

CO₂ und Klima

Fakten – Zusammenhänge - Bewertungen

1. Was ist CO₂?

Kohlenstoffdioxid ist ein farbloses, geruchloses, nicht brennbares Gas, dessen Moleküle sich aus je einem Atom Kohlenstoff und zwei Atomen Sauerstoff zusammensetzen.

2. Wo kommt das Gas vor?

In der Atmosphäre (0,04 %), in den Ozeanen gelöst, in Gesteinen gebunden, v.a. Kalk und Dolomit, im Erdinneren, in der ausgeatmeten Luft (4 %) sowie im Blut, in allen kohlenstoffhaltigen Getränken, Backpulver etc.

3. Welche Bedeutung hat das Gas?

Es ist die Schlüsselverbindung im Kohlenstoffkreislauf der Natur. Durch Assimilation wird es zusammen mit Wasser von Pflanzen mit Hilfe der Sonnenenergie bei der Photosynthese in energiereichere Kohlenhydrate überführt, wobei Sauerstoff frei wird. Die Kohlenhydrate werden von tierischen und menschlichen Organismen zur Energiegewinnung und für den Stoffwechsel benötigt und durch Atmung wieder an die Außenluft abgegeben. Ein Mensch gibt täglich ca. 700 g (350 l) CO₂ ab.

4. Ist das Gas gefährlich?

Der Mensch erträgt auch bei stundenlanger Einatmung bis zu 2,5 % in der Atemluft ohne Schädigung. Anteile von 8-10 % führen zu Blutdruckanstieg, Schwindel und Kopfschmerzen, über 10 % führen zu Bewusstlosigkeit. Vorsicht ist in Gärtilos und in Gärkellern geboten, da sich das schwere Gas auf dem Boden anreichert und zum Erstickungstod führen kann. Mit einer Kerzenflamme kann man testen, ob noch genügend Sauerstoff vorhanden ist. Das Gas erstickt eine Flamme und wird u.a. zum Feuerlöschen in CO₂ – Löschern verwendet.

5. Wo entsteht das Gas außer bei der Atmung?

Bei allen Verwesungs- und Verbrennungsvorgängen von organischem Material (Holz, Benzin, Heizöl, Kerosin, Dieselöl, Erdgas, Kohle etc.) entsteht CO₂.

6. Wie kommt es, dass alle Welt von CO₂ spricht, obwohl der Anteil dieses Gases in der Atmosphäre nahezu verschwindend klein ist?

Unsere Lufthülle besteht im Wesentlichen aus folgenden Gasen: Stickstoff (78 %), Sauerstoff (21 %), Edelgase (0,9 %), Kohlenstoffdioxid (0,04 %). Hinzu kommt noch Wasserdampf, je nach Luftfeuchte. Ohne diese Lufthülle wäre unser Planet unbewohnbar, da ähnliche Temperaturverhältnisse wie auf dem Mond herrschen würden. Die Atmosphäre sorgt für behagliche Temperaturen, da die Sonnenstrahlen, die vom Erdboden und der Atmosphäre absorbiert werden, nur zum Teil wieder in den Weltraum abstrahlen. Dafür sind einige Luftbestandteile verantwortlich, die einen Teil der von der Erde abgegebenen Wärmestrahlung zurückhalten. Die Atmosphäre ist also wärmer, als sie ohne diese Gase wäre, sie wirkt sozusagen ähnlich wie ein Glasdach eines Treibhauses. Ohne diesen natürlichen Effekt läge die mittlere Temperatur auf der Erdoberfläche bei ca. -18°C und nicht bei den heute herrschenden mittleren Temperaturen von $+15^{\circ}\text{C}$. Dieser natürliche Treibhauseffekt beträgt also 33 Grad. Dazu trägt der Anteil des Wasserdampfes 60 %, der Anteil des CO_2 26 % bei.

