

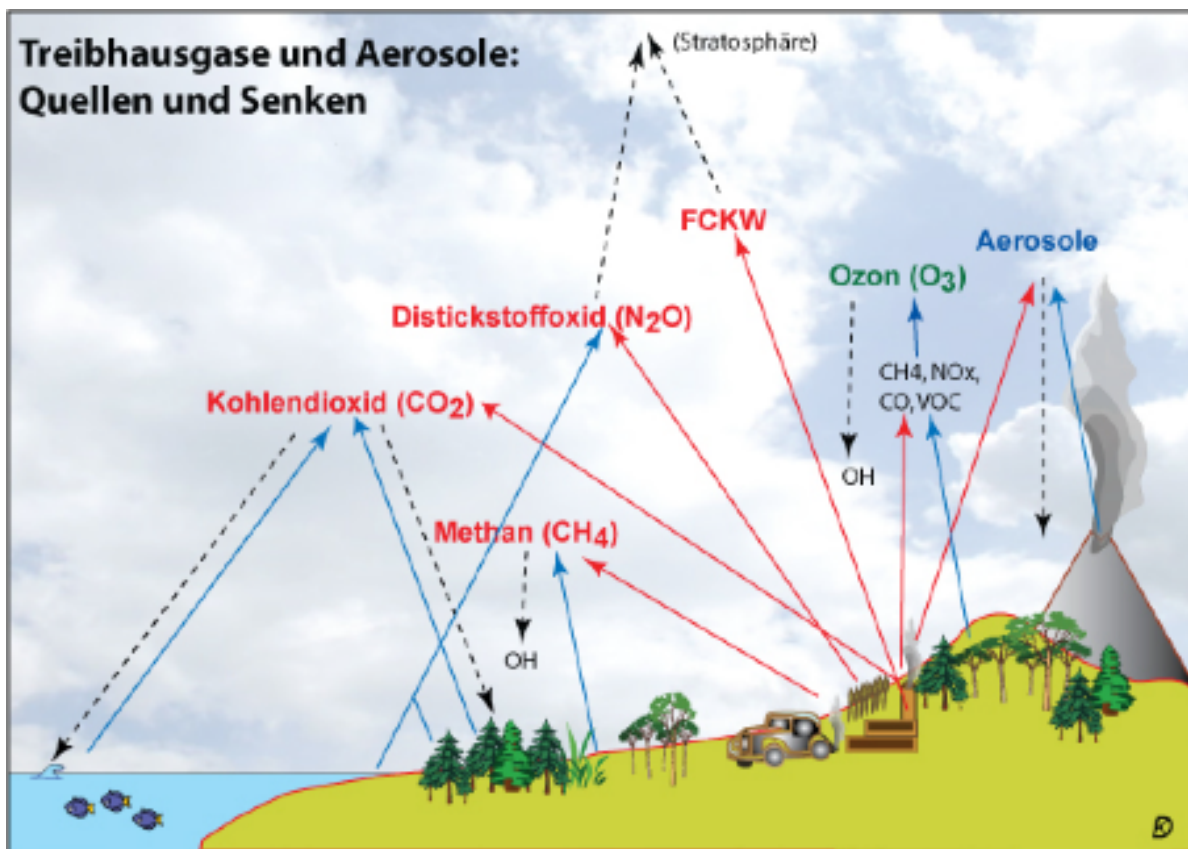
# Grundwissen zum Klimawandel

Alle Inhalte der „Emission Impossible“-Webseite zum Thema „Klimawandel“.

Ohne den natürlichen Treibhauseffekt wäre Leben auf der Erde kaum möglich: Statt einer mittleren Temperatur von +15 °C in Bodennähe wäre es eisige -18 °C kalt. Diesen wärmenden Effekt verdanken wir den Treibhausgasen. Sie sind Bestandteil der Atmosphäre und verhindern, dass die langwellige Wärmestrahlung von der Erdoberfläche ungestört ins All entweicht. Die Strahlung wird teilweise absorbiert und wieder abgegeben. Dieser Vorgang heizt die Erdoberfläche und die untere Luftschicht auf.

Durch seine Aktivitäten erhöht der Mensch die Konzentration der Treibhausgase, allem, voran jene von Kohlendioxid. Das hat zur Folge, dass ein grösserer Anteil der Strahlung absorbiert und wieder auf die Erde zurückgestrahlt wird. Das heizt die Luft in Bodennähe zusätzlich auf. Dieser Vorgang wird anthropogener oder menschengemachter Treibhauseffekt genannt.

