

# FAKTEN UND ZUSAMMENHÄNGE ZUM KLIMAWANDEL

Die überwältigende Mehrheit der Wissenschaftler sieht in dem durch den Menschen hervorgerufenen (anthropogenen) Anstieg der Treibhausgase in der Atmosphäre den wesentlichen Grund für die zunehmende Erderwärmung. Der Anstieg der Treibhausgase ist vor allem auf die Nutzung fossiler Brennstoffe (Kohle, Erdöl, Erdgas) zurückzuführen, jedoch spielt auch die Nahrungserzeugung, angetrieben durch die Veränderung von Ernährungsgewohnheiten bei zunehmender Weltbevölkerung eine große Rolle.

Da es in den Medien, speziell im Internet zunehmend falsche, irreführende oder vernebelnde Beiträge von Klima-Leugnern oder Klima-Bagatellisierern gibt, hier eine Darstellung der Wirkmechanismen: So einfach wie möglich – so wissenschaftlich wie nötig.

## **Natürliche Treibhausgase in der Atmosphäre**

- Ohne Treibhausgase in der Erdatmosphäre läge die mittlere Temperatur an der Erdoberfläche bei minus 18 °C. Die Erde wäre von einem dicken Eispanzer überzogen.
- Treibhausgase wirken ähnlich wie ein Glashaus oder Folienbeet: Die Atmosphäre lässt das Sonnenlicht (aus dem sichtbaren und ultravioletten Bereich) gut zur Erdoberfläche durch und erwärmt die Erde, welche dadurch Infrarotstrahlung abgibt. Die Erdatmosphäre bewirkt, dass diese nicht vollständig in das Weltall abstrahlt, sondern als Zusatzstrahlung teilweise wieder zur Erdoberfläche gelangt. Man spricht vom Treibhauseffekt.
- Die natürlichen Treibhausgase sind hauptsächlich dafür verantwortlich, dass die mittlere Temperatur an der Erdoberfläche im Mittel rund 33 °C höher lag (also bei plus 15 °C) als die oben genannten minus 18 °C
- Das wichtigste Treibhausgas, das für unser angenehmes Klima sorgt, ist der Wasserdampf, der zum Glück auf natürliche Weise in großer Menge vorhanden ist.
- Dann kommt mit großem Abstand das ebenfalls natürlich vorkommende Kohlendioxid CO<sub>2</sub>.

## **Anthropogene Treibhausgase in der Atmosphäre**

- Neben den natürlichen Treibhausgasen gibt es solche, die durch den Menschen verursacht werden, also anthropogen sind. Ihr Anteil steigt seit Mitte des 19. Jahrhunderts, von kleinen Schwankungen abgesehen, immer stärker an. Der Treibhauseffekt nimmt mit der zunehmenden Konzentration der Treibhausgase zu. Die mittlere Temperatur an der Erdoberfläche erhöhte sich seit Mitte des 19. Jahrhunderts um ca. 1 °C.
- Klimaforscher schreiben dem anthropogenen CO<sub>2</sub> einen Anteil von 50% bis 60% der Klimawirksamkeit aller anthropogenen Klimagase zu.
- Methan CH<sub>4</sub> und die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) haben dabei zusammen einen Anteil von rund 35%, alle weiteren anthropogenen Klimagase zusammen einen Anteil von rund 10% der anthropogenen Klimawirksamkeit.

- Wichtige Ursachen von Methan sind die ausufernde Nutztier-, vor allem der Rinderhaltung, der Nassreisenanbau, das Auftauen von Permafrostböden als Folge der Erderwärmung, Lecks in Erdgasleitungen, Gasaustritt bei der Erdölförderung. Methan ist ein reaktives Gas, d.h. es baut sich in der Atmosphäre wieder ab und reichert sich deshalb im Gegensatz zu CO<sub>2</sub> nicht kontinuierlich an.
- Die FCKWs sind äußerst langlebig und reichern sich in der Atmosphäre an. Der Einsatz vieler FCKWs oder ähnlicher Stoffe wurde nach dem Montrealer Protokoll weltweit verboten. Deren Ersatz bilden in vielen Fällen sog. Halone, die ebenfalls besonders klimawirksam sind.

## CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre

- In den letzten ca. 800 000 Jahren schwankte der CO<sub>2</sub>-Gehalt durch diverse einander beeinflussende Mechanismen zwischen knapp 200 ppm und 300 ppm (ppm bedeutet parts per million, also Moleküle bezogen auf 1 Million Luftmoleküle oder einfacher: 100 ppm entsprechen 0,1 Promille).
- Vor Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert und der exzessiven Nutzung der fossilen Brennstoffe lag der Wert bei ca. 270 ppm.
- Seit ca. 1850 stieg der CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre auf über 400 ppm; als Rekord wurden 2019 im Mai 415 ppm gemessen.

