

Mach dich frei - vom CO_{zwei}

Klima, Klima, Klima. Keine Nachrichten und kein Tag vergehen, ohne ständig an das Thema Klima und CO₂ erinnert zu werden. CO₂ steht für Kohlenstoffdioxid oder kurz Kohlendioxid, wie CO₂ oft umgangssprachlich genannt wird.

Kohlenstoff kommt in der Natur sowohl rein als auch chemisch gebunden in unterschiedlichsten Formen vor. Kohlenstoffverbindungen bilden die molekulare Grundlage allen irdischen Lebens und sind von elementarer Bedeutung für industrielle Prozesse, in der organischen Chemie aber vor allem auch in der Biologie.

Ähnlich wie dem Wasserkreislauf kommt dem natürlichen Kohlenstoffkreislauf ebenfalls eine lebenswichtige Funktion zu. Ohne den Kohlenstoffkreislauf gäbe es kein Leben auf der Erde, zumindest keines, wie wir es kennen.

Eine sehr begehrte Form von reinem Kohlenstoff ist der Diamant. Er besteht aus einem dreidimensionalen Gitter von Kohlenstoffatomen, ist sehr hart, transparent und wird oft für Schmuck aber auch in der Industrie verwendet. Graphit ist eine weitere reine Form von Kohlenstoff. Er besteht aus mehreren Schichten von Kohlenstoffatomen, die hexagonal angeordnet sind.

Der meiste Kohlenstoff liegt aber in Verbindungen vor, oft mit Wasserstoff als Bindungspartner. Diese Stoffe werden als Kohlenwasserstoffe bezeichnet. Die bekanntesten Kohlenwasserstoffe sind die fossilen Brennstoffe Erdöl und Erdgas. Erdöl besteht aus langen unterschiedlichen Kohlenwasserstoffketten, während Erdgas hauptsächlich aus Methan (CH₄) besteht.

Die diversen Kohlearten (z. B. Steinkohle, Braunkohle) sind weitere Beispiele von kohlenstoffhaltigen Verbindungen. Kohle entsteht in einem mehrere Millionen Jahre dauernden Umwandlungsprozess aus abgestorbenem Pflanzenmaterial.

In vielen organischen Verbindungen liegt Kohlenstoff und Sauerstoff gebunden vor, wie z. B. in den Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen, welche grundlegende Bausteine für das Leben darstellen.

Kohlenstoffdioxid (CO₂) entsteht sowohl als Endprodukt bei der thermischen Nutzung (Verbrennung) als auch bei der stofflichen Nutzung. Darüber hinaus entsteht es bei der Verbrennung der Nahrung im Rahmen des Stoffwechsels.

CO₂ ist ein Spurengas, welches in der Atmosphäre nur zu einem sehr geringen Anteil von ca. 0,04 % (Vol.) vorkommt. Trotz seines äußerst geringen Anteils in der Atmosphäre wird in den einschlägigen Narrativen dem CO₂ eine Schlüsselfunktion zugeordnet: Es soll fast allein für den in den letzten Jahren beobachteten atmosphärischen Temperaturanstieg verantwortlich sein.

Beweise auf wissenschaftlicher Basis für diese „Schuldzuweisung“ sind nicht vorhanden¹, es reicht die Vermutung und der Glaube. Grund genug, um sich mit diesem Glauben detailliert auf physikalischer Basis auseinanderzusetzen.

¹ <https://journalijecc.com/index.php/IJECC/article/view/4124>, (18.04.2024), Andrej Pustišek, Hochschule für Technik, Stuttgart, - CO₂ and Climate Change: Unveiling the Missing Experimental Evidence

Über lange Zeiten galt der globale (natürliche) Kreislauf von Kohlenstoff als ausgeglichen: Das natürlich pro Jahr in die Atmosphäre freigesetzte Kohlenstoffdioxid CO_2 wurde von der Natur auch wieder aufgenommen. Zumindest wird das allgemein als normal vorausgesetzt und dieser vorindustrielle Wert von 280 ppm als Bezugswert für den Kohlenstoffgehalt in der Atmosphäre angesetzt.

