahlung, die die Erdatmosphäre von der Sonne aus erreicht (gelb), und der Wärme- bzw. Infrarot-Strahlung, die die Erdoberfläche abstrahlt (rot). Beim Durchqueren der Atmosphäre werden sowohl Anteile der Sonnenstrahlung als auch Teile der Wärmestrahlung der Erde von Treibhausgas-Molekülen absorbiert. Exemplarisch ist das Absorptionsvermögen von drei Bestandteilen der Erdatmosphäre dargestellt.

(Abb. leicht verändert nach https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Atmospheric_Transmission_de.png; Autor: Robert A. Rohde für the Global Warming Art Projekt; Lizenz: CC BY-SA 3.0)