## Der Wirkmechanismus der Klimagase

- Um den Wirkmechanismus der Klimagase zu verstehen, ist etwas Physik nötig. Im Gegensatz zu den Sauerstoffmolekülen O<sub>2</sub> oder Stickstoffmolekülen N<sub>2</sub> sind CO<sub>2</sub>-Moleküle oder Methan-Moleküle CH<sub>4</sub> kleine elektrische Dipole, vergleichbar mit Miniantennen. Diese können durch elektromagnetische Strahlung angeregt werden, wenn sie die passende Resonanzfrequenz besitzen. Das ist bei CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> und der von der Erde abgegebenen Infrarotstrahlung der Fall. Die angeregten Moleküle beginnen ihrerseits Infrarot abzustrahlen, jedoch in alle Richtungen und damit auch zurück zur Erde. Dies führt zu der oben erwähnten Zusatzstrahlung.
- Die derzeitige Aufheizung beträgt wie bereits erwähnt ca. 1 °C. Mit dem Pariser Klimaabkommen von 2015, dem sich 197 Staaten angeschlossen haben (die USA hat ihren Austritt für 2020 angekündigt), soll erreicht werden, dass die Aufheizung auf weniger als 2 °C, möglichst nur 1,5 °C begrenzt wird.
- Diese 1,5 bzw. 2 °C-Grenzen wurden gewählt, damit das Risiko des Erreichens sogenannter Kippunkte des Erdsystems minimiert wird. Bei diesen Kippunkten würde das Erdklimasystem durch geringe äußere Einflüsse in fundamental andere Zustände versetzt werden, die für Jahrtausende unumkehrbar wären. Beispiele sind das Abschmelzen des Grönlandeises oder die grundlegende Änderung von Meeresströmungen. Dieses Risiko ist nach Ansicht vieler Wissenschaftler ab ca. 1,5 °C Aufheizung gegeben und steigt mit zunehmenden Temperaturen weiter an. Zudem sind die Schäden auch ohne Überschreiten von Kippunkten bei 2 °C Erwärmung deutlich größer als bei 1,5 °C.
- Bei „Business as usual“, also ohne ein Umsteuern in Energiewirtschaft und Klimapolitik, sagen wissenschaftlich fundierte Rechenmodelle und Szenarien einen Temperaturanstieg von bis zu 5 °C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts voraus.
- Wichtig für das Verständnis des Klimawandels ist es, den Unterschied zwischen Wetter und Klima klar zu erfassen. Das Wetter ändert sich ständig; zur Erfassung von Klimaveränderungen sind min-

destens drei Jahrzehnte erforderlich. Es besteht jedoch ein Zusammenhang zwischen Klima und Wetter: Mit zunehmender Aufheizung wird die Häufigkeit von extremen Wetterereignissen (Starkregen, Wirbelstürme, extreme Trockenheit) größer.

## **Der CO2-Fußabdruck**

- In Deutschland verursacht jeder Mensch im Durchschnitt etwa 10 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr, rund zehnmal so viel wie ein Subsahara-Afrikaner. Je nach Klimaziel sehen Wissenschaftler einen Wert von ca. 2,5 Tonnen pro Person und Jahr für die gesamte Erdbevölkerung noch als klimaverträglich an.
- In Deutschland mit ca. 1% der Weltbevölkerung entsteht derzeit ca. 2% des anthropogenen CO<sub>2</sub>. In der Zeit von 1918 bis 2012 hatte Deutschland einen Anteil von 5,6% am gesamten globalen CO<sub>2</sub>-Ausstoß.
- Weltweit sind die Industrie und Landwirtschaft für ca. 37% der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich, der Verkehr für ca. 23%, Dienstleistungen für ca. 11%, die Haushalte für 12%. Die restlichen 17% verteilen sich auf andere Bereiche.
- Besonders klimaschädlich sind Flugreisen. So verursacht ein Hin- und Rückflug von Deutschland nach Australien in kurzer Zeit ca. 10 Tonnen CO<sub>2</sub> und zwar pro Person. Der zugleich in den großen Flughöhen erzeugte Wasserdampf und andere Abgase aus den Triebwerken erhöhen die Klimawirksamkeit auf das Drei-bis Fünffache abhängig von den begleitenden Umständen (z. B. Flughöhe, Temperatur).