Bei zahlenmäßigen Vergleichen ist zu beachten, dass bei Mengen von CO_2 oft auch nur der reine Kohlenstoffgehalt angegeben wird. Der vorindustrielle Wert von 280 ppm entspricht rund 600 Gigatonnen (Gt) an Kohlenstoff bzw. 2.200 Gt an CO_2 . Heute liegt dieser Wert bei rund 900 Gt als reiner Kohlenstoff bzw. bei 3.300 Gt an CO_2 .²

Zu diesem natürlichen CO_2 kommt seit der Industrialisierung das sogenannte anthropogene CO_2 in einer Größenordnung von derzeit rund 1 % (ca. 36 Gt CO_2/a), welches allein für den kontinuierlichen Anstieg in der Atmosphäre verantwortlich gemacht wird, so zumindest die allgemeinen Erzählungen und Quellen. CO_2 wird allgemein als das mit Abstand problematischste „Treibhausgas“ beschrieben, da es in der Lage sein soll, von der Erde ins All abgehende Wärmestrahlung auf die Erde zurückzulenken.

Es gilt als einziges Spurengas, dessen Konzentration vom Menschen vermutlich beeinflusst und damit möglicherweise auch wieder gesenkt werden könnte. Das meiste Kohlenstoffdioxid kommt aus riesigen natürlichen Quellen. Zusätzliches CO_2 entsteht bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern wie Erdöl, Kohle, Holz und Gas.

Eine interessante Zahl ergibt sich, wenn man zunächst nur den CO_2 -Ausstoß eines Menschen durch die Atmung betrachtet. Dieser liegt – je nach Aktivität und Alter – zwischen rund 200 kg/a bis 2.000 kg/a.³ Bei einer groben Annahme von durchschnittlich 1.000 bis 1.200 kg pro Jahr und Mensch ergibt dies einen **jährlichen CO_2 -Ausstoß von rund 8 bis 10 Gigatonnen allein durch die Atmung der Menschheit. Das entspricht rund einem Drittel des sogenannten anthropogenen CO_2 .**

CO_2 ist mit einer Dichte von $1,98 \text{ kg/m}^3$ deutlich schwerer als Sauerstoff ($1,429 \text{ kg/m}^3$) und Stickstoff ($1,25 \text{ kg/m}^3$) und dessen Gehalt müsste theoretisch in Erdnähe aufgrund der Schwerkraft sehr viel höher sein. CO_2 verteilt sich aber gemäß den allgemeinen physikalischen Gesetzen wie alle Gase gleichmäßig in der Atmosphäre (Entropie).

Dies ist auch gut so, denn dadurch kommt CO_2 einerseits zu den Pflanzen in der Höhe und andererseits wird unser Leben dadurch erst ermöglicht. In einer CO_2 -angereicherten Atmosphäre könnten wir nämlich nicht leben. Der Nachteil dieser gleichmäßigen Verteilung ist, dass dadurch die einzelnen Verursacher nur schwer oder gar nicht eindeutig detektiert werden können.

Wenn man die jährlichen CO_2 -Emissionen umrechnet auf den Anstieg in ppm ergibt sich für 1960 ein Wert von ca. 1,3 ppm, für 1990 ein Wert von 2,9 ppm und für 2021 ein Wert von 4,5 ppm. Diese rechnerischen Werte stimmen gut mit den in Abb. 1

² Brugger, M. (2024), Windwahn – Der Windwahn und seine klimatischen Konsequenzen. Novum Verlag, S. 61 ff

³ co2online, (28. Juni 2019), <https://www.co2online.de/service/klima-orakel/beitrag/wie-viel-co2-atmet-der-mensch-aus-8518/>

aufgezeichneten Werten überein, welche von Jahr zu Jahr einen zunehmenden Anstieg zeigen.

