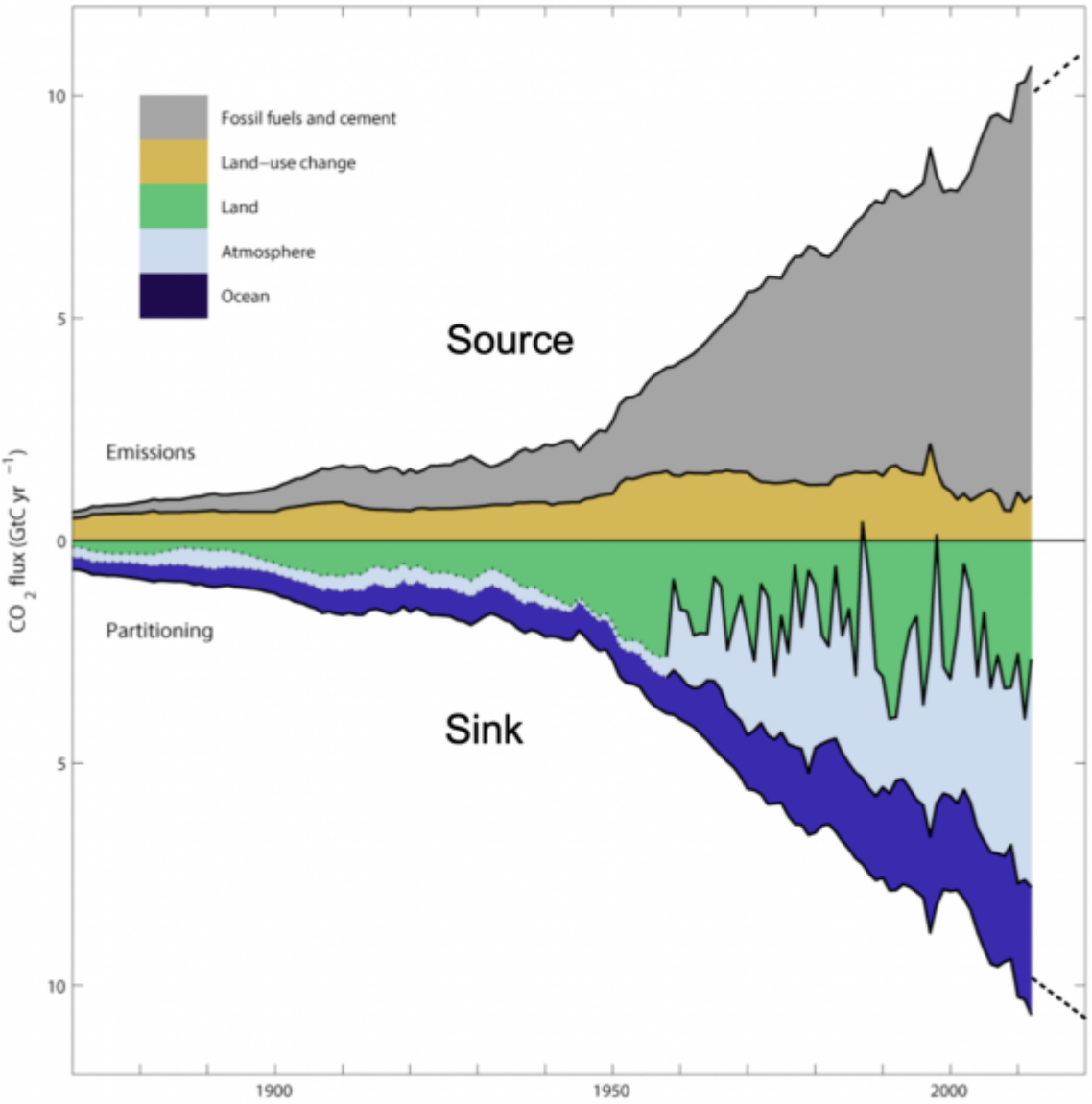
Der globale Kohlenstoff-Haushalt: schöne Zahlen, vorgetäuschtes Vertrauen, aber höchst fragwürdig (Teil 1)

In diesem ersten Teil werde ich die Bedeutung der menschlichen CO_2-Emissionen relativieren, indem ich argumentiere, dass natürliche Faktoren eine vorherrschende Rolle spielen. Ich befasse mich nicht direkt mit dem Einfluss von CO_2 auf das Klima, sondern nur mit der Beziehung zwischen den natürlichen Faktoren und dem menschlichen Beitrag zum CO_2-Budget.

