

Was Sie schon immer über CO₂ wissen wollten: Teil 1 – der CO₂-Untergrund

CO₂ ist für sichtbares Licht durchlässig und somit unsichtbar. Es absorbiert in bestimmten Frequenzbereichen Infrarotstrahlung (IR), trägt daher zum sogenannten Treibhauseffekt [1] bei (einem fragwürdigen Begriff, denn die Erdatmosphäre ist kein Gärtner-treibhaus) und wird infolgedessen auch als „Treibhausgas“ bezeichnet. Aus physikalischen Gründen müssen Treibhausgasmoleküle aus mindestens drei Atomen bestehen. CO₂ ist solch ein Molekül. Es ist linear, die beiden Sauerstoffatome und das Kohlenstoffatom liegen auf einer Linie. CO₂ ist kein Dipol. Bei Infrarotabsorption schwingt es aber, wobei „temporäre“ Dipole entstehen. In der folgenden Tabelle 1 die wichtigsten Treibhausgase zusammengestellt.

Treibhausgas	Beitrag zum TE %	Konzentration in der Luft %
Wasserdampf H ₂ O	36 - 72	0,001 - 5
Kohlendioxid CO ₂	9 - 26	0,04
Ozon O ₃	3 - 7	0,0002-0,0008
Methan CH ₄	4 - 9	0,00018

Tabelle 1: die wichtigsten Treibhausgase, Daten aus [2].

CO₂ ist schwerer als Luft, so dass man vermuten könnte, dass sich CO₂ am Boden ansammelt. Dies ist jedoch nur bei sehr hohen Konzentrationen der Fall. Atmosphärisches CO₂ mit 0,04% ist dagegen ein Spurengas, welches sich im Prinzip gleichmäßig über fast die gesamte Höhe der Atmosphäre homogen verteilt. Bei sehr hohen Konzentrationen ist CO₂ erstickend. Das Lake-Nyos-Unglück, dem viele Menschen und Tiere zum Opfer fielen, wurde von einem vulkanischen CO₂-Ausbruch verursacht [3].

Auf die Konzentrationen des CO₂ in der Erdatmosphäre, von Beginn der Industrialisierung um das Jahr 1850 an und bis 500 Millionen Jahre zurück, wird in den nächsten Teilen noch näher eingegangen. Hier interessiert zunächst nur die CO₂-Konzentration der letzten 60 Jahre, wie sie in folgendem Bild 1 dargestellt ist.

Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre (Monatsmittel)

