

Neue Studie: Atmosphärische CO₂-Verweildauer beträgt nur 5 Jahre – zu kurz, um „das Klima zu beeinflussen“

geschrieben von Chris Frey | 28. März 2023

[Kenneth Richard](#)

Seit Anfang der 1990er Jahre wird üblicherweise davon ausgegangen, dass ein vom Menschen ausgestoßenes CO₂-Molekül jahrhundertlang in der Atmosphäre verbleibt – seine Verweildauer – und mit der Modellierung übereinstimmt. Dies passt zum Narrativ der anthropogenen globalen Erwärmung (AGW). Empirische Erkenntnisse widersprechen jedoch diesen modellbasierten Annahmen. Die Verweilzeit liegt eher bei 5-10 Jahren.

In Tabelle 1 einer neuen Studie hat Stallinga (2023) eine Liste von 36 veröffentlichten Schätzungen der CO₂-Verweildauer aus den Jahrzehnten 1957-1992 zusammengestellt. Alle diese Wissenschaftler kamen zu dem Ergebnis, dass die atmosphärische Verweildauer von CO₂ bei 5 bis 10 Jahren oder weniger liegt.

Der Titel der Studie: **Residence Time vs. Adjustment Time of Carbon Dioxide in the Atmosphere** [etwa: Verweilzeit vs. Anpassungszeit von Kohlendioxid in der Atmosphäre]



Residence Time vs. Adjustment Time of Carbon Dioxide in the Atmosphere

by Peter Stallinga ^{1,2}

¹ DEEI, Faculty of Science and Technology, University of the Algarve, 8005-139 Faro, Portugal

² Ossónoba Philosophical Society, 8000-000 Faro, Portugal

Entropy 2023, 25(2), 384; <https://doi.org/10.3390/e25020384>

Table 1. Atmospheric carbon dioxide residence times τ_a presented in [1]. A * indicates author found this value in the referenced publication instead.

Researcher(s)	Residence Time	Researcher(s)	Residence Time
Craig (1957)	7 ± 3 a	Oeschger et al. (1975)	6–9 a
Revelle & Suess (1957)	7 a	Keeling (1979)	7.53 a
Arnold & Anderson (1957)	10–20 a ¹	Peng et al. (1979)	5.5–9.4 a
Craig (1958)	7 ± 5 a	Peng et al. (1979)	7.8–13.2 a
Ferguson (1958)	1–8 a	Broecker et al. (1980)	6.2–8.8 a
Bolin & Eriksson (1959)	5 a	Delbrias (1980)	6.0 a
Craig (1963)	5–15 a	Quay & Stuiver (1980)	7.5 a
Bien & Suess (1967)	>10 a	Siegenthaler et al. (1980)	7.5 a
Munnich & Roether (1967)	5.4 a	Stuiver (1980)	6.8 a
Nydal (1968)	5–10 a	Druffel & Suess (1983)	12.5 a
Young & Fairhall (1968)	4–6 a	Kratz et al. (1983)	6.7 a
Rafter & O'Brien (1970)	12 a	Lai & Suess (1983)	3–25 a
Machta (1972)	2 a	Peng et al. (1983)	8.4 a
Bacastow & Keeling (1973)	6.3–7.0 a	Siegenthaler (1983)	7.9–10.6 a
Keeling (1973)	7 a	Siegenthaler (1983)	6.99–7.54 a
Broecker (1974)	9.2 a	Siegenthaler (1989)	4–9 a
Broecker & Peng (1974)	5 a *	Murray (1992)	5.4 a
Broecker & Peng (1974)	8 a	Segalstad (1992)	5.4 a

¹: also $\tau_a = 300$ a



We study the concepts of residence time vs. adjustment time for carbon dioxide in the atmosphere. The system is analyzed with a two-box first-order model. Using this model, we reach three important conclusions: (1) The adjustment time is never larger than the residence time and can, thus, not be longer than about 5 years. (2) The idea of the atmosphere being stable at 280 ppm in pre-industrial times is untenable. (3) Nearly 90% of all anthropogenic carbon dioxide has already been removed from the atmosphere.