Die Klimawissenschaft leidet unter einer Form von Demagogie und Voreingenommenheit, die am besten durch die berühmte CO_2-Flusskurve in der folgenden Abbildung veranschaulicht wird. Dieses farbenprächtige Bild wurde erstellt, um zu veranschaulichen, wie viel CO_2 vom Menschen emittiert wird (Quelle) und wie viel und wo dieses CO_2 jährlich landet (Senke). Seit diese Grafik von Le Quéré et al. eingeführt wurde (Ref. 1), sind viele Variationen dieses Bildes (vom IPCC und anderen) mit der gleichen alarmierenden Botschaft veröffentlicht worden. Ich werde versuchen zu zeigen, warum diese Grafik als wissenschaftliche Täuschung eingestuft werden sollte.



Die Basisdaten, die zur Erstellung dieser Grafik verwendet wurden, sind meiner Meinung nach recht zuverlässig, da sie auf genauen atmosphärischen CO_2-Messungen, Berechnungen des Verbrauchs fossiler Brennstoffe, der Zementproduktion und der beobachteten Entwaldung basieren. Die Zuverlässigkeit der Grafik endet jedoch hier. Die menschlichen Emissionen/die Entwaldung werden oberhalb der horizontalen Achse und unterhalb dessen, was mit diesen Emissionen geschehen ist, dargestellt. Die Soll- und Habenseite sind ausgeglichen. Es wird jedoch vermutet, dass die Natur (Land, Ozean und Luft) in einem immer wechselnden Verhältnis in der Lage war, den menschlichen Emissionen einen eigenen Platz einzuräumen.

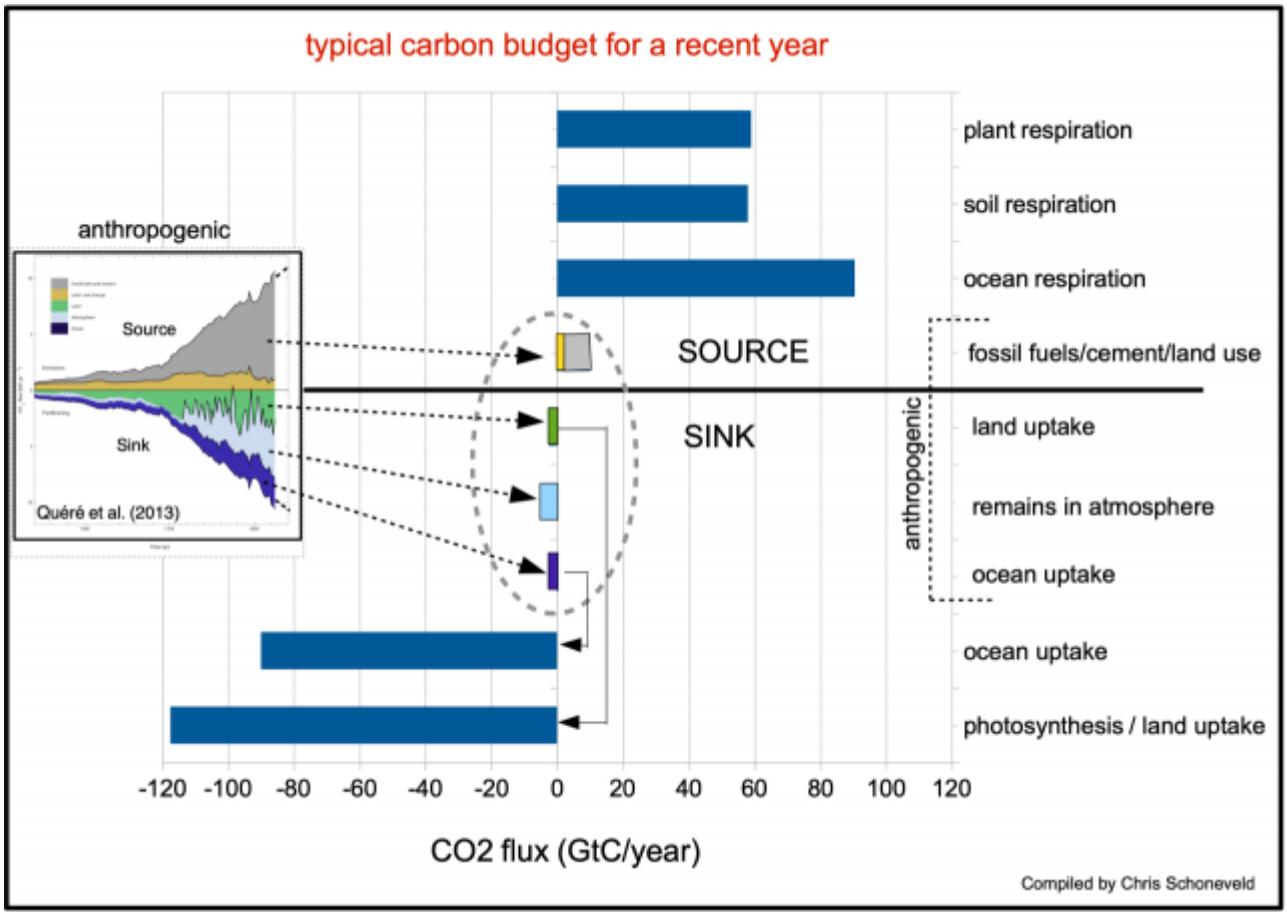
Es stellt sich nun sofort die Frage, wie man feststellen kann, dass das Land in einem Jahr z.B. 50% der menschlichen Emissionen absorbieren kann, während in einem anderen Jahr diese Absorption völlig zu fehlen scheint. Die Antwort ist, dass diese Differenz nicht empirisch ermittelt wurde, sondern nur das Ergebnis einer Untersuchung zum Ausgleich des Kohlenstoffhaushalts ist, die auf der Annahme beruht, dass die jährliche CO_2-Absorption der menschlichen CO_2-Emissionen durch den Ozean (violett) relativ stabil ist und keinen großen Schwankungen von Jahr zu Jahr unterliegt (auch wenn sie im Laufe der Jahre