Seit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert hat die Konzentration von CO_2 und anderer Treibhausgasen ständig zugenommen. Verantwortlich dafür sind Energieerzeugung, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft sowie Rodung von Tropenwäldern. Seit 1750 ist der Anteil des Kohlenstoffdioxids in der Luft von 0,028 % auf 0,04 % gestiegen. Gleichzeitig wurde ein Anstieg der mittleren Erdtemperatur um $0,8^{\circ}\text{C}$ gemessen. Nun vertreten Klimatologen die These, dass ein weiterer Anstieg der CO_2 – Konzentration in der Atmosphäre zu starken klimatischen Veränderungen führen werde. Um eine Katastrophe abzuwenden, müssten weitere Emissionen des Gases so weit wie möglich reduziert werden.

7. Welchen Anteil hat der Mensch an diesem Treibhauseffekt?

Bei dieser Frage herrscht Uneinigkeit unter den Wissenschaftlern. Prof. Stefan Rahmstorf, Deutsches Institut für Klimafolgenforschung in Potsdam und Mitautor wichtiger Klimaberichte des IPCC¹, vertritt die These, dass der Mensch allein verantwortlich sei (100 % anthropogen), andere (z. B. Prof. Mojib Latif, Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung an der Universität Kiel) vertreten die 50 %- These, d. h., die restlichen 50 % seien natürlichen Ursprungs. Wiederum andere Forscher (z.B. Prof. Richard Lindzen, Massachusetts Institute of Technology, und Prof. Nir Shaviv, University of Jerusalem) kommen zu dem Schluss, dass der Mensch keinen bzw. fast keinen Einfluss auf die Erderwärmung habe. Wer hat nun Recht?

Beweise für die 100 %-These gibt es nicht, sie könnte sich auch als falsch erweisen. Betrachtet man nämlich die Temperaturverläufe und Konzentrationsverläufe von CO_2 über geologische Zeiträume, gibt es gewaltige Erhöhungen des CO_2 (bis zum Faktor 10), jedoch keine gleichzeitigen Temperaturerhöhungen. Kritiker der IPCC-These führen an, dass bei den Modellrechnungen die Sonnenaktivität, die Pazifische Dekadische Oszillation sowie die Millenniumszyklen von Bond und Wegener nicht mit berücksichtigt worden seien. Die Physiker des IPCC würden ihre Thesen auf die Daten eines zu kleinen Zeitraumes seit 1850 (Ende einer Kaltzeit) stützen und dadurch zu falschen Ergebnissen gelangen. In der Tat ist es Konsens, dass eine Verdoppelung der CO_2 – Konzentration in der Atmosphäre lediglich zu einem Anstieg um 1°C führen werde, jedoch ist man sich uneins darüber, wieviel Grad der damit verbundene Anstieg der Wasserdampfkonzentration in der Atmosphäre zusätzlich bewirken könnte; hier

variieren die Hochrechnungen zwischen 1 und 3° C. Dieses komplexe Thema wird kontrovers und teilweise verbissen unter Wissenschaftlern diskutiert.

Fazit: Es scheint keinen eindeutigen wissenschaftlichen Beweis zu geben, aber auch keinen Gegenbeweis. Vieles spricht für die Annahme, dass der anthropogene Anteil an dem bislang gemessenen Temperaturanstieg 50 % (0,4° C) beträgt und dieser durch die Zunahme des vom Menschen erzeugten CO₂ verursacht wurde.

8. Welche Mengen von CO₂ wurden von wem und in welchem Zeitraum emittiert?

2000 betragen die CO₂-Emission weltweit 24.500 Mt, deutschlandweit 900 Mt.²
2017 betragen die CO₂-Emissionen weltweit 37.100 Mt, deutschlandweit 798 Mt.
Einem weltweiten Anstieg von 12.600 Mt (+51 %) steht also eine Einsparung in Deutschland von 102 Mt (-0,4 % der Weltproduktion) entgegen.

Jeder Erdenbürger emittiert im Durchschnitt 4,8 t CO₂ pro Jahr, jeder Deutsche 9,7 t CO₂ pro Jahr.