One of the major points in discussion of the anthropogenic global warming (AGW) scenario is the time the added carbon dioxide (CO₂) stays in the atmosphere. In an extensive study, Solomon concluded that the residence time of carbon atoms in the atmosphere is of the order of 10 years [1], see Table 1. Such a short time would undermine the prime tenet of AGW, since a molecule of CO₂ will not have time to contribute to any greenhouse effect before it disappears to sinks where it cannot do any thermal harm. Just as water, a molecule that has orders of magnitude larger greenhouse potency, is irrelevant in the AGW discussion, because any water produced by (non-carbon-only) fossil fuels will rapidly equilibrate and the effect is zero. At best, it will raise ocean levels by some micrometers. As such, if the residence time is below 30 years (the climate window), injections of CO₂ in the atmosphere would, just like water, not affect the climate. Or as the IPCC writes in their upcoming report about another atmospheric constituent, "[Water], because of its residence time in the atmosphere averages just 8–10 day, its atmospheric concentration is largely governed by temperature", the value of 8–10 day coming from Ent [2].

As we know from the analogue of parallel electronic resistors, the dominant time constant in this case is the smallest one, and the resulting time constant shorter than the shortest residence time. In other words, the adjustment time of the atmosphere is shorter than the residence time of carbon in the atmosphere. To give an example, if the residence time in the atmosphere is 10 years, and the residence time in the sink is 100 years, the adjustment time is 9.1 years. The statement is also true for non-first-order kinetics; no transient can be slowed down by adding a reflux back to the box under study, it would only change the equilibrium value while decreasing the time to reach that. Note: sometimes, the concept of 'half-life' is also used. It is clear that the time at which half of the perturbation has disappeared is given by $t_{1/2} = \tau \ln(2)$. The same reasoning used for τ obviously also applies to $t_{1/2}$, with the found time constants multiplied by about 0.69.

The residence time in the atmosphere can be estimated quite well from the above-ground atomic bomb tests [1], which makes us happy that these at least served the purpose of advancing atmospheric science, if nothing else. The best estimate is about $\tau_a = 5$ years [9]. Other references mention different times, with the IPCC mentioning the shortest (4 years) in their 5th Assessment Report (p. 1457 of Ref. [4]).

However, we expect the most likely improvement to the model to come from abandoning the idea that the residence times τ_a and τ_s are constant. They, in fact, are very much dependent on temperature. As an example, the ratio between the two that tells us the concentrations (and, thus, the masses) between carbon dioxide in the atmosphere and in the sink, if we assume this sink to be the oceans, is governed by Henry's Law, and this concentration ratio is then dependent on temperature. When including such effects, we might even conclude that the entire concentration of carbon dioxide in the atmosphere is fully governed by such environmental parameters and fully independent of human injections into the system. A is simply a function of many parameters, including the temperature T , but not P_a . It is as if the relaxation time is extremely short and any disturbances introduced by humans, or by other means, rapidly disappear, rapidly reaching the equilibrium determined by nature.

This fits very nicely with the recent finding that the stalling of the economy and the accompanying severe reduction in carbon emissions during the Covid pandemic had no visible impact on the dynamics of the atmosphere whatsoever [15]. The result of that research, the hypothesis that the carbon dioxide increments in the atmosphere were fully due to natural causes and not humans, fits the experimental data very well, and the hypothesis that humans are fully responsible for the increments can equally be rejected scientifically.

Quelle: Stallinga, 2023

Table 1. Atmospheric carbon dioxide residence times τ_a presented in [1]. A * indicates author found this value in the referenced publication instead.