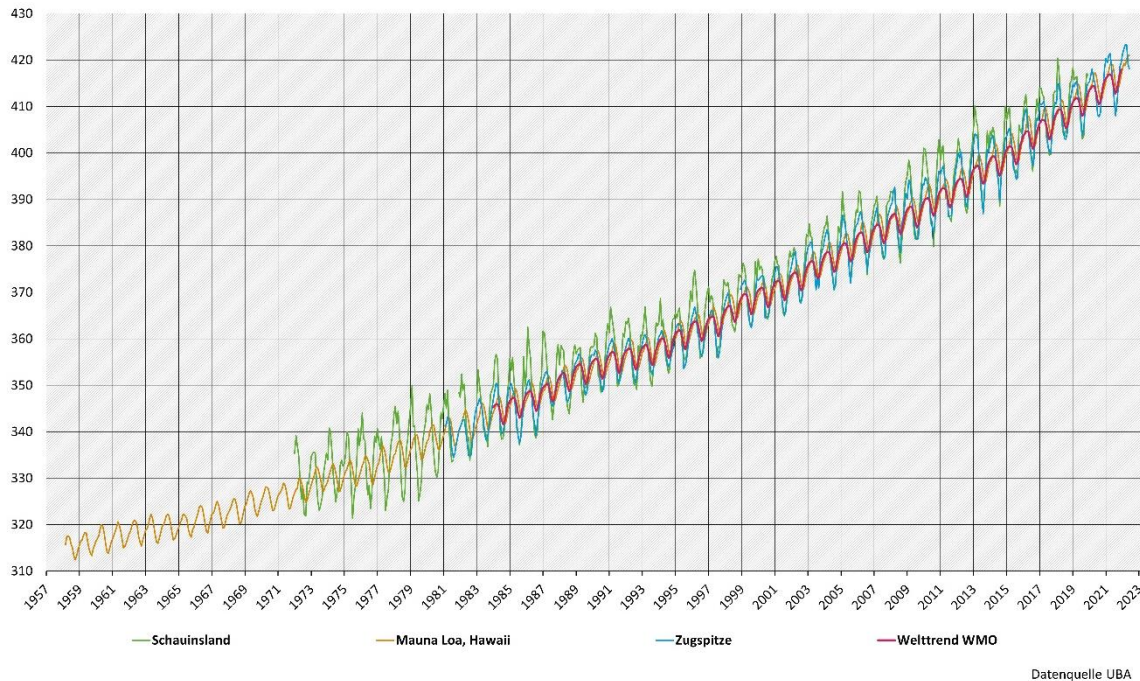


Abbildung 1: Zunahme der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre in ppm (Monatsmittelwerte)

Somit kann tatsächlich davon ausgegangen werden, dass der CO₂-Anstieg in der Atmosphäre anthropogenen Ursprungs ist. Welche Auswirkungen dieser Anstieg zur Folge hat, ist damit aber noch nicht schlüssig erklärt und es stellt sich die Frage, ob CO₂ tatsächlich doch für die Zunahme der Temperatur verantwortlich sein kann. Dies soll mit der folgenden Rechnung geprüft werden.

Die spezifische Wärmekapazität von CO₂ beträgt bei 25 °C ca. 0,85 kJ/kg*K. Um die Temperatur des gesamten atmosphärischen CO₂ um 1 °C zu erhöhen, ist damit eine Energiemenge von $3,3 \cdot 10^{15} \text{ kg} \cdot 0,85 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} = 2,8 \cdot 10^{15} \text{ kJ}$ bzw. 2,8 Exajoule (EJ) erforderlich.

Zum Vergleich: Pro Minute kommen von der Sonne auf der Erde 7,3 EJ an, also die 2,6-fach höhere Energiemenge. Es wird aber nur die Hälfte der Erdkugel von der Sonne bestrahlt. Auch im Spektrum der von der Sonne kommenden Strahlung befinden sich CO₂-Absorptionsbande, d. h., dass das atmosphärische CO₂ auch kurzwelligere infrarote Strahlungsenergie von der Sonne absorbiert, wobei zu beachten ist, dass die Energieaufnahme durch Absorption limitiert ist.

Unter der theoretischen Annahme, dass nur 1 % der Strahlungsenergie der Sonne in den CO₂-Absorptionsbanden liegt, würden stündlich ca. 4,38 EJ ($7,3 \text{ EJ} \cdot 60/100$) auf das CO₂ einwirken. Nachdem nur die Hälfte der Erde bestrahlt wird, müsste sich, bei vollständiger Absorption, die Temperatur des CO₂ pro Stunde um $4,38 \text{ EJ} / 1,4 \text{ EJ pro K} = 3,1 \text{ K}$ erhöhen.⁴

⁴ Brugger, M. (2024), Windwahn – Der Windwahn und seine klimatischen Konsequenzen. Novum Verlag, S. 65

In einem gasdichten Raum würde sich das tatsächlich auch so abspielen, nicht aber in der Atmosphäre. Das CO₂ überträgt seine erhöhte Energie durch Stöße an die anderen Gase (Stickstoff, Sauerstoff und Argon), steigt in kühlere Schichten auf oder gibt sie als infrarote Strahlung, in Richtung der niedrigeren Temperatur, welche um 6,5 bis 10 K pro 1.000 m Höhe sinkt (also immer Richtung All), wieder ab. Der geringe Massenanteil von CO₂ im Vergleich zu den anderen Gasen und zum Wasserdampf ist ebenfalls zu beachten.