Die Störung des natürlichen Gleichgewichts der Atmosphäre verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt und führt zu einer weltweiten Erwärmung. Der Grund für die Zunahme der Treibhausgaskonzentration liegt eindeutig bei uns Menschen. Hauptursache der globalen Erwärmung ist die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas.



Quellen und Senken von Treibhausgasen und Aerosolen. Rote Schrift: anthropogen beeinflusste bzw. erzeugte Treibhausgase, rote Pfeile: anthropogene Quellen; blaue Pfeile: natürliche Quellen; gestrichelte Pfeile: Senken

(Bild: bildungserver.hamburg.de, Dieter Kasang)

## Die Treibhausgase

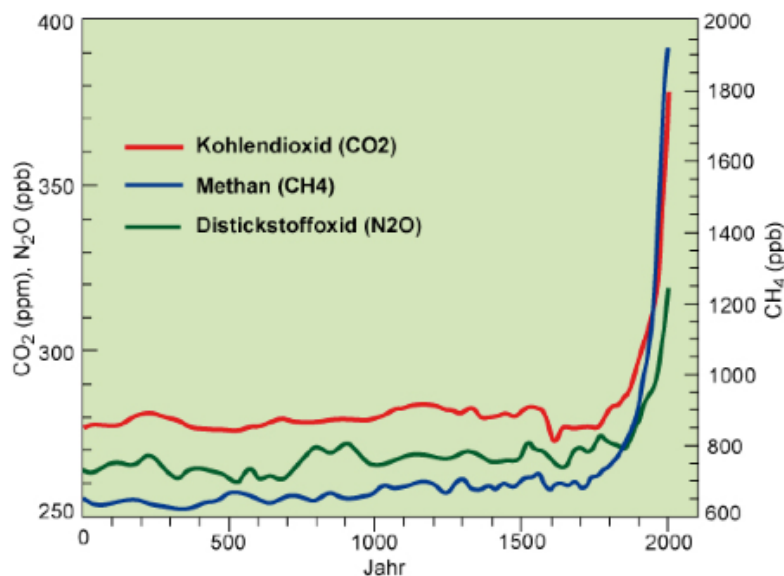
Für den menschengemachten Treibhausgaseffekt sind neben Kohlendioxid eine ganze Reihe weiterer Treibhausgase mitverantwortlich. Sie sind pro Molekül unterschiedlich stark klimawirksam. Um ihre Wirkung vergleichen und zusammenzählen zu können, werden sie in sogenannte CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Dieser Wert gibt an, wie viel eine festgelegte Menge eines Treibhausgases zum Treibhausgaseffekt beiträgt. Als Vergleichswert dient Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>).

### CO<sub>2</sub> – Kohlendioxid

Als Folge der menschlichen Aktivitäten hat sich die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre seit Beginn der Industrialisierung massiv erhöht. CO<sub>2</sub> ist das wichtigste vom Mensch verursachte Treibhausgas und Hauptgrund für die globale Klimaveränderung. Es hat einen Anteil von rund 20 % am natürlichen Treibhauseffekt, am vom Menschen verursachten Treibhauseffekt ist der weltweite anthropogene CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu rund 60 % beteiligt. Die CO<sub>2</sub> Störung ist sehr langlebig: Ein Teil der CO<sub>2</sub> Emissionen bleibt über Jahrhunderte und Jahrtausende in der Atmosphäre. . Es braucht daher eine drastische Reduktion der Emissionen um die CO<sub>2</sub> Konzentration in der Atmosphäre zu stabilisieren.

CO<sub>2</sub> entsteht vor allem bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern wie Erdöl, Erdgas und Kohle. Wir nutzen diese Energie für den Verkehr, zum Heizen, zur Stromerzeugung und in der Industrie. Die Emissionen aus diesen Aktivitäten haben die Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Erdatmosphäre seit Beginn der Industrialisierung von 280 ppm um knapp 40 % auf 400 ppm (Stand 2012) ansteigen lassen. Damit ist die gegenwärtige Konzentration höher als in den letzten 800\_000 Jahren, wahrscheinlich auch höher als in den letzten 20 Mio. Jahren.

### Atmosphärische Konzentration wichtiger Treibhausgase



Die atmosphärische Konzentration wichtiger langlebiger Treibhausgase in den letzten 2000 Jahren. Deutlich erkennbar ist der Anstieg seit Beginn der Industrialisierung (ca. 1750) (Quelle: IPCC 2007, Bild: bildungsserver.hamburg.de)

Seit Beginn der Industrialisierung und vor allem nach dem 2. Weltkrieg ist der Verbrauch der fossilen Energieträger stark angestiegen – Trend weiterhin steigend. Heute werden global über 30 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> Jahr pro Jahr freigesetzt. In der Schweiz macht der Verbrauch von fossilen Treib- und Brennstoffen 80 % der Klimawirkung aus. Ein grosser Teil davon geht auf das Konto des motorisierten Verkehrs.