Researcher(s)	Residence Time	Researcher(s)	Residence Time
Craig (1957)	7 ± 3 a	Oeschger et al. (1975)	6–9 a
Revelle & Suess (1957)	7 a	Keeling (1979)	7.53 a
Arnold & Anderson (1957)	10–20 a ^{*1}	Peng et al. (1979)	5.5–9.4 a
Craig (1958)	7 ± 5 a	Peng et al. (1979)	7.8–13.2 a
Ferguson (1958)	1–8 a	Broecker et al. (1980)	6.2–8.8 a
Bolin & Eriksson (1959)	5 a	Delibrias (1980)	6.0 a
Craig (1963)	5–15 a	Quay & Stuiver (1980)	7.5 a
Bien & Suess (1967)	>10 a	Siegenthaler et al. (1980)	7.5 a
Münnich & Roether (1967)	5.4 a	Stuiver (1980)	6.8 a
Nydal (1968)	5–10 a	Druffel & Suess (1983)	12.5 a
Young & Fairhall (1968)	4–6 a	Kratz et al. (1983)	6.7 a
Rafter & O'Brien (1970)	12 a	Lal & Suess (1983)	3–25 a
Machta (1972)	2 a	Peng et al. (1983)	8.4 a
Bacastow & Keeling (1973)	6.3–7.0 a	Siegenthaler (1983)	7.9–10.6 a
Keeling (1973)	7 a	Siegenthaler (1983)	6.99–7.54 a
Broecker (1974)	9.2 a	Siegenthaler (1989)	4–9 a
Broecker & Peng (1974)	5 a *	Murray (1992)	5.4 a
Broecker & Peng (1974)	8 a	Segalstad (1992)	5.4 a

1: also $\tau_a = 300$ a

Bildinschrift rechts neben der Tabelle:

Wir untersuchen die Konzepte von Verweilzeit und Anpassungszeit für Kohlendioxid in der Atmosphäre. Das System wird mit einem Zwei-Box-Modell erster Ordnung analysiert. Anhand dieses Modells kommen wir zu drei wichtigen Schlussfolgerungen: (1) Die Anpassungszeit ist nie größer als die Verweilzeit und kann daher nicht länger als etwa 5 Jahre sein. (2) Die Vorstellung, dass die Atmosphäre in der vorindustriellen Zeit bei 280 ppm stabil war, ist unhaltbar. (3) Nahezu 90 % des gesamten anthropogenen Kohlendioxids ist bereits aus der Atmosphäre entfernt worden.

...

Einer der Hauptpunkte in der Diskussion über das Szenario der anthropogenen globalen Erwärmung (AGW) ist die Verweildauer des zugeführten Kohlendioxids (CO_2) in der Atmosphäre. In einer umfangreichen Studie kam Solomon zu dem Schluss, dass die Verweildauer von Kohlenstoffatomen in der Atmosphäre in der Größenordnung von 10 Jahren liegt [1], siehe [Tabelle 1](#). Eine so kurze Zeitspanne würde das Hauptargument der AGW untergraben, da ein CO_2 -Molekül keine Zeit hat, zu einem Treibhauseffekt beizutragen, bevor es in Senken verschwindet, wo es keinen thermischen Schaden anrichten kann. Genauso wie Wasser, ein Molekül, das eine um Größenordnungen größere Treibhauswirkung hat, in der AGW-Diskussion irrelevant ist, weil jedes Wasser, das durch (nicht nur kohlenstoffhaltige) fossile Brennstoffe erzeugt wird, sich schnell ausgleicht und der Effekt gleich Null ist. Bestenfalls wird es den

Meeresspiegel um einige Mikrometer anheben. Wenn die Verweildauer weniger als 30 Jahre beträgt (das Klimafenster), hat das Einbringen von CO_2 in die Atmosphäre genau wie Wasser keine Auswirkungen auf das Klima. Oder wie der IPCC in seinem kommenden Bericht über einen anderen atmosphärischen Bestandteil schreibt: „[Wasser] wird aufgrund seiner Verweilzeit in der Atmosphäre von durchschnittlich nur 8-10 Tagen weitgehend von der Temperatur bestimmt“, wobei der Wert von 8-10 Tagen von Ent [2] stammt.

...