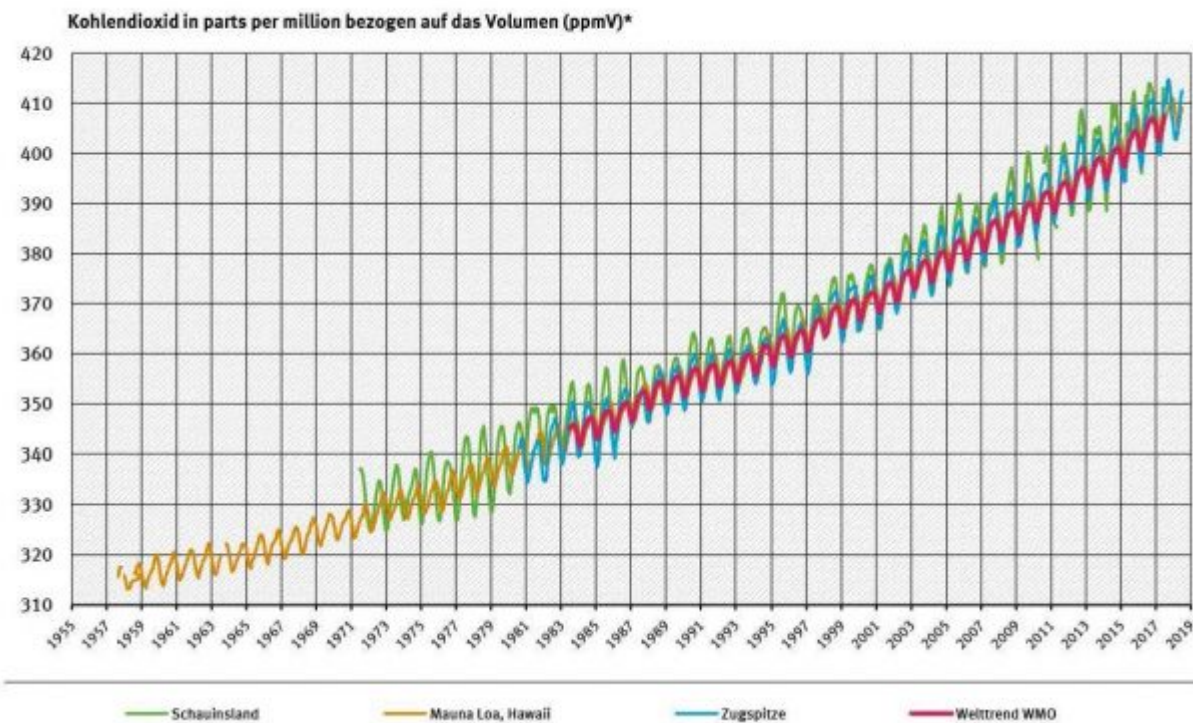


Bild 1: CO₂-Volumenkonzentration der Atmosphäre, gemessen auf Mauna Loa, Hawaii, rund 4100 m üNN (hellbraun), Schauinsland (grün) und Zugspitze (blau), Grafik des Umweltbundesamts [4]. Der Welttrend ist in rot. Die auffälligen Fluktuationen, die sich dem Anstieg überlagern, sind Effekte jahreszeitlich und örtlich bedingter Schwankungen der Photosynthese, die sich mit zunehmender Höhe immer weniger bemerkbar machen.

Weitere Messungen auf Inseln oder in Gegenden ohne menschliche Besiedelung, bestätigen die in Bild 1 gezeigten Daten. Im Gegensatz zum steten Anstieg in Bild 1 schwankt aber der bodennahe CO₂-Gehalt der Atmosphäre oft ungewöhnlich stark. Insbesondere in Städten kann er Werte erreichen, welche die Mouna-Loa-Konzentrationen weit übertreffen. Historische Messungen von bodennahen CO₂-Konzentrationen, wie sie in den Unterlagen zahlreicher Universitätsinstitute aufzufinden sind, bestätigen diese Schwankungen auch für die letzten 100 bis 150 Jahre. Wie ist der Widerspruch von Bild 1 mit diesen starken Schwankungen zu erklären?

Tatsächlich hängt der CO₂-Gehalt der Atmosphäre von der geodätischen Höhe und der lokalen Umgebung ab. Städte in Industrieländern weisen oft starke CO₂-Quellen auf, wie zum Beispiel den Autoverkehr. Aber auch in der unberührten Natur können lokale Vegetation, Jahreszeiten und weitere örtliche Faktoren zu ungewöhnlich erscheinenden bodennahen CO₂-Fluktuationen führen. Wenn man daher auf dem Mauna Loa, deutschen Bergen oder entfernten Inseln stets die gleich ansteigenden CO₂-Konzentrationen auffindet, so misst man dort den **CO₂-Untergrund**, dessen Konzentration ab ausreichend großer geodätischer Höhe bis weit über 20 km Höhe konstant ist. Dennoch haben die bodennahen starken CO₂-Fluktuationen immer wieder zu Irritationen und Missverständnissen geführt. Ein ehemaliges und leider viel zu früh im Jahre 2010 verstorbene EIKE-Mitglied war zuerst daran beteiligt und hat später umgekehrt wesentlich zur Klärung der Missverständnisse beigetragen.

Die Rede ist von Erst Georg Beck, Gymnasiallehrer in Freiburg und Gründungsmitglied von EIKE, als einem der vehementesten Verfechter der Hypothese, dass die Mauna Loa Messungen zu falschen Schlüssen über den realen CO₂-Gehalt der Atmosphäre führen würden [5]. Beck hat mit bewundernswertem Aufwand unzählige chemische Messungen von CO₂-Konzentrationen aus den Unterlagen von Universitäts-Instituten bis weit ins 19. Jahrhundert zurück der Vergessenheit entrissen, die Ergebnisse zusammengestellt und in einem begutachteten Fachjournal veröffentlicht [6]. Erst kurz vor Ende seines Lebens hat Beck dann seine Kritik revidieren können und zwar in einer ebenfalls als begutachtete Fachpublikation vorgesehenen Arbeit zusammen mit dem Hauptautor Dr. F. Massen. Das Manuskript findet sich glücklicherweise noch im Internet [7]. Vermutlich durch den frühen Tod von Beck kam es leider nicht mehr zur Veröffentlichung in einem begutachteten Wissenschaftsjournal.

Die Idee der beiden Autoren, Massen und Beck, war einfach und genial: Sie ergänzten die historischen CO₂-Messungen durch gleichzeitige Messungen der Windgeschwindigkeiten am Ort der CO₂-Messungen, was ausreichend oft möglich war. Ein stellvertretendes Resultat dieser Arbeit zeigt Bild 2. Bei kleinen Windgeschwindigkeiten schwankt die bodennahe CO₂-Konzentration ganz erheblich. Es kommen Werte zwischen 350 bis über 600 ppm vor. Diese Schwankungen verschwinden bei starkem Wind. Anschaulich ausgedrückt, bläst der Wind die lokalen CO₂-Fluktuationen weg und läßt nur noch den CO₂-Untergrund übrig. Dessen Wert von etwa 380 ppm entspricht genau dem Mauna-Loa-Wert in Bild 1. Bei weiteren Messungen dieser Art finden die beiden Autoren eine maximal mögliche Abweichung von 10 ppm mit ihrer „Wind-Methode“, verglichen mit den Mauna-Loa-Daten .

