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

geschrieben von H.j. Lüdecke | 27. Juli 2019

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 Gärtnertreibhaus) 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_2O	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.

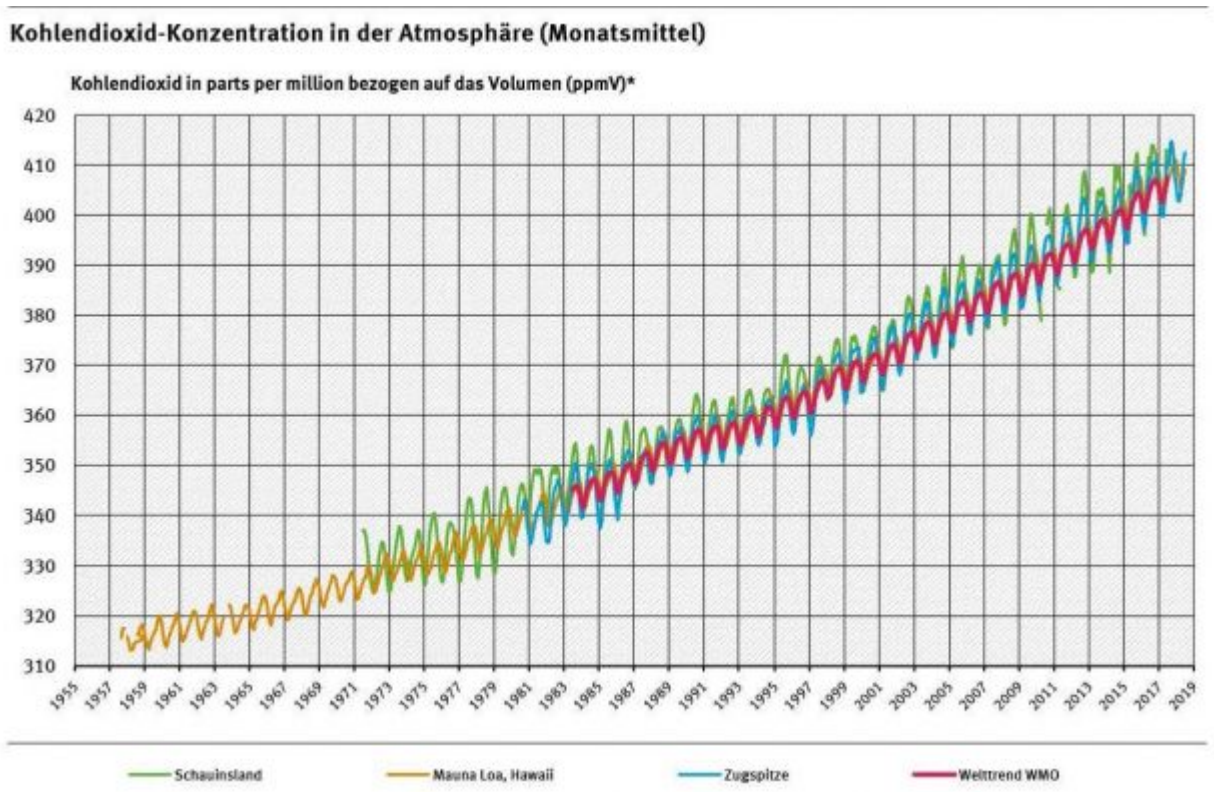


Bild 1: CO2-Volumenkonzentration der Atmosphäre, gemessen auf Mauna Loa, Hawaii, rund 4100 müNN (hellbraun), Schauinsland (grün) und Zugspitze (blau), Grafik des Umweltbundesamts [4]. Der Welttrend ist in rot. Die auffälligen Fluktuationen, die sich dem Anstieg überlagern, sind Effekte jahreszeitlich 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 CO_2-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 verstorbenes 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 .

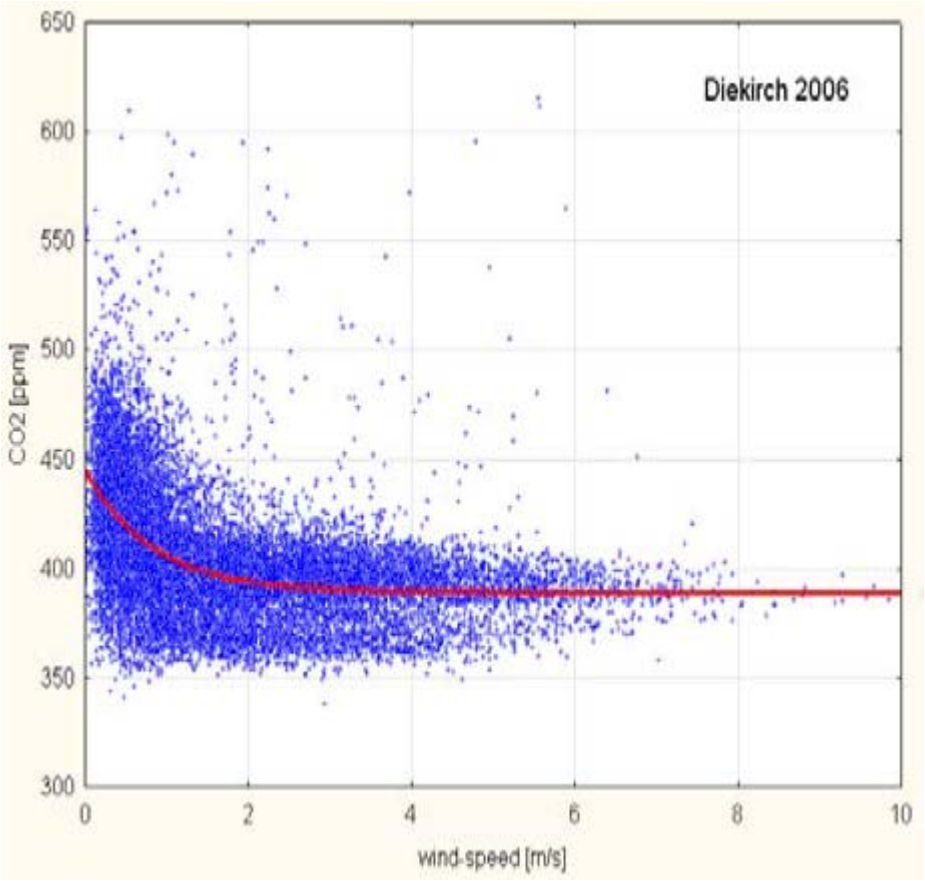


Bild 2: Windgeschwindigkeit gegen CO2-Konzentration der Luft in Diekirch (Luxembourg) aus der Arbeit von F. Massen und H.-G. Beck. Der CO2-Untergrund stellt sich erst bei ausreichend hohen Windgeschwindigkeiten ein und passt bei der Diekirch-Messung bestens zum Mauna-Loa-Wert.

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 CO_2 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