Wie wir aus der Analogie der parallelen elektronischen Widerstände wissen, ist die dominierende Zeitkonstante in diesem Fall die kleinste und die daraus resultierende Zeitkonstante kürzer als die kürzeste Verweilzeit. Mit anderen Worten: Die Anpassungszeit der Atmosphäre ist kürzer als die Verweilzeit des Kohlenstoffs in der Atmosphäre. Wenn beispielsweise die Verweilzeit in der Atmosphäre 10 Jahre und die Verweilzeit in der Senke 100 Jahre beträgt, beträgt die Anpassungszeit 9,1 Jahre. Die Aussage gilt auch für die Kinetik nicht erster Ordnung; kein Übergang kann durch Hinzufügen eines Rückflusses in die untersuchte Box verlangsamt werden, es würde nur den Gleichgewichtswert ändern und die Zeit bis zu dessen Erreichen verkürzen. Anmerkung: Manchmal wird auch das Konzept der „Halbwertszeit“ verwendet. Es ist klar, dass die Zeit, in der die Hälfte der Veränderung verschwunden ist, durch $t_{1/2} = \tau \ln(2)$ gegeben ist. Die gleiche Argumentation wie für τ gilt natürlich auch für $t_{1/2}$, wobei die gefundenen Zeitkonstanten mit etwa 0,69 multipliziert werden.

...

Die Verweildauer in der Atmosphäre lässt sich anhand der oberirdischen Atombombentests recht gut abschätzen [1], was uns froh macht, dass diese zumindest dem Zweck dienen, die Atmosphärenforschung voranzubringen. Die beste Schätzung liegt bei $\tau_a = 5$ Jahren [9]. In anderen Quellen werden andere Zeiten genannt, wobei der IPCC in seinem 5. Sachstandsbericht die kürzeste Zeit (4 Jahre) angibt (S. 1457 in [4])

...

Wir erwarten jedoch, dass die wahrscheinlichste Verbesserung des Modells darin besteht, die Vorstellung aufzugeben, dass die Verweilzeiten τ_a und τ_s konstant sind. Sie sind in der Tat sehr stark von der Temperatur abhängig. Das Verhältnis zwischen den beiden, das uns die Konzentrationen (und damit die Massen) von Kohlendioxid in der Atmosphäre und in der Senke angibt, wenn wir annehmen, dass diese Senke die Ozeane sind, unterliegt beispielsweise dem Henry'schen Gesetz, und dieses Konzentrationsverhältnis ist dann von der Temperatur abhängig. Wenn wir solche Effekte einbeziehen, könnten wir sogar zu dem Schluss kommen, dass die gesamte Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre vollständig von solchen Umweltparametern abhängt und völlig unabhängig

von den menschlichen Einleitungen in das System ist. A ist einfach eine Funktion vieler Parameter, einschließlich der Temperatur T, aber nicht von Fh. Es ist, als ob die Entspannungszeit extrem kurz ist und alle vom Menschen oder auf andere Weise eingebrachten Veränderungen schnell verschwinden und das von der Natur festgelegte Gleichgewicht schnell erreicht wird.

Dies passt sehr gut zu der kürzlich gemachten Feststellung, dass das Abwürgen der Wirtschaft und die damit einhergehende starke Reduzierung der Kohlenstoff-Emissionen während der Covid-Pandemie keinerlei sichtbare Auswirkungen auf die Dynamik der Atmosphäre hatte [15]. Das Ergebnis dieser Forschung, die Hypothese, dass der Anstieg des Kohlendioxids in der Atmosphäre vollständig auf natürliche Ursachen und nicht auf den Menschen zurückzuführen ist, passt sehr gut zu den experimentellen Daten, und die Hypothese, dass der Mensch vollständig für den Anstieg verantwortlich ist, kann ebenfalls wissenschaftlich verworfen werden.

