

50 JAHRE CO₂ MESSUNGEN AN DEN STATIONEN SCHAUINSLAND UND WESTERLAND

Kohlendioxid (CO₂) ist das wichtigste vom Menschen verursachte Treibhausgas in der Atmosphäre. Messungen von Luftpfeinschlüssen in Eisbohrkernen zeigen, dass die vorindustrielle CO₂ Konzentration bei nur 278 ppm lag. Aktuelle Messungen aus den internationalen Messnetzen bestimmen eine mittlere globale CO₂ Konzentration von 415.7 ppm für das Jahr 2021, was einen Anstieg von fast 50% bedeutet.

Langzeitmessungen von atmosphärischem CO₂ werden an den Messstationen Schauinsland (Schwarzwald) und Westerland (Sylt) des Umweltbundesamtes schon seit 1972 durchgeführt. Diese sind somit die längsten kontinuierlichen CO₂ Zeitreihen in Europa, und nur wenige Stationen weltweit, wie z.B. Mauna Loa (Hawaii), die 1958 mit Messungen begann, können längere Zeitreihen aufweisen. Während der letzten fünf Jahrzehnte hat sich die Messtechnik sowohl in der Genauigkeit als auch in der Messfrequenz weiterentwickelt. Während am Anfang die CO₂ Konzentration über eine Stunde gemittelt und mit einer Genauigkeit von 1 bis 2 ppm gemessen wurde, so haben die heutigen Geräte schon eine zeitliche Auflösung von wenigen Sekunden mit einer Genauigkeit, die besser ist als 0.1 ppm. Seit 2021 ist das Umweltbundesamt mit den Stationen Schauinsland, Westerland und Zugspitze der Europäischen Forschungsinfrastruktur ICOS (Integrated Carbon Observation System) beigetreten. Ziel von ICOS ist es, umfassende, qualitativ hochwertige und standardisierte Treibhausgasmessungen in der Atmosphäre zu erheben, um eine faktenbasierte Bewertung von Veränderungen und von der Wirksamkeit der europäischen Emissionsminderungsmaßnahmen zu ermöglichen. Hierfür sind die präzisen Langzeitmessungen des Umweltbundesamtes von herausragender Bedeutung.

In Abbildung 1 sind die Monatsmittelwerte der CO₂ Konzentration (mole fraction) an den Stationen Schauinsland (grün) und Westerland (blau) von 1972 bis 2022 dargestellt. Zum Vergleich ist die CO₂ Konzentration an der Reiluftstation Mauna Loa (Hawaii) in rot und der Langzeitrend von Mauna Loa in schwarz eingezeichnet.

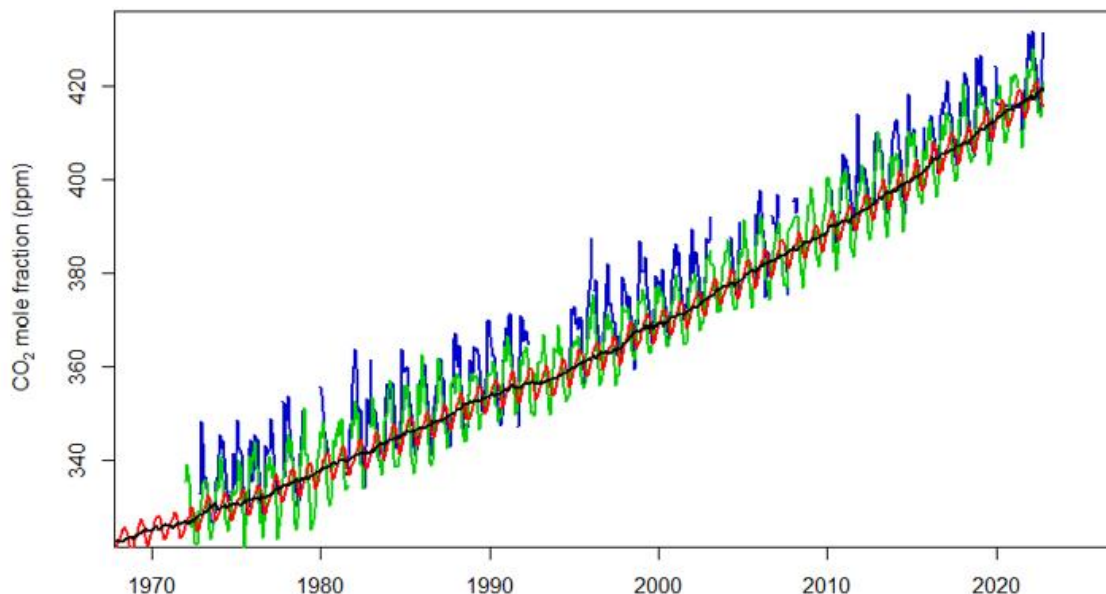


Abbildung 1: Monatsmittelwerte der CO₂ Konzentration an den Stationen Westerland (blau), Schauinsland (grün), Mauna Loa, Hawaii (rot) und Trend (schwarz). Quelle CO₂ Daten Mauna Loa: scrippsco2.ucsd.edu, <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/data.html>.