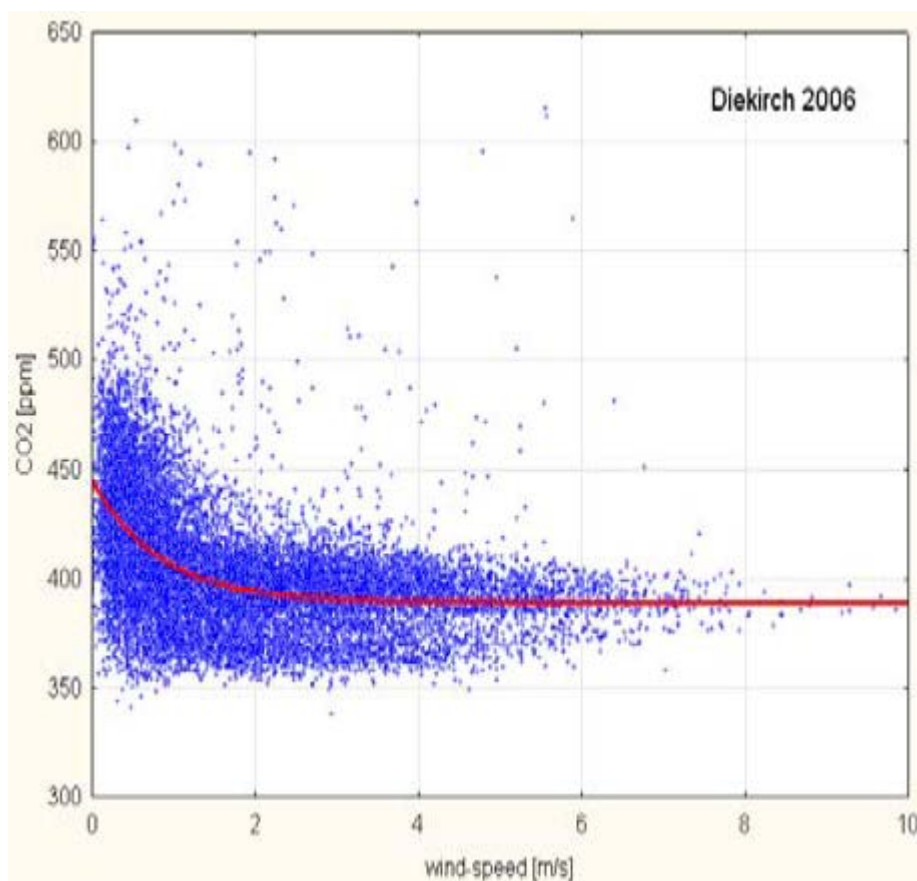


Bild 2: Windgeschwindigkeit gegen CO₂-Konzentration der Luft in Diekirch

(Luxembourg) aus der Arbeit von F. Massen und H.-G. Beck. Der CO₂-Untergrund stellt sich erst bei ausreichend hohen Windgeschwindigkeiten ein und passt bei der Diekirch-Messung bestens zum Mauna-Loa-Wert.

Gemäß dieser Arbeit von Massen und Beck dürften nunmehr alle Zweifel an den zahlreichen „offiziellen“ Messungen des CO₂-Gehalts der Atmosphäre seit 1958 ausgeräumt sein.

Quellen

[1] W. Roedel und T. Wagner, Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre, 5. Auflage, Springer. Die alte 4. Auflage ist im Internet frei erhältlich, <https://tinyurl.com/y274fjes>

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gas

[3] SPON, 19.08.2011, <https://www.spiegel.de/einestages/lake-nyos-katastrophe-a-947305.html>

[4] Umweltbundesamt, Atmosphärische Treibhausgaskonzentrationen, <https://tinyurl.com/y6ercrs7>

[5] EIKE-News, vom 27.2.2010, <https://tinyurl.com/y3zx6c4e>

[6] E.-G. Beck, 180 years of atmospheric CO₂ Gas analysis by chemical methods, <https://www.ddponline.org/beck.pdf>

[7] F. Massen and E.-G. Beck, Accurate estimation of CO₂ background level from near ground measurements at non-mixed environments, https://meteo.lcd.lu/papers/co2_background_klima2009.pdf