[Ende Bildinschrift]

Natürlich waren dies die Jahrzehnte vor dem IPCC in der Klimaforschung, als „die Wissenschaft“ unabhängig von staatlichen Eingriffen betrieben wurde. So war es beispielsweise in den 1950er bis frühen 1990er Jahren noch akzeptabel, dass Wissenschaftler tatsächliche Eiskernmessungen veröffentlichten, die zeigten, dass der atmosphärische CO₂-Gehalt in den untersuchten Eisschilden und Gletschern während der letzten 10.000 Jahre bis zu 700 ppm, ja sogar 2450 ppm betrug ([Jaworowski et al., 1992](#)).

Eine tatsächliche Verweildauer, die 20- bis 40-mal kürzer ist, als es die von AGW modellierten Gedankenexperimente zulassen, untergräbt die gefährliche Treibhausgasakkumulation, denn „wenn die Verweildauer unter 30 Jahren liegt, würde das Einspritzen von CO₂ in die Atmosphäre das Klima ebenso wenig beeinflussen wie Wasser“. ([Stallinga, 2023](#)).

Dr. Stallinga stellt nicht nur eine erschöpfende Liste früherer Schätzungen zusammen, die eine Verweildauer von 5-10 Jahren belegen, sondern führt auch die Beweise von Atombombentests, das Fehlen jeglicher atmosphärischer CO₂-Effekte durch die pandemischen Abriegelungen und den damit verbundenen drastischen Rückgang der Emissionen sowie die zeitlich verzögerte Beziehung zwischen CO₂-Emissionen und Temperatur als Beweise an, die die einst allgemein akzeptierte Schlussfolgerung stützen, dass die Verweildauer von CO₂ eher bei 5 Jahren und nicht bei Jahrhunderten liegt.

Und wenn die Verweildauer nur 5 Jahre beträgt, sind fast „90 % des gesamten anthropogenen Kohlendioxids bereits aus der Atmosphäre entfernt worden“.

Residence Time vs. Adjustment Time of Carbon Dioxide in the Atmosphere

by  Peter Stallinga ^{1,2}  

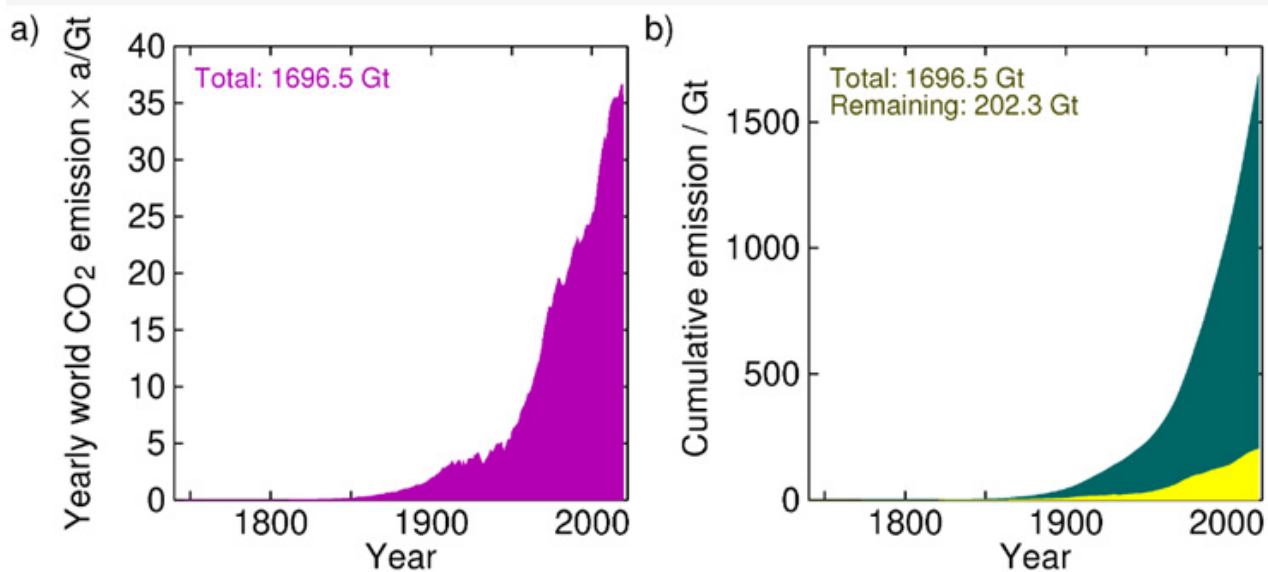
¹ DEEI, Faculty of Science and Technology, University of the Algarve, 8005-139 Faro, Portugal