### CH<sub>4</sub> – Methan

Nach Kohlendioxid ist Methan das zweitwichtigste Treibhausgas. Es trägt weltweit ungefähr 17 % zum anthropogenen Treibhauseffekt bei. Seit Beginn der Industrialisierung wurde eine Zunahme der Methankonzentration in der Atmosphäre um etwa 150 % verzeichnet. Hauptursachen dieses Anstiegs sind unter anderem die zunehmende Nutztierhaltung, bewässerte Reisfelder, die Öl-, Gas- und Kohleförderung sowie Mülldeponien. Von der weltweit anthropogen emittierten Methan-Menge stammen knapp 40 % direkt oder indirekt aus der Viehhaltung. Die Verweildauer in der Atmosphäre ist mit 9 bis 15 Jahren sehr viel kürzer als bei CO<sub>2</sub>.

### *Langlebige anthropogene Treibhausgase, Ozon und Aerosole*

Übersicht über wichtige anthropogene Spurengase					
Spurengas	Konzentration i. d. Atmosphäre		Verweilzeit in Jahren	Treibhauspotential <sup>1</sup>	RF <sup>2</sup> in W/m <sup>2</sup>
	vorindustriell	2005			
CO <sub>2</sub>	280 ppm	385 ppm <sup>3</sup>	30-1000	1	+1,66
CH <sub>4</sub>	730 ppb	1774 ppb	12	25	+0,48
N <sub>2</sub> O	270 ppb	319 ppb	114	298	+0,16
FCKW-12	0	538 ppt	100	5200	+0,34
O <sub>3</sub> (troposph.)	regional unterschiedlich				+0,35
Aerosole	regional unterschiedlich				-0,5
					-0,7

(Quelle: IPCC 2007, Bild: bildungsserver.hamburg.de)

### N<sub>2</sub>O – Lachgas

Dieses Treibhausgas ist mit ungefähr 10 % an der globalen Klimaerwärmung beteiligt. Noch ist die Entstehung von Lachgas unzureichend erforscht. Bekannt ist jedoch, dass bei schweren, überdüngten und feuchten Böden besonders viel N<sub>2</sub>O in die Luft entweicht. Auch der Niederschlag von Ammonium-Stickstoff aus der Luft, der von Gülleverdunstungen herrührt, kann zur Bildung von Lachgas beitragen. Zudem ist Lachgas ein Nebenprodukt bei der Verbrennung fossiler Energieträger und bei der Verbrennung von Biomasse (Brandrodung in den Tropen). Die mittlere atmosphärische Verweilzeit beträgt 114 Jahre.

### PFC UND HFC

Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Halogenierte-Fluorkohlenwasserstoffe (HFC) werden vor allem in der Kältetechnik (Klimaanlagen), zur Herstellung synthetischer Schaumstoffe, als elektrische Isolatoren, bei der Aluminium- und

Halbleiterherstellung, und als Treibgas in Spraydosen verwendet. Insgesamt tragen fluorierte Kohlenwasserstoffe etwa 10 % zur Erderwärmung bei. Einige dieser Stoffe sind bis zu 14.800-fach stärker klimawirksam als Kohlenstoffdioxid. Problematisch sind diese Gase vor allem wegen ihrer langen Verweildauer in der Atmosphäre – sie werden erst nach mehreren hundert bis tausend Jahren abgebaut.

### **Wasserdampf**

Das wichtigste – allerdings nicht vom Menschen verursachte - Treibhausgas ist Wasserdampf. Er trägt etwa 60 % zum natürlichen Treibhauseffekt bei. Der Wasserdampf entstammt zum überwiegenden Teil dem Wasserkreislauf (Ozean – Verdunstung – Niederschlag – Speicherung im Erdreich). Der Mensch beeinflusst den Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre indirekt. Durch die globale Erwärmung der Lufttemperatur nimmt die Verdunstung zu, man spricht dabei von einem Rückkoppelungseffekt.

### **Ozon**

Auch Ozon ist ein klimarelevantes Gas, das vom Menschen nur indirekt beeinflusst wird. Als Treibhausgas von Bedeutung ist die Ozonschicht in der Stratosphäre, nicht zu verwechseln mit dem bodennahen Ozon.

Quellen:

IPCC Klimaänderung 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger

Wikipedia

Hamburger Bildungsserver