9. Wie werden sich die CO₂ – Emissionen voraussichtlich entwickeln?

Die Kurve wird weiter ansteigen, bedingt durch großen Nachholbedarf bei der Industrialisierung der Schwellenländer und der Entwicklungsländer. Darüber hinaus wird die Weltbevölkerung von z.Zt. 7,7 Mrd. auf 8,5 Mrd. in den nächsten 10 Jahren wachsen. Seit 1850 hat sich die Bevölkerung der Erde fast verfünffacht, sie steigt alle 15 Jahre um ca. 1 Mrd. an. Diese Menschen werden Nahrung und Energie benötigen, also CO₂ emittieren.

10. Welchen Beitrag zur Reduktion hat Deutschland bislang geleistet seit der „Energiewende“?

Von 2009 bis 2018 hat D seine Emissionen nur minimal reduziert, obwohl 2018 bereits 38 % des Stromes aus erneuerbaren Quellen stammten. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass die fossilen Brennstoffe Kohle, Erdöl und Erdgas weiterhin den Großteil der Energieversorgung tragen. Da Wind und Sonne keine Konstanten sind, muss die Grundlast der Stromerzeugung nämlich von konventionellen Kraftwerken getragen werden. Die nicht-fossilen Energieträger Kernkraft und die Erneuerbaren zusammen haben ihren Anteil in den letzten 10 Jahren nicht verändert. Der Anstieg bei den Energieträgern Wind und Sonne musste die wegfallende Kernenergie teilweise ersetzen.

11. Warum nimmt die CO₂ – Emission Deutschlands dennoch nicht merklich ab?

Gewisse Bereiche des Verkehrs, v.a. der Sektor Luftverkehr, ist stark expansiv; allein der Frankfurter Flughafen will in den nächsten Jahren seine Passagierzahlen von z.Zt. jährlich 65 Millionen Passagieren um weitere 25 Millionen Passagiere steigern. Dies

wird vermutlich zu weiteren 50 Millionen t CO₂ pro Jahr führen (Pro Flugkilometer und Passagier werden 0,2 kg CO₂ erzeugt). Bei 4000 km Entfernung werden also pro Fluggast 1,6 t CO₂ für Hin- und Rückflug emittiert. Deutschlandweit sind z.Zt. 222 Millionen Fluggäste pro Jahr abzufertigen. Lkw-Verkehr sowie Schiffsverkehr werden ebenfalls weiter zunehmen.

12. Kann die Elektromobilität zur CO₂-Reduktion einen Beitrag leisten?

Nein, es ist eher das Gegenteil zu befürchten. Begründung:

- Die Produktion der Lithium-Ionen-Akkus benötigt nicht nur große Mengen an Rohstoffen, sondern erzeugt auch viel CO₂, allerdings häufig an einem anderen Ort der Erde, so dass es für die deutsche Bilanz nicht zählt (für das Weltklima ist es jedoch irrelevant, wo das Gas entsteht).
- Der für den Betrieb benötigte Strom wird in Deutschland zu etwa zwei Dritteln von fossilen Energieträgern produziert, d.h. für eine kWh werden 530 g CO₂ freigesetzt.
- Elektrofahrzeuge sind erheblich schwerer als baugleiche Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, verbrauchen also noch mehr Energie.
- Bis ein Fahrzeug mit Elektroantrieb klimafreundlicher wird als z.B. ein Dieselfahrzeug der gleichen Klasse, muss es zwischen 50.000 km und 580.000 km³ Laufleistung erbringen, in den ersten Betriebsjahren bewirkt es eine höhere Klimabelastung.
- Der Strombedarf wird bei zunehmender Elektromobilität ansteigen. Dieser kann nicht durch erneuerbare Energien gedeckt werden.