Alle drei Zeitreihen zeigen ähnliche Verläufe mit einem immer stärker werdenden Anstieg sowie den typischen jahreszeitlichen Variationen. Die Jahresmittelwerte der CO₂ Konzentration an der Station Schauinsland sind in dem dargestellten Zeitraum von 330.4 auf 419.5 ppm angestiegen. Das entspricht einer Zunahme von 27%. Dieser Anstieg der CO₂ Konzentration in der Atmosphäre wird durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe und durch die Änderung der Landnutzung verursacht. Die CO₂ Kurven zeigen aber noch einen weiteren charakteristischen Verlauf, der den jährlichen Vegetationszyklus in der Nordhemisphäre widerspiegelt. Im Frühling und Sommer, nehmen die Pflanzen CO₂ auf, was sich dann in einem Rückgang der CO₂ Konzentration zeigt. Die niedrigsten CO₂ Konzentrationen werden dementsprechend im August gemessen und die höchsten im März. Je nach Lage der Station variiert dieser Jahresgang etwas in seiner Amplitude sowie seinem zeitlichen Verlauf.

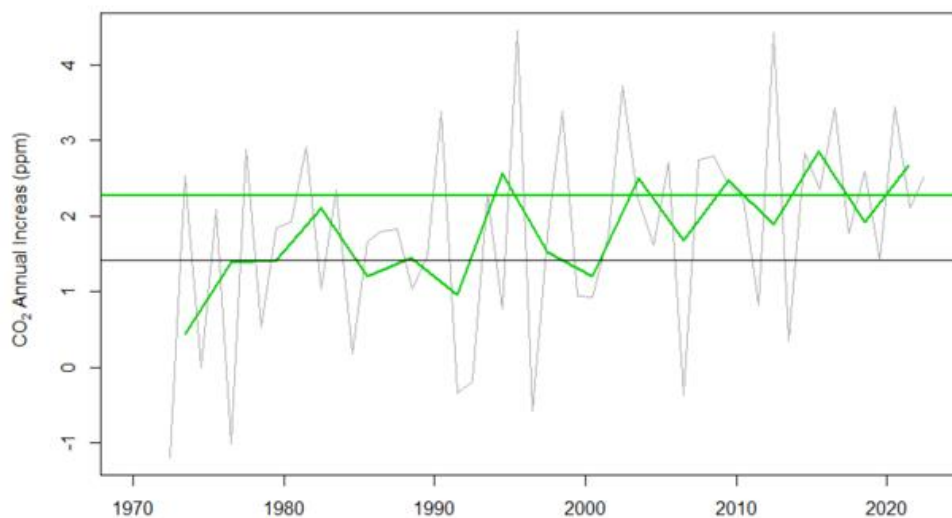


Abbildung 2: Jährliche CO₂ Anstiegsraten an der Station Schauinsland (grau) und diese über drei Jahre geglättet (grün). Die horizontalen Linien repräsentieren die mittleren CO₂ Anstiegsraten für die Jahre vor und nach 2000.

In Abbildung 2 sind die jährlichen CO₂ Anstiegsraten an der Station Schauinsland dargestellt. Die mittlere Anstiegsrate über die letzten 50 Jahre beträgt 1.78 ppm pro Jahr und ist vergleichbar mit Anstiegsraten anderer Stationen weltweit. Die Schwankungen der jährlichen Anstiegsraten sind hauptsächlich auf Änderungen der Austauschflüsse zwischen Atmosphäre, Vegetation und Ozeanen zurückzuführen. Allerdings zeigen die horizontalen Linien in der Graphik, dass die mittlere Anstiegsrate von 1.4 ppm pro Jahr für die Jahre 1972 bis 1999 (schwarz) deutlich kleiner ist als diejenige für den Zeitraum 2000 bis 2022 von 2.3 ppm pro Jahr (grün). Dieser deutliche Anstieg in der Wachstumsrate läuft parallel zu dem Anstieg der globalen CO₂ Emissionen durch menschliche Aktivitäten.

Die kontinuierlichen CO₂ Zeitreihen der Stationen Schauinsland und Westerland gehen in zahlreiche wissenschaftliche Studien und Veröffentlichungen ein, insbesondere wegen der frühen Messungen in den 70er und 80er Jahren, als es nur sehr wenige europäische Messstationen für CO₂ gab. Zusätzlich zu den langen CO₂ Zeitreihen werden auch Messungen von weiteren Klimagasen am Schauinsland und in Westerland durchgeführt. Methan (CH₄) wird am Schauinsland seit 1992, Lachgas (N₂O) seit 1996 und Schwefelhexafluorid (SF₆) seit 2001 gemessen. Diese Daten werden in Klimamodellen genutzt, um Emissionen zu bestimmen (Inverse Modellierung).

Cedric.Couret@uba.de
frank.meinhardt@uba.de