allmählich zunimmt). Was in dieser Grafik völlig (bewusst?) ignoriert wird, ist der gigantische natürliche Fluss (d.h. Emissionen und Absorption) zwischen Land, Meer und Luft, denn dieses Bild beschränkt sich auf die menschliche Emissionsgeschichte seit 1870.

Durch die Darstellung der fluktuierenden atmosphärischen CO_2-Zunahme in einer Grafik mit nur menschlichen Emissionen, ohne natürliche Emissionen, entsteht der falsche Eindruck, dass die Veränderung der atmosphärischen CO_2-Konzentration nur mit menschlichen Emissionen zuammenängt und daher keinen Einfluss auf den 20-mal größeren jährlichen natürlichen CO_2-Fluss hat. Die natürliche Emission (Quelle) und Absorption (Senke) von CO_2 hängt von vielen besonders komplexen und schwierig zu messenden Faktoren ab, vergleichbar mit den vielen Faktoren, die das Klima/Wetter so schwer vorhersagbar machen.

Ich habe die ozeanographische Literatur über den CO_2-Fluss von der Luft ins Meer und umgekehrt so gut wie möglich durchgesehen und war verblüfft über die große Zahl von Faktoren und Unsicherheiten, die mit diesem Phänomen verbunden sind: Meeresströmungen, Temperatur, biogene Aktivität (Phytoplankton), um nur einige zu nennen. Die gleiche Unsicherheit gilt für den Grad des terrestrischen CO_2-Flusses. Die physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse, die den gigantischen CO_2-Haushalt steuern, sind so komplex, dass es sehr anspruchsvoll ist zu glauben, man könne alle Ursachen der CO_2-Fluktuationen mit beliebiger Genauigkeit identifizieren oder quantifizieren.

In Abbildung 2 habe ich die menschlichen Emissionen aus Abbildung 1 (kürzlich ≈10 GtC) mit den jährlichen natürlichen Emissionen (≈ 210 GtC) kombiniert, um einen Eindruck von der Beziehung zwischen den beiden zu vermitteln. Die drei wichtigsten natürlichen Quellen für atmosphärisches CO_2 sind (Ref. 2): Pflanzenatmung, Bodenatmung und Meeresatmung. Die wichtigsten natürlichen Aufnahmeprozesse sind: die Photosynthese (≈ 120 GtC/Jahr) und die Absorption im Ozean (≈ 90 GtC/Jahr).