² Ossónoba Philosophical Society, 8000-000 Faro, Portugal

Entropy 2023, 25(2), 384; <https://doi.org/10.3390/e25020384>

We study the concepts of residence time vs. adjustment time for carbon dioxide in the atmosphere. The system is analyzed with a two-box first-order model. Using this model, we reach three important conclusions: (1) The adjustment time is never larger than the residence time and can, thus, not be longer than about 5 years. (2) The idea of the atmosphere being stable at 280 ppm in pre-industrial times is untenable. (3) Nearly 90% of all anthropogenic carbon dioxide has already been removed from the atmosphere.

Figure 3. (a) Yearly global CO₂ emissions from fossil fuels. (b) Cumulative emissions (integral of left plot). The yellow curve is the remainder of the anthropogenic CO₂ in the atmosphere if we assume a residence time in the sink much longer than the 5-year residence time in the atmosphere; in this case $\tau_s = 50\tau_a$ was used. (Source of data: Our World In Data [8]).



Quelle: Stallinga, 2023

Daraus die Graphik:

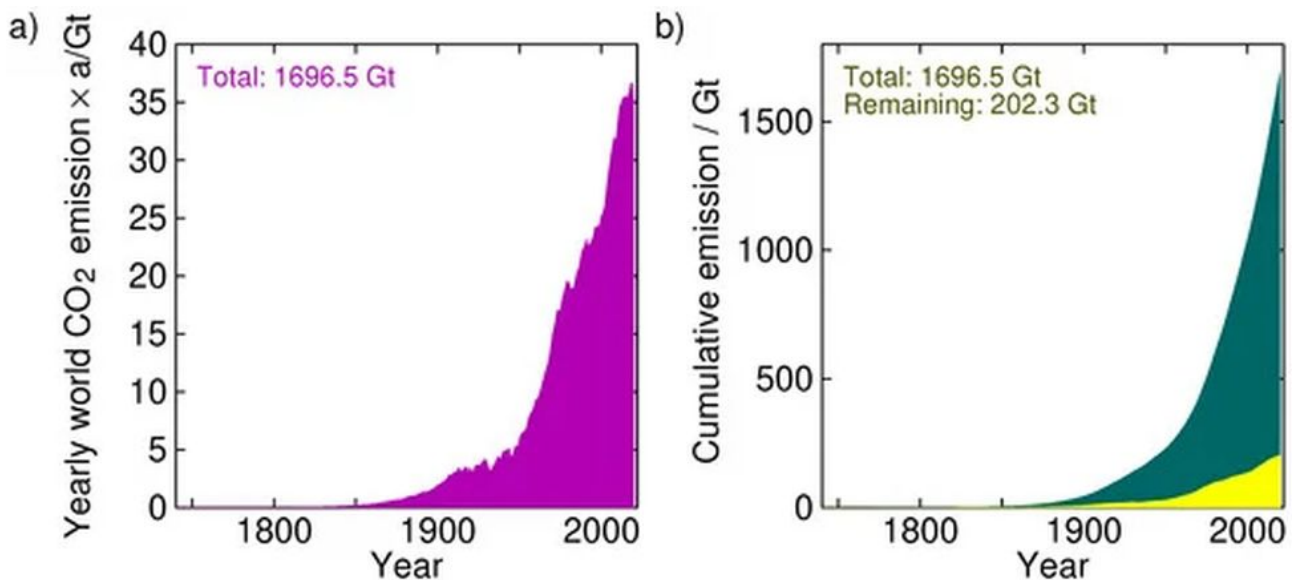


Abbildung 3: **(a)** Jährliche globale CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen. **(b)** Kumulierte Emissionen (Integral der linken Grafik). Die gelbe Kurve ist der Rest des anthropogenen CO₂ in der Atmosphäre, wenn wir eine Verweilzeit in der Senke annehmen, die viel länger ist als die 5-jährige Verweilzeit in der Atmosphäre; in diesem Fall wurde $\tau_s=50\tau_a$ verwendet. (Quelle der Daten: Unsere Welt in Daten [8]).