Exakt gleich verhalten sich auch die anderen Gase und eine Energievermehrung gibt es nicht. Im Osloer-Experiment,⁵ das im Prinzip sehr einfach und nachvollziehbar aufgebaut ist, wollten die Physiker untersuchen, wie sich CO₂ bei Erwärmung durch Bestrahlung verhält und ob CO₂ einen Treibhauseffekt durch Rückstrahlung bewirken kann. Der Aufbau ist detailliert beschrieben und die Ergebnisse sind selbsterklärend negativ. Der sogenannte Treibhauseffekt ist nichts anderes als eine völlig falsche Hypothese, welche weder physikalisch erklärt noch bewiesen werden kann.

CO₂ ist sehr gut wasserlöslich, was vom Sprudelwasser allgemein bekannt ist. Die Löslichkeit ist abhängig vom Partialdruck des CO₂ und der Temperatur und sie folgt dem Henry-Gesetz. Dabei gilt: Je höher der Druck, desto mehr geht in Lösung, je höher die Temperatur, desto weniger geht in Lösung.

Nach Übergang des Kohlenstoffdioxids in das Wasser reagiert dieses und bildet Kohlensäure, H₂CO₃, welche zu einem Hydrogencarbonat-Ion, HCO₃⁻, und einem Proton, H⁺, dissoziiert. Bei zunehmendem pH-Wert dissoziiert HCO₃⁻ weiter zu einem Carbonat-Ion, CO₃²⁻, und einem Proton, H⁺. Beide Ionen sind leicht sauer.

CO₂ wird, aufgrund der guten Löslichkeit, auch in großen Mengen über Niederschläge wieder aus der Atmosphäre ausgewaschen (saurer Regen). Diese sauren Bestandteile sind z. B. bei versickerndem Regenwasser bzw. der Grundwasserneubildung für die Lösung von Mineralien wie z. B. Calcium und Magnesium verantwortlich.

Im Meerwasser ist CO₂ die Basis für die Photosynthese des Phytoplanktons, welches CO₂ aufnimmt und Sauerstoff abgibt. Nach allgemeinen Angaben werden 50 % des Sauerstoffs auf der Erde in den Meeren erzeugt. In den Weltmeeren ist eine Kohlenstoffmenge in der Größe von 38.000–39.000 Gigatonnen gespeichert, also ca. 46-mal mehr als in der Atmosphäre.

Zurückgehende Eis- und Wassermengen auf dem Festland, zurückgehender Regen, abschmelzende Schneemengen auf den Bergen und zurückgehende Gletscher setzen zusätzliches CO₂ frei. Die jährlichen Schwankungen im Umfang von 10 ppm kommen vermutlich durch die temperaturabhängige Löslichkeit von CO₂ im Wasser zustande. Diese Schwankungen sind auch ein Indiz dafür, dass die Mär, dass das anthropogene CO₂ Jahrhunderte in der Atmosphäre verbleibe, wohl nicht stimmig sein kann.

Es ist unstrittig, dass CO₂ Energiequanten (Photonen) absorbieren kann. Sein Einfluss ist und bleibt aber sehr gering. Die Antwort auf die einfache Frage, ob das

⁵ Scientific Research Publishing – Das Osloer CO₂-Experiment
<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=99608>

Gasmolekül Infrarotstrahlung reflektieren kann, bleibt dem Leser überlassen, ebenso wie die Antwort auf die zweite Frage: Wie kann ein Gas den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik überlisten, also wie schafft es das Gas, Wärmeenergie von einer niedrigeren Energiestufe auf eine höhere Energiestufe zu hieven?

Denn das müsste es tatsächlich können, wenn es infrarote Wärmestrahlung von der warmen Erde hinaus in die kühlere Atmosphäre, von der kühleren Atmosphäre wieder auf die warme Erde zurücklenken könnte und dabei Energie übertragen würde. Eine warme Teetasse wird auch nicht wärmer, wenn eine kalte daneben gestellt wird! Eine Energieschwankung oder hin und her wechselnde Wärme ist und bleibt damit bewiesenermaßen ein physikalischer Unsinn ebenso wie die darauf fußende Treibhaustheorie!

Aber der Glaube versetzt ja bekanntlich Berge!

„Man muss das Wahre immer wiederholen, weil auch der Irrtum um uns her immer wieder gepredigt wird, und zwar nicht von einzelnen, sondern von der Masse. In Zeitungen und Enzyklopädiën, auf Schulen und Universitäten, überall ist der Irrtum oben auf, und es ist ihm wohl und behaglich, im Gefühl der Majorität, die auf seiner Seite ist.“⁶

Manfred Brugger im Juli 2024

⁶ Goethe, J. W., Gespräche. Mit Peter Eckermann, 16. Dezember 1828