## **Fazit:**

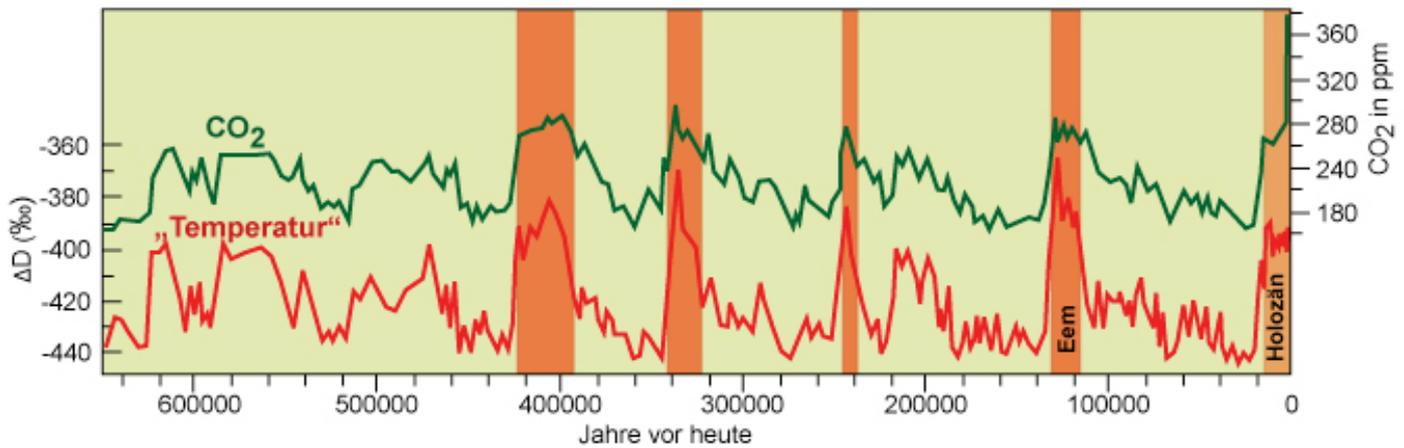
Die genannte Problematik lässt sich nur global lösen. Hier ist in erster Linie die Politik gefragt. Europa, Deutschland, Bayern, die eigene Kommune kann maßgeblich zur Lösung beitragen: Durch Vorgaben, Gesetze und Steuern (die wirklich steuern), durch Erklären der Zusammenhänge, durch Vorbild. Aber es ist auch die Verantwortung jedes Einzelnen.

Ausgeschlossen erscheint eine Problemlösung als eine rein technische Angelegenheit. Ohne eine Verhaltensänderung der Erdbevölkerung (vor allem in den Ländern, die für die menschengemachten Klimagase hauptverantwortlich sind) wird es nicht gehen, auch nicht mit einer mutlosen Politik, die davor zurückschreckt, den Bürgern zu sagen, was Sache ist.

Wichtig ist es, sich vor Augen zu führen, dass das Klima- und Wettergeschehen unbeirrbar Naturgesetzen folgt. Im Grunde ist es einfach Physik in Aktion. Deshalb kann die Natur prinzipiell keinerlei Kompromisse mit uns Menschen eingehen.

Mit anderen Worten: Ein Naturgesetz ist kein Standpunkt unter mehreren anderen. Es ist nicht verhandelbar.

Buchempfehlung: David Nelles & Christian Serrer, Kleine Gase – Große Wirkung, Der Klimawandel kurz, anschaulich, verständlich, ISBN: 978-3-9819-6500-1



Quelle: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:CO2\\_640000.jpg](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:CO2_640000.jpg)

## Tabelle der wichtigsten Treibhausgase

Die Wirksamkeit der Treibhausgase wird in Relation zu CO<sub>2</sub>, dem mengenmäßig bedeutendsten Treibhausgas, angegeben.

Treibhausgas	Quelle	Wirksamkeit in Relation zu CO <sub>2</sub>	Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas in Verkehr und Industrie) und von Biomasse (Wald-/Brandrodung), Zementproduktion	1	50 - 60% (zusammen mit einem kleinen Anteil Kohlenmonoxid)
Kohlenmonoxid (CO)*	Verbrennung fossiler Energieträger und von Biomasse (Regenwald, Savanne)	1	50 - 60% (zusammen mit Kohlendioxid)
Methan (CH <sub>4</sub> )	Reisanbau, Viehzucht, Mülldeponien, Kohlebergbau (Grubengas), Erdgas- und Erdölproduktion	21	15 - 20%
Distickstoffoxid (N <sub>2</sub> O)	Stickstoffdünger in der Landwirtschaft, Verbrennung von Biomasse	310	5%
Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW)	Treibgase in Spraydosen, Kühlgase in Kühlmitteln, Füllgase in Schaumstoffen	14000 - 17000	17%
Ozon (O <sub>3</sub> )	Verbrennung fossiler Energieträger durch Verkehrsmittel	2000	7%

Die wichtigsten Treibhausgase: Quelle, Wirksamkeit und Anteil  
Quelle: UNFCCC, WRI

\*Kohlenmonoxid (CO) ist ein indirekt wirkendes Treibhausgas, weil es über OH die Menge an CH<sub>4</sub> (Methan) und O<sub>3</sub> (Ozon) steuert.

Quelle: [https://www.umweltbildung.at/cms/praxisdb/dateien/75\\_thdown.pdf](https://www.umweltbildung.at/cms/praxisdb/dateien/75_thdown.pdf)