Stallingas Schlussfolgerungen ähneln denen von Dr. Chauncey Starr ([1993](#)), einem Atomphysiker, der betonte, dass die Behauptungen über eine jahrhundertelange Verweilzeit aus „globalen Kohlenstoffkreislaufmodellen“ abgeleitet werden, die so angepasst sind, dass sie zu der Annahme passen, dass die anthropogenen Emissionen die Hauptursache für den beobachteten Anstieg des atmosphärischen CO₂ sind.“

Starr lieferte empirische Belege für die Schlussfolgerung, dass die Verweilzeit 4-5 Jahre beträgt. Die Atombombentests in großer Höhe im Jahr 1964 haben beispielsweise gezeigt, wie schnell (3-11 Jahre) die Atmosphäre diese Störungen durchläuft. Die Konstanz der Amplitude des saisonalen CO₂-Zyklus und das Ausmaß der Schwankungen der jährlichen Konzentrationen sprechen für die Photosynthese als treibende Kraft der CO₂-Variabilität, was eine Verweilzeit von 5 Jahren oder weniger bestätigt.

Ähnlich wie Dr. Stallinga berichtet auch Starr, dass „nur etwa 15 % der Emissionen aus fossilen Brennstoffen in der Atmosphäre verbleiben“.

Atmospheric CO₂ residence time and the carbon cycle

Chauncey Starr

[https://doi.org/10.1016/0360-5442\(93\)90017-8](https://doi.org/10.1016/0360-5442(93)90017-8)
[Get rights and content](#)

Abstract

An atmospheric CO₂ residence time is determined from a carbon cycle which assumes that anthropogenic emissions only marginally disturb the preindustrial equilibrium dynamics of source/atmosphere/sink fluxes. This study explores the plausibility of this concept, which results in much shorter atmospheric residence times, 4–5 years, than the magnitude larger outcomes of the usual global carbon cycle models which are adjusted to fit the assumption that anthropogenic emissions are primarily the cause of the observed rise in atmospheric CO₂. The continuum concept is consistent with the record of the seasonal photosynthesis swing of atmospheric CO₂ which supports a residence time of about 5 years, as also does the bomb C¹⁴ decay history. The short residence time suggests that anthropogenic emissions contribute only a fraction of the observed atmospheric rise, and that other sources need be sought.

The important result is that only about 15% of the fossil-fuel emissions remain in the atmosphere. This projects that an unabated exponential rise of global fossil-fuel emission to the year 2050 will add about 160 GtC to the year 1860 atmospheric level of 600 GtC. The long-term atmospheric projection is quite robust because the fraction of the fossil-fuel emission remaining in the atmosphere is relatively insensitive to oceanic changes, as a result of the assumption that the atmospheric residence time changes only marginally with time. As discussed above, the conventional models assume that anthropogenic emissions face an oceanic barrier that is an order of magnitude greater than that faced by the preindustrial flux.

The basic question is whether the preindustrial 5-year residence time is applicable to current increments to atmospheric CO₂. There is a body of such empirical evidence. Confirming evidence is implied from the C¹⁴ atmospheric decay data after the cessation of high-altitude nuclear weapons testing in 1964 (see Fig. 3.6 on p. 103 of Ref. 1). Because the bomb C¹⁴ was a minimal pulse in the total atmospheric carbon, its decay characteristic in the troposphere should be indicative of the undisturbed CO₂ behavior. The data show an exponential decay with a C¹⁴ residence time of about 11 years as measured at the ocean surface. However, the major part of the C¹⁴ was emitted into the stratosphere, and there is a 5–8 year delay for its transfer into the troposphere (Ref. 1, p. 104). Thus the C¹⁴ tropospheric residence time after 1964 must have been 3–6 years, roughly similar to that of the natural preindustrial cycle previously derived. This conclusion is a strong experimental indicator of a short residence time after 1964.