13. Könnte der Wasserstoffantrieb oder die Nutzung von Brennstoffzellen in Fahrzeugen für das Klima nützlich sein?

In Deutschland bei den derzeitigen Bedingungen nicht, aber im Staatenverbund mit südlichen Ländern sehr wohl. Begründung:

Wasserstoff ist ein vorzüglicher Energieträger, der bei seiner Verbrennung nur Wasserdampf emittiert. Auch ist der Rohstoff Wasser, aus dem dieses Gas erzeugt wird, unendlich, jedoch gibt es einen Pferdefuß: Die Gewinnung von Wasserstoff durch Elektrolyse sowie die Kühlung, die Kompression sowie der Transport des Gases benötigen sehr viel Energie, die z.Zt. nur durch fossile Energieträger bereitgestellt werden kann, was zu einem weiteren Anstieg der CO₂-Emissionen führt. Die Wasserstoff-Technologie hätte man in den letzten 50 Jahren forcieren sollen: Elektrolyse im sonnenverwöhnten Mittelmeerraum, z. B. in Nordafrika, dann Transport des Wasserstoffs über Pipelines nach Mitteleuropa. Diese Option bleibt noch offen; hier ist in erster Linie eine kluge Politik erforderlich.

14. Kann die Windenergie überhaupt einen nennenswerten Beitrag zum Klimaschutz leisten?

In Deutschland im Landesinneren eher nicht. Begründung:

Bei der Beantwortung dieser Frage muss man den gesamten Energiesektor betrachten. Der Anteil der Windenergie am Primärenergieverbrauch beträgt in D 3,1 %, in Hessen 1,3 %.⁴ In Hessen sind bereits ca. 1.000 Windkraftanlagen installiert, in Deutschland ca. 30.000. Eine Verdoppelung oder Verdreifachung wird sofort wieder durch Mehrbedarf (z.B. durch zunehmenden Flugverkehr) aufgezehrt. Außerdem soll der Windkraftausbau die noch abzuschaltenden Kernreaktoren ersetzen, was zum Klimaschutz nicht beiträgt, da die Kerntechnik CO₂ – neutral ist.

Neueste Forschungen zur Auswirkung von Onshore-Windparks in den USA haben ergeben, dass Windkraftanlagen für eine Umwälzung der Temperaturschichten sorgen und die Erdtemperatur erhöhen, d.h. klimaschädlich sind.⁵

15. Welche Maßnahmen könnten wesentlich effektiver bzw. überhaupt zum Klimaschutz beitragen? Denkbar wäre ein Bündel von Maßnahmen weltweit:

- Stopp des Wachstums der Weltbevölkerung als wirkungsmächtigste Maßnahme
- Nutzung der natürlichen Energie: An vielen Orten der Erde gibt es genügend Sonne; dort müsste man entsprechende Solaranlagen, Elektrolyseanlagen und Speicher bauen, Energieverbünde herstellen. Das Geld wäre viel effizienter angelegt als in teuren Energieprojekten im sonnenarmen und windarmen Deutschland.
- Bau von Energiespeicheranlagen hierzulande, um Energieangebot und –nachfrage anzugleichen.
- Erdgas als Energieträger ist der Kohle und dem Erdöl überlegen nahezu in allen Bereichen sinnvoll einsetzbar und umweltschonend.
- Energieeinsparung in vielen Bereichen: Tourismus, Konsum, Ernährung, Rohstoff-Ressourcen-Schonung, Mobilität usw., kurz: Änderung von Lebensgewohnheiten
- Forschung und Entwicklung innovativer Technik

Quellen:

1. IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (United Nations)
2. Daten des Umweltbundesamtes sowie der Global Carbon Project Statista 2019
3. ADAC Motorwelt 4/2018 und ADAC Motorwelt 10/2019, basierend auf Berechnungen und Studien der Universität Heidelberg
4. Energiewende in Hessen, Monitoringbericht 2018, herausgegeben von der hessischen Landesregierung, S. 26, 27, 28 und 29
Anmerkung: Für die Stromerzeugung hat die Windenergie in Hessen einen Anteil von 44 %. Diese Zahl wird häufig von Politikern und Windkraftprojektierern bemüht. Sie spiegelt den tatsächlichen Beitrag zur Gesamtenergiegewinnung keineswegs wider, ist daher irreführend.
5. Lee Miller und David Keith, „Climatic impacts of wind power“, Harvard University 2018: Erforschung der Auswirkung von Onshore-Windparks in den USA

Verantwortlich: Hans-Georg Klingelhöfer, 28.10.2019