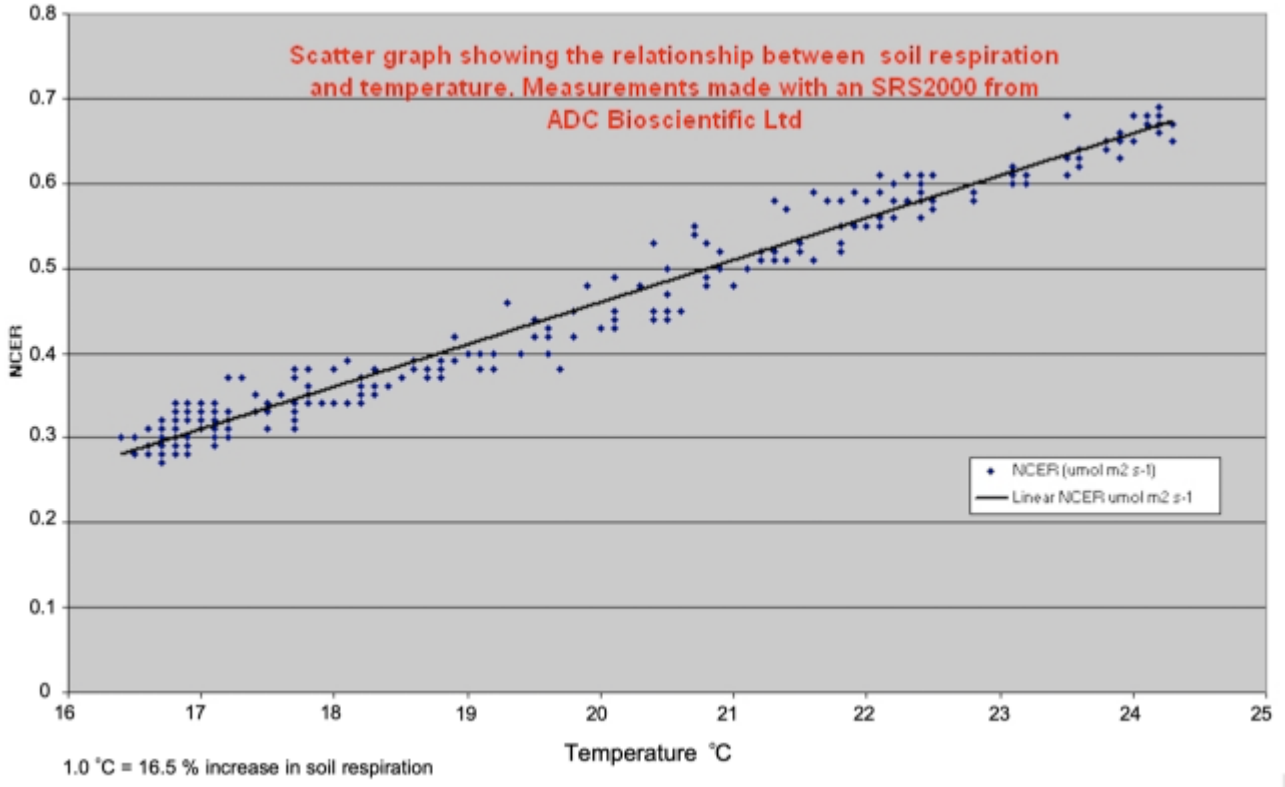
Nahezu 50% der natürlichen CO_2-Landemissionen werden der Bodenatmung zugeschrieben (≈ 60 GtC/Jahr). Dies ist das Ergebnis der Zersetzung von organischem Material im Boden und des Absterbens von Pflanzenwurzeln.

Die Zersetzung hängt von zwei wichtigen Faktoren ab: Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit. Die Bedeutung der Bodentemperatur ist in der folgenden Grafik dargestellt. Sie zeigt eine (empirisch ermittelte) lineare Beziehung zwischen Bodentemperatur und Emissionen: 1° C Temperaturanstieg führt zu einem Anstieg der CO_2-Emissionen um 16,5% (Quelle Wikipedia).

Während der letzten 55 Jahre ist die Oberflächenlufttemperatur an Land (in der nördlichen Hemisphäre) um ≈1,5 ° C gestiegen. Das ist mehr als der Weltdurchschnitt, denn das Land in der nördlichen Hemisphäre hat sich stärker erwärmt als die Erde insgesamt, einschließlich des Meeres. Eine chinesische Studie (360 Standorte) hat gezeigt, dass sich der Boden seit 1962 mit einer Geschwindigkeit von 0,031 °C/Jahr erwärmt hat (Ref. 3). Eine Studie auf amerikanischem Boden (292 Standorte) ergab einen fast identischen Anstieg von 0,032 ° C / Jahr in einer Tiefe von 10 cm (Ref. 4). Ein Anstieg der Bodentemperatur um 1,5° C seit den 1960er Jahren ist daher eine vernünftige Annahme. Aus der Graphik können wir ableiten, dass die globale Erwärmung heute 25 % mehr Bodenatmung von CO_2 verursacht als vor 50 Jahren. Wenn sie heute auf 60 GtC geschätzt wird, wären es vor 50 Jahren 48 GtC gewesen. Das bedeutet, dass heute jährlich 12 GtC mehr durch die Bodenatmung emittiert werden als vor 50 Jahren, allein durch den Temperaturanstieg. Das ist mehr als die gesamten anthropogenen jährlichen CO_2-Emissionen von ≈ 10 GtC.