Another indicator of the existence of a short residence time is the constancy of the amplitude of the annual seasonal cycle of CO₂ atmospheric concentration. As shown in the Mauna Loa records, this seasonal variation was about 5.4 ppmv (± 15%) between 1960 and 1990, with a slight indication of an increase in later years. During this 30-year interval, fossil-fuel combustion emitted 148 GtC, 61% of the total of 238 GtC from 1860. During this period, the average atmospheric CO₂ concentration increased from 317 to 354 ppmv (50% of the change since 1860) with no indication that the seasonal variation was affected, as it would be if the residence time had changed. Some atmospheric residence time increase might have been expected from increased ocean sink saturation, but none was evident in the Mauna Loa record. An increase in atmospheric residence time would decrease the amplitude of the seasonal variation. Further, if one accepts the suggestion that forest- and soil-emitted CO₂ have been steadily decreasing in this century (Ref. 1, Fig. 3.18 on p. 136), then the seasonal amplitude should also show a decrease unless the ocean emission component is correspondingly increased. In any event, the constancy of the amplitude of the seasonal variation certainly suggests no increase in bulk residence time during the 30-year period of this record. It would be useful to know the seasonal amplitude in pre-anthropogenic times to check the validity of this test for residence-time constancy.

Most significant is the magnitude of this annual swing in atmospheric CO₂ concentration. The Mauna Loa swing of about 5.4 ppmv is low compared to that at Point Barrow, Alaska, where it has averaged about 15 ppmv. It is generally assumed that this seasonal variation is caused by the annual photosynthesis cycle, both terrestrial and oceanic "spring bloom". The Mauna Loa annual swing is equivalent to 11 GtC/yr. The Point Barrow variation is almost three times as great. Presumably the global average would be in between. The net primary production of the terrestrial biomass has been estimated⁵ at 57 GtC/yr out of a total annual photosynthesis of about twice this. The global marine primary production has been estimated at 27 GtC/yr.⁹ The seasonal photosynthesis cycle needed to produce these swings can be analytically simulated by an annual sinusoidal source modulating the average flux. The mathematical analysis of the influence of such a sinusoidal source is presented in the Appendix. It is especially interesting to note that a sine source results in a cosine effect, i.e. the maximum atmospheric carbon occurs three months later than the source maximum, as has been empirically observed. As expected, the seasonal peak-to-trough swing is inversely proportional to the atmospheric residence time. For a 5-year residence time, a preindustrial 600 GtC atmospheric mass and a Mauna Loa annual swing of 11 GtC requires a source swing of 80 GtC from peak-to-trough. A 50-year residence time would require an 800 GtC source swing. Only the short residence time of about 5 years is consistent with a photosynthetic causation for the observed annual variation in atmospheric CO₂.

(5) The physical size of this annual seasonal variation in CO₂ is consistent with a photosynthesis causation only if the atmospheric residence time is short, about 5 years or so. (6) The mass balance of the carbon isotopes, C¹³ and C¹⁴, appear to be consistent with a 5-year residence time. (7) The implication of a constant residence time of about 5 years is that anthropogenic fuel use contributed, at most, only 23% of the observed atmospheric CO₂ increase. (8) A quandary remains. Either the carbon sinks have devised a process to distinguish between CO₂ sources, or other growing atmospheric sources of carbon are more significant than fossil-fuel use.

Quelle: [Starr, 1993](#)

[Auf das {zeitaufwändige} Herauslesen des Textes wird hier verzichtet]

Link:

<https://notrickszone.com/2023/03/23/new-study-atmospheric-co2-residence-time-is-only-5-years-too-short-to-affect-the-climate/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE