

Emissionen und CO₂-Konzentration: Ein auf Evidenz basierender Ansatz

geschrieben von Chris Frey | 28. März 2023

Joachim Dengler und John Reid, Climate Etc.

Eine neue Sichtweise auf den atmosphärischen Kohlenstoffhaushalt.

Die Klimawissenschaft befasst sich in der Regel mit der Frage „Wie viel CO₂ verbleibt in der Atmosphäre?“, angesichts der anthropogenen Emissionen und der begrenzten Fähigkeit der Ozeane und der Biosphäre, die überschüssige CO₂-Konzentration aufzunehmen. Dies hat zu Schlussfolgerungen der Art geführt, dass ein bestimmter zunehmender Teil der anthropogenen Emissionen für immer in der Atmosphäre verbleiben wird. Der häufig verwendete Begriff „airborne fraction“, der den in der Atmosphäre verbleibenden Teil der anthropogenen Emissionen bezeichnet, scheint dies zu suggerieren.

Wir ändern den Fokus der Aufmerksamkeit, indem wir die logisch äquivalente Frage „Wie viel CO₂ verbleibt nicht in der Atmosphäre?“ stellen. Warum ist das so anders? Die Menge an CO₂, die nicht in der Atmosphäre verbleibt, kann durch direkte Messungen berechnet werden. Wir müssen nicht jeden Absorptionsmechanismus aus der Atmosphäre in die Ozeane oder Pflanzen diskutieren. Aus den bekannten globalen Konzentrations-Änderungen und den bekannten globalen Emissionen können wir die Summe der tatsächlichen jährlichen Absorption gut abschätzen. Diese sind mit der CO₂-Konzentration verknüpft, was die Leithypothese für ein lineares Absorptionsmodell begründet. Es stellt sich heraus, dass wir die tatsächlichen Koeffizienten der einzelnen Absorptionsmechanismen nicht zu kennen brauchen – es reicht aus, ihre lineare Abhängigkeit von der aktuellen CO₂-Konzentration anzunehmen.

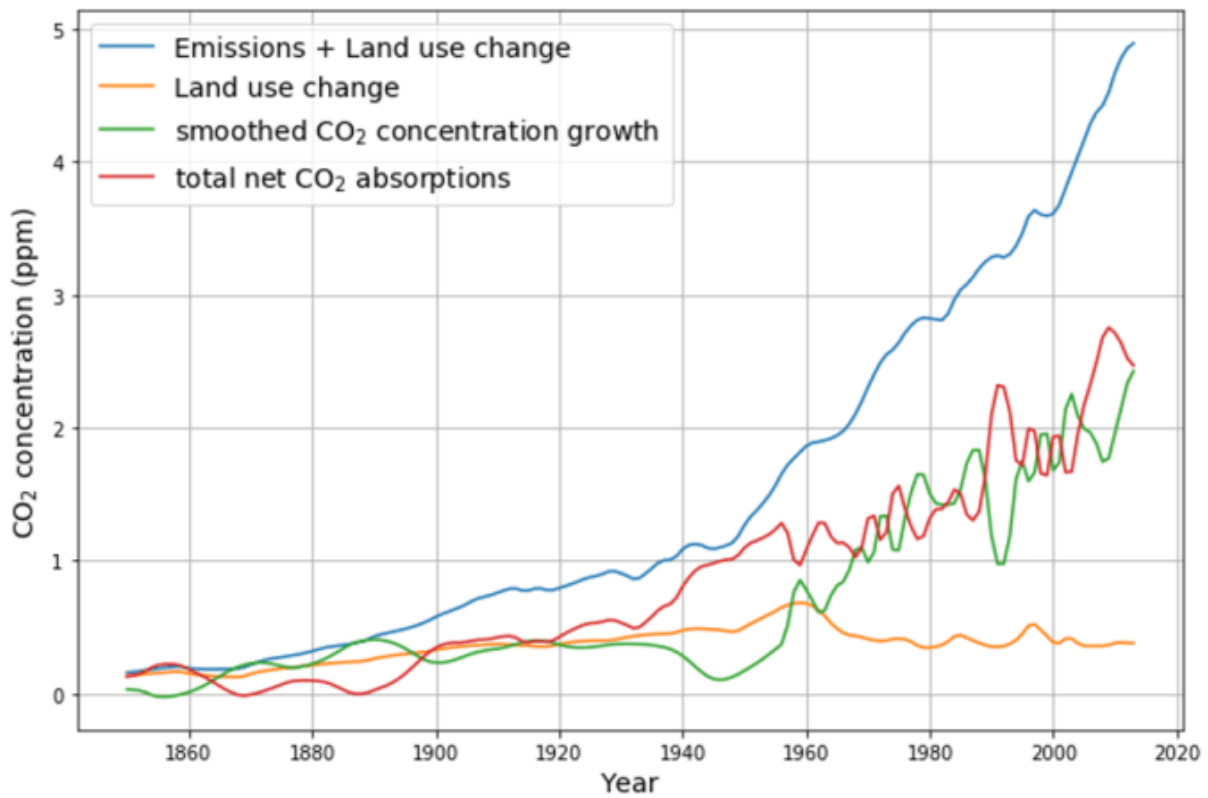
Dies ist eine kurze Zusammenfassung einer kürzlich veröffentlichten [Arbeit](#), in der alle hier getroffenen Aussagen detailliert hergeleitet und mit Referenzen nebst einem mathematischen Modell untermauert werden.

Massenerhaltung von CO₂

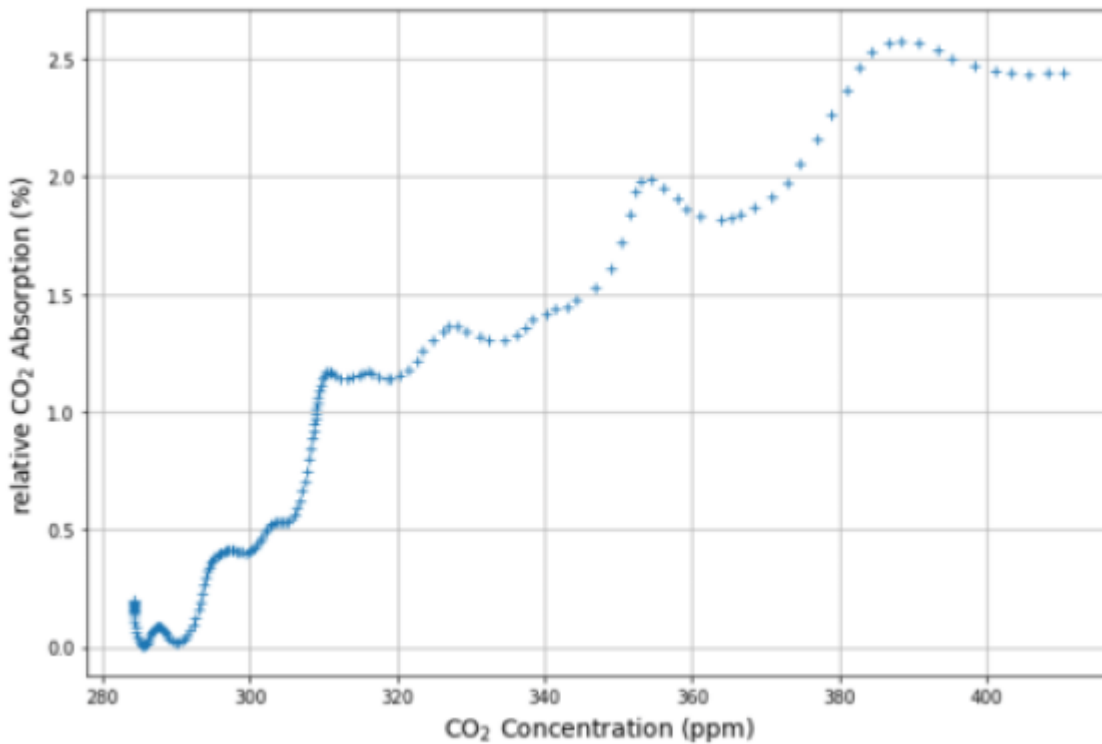
Wie bei einem Bankkonto ergibt sich die atmosphärische CO₂-Bilanz aus den Gesamtemissionen abzüglich der Gesamtabsorptionen:

Konzentrationszunahme = Emissionen – Absorptionen

Die Gesamtemissionen (blau) übersteigen den jährlichen Anstieg der CO₂-Konzentration (grün), was bedeutet, dass die effektive Absorption (rot) mit der steigenden CO₂-Konzentration zunimmt:



Die Annahme einer annähernden Linearität der relevanten Absorptionsprozesse wird durch ein Streudiagramm veranschaulicht, das die effektive CO₂-Absorption mit der CO₂-Konzentration in Beziehung setzt:

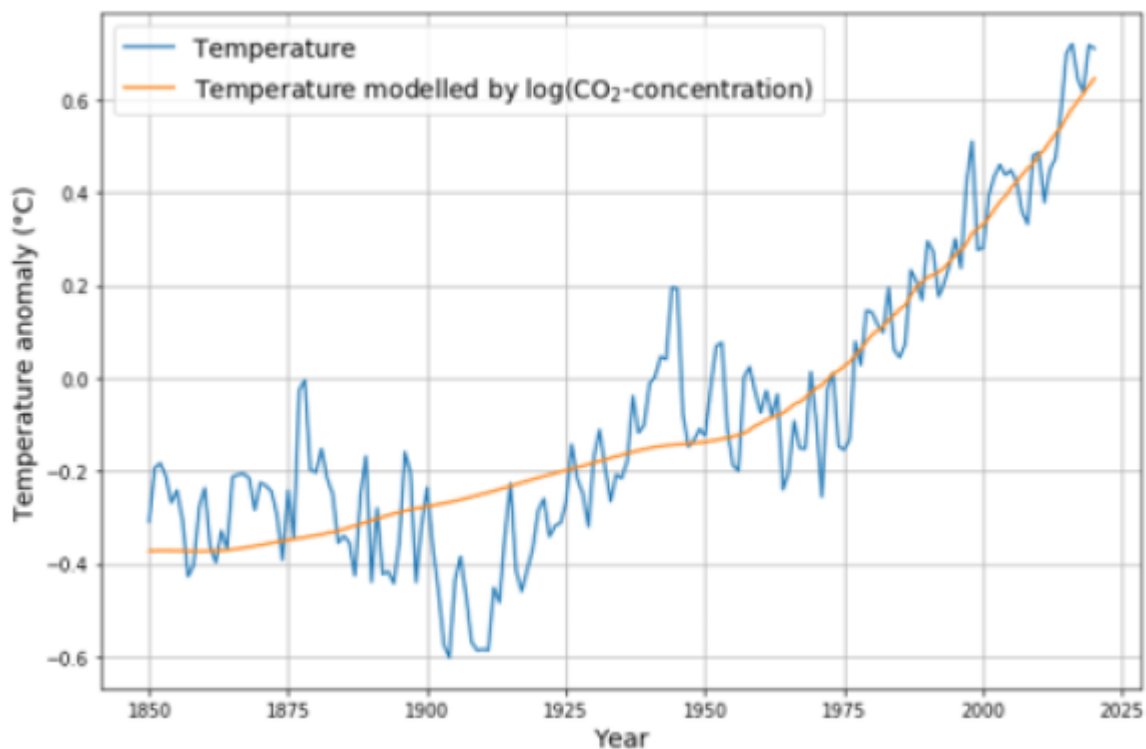


Es zeigt sich eine langfristige lineare Abhängigkeit der effektiven

Absorption von der atmosphärischen CO₂-Konzentration mit erheblichen kurzfristigen Abweichungen, wobei die effektive Null-Absorptionslinie bei ca. 280 ppm überschritten wird. Dies wird als die vorindustrielle CO₂-Gleichgewichtskonzentration angesehen, bei der die natürlichen jährlichen Emissionen durch die jährlichen Absorptionen ausgeglichen sind. Die durchschnittliche jährliche Absorption beträgt ca. 2 % der CO₂-Konzentration, die 280 ppm überschreitet. Da die Daten vor 1950 mit großer Unsicherheit behaftet sind, wurden die folgenden Berechnungen auf der Grundlage von Daten nach 1950 durchgeführt, was zu einem etwas geringeren Absorptionsanteil von 1,6 % führt.

CO₂-Konzentration als Temperaturproxym

Wenn wir Vorhersagen mit hypothetischen zukünftigen CO₂-Emissionen machen, kennen wir die zukünftigen Temperaturen nicht. Ohne in die problematische Diskussion darüber einzutauchen, wie stark der Einfluss der CO₂-Konzentration auf die Temperatur ist, gehen wir vom „schlimmsten Fall“ einer vollständigen Vorhersagbarkeit der Temperatureffekte durch die CO₂-Konzentration aus.



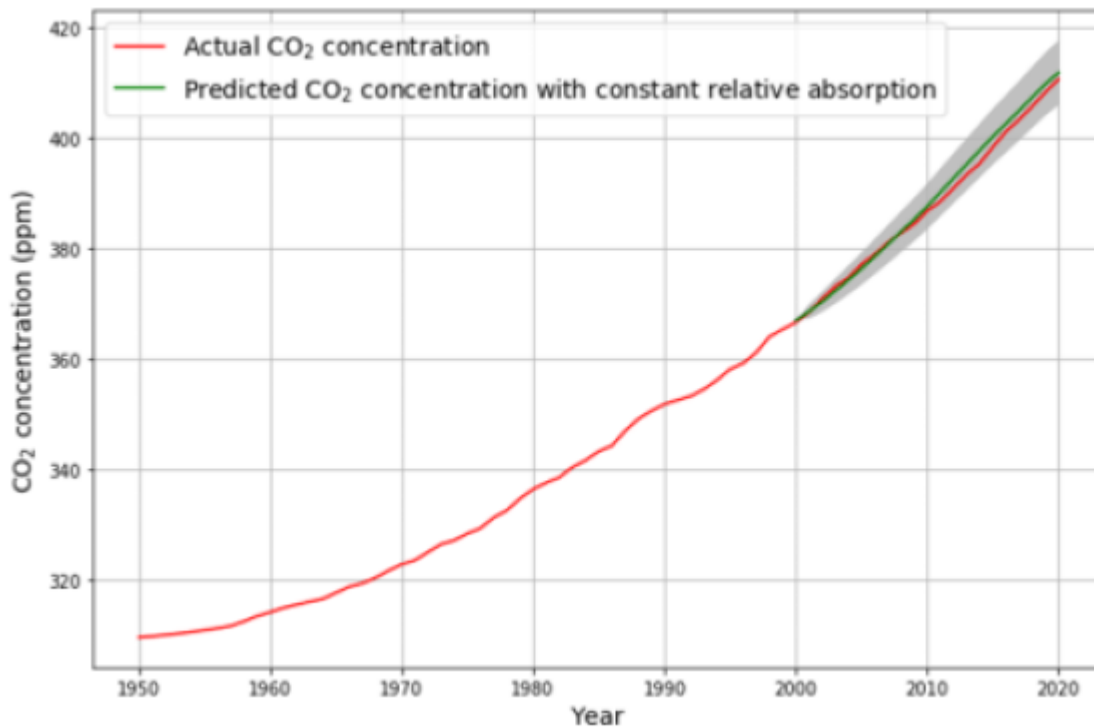
Ohne Annahmen über die Kausalität C->T zu treffen, wurde die geschätzte funktionale Abhängigkeit des Temperaturproxys aus der Regression auf die CO₂-Konzentration C wie folgt ermittelt:

$$T_{\text{proxy}} = -16.0 + 2.77 \cdot \log(C) = 2.77 \cdot \log(C/(235\text{ppm}))$$

Dies entspricht einer Sensitivität von 1,92° C.

Validierung des Modells

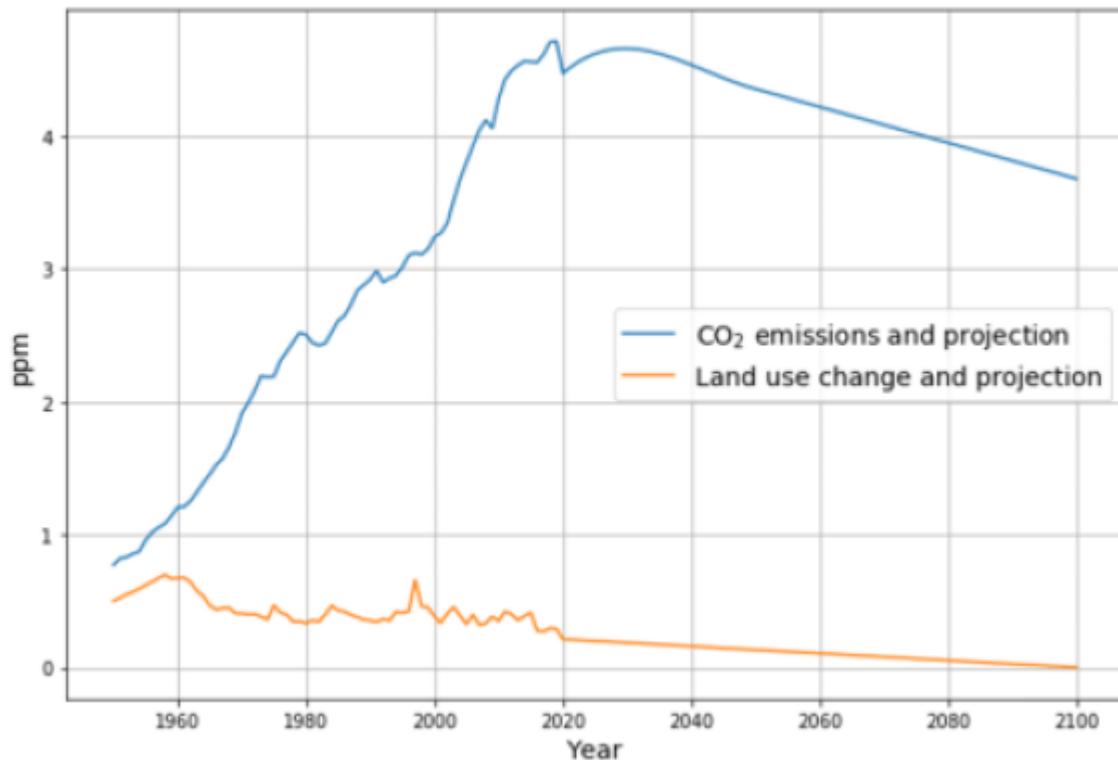
Das Modell mit der Annahme konstanter Absorptionsparameter und konstanter natürlicher Emissionen wird mit einer Vorhersage der CO₂-Konzentration 2000-2020 auf der Grundlage von Emissionsdaten 1950-2020 und Konzentrationsdaten 1950-2000 validiert:



Dies ist eine hervorragende Vorhersage der Konzentrationen auf der Grundlage der Emissionen und der oben genannten Modellannahmen. Es gibt nur geringe offensichtliche Abweichungen zwischen den Vorhersagen und den tatsächlichen Daten. Obwohl das Modell unterschiedliche Absorptionen im Laufe der Zeit zulässt, führen die Daten der letzten 70 Jahre, d.h. des Zeitraums, in dem die meisten anthropogenen CO₂-Emissionen stattfanden, zu der Schlussfolgerung, dass der CO₂-Absorptionsparameter keine signifikante temperatur- oder sonstige zeitabhängige Komponente aufweist und ein aktueller CO₂-Emissionsimpuls mit einer Halbwertszeit von 42 Jahren absorbiert wird.