Es ist mir nicht gelungen, den Ursprung der Wikipedia-Grafik nachzuverfolgen,

aber eine Bestätigung für den Grad der zusätzlichen Bodenatmung liefern Zhang et al: Steigende Bodentemperatur in China und ihre möglichen ökologischen Auswirkungen (ref. 5). Sie maßen eine Zunahme der Bodenatmung um 28% über einen Zeitraum von 50 Jahren. Angesichts der grossen Unsicherheiten bezüglich des CO_2-Budgets muss ich erwähnen, dass in der Literatur auch grosse Unterschiede bezüglich der Menge der Bodenatmung erwähnt werden. In Bond-Lamberty et al. (Ref. 6) wird die Bodenatmung auf 98 GtC (=+/- 12 GtC) geschätzt. Wenn die 28%ige Zunahme bei Zhang et al. repräsentativ für die gesamte Erde ist und die 98 GtC die tatsächliche Emission darstellen, hätte die Bodenatmung vor 50 Jahren 76 GtC/Jahr betragen und die CO_2-Zunahme somit 22 GtC/Jahr, also mehr als das Doppelte der jährlichen menschlichen Emissionen.



Es wird auch erwartet, dass eine sich erwärmende Erde aufgrund einer Zunahme des Wasserdampfs feuchter wird (eine der wichtigsten positiven Rückmeldungen in Klimamodellen). Da die Bodenatmung auch von der Bodenfeuchte abhängt, wird eine erhöhte Feuchtigkeit auch einen Anstieg des atmosphärischen CO2 verursachen. Ich konnte noch nicht herausfinden, wie viel feuchter die Erde geworden ist und wie groß der Einfluss der Bodenfeuchte ist, aber es kann angenommen werden, dass dieser Faktor auch eine wichtige Rolle bei dem gemessenen atmosphärischen CO_2-Anstieg spielt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Wissen über die Prozesse, die den terrestrischen CO_2-Fluss bestimmen, nicht ausreicht, um genau zu bestimmen, was mit den anthropogenen Emissionen geschieht. Deshalb habe ich ernsthafte Zweifel daran, die Landnutzung als trügerischen Faktor zum Ausgleich des Kohlenstoffhaushalts zu verwenden. In der Tat wird mit einem Anstieg der Temperatur der terrestrische Fluss in beide Richtungen zunehmen, zum einen durch mehr Photosynthese und zum anderen durch mehr Bodenatmung. Ich glaube jedoch nicht, dass der terrestrische Fluss der wichtigste Faktor ist, um die

kurzfristigen CO_2-Schwankungen ohne Berücksichtigung der Rolle des Ozeans auszugleichen.

Daher werde ich im zweiten Teil dieser Reihe den Anteil des Ozeans bei der Erklärung der kurzfristigen Schwankungen des Kohlenstoffhaushalts erörtern, wie in Abbildung 1 irreführend dargestellt. Der dritte Teil wird sich mit der Bedeutung der saisonalen CO_2-Schwankungen (Sägezahn) bei der Bestimmung von Faktoren befassen, die den langfristigen atmosphärischen CO_2-Anstieg steuern. Ich hoffe, dass ich mit diesen Beispielen dem Leser einen Schimmer von Zweifel an der (irreführenden) Gewissheit geben konnte, mit welcher (irreführenden) Sicherheit die Klimawissenschaft den menschlichen Anteil am CO_2-Budget darstellt und dessen Bedeutung stark überzeichnet. Wir werden daher auch sehen, dass der Lockdown die jährliche CO_2-Kurve des Mauna Loa nicht verändern wird.

References

1) C. Le Quéré et al .: Global carbon budget 2013.
https://www.earth-syst-sci-data.net/6/235/2014/essd-6-235-2014.pdf

2) Global Carbon Budget 2018.https:
//www.earth-syst-sci-data.net/10/2141/2018/

3) Hui Zhang et al .: Asymmetric Soil Warming under Global Climate Change.
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6539193/

4) Qi Hu et al .: A Daily Soil Temperature Dataset and Soil Temperature Climatology of the Contiguous United States.
https://doi.org/10.1175/1520-0450(2003)042<1139:ADSTDA>2.0.CO;2

5) Zhang H. et al .: Rising soil temperature in China and its potential ecological impact. https://www.nature.com/articles/srep35530

6)Bond-Lamberty et al .: Temperature-associated increases in the global soil respiration record. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20336143

Übersetzt von Chris Frey EIKE

Dr. Chis Schonefeld ist Geophysiker und war viele Jahre bei Shell in Lohn und Brot. Er ist jetzt Mitglied von CLINTEL