Das zukünftige Emissions-Szenario

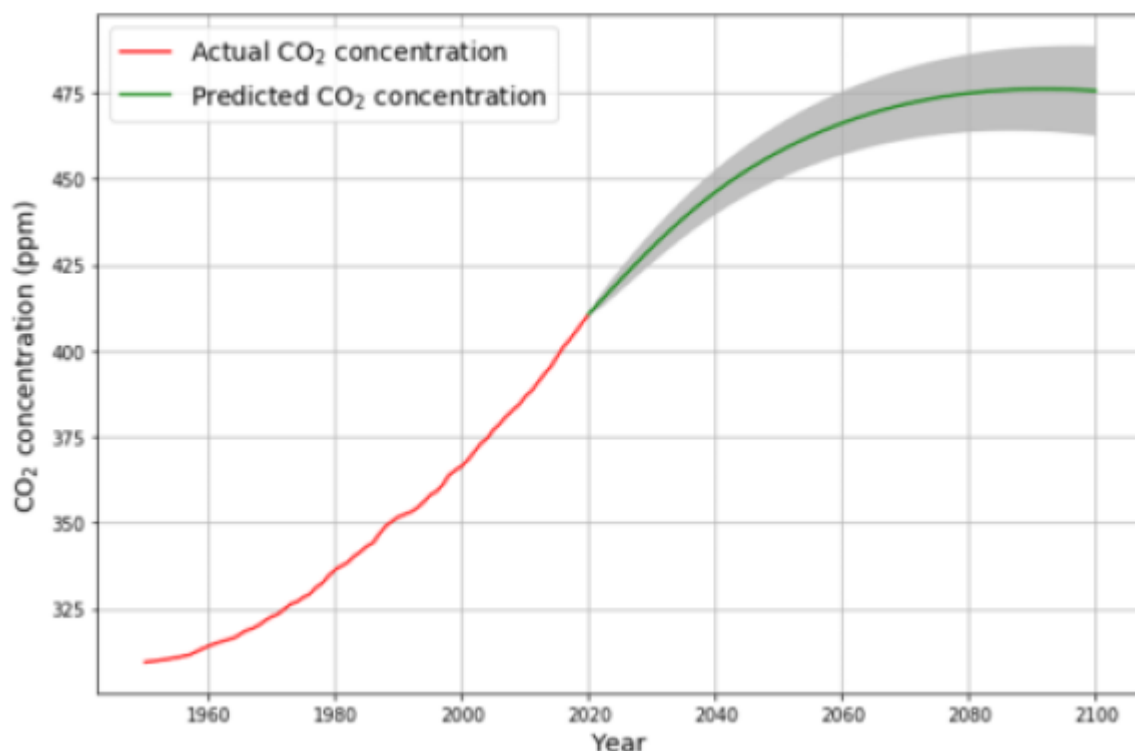
Das wahrscheinlichste künftige Emissionsszenario ist das von der IEA festgelegte Emissionsszenario mit annähernd konstanten, leicht sinkenden globalen Emissionen. Der tatsächlich verwendete Datensatz für eine realistische Zukunftsprojektion wird durch eine Trendextrapolation der erklärten politischen Maßnahmen über das Jahr 2050 hinaus erstellt, wobei davon ausgegangen wird, dass die Daten zur Landnutzungsänderung dem derzeitigen Trend folgen und bis zum Jahr 2100 auf 0 zurückgehen werden. Die Emissionen werden im Jahr 2100 nicht auf Null sinken, sondern in der Nähe des Niveaus von 2005 verharren:



Vorhersage der zukünftigen CO₂-Konzentration

Ausgehend von diesem realistischen Emissionsszenario wird die künftige CO₂-Konzentration mit unserem Modell rekursiv vorhergesagt.

Mit dem von der IEA angegebenen PolitikszENARIO, d.h. ohne besondere CO₂-Reduktionsmaßnahmen, wird in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts ein CO₂-Konzentrationsgleichgewicht von ca. 475 ppm erreicht. Auf der Grundlage der obigen empirischen CO₂-Temperaturproxy-Gleichung entspricht dieser Anstieg der CO₂-Konzentration von 410 ppm (im Jahr 2020) auf 475 ppm einem Temperaturanstieg von 0,4°C ab 2020 bzw. 1,4°C ab 1850:



Daraus folgt, dass wir in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts eine maximale CO₂-Konzentration von etwa 475 ppm erwarten können. Zu diesem Zeitpunkt werden die Emissionen durch die Absorption vollständig ausgeglichen sein, was per Definition die „Netto-Null-Situation“ darstellt.

Geht man von dem unwahrscheinlichen schlimmsten Fall aus, dass die CO₂-Konzentration vollständig für alle globalen Temperaturveränderungen verantwortlich ist, so beträgt der maximale erwartete Anstieg der globalen Temperatur, der durch den erwarteten Anstieg der CO₂-Konzentration verursacht wird, 0,4°C von jetzt an oder 1,4°C seit Beginn der Industrialisierung.

Wenn wir also mit den derzeitigen CO₂-Emissionen und einer Effizienzsteigerung von 3 % pro Jahrzehnt weitermachen, sind die Klimaziele von Paris erfüllt.

[Hervorhebung im Original]

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2023/03/25/emissions-and-co2-concentration-a-n-evidence